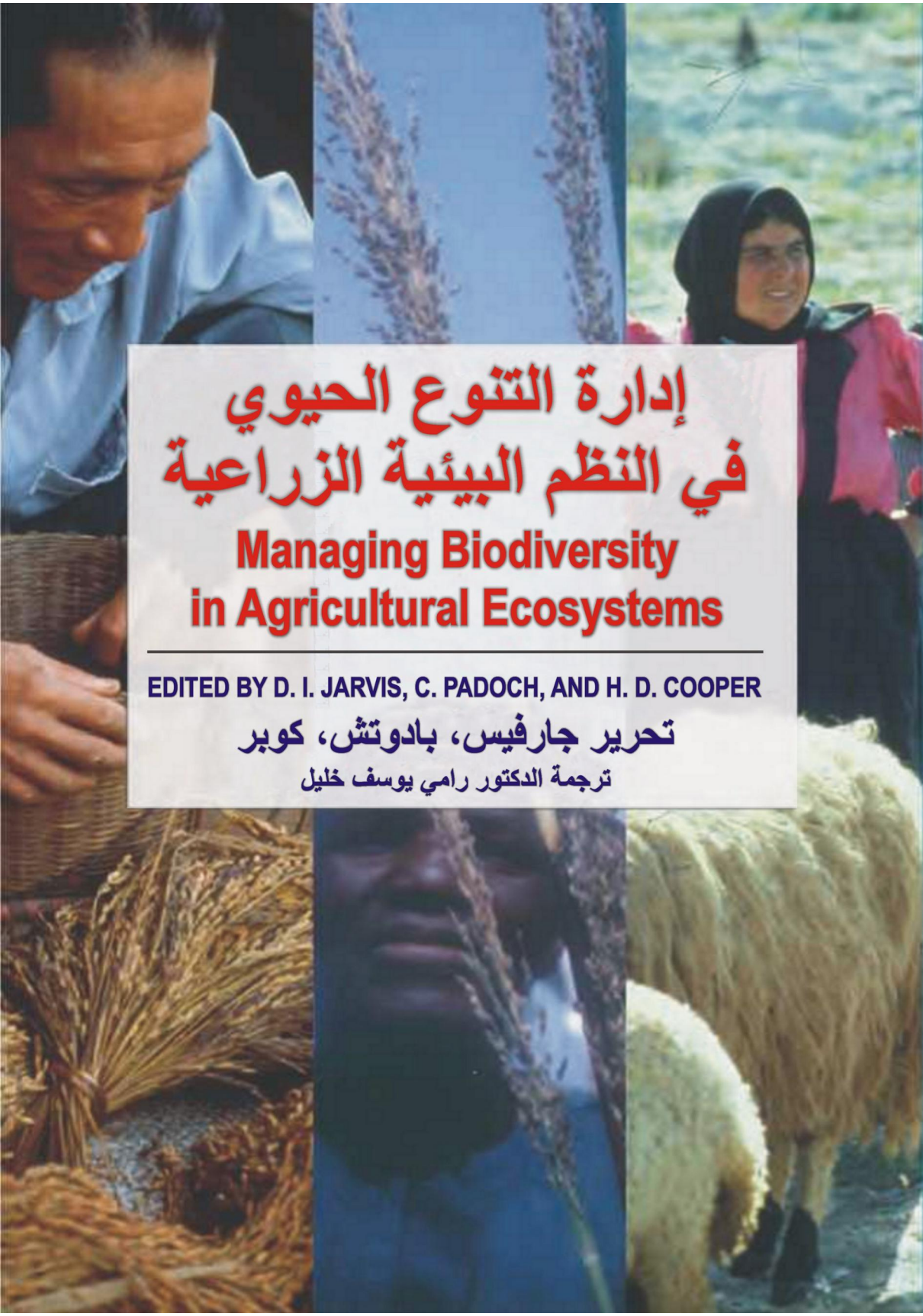


إدارة التنوع الحيوي في النظم البيئية الزراعية

Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems

EDITED BY D. I. JARVIS, C. PADOCH, AND H. D. COOPER

تحرير جارفيس، بادوتش، كوبر

ترجمة الدكتور رامي يوسف خليل

إدارة التنوع الحيوي في النظم البيئية الزراعية

إدارة التنوع الحيوي
في النظم البيئية الزراعية

تحرير جارفيس، بادوتش، كوبر

D. I. JARVIS, C. PADOCH, AND H. D. COOPER

ترجمة الدكتور رامي يوسف خليل

الناشر: مؤسسة التنوع الحيوي الدولية

Bioversity International

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development and Cooperation SDC

IDRC CRDI

UNITED NATIONS UNIVERSITY

CBD

مطبعة جامعة كولومبيا

دار للنشر منذ عام 1893نيويورك، تشيتشستر، ويست ساسكس

حقوق التأليف والنشر محفوظة © 2010، المركز الدولي للتنوع الحيوي

(Bioversity International) جميع الحقوق محفوظة (أول طبعة 2007)

اعتباراً من الأول من كانون الأول/ديسمبر 2006، بدأ المعهد الدولي للمصادر الوراثية النباتية (IPGRI) والشبكة الدولية لتحسين الموز والموز الأخضر (INIBAP) بالعمل تحت اسم المركز الدولي للتنوع الحيوي (Bioversity International).

لا يقصد بالعلامات الفارقة والمواد الواردة في هذه المطبوعة التعبير أن أي رأي مهما كان نوعه من جانب المعهد الدولي للمصادر الوراثية النباتية، أو الأمانة العامة لاتفاقية التنوع الحيوي، أو جامعة الأمم المتحدة، أو المركز الدولي لبحوث التنمية، أو الوكالة السويسرية للتنمية والتعاون من حيث الوضع القانوني لبلد أو قطاع أو مدينة أو منطقة ما أو سلطاتها، ولا إظهار الحدود الخاصة بها.

يردُ مصطلح الاقتصاد «المتقدم» و«النامي» بقصد التسهيل الإحصائي وليس بالضرورة للحكم على المستوى الذي وصل إليه بلد، أو قطاع، أو منطقة ما في عملية التنمية.

إن الآراء الواردة بين دفتي كتابنا هذا تمثل آراء المؤلفين وليس بالضرورة آراء المعهد الدولي للمصادر الوراثية النباتية، ولا الأمانة العامة لاتفاقية التنوع الحيوي، أو المركز الدولي لبحوث التنمية، كندا، أو الوكالة السويسرية للتنمية والتعاون.

فهرس منشورات مكتبة الكونغرس

إدارة التنوع الحيوي في النظم البيئية–الزراعية

تحرير جارفيس وبادوتش وكوبر، مطبعة جامعة كولومبيا، حقوق الطبع والنشر محفوظة 2007

المركز الدولي للتنوع الحيوي.

ترجمة الدكتور رامي يوسف خليل

ISBN: 978- 92-9043-821-2
1.Agrobiodiversity. 2.Agricultural ecology. I. Jarvis, Devra I. (Devra Ivy), 1959-
II. Padoch, Christine. III. Copper, H.D. (H. David)
S494.5.A43M36 2007
630-dc22 2006031672

نهدي هذا الكتاب لفلذة أكبادنا
رافائيلا، وصوفيا، وتشارلي، ودنكان
الذين نرى فيهم صلة الوصل ما بين ماضينا ومستقبلنا

المحتويات

xi كلمة شكر

xiii المساهمون

1 التنوع الحيوي، والزراعة، وخدمات النظام البيئي
آي. جارفيس، سي. بادوتش، هـ. د. كوبر 1
D. I. JARVIS, C. PADOCH, AND H. D. COOPER

2 قياس التنوع الوراثي للمحاصيل وإدارته وصونه على مستوى المزرعة،
أ. هـ. د. براون، ت. هودجكين 13
A. H. D. BROWN AND T. HODGKIN

3 أسماء الأصناف، أهي معبر نحو التنوع الوراثي للمحاصيل وتوزعها في النظم الزراعية–البيئية؟
م. صديقي، د. آي. جارفيس، د. ريجال، ج. باجراتشاريا، ن. ن. هوي، ت. سي. كاماتشورفيا، ل. أ. بورغوس– مي، م. ساوا دوغو، د. بالما، د. لوبن ل. آرياس، آي. مار، د. كارامورا، د. وليمز، ج.ل. تشافيز – سيرفيا، ب. ثابيت، ف. ر. راو 34
M. SADIKI, D. I. JARVIS, D. RIJAL, J. BAJRACHARYA, N. N. HUE,
T. C. CAMACHO- VILLA, L. A. BURGOS- MAY, M. SAWADOGO,
D. BALMA, D. LOPE, L. ARIAS, I. MAR, D. KARAMURA,
D. WILLIAMS, J. L. CHAVEZ- SERVIA, B. STHAPIT, AND V. R. RAO

4 نظم البذور والتنوع الوراثي للمحاصيل في النظم الزراعية–البيئية.
ت. هودكين، ر. رنا، جـ، توكسيل، د. بالما، أ. سوبيدي، ي. مار، د. كارامورا، ر. فالديفيا، ل. دولادو، ل. لاتورنيري، م. صديقي، م. ساوادوغو، أ. هـ. براون. ي. جارفيس. 77
T. HODGKIN, R. RANA, J. TUXILL, D. BALMA, A. SUBEDI,
I. MAR, D. KARAMURA, R. VALDIVIA, L. COLLADO,
L. LATOURNERIE, M. SADIKI, M. SAWADOGO,
A. H. D. BROWN, AND D. I. JARVIS

5 قياسات التنوع تسهم في صنع القرارات المتعلقة بعملية المحافظة على المصادر الوراثية للثروة الحيوانية.
جـ. ب. جيبسون، و. أياليو، أو. هانوتي 117

J. P. GIBSON, W. AYALEW, AND O. HANOTTE

6 إدارة المصادر الوراثية الحيوانية على مستوى المزرعة: التغيير والتفاعل
آي. هوفمان 141

I. HOFFMANN

7 التنوع الحيوي المائي في النظم البيئية القائمة على الأرز
م. هالوارت، د. بارتلي 181

M. HALWART AND D. BARTLEY

8 خدمات الملقحات
ب. ج. كيفان، ف. ا. وجسيك 200

P. G. KEVAN AND V. A. WOJCIK

9 إدارة التنوع الحيوي للتربة في النظم البيئية الزراعية
ج. ج. براون، م. ج. سويفت، د. إ. بيناك، س. بونينغ ، أ. مونتانييز، ل. بروسارد 224

G. G. BROWN, M. J. SWIFT, D. E. BENNACK, S. BUNNING,

A. MONTÁÑEZ, AND L. BRUSSAARD

10 إدارة التنوع والآفات في النظم البيئية الزراعية: مشاهد من البيئة
أ. ويلبي، م. ب. توماس 269

A. WILBY AND M. B. THOMAS

11 إدارة أمراض المحاصيل في النظم البيئية الزراعية التقليدية: فوائد التنوع الوراثي ومخاطره
د. آي. جارفيس، أ. هـ. د. براون، ف. إمبروس، ج. أوتشوا، م. صديقي، إ. كارامورا، ب. تروتمان، م. ر. فينتش 292

D. I. JARVIS, A. H. D. BROWN, V. IMBRUCE, J. OCHOA,

M. SADIKI, E. KARAMURA, P. TRUTMANN, AND

M. R. FINCKH

12 تنويع أصناف المحاصيل لمكافحة الأمراض
ي. جو، ي. ي. وانغ، ج. هـ. زهو 320

Y. Y. ZHU, Y. Y. WANG, AND J. H. ZHOU

13 استغلال التنوع الحيوي في المشاهد الطبيعية الزراعية المعقدة مكانياً وزمانياً
هـ. بروكفيلد، سي. بادوتش 338

H. BROOKFIELD AND C. PADOCH

14 التنوع والابتكار في نظم أصحاب الحيازات الصغيرة استجابة للتغيرات البيئية والاقتصادية
ك. ريركاسيم، م. بينيدو–فاسكيز 362

K. RERKASEM AND M. PINEDO- VASQUEZ

15 التنوع الحيوي الزراعي، والنظام الغذائي، وصحة الإنسان
ت. جونز 382

T. JOHNS

16 مقارنة اختيارات المزارعين والمربين: قيمة السلالات المحلية للأرز في نيبال
د. غاوتشان، م. سمايل 407

D. GAUCHAN AND M. SMALE

17 الجانب الاقتصادي للمحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية واستخدامها المستدام: أحدث التقانات
أ. ج. دروكر 426

A. G. DRUCKER

18 الأدوار البيئية والاقتصادية للتنوع الحيوي في النظم البيئية الزراعية
م. سيروني، س. ليو، كوستانزا 446

M. CERONI, S. LIU, AND R. COSTANZA

كلمة شكر

يرغب معدو هذا الكتاب في توجيه الشكر إلى حكومتي كندا (IDRC، "المركز الدولي لبحوث التنمية") وسويسرا ("الوكالة السويسرية للتنمية والتعاون") للدعم المالي الكريم من جانبهما لإنجاز هذا الكتاب.

أنجز معظم العمل الوارد بين دفتي في هذا الكتاب بمساعدة من حكومات سويسرا (SDC، «الوكالة السويسرية للتنمية والتعاون»)، وهولندا (IICA، «الإدارة العامة للتعاون الدولي")، وألمانيا (BMZ "الوزارة الاتحادية للتعاون والتنمية الاقتصادي"/ GTZ "الجمعية الألمانية للتعاون التقني(، واليابان (JICA " الوكالة اليابانية للتعاون الدولي»)، وكندا (IDRC)، واسبانيا، وبيرو، والمرفق العالمي للبيئة التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، والأمانة العامة لاتفاقية التنوع الحيوي، ومنظمة الأغذية والزراعة في الأمم المتحدة.

كما نود توجيه الشكر أيضا لكثير من الزملاء الذين تكرموا بتقديم المساعدة في مراحل مختلفة من إنجاز هذا الكتاب؛ ونخص بالشكر ستيف كليمنت، تشارلز سبيلين، جان لوي بام، ليندا كوليت، جوليا ندونغو – سكيلتن، بيت شيرف، وباولا دي سانتس. وقد قدم العديد من المحكمين المجهولين مراجعات نقدية مفيدة للفصول المنشورة في هذا الكتاب. كذلك ندين بالشكر الجزيل لليندا سيرز لتحريرها السريع والدقيق لفصول هذا الكتاب.

وأخيراً، نعرب عن شكرنا العميق والخالص للعديد من المشاركين الذين لا تظهر أسماؤهم في هذا الكتاب وللمؤسسات التي يعملون فيها. لقد أسهم العديد من المزارعين، والعاملين في التنمية، والمدرسين، والباحثين، والموظفين الحكوميين في الدراسات المقدمة بين دفتي هذا الكتاب، ونقر بالفضل الأول لهم في إنجاز هذه المطبوعة.

F. Ahkter	The Centre for Policy Research for Development Alternatives, Bangladesh
L. Arias	Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Incipiente Projección Nacional, Mérida, Yucatán, Mexico
W. Ayalew	International Livestock Research Institute, Nairobi, Kenya
J. Bajracharya	Agriculture Botany Division, Nepal Agriculture Research Council, Khumaltar, Lalitpur, Nepal
D. Balma	Direction de la Recherche Scientifi que, Ouaga dougou, Burkina Faso
D. Bartley	FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service, Rome, Italy
D. E. Bennack	Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, Mexico
H. Brookfield	Australian National University, act 0200, Australia
A. H. D. Brown	Centre for Plant Biodiversity Research, csiro Plant Industry, Canberra, Australia

G. G. Brown	Soil Invertebrate Laboratory, Embrapa Soybean, Londrina, pr, Brazil
L. Brussaard	Wageningen University, Soil Quality Section, Wageningen, The Netherlands
S. Bunning	Land and Plant Nutrient Management Service (agll), Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy
L. A. Burgos- May	Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Incipiente Projección Nacional, Mérida, Yucatán, Mexico
T. C. Camacho- Villa	Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Incipiente Projección Nacional, Mérida, Yucatán, Mexico, and Wageningen University and Research Center, Participatory Approaches Studies, Wageningen, The Netherlands
M. Ceroni	Department of Botany and Gund Institute for Ecological Economics, University of Vermont,USA
J. L. Chavez- Servia	Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional–Instituto Politec nico Nacional, Oaxaca, Mexico
L. Collado	Consorcio para el Desarrollo Sostenible de Ucayali, Pucallpa, Perú
H. D. Cooper	Secretariat, Convention on Biological Diversity, Montreal, Quebec, Canada
R. Costanza	Rubenstein School of Environment and Natural Resources and Gund Institute for Ecological Economics, University of Vermont, USA
M. Dijmadoum	Fédération National des Groupements Naam, Ouahigouya, Burkina Faso

A. G. Drucker	School of Environmental Research, Charles Darwin University, Australia
M. R. Finckh	Department of Ecological Plant Protection, University of Kassel, Wutzenhausen, Ecological Agricultural Science, Germany
B. M. Freitas	Departamento de Zootecnia, Universidade Fed eral do Ceará, Fortaleza, Brazil
D. Gauchan	Nepal Agricultural Research Council, Kathman du, Nepal
B. Gemmill	African Pollination Initiative, Nairobi, Kenya
J. P. Gibson	Institute for Genetics and Bioinformatics Home stead, University of New England, Armidale nws 2351, Australia
M. Halwart	Inland Water Resources and Aquaculture Service, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy
O. Hanotte	International Livestock Research Institute, Nairobi, Kenya
T. Hodgkin	International Plant Genetic Resources Institute, Maccarese, Rome, Italy
I. Hoffmann	Animal Production Service, Food and Agricul ture Organization of the United Nations, Rome, Italy
N. N. Hue	Viet nam ese Agricultural Science Institute, Hanoi, Vietnam
V. Imbruce	New York Botanical Garden, Bronx, ny, USA
D. I. Jarvis	International Plant Genetic Resources Institute, Maccarese, Rome, Italy

T. Johns	Centre for Indigenous Peoples' Nutrition and Environment and School of Dietetics and Human Nutrition, McGill University, Ste. Anne de Bellevue, Quebec, Canada
D. Karamura	International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Kampala, Uganda
E. Karamura	International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Kampala, Uganda
P. G. Kevan	Department of Environmental Biology, Univer sity of Guelph, Guelph, Ontario, Canada
L. Latournerie	Instituto Tecnológico Agropecuario de Condal (siga- ita2), Mérida- Motul, Condal, Yucatán, Mexico
D. Lope	Fundación Kan Uak, A.C. Mérida, Yucatán, Mexico, and Wageningen University and Re search Center, Bio- Cultural Diversity Studies, Wageningen, The Netherlands
S. Liu	Rubenstein School of Environment and Natural Resources and Gund Institute for Ecological Economics, University of Vermont, USA
I. Mar	Institute for Agrobotany, Tapioszele, Hungary
A. Montáñez	Adriana Montañez, Universidad de Montevideo, Uruguay
A. Ochieng	University of Nairobi, Department of Botany, Nairobi, Kenya
J. Ochoa	Estación Experimental, Santa Catalina, Quito, Ecuador
C. Padoch	The New York Botanical Garden, Bronx, New York

U. Partap	International Centre for Integrated Mountain Development, Kathmandu, Nepal
M. Pinedo- Vasquez	Center for Environmental Research and Conser vation, Columbia University, New York, ny, USA
R. Rana	Local Initiatives for Biodiversity, Research and Development, Pokhara, Nepal
V. R. Rao	International Plant Genetic Resources Institute, Regional Office for Asia, Pacifi c, and Oceania, Serdang, Malaysia
K. Rerkasem	Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand
D. Rijal	Local Initiatives for Biodiversity, Research and Development, Pokhara, Nepal, and Noragric, Norwegian University of Life Sciences, Aas, Norway
M. Sadiki	Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Département d'Agronomie et d'Amélioration des Plantes, Rabat, Morocco
M. Sawadogo	University of Ouagadougou, Unité de Formation et de Recherche en Science de la Vie et de la Terre, Ouagadougou, Burkina Faso
M. Smale	International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, and International Food Policy Research Institute, Washington dc, USA
B. Sthapit	International Plant Genetic Resources Institute, Regional Office for Asia, Pacifi c, and Oceania, Pokhara, Nepal
A. Subedi	Intermediate Technology Group for Develop ment, Kathmandu, Nepal
M. J. Swift	Institut de Recherche et Développement, Centre

	de Montpellier, Montpellier, France
M. B. Thomas	Centre for Plant Biodiversity Research, csiro Entomology, Canberra, Australia
P. Trutmann	International Integrated Pest Management, International Programs, Cornell University, Ithaca, ny, USA
J. Tuxill	Joint Program in Economic Botany, Yale School of Forestry and Environmental Studies and the New York Botanical Garden, New Haven, ct, USA
R. Valdivia	Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Puno, Perú
Y. Y. Wang	Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan, P.R. China
A. Wilby	Department of Agricultural Sciences and nerc Centre for Population Biology, Imperial College, Wye, Kent, UK
D. Williams	USDA, Foreign Agricultural Service, Interna tional Cooperation and Development, Research and Scientific Exchanges Division, Washington, dc, USA
V. A. Wojcik	Environmental Science Policy and Management, University of California, Berkeley, ca, USA
J. H. Zhou	Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan, P.R. China
Y. Y. Zhu	Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan, P.R. China

إدارة التنوع الحيوي في النظم البيئية الزراعية

1 التنوع الحيوي، والزراعة، وخدمات النظام البيئي

د. آي. جارفيس، سي. بادوتش، هـ. د. كوبر

D. I. JARVIS, C. PADOCH, AND H. D. COOPER

يعمل التنوع الحيوي في النظم البيئية على تأمين الغذاء لنا والسبل الكفيلة بإنتاج هذا الغذاء. إذ تمثل الأنواع النباتية والحيوانية التي تشكل الغذاء الذي نتناوله مكونات واضحة للتنوع الحيوي الزراعي. أما تلك المكونات الأقل بروزاً – والتي لا تقل عنها أهمية – فهي الأنواع التي لا تعد ولا تحصى من الكائنات الحية في التربة، والملقحات، والأعداء الطبيعية للآفات، والأمراض التي تؤمن خدمات التنظيم الضرورية الداعمة للإنتاج الزراعي. ففي كل يوم، يعمل المزارعون على استغلال هذه الجوانب، وأخرى غيرها، من التنوع الحيوي في النظم البيئية الزراعية بهدف إنتاج الغذاء ومواد أخرى وتأمين استدامتها. كما يسهم التنوع الحيوي في النظم البيئية الزراعية من خلال توليد خدمات نظم بيئية أخرى كحماية خطوط توزع المياه وحجز الكربون. وبالإضافة إلى هذه الأهمية الوظيفية، يمكن اعتبار صون التنوع الحيوي في النظم البيئية الزراعية جانباً مهماً بحد ذاته. فعلى اعتبار أن النشاط الزراعي ضخم جداً الآن، فإنه يتعين على أية استراتيجية تهدف إلى صون التنوع الحيوي التعاطي مع التنوع الحيوي في هذه النظم المتعلقة بأصل الإنسان وتطوره. وفوق ذلك، يتمتع التنوع الحيوي في المعالم الطبيعية الزراعية بأهمية ثقافية مؤثرة، ويعود ذلك جزئياً إلى التفاعل مع الشاهد الطبيعية التاريخية المرتبطة بالزراعة، على اعتبار أن العديد من الناس يتعاملون مع التنوع الحيوي البري في الأراضي الزراعية وحولها.

يتناول هذا الكتاب الأوجه المختلفة للتنوع الحيوي الزراعي. إذ تغطي بعض الفصول المصادر الوراثية للمحاصيل (الفصول الأول، والثاني، والثالث، والعاشر، والحادي عشر، والسادس عشر) والمصادر الوراثية الحيوانية (الفصول الرابع والخامس والسابع عشر).

وتتطرق فصول أخرى إلى التنوع الحيوي المائي (الفصل السادس)، وتنوع الملقحات (الفصل السابع)، والتنوع الحيوي للتربة (الفصل الثامن). وتتناول ثلاثة فصول (التاسع والعاشر والحادي عشر) الأوجه المختلفة للعلاقة بين التنوع الحيوي واستغلال الآفات والأمراض. ويهدف الفصلان الثاني عشر والثالث عشر إلى استكشاف استثمار المزارعين للتنوع في السياق الأوسع للتعقيد المكاني والتبدل البيئي والاقتصادي. وينظر الفصل الرابع عشر في إسهام التنوع في النظام الغذائي والتغذية والصحة البشرية. أما الفصول الخامس عشر والسادس عشر والسابع عشر فتستكشف قيمة المصادر الوراثية وخدمات النظام البيئي التي يقدمها التنوع الوراثي داخل النظم البيئية الزراعية.

يقدم هذا الفصل التمهيدي الأرضية التي سوف تبنى عليها الفصول اللاحقة. فبعد مراجعة الجهود الأخيرة التي تتناول التنوع الحيوي في المجتمع الأكاديمي ومنتديات السياسات العالمية، يتم تقديم كشف للأبعاد المتعددة التنوع الحيوي في النظم البيئية الزراعية. وتعالج الأقسام اللاحقة قيمة خدمات النظم البيئية التي يقدمها التنوع الحيوي، ووظائف التنوع الحيوي، وكيفية تأثرها بالاستثمار. وينتهي الفصل بعرض موجز لمستقبل التنوع الحيوي في النظم البيئية الزراعية.

المبادرات الأخيرة والراهنة لمعالجة موضوع التنوع الحيوي الزراعي

تم منذ وقت طويل إدراك أهمية المحاصيل والماشية والموارد الوراثية بالنسبة إلى الزراعة، إلا أن المجتمع الدولي لم يقر بأهمية المدى الكامل للتنوع الحيوي الزراعي بالنسبة إلى آلية عمل النظم البيئية الزراعية إلا في العقد الأخير. فعلى ساحة السياسة الدولية، جرى تناول التنوع الحيوي الزراعي لأول مرة بطريقة شاملة في «مؤتمر الأعضاء المشاركين في اتفاقية التنوع الحيوي (CBD)» عام 1996، إذ يدرك برنامج CBC للعمل على التنوع الحيوي الزراعي، الذي تم تطويره وتبنيه لاحقاً عام 2000، الأبعاد المتعددة للتنوع الحيوي الزراعي ومدى البضائع والخدمات المقدمة. ومن خلال تبني برنامج العمل، أقر «مؤتمر الأعضاء» مساهمة المزارعين والمجتمعات المحلية الأصلية في صون التنوع الحيوي الزراعي واستخدامه المستدام وأهمية التنوع الحيوي الزراعي في حياة هذه المجتمعات. وضمن إطار برنامج عمل المؤتمر على التنوع الحيوي الزراعي، أطلقت بعض المبادرات المحددة حول الملقحات، والتنوع الحيوي للتربة، والتنوع الحيوي للغذاء والتغذية.

إن هذا التركيز الجديد على التنوع الحيوي الزراعي هو بمثابة إجماع شامل واسع النطاق حول تزايد ضياع التنوع الحيوي الزراعي. إذ تشير تقديرات «القائمة العالمية لمراقبة تنوع الحيوانات الداجنة» إلى أن 35% من سلالات الثدييات و63%من سلالات الطيور تواجه خطر الانقراض وأن سلالة واحدة تتعرض للانقراض كل أسبوع. ويصف

تقرير «حالة المواردالوراثية الزراعية العالمية للأغذية والزراعة" (PGRFA) فقد التنوع في الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة بأنه "كبير"، بما في ذلك اختفاء الأنواع والأصناف النباتية، والمعقدات الوراثية (FAO 1998). وثمة تقارير لدى كل قارة باستثناء القطب الجنوبي حول انخفاض الملقحات في منطقة أو بلد واحد على الأقل. فقد انحدر عدد مستعمرات نحل العسل بشكل كبير في أوروبا وأمريكا الشمالية، كما تعرض نحل الجروف في هيمالايا (*Apis laboriosa*) قد تعرض لانخفاض كبير (إنغرام وآخرون 1996). كما تقع أصنايف ملقحات أخرى في دائرة الاهتمام والمراقبة، مع وجود دلائل قوية على الانخفاض في ملقحات الثدييات والطيور. وعلى النطاق العالمي، فإن 45 نوعاً من الخفافيش، و36 نوعاً من الثدييات غير الطائرة، و26 نوعاً من الطيور الطنانة، و7 أنواع من طيور التمرة، و 70 نوعاً من الطيور الجثومة تعتبر بمثابة الأنواع المهددة أو المنقرضة (كيرنز وآخرون 1998).

إن الإجماع العريض على المعدلات المضخمة للضياع الوراثي داخل النظم الزراعية، مع الحاجة إلى تحديد كمي لأفضل معدلات التغيير هذه، قد حث عدداً متزايداً من المبادرات الدولية والوطنية والمحلية المتعلقة باستثمار التنوع الوراثي الزراعي في السنوات القليلة الأخيرة. إن مشروع المحافظة على التنوع الحيوي على مستوى المزرعة لـ "المعهد الدولي للمصادر الوراثية النباتية (IPGRI)" (جارفيس و هودجكن 2000؛ وجارفيس وآخرون 2000)؛ و "مشروع الناس، واستثمار الأرض والتغيير البيئي (PLEC)" (بروكفيلد 2001؛ بروكفيلد وآخرون. 2002)؛ و"برنامج تنمية وصون التنوع الحيوي في المجتمعات (CBDC)"؛ و"المركز الدولي للزراعات الاستوائية" (CIAT)؛ و"معهد بيولوجيا التربة الاستوائية وخصوبتها (TSBF)"؛ و"مشروع التنوع الحيوي تحت الأرضي التابع للمرفق العالمي للبيئة (BGBD)"؛ و"مشروع الملقحات العالمي" الذي تدعمه منظمة الأغذية والزراعة؛ بالإضافة إلى "البرنامج العملي حول التنوع الحيوي الزراعي" والمشاريع المدعومة من قبل "المرفق العالمي للبيئة (GEF)" ليست سوى أمثلة بارزة على هذا الاهتمام. وقد أجريت مراجعة عديد من الدراسات التطبيقية التي نفذت من خلال هذه المبادرات ومبادرات أخرى في الندوة الدولية "استثمار التنوع الحيوي في النظم البيئية الزراعية" المنعقدة سنة 2001 في مونتريال على هامش اجتماع "الهيئة الفرعية العلمية" التابعة لاتفاقية التنوع الحيوي.

يعمل هذا الكتاب على تطوير دراسات حالات قدمت خلال ندوة مونتريال. فبينما تركز النُهج التقليدية للتنوع الحيوي الزراعي على مكوناته بصفتها أشياء ساكنة، يركز العديد من فصول هذا الكتاب، بدلاً من ذلك، على الأوجه الديناميكية للتنوع الحيوي الزراعي والتفاعلات بين مكوناته. وقد قام الباحثون الذين يتمتعون بخلفيات واهتمامات في مجال العلوم البيئية والاجتماعية بإدخال مناظير ونُهج جديدة إلى هذا المجال. إذ

يحاولون فهم العمليات والروابط، و الديناميات والممارسات الضرورية للطريقة التي يتم بها، في الماضي والحاضر، استثمار التنوع الحيوي في نظم المزارع، والمجتمعات الزراعية، والمجتمعات بشكل عام.

الأبعاد المتعددة للتنوع الحيوي الزراعي

يشمل التنوع الحيوي الزراعي كافة مكونات التنوع الحيوي المتعلقة بإنتاج السلع في النظم الزراعية: التنوع والتباين في النباتات، والحيوانات، و الكائنات الحية الدقيقة على المستوى الوراثي ومستوى الأصناف والنظم البيئية الضرورية لاستمرارية الوظائف والبنى والعمليات الأساسية في النظام البيئي الزراعي. وبالتالي فهو يشمل المحاصيل والأشجار والنباتات الأخرى المرتبطة بها، والأسماك والحيوانات، وأصناف مهمة من الملقحات، والمعايشات، والآفات، والطفيليات، والحيوانات الضارة، والنباتات المنافسة.

تحتوي النظم المزروعة على تنوع حيوي مخطط له،أي تنوع النباتات المزروعة كمحاصيل والحيوانات المرباة كثروة حيوانية. وبالإضافة إلى الأقارب البرية للمحاصيل، يشكل هذا التنوع الموارد الوراثية للزراعة الغذائية. ومع ذلك، فإن التنوع الحيوي الزراعي هو مصطلح أكثر عمومية ويشمل أيضاً التنوع الحيوي المرافق الذي يدعم الإنتاج الزراعي من خلال تدوير الغذاء، ومكافحة الآفات، والتلقيح (وود ولين 1999)، ومن خلال منتجات متعددة أيضاً. ويمكن أيضاً اعتبار التنوع الحيوي الذي يؤمن خدمات أوسع للنظام البيئي كحماية مساقط المياه بمثابة جزء من التنوع الحيوي الزراعي (آرنيك وآخرون 1999؛ اتفاقية التنوع الحيوي 2000؛ كروموبل وآخرون. 2001).

يتبنى هذا الكتاب نهجاً أوسع وأشمل ويحاول الإشارة إلى قضايا طارئة في أبحاث التنوع الحيوي في النظم البيئية الزراعية. وتركز الفصول 2 – 7 بشكل رئيس على التنوع في المحاصيل، والحيوانات، والأسماك التي تشكل القسم الأكبر من التنوع الحيوي المخطط في النظم البيئية الزراعية. فبالإضافة إلى المحاصيل والحيوانات المدجّنة، يؤمن التنوع الحيوي الخاضع للإدارة والبري طيفاً متنوعاً من الأنواع النباتية والحيوانية المفيدة، بما في ذلك الخضار الورقية، والفاكهة والجوزيات، والفطريات، والحشرات البرية ومفصليات الأرجل، والأسماك (بما في ذلك الرخويات والقشريات وكذلك الأسماك ذات الزعانف) (بيمبيرت 1999؛ كوزيل وساوندرز 2001؛ انظر أيضاً هالوارت وبارتلي، الفصل السابع). وتبقى هذه الموارد الغذائية مهمة بشكل خاص للفقراء والذين لا يملكون الأراضي (أختر في الإطار 13. 2 الفصل الثالث عشر)، وتتمتع بأهمية خاصة خلال فترات المجاعات والنزاعات حيث يصبح الوصول إلى الموارد الغذائية المعتادة صعباً أو حيث يجد السكان

المهجرون صعوبة في الوصول إلى أشكال أخرى من التغذية (سكونز وآخرون. 1992؛ جونز، الفصل الخامس عشر). حتى في الأوقات العادية فإن مثل هذا التنوع الحيوي المرافق – بما في ذلك "الأعشاب البرية" – غالباً ما يحمل أهمية في تدعيم الأغذية الرئيسة لتأمين نظام غذائي متوازن. إذ أن بعض المجتمعات الأصلية والتقليدية تستخدم 200 نوع من الأغذية أو ينيف (كونلين وآخرون. 2001؛ جونز وثابيت 2004؛ جونز الفصل الخامس عشر).

يتشكل التنوع الحيوي على مستوى الأنواع والمستوى الوراثي من التنوع المتوافر في عشيرة أو نوع ما في أي موقع. ويمكن للتنوع الحيوي أن يتجلى في أنماط ظاهرية مختلفة واستخداماتها المتنوعة. كما يمكن أن يتحدد من خلال ثلاثة أوجه مختلفة: عدد الوحدات المختلفة (مثل عدد الأنواع المستخدمة في كل محصول وعدد الأليلات في موقع معين)، والتوزيع المتساوي لهذه الوحدات، ومدى الاختلاف بين الوحدات. ويمكن قياس التنوع الحيوي للمحاصيل على مقاييس مختلفة أيضاً (من البلدان أو النظم البيئية الزراعية الكبيرة إلى المجتمعات المحلية والمزارع وقطع الأراضي)، كما تعتمد مؤشرات التنوع الحيوي على هذه المقاييس. ويتم التطرق إلى هذه القضايا فيما يخص المحاصيل من قبل براون و هودجكن (الفصل الثاني) وصّديقي وآخرين (الفصل الثالث)، وفيما يتعلق بالحيوانات من قبل جبسون وآخرين (الفصل الخامس)، والتنوع المائي في النظم البيئية للأرز من قبل هالوارت و بارتلي (الفصل السابع). ويتم تدعيم هذه الفصول بدراسات تطبيقية تبين الطرق التي يقوم من خلالها المزارعون بتسمية واستثمار وحدات التنوع في نظمهم الزراعية للمحاصيل (صديقي وآخرون. الفصل الثالث؛ هودجكن وآخرون. الفصل الرابع) والحيوانات (هوفمان، الفصل السادس)، والموارد المائية (هالوارت وبارتلي، الفصل السابع).

تركز الفصول 10-8 على الدور الرئيس للتنوع الحيوي المرافق في تدعيم إنتاج المحاصيل (راجع أيضاً: سويفت وآخرون. 1996؛ بيمبيرت 1999؛ كروموبل وآخرون. 2001). وتعمل ديدان الأرض ووحيشات التربة الأخرى والكائنات الحية الدقيقة، بالإضافة إلى جذور النباتات والأشجار على صون بنية التربة وضمان عملية تدوير العناصر الغذائية (براون وآخرون، الفصل التاسع). كما تبقى الآفات والأمراض تحت المراقبة من خلال الطفيليات والمفترسات والكائنات الحية المكافحة للمرض بالإضافة إلى المقاومات الوراثية في نباتات المحاصيل عينها (ويلبي وتوماس، الفصل العاشر؛ جارفيس وآخرون، الفصل الحادي عشر؛ زهو وآخرون، الفصل 12)، كما تسهم ملقحات الحشرات في الإخصاب الخلطي للتهجين الخارجي لنباتات المحاصيل (كيفان ووجيك، الفصل الثامن). ولا تسهم الكائنات الحية فقط في تأمين الخدمات المباشرة لتدعيم الإنتاج الزراعي وحسب، بل هناك أيضاً مكونات أخرى للشبكات الغذائية، مثل النباتات العلفية البديلة للملقحات (بما في ذلك النباتات المتوافرة في أجزاء صغيرة من الأراضي غير الزراعية داخل الشاهد الطبيعية

الزراعية) والفرائس البديلة للأعداء الطبيعية للآفات الزراعية. وقد تم إظهار ذلك في حقول الأرز الجاوية، حيث تضمن الشبكات الغذائية المعقدة حصول الأعداء الطبيعية لآفات المحاصيل مثل الحشرات والعناكب والمفصليات الأخرى على مصادر غذائية بديلة عندما تكون ملقحات الآفات منخفضة، مما يؤمن الاستقرار لنظام استثمار الآفات الطبيعي هذا (سيتل وآخرون 1996).

إن الأبعاد المتعددة للتنوع الحيوي في النظم الزراعية تعقد عملية تصنيف النظم الإنتاجية بشكل عام في تنوع حيوي مرتفع أو منخفض، لاسيما عندما يتم إدخال المقاييس المكانية والزمانية في هذه العملية. في الفصل الحادي عشر، يناقش جارفيس وآخرون ما إذا كان التنوع الوراثي مفيداً في تقليص الأمراض في وقت مبكر أو أنه يشكل خطراً، إذا أخذنا بعين الاعتبار إمكانية ظهور السلالات الممرضة المتفوقة. كما يقدموا دراسات تطبيقية عن الأنماط الوراثية المحلية المقاومة التي يستخدمها المزارعون، واستخدام المقاومة في خلائط الأنواع الضمنوعية، وبرامج التربية المختارة التي تستخدم الأنماط الوراثية المقاومة للآفات والكائنات الممرضة لتقليص ضعف المحاصيل. ويشير المؤلفون إلى التحدي الذي يفرضه تطوير معايير تحدد الزمان والكيفية حيث يمكن للتنوع الوراثي أن يلعب، أو أنه يقوم بذلك فعلاً، دوراً في استغلال الآفات والأمراض.

على الرغم من تركيز الأبحاث الأكاديمية حول التنوع الحيوي الزراعي بشكل نمطي على مكونات محددة (مثل المحاصيل والآفات والحيوانات)، يعمل المزارعون على استثمار نظم كاملة وكذلك أجزائها المنفصلة. وبما أن استثمار التنوع الحيوي قد بني على تاريخ طويل من التكيف والتجديد والتغيير، وعلى قواعد ثرية من المعرفة والتجربة، لذا لا يمكن تحديده أو توصيفه بسهولة. ففي الفصل السابع يشرح هالوارت وبيلي كيف يعمل المزارعون على إدخال استثمار الأسماك في نظمهم الزراعية. وفي الفصل الثالث عشر، يناقش بروكفيلد ومادوك مقاربات المزارعين لفهم استثمار التنوع الحيوي الزراعي على نطاقات مكانية وزمانية أضخم وأكثر تعقيداً. ويشيران أن المزارعين غالباً ما يستغلون التنوع الحيوي في المعالم الطبيعية المتجانسة باستخدام تقنيات مختلفة. ويستخدم المؤلفان مصطلح "التنوع الزراعي" لوصف إدخال التنوع الحيوي مع التنوع التقني والمؤسساتي الذي يميز الإنتاج على نطاق صغير. كما يشكل مفهوم التنوع الحيوي الزراعي صلب الفصل الرابع عشر. ففي هذا الفصل يناقش ريركاسم و بينيدو–فاسكيز مجموعة من الأمثلة حول كيفية استغلال المزارعين الصغار للتنوع الحيوي من أجل حل المشاكل الناشئة. ومن خلال تركيزهما على تعقيد وديناميكية الأمثلة التي يقدمانها وطبيعتها الهجينة، يعمل المؤلفان على مراجعة وتحديث الآراء التقليدية حول المعرفة التقليدية والممارسة التقليدية بغية توصيف واقع الإنتاج الصغير بشكل أفضل.

خدمات النظام البيئي وقيمتها

يشكل التنوع الحيوي البيئي في النظم البيئية الزراعية جزءاً أساسياً من احتياطي عدد كبير من السلع والخدمات التي تقدمها هذه النظم البيئية ("تقويم النظام البيئي في الألفية 2000"). ويمكن التعبير عن قيمة التنوع الوراثي بمفاهيم اقتصادية على اعتبار أن الناس والمجتمعات تفيد من (أو تستغل) خدمات النظام البيئي التي يقدمها. إن مفهوم القيمة الاقتصادية الكلية– الذي يشمل قيمة الاستخدام الراهن، وقيمة الخيار (قيمة الضمان مضاف إليها قيمة الاستكشاف)، وقيمة الوجود أو التفضيل البشري لوجود المورد غير المرتبط بأي استخدام – يستخدم على نطاق واسع من قبل علماء الاقتصاد لتحديد أنماط قيمة مختلفة من التنوع الحيوي (أوريان وآخرون. 1990؛ بيرس وموران 1994، سوانسون 1996). و بالإضافة إلى ذلك، غالباً ما تتمتع سلع وخدمات التنوع الحيوي بخصائص عامة أو بمزيج من الخصائص العامة والخاصة. ولا تعبر أسعار السوق عن القيمة الاقتصادية لمثل هذه السلع بسبب عدم المتاجرة بها (براون 1990). فعلى سبيل المثال، ينتج مزيج أنماط البذور التي يزرعها المزارعون غلةً تقدم لهم فوائد خاصة من خلال الاستهلاك الغذائي والمبيعات واستخدامات أخرى. ولكن عندما يتم اعتبارها بمثابة أنماط وراثية، فإن نموذج أنماط البذار في بيئة طبيعية زراعية ما يسهم في التنوع الوراثي للمحصول الذي لا يستفيد منه هؤلاء المزارعون فقط وإنما الناس الذين يعيشون في أماكن أخرى والذين يمكن أن يفيدوا منه في المستقبل بشكل عام (سمايل 2005). ولأن قرارات المزارعين فيما يتعلق باستخدام واستغلال أنواع المحاصيل في حقولهم يمكن أن يؤدي إلى ضياع في الأليلات، فإن لخياراتهم نتائج تؤثر في الأجيال والمناطق المختلفة. وتتنبأ النظرية الاقتصادية أنه طالما يتم اعتبار التنوع الحيوي الزراعي على أنه سلعة، فإن المزارعين بصفتهم مجموعة سوف يحدون من إنتاجه بما يتناسب والحاجة الاجتماعية المثلى، في الوقت الذي تعد في التدخلات المؤسساتية ضرورية لردم الهوة (ساندلر 1999).

في الفصل الخامس عشر، يقدم جونز برهاناً عملياً على قيمة التنوع الحيوي الزراعي بالنسبة إلى التنوع الغذائي، والغذاء، والصحة. ويصف غوشان وسمايل (الفصل السادس عشر) ودراكر (الفصل السابع عشر) دراسات تطبيقية توضح قيمة التنوع المحصولي والحيواني (التنوع ضمن المحاصيل والأنواع وبينها، على التوالي) بالنسبة إلى المزارعين بطرق لا يأتي على ذكرها تحليل أسعار السوق. وفي الواقع، فإن معظم قيمة تنوع المحاصيل والحيوانات مرتبط بإمكانية التكيف المستقبلي أو تحسين المحاصيل وكذلك بخدمات النظام البيئي كالحدّ من الانجراف ومكافحة الأمراض. وكما نرى في الفصلين السادس عشر والسابع عشر، فإن قطاعات مختلفة المجتمع تنظر إلى هذه القيم بطرائق مختلفة (راجع أيضاً سمايل 2005). ويقارن الفصل السادس عشر بين قيم علماء الوراثة

والمزارعين، مشيراً إلى العوامل التي تؤثر فيما إذا كان المزارعون سيستمرون في زراعة سلالات محلية للأرز (أي يجدونها قيمة) التي يعتبرها القائمون على إكثار البذار وصونها ضرورية للتكيف المستقبلي أو تحسين المحاصيل. ويناقش الفصل السابع عشر كيف يمكن للانخفاض في السلالات الواطنة أن يعكس النقص في توفير مخزون السلالات الواطنة الخاصة بالتربية بدلاً من صافي إيرادات المزارعين.

على الرغم من أن قيمة التنوع الحيوي في تأمين الغذاء معروفة على نطاق واسع، إلا أنه يمكن لقيم أخرى مستمدة من التنوع الحيوي أن تكون غاية في الأهمية (سيريني وآخرون، الفصل الثامن عشر). ويتم في العادة حساب قيمة التنوع الحيوي والنظم البيئية المرتبطة به على الهامش، أي بغية تقدير قيمة التبدلات في خدمات النظم البيئية الناتجة عن قرارات الاستغلال أو نشاطات إنسانية أخرى أو لتقدير قيمة التنوع الحيوي لمنطقة صغيرة بالمقارنة مع المنطقة ككل، أو الخدمة التي تقدمها هذه المنطقة. وعلى الرغم من وجود طرائق تقويم مختلفة لتقدير القيم المختلفة للتنوع الحيوي، إلا أن سلع النظام البيئي (أو خدمات النظام البيئي التموينية) هي التي يتم تقويمها بشكل روتيني (سيريني وآخرون، الفصل الثامن عشر). ولا يتم تقويم معظم الخدمات الداعمة والمنظمة على الإطلاق لأنها تحمل خصائص البضائع العامة ولا تتم المتاجرة بها في الأسواق.

التفاعلات بين مكونات التنوع الحيوي واستغلال المزارعين

على الرغم من عدم الفهم التام للعلاقة ما بين التنوع الحيوي وعمل النظام البيئي، إلا أنه من الممكن ذكر بعض النقاط المؤكدة تماماً. أولاً، يمكن لتركيبة الأنواع أن تكون أكثر أهمية من الأعداد المطلقة للأنواع. ويحمل التنوع الكبير لطائفة نباتية وظيفية أهمية أكبر من منظور وظيفي من الغنى بالأصناف عينها (براون وآخرون، الفصل التاسع). فعلى سبيل المثال، إن مدى الطوائف الوظيفية للكائنات التي تقضي على الآفات هو مفتاح المكافحة الطبيعية الفعالة للآفات (ويلبي وتوماس، الفصل العاشر). ثانياً، إن التنوع الوراثي ضمن المجموعات النباتية مهم للتكيف المستمر مع الظروف المتغيرة وحاجات المزارعين عبر التطور وبالتالي تأمين سلع وخدمات النظام البيئي (راجع: جارفيس وآخرين، الفصل الحادي عشر، هودجكين وآخرين، الفصل الرابع؛ وهوفمان، الفصل السادس، و هالوارت وبارتلي، الفصل السابع؛ وبراون وهودجكين، الفصل الثاني؛ وصديقي وآخرين، الفصل الثالث). ثالثاً، إن التنوع ضمن البيئات وبينها وعلى مستوى المشاهد الطبيعية يمكن أن يشمل تنوع النباتات الضروري لتأمين ملقحات المحاصيل مع مصادر علفية بديلة ومواقع التعشيش أو لتأمين مصادر غذائية بديلة للأعداء الطبيعية لآفات المحاصيل (كيفان ووجسيك، والفصل الثامن؛ ويلبي وتوماس، الفصل العاشر).

تقوم عديد من دراسات الحالات الواردة في هذا الكتاب والتي تناولت الإدارة بتصوير استثمار ما يعتبر تقليدياً بيئات هامشية أو غير ملائمة للإنتاج الزراعي. وفي هذه البيئات نفسها (المنحدرة، وغير الخصبة، والمعرضة للفياضانات، والجافة، أو النائية) يوجد دائماً صغار المزارعين والكثير من التنوع الحيوي الزراعي. وفي هذه الظروف، يمكن لاستثمار مستويات عالية من التنوع أن يصبح جزءاً أساسياً من استراتيجيات الاستثمار الحياتي للمزارعين والرعاة واستمرار مجتمعاتهم (بروكفيلد وبادوتش، الفصل الثالث عشر؛ وريكاسيم وبينيدو–فاسكيز، الفصل الرابع عشر).

يساعد التنوع الحيوي الزراعي على ضمان مستوى ما من المقاومة، مع القدرة على امتصاص الصدمات والحفاظ على الوظيفة في الوقت عينه. ويتعرض صغار المزارعين والمحيط الاجتماعي والبيئي التي يعملون فيه بشكل مستمر لتبدلات عديدة. وعندما يحصل تغير مفاجئ، فإن تلك النباتات التي تتمتع بمقاومة أكبر تنجح في التجدد وإعادة التنظيم وحتى الازدهار (فولكي وآخرون. 2002). وفي نظام فقد مقاومته، يكون التكيف مع التغيير بالغ الصعوبة، لذلك نرى حتى التغيرات البسيطة تكون كارثية. إن العجز عن التكيف مع المخاطر والضغوطات والصدمات، سواء كانت سياسية أو اقتصادية أو بيئية، يهدد حياة صغار المزارعين.

مستقبل التنوع الحيوي الزراعي

غالباً ما يقال إن العولمة والرغبة في تحقيق إنتاجية زراعية أكبر هما عدوا التنوع الحيوي الزراعي. وإن انتشار البذور الهجينة وتقنيات "الثورة الزراعية"، والنظم الغذائية الجديدة، والقوانين المتعلقة بالملكية الفكرية، وتحرير البذور والأنواع، والتسجيل والشهادات، بالإضافة إلى القيود المفروضة في العالم ككل، تركت جميعاً آثاراً سلبية على التنوع. ومع ذلك، فإن آثار هذه الميول نحو التحديث والعولمة لم تكن بسيطة أو خطية. وتقدم التقنيات الحديثة وعولمة الأسواق فرصاً جديدة لاستثمار التنوع الحيوي الزراعي والتهديدات. وفي بعض الحالات تميل هذه إلى تفضيل تخصص وتجانس أكبر في النظم الزراعية؛ حيث يتم استبدال بعض الخدمات التي يقدمها التنوع الحيوي الزراعي في المزارع جزئياً بالمداخيل الخارجية مثل الأسمدة ومبيدات الآفات والأنواع المحسنة. وغالباً ما يقلص الاستخدام غير المناسب أو المفرط لبعض المداخيل من التنوع الحيوي في النظم البيئية الزراعية (مما يؤدي إلى تهديد الإنتاجية المستقبلية) وفي نظم بيئية أخرى. وكما يشير العديد من فصول هذا الكتاب، يمكن للنُهج البديلة التي تفيد من التنوع الحيوي الزراعي لتأمين هذه الخدمات أن تقدم فوائد للإنتاجية وصون التنوع الحيوي معاً. ولتحديد ممارسات وتقنيات وسياسات الاستغلال التي تروج لما هو إيجابي وتحد من التأثيرات السلبية للزراعة في التنوع الحيوي،

وتعزيز الإنتاجية، وزيادة القدرة على استمرارية ظروف المعيشة، فإننا بحاجة إلى فهم متطور للروابط والتفاعلات والارتباطات بين المكونات المختلفة للتنوع الحيوي الزراعي والطرائق التي يمكنها من خلالها الإسهام في الاستقرار والمقاومة والإنتاجية في أنواع مختلفة من نظم الإنتاج. وبما أن المزارعين هم موجدو وحماة معظم التنوع الحيوي الزراعي في العالم، فإنه يجب إشراكهم بشكل كامل في هذه الجهود.

Reference

Aarnink, W., S. Bunning, L. Collette, and P. Mulvany, eds. 1999. *Sustaining Agricultural Biodiversity and Agro- Ecosystem Functions: Opportunities, Incentives and Approaches for the Conservation and Sustainable Use of Agricultural Biodiversity in Agro- Ecosystems and Production Systems.* Rome: fao.

Brookfield, H. 2001. *Exploring Agrodiversity.* New York: Columbia University Press.

Brookfield, H., C. Padoch, H. Parsons, and M. Stocking. 2002. *Cultivating Biodiversity: The Understanding, Analysis and Use of Agrodiversity.* London: itdg Publishing.

Brown, G. M. 1990. Valuing genetic resources. In G. H. Orians, G. M. Brown,W. E. Kunin, and J. E. Swierzbinski, eds., *Preservation and Valuation of Biological Resources,* 203–226. Seattle: University of Washington Press.

CBD (Convention on Biological Diversity). 2000. *Programme of Work on Agricultural Biodiversity.* Decision V/5 of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, May 2000, Nairobi: Convention on Biological Diversity.

CBD (Convention on Biological Diversity). 2003. *Monitoring and Indicators: Designing National- Level Monitoring Programmes and Indicators.* Montreal: Convention on Biological Diversity.

Cromwell, E., D. Cooper, and P. Mulvany. 2001. Agricultural biodiversity and livelihoods: Issues and entry points for development agencies. In I. Koziell and J. Saunders, eds., *Living Off Biodiversity: Exploring Livelihoods and Biodiversity Issues in Natural Resources Management,* 75–112. London: International Institute for Environment and Development.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1998. *The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture.* Rome: fao.

Folke, C., S. Carpenter, T. Elmqvist, L. Gunderson, C. S. Holling, and B. Walker. 2002. *Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformation.* Scientific background paper on resilience for the World Summit on Sustainable Development, on behalf of the Environmental Advisory Council to the Swedish government. Available at www.un.org/events/wssd.

Hilton- Taylor, C., ed. 2000. *IUCN Red List of Threatened Species.* Gland, Switzerland: iucn.

Ingram, M., G. C. Nabhan, and S. Buchmann. 1996. Impending pollination crisis threatens biodiversity and agriculture. *Tropinet* 7:1.

Jarvis, D. I. and T. Hodgkin. 2000. Farmer decision-making and genetic diversity: Linking multidisciplinary research to implementation on- farm. In S. B. Brush, ed., *Genes in the Field: On- Farm Conservation of Crop Diversity,* 261–278. Boca Raton, fl: Lewis Publishers.

Jarvis, D. I., L. Myer, H. Klemick, L. Guarino, M. Smale, A. H. D. Brown, M. Sadiki, B. Sthapit, and T. Hodgkin. 2000. *A Training Guide for In Situ Conservation On- Farm,* Version 1. Rome: International Plant Genetic Resources Institute.

Jarvis, D. I., D. Nares, T. Hodgkin, and V. Zoes. 2004. On- farm management of crop genetic diversity and the Convention on Biological Diversity programme of work on agricultural biodiversity. *Plant Genetic Resources Newsletter* 138:5–17.

Johns, T. and B. R. Sthapit. 2004. Biocultural diversity in the sustainability of developing country food systems. *Food and Nutrition Bulletin* 25:143–155.

Kearns, C. A., D. W. Inouye, and N. M. Waser. 1998. Endangered mutualisms: The conservation of plant–pollinator interactions. *Annual Review of Ecological Systems* 29:83–112.

Koziell, I. and J. Saunders, eds. 2001. *Living Off Biodiversity: Exploring Livelihoods and Biodiversity Issues in Natural Resources Management.* London: International Institute for Environment and Development.

Kuhnlein, H. V., O. Receveur, and H. M. Chan. 2001. Traditional food systems research with Canadian indigenous peoples. *International Journal of Circumpolar Health* 60:112–122.

Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity.* Oxford: Blackwell.

Millenium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Wellbeing. Vol 1: Status and Trends. Washington, DC: Island Press.

Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology* 4:355–364.

Orians, G. H., G. M. Brown, W. E. Kunin, and J. E. Swierzbinski, eds. 1990. *Preservation and Valuation of Biological Resources.* Seattle: University of Washington Press.

Pearce, D. and D. Moran. 1994. *The Economic Value of Biodiversity.* London: Earthscan.

Pimbert, M. 1999. *Sustaining the Multiple Functions of Agricultural Biodiversity.* Background paper for the fao/Netherlands Conference on the Multifunctional

Character of Agriculture and Land. Rome: fao.

Sandler, T. 1999. Intergenerational public goods: Strategies, efficiency, and institutions. In I. Kaul, I. Grunberg, and M. A. Stein, eds., *Global Public Goods,* 20–50. Oxford, uk: United Nations Development Programme and Oxford University Press.

Scoones, I., M. Melnyk, and J. N. Pretty. 1992. *The Hidden Harvest: Wild Foods and Agricultural Systems—A Literature Review and Annotated Bibliography.* London: International Institute for Environment and Development.

Settle, W. H., H. A. Ariawan, E. T. Cayahana, W. Hakim, A. L. Hindayana, P. Lestari, and A. S. Pajarningsih and Sartanto. 1996. Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. *Ecology* 77:1975–1988.

Smale, M. 2005. Concepts, metrics and plan of the book. *Valuing Crop Biodiversity: On- Farm Genetic Resources and Economic Change.* Wallingford, uk: cab International.

Swanson, T. 1996. Global values of biological diversity: The public interest in the conservation of plant genetic resources for agriculture. *Plant Genetic Resources Newsletter* 105:1–7.

Swift, M. J., J. Vandermeer, P. S. Ramakrishnan, J. M. Anderson, C. K. Ong, and B. A. Hawkins. 1996. Biodiversity and agroecosystem function. In H. A. Mooney, J. H. Cushman, E. Medina, O. E. Sala, and E.- D. Schulze, eds., *Functional Roles of Biodiversity: A Global Perspective.* Chichester: Wiley, scope/unep.

Wood, D. and J. M. Lenne. 1999. Why agrobiodiversity? In D. Wood and J. M. Lenne, eds., *Agrobiodiversity: Characterization, Utilization and Management,* 1–14. Wallingford, uk: cab International.

2 قياس التنوع الوراثي للمحاصيل وإدارته وصونه على مستوى المزرعة

آز هـ د. براون و ت. هودجكين

A. H. D. BROWN AND T. HODGKIN

يتمثل التحدي الهائل الذي يواجه المجتمع الزراعي العالمي اليوم في كيفية تطوير وتحسين إنتاجية النظم الزراعية للتخفيف من وطأة الفقر وضمان الأمن الغذائي بطريقة مستدامة. ولتلبية الاحتياجات قصيرة الأجل وتحقيق استدامة طويلة الأجل يعتبر التنوع الوراثي النباتي أساسياً ومعروفاً على نطاق العالم.

إن إدارة التنوع الحيوي تعد عملية معقدة ومركبة، تشتمل على كافة مستويات التنوع (النظام البيئي، الأنواع، المورثات، والبيئة)، وتعتمد على عدد من الاختصاصات (الوراثية، والنظم الزراعية، والعلوم الاجتماعية). لكن السؤال هل يستحق التنوع الوراثي بحد ذاته التركيز عليه أو الاهتمام به بصورة خاصة بين هذه الاختصاصات؟ نحن مقتنعون بالإجابة الإيجابية.

إن كان الأمر كذلك، فنحن بحاجة إلى إطار عمل للمعرفة لإدارة التنوع الحيوي الزراعي على مستوى المورثة، وفي الموئل الطبيعي، وبشكل مستدام، حيث يجب أن يأخذ هذا الإطار بعين الاعتبار المحافظة على هذا التنوع واستخدامه. يناقش هذا الفصل المحافظة على التنوع الوراثي النباتي في نظم الإنتاج، ويصف كيف تستطيع مختلف أنواع المعلومات الوراثية الإخبار بما يجب القيام به لإدارة التنوع الوراثي واشتقاق أعمال ومؤشرات للمضي قدماً. وتشكل ثلاثة فئات من أنواع النباتات التنوع الحيوي النباتي في المشهد الطبيعي الريفي.

- الأنواع النباتية التي تزرع بشكل مقصود، أو يتم الاهتمام بها وحصادها لما تقدمه من غذاء، أو ألياف، أو وقود، أو أخشاب، أو دواء، أو لاستخدامها في الزينة أو لاستخدامات أخرى.

• على الجانب المقابل تأتي الأنواع البرية التي تظهر في المجتمعات الطبيعية والتي تفيد البيئة الزراعية من خلال توفير الحماية، والظل، وتنظيم المياه الجوفية.

• وبين الجانبين، تأتي الأنواع المستأنسة المتعلقة بالبرية التي يمكن أن تهجن وتسهم في تجميعة وراثية للمحاصيل أبناء عموميتها، والتي تنجو بشكل مستقل، وتشترك في كثير من الآفات والأمراض التي تصيب المحاصيل، وتؤكل أحياناً للتخفيف من المجاعة.

ومن بين الأنواع الثلاثة، سيتم التركيز بشكل رئيس في هذا الفصل على الأنواع الأولى.

منظور جديد للتنوع الوراثي

ثمة تاريخ طويل لتقدير الإنسان للتنوع الوراثي في النباتات (فرانكيل وآخرون 1995). إذ قام المزارعون بشكل تقليدي بتعديل وانتخاب واستخدام الاختلافات التي أدركت بين الأنواع النباتية وداخلها كي تقوم هذه الأنواع بتوفير الدعم لهم ولأسرهم. وتتمثل الاختلافات في الناحية المورفولوجية، والإنتاجية، وإمكانية الاعتمادية عليها، ونوعيتها، ومقاومتها للآفات، وما إلى ذلك، بما في ذلك التباين الذي قد لا يظهر للعين غير المدربة. واليوم دخلنا إلى عصر علم الأحياء الجزيئية، حيث يقدم لنا أدوات جديدة والوسائل لفهم التنوع الوراثي عند مستواه الأساسي بطرائق مختلفة. ويفصل هذا القسم بعض المناظير الجديدة حول التنوع الوراثي وربطها بدراسات راسخة حول التباين الزراعي–المورفولوجي في أنواع المحاصيل.

التنوع الجزيئي

يظهر التنوع الوراثي بشكل رئيس كتحديات في التسلسل الخطي في النيوكلوتيدات داخل الحمض النووي DNA. وقد تحدث التغيرات في التسلسل في منطقة التشفير الوراثي أو في المنطقة الفاصلة بين المورثات وداخلها. كما تحدث تغيرات أيضاً في عدد نسخ المورثات، أو روابط عديد من المورثات أو في كامل الصبغيات. وتترجم قطعة من هذه التغيرات إلى اختلاف في البروتين، وتعدد شكلي في الواسمات، والصفات، وتباين مورفولوجي في الصفات الزراعية، وأخيراً أصناف تحمل أسماءً مختلفة.

لإدارة التنوع بفعالية، نحتاج إلى قياسه وفهم مداه وتوزعه. وقد تراوحت الجهود المبذولة لقياس تباينه من تقييم الأنماط المظهرية لنبات باستخدام صفات مورفولوجية إلى استخدام الواسمات الوراثية الجزيئية. وتعطي مؤخراً ثلاثة من الأدوات الجديدة الرئيسة للبيولوجيا الجزيئية منظوراً جديداً للتنوع الوراثي للمحاصيل حول التنوع الوراثي للمحاصيل وفتح سبل جديدة لإدارة المصادر الوراثية النباتية: التعدد الشكلي للنيوكلوتيد الوحيد (SNPS)، وتحليلات تطور السلالات، والمجينات الوظيفية. وقد تطورت كأدوات

بحثية بسبب قدرتها المتزايدة على الحصول على بيانات حول تسلسل الـ DNA في عدد أكبر من العينات.

التعدد الشكلي للنيوكلوتيد الوحيد

يلخص الجدول 2. 1 بعض التقديرات التي جرت مؤخراً حول التنوع على مستوى الـ DNA في نباتات المحاصيل أو أقارب برية وفقاً للاحتمالات في كل زوج اختلاف قاعدي بين التسلسلات في عينات جمعت من مواقع مختلفة. وتعتبر تقديرات SNP هذه أولية وعلى مستوى الأنواع على اعتبار أن بيانات العشائر لا تزال غير متوافرة. ويمثل إحصاء الغنى بالتنوع K متوسط عدد المواقع متعددة الأشكال في الزوج القاعدي، وإحصاء التساوي θ الذي يتوافق تقريباً مع تغاير اللواقح. من ناحية أخرى، قد يفكر أحدنا بالعكس كعدد متوسط من الأزواج القاعدية بين كل SNP عند مقارنة بين تسلسلين اختيرا عشوائياً.

هذه التقديرات وتقديرات أخرى تظهر أن التنوع الوراثي غني عند مستوى DNA. كما تؤكد هذه التقديرات على وجود اختلافات واسعة في حجم التنوع في أجزاء مختلفة من المورثة أو بين المورثة والمناطق الفاصلة داخل المجين.

الجدول 2 .1 دراسات أجريت مؤخراً حول تنوع النيوكلوتيدات

النوع	العينة	المورثة أو أكثر	K (bp)*	θ (bp)*	التسلسل وفقاً للفرد (kb)
Zea mays (الذرة الصفراء)[أ]	9 سلالات قريبة، 16 سلالة محلية	21 موقعاً	0.036	0.010	14.4
Hordeum spontaneum (الشعير البري)[ب]	25 مدخلاً منتشراً	*Adh1*	0.01	0.003	1.4
		Adh2	0.02	0.005	2.0
		Adh3	0.06	0.015	1.8
Triticum aestivum (قمح طري)[ج]	< 8 أصناف	سبر تعدد أشكال أطوال الشذف المتقطعة	0.004	-	2.4
Glycine max (فول الصويا)[د]	25 طرازاً وراثياً: تشفير	115 موقعاً	0.002	0.00053	29
	غير مشفر		0.005	0.00125	48

المصدر: [أ] تينايلون وآخرون (2001)، [ب] لين وآخرون. (2002)، [ج] برايان وآخرون (1999)، [د] زهو وآخرون. (2003).
* إحصاء الغنى بالتنوع K يمثل متوسط عدد المواقع متعدد الأشكال في الزوج القاعدي، ويتوافق إحصاء التساوي θ بشكل تقريبي مع تعدد اللواقح.

يوضح التنوع الجزيئي في نظام نازعة هيدروجين الكحول في الشعير البري النزعة إلى تراكم المزيد من تنوع الـ DNA في أجزاء أقل أهمية في المجين. وفي موقع نازعة هيدروجين الكحول الرئيسة (*Adh1*) قرابة نصف التنوع في موقع *Adh2* الثانوية (الجدول 2 .1) أما الموقع الثالث *Adh3*، الساكن في سالة رئيسة للشعير البري، فيظهر أنه حاسم في الوظيفة ويحتوي على التنوع الأكبر. وفي عينة أصناف القمح، يبدو أن تقدير التنوع المنخفض يعكس قيود التنوع في التجميعات الوراثية المنتخبة جيداً لأصناف حديثة وعقبة محتملة في العدد المقيد للأماكن المنشأ للقمح سداسي الصيغة الصبغية.

يشكل نظام التربية متغير رئيساً أيضاً. وقام تشارلزورث وبانيل (2001) مؤخراً بمراجعة تقديرات التنوع الجزيئي من عشائر النباتات الطبيعية وشددا على أهمية نظم التربية. ويقدم الجدول 2 .1 بعض البيانات حول الذرة الصفراء لمقارنتها مع تقديرات القمح والشعير البري، وكما كان متوقعاً فإن للذرة الصفراء ضعف قيم السلالات القريبة. ويتضح هذا الاختلاف بين أنواع التهجين الخارجي والتهجين الداخلي على مستوى العشيرة أكثر منه على مستوى النوع (هامريك وغودت 1997).

لن يتم التعبير وظيفياً عن كثير من تنوع تسلسل النيوكلوتيديات، وهنا يظهر السؤال حول ما الغايات التي يخدمها في إدارة التنوع الحيوي الزراعي. ويعتبر مثل هذا التنوع الحيادي انتقائياً مثالياً لقياس السلالة والعلاقات المقارنة بين الأفراد، والعشائر، والأنواع، ويقدم دليلاً عن المعوقات الأخيرة في حجم العشيرة، ويوثق دفق المورثات، والتأشيب، والإمداد بالبذور، وتعريف الأصناف.

علم تطور السلالات والالتحام

تتمثل النتيجة الأخرى لتزايد البيانات حول تسلسل DNA والقدرة المتزايدة على خلق عينات تسلسلات من عشائر في دقة أكبر لعلم تطور السلالات وإضافة بعد الزمن التطوري لتحليل تنوع التسلسل (كليج 1997). وحالما تتوافر هذه التقانة على نحو أوسع، فإنها ستكون مثالية في التعقب الزمني لحركة المورثات والعشائر. إذ يساعد فهم العلاقة على تحسين قرارات المحافظة عليها، واستنباط مجموعات نواة، كما سيساعد في البحث عن صفات جديدة من قبيل مقاومات جديدة، واختيار شركاء لتربية النبات.

فعلى سبيل المثال، يعمل تطور الأليلات في عينات الشعير البري عند الموقع *Adh3* على فصل المدخلات إلى سلالتين واضحتين، والتي تعود بحسب الساعة الجزيئية إلى حوالي 3 ملايين سنة خلت (لين وآخرون. 2002).

احتوى العنقود الأول على عشائر من النصفين الشمالي والغربي من الهلال الخصيب (إسرائيل، والأردن، وتركيا، وسورية، والعراق). ويتراكب العنقود الثاني جزئياً مع الأول ويمتد شرقاً (العراق، إيران، تركمانستان، وأفغانستان). وهذه النتيجة تثير السؤال حول

إن كان الانحراف ينطبق على أجزاء أخرى من المجين ومدى دخول السلالتين *Adh3* إلى التجميعة الوراثية للشعير المزروع.

يخلق التطور الجزيئي أيضاً منظوراً جديداً لتقييم التنوع الحيوي من حيث المحافظة عليه (براون وبروباكر 2000). وأدى تطور الجنيس الحولي *Glycine*– الذي يمثل نوعه أقارب برية لفول الصويا– المعتمد على تسلسلات عضية (صانعة اليخضور) وكذلك على فصائل أحادية المورثات أو متعددة المورثات إلى رؤى جديدة لعلاقات الأنواع وأصل السلالات متعددة الصيغ الصبغية. وبالتالي يمكن استخدام قياسات التنوع التي تشتمل على التميز لتقييم فعالية شبكة المحميات الطبيعية في الحفاظ على كامل التجميعة الوراثية للجنيس. ولتقييم التنوع على مستوى المزرعة، تساعد قياسات التميز في الإشارة إلى المناطق التي تحتاج إلى مسوحات والمزيد من الجهود المكثفة.

المجينات الوظيفية

مع كثير من التنوع النيوكلوتيدي داخل نوعا ما موجود في جزء غير معبر عنه في المجين، كيف يمكن لنا تعقب الجزء الصغير من التنوع الوراثي المهم وظيفياً؟ وتوفر التقنية الجديدة للمصفوفات الدقيقة في مجال علم المجينات نهجاً جديداً (آهاروني وفورست 2001؛ بيكوك وتشاوهوري 2002). أما علم المجينات فهو دراسة كافة المورثات في كائن حي في وقت واحد. وتتيح المصفوفات الدقيقة (شرائح DNA) لنا وضع مخطط مجين نبات ما في مصفوفة مكانية. فعلى سبيل المثال، يمكن لمجين *Arabidopsis* أن يوجد كـ 100,000 قطيرة على جانب مجهور واحد، وهذا ما قد يتكرر ويستخدم كمصفوفة مرجعية عدة مرات.

بعدها يمكن أن تغربل المصفوفة المرجعية للحصول على عشيرتي RNA رسول من مصدرين متباينين. ويحصل النهج على قوته الكبيرة من خلال كونه مقارَناً بشكل أساسي، ومميزاً للمورثات التي استجابت لإجهاد نوعي عن تلك التي لم تستجب. ويمكن أن يظهر تعبير تفاضلي بين الطرز الوراثية المتحملة للإجهاد وتلك الحساسة للإجهاد من اختلافات وراثية في مناطق التحكم التي تنظم تسلسلات المؤشر هذه أو من اختلافات المورثات البنيوية عينها. وفي *Arabidopsis*، يحدث تراكب معنوي بين المورثات المعبر عنها استجابة لأنواع مختلفة من الإجهاد (ي. كلوك و ي. دينيس، تواصل شخصي، 2003). وعليه تغير تعبير المورثات الـ 34 عينها مع أكسجين منخفض و مع الجرح، واستجابة 5 مورثات إلى كافة الإجهادات الثلاثة (نقص التأكسج، الجرح، والجفاف). ويمكن لتحديد مثل هذه المورثات في *Arabidopsis* أن يوفر لنا أداة قوية لغربلة العشائر من حيث تكيفها مع الإجهاد في نباتات المحصول. وعليه، فإن نُهج المجينات واستخدام المصفوفات الدقيقة تعطي الفرصة لربط التعبير التفاضلي على مستوى DNA مع انحراف تكيفي.

تكيف التباين في السلالات المحلية

تشكل تقانة المصفوفات الدقيقة سبيلاً واعداً جديداً للكشف عن التنوع الوراثي المهم من حيث التكيف لدى عشائر على المستوى الجزيئي والتي لا تزال غير مختبرة على نطاق كبير. ومن الواضح من خلال إجراءات راسخة أن السلالات المحلية تشكل مستودعات التباين التكيفي. وقام تيشوم وآخرون (2001) مؤخراً بمراجعة البحوث المنشورة حول التباين في السلالات المحلية للنجيليات والبقوليات الحبية في مراكز منشئهم (الجدول 2 .2). وعنيت المراجعات بدراسات حول تأثير عوامل بشرية، وأحيائية، ولاأحيائية تقوم بصون التنوع الوراثي والتمايز في العشائر داخل أصناف تقليدية. ووجد الكثير من التقارير الوصفية التي قامت بقياس التباين في الواسمات الوراثية أو المورفولوجية. إلا أن عدداً أقل من التقارير سعت لتحليل وظيفة التنوع الحيوي والعوامل الرئيسة التي تقوم بصونه. علاوة على ذلك، اختبرت معظم الدراسات الانحراف بين العشائر، بينما ركز عدد أقل منها على التباين داخل العشائر الفردية. ورغم هذه النقائص، يشير الدليل المتنامي إلى أن السلالات المحلية متكيفة مع صفات خاصة لبيئاتها وتمثل مخزناً للتنوع يمكن فيه تحديد تقنيات من قبيل المصفوفات الدقيقة بشكل أفضل.

الجدول 2 .2 عدد الدراسات التي غطت الانحراف بين السلالات المحلية للنجيليات والبقوليات من حيث الواسمات الجزيئية (نظير الإنزيم، التعدد الشكلي لـ DNA) أو الصفات المورفولوجية (كالصفات الزراعية والنباتية، والنوعية، والغلة).

نوع العوامل القائمة بالتنويع	الواسمات الجزيئية	الصفات المورفولوجية
الانفصال الجغرافي عند مستويات مختلفة (بين البلدان، أو المناطق أو المواقع)	12	19
التفاعلات الأحيائية (الأمراض والآفات)	0	7
المدروج اللاأحيائي والفسيفسائي (الارتفاع، والمناخ، والتربة، ومساحة الحقل)	7	14
الإجهاد اللاأحيائي عن حالات قصوى من غمر المياه، والجفاف، والحرارة، والبرودة، والملوحة	2	8
معايير الانتخاب لدى المزارعين	1	3
الإجمالي (42 عشيرة و31 عينة من البنك الوراثي)	22	51

المصدر: تيشوم وآخرون. (2001)

ومن بين الدراسات التي جرت مؤخراً لتكيف السلالات المحلية، اعتماداً على أخذ شامل لعينات جديدة لعشائر أصلية بدلاً من مادة محفوظة في بنوك وراثية تأتي دراسة أجراها فيلتزاين وفيشبيك (1990)، اللذين عرضا أداءً متفوقاً لسلالات محلية للشعير في بيئاتها الهامشية القاحلة في الشرق الأدنى. ولتحديد العوامل الرئيسة التي تؤثر في تنوع السلالات المحلية للذرة الرفيعة، درس تيشوم وآخرون (1999) عينات من شمالي شيوا وجنوب ويلو، إثيوبيا. وتوصل أخذ العينات بصورة منتظمة في أكثر من 200 حقل إلى وجود 64 صنفاً مسماة من قبل المزارعين بمعدل 10 سلالات محلية مختلفة في الحقل. وفي هذا المثال، الذي يحتوي فيه كل حقل على خليط من السلالات المحلية، شكلت كل سلالة مسماة وحدة معدودة من التنوع الوراثي. وكان بالإمكان حساب إحصائيات التنوع التي تقيس الغنى والتساوي بشكل مباشر من تكرار الطرز المورفولوجية. وخلص التحوف المتعدد بين الغنى بالسلالات المحلية ومصفوفة المتغيرات على مستوى الحقل أن التنوع الأعلى وُجد في حقول متوسطة الارتفاع، وحقول ذات ترب متدنية الـ pH ومحتوى أقل من الغضار، وكذلك في حقول استخدم فيها المزارعون المزيد من معايير الانتخاب في اختيار السلالات المحلية التي يزرعون. ويقدم الفصل الرابع على سبيل المثال دليلاً مأخوذاً من دراسات حالات تظهر هذا التكيف.

يبدو أن دراسة الصفات المورفولوجية وأداء العشائر في بيئات مواتية ومناوئة تختلف تماماً عن تقديرات تنوع DNA وأنماطه. (وهنا ننحي جانباً دراسات المجينات الوظيفية والمصفوفات الدقيقة التي تمثل تقانات قد تسد الفجوة بين التنوع الجزيئي والمورفولوجي). فإذا ما أدخلت دراسات أنزيمات متغايرة وراثياً، عندها سنحصل على كثير من النصوص جراء معاملات متنوعة لهذه العلاقة في كافة أنواع العشائر النباتية، وهي أوسع من مراجعتها هنا. وثمة دراسات أقل بكثير للتنوع في السلالات المحلية للمحاصيل أيضاً. واليوم يختلف نطاق وكثافة أخذ العينات لتشكيل بيانات عن تسلسل DNA بشكل كبير عن تلك في الدراسات المورفولوجية، لكن ذلك يتعلق بالتغير، إذ أن المشروعات تهدف إلى الكشف عن «اختلال التوازن في الروابط» بين الواسمات والصفات في المجموعات (رافالسكي 2002).

من الناحية المثالية نحن بحاجة إلى معلومات على المستويين الجزيئي والمورفولوجي لتحقيق فهم كامل للصفات التكيفية وتفسيرها وتحليلها المشترك من حيث البيئة والإدارة البشرية. وتكمن قوة بيانات تسلسل DNA في أنها تخبرنا عن العمليات التطورية (حجم العشائر، الارتباطات، الآباء المشتركة، التأشيب)، بينما بيانات الصفات التكيفية فتعطي قياسات مباشرة لتحسين المحاصيل والفوائد المرتبطة مباشرة باحتياجات المزارعين.

مؤشرات لإدارة التنوع الوراثي في الموئل الطبيعي

لرصد التنوع الوراثي على مستوى المزرعة، نحن بحاجة إلى مؤشرات. والمؤشر هو متغير فيزيائي أو كيميائي أو حيوي، أو اجتماعي أو اقتصادي بشكل كبير قابل للقياس بطريقة محددة لأغراض الإدارة. يدرج الجدول 3.2 مؤشرات مقترحة لرصد وإدارة التنوع الحيوي الزراعي في الموئل الطبيعي ضمن مجموعتين (أنواع مدجنة وأنواع برية)، ويضيف مؤشرات للنظر في الروابط بين الأنشطة داخل الموئل الطبيعي وخارجه (براون وبروباكر 2002). وتمثل المجموعة الأولى نباتات مزروعة أو قد تزرع من قبل الإنسان. وهذا يشتمل على أنواع مستأنسة تعتمد على الإنسان في بقائها وأنواع برية تستخدم مباشرة من قبل المزارعين كنباتات تشكل مصدر الأدوية الطبية كما تستخدم أيضاً لأغراض متنوعة مرتبطة بالثقافة. أما المجموعة الثانية فتمثل أنواع النباتات المتبقية التي تنمو طبيعياً في نظام زراعي–بيئي ولا تستخدم بشكل مباشر. (نستبعد هنا النظر في مؤشرات الاستراتيجيات خارج الموئل الطبيعي، إذ تناقش مثل هذه المؤشرات في مكان آخر [براون وبروبايكر 2002]، بينما يتم التركيز هنا على التنوع داخل الموئل الطبيعي).

نباتات مستأنسة وأنواع برية محصودة

اقترح براون وبروبايكر (2002) عدداً من السلالات الواضحة لكل محصول في منطقة ما كمؤشر رئيس، إلى جانب قياس ما لسيادتها أو للمساحة المخصصة لها كنسبة من المساحة المتاحة في المنطقة. ورغم أنها مباشرة من حيث المبدأ، إلا أن التجربة في المعهد الدولي للمصادر الوراثية النباتية (IPGRI) في مشروع الموئل الطبيعي قد أشارت إلى الكثير من المصاعب العملية في تجميع بيانات كهذه. كما يهتم الباحثون أيضاً بتمييز وتسمية السلالات المحلية: كيفية اختلافها بين أنواع المحاصيل وبين الثقافات وكم من الاختلاف يحدث بين العشائر في قرى مختلفة لسلالات تحمل الاسم عينه سواء من حيث الزمان أو المكان. ويعد مستوى معيناً من انعدام الدقة محتوماً وأحياناً قد يكون مرغوباً ليتيح نوعاً من المرونة. وأظهرت تحليلات كتلك التي قام بها تيشوم وآخرون (1999) لتمييز المزارعين لسلالات محلية للذرة الرفيعة في إثيوبيا وأخرى قام بها صديقي وآخرون (الفصل الثالث) لسلالات محلية للفول في المغرب أن المعرفة المحلية موثوقة بشكل ملحوظ. ومن المفترض أن هذه المعرفة والتمييز والأسماء التي يطلقها المزارعون هي حاسمة بالنسبة لبقائها.

الجدول 2. 3 مؤشرات مقترحة للرصد

مؤشر مقترح	الصلاحية وجوانب تفسيرية	أدنى مستوى أو وحدة قابلة للتطبيق	القدرة على الاندماج مع مستويات أعلى *
نباتات مستأنسة و أنواع برية مزروعة			
عدد وتكرار ومساحة سلالات محلية مميزة أو عشائر برية محصودة	هل الأسماء موثوقة؟ كيف يمكن لسلالات محلية معينة التباين وراثياً من حيث المكان والزمان	الحقل أو قطعة أرض	++
المدى البيئي للمساحة المخصصة لكل محصول	هل يتعلق التنوع الوراثي بالتنوع البيئي اللاأحيائي والأحيائي، وعلى أي نطاق؟ ما هي العلاقة بين حدوث ذلك والإنتاجية	المنطقة	++
عدد، واستمرارية، وتطور معايير الإدارة والانتخاب لدى المزارعين	هل تؤدي المعايير المتنوعة والاستخدامات المتنوعة إلى تنوع وراثي؟	المزرعة	+
أمن المعرفة التقليدية	إلى أي مستوى تكون العلاقات ما بين التنوع والمعرفة؟	المنطقة الإدارية	–
أنواع برية وأقارب المحصول			
وجود الأنواع في مناطق محددة تغطي المدى البيئي	ما هي المواقع الجغرافية النسبية، والإدارة، وسياسات المشاركة في الفوائد للمناطق المحددة؟	منطقة الموارد الطبيعية الإدارية	+
أعداد العشائر وحجمها	كيف يمكن لحجم التعداد أن يرتبط بالاستمرارية؟	عشائر متنوعة (الوادي)	++
تنوع المورثات، وانحراف العشائر وتوزعها	ما هي العلاقة بين المعلومات الوراثية والاستراتيجية	العشيرة	++

يتبع في الصفحة 22

مؤشر مقترح	الصلاحية وجوانب تفسيرية	أدنى مستوى أو وحدة قابلة للتطبيق	القدرة على الاندماج مع مستويات أعلى *
الرابطة ما بين الأنشطة داخل الموئل الطبيعي وخارجه			
عينات داعمة من خارج الموئل الطبيعي لعشائر سريعة التأثير داخل الموئل الطبيعي؛ مواقع محفوظة داخل الموئل الطبيعي لأنواع حرونة	نطاق استراتيجيات أخذ العينات، والتجديد، والاستخدام.	مجموعات فردية	++
روابط تعاونية بين المؤسسات خارج الموئل الطبيعي ومجتمعات زراعية	بروتوكولات تبادل المعلومات والبذور، واقتسام الفوائد، ونقل التقانات	برامج وطنية	-

المصدر: براون وبروبايكر (2002) بتصرف

* يشير إلى إمكانية اشتقاق القيمة الخاصة بمؤشر ما على مستويات أعلى (كمستوى القرية على سبيل المثال) من قيمته عند مستوى أدنى (على مستوى المزرعة على سبيل المثال) من خلال أخذ مناسب للمتوسطات.

في حال توافر معلومات قاعدية، فقد تكون النسبة المئوية للمساحة التي تحتلها السلالات المحلية التقليدية مؤشراً مهماً عن التغير في التنوع الوراثي على مستوى المزرعة في أية منطقة. وقد تعطي مسوحات لوجود سلالات محلية فردية وتكرارها كماً هائلاً من البيانات.

إلا أن هذه المتغيرات قد تجمع ضمن قياسات ملخصة. والمثال على ذلك هو التصنيف البسيط لسلالات محلية للأرز في نيبال من حيث تكرارها (وجودها في عدد قليل أو كثير من المزارع) والمساحة المزروعة (بمساحات كبيرة أو كبعض النباتات في حقول صغيرة أو حدائق) إلى أربع فئات (الجدول 2 .4). وعلى اعتبار أن المقارنة في المناطق الثلاثة ممكناً (في هذا المثال موقع كاسكي المتوسط كمكون أعلى للسلالات المحلية النادرة والمقيدة)، فإنه من الممكن مقارنة المناحي عبر الزمن وتقييم الاختلافات في سرعة التأثر، وأنماط الاستخدام، واستراتيجية المحافظة، وخيارات التربية التشاركية للنبات لكل فئة.

وبالعود إلى الأنواع الطبية والمستخدمة كوقود وأنواع أخرى يتم حصادها أو رعيها مباشرة من البرية، يعتبر إحصاء أعداد العشائر وأحجامها وسيلة أساسية. وللمجتمعات المحلية اهتمام مباشر في تنفيذ خطط المحافظة لصون هذه النباتات. ومع ذلك، فإن الحاجة المباشرة – لاسيما في الأوقات الصعبة – تؤدي إلى استثمارها بصورة مفرطة. ويشكل تناول الانخفاض العددي في عشائر الأنواع المقدرة والمهملة بشكل كبير أو تلك ذات الاستخدام الناقص محور التركيز الواضح في استراتيجيات المحافظة القابلة للقياس بوساطة هذه المؤشرات.

الجدول 2. 4 عدد وتوزع السلالات المحلية للأرز في ثلاثة مواقع دراسية داخل الموئل الطبيعي في نيبال

	بارا (80 م فوق سطح البحر)	كاسكي (650 - 1,200 م فوق سطح البحر)	جملا (2,200 - 3,000 م فوق سطح البحر)
متوسط المساحة للسلالة المحلية (هـ)	0.95	1.17	0.91
إجمالي عدد السلالات المحلية	33	63	23
نوع السلالة المحلية			
مساحة كبيرة، الكثير من الأسر	9	9	4
مساحة كبيرة، عدد قليل من الأسر	2	3	0
مساحة صغيرة، الكثير من الأسر	3	3	3
مساحة صغيرة، عدد قليل من الأسر	19	48	16

المصدر: بيانات من جوشي وآخرين، ملخصة في جارفيس وآخرين. (2000: 83-85).

من الناحية النظرية، يجب أن يرتبط حجم العشيرة بالغنى بالطراز الوراثي، أي يجب أن تشتمل العشائر الأكبر أو العينات الأكبر على المزيد من الطرز الوراثية. وإن كانت هذه العلاقة عامة، فإن مساحة المحصول قد تكون طريقة سريعة لحساب الغنى في منطقة ما، في حال استحالة التحري الوراثي.

أما الخطوة التي تعقب وضع خرائط زراعة السلالات المحلية فتتمثل في ربط هذه الخرائط بالخرائط المناخية، والطبوغرافية، وخرائط التربة لقياس تنوع البيئات التي تحتل بمجملها. أما الأمثلة المستخدمة في هذا النوع من المؤشرات المستخدمة لمعرفة انجراف النباتات الطبيعية فهي خرائط توسع إزالة النباتات عبر الزمن في حزام النجيليات في غربي أستراليا. وتعرض الوسائل التكاملية لنظم المعلومات الجغرافية (GISs) (جوارينو وآخرون 2002) إمكانية تقدير أنماط التنوع ورصد التغيرات في المساحة المخصصة لسلالات محلية والتغيرات في توزع وحجم عشائر أنواع برية مفيدة بهدف تحديد الفقد في التنوع داخل موائل محددة.

إن مثل هذه المعلومات ستحمل فائدة عندما تترافق وأبحاث داعمة حول الرابطة بين الانحراف البيئي والتنوع الوراثي. إلا أن هذه الرابطة ليست دائماً مباشرة وستكون محور البحوث. وتبعاً لما أشار إليه تيشوم وآخرون (2002)، فإن سلالة محلية ما قد تتسم بقدرة كبيرة على التكيف مع إعطاء غلة مرتفعة في كثير من البيئات المختلفة وأنواع كثيرة من الموائل. وقد يكون استخدامها الواسع اختياراً مقصوداً من جانب المزارعين بسبب الأداء

المعروف بدلاً من عدم توافر أصناف أخرى. وفي هذه الحالة، يعتبر التكيف الواسع لهذه العشيرة عظيمة القيمة ولا يجب اختزاله بسبب الافتقار الواضح إلى الغنى بالسلالة المحلية. وسيتم التوصل إلى استنتاجات قوية أيضاً إن كانت بيانات نظم المعلومات الجغرافية المعتمدة على وجود السلالة المحلية في المنطقة مرتبطة بالأداء. فعلى سبيل المثال، إن وضعت خارطة لمحصول سلالة محلية في منطقة هامشية في وقت مبكر من الموسم الزراعي، وأخفق هذا المحصول في النهاية، فإن وضع الخارطة لهذا المحصول بشكل مبكر لن يكون بعد ذلك دليلاً على صونه المستدام في تلك المنطقة.

كما ذكر آنفاً، فإن تحري أساس اختيارات المزارعين يشكل طريقاً واضحة لفهم كيفية صون التنوع. وتعتبر الاستخدامات قوى انتخابية، حيث مع اختلاف الأسماء، قد يكون ثمة تباين كبير بين المزارعين وبين الأعوام من حيث الغاية من زراعة بعض السلالات المحلية. وأظهر مسح طابا (1997) قيام بعض المزارعين في الأرجنتين بزراعة 13 من بين 16 سلالة محلية للذرة الصفراء للحصول على الحبوب بشكل رئيس (الجدول2 .5). لكن الآخرين زرعوا الـ 13 سلالة عينها إضافة إلى 3 سلالات إضافية لـ 31 استخداماً أولياً نوعياً، و 24 استخداماً ثانوياً، و13 استخداماً ثالثياً إضافياً. وبصورة عامة تشير هذه الاستخدامات المتنوعة إلى نموذج متعدد الاختصاصات لتنوع الانتخاب من شأنه تعزيز التنوع التكيفي (كراون وكيمورا 1970:262؛ جيليسبي 1998:71). وإلى جانب الاستخدامات المطبخية المختلفة، يمكننا أن نضيف أيضاً استخدام خيار الطرز الوراثية الذي يتخذه المزارعون لأسباب بيئية معينة (كالأصناف التي تعرف بتكيفها مع قطع أراضي معرضة للإجهاد داخل المزارع أو أصناف مختارة لقطع مغمورة بالمياه).

تتمثل إحدى المشكلات في أن الاستخدام المتعدد لمجموعة من السلالات المحلية للمحاصيل بحد ذاتها قد لا تضمن تنويع الانتخاب. فعلى سبيل المثال، إن عمل صنف جديد معين على خدمة أغراض عدة بشكل جيد، عندها قد يزرع على نطاق واسع، مخرجاً بذلك المزيد من الطرز المختصة. إلا أن إجمالي الانخفاض السريع في قيمة الإحصاء الذي

الجدول 2. 5. عدد الاستخدامات الأولية النوعية والثانوية والثالثية والأغراض المطبخية المحددة للسلالات المحلية للذرة الصفراء المزروعة في بلدان مختلفة

البلد	عدد السلالات المحلية	العدد المستخدم للحبوب	استخدامات أولية نوعية إضافية	استخدامات ثانوية	استخدامات ثالثية
الأرجنتين	16	13	31	24	13
بوليفيا	42	الكل	8	10	2
تشيلي	13		5	4	2
المكسيك	12	الكل	5	11	3

المصدر: ملخص من طابا (1997)

يقيس أنواع الاستخدام قد يعطي إشارة عن فقد الانتخاب المتنوع، وهذا ما يمثل تمهيداً لفقد التنوع.

من الواضح أن إحصاء معايير الانتخاب المختلفة ليس سوى مؤشر بكل بساطة. ويجب اختبار العلاقة المفترضة بين تنوع الأسباب وراء اختيارات المزارعين والتنوع الوراثي الفعلي. وفي الوقت الراهن يمكن محاولة ذلك على مستوى السلالة المحلية المسماة.

وأخيراً، فإن احتمال صون التنوع الوراثي على مستوى المزرعة سيكون أكبر في وجود الآليات في مكانها الصحيح لإيقاف انجراف المعرفة التقليدية والمشاركة في الفوائد الناتجة بفعل استثمار ذلك التنوع في مواقع خارجية. وثمة حاجة إلى نـُهج متنوعة لتحديد المعرفة التقليدية الخاضعة للصون والجهة القائمة على هذا الصون. وقد توفر هذه النـُهج أرضية لمؤشرات أمن المعرفة التقليدية. إذ أن من الصعوبة بمكان قياس العمليات التي تؤثر في المعرفة التقليدية. إلا أننا بدأنا مؤخراً بتناول هذه المخاوف. والمشكلة الأخرى تكمن في الفاصل الزمني ما بين قرار المزارع بزراعة عشائر متنوعة اليوم والفائدة التي يمكن حصادها بعد فترة جراء استخدام تلك المادة في مكان آخر مستقبلاً. وتأتي الفائدة المجنية اليوم من قرار الأمس، وربما هذه لا تمثل سوى حافزاً ضعيفاً لمواصلة زراعة التنوع اليوم. لهذه الأسباب، ثمة احتمال كبير ليكون هذا المؤشر أكثر قابلية للتطبيق على المستويين الوطني والإقليمي.

أنواع برية وأقارب محاصيل في مناطق زراعية

ناقش القسم السابق مؤشرات إدارة التنوع على مستوى المزرعة لأنواع مستأنسة. لكن، وكما أشير في مطلع الفصل، فإن إدارة التنوع الحيوي الزراعي في مناطق زراعية تشتمل أيضاً على أنواع برية، حيث تبرز الحاجة إلى إدخال أقارب برية للمحاصيل في مناقشتنا من ارتباطاتها العديدة مع أنواع مزروعة. وثمة روابط بيئية أيضاً إذا ما أدت الزراعة مباشرة إلى إحداث ضرر في الموئل البري أو خسارة فيه. وتتمثل الأقارب البرية غالباً في الأعشاب الموجودة داخل حقول المزارعين. كما تتشارك المحاصيل وأقاربها في الحشرات والمكروبات المفيدة، والآفات، والأمراض، مما يشكل روابط تطورية مشتركة معقدة. فضلاً عن ذلك، قد تعمل الأقارب البرية كمصادر لمورثات جديدة ومفيدة (جارفيس وهودجكين 1999). وعليه، من الأهمية بمكان توسيع الاهتمامات بالمحافظة لتطال الأقارب البرية في النظم الزراعية. وفي الواقع، قد تكون الأقارب البرية مؤشرات لتغيرات خطيرة في نظم الإنتاج، مما يستدعي الحاجة إلى مؤشرات لإدارة وراثية لأنواع النباتات البرية.

يشكل رصد حالة الأنواع النباتية البرية في المناطق الزراعية واحداً من التحديات. والسؤال هنا حول مدى استحقاق إعطاء أولوية لأنواع محددة، وإن كانت العشائر في

المساحات أو المناطق المحمية غير مرحبة بالتشكيلة الزراعية لعشائر متناقصة أو سريعة التأثر في المناطق الريفية. ومن حيث أولوية الأنواع، يقول براون وبروبايكر (2002) أن الأقارب البرية للمحاصيل توفر تركيزاً مناسباً بسبب إمكانية استخدامها كدلائل، ولأنها تعتبر مضيفة للآفات والأمراض عينها التي تصاب بها المحاصيل ذات الصلة بها. وربما يكون مستقبل عشائر هذه الأقارب التي توجد بجانب حقول المزارعين غامضاً ما لم يقم المزارعون برعايتها بشكل مقصود. وهذا يحدث بالتأكيد لأسلاف برية لمحاصيل محددة من قبيل الذرة الصفراء، لكن من غير المحتمل أن يحدث ذلك لأقارب أبعد. وهذه العشائر البرية لا تستلم بسهولة لإدارة معينة للأغراض المحافظة عليها، رغم أهمية العشائر البرية في مناطق محمية معينة (من قبيل محمية المحيط الحيوي في سييرا دي مانانتلان، المكسيك، المخصصة لـ *Zea diploperennis* والتي تدار كمنطقة منتجة أيضاً).

على اعتبار أن وكالات المحافظة تقوم بجمع البيانات حول الوضع المهدد لكثير من النبيتات، فإنه من الممكن الحصول على معلومات واسعة حول الأنواع المرتبطة بالمحاصيل. فعلى سبيل المثال، يلخص براون وبروبايكر (2002) وضع المحافظة الخاص بالأنواع البرية لأجناس محاصيل واطنة في أستراليا. وكشفت هذه القائمة عن وجود صفتين أساسيتين، الأولى أن أكثر من نصف الأصانيف المتعلقة بالمحاصيل التي يعتقد أنها معرضة للخطر قد صنفت بأن «المعرفة بها أضعف» من أن يقيم وضعها، والثانية هي إمكانية الجزم بوجود قرابة 20% من أقارب المحصول المعرضة للخطر في مناطق محمية، وهذا ما يشكل تحدياً أمام السياسة الحكومية الخاصة بالمحافظة لتحسين مثل هذه القياسات.

لكننا ندرك أن قائمة الأنواع تلك الموجودة في نطاقات جغرافية واسعة كهذه تعرض لمحة عامة تقريبية لمناطق رئيسية. كما لا تنقل أية تفاصيل حول مدى تعرض هذه الأنواع للخطر، أو إن كانت المناطق المحمية تمثل الأنواع بشكل كاف. ويعتمد التفسير الموثوق على معلومات حول خطط الإدارة والمشاركة في الفوائد داخل بيئة ريفية (من قبيل إن كانت الممارسات الزراعية كاستخدام مبيدات الأعشاب تهدد عشائر الأقارب البرية، أو إن كان المزارعون يجنون فوائد من هذه العشائر). ولا تعتبر المؤشرات واسعة النطاق غير دقيقة وغير حساسة للتغيير. علاوة على ذلك، من الممكن لبرامج وطنية تحسين مثل هذه الإحصائيات بالأرقام، لكنها لا تزال تخفي الانجراف الوراثي من خلال فقد الموائل في المشهد الطبيعي الريفي.

كما هي الحال بالنسبة للمستأنسات، يمكن إدراج قائمة بأعداد العشائر وتوزع أحجامها ضمن مجموعة بيانات أكثر صقلاً، بمستوى أدنى من إدراج وجود الأنواع، وبذلك تكون أكثر كشفاً للمناحي. وقدم روتشا وآخرون (2002) مثالاً مفصلاً لعشائر الفاصولياء الليمية البرية في كوستاريكا، حيث تعد الأنواع النادرة والمهددة بالانقراض مناسبة لهذا

النهج كما يتضح من مراجع بيولوجيا العشائر التي تتناول هذه الأنواع. وقد تخفي مثل هذه البيانات المخاوف التالية: كيف يرتبط الحجم فعلياً بالاستمرارية بجانب حقول المزارعين، وكيف يرتبط بالتنوع الوراثي؟ كيف نقيم الأحجام والأعداد الدنيا للعشائر، وتوزعها المطلوب. قد يكون الجمع ضمن أنواع متشابهة مباشراً، لكن السؤال كيف يمكن الجمع ما بين أعداد عشائر خشبية حولية وأحجامها مع تلك الخاصة بعشائر سريعة الزوال؟ لا بد من رصد ديناميكيات بنك البذور أيضاً.

تواصل الأقارب البرية خلق الرغبة بإجراء دراسات حول البنية الوراثية للعشائر باستخدام طرائق جزيئية أحدث واختبار مقاومة الأمراض وتحمل الإجهاد البيئي. ويمكن استخدام مثل هذه البيانات لاستنتاج نسبة التنوع (الغنى بالأليلات أو تغاير اللواقح) المحفوظة باستراتيجيات متنوعة أو لتتبع الاتجاهات عبر الزمن. وربما تكشف بشكل أساسي عن ملامح رئيسة للنظام الوراثي، من قبيل تعدد الصيغة الصبغية الخبيئي، أو تباين نظام التربية، أو الإفقار إلى أليلات التوافق الذاتي في *Rutidosis leptorrhynchoides* (يونغ وآخرون 2000)، والتي قد لا يظهرها حجم العشيرة وحده. من المحتمل أن تكون العشائر الحديثة، والمنتشرة على نطاق واسع، والمستعمرة أقل تبايناً من العشائر الموجودة في مركز الأصل. وفي سياق المشاهد الطبيعية الريفية، ستكون الدراسات الوراثية حول عشائر الأقارب البرية المأخوذة كعينات من حقول المزارعين غنية بالمعلومات كالاستجابات المقارنة إلى الضغوطات الأحيائية واللاأحيائية المشتركة.

روابط ما بين النشاطات داخل الموقع وخارج الموقع

قد تشتمل برامج المحافظة على المصادر الوراثية واستخدامها في الموقع على نشاطات خارج الموقع إن كان عليها أن تتصف بالمرونة أمام التقلبات والاضطرابات في الحقل. والأمثلة المتطرفة عن الحاجة إلى النشاطات في كلا المجالين تتمثل في الكوارث كالحروب التي تؤدي إلى ضياع الأنواع داخل الموقع أو خسائر فادحة في عيوشية عينات البنك الوراثي. وعليه، ثمة حاجة إلى رصد الصلات بين التكتيكات داخل الموقع (في المزرعة) وخارج الموقع (في بنوك وراثية ضخمة) من أجل القيام بنشاطات منسقة. والسؤال هو حول كيفية ترابط هذه النشاطات وماهية المؤشرات الإضافية المطلوبة لقياس التقدم باتجاه صون التنوع.

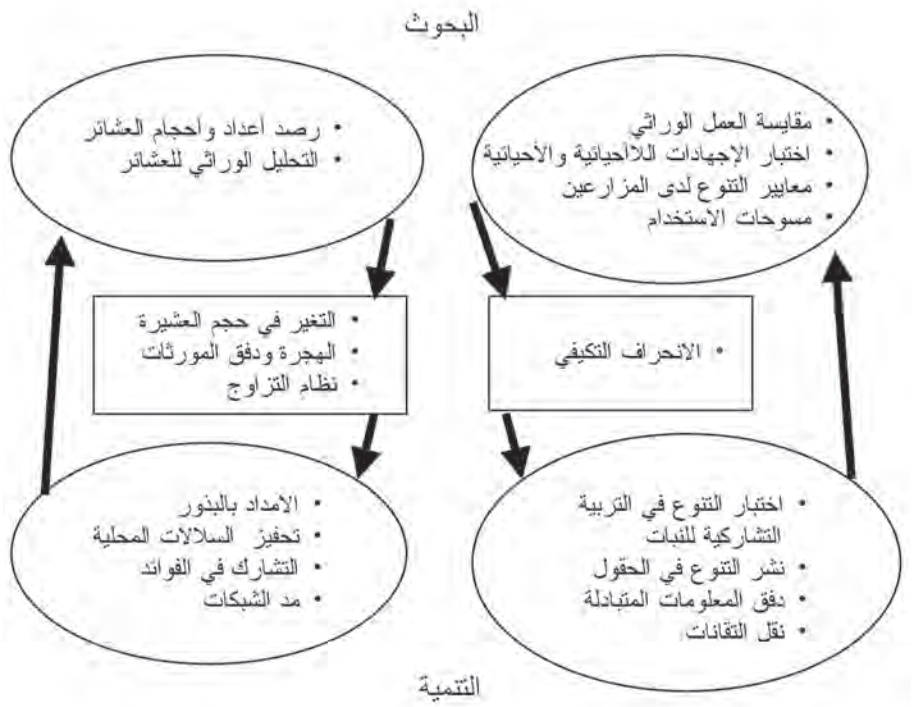
تشكل عينة التتام أحد المستويات التي قد تخضع للتقييم. ما هو الجزء المحتوي على عينات داعمة داخل مجموعات خارج الموقع بين العشائر المعروفة في الموقع بأنها معرضة للخطر؟ كذلك، من بين العينات المعندة أمام تخزين البذور في البنك، أو تلك التي

تفقد عيوشيتها بسرعة، أو أنها ذات تكاليف باهظة للإكثار، كم من هذه العينات ذات مصادر مضمونة في الموقع؟

تخلق السياسات المشتركة روابط بين المؤسسات والمجتمعات الزراعية، التي يجب أن تتطور إن كان عليها الاستمرار، حيث تعمل آليات تبادل المعلومات والتقانات والخطط المتفق عليها لتبادل البذور والمشاركة في الفوائد على تعزيز هذه الروابط.

تحديات البحوث وفرص التنمية

كلما فهمنا القوى الفاعلة حول التباين في الموقع داخل حقول المزارعين بشكل أفضل، كلما كان رصدنا وإدارتنا أفضل. ويعرض الشكل 2 .1 مخططاً للملامح الأساسية لخطة الربط ما بين جهود البحوث والتنمية، حيث يتم التركيز على فهم القوى التطورية التي تؤثر في التنوع على مستوى المزرعة واستثمار هذه القوى. وفي الإطارين المركزيين توجد قوى



الشكل 2، 1 فرص البحوث والتنمية من حيث العمليات الوراثية لدى العشائر. بؤر البحوث (اليسار واليمين العلويين) وخيارات أعمال الإدارة والتنمية (اليسار واليمين السفليين) التي تستهدف مجموعتي القوى التي تؤثر بالتنوع على مستوى المزرعة.

تطورية تعمل في الموقع على مستوى البنية الوراثية للعشيرة. وإلى اليسار توجد القوى التي تمثل عمليات عشائر بنيوية غير انتقائية (أي حجم العشيرة وتباينه، ونظام الهجرة والتزاوج والتأشيب) والعمل على كامل المجين، بينما إلى اليمين توجد قوى انتقائية (بما في ذلك القوى البيئية وخيارات المزارعين) التي ترتبط بوظيفة المورثة. ويعد التقسيم اعتباطياً نوعاً ما على اعتبار أن الانتخاب – العامل الأساس في التطور التكيفي – يتم خلال حالات تفاضلية من البقاء، والتكاثر، والتأشيب. ومع ذلك، يساعد الفصل بينها على ترتيب خيارات البحوث والإدارة والفرص وإظهار العلاقات بينها.

تدرج التوجهات البحثية في الشكلين البيضاويين العلويين، وتقسم وفقاً لمجموعة القوى العاملة والتغيرات الوراثية التي تصيبها. وفي حالة قوى العشائر في النصف الأيسر من المخطط، تعطي البحوث بيانات حول أعداد العشائر وتردد أليلات مورثات الواسمات. وتظهر أعمال التطور ذات الصلة في الشكل البيضاوي السفلي (كنظم الإمداد بالبذور، وخطط تحفيز السلالات المحلية). وتمثل استراتيجيات تهدف إلى مواجهة تغيرات غير مرغوبة في أعداد العشائر ودفق المورثات، حيث يمكن استخدام تجربة دراسة أو إجراء هذه النشاطات لتوجيه المزيد من الأنشطة البحثية.

يركز النصف الأيمن من المخطط على الانحراف التكيفي والتنوع الوظيفي لدى عشائر السلالات المحلية. وتشتمل الاستراتيجيات البحثية على تحليل نشاط المورثات في المصفوفات الدقيقة، واختبار استجابات الأصول الوراثية لإجهادات أحيائية ولاأحيائية، ومسح معايير الانتخاب لدى المزارعين من حيث التنوع. وتتمثل أنشطة التطور التي تحفز التنوع وذات الصلة هنا في اختبار الأصناف وتربية وتحسين النبات بطريقة تشاركية عند نشر التنوع في الحقول ودفق المعلومات والتقانات لتحسين الانتخاب لدى المزارعين.

قد يكون التقسيم بين نوعي القوى والأنشطة المرافقة مربكاً بسبب كثرة التفاعلات والروابط. فعلى سبيل المثال، تفتح خطط التربية التشاركية الناجحة باب قضايا تحفيز السلالات المحلية، والمشاركة في الفوائد، والإمداد بالبذور، وانتشار منتجاتها (كتبني صنف الأرز كالينجا III في شمال غربي الهند، وفق تحليل ويتكومبي وآخرين. 1999). مع ذلك، عندما نفكر في كيفية تأثير هذه النشاطات في التنوع، سيكون من المفيد أن تصنف وفق تأثيرها الرئيس في تنوع المجين ككل من خلال بنية العشيرة أو تأثيرها في مورثة محددة من خلال نظم الانتخاب.

كيف يمكن للنشاط التطوري توجيه المزيد من البحوث؟ إحدى الأمثلة على ذلك تتمثل في مسألة تأثير التربية التشاركية للنبات في التنوع على مستوى المزرعة. فموضوع إن كانت التربية التشاركية للنبات تؤدي إلى زيادة التنوع أو تقليصه يعد موضوعاً مهماً لا تتوافر حوله سوى القليل من البيانات. وتظهر النتائج المبكرة حول أصناف الأرز في نيبال (ثابيت وجوشي 1998) زيادة سريعة ومشجعة في عدد السلالات المحلية لمزارعين

في مناطق مرتفعة هامشية التي تنشأ من التربية التشاركية للنبات. غير أن إمكانية تعميم هذه النتيجة، وكذلك التأثيرات غير المباشرة في التنوع الحيوي الزراعي المحلي وإدارته تستحق التحري.

إن تعدد الاستخدامات يمثل عاملاً أساسياً معروفاً يزيد من احتمالية المحافظة على الأصناف المحلية المتنوعة. وتشتمل الكثير من الأمثلة على الذرة الرفيعة في إثيوبيا (تيشوم وآخرون. 1999) والذرة الصفراء في أمريكا اللاتينية (طابا 1997) (الجدول .2 5). ويشكل تنوع الاستخدامات موضوعاً رئيساً للبحوث والتوثيق، حيث توفر مثل هذه المعلومات أساساً للمعرفة المحلية التي من شأنها تعزيز تنويع نظم الانتخاب من خلال تحفيز الانتخاب لاستخدامات مختلفة. وقد تمثل أيضاً قاعدة لدراسات وراثية جزيئية لتنوع الصفات المتعلقة بالاستخدام.

الاستنتاج

يستحق التنوع الوراثي التركيز بشكل خاص على إدارة التنوع الحيوي الزراعي لأن هذا المصدر هو نفسه ما نسعى للاهتمام به. ورغم تعقيد قياسه ضمن محيط زراعي وما يشكله من تحديات، إلا أنه علينا معرفة إن كان الانجراف الوراثي آخذ في التباطؤ أم أنه متسارع.

يحمل التنوع الوراثي أهمية من منظورين: الجوانب البنيوية للعشيرة، التي تنعكس في رصد مورثات الواسمات، وتُظهر تاريخ الصحة المفترضة للنظام في الماضي والحاضر؛ والجانب الوظيفي الذي يوفر تكيفاً راهناً مع التنوع البيئي والحالات المتطرفة وتوفير تباين أولي للاحتياجات المستقبلية.

لا يمكن النظر إلى التنوع الوراثي ككيان مبهم الشكل أو غير تمايزي يكفيه كم محدد. إذ علينا تحديد التغير المؤثر. كيف يمكن لهؤلاء المعنيين بالمحافظة على هذا التنوع على مستوى المزرعة التعامل مع هذا التغيير، وما هو نوع المؤشرات الفضلى لتمييز التغيير المؤثر (الانجراف أو الفقد) عن التغيير الذي يقتصر على كونه صفة لأي نظام مزرعة ديناميكي؟ يجب على مؤشرات رصد إدارة التنوع الوراثي تعقب البنية الوراثية للعشائر والتنوع الوظيفي.

تركز النُهج الشاملة للمحافظة على التنوع الحيوي الزراعي وتنميته على منظور النظام البيئي، الذي يمتد ليشمل تحسين مستوى المجتمع البشري. وتعنى هذه النهج بالانجراف الوراثي وتعرض الأنواع لخطر الانقراض بالمعنى العام. لكنها قد تجازف بافتراض أن تطوير النظام البيئي الزراعي على نحو أكثر استدامة من شأنه تأخير فقد التنوع الوراثي وصون الأنواع قليلة الاستخدام بشكل تلقائي. والسؤال المطروح في الحقيقة من جانب بعض الباحثين، لماذا نتتبع التنوع الوراثي أصلاً؟ هذا السؤال يحمل أهمية خاصة عند الأخذ

بعين الاعتبار القوة المتزايدة للتقانات الجزيئية الحديثة للكشف عن تراثنا الوراثي بمستواه الأكثر تفصيلاً. ويسعى هذا الفصل إلى توضيح مهمة المحافظة على التنوع الوراثي النباتي ويقترح طريقة لرصد التقدم للوصول إلى نتائج أفضل على صعيد المحافظة عليه. ويتعين على الاستراتيجيات تناول الأنواع التي تزرع أو تحصد والأنواع البرية الموجودة في النظام البيئي على حد سواء. وفي حالات عديدة، تعتبر الأنواع البرية التي تستحق اهتماماً خاصاً أقارب تطورية لأنواع المحاصيل. تركز البيانات الحديثة حول التعدد الشكلي للنيوكلوتيد الوحيد (SNPS) على مدى التنوع على مستوى المورثة وعلى الاختلافات الكبيرة بين الأنواع. ويواجه القائمون على الإدارة عدداً متزايداً من التقديرات الجديدة للتنوع الوراثي، وأنماط اختلافها بين المزارع وتغيرها مع الوقت، في الوقت الذي قد تغمر فيه المؤشرات الحاسمة بسهولة. كما تعتبر طبيعة انحراف العشيرة صفة أساسية تضم جوانب تتراوح من تمييز وتسمية السلالات المحلية إلى التركيز على معايير الانتخاب لدى المزارعين.

كلمة شكر

يأتي هذا العمل حصيلة مشروع عالمي مدعوم من المعهد الدولي للمصادر الوراثية النباتية (IPGRI) بعنوان "تعزيز القاعدة العلمية للمحافظة على التنوع الحيوي الزراعي في الموقع على مستوى المزرعة». ويعرب المؤلفون عن شكرهم لحكومات سويسرا (الوكالة السويسرية للتنمية والتعاون)، وهولندا (المديرية العامة للتعاون الدولي)، وألمانيا (الوزارة الاتحادية للتعاون والتنمية الاقتصادي [BMZ]/الجمعية الألمانية للتعاون التقني [GTZ])، وكندا (المركز الدولي لبحوث التنمية)، واليابان (الوكالة اليابانية للتعاون الدولي)، واسبانيا، وبيرو لما قدمته هذه الحكومات من دعم مالي.

References

Aharoni, A. and O. Vorst. 2001. DNA microarrays for functional plant genomics. *Plant Molecular Biology* 48:99–118.

Brown, A. H. D. and C. L. Brubaker. 2000. Genetics and the conservation and use of Australian wild relatives of crops. *Australian Journal of Botany* 48:297–303.

Brown, A. H. D. and C. L. Brubaker. 2002. Indicators for sustainable management of plant genetic resources: How well are we doing? In J. M. M. Engels, V. Ramanatha Rao, A. H. D. Brown, and M. T. Jackson, eds., *Managing Plant Genetic Diversity,* 249–262. Wallingford, uk: cab International.

Bryan, G. J., P. Stephenson, A. Collins, J. Kirby, J. B. Smith, and M. D. Gale. 1999. Low levels of dna sequence variation among adapted genotype of hexaploid wheat. *Theoretical and Applied Genetics* 99:192–198.

Charlesworth, D. and J. R. Pannell. 2001. Mating systems and population genetics structure in the light of coalescent theory. In J. Silverton and J. Antonovics, eds., *Integrating Ecology and Evolution in a Spatial Context*, 73–95. Oxford, uk: Blackwell.

Clegg, M. T. 1997. Plant genetic diversity and the struggle to measure selection. *Journal of Heredity* 88:1–7.

Crow, J. F. and M. Kimura. 1970. *An Introduction to Population Genetics Theory*. New York: Harper & Row.

Frankel, O. H., A. H. D. Brown, and J. J. Burdon. 1995. *The Conservation of Plant Biodiversity*. Cambridge, uk: Cambridge University Press.

Gillespie, J. H. 1998. *Population Genetics: A Concise Guide*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Guarino, L., A. Jarvis, R. J. Hijmans, and N. Maxted. 2002. Geographic information systems (gis) and the conservation and use of plant genetic resources. In J. M. M. Engels, V. R. Rao, A. H. D. Brown, and M. T. Jackson, eds., *Managing Plant Genetic Diversity*, 387–404. Wallingford, uk: cab International.

Hamrick, J. L. and M. J. W. Godt. 1997. Allozyme diversity in cultivated crops. *Crop Science* 37:26–30.

Jarvis, D. I. and T. Hodgkin. 1999. Wild relatives and crop cultivars: Detecting natural introgression and farmer selection of new genetic combinations in agroecosystems. *Molecular Ecology* 8:S159–173.

Jarvis, D. I., L. Myer, H. Klemick, L. Guarino, M. Smale, A. H. D. Brown, M. Sadiki, B. Sthapit, and T. Hodgkin. 2000. *A Training Guide for In Situ Conservation On-Farm*. Rome: ipgri.

Lin, J. Z., P. L. Morrell, and M. T. Clegg. 2002. The influence of linkage and inbreeding on patterns of nucleotide sequence diversity at duplicate alcohol dehydrogenase loci in wild barley (*Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*). *Genetics* 162:2007–2015.

Peacock, J. and A. Chaudhury. 2002. The impact of gene technologies on the use of genetic resources. In J. M. M. Engels, V. R. Rao, A. H. D. Brown, and M. T. Jackson, eds., *Managing Plant Genetic Diversity*, 33–42. Wallingford, uk: cab International.

Rafalski, J. A. 2002. Novel genetic mapping tools in plants: snps and ld-based approaches. *Plant Science* 162:329–333.

Rocha, O. J., J. Degreef, D. Barrantes, E. Castro, G. Macaya, and L. Guarino. 2002. Metapopulation dynamics of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) in the central

valley of Costa Rica. In J. M. M. Engels, V. R. Rao, A. H. D. Brown, and M. T. Jackson, eds., *Managing Plant Genetic Diversity,* 205–215. Wallingford, uk: cab International.

Sthapit, B. R. and K. D. Joshi. 1998. Participatory plant breeding for in situ conservation of crop genetic resources: A case study of high altitude rice in Nepal. In T. Partap and B. Sthapit, eds., *Managing Agrobiodiversity,* 311–328. Kathmandu, Nepal: International Centre for Integrated Mountain Development.

Taba, S. 1997. Maize. In D. Fuccillo, L. Sears, and P. Stapleton, eds., *Biodiversity in Trust,* 213–226. Cambridge, uk: Cambridge University Press.

Tenaillon, M. I., M. C. Sawkins, A. D. Kong, R. L. Gaut, J. F. Doebley, and B. S. Gaut. 2001. Patterns of dna sequence polymorphism along chromosome 1 of maize (*Zea mays* ssp. *mays* L.). *Proceedings of the National Academy of Science USA* 98:9161–9166.

Teshome, A., A. H. D. Brown, and T. Hodgkin. 2001. Diversity in landraces of cereal and legume crops. *Plant Breeding Reviews* 21:221–261.

Teshome, A., L. Fahrig, J. K. Torrance, J. D. Lambert, J. T. Arnason, and B. R. Baum.1999. Maintenance of sorghum (*Sorghum bicolor,* Poaceae) landrace diversity by farmers' selection in Ethiopia. *Economic Botany* 53:69–78.

Weltzien, E. and G. Fischbeck. 1990. Per for mance and variability of local barley landraces in Near- Eastern environments. *Plant Breeding* 104:58–67.

Witcombe, J. R., R. Petre, S. Jones, and A. Joshi. 1999. Farmer participatory crop improvement. IV. The spread and impact of a rice variety identified by participatory varietal selection. *Experimental Agriculture* 35:471–487.

Young, A. G., A. H. D. Brown, B. G. Murray, P. H. Thrall, and C. H. Miller. 2000. Genetic erosion, restricted mating and reduced viability in fragmented populations of the endangered grassland herb *Rutidosis leptorrhynchoides*. In A. G. Young and G. M. Clarke, eds., *Genetics, Demography and Viability of Fragmented Populations,*334–359. Cambridge, uk: Cambridge University Press.

Zhu, Y. L., Q. J. Song, D. L. Hyten, C. P. VanTassel, L. K. Matukumalli, D. R. Grimm, S. M. Hyatt, E. W. Fickus, N. D. Young, and P. B. Cregan. 2003. Single- nucleotide polymorphisms in soybean. *Genetics* 163:1123–1134.

أهي معبر نحو التنوع الوراثي للمحاصيل وتوزعها في النظم الزراعية–البيئية؟

م. صديقي، د. إ. جارفيس، د. ريدال، ج. باجراشاريا، ن. هو، ت. تشامشو فيلا، ل. أ. بورغوس – ماي، م. ساسوادوغو، د. بالما، د. لوب، ل. آرياس، إ. مارس، د. كارامورا، د. ويليامز، د. ل. تشافيز–سيرفيا، ب. ثابيت، و ف. ر. راو

M. SADIKI, D. JARVIS, D. RIJAL, J. BAJRACHARYA, N. N. HUE
T. C. CAMACHO- VILLA, L. A. BURGOS- MAY, M. SAWADOGO, D. BALMA,
D. LOPE, L. ARIAS, I. MAR, D. KARAMURA, D. WILLIAMS,
J. L. CHAVEZ- SERVIA, B. STHAPIT, AND V. R. RAO

تعتبر الأسماء التي يطلقها المزارعون على أصنافهم أو سلالاتهم المحلية التقليدية ذات صلة رئيسة بجوهرها واستخدامها. ويناقش هارلان (1975) كيفية تمييز السلالات المحلية مورفولوجياً، وكيفية تسمية المزارعين لها، وكيفية فهم تباين السلالات المحلية المختلفة في تكيفها مع نمط التربة، وموعد الزراعة، وفترة النضوج، وكذلك ارتفاع النبات، والقيمة التغذوية لها، واستخدامها، وصفاتها الأخرى. وتشير الكثير من الدراسات إلى كيفية تمييز المزارعين لعشائر المحاصيل التي يزرعون وتسميتها تبعاً للنوعية الزراعية–المورفولوجية والبيئية–التكيفية، واستخدام صفاتها (بوستر 1985؛ كيروس وآخرون 1990؛ بيلون وبروش 1994؛ تيشوم وآخرون 1997؛ شنايدر 1999؛ سوليري وكليفلاند 2001). ومع ذلك، وخلافاً لما ورد في المراجع الوفيرة حول كيفية تسمية المزارعين لأصنافهم، لم توجد سوى القليل من الدراسات المنتظمة حول الاتساق في تسمية الأصناف والصفات الوصفية التي يَسمُ بها المزارعون أصنافهم داخل القرى وبينها. وكان الاهتمام أقل بالأسماء المحددة التي يمكن مقارنتها لوحدات التنوع التي يديرها المزارعون فعلياً وترتبط بها (جارفيس وآخرون 2000).

ولم تبدأ الدراسات سوى مؤخراً بتحري إمكانية استخدام أسماء السلالات المحلية فعلياً كقاعدة للوصول إلى تقدير تنوع المحاصيل المحلية على مستوى المزرعة. فضلاً عن ذلك، لا يزال السؤال مطروحاً حول إن كانت الأصناف المسماة هي وحدات تنوع يديرها المزارعون قابلة للتعريف. وسواء كان اعتبار وحدات المزارعين المحدّدة لإدارة التنوع متميزة وراثياً بشكل واضح، أو أنها تشكل عشائر قابلة للتعريف وراثياً على المستوى الزراعي–

المورفولوجي، أو الكيميائي–الحيوي، أو الجزيئي فإنها تشكل مصدر قلق لضمان توافر التنوع المناسب. فإن لم تكن الأصناف المسماة من قبل المزارعين متميزة وراثياً، فإن فائدة هذه الأسماء كوسيلة لتعريف وتحديد حجم التنوع في النظم الزراعية والبيئية ستبقى محدودة. وبالعكس، فإن كانت الأصناف المسماة من المزارعين متميزة وراثياً، عندها يمكن استخدام طريقة أخذ العينات بشكل منظم اعتماداً على الأسماء لتقييم حجم التنوع على مستوى المزرعة، وإرساء العلاقات الوراثية بين الأصناف. فضلاً عن ذلك، ستساعد المعلومات المتعلقة بتمييز أصناف المزارعين التي تحمل أسماءً متشابهة على حفظ هذا التنوع واستخدامه، إذ قد يؤول إلى الضياع إذا ما تم تجاهل مثل هذه الأصناف كونها تحمل الأسماء عينها.

يقدم توزيع أسماء الأصناف داخل المجتمعات المحلية والمناطق وبينها بيانات أولية لتقدير الغنى بالتنوع وتساويه عبر الطبيعة. وقد تتباين مستويات التنوع بشكل كبير بين صنف محصول محلي وآخر. ويساعدنا تحديد أي من الأصناف أو الصفات نادرة أو شائعة في أية عشيرة أو منطقة محددة على فهم كيفية توزع التنوع عبر المناطق الزراعية. ويحمل فهم المزارعين ومعتقداتهم ضمن مجالات الإنتاج التي يديرون تأثيراً في أنماط التنوع. فإن كان التنوع يشكل جواباً لدعم المزارعين في تلبية احتياجاتهم الزراعية، عندها يكون تحديد المناطق ذات التنوع الكبير مسألة مهمة، حيث يشتمل ذلك على تحديد المناطق التي تتسم فيها أصناف المحاصيل المحلية بقدرة على التكيف مع معايير بيئية معينة. إذ يكون للتنوع في هذه المناطق دور في استخدام الزراعة المستدامة.

ناقش براون وهودكين في الفصل الثاني التقدم الجزيئي الأخير لتحديد حجم التنوع على مستوى المزرعة. أما هذا الفصل فيعرض آخر الدراسات التجريبية على مستوى حقول المزارعين والتقييمات المخبرية للتمييز الوراثي، والاتساق، وتوزع أصناف المحاصيل المحلية في المزرعة.

الأسماء كمؤشر على التنوع

يستخدم المزارعون الكثير من الصفات المظهرية للنباتات لتحديد أصناف محاصيلهم وانتخابها. وقد تأخذ هذه المعايير الزراعية المورفولوجية طيفاً واسعاً من الأشكال، التي عادة ما ترتبط بالبنية الوراثية لمحصول ما. ويستخدمها المزارعون لتمييز أصناف المحاصيل وتسميتها، حيث غالباً ما تكون قاعدة لانتخاب المزارعين للبذور التي سيصار إلى زراعتها. وعند تقييم تنوع المحاصيل في المزرعة، قد يكون من الأهمية بمكان تمييز الأسماء التي يطلقها المزارعون على أصنافهم من الصفات الزراعية المورفولوجية التي يستخدمونها لتحديد الأصناف وانتخابها، والصفات التي يستخدمونها لتحديد قيمة الأصناف، وتلك التي يستخدمونها لانتخاب البذور أو نباتات الإكثار لزراعة الجيل التالي.

فعلى سبيل المثال، قد يحدد المزارع صنف ذرة مسمى بناءً على لونه، وشكل أوراقه، ومنطقة منشئه، ويعطيه قيمة على أساس جودته في الطبخ، وينتخب من الأنسال بذوراً نقية الطراز. ويوضح العمل على القلقاس (*Colocasia esculenta*) (الجدول 3 .1) كيفية اختلاف المعنى الحرفي للاسم عن الواصفات التي يستخدمها المزارعون لوصف أسماء أصناف القلقاس في بيجناس، نيبال. وكشف مسح غطى الأسر استخدام المزارعين لـ 15 واصفاً رئيساً على الأقل لتمييز أصناف القلقاس عندهم.

في هنغاريا، ذكر مار وهولي (2000) أن أسماء أصناف الفاصولياء الشائعة المحلية التي يطلقها المزارعون ارتبطت ببعض الصفات المورفولوجية للمحصول، لاسيما لون البذور (فعلى سبيل المثال *feherbab* يعني الفاصوليات البيضاء، *feketebab* يعني الفاصولياء السوداء، *barnabab*و يعني الفاصولياء البنية)، وفي كثير من الحالات أشارت الأسماء إلى الاستخدام التقليدي لهذه الأصناف المحلية (*menyeckebab* يعني فاصولياء الزوجة الشابة). وأظهرت دراسات في يوكاتان، بالمكسيك لفهم كيفية تسمية المزارعين لأصناف الذرة وإدارتها لها أن دورة النمو كانت الصفة الأولية لتمييز الأصناف، تلاها شكل ولون كوز الذرة والحبوب. وكانت الصفات الرئيسة المستخدمة لتمييز العشائر ضمن أصناف مسماة تعتمد على شكل العصافات، وارتفاع النبات، وحجم الحبوب. وتم تصنيف شكل العصافة في مرتبة مرتفعة كصفة مميزة على اعتبار أن العصافة تحمي الحبة من الآفات أثناء فترة التخزين. وعمل نقص العصافات حول الأكواز الأكبر حجماً للأصناف المحسنة على الحدّ من قبول تلك الأصناف المحسنة في المنطقة (الجدول 3 .2؛ آرياس وآخرون. 2000؛ تشافيز سيرفيا وآخرون. 2000؛ آرياس 2004؛ بورغوس – ماي وآخرون 2004؛ لاتورنيري مورينو وآخرون. 2005).

يطلق مزارعون في أوغندا أسماءً على أصناف الموز مستخدمين في ذلك صفة واحدة أو أكثر يعبر عنها في مجتمعهم المحلي، وكذلك صفات مهمة لهم ولمستهلكين آخرين. وصنّف كارامورا (2004) نباتات تكاثر الموز في الأراضي المرتفعة مستخدماً صفات مهمة للمزارعين والمستهلكين على حد سواء ضمن خمسة مجموعات تتشارك في الصفات. فعلى سبيل المثال، تعطي نباتات التكاثر في مجموعة واحدة خلفات وافرة، وتنضج بسرعة، منتجة ثماراً طرية القوام؛ وفي مجموعة أخرى تكون نباتات التكاثر بطيئة في إنتاج الخلفات، وتستغرق فترة طويلة للنضوج، وتنتج ثماراً قاسية القوام. وتعد الصفات التي يستخدمها المزارعون، وبخاصة تلك المعبر عنها محلياً، متسقة إلى حد كبير، لكن ليس بشكل كامل. وتعتمد الصفات المهمة لدى المزارعين والمستهلكين على تجربة طويلة الأجل، وقد يكون انتخاب صفات مشابهة قد تم عبر الأجيال.

تظهر الدراسات التي أجريت على الذرة في المكسيك والفول في المغرب أن المزارعين قد يركزون على صفات لتمييز العشائر ضمن الأصناف تختلف عن الصفات المستخدمة للتمييز بين الأصناف عينها. فبالنسبة للذرة والفول، تعد الصفات المورفولوجية مهمة

الجدول **3. 1**. وصف أصناف القلقاس.*(Colocasia esulenta)* المسماة من قبل المزارعين في بيجناس، نيبال

الاسم المحلي	الاسم العلمي	المعنى الحرفي لواصفات المزارعين	الصفات المورفولوجية المميزة
Bhaishi kutte	Var. *esculenta*	كورمات متعددة كبصمات قدم البوفالو، حولي، كورمات غير متفرعة، الكثير من البراعم، القليل من الكورمات الصغيرة؛ أوراق بشكل الفنجان، نمط مورفولوجي يشبه *hattipow*. *panchamuhe* . *panchamukhe seto*	أنماط منبسطة ومتعددة الكورمات، هرم أوراق متأخر، برعم أبيض
Chhattre	Var. *antiquorum*	أوراق بشكل المظلة، أوراق طويلة بلون أخضر؛ براعم حمراء مع كورمات مستديرة	كورمات بشكل الدمبل مع براعم بلون وردي، وجلد وردي، وكورمات مخروطية
Chhaure	C. *esculenta*	جراء، أنماط متعددة الكورمات الصغيرة مثل الجراء	كورمات صغيرة طويلة مع براعم حمراء؛ كورمات مستديرة
Dhudhe karkalo	C. *esculenta*	معلاق، وبرعم، ونسغ بلون أبيض حليبي، ونبات ثخين، لا توجد كورمات، لكن يوجد مجموع جذري متفرع؛ أوراق دائرية، متكلف مع الحدائق المنزلية	نمط متعدد الكورمات، لا يوجد كورمات صغيرة، كورمات اسطوانية، أوراق بشكل فنجان
Bante	C. *esculenta*	قصيرة، معلاق أسود، كورمات متفرعة، كويرمات كبيرة، براعم، ومعاليق، وغمد بلون أحمر؛ كورمات مستديرة وصغيرة	كورمات بشكل الدمبل مع كورمات مستديرة
Hattipow	Var. *Esculenta*	كورمات بشكل قدم الفيل؛ نباتات طويلة وثخينة، أوراق عريضة مائلة للون الأبيض؛ كورمات متعددة كبيرة مع براعم منخفضة؛ معاليق بلون أخضر فاتح؛ أوراق خشنة (*jerro*)؛ بعض الكويرمات؛ متكيفة مع الحقل المفتوح	كورمات منبسطة متعددة الأنماط، هرم بطيء ومتأخر للأوراق مع براعم بيضاء.

يتبع في الصفحة 38

يتبع من الصفحة 37

الاسم المحلي	الاسم العلمي	المعنى الحرفي لواصفات المزارعين	الصفات المورفولوجية المميزة
Kaat	Var. *esculenta*	سهلة الطبخ في لهجة غورونغ؛ أوراق ناعمة مستديرة الشكل، نوعية ممتازة للطبخ، تشبه *rato panchamukhe*	براعم حمراء، والكثير من البراعم
Khari chhoto	C. *esculenta*	كورمات قصيرة؛ معلاق وردي اللون؛ حجم كورمات كبير، تشبه *thange khari* ، *thangne*. *khari pindalu*	كورمات نامية بشكل قائم، قلقاس مغطى بغمد ريشي
Khari pindalu	C. *esculenta*	كورمات اسطوانية	
khujure	Var. *antiquorum*	كويرمات متعددة، مع كثير من الكويرمات الصغيرة؛ كورمات تسبب الحكة؛ الكثير من الكويرمات مع براعم بيضاء، معلاق أبيض؛ مفصل معلاقي بلون أرجواني داكن؛ هامش أوراق بلون أرجواني؛ أوراق مستديرة	كورمات وكويرمات مستديرة مع براعم بيضاء، الكورمات قارصة.
Khujure seto	Var. *antiquroum*	كويرمات متعددة بيضاء، معلاق أسود، كورمات وكويرمات مسببة للحكة؛ الكثير من الكويرمات، والعديد من المعاليق السوداء، وهامش أوراق بلون أرجواني	كورمات متفرعة، كورمات وكويرمات مستدير وصغيرة جداً مع براعم بيضاء
Panchamukhe	Var. *esuclenta*	كورمات بيضاء خماسية الوجوه، نباتات طويلة وثخينة؛ تشبه *hattipow*، مع الكثير من البراعم مع براعم منخفضة، حجم كبير للكورمات، أوراق خشنة (*jarro*) مع نبات طويل؛ أوعية ثخينة.	نمط منبسط ومتعدد الكورمات؛ لاتوجد كويرمات؛ براعم بيضاء وهرم بطيء ومتأخر

Panchamukhe seto	Var. *esculenta*	كورمات بيضاء خماسية الوجوه، نباتات طويلة وثخينة، أوراق عريضة مائلة للبياض؛ أنماط متعدد الكورمات مع لون أبيض للبراعم؛ معلاق بلون أخضر فاتح؛ تشبه *hattipow ،bhaishi khutte ،panchamukhe*	كورمات عنقودية بدون كويرمات، براعم بيضاء؛ هرم بطيء ومتأخر
Rato أو *Raate*	Var. *antiquourum*	معاليق حمراء وأرجوانية	جذور بذرية حمراء مع براعم بيضاء، وسويقات قصيرة عند وصلة المعلاق
Rato mukhe	Var. *antiquourum*	كورمات حمراء؛ براعم حمراء مع كورمات وكويرمات كبيرة ومستديرة	قاعدة المعلاق وردية اللون؛ سويقة الورقة قصيرة، نصل الورقة ثخين؛ جذور حمراء
Rato thado	Var. *antiquourum*	كورمات حمراء ذات نمو قائم؛ براعم بيضاء، نبات طويل	نقطة أرجوانية عند الجانب الظهري لوصلة المعلاق؛ نمو قائم للكورمات
Satmukhe	Var.*esculenta*	كورمات سباعية الوجوه؛ أنماط مورفولوجية مشبه *thagne ،thado mukhe ،khari chhoto*	نماط متعدد الكورمات مغطى بمادة أشبه بالريش (*bhutla*)
Thado	Var. *esculenta*	نمو قائم للكورمات	كورمات اسطوانية، غير متفرعة
Thagne khari	Var. *esculenta*	ملابس قديمة؛ نسج أشبه بالريش تغطي الكورمات (*thagne*)	نقطة أرجوانية عند وصلة المعلاق، كورمات كبيرة

المصدر: ريجال وآخرون. (2003)؛ مناقشات مجموعة التركيز، بيجناس، 2001.

الجدول 3. 2. الصفات المستخدمة من قبل المزارعين لتمييز أصناف الذرة في ياكسكابا، يوكاتان، والمكسيك.

	الكوز				لب الكوز			الحبة		الساق		الدورة
الأصناف التي سماها المزارعون*	الحجم	الشكل	اللون	العصافات	الحجم	اللون	المرونة	اللون	الشكل	طول النبات	الثخانة	اللون	الأشهر
Xunk nal	كبير	طويل											
Kannal	اللون	ثخينة، ملونة	ثخين، طويل، ورفيع	ملون		أصفر	كبيرة	طويل	ثخينة	أرجواني	3.5 – 4.5		
Xnuk nal saknal	كبير	ثخين	اللون	ثخينة، طويلة	رفيع، ثخين، رفيع	ملون		أبيض	كبيرة	طويل			3.5-44
Xhe ub	كبير		اللون	كثيرة الأوراق	ثخين، رفيع، صغير	ملون	ثخينة، رفيعة	أرجواني– أسود	كبيرة، صغيرة	طويل			2.5-3.5
X-mejen kannal	صغير	مستدير	اللون	ثخينة	صغير، ملون			أصفر	صغيرة، قاسية	قصير، طويل			2-2.5
X-mejen nal, saknal	صغير، نظامي		اللون	ثخينة	ثخين			أبيض	كبيرة	طويل، قصير			2-3
X-tup nal	صغير مع نقاط		اللون	ثخينة وكثيرة الأوراق	رفيع، طويل				صغيرة	قصير			2-2.5
Tsiit bakal	صغير، كبير			رقيقة مع نقاط	ثخين					طويل			3-3.5
Nal xoy	كبير		اللون	شوكية، ثخينة					صغيرة	طويل			3-3.5

المصدر: مورالیس–فالديراما وكوينيونيس–فيغا (2000)، بيانات من تحليل كلوديا إيزيغويري، 2002.

* kannal = أصفر؛ *saknal* = أبيض، *xhe ub*= أرجواني.

للتمييز بين الأصناف، بينما تستخدم صفات التكيف والاستخدام بشكل أكثر شيوعاً لتمييز العشائر لسلالة محلية وحيدة مسماة (الجدول 3.3؛ انظر أيضاً كازاريز– سانشيز 2004 و كازاريز سانشيز ودوتش –غاري 2004 للصفات التغذوية والفيزيائية للسلالات المحلية للذرة وارتباطها بأطباق محددة). ومما يثير الاهتمام هو أن النضوج المبكر– أو موعد الحصاد – يحمل أهمية كبيرة في تمييز أصناف الأرز في يوكاتان، حيث تعتبر دورة النمو الأقصر مهمة لتجنب فترات الجفاف، بينما في المغرب تستخدم الدورة فقط لتمييز العشائر ضمن الأصناف.

الجدول 3.3. مقارنة بعض الصفات التي يستخدمها المزارعون للتمييز بين وداخل أصناف الفول في المغرب والذرة في يوكاتان، المكسيك.

	المورفولوجيا					دورة النمو	التكيف		الاستخدام	
	شكل القرن، وطوله وشكله (فول)	لون البذرة	حجم البذرة	شكل الورقة (فول)	ثخانة العصافات (ذرة)	موعد الحصاد	مقاومة للجفاف	مقاومة للشمس	إمكانية أو سهولة طبخها	سهولة نزع الحبوب عن الكوز
الفول										
التمييز بين الأصناف	×	×	×							
التمييز داخل الأصناف (بين مجموعات البذور)				×		×	×	×		
الذرة الصفراء										
التميز بين الأصناف	×	×	×			×				
التمييز داخل الأصناف (بين مجموعات البذور)				×	×		×	×		×

المصادر: آرياس وآخرون. (2000)؛ صديقي وآخرون (2001)؛ مورواليس – فالديراما وكوينيونيس –فيجا (2000)

قد يتطابق اسم صنف محصول يطلقه أحد المزارعين مع اسم نفس الصنف الذي يطلق مزارعون آخرون عليه في القرية نفسها. لكن مع اتساع المسافات، قد لا تعد هذه الأسماء متسقة في القرى المجاورة. وكشف الدليل في إثيوبيا عن أسماء مختلفة لنفس الصنف، مما يعكس التركيز على صفات مختلفة من قبل مزارعين مختلفين أو مجتمعات مختلفة. والمثال على ذلك القمح القاسي في إثيوبيا: ففي بعض القرى يطلق عليه «أبيض» بينما يسمى في قرى أخرى «مبكر» (تانتو 2001). ووجد تيسفاي ولوديرز (2003) دليلاً ممثلاً لموز الحبشة ((وهوensete محصول تم إكثاره بنبات التكاثر، وأطلق على بعض من سلالاته المحلية أسماءً مختلفة في مواقع مختلفة.

وحتى داخل قرية ما، قد يطلق مزارعون مختلفون أسماءً مختلفة على أصناف محاصيل ذاتها. وقد قام ساوادوغو وآخرون (2005) بقياس الاتساق بين المزارعين داخل مواقع في بوركينا فاسو لتسمية أصناف الذرة البيضاء (الجدول 3 .4). وترتبط أسماء الأصناف بالصفات المظهرية للنبات (الارتفاع، الشكل، اللون، وحجم الحبة، ولونها، وفتح العصافات في النجيليات)، والسلوك الزراعي (دورة النمو، ومواعيد الإزهار)، والتكيف مع البيئة (تحمل الجفاف، ومقاومة الآفات، والأمراض، والطيور، وتكيف التربة)، واستخداماتها (استهلاكها طازجة، نوعية الطبخ، والمذاق). وتعكس اختلافات معينة في أسماء الأصناف داخل نفس

الجدول 3. 4. اتساق أسماء أصناف الذرة الرفيعة لدى المزارعين المحليين في بوركينا فاسو

الاسم الأكثر شيوعاً للصنف	المزارعون المدركون للصنف بحسب الاسم الشائع في الموقع الذي يزرع فيه على نطاق واسع (%)		أسماء أخرى تعطى للصنف من قبل مزارعين في موقع واحد أو موقعين (%)		
الاسم الأول	موقع ثيوغو (6 قرى)	موقع توغوري (6 قرى)	الاسم 2	الاسم 3	الاسم 4
Kurbuli	100	5.55	0	0	0
Zugilga	0	100	33.34	0	0
Zuwoko	72.22	0	77.8	27.77	22.22
Fibmingu	83.4	0	77.8	22.22	16.66
Z. fibsablega	100	16.70	83.4	0	0
Gambre	100	0	0	0	0
Z. wabugu	0	94.44	100	5.55	0
Balingpelga	0	100	100	0	0
Pokmiugu	5.55	77.8	94.44	22.22	0
Pisyobe	0	50	27.77	22.22	0
Zuzeda	0	72.22	27.77	22.22	0

المصدر: ساوادوغو وآخرون. (2002)

القرية أو المجتمع اختلافات في اللغة المستخدمة لتسمية الصنف. فالصنف *pokmiugu* في ثيوغوغو على سبيل المثال هو *fibmiugu* في توغوي. و *Pok* هو *fiba* ويعني "عصافة» في الموري، وعليه، يكون *fibminugu* هو عينه *pokmiugu*. وتعرف بعض الأصناف (*kurbuli* و *gambre*) في موقع واحد فقط، بينما وجد الصنفان *zuwoko* و *de fibmiugu* واستخدما في موقع واحد فقط، لكنهما عرفا من قبل المزارعين من موقع آخر بثلاثة أسماء مختلفة هي *fibmiugu.* و *banigpelega* و *pokmiugu*

الصفات الزراعية كمؤشر على التنوع

يعرض المستوى الذي من خلاله يتم تقييم التنوع الوراثي للمحصول على مستوى المزرعة معلومات مختلفة حول حجم التنوع القائم ونمطه. واستُخدم إحصاء عدد الأصناف المسماة لتقييم الغنى بالأصناف عبر مقاييس مكانية وزمانية محددة لإعطاء مؤشر حول التنوع الموجود على مستوى المزرعة لكثير من المحاصيل الرئيسة، بما في ذلك البطاطا (كويروس وآخرون، 1990؛ بروش وآخرون، 195؛ تسيمر 2003)، والذرة (بيللون وتايلور 1993؛ بيللون وبروش 1994؛ لوتي وآخرون، 1997)، والفاصولياء (مارتن وآدامز 1987؛ فوس 1992)، المينهوت (بوستر 1985)، والذرة البيضاء (تيسوم وآخرون. 1997؛ انظر الفصل الثاني أيضاً). مع ذلك، يبقى السؤال المطروح فيما إذا كان استخدام أسماء أصناف المحاصيل المحلية يقدر على نحو صحيح التنوع في أصناف المحاصيل المحلية بسبب غياب الاتساق في تسمية ووصف أصناف المحاصيل المحلية لدى المزارعين (جارفيس وآخرون، 2004).

وفي المغرب، أظهر صديقي وآخرون 2001 ،2002)) أن المزارعين في قرى مختلفة يستخدمون أسماءً لتصنيف أصناف الفول التي تحمل نفس مجموعة صفات البذور والقرون. وقد جمعت الأسماء والأوصاف التي أطلقها المزارعون على أصناف الفول المحلية في شمالي المغرب معاً ضمن عينات للبذور من 185 مزرعة مختارة عشوائياً في 15 قرية تنتمي إلى خمسة مجتمعات داخل ثلاث محافظات. وطلب من المزارعين وضع قائمة بأسماء وأوصاف الأنماط المحلية لأصناف الفول التي يعرفونها ويزرعونها. وأدرجت مواصفات كل صنف مع الصفات المميزة بحسب بيان كل مزارع. وقُيّم الاتساق في تسمية الأصناف المحلية للفول لدى المزارعين عن طريق النسبة المئوية للمزارعين الذين يميزون الصنف عينه بالاسم والوصف نفسه.

يظهر الجدول 3 .5أ أن بعض الأصناف نفسها تأخذ أسماءً مختلفة مثل الفول السباعي الأحمر، الفول الرومي، والكبير الأحمر، لكن المزارعين أعطوا نفس الأوصاف لصفاتها. وفي حالات أخرى، جاءت وصف أصناف مثل المتوسط الأبيض بشكل مختلف من قبل مزارعين مختلفين.

الجدول 5.3 أ. أسماء ووصف أصناف الفول لدى المزارعين التي وجدت ووصفت خلال مسوحات حقلية بين الأنماط التي سمعوا عنها، أو عرفوها، أو رأوها، أو زرعوها في المغرب.

اسم الصنف	رمز الصنف	طول القرن	عدد البذور في القرن	حجم البذرة (مع/البذرة)	لون البذرة	شكل القرن
الفول السباعي الأبيض	A	طويل	7	كبيرة (>5.1)	أصفر فاتح	منبسط
الفول السباعي الأحمر	B	طويل	7–6	كبيرة	بني	منبسط
الفول الرومي	C	طويل	7–6	كبيرة	بني	منبسط
الكبير الأحمر	D	طويل	7–6	كبيرة	بني	منبسط
الربيعي الأبيض	E	متوسط	5–4	كبيرة	أصفر فاتح	منبسط
الربيعي الغليظ الأحمر	F	متوسط	5–4	كبيرة	بني	منبسط
الخماسي الغليظ	G	متوسط	5–4	كبيرة	أخضر	منبسط
الخماسي الغليظ الأخضر	H	متوسط	5–4	كبيرة	بنفسجي	منبسط
الفول البلدي الأكحل	I	قصير	3	كبيرة	بني غامق	منبسط
الفول الثلاثي الغليظ البلدي	J	متوسط	5–4	متوسطة (5.1–8.0)	أصفر فاتح	منبسط
البلدي المتوسط الأبيض	K	متوسط	5–4	متوسطة	أصفر فاتح	منبسط
الفول البلدي العادي	L	متوسط	5–4	متوسطة	أصفر فاتح	اسطواني
المتوسط الأبيض	M	متوسط	5–4	متوسطة	بني فاتح	منبسط
الفول الأحمر المتوسط	N	متوسط	5–4	متوسطة	بنفسجي	اسطواني
الفول المتوسط الأكحل	O	متوسط	5–4	متوسطة	بني	اسطواني
المتوسط الأبيض	P	متوسط	5–4	متوسطة	أخضر	منبسط
المتوسط البلدي الأخضر	Q	قصير	3	متوسطة	رمادي فاتح	منبسط
البلدي (أ)	R	قصير	3	متوسطة	رمادي فاتح	اسطواني

يتبع في الصفحة 45

يتبع من الصفحة 44

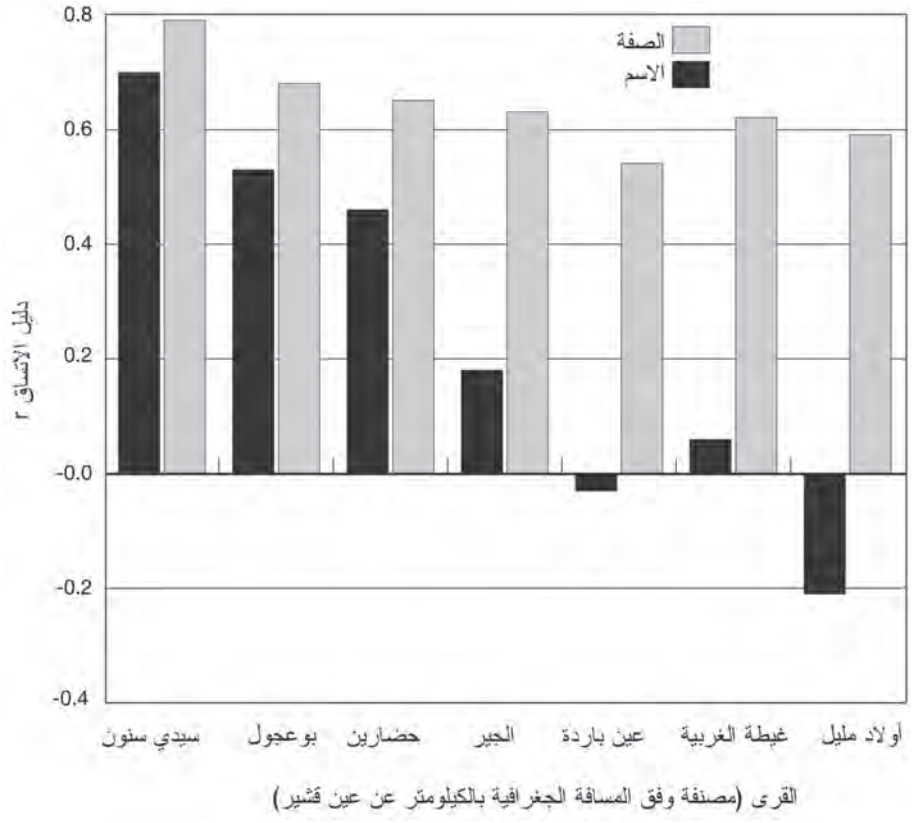
اسم الصنف	رمز الصنف	طول القرن	عدد البذور في القرن	حجم البذرة (مع/البذرة)	لون البذرة	شكل القرن
البلدي (ب)	S	قصير	3	متوسطة	بنفسجي	منبسط
البلدي (ج) الفول الرقيق الأحمر	T	قصير	3	صغيرة (<0.8)	بني	اسطواني
فلت أبيض	U	قصير	3	صغيرة	رمادي فاتح	اسطواني
فويلة بلدية خضراء	V	قصير	3	صغيرة (<0.8)	أخضر	اسطواني
فول بو زيد صغير	W	قصير	3	صغيرة (<0.8)	بنفسجي	اسطواني
الأكحل الصغير	X	قصير	3	صغيرة (<0.8)	أسود	اسطواني

وأخيراً، وجدت حالات أخرى لم تعط فيها الأصناف أسماءً محددة لكن جرى تمييزها من خلال إطلاق اسم عام عليها «بلدي» وذلك رغم قدرة المزارعين على تمييز وحدات مختلفة داخل فئة «بلدي» بدون إعطاء أسماء دقيقة لها. ولوحظ اتساق في أسماء أصناف الفول بين المزارعين في ثماني قرى مغربية واقعة في ثلاثة مجتمعات مختلفة باستخدام معامل ارتباط غير متثابت لأزواج من القرى اعتماداً على مربع chi (الجدول 3 .5 ب). وأعطي مثال عن صنف فول واحد؛ الذي يظهر انخفاض الاتساق مع زيادة المسافة الجغرافية. كما قارن صديقي (بيانات غير منشورة) اتساق أسماء الأصناف مع مجموعات صفات استخدمها المزارعون لوصف الأصناف ووجدوا أن مجموعات الصفات المستخدمة لوصف صنف ما كانت أكثر اتساقاً عبر المناطق الجغرافية أكثر من أسماء الأصناف. وكان الاتساق في أسماء الأصناف بين المزارعين هو الأعلى بين القرى القريبة (قرى المجتمع الواحد). وينخفض دليل الاتساق (معامل الارتباط) مع زيادة المسافة الجغرافية بين القرى بشكل أسرع معنوياً بالنسبة للأسماء منه بالنسبة للصفات (الشكل 3 .1)، مما يشير إلى أن مجموعات الصفات الزراعية المورفولوجية تحمل إمكانية الاتساق عبر المسافة الجغرافية أكثر من الأسماء.

في هنغاريا، وجد مار وآخرون (2004) بالنسبة للفول الشائع أن المزارعين كانوا قادرين على تمييز أصناف فول شائع مختلفة من خلال صفات زراعية مورفولوجية، لكنهم أعطوها الاسم الشائع فقط «فول». وكان ذلك مشابهاً لنظام تسمية الشعير في المغرب، حيث عرفت معظم الأصناف المحلية باسم «بلدي» أي «محلي» لتمييزها

الجدول 3 .5 ب. اتساق تصنيف صنف الفول السباعي الأبيض بين المزارعين في 8 قرى داخل 4 مجتمعات مختلفة كمعامل ارتباط لأزواج القرى اعتماداً على مربع كاي.

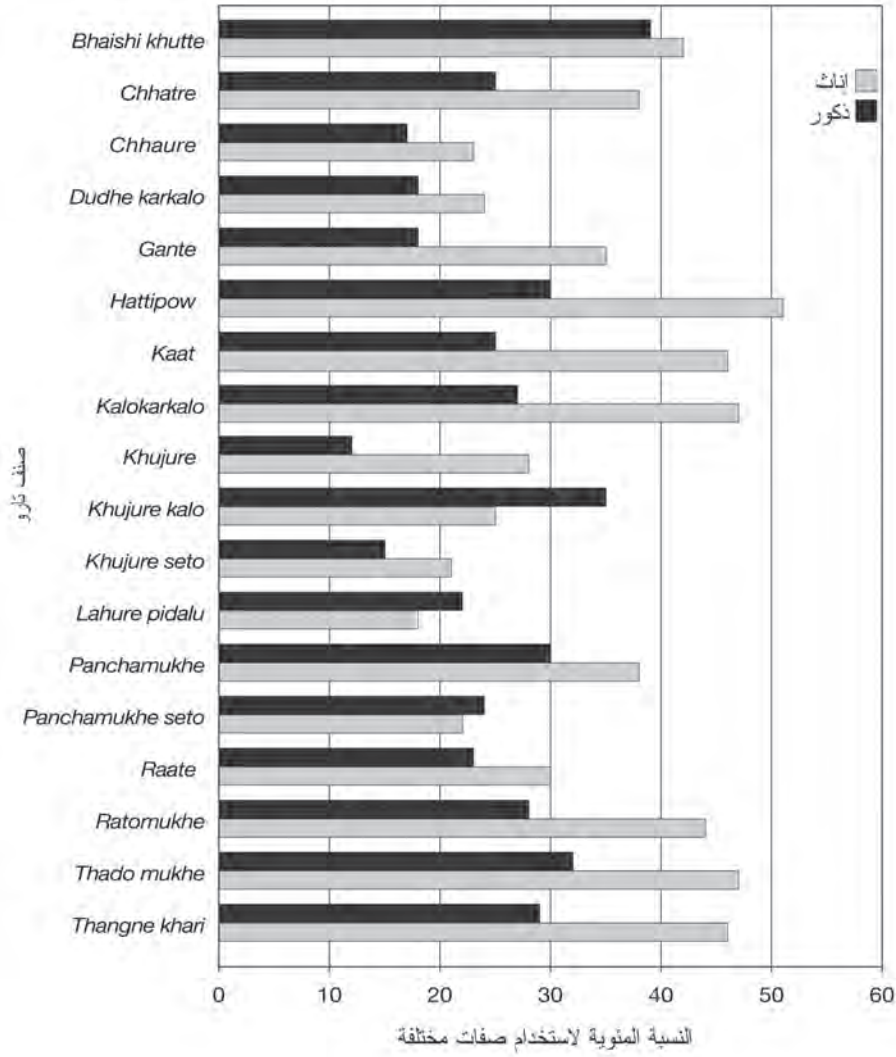
المحافظة	المجتمع	القرية	سيدي سنون	بوعجول	حضارين	الجير	عين باردة	غياطة الغربية	بو رحوفة
تاونات	أورت زاغ	عين قشير	07.0	35.0	64.0	81.0	30.0–	60.0	12.0–
	أورت زاغ	سيدي سنون		35.0	32.0	42.0	22.0	41.0	40.0
	خفساي	بوعجلول			36.0	11.0	70.0	03.0	90.0
	خفساي	حضرين				32.0	70.0–	42.0	90.0
	تماديت	الجير					06.0	11.0	31.0
	تماديت	عين باردة						70.0	32.0
تازة	أولاد مليل	غياطة الغربية							36.0



الشكل 3. 1. مقارنة اتساق الأسماء مع اتساق الصفات بين القرى بالنسبة لصنف الفول السباعي الأبيض اعتماداً على دليل الاتساق (r). ويبلغ معامل الارتباط بين r (دليل الاتساق) و d (المسافة بالكيلومتر من عين قشير إلى 7 قرى أخرى) من حيث الأسماء والصفات = – 0.537 و –0.173 على التوالي؛ وكانت درجة الارتباط المعنوي للأسماء والصفات = 0.002 و 0.280 على التوالي (م. عرباوي، و ل. ج. حوتي، ود. جارفيس، بيانات غير منشورة، 2004).

عن الأصناف الحديثة المدخلة. ومع ذلك، فيمن الواضح أن المزارعين يقومون بتحديد وفصل الأصناف اعتماداً على مواصفات البذور، والسنابل، والنبات، وغلة التبن، ونوعيته كعلف للحيوانات، ونوعية الدقيق في الغالب (رحريب وآخرون، 2002).

وخلافاً للفول، أشارت دراسات أجريت على أسماء القمح القاسي في المغرب أن المزارعين يحددون فئات واسعة تشتمل على أصناف أو مدخلات مختلفة (تاجوتي وسدي 2002). ويعتمد هذا التصنيف المنتظم على مواصفات السنبلة، لاسيما اللون (أسود أو أبيض). وضمن كل فئة، تتقاسم الأصناف الاسم الواسع النطاق عينه، لكن يميزها المزارعون من



الشكل 3. 2. أوصاف أصناف تارو المسماة من قبل المزارعين والمزارعات (نسبة الرجال والنساء المستخدمين لصفات مختلفة لكل صنف)(ديباك ريجال، بيانات غير منشورة، 2004). اختبر ويلكوكسون اختلاف تكرار الصفات بين الرجال والنساء (Z=5.696)

خلال صفات أخرى، مثل نوعية الدقيق، وطول النبات. وفي حالة أخرى، عموماً ما تأخذ أصناف الفصة في المغرب أسماء منشئها الجغرافي، حيث تعد أسماء أصناف الفصة المشتقة من نفس الموقع البيئي أسماءً عامة وتذكر بتكيفها مع التربة والأحوال المناخية. وتميز هنا مجموعتان رئيستان: دمناط (منطقة جبلية) و الريش (منطقة واحة)، حيث تختلف هاتان المجموعتان عن بعضهما من حيث عادة النمو، وسرعة النمو بعد القطع، والتقسية

الشتوية. وضمن كل مجموعة، يفصل المزارعون الأصناف على أساس الصفات الزراعية والمورفولوجية للنبات (بوزيفارين وآخرون 2002).

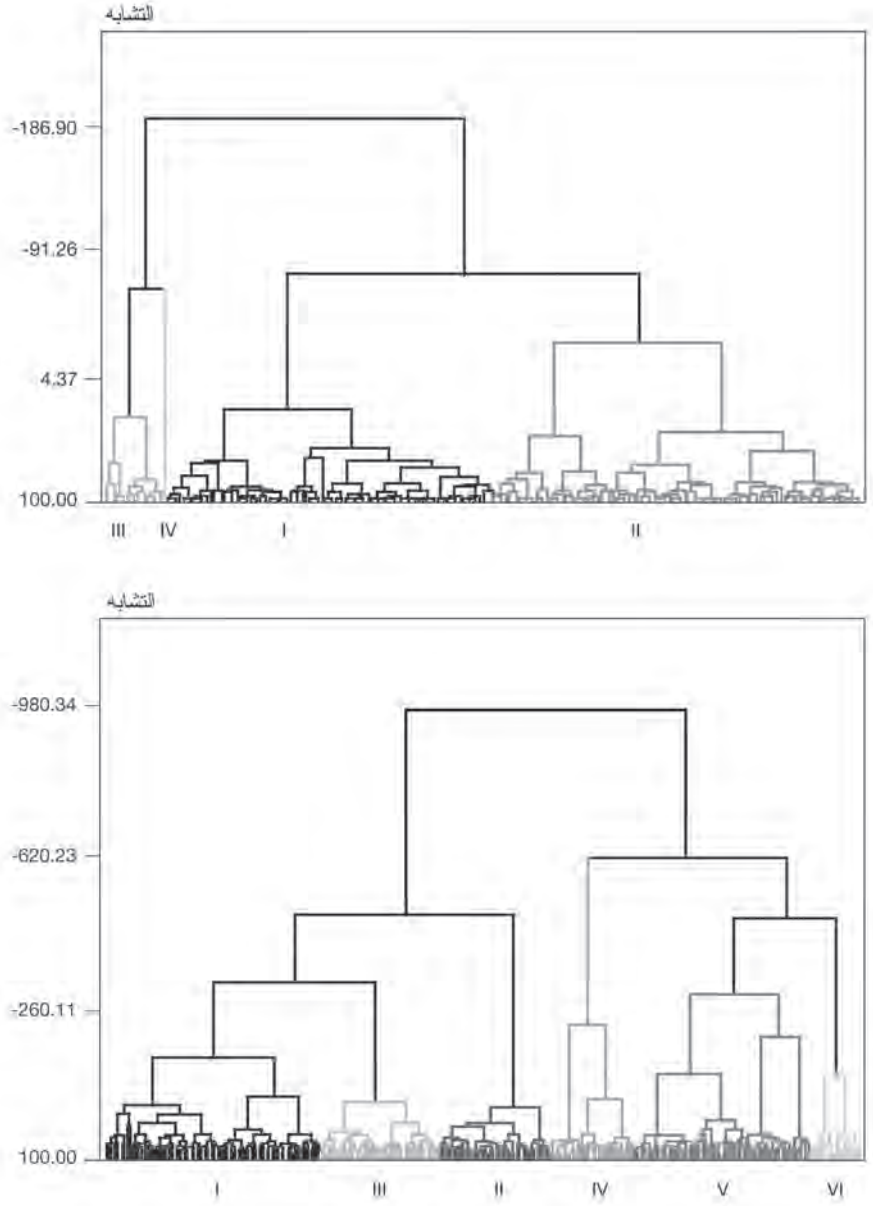
إن كانت مجموعات الصفات هي الوحدة المتبعة لتوحيد التمييز بين الأصناف، فهل يميز المزارعون جمعياً الصنف المحلي نفسه باستخدام الصفات عينها؟ وهل يمكن للاختلاف في الاهتمام بين الجنسين أن يرتبط بتسمية وحدات التنوع وأنماط التنوع على مستوى المزرعة؟ تشير التحريات التي أجريت على تسمية أصناف القلقاس المحلية في نيبال والموضحة في الشكل 3 .2، أن النساء أكثر اتساقاً من الرجال في الصفات التي يستخدمونها لوصف أصناف قلقاس معينة. وقام المزارعون بتوصيف 18 سلالة محلية للقلقاس مقابل 24 واصفة تتعلق بالكورمات (نمطها، شكلها، حجمها، ونموها)، والكويرمات (عددها، وحجمها)، والأوراق (شكلها، وحجمها، وقوامها، ولونها)، والمعاليق (لونها، ولون غمدها، وعددها)، وطول النبات (قصير، متوسط، طويل)، والمجموع الجذري (متشعب). وبالمقارنة مع المزارعين، استخدمت المزارعات الواصفات عينها بشكل متكرر أكثر مع السلالات المحلية وكنّ أكثر موثوقية في تمييز واصفات نوعية من نظرائهن الذكور عندما طلب منهن توصيف السلالات المحلية. واستخدم الرجال في الغالب صفات الكورمات والفروع فقط لتمييز الأصناف، بينما استخدمت النساء الكورمات، وشكل الورقة، وحجمها، وعادات النمو كواصفات إضافية.

أجريت دراسة مشابهة في فيتنام أظهرت نتائجها أن مستوى الاتساق بين النساء (80.57 –98.5 %) كان أعلى قليلاً من مستوى الاتساق بين الرجال (78.2 –94 %)، لكنه لم يكن معنوياً إحصائياً في التسمية ووصف 47 من أصناف القلقاس المزروعة في سبعة مواقع داخل فيتنام (كانه وآخرون. 2003؛ هوو وآخرون 2003).

أسماء الأصناف التي أطلقها المزارعون والتمييز الوراثي

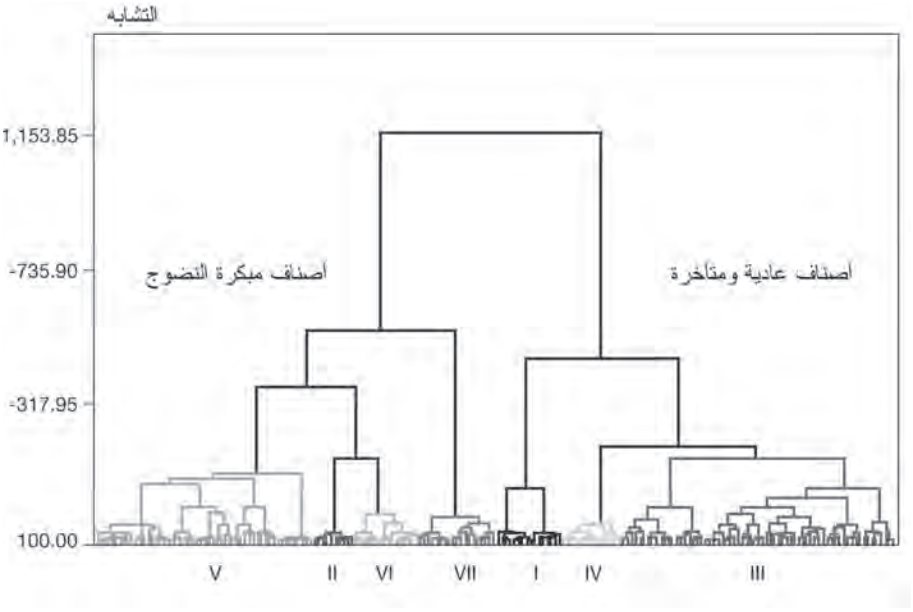
قد تكون الأسماء والصفات التي يستخدمها المزارعون لتمييز أصنافهم متسقة داخل القرى وبينها. مع ذلك، لا تتناول مسألة إلى أي مدى تكون هذه الوحدات المسماة من قبل المزارعين متميزة وراثياً، أو على أي مستوى – زراعي– مورفولوجي، كيمائي– حيوي، جزيئي – قد يوجد هذا التمييز.

نفذ تحليل عنقودي لبيانات زراعية–مورفولوجية لأصناف الأرز المسماة في ثلاثة مواقع تقع على ارتفاعات مختلفة في نيبال (بارا < 100 م؛ كاسكي/بيجناس 1400–600 م؛ وجملا 2200-3000 م) لتقييم تمييز أسماء هذه الأصناف على المستوى الزراعي– المورفولوجي (باجاراتشاريا 2003؛ باجاراتشاريا وآخرون 2006؛ الشكل 3 .3). وعند الموقعين على الارتفاع المنخفض، تم تجميع عشائر السلالات المحلية ذات الأسماء



الشكل 3. 3. مخطط شجري لمدخلات الأرز من ثلاثة مواقع، وأصناف حديثة شاهد، نيبال (باجراتشاريا 2003؛ باجراتشاريا وآخرون 2006). (أ) موقع جملا: أسماء متنوعة لكن مع تنوع وراثي (مورفولوجي) ضئيل في السلالات المحلية. الشكل 3 (أ) مقتبس من باجراتشاريا وآخرين، 2006؛ كانت ألوان السفا والمياسم صفات مميزة. (ب) موقع كاسكي: تم تجميع عشائر السلالات المحلية ذات الأسماء المتطابقة معا، مما يظهر درجة مرتفعة من الاتساق في الأسماء والأوصاف الزراعية–المورفولوجية؛ وشوهد طيف واسع من التباين الزراعي المورفولوجي: كانت الصفات المورفولوجية للأوراق والحبوب مهمة. (ج) موقع بارا: شوهد تجميع واضح من قبل وحدات المزارعين للتنوع والنظم الزراعية، مما يظهر اتساقا كبيراً في الأسماء والأوصاف الزراعية–المورفولوجية؛ وفسرت الصفات الكمية 60% من إجمالي التباين في تحليل المكونات الأساسي. وكانت صفات فترات النمو مهمة.

يتبع من الصفحة 50



المتطابقة معاً، حيث أظهرت درجة عالية من الاتساق في الأسماء والوصف الزراعي–المورفولوجي ، بينما عند موقع جملا المرتفع، ورغم وجود أسماء عديدة، لم يوجد سوى القليل من التنوع المورفولوجي للصفات المدروسة.

كشف التقييم المورفولوجي للقلقاس في فيتنام أيضاً تبايناً ضمن الأسماء المتشابهة (هاي وآخرون. 2003) وبين السلالات المحلية للقلقاس التي حملت أسماء مختلفة (هو وآخرون. 2003؛ توين وآخرون. 2003). وقد أظهر العمل على أصناف الأرز في الهند وفي وادي كاجايان في الفلبين أن العينات التي تحمل الاسم عينه غالباً ما تكون ذات تركيبة وراثية مختلفة نوعاً ما على المستويين الكيمائي–الحيوي والجزيئي (فام وآخرون. 1999؛ سباستيان وآخرون. 2001).

وكشف تحليل مماثل للاختلافات الوراثية بين أصناف الفول التي يزرعها المزارعون في المغرب – تقييم زراعي–مورفولوجي باستخدام 10 أصناف موصوفة بشكل منتظم من بين 14 صنفاً مزروعاً في المنطقة – كمّاً هائلاً من التنوع المظهري في أنماط الأصناف هذه بالنسبة لجلّ المواصفات المدروسة (صديقي وآخرون. 2002). وكشف تحليل عنقودي هرمي و تحليل تمييزي متعدد المتغيرات أن مجموعات البذور التي تحمل نفس الاسم قد جمعت معاً بشكل عام. وتتوافق هذه النتائج مع الوصف المظهري للأنماط من قبل المزارعين، مما يشير إلى أن الوحدات المسماة من قبل المزارعين، بالنسبة لهذه العشائر، هي وحدات مميزة، وأن

الجدول 3 .6. نسبة المدخلات من كل صنف مصنف ضمن فئات الوظائف التمييزية اعتماداً على الاحتمال اللاحق للعضوية

الفئات الأصلية (الأصناف المعتمدة على التحليل التمييزي العاملي للأسماء التي أطلقها المزارعون)		الفئات (العناقيد)									
الاسم	الرمز	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الكبير الأحمر	D	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ربيعي الأبيض	E	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
فول بلدي الأكحل	H	0	0	86	0	0	0	14	0	0	0
ثلاثي غليظ بلدي	I	0	0	0	71	0	0	29	0	0	0
البلدي المتوسط الأبيض	J	0	0	0	14	86	0	0	0	0	0
الفول المتوسط الأحمر	M	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
الفول المتوسط الأكحل	N	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
فلت بلدي	U	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
الفول الرقيق الأحمر	T	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
فول بوزيد صغير	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

الصفات مبنية على قاعدة وراثية. وأكدت البيانات الأولية للمسافات الوراثية المعتمدة على الواسمات الجزيئية باستخدام تضخيم سريع لـ DNA متعدد الأشكال أن الاختلافات بين مجموعات بذور أنماط مختلفة تجاوزت الاختلافات بين مجموعات البذور التي تحمل الاسم عينه (بيلكادي 2003؛ بينتشكتشو 2004). وفي المغرب، يتسق نمط تصنيف المدخلات الذي أرسي لـ 10 أصناف محلية اعتماداً على صفات مظهرية بشكل كبير مع واصفات المزارعين لأصناف الفول (بيلكادي 2003). ويظهر الجدول3 .6 أن 94% من أصل 70 مدخل خضعت للتحليل قد صنفت بشكل صحيح في أنماط أصنافها اعتماداً على نقاط التشابه في الصفات الزراعية–المورفولوجية. وعليه، يتوافق النمط العنقودي المظهري بشكل كبير مع واصفات المزارعين للأصناف المحلية. ويتوافق تمييز الأصناف اعتماداً على الصفات المظهرية مع رؤية المزارعين لتصنيف الأصناف. وبالنسبة لهذه الأصناف العشرة، تلتقي وحدات التنوع الخاصة بالمزارعين مع وحدات التنوع المظهري الخاضعة للقياس.

التباين المقبول في الأسماء والتمييز الوراثي

إلى أي مدى يكون التباين المرتبط «بالاتساق» كبيراً؟ في أوغندا، قد تصل نباتات التكاثر الجديدة للموز إلى منطقة ما بدون أن تصل أسماؤها الأصلية، حيث تعطى أسماءً جديدة، تماماً مثلما قد تغير مجموعات عرقية اسماً بعد أن ترزق بطفل جديد (كارامورا وكارامورا 1994). ولتحديد ازدواجية محتملة لـ 192 اسماً متغيراً للموز، قام كارامورا (1999) أولاً بحساب تقدير الاختلاف لأزواج من أفراد نباتات التكاثر لنفس النبات اعتماداً على 61 صفة مورفولوجية. وكان لأزواج أفراد نباتات التكاثر من نفس النبات معامل مسافة تراوح بين 0.044 إلى ،0.147 حيث استخدم كقاعدة للنظر إلى السلالات المحلية التي تتشارك بنفس الاسم، ولا تتشارك بأفراد نباتات التكاثر لتحديد إن كانت العينات في الواقع أصنافاً مختلفة وراثياً. وتبين أن سبعة وتسعين من نباتات التكاثر كانت مميزة من دراسة 192 متغيراً مسمى. وكان لثمانية عشر زوجاً من المدخلات ذات الأسماء المتشابهة قيماً مختلفة تحت0.1 معطية قيماً متشابهة لأفراد نباتات التكاثر المأخوذة من نفس النبات. وكان لأربعة أزواج قيماً متشابهة وقعت خارج مجال أفراد نباتات التكاثر وبذلك كان يمكن اعتبارها نباتات تكاثر مختلفة.

وحدات إدارة التنوع الخاصة بالمزارعين

تثير مناقشات حول وحدات إدارة التنوع الخاصة بالمزارعين (FUDS) بالمقارنة مع استخدام اسم الصنف ببساطة أسئلة عدة: هل هذه الوحدة فريدة مثلما هي ديناميكية،

وهل قد تتغير مع الزمن؟ هل عملية ضم الصنف المسمى من قبل المعلن عنه يجعل من الوحدة فريدة؟ تتسم الأسماء والصفات لوصف أصناف مسماة بإمكانية الاختلاف ليس وفقاً للمكان وحسب، بل وفقا للزمان أيضاً. وقد يبقى الاسم كما هو، لكن قد تتغير الصفات المستخدمة لوصف الصنف المسمى. وبشكل مماثل، قد تبقى الصفات التي يستخدمها المزارعون لوصف صنف ما ذاتها، إلا أن الاسم المرتبط بهذه المجموعات من الصفات قد تتغير مع الوقت، حيث يتبنى مزارعون جدد هذه المواد ويزرعونها. كما قد يعدل المزارعون الأسماء العامة من خلال إضافة واصفات جديدة للاسم كصفات جديدة تظهر على عشائرهم (انظر باندي وآخرون. 2003 لمثال عن القرع الاسفنجي (Sponge gourd) و ريجال وآخرون 2003 لمثال عن القلقاس). وقد تعتمد التغيرات في الاسم على كيفية تغير المعرفة التقليدية بهذه الأصناف مع مرور الأجيال وكيفية تغير المواقف والآراء بخصوص هذه الأصناف مع الوقت. وتكمن النقطة الأساسية لكافة هذه الاحتمالات في مفهوم أن التركيبة الوراثية لعشائر السلالات المحلية ليست ثابتة، بل مستمرة في تطورها مع الوقت (براون 2000). ومع انتخاب المزارعين للبذور أو النباتات للجيل القادم، قد تبقى الصفات المستخدمة في الانتخاب للدورة الزراعية القادمة ثابتة أو ربما تتغير، مما قد يؤدي إلى تغيرات في البنية الوراثية للنبات (انظر الفصل 4).

قد تكون الصفات الأكثر أهمية بالنسبة للمزارعين لتمييز صنف ما مختلفة عن الصفات الواضحة وراثياً المستخدمة من قبل الباحث للتمييز بين الأصناف. ففي نيجيريا، وجد بوسو وآخرون (2000) أن الممارسات التي يتبعها المزارع لإدارة الدخن اللؤلؤي – وهو محصول تلقيح خلطي – أدت إلى خلق اختلافات كبيرة بين المزارعين أكثر من الاختلافات بين الصف الذي يحمل نفس الاسم والمزروع من قبل مزارعين مختلفين. وعليه، فإن السلالات المحلية الفردية ذات الأسماء المختلفة والمزروعة من قبل مزارع واحد كانت أكثر تشابهاً في بنيتها الوراثية منه في السلالات المحلية التي تحمل نفس الاسم لدى مزارعين مختلفين. وفي هذه الحالة، فإن الصفات التي يستخدمها المزارعون لتمييز الأصناف ذات الأسماء المختلفة لم تتمخض عن هوية وراثية على المستوى الجزيئي. وعلى نحو مماثل للذرة في المكسيك (نوع آخر للتلقيح الخلطي) وجد بريسوار وبيرشاود (2004) أن التباين الكبير في مجال الإزهار والفترة الفاصلة بين نثر الحبوب وخروج الحريرة (anthesis silking interval) بين العشائر يشير إلى أن نمط بنية العشائر لهذه الصفات الزراعية– المورفولوجية قد يكون مختلفاً جداً عن ذلك الموصوف بالواسمات الجزيئية.

ورغم الاختلافات التي تطال الصنف بمرور الوقت، يبقى اسم الصنف داخل الأسرة أو القرية كما كان في السابق، أو قد يقرر القيّم على الصنف أن ما يتوافر اليوم (مقارنة بالماضي) هو مختلف تماماً عما كان (كما سنرى في الفصل الرابع في مثال الموز)، وبذلك يغير الاسم. إلا أن النقطة الأساس هي أن العشائر المسماة – بغض النظر عن اختلافها

الوراثي – ستعامل بطريقة خاصة، وهي بدورها ستؤثر في البنية الوراثية المستقبلية للعشائر على مستوى المزرعة أو حتى تتحكم بها (براون وبروبايكر 2002).

قد توجد اختلافات في الطريقة التي يقسم فيها التنوع اعتماداً على المواصفات الحيوية للمحصول. ولخص هامريك وغودت (1977) تأثير نظام التربية في التباين داخل عشائر المحصول وبينها، وكشفا أن أصناف التلقيح الذاتي أظهرت تمايزاً في العشائر أكثر بمرتين من أصناف التلقيح الخارجي. وعليه فمن المتوقع أن تكون الاختلافات بين الأصناف أقل بروزاً في المحاصيل ذات التلقيح الخارجي منه في تلك ذات التلقيح الذاتي. ومن ناحية أخرى، قد تكون الأصناف المسماة من قبل المزارعين ذات دقة أكبر بالنسبة لأصناف التلقيح الذاتي منه في أصناف التلقيح الخارجي. وبالنسبة للفصة ذات التلقيح الخارجي، قد يطلق اسم «بلدي» على المادة المزروعة في كامل القرية، بينما بالنسبة للذرة البيضاء، وهو محصول تلقيح خارجي جزئي، فقد تزرع عديد من السلالات المحلية المسماة في نفس القطعة. أما السلالات المحلية ذات التلقيح الخارجي كالذرة الصفراء، فيتم تسميتها، وإدارتها كوحدات منفصلة، وتمييزها بصفات مورفولوجية قابلة للتوريث من قبيل لون البذرة، والانزياح في موعد الإزهار، وقد تراكم انحرافاً وراثياً معنوياً جداً مع الوقت.

هل من الممكن تصنيف الأصناف المسماة إلى مجموعات وظيفية؟ هل التصنيف المنظم للأسماء ممكن من خلال تحليل آراء المزارعين بالمجموعات الوظيفية؟ أظهر زو وآخرون (2001) أنه رغم اختلاف الأسماء التي تطلقها مجموعات عرقية في جنوب غربي الصين على المحاصيل تبعاً للغات المحلية، إلا أنه جرى تمييز الأنماط المورفولوجية الرئيسة بوضوح عبر المجموعات العرقية المختلفة. وصنف غاوتشان وآخرون (2003؛ انظر أيضاً الفصل 16) أصنافاً مسماة إلى أصناف ذات مستويات شديدة التنوع، وذات صفات تكيفية خاصة، وأخرى نادرة، مع ملاحظة أن الأنماط المختلفة للأسر تملك قدرة أكبر على المحافظة على الأصناف ضمن فئة ما أكثر من أخرى.

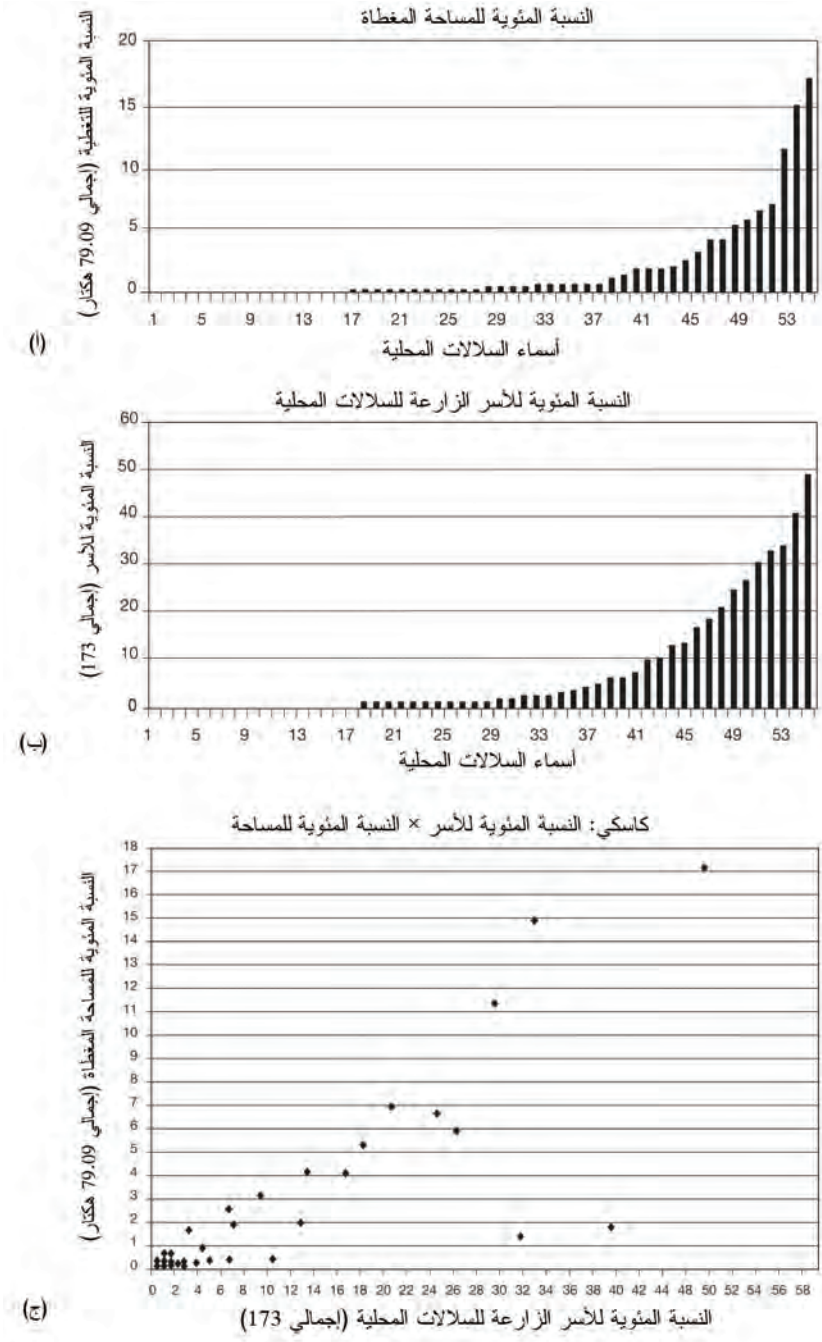
أنماط التنوع المكاني وأسماء الأصناف

قد يعطي توزع أسماء الأصناف هذا داخل المجتمعات والمناطق وبينها مؤشرات عن غنى وتوافق أنماط التنوع الوراثي على مستوى المزرعة. وقد طورت طرائق لتوصيف حجم وتوزيع أصناف المحاصيل في نيبال اعتماداً على متوسط المساحة وعدد الأسر الزارعة لكل محصول (ثابيت وآخرون. 2000). وصنفت أصناف محلية إلى مجموعات الأصناف التي تحتل مساحات كبيرة أو صغيرة (اعتماداً على المساحة المتوسطة) وأصناف مزروعة من قبل كثير أو قليل من الأسر (اعتماداً على عدد الأسر). وتستخدم طريقة التحليل رباعي الخلايا هذه (FCA) بعدة طرق. وقامت رنا وزملاؤها (انظر رنا 2004) بحساب المساحة

المتوسطة بالهكتار للأسرة لكل صنف مزروع في القرية لتحديد إن كان يجب اعتبار الصنف مزروعاً فوق مساحة كبيرة أو صغيرة على مستوى الأسرة. وأدت هذه الطريقة إلى ظهور مشكلة على اعتبار أن الأسر التي تمتلك مساحة أكبر من الأراضي الزراعية لديها القدرة على زراعة مساحات أوسع بأي صنف، بينما الأسر ذات المساحة الأقل من الأراضي فلم تتمكن سوى من زراعة مساحة صغيرة فقط (بصنف واحد أو أكثر). ولتصحيح هذه المشكلة، أعيد تحليل المعلومات باستخدام نسبة مئوية للمساحة المغطاة داخل القرية بصنف واحد مقارنة مع نسبة المزارعين الزارعين للصنف، حيث توضح النتائج في الشكل 3 .4.

تزرع الأصناف في الزاوية العلوية اليمنى من الشكل 3. 4 c من قبل كثير من المزارعين وتغطي نسبة كبيرة من مساحة القرية المخصصة لزراعة الأرز. كما يوجد عدد كبير من الأصناف المزروعة من قبل عدد قليل جداً من المزارعين يغطي بشكل إجمالي نسبة قليلة من المساحة المزروعة بالأرز. ويتضح من المخطط البياني أنه بالنسبة لمعظم الأصناف المزروعة، تزداد المساحة المغطاة مع زيادة عدد المزارعين الزارعين لصنف ما، كما تزداد المساحة التي تغطيها هذه الأصناف. وتعد الأصناف التي تقع خارج المنحى الرئيس جديرة بالملاحظة، مثل النقطتين عند الزاوية السفلية اليمنى من الشكل 3. 4 C، التي يزرعهما الكثير من المزارعين لكن في مساحات صغيرة بحيث أن النسبة المئوية الإجمالية للتغطية لا تزيد بنفس النسبة التي تزيد فيها الأصناف الأخرى. والصنفان*seto* و *rato anadi* *anadi* هما صنفا أرز لزج (glutinous) مزروعان بشكل شائع في مساحات مروية أو ما يعرف بـ *dhab* (أي المساحات المغمورة بالمياه دائماً). ويحمل هذا الصنفان قيمة لصناعة وجبات محلية خلال الاحتفالات. ويميل المزارعون إلى زراعة هاتين السلالتين المحليتين، ذات الأهمية الدينية والثقافية، فوق مساحات صغيرة لتلبي الاحتياجات الخاصة بأسرهم.

وجد هيو وآخرون (2003) عقبة أخرى أمام استخدام طرائق التحليل رباعي الخلايا (FCA) وصفت عند استخدامها مع القلقاس في فيتنام. فقد تباين متوسط المساحة المسجلة والمزروعة بالقلقاس بشكل كبير اعتماداً على الظروف الزراعية–البيئية وتقلبات الأسواق. ففي مواقع الدراسة، تراوحت من 28 إلى 3600 متر مربع، بينما تراوح متوسط عدد مزارعي كل صنف قلقاس من 1 حتى 25، وعليه كانت عبارات «مساحة كبيرة ومساحة صغيرة» و «الكثير والقليل من المزارعين» نسبية، واختلفت من قرية إلى أخرى. علاوة على ذلك، أظهر تحليل لأنماط توزع التنوع أن القرى ذات المساحة الكبيرة المزروعة بالقلقاس لم تكن بالضرورة غنية بتنوع القلقاس. وبصورة عامة، زرع صنفان أو ثلاثة أصناف من القلقاس المحلي في مساحات كبيرة من قبل الكثير من الأسر. وبهذا يمكن تحديدها على أنها أصناف منتشرة بشكل شائع في الموقع. وثمة طلب كبير على هذه الأصناف الشائعة والمنتشرة في السوق لما تحمله من صفات عالية النوعية. لكن لا تزال الكثير من الأصناف (من أربعة إلى تسعة أصناف) تخضع لإدارة بعض الأسر في قطع صغيرة .



الشكل 3. 4 (أ) إعادة تحليل بيانات الأرز اعتماداً على (ب) نسبة المساحة المغطاة (79.09 هـ إجمالي) و (جـ) نسبة المزارعين (HH= الأسر، 173 بالمجمل) الزارعين للصنف في كاسكي، والموقع البيئي في منتصف الهضبة (بيانات أولية من ثابيت وآخرين 2000).

يظهر الجدول 3 .7 حجم تنوع القلقاس من حيث عدد أسماء الأصناف. وتعد النظم البيئية في المناطق المتوسطة، والجبلية، والساحلية الجنوبية غنية بعدد أصناف القلقاس. وتم حساب دلائل تنوع الطرز الوراثية لمعرفة تنوع القلقاس باستخدام دليل سيمبسون لمقارنة الاختلاف في تساوي القلقاس (أي تردد المزارعين الزارعين لكل صنف قلقاس على مستوى القرية). كما يوضح الجدول 3 .7 أيضاً المقارنة بين المواقع لمعرفة دلائل التنوع في القلقاس. ووجد أعلى دليل للتنوع في موقع سابا، وبعده جاء دا باك، فو فانغ، و نهو كوان. أما التنوع الأدنى فكان في ترا كو.

وفي المغرب، تم تقييم أهمية الأصناف المحلية من خلال النسبة المئوية للمساحة المزروعة بكل صنف محلي في المزرعة في منطقة جغرافية محددة. وقُيم التوزع المكاني للأصناف المحلية بحسب تردد المزارعين المستخدمين لكل صنف. ووجد أن عدد أصناف الفول المزروعة في الموسم عينه لم يرتبط بحجم المزرعة (صديقي وآخرون. 2005).

وأظهر غرم وآخرون (2003) أنه بدلاً من حساب المساحات الفعلية، يمكن للباحثين مع المزارعين والعاملين المحليين في قطاع التنمية استخدام طريقة التحليل رباعية الخلايا لإعطاء المزارعين فرصة لمناقشة آرائهم حول المكان الذي يجب أن يوضع فيه صنف ما داخل الخلايا الأربع، وإن كانوا يعتبرونه نادراً أم شائعاً، منتشراً أم محلياً. واستخدم غرم وزملاؤه هذه الطريقة في إفريقيا جنوب الصحراء لمناقشة آراء المزارعين بخصوص الأرز، واليام، والذرة البيضاء، والدخن، والبازلاء. وقد رفعت هذه الطريقة من مستوى الوعي بشكل كبير لدى المزارعين والمرشدين الزراعيين حول مدى وتوزع أصناف المحاصيل المحلية، حيث تستخدم في الوقت الراهن في جامعات بينين وزمبابوي كوسيلة لتقييم التنوع على

الجدول 3 .7 حجم تنوع الصنف تارو في مناطق بيئية مختلفة من فيتنام، 2003

الموقع البيئي	عدد الأصناف	مجال المساحة المزروعة والأصناف ($م^2$)	معدل عدد الأصناف/الأسر	دليل التنوع (H)
سا با	12	28-907	2-4	0.847
دا باك	10	25-360	2-3	0.800
نهو كوان	9	40-1,810	1-3	0.680
فو فانغ	9	50-241	2-4	0.730
نجهيا هونغ	4	36-216	1-2	0.378
ترا كو	3	50-310	1-2	0.340

المصدر: هو وآخرون. (2003)

مستوى المزرعة (م. غرم، تواصل شخصي 2003). كما تستخدم الطريقة أيضاً لفهم الحكمة من تخصيص المزارعين لمساحة من الأرض لكل صنف، وتحديد الأصناف الشائعة والنادرة، ورصد تنوع المحاصيل المحلية بهدف المحافظة عليها في نيبال، وموزنبيق، وسريلانكا، وماليزيا (ب. ثابيت، تواصل شخصي 2003).

وفي أوغندا، استخدم مولوبا وآخرون (2004) طريقة التحليل رباعي الخلايا هذه لتحديد وفهم الممارسات الفضلى للمحافظة على السلالات المحلية النادرة للموز في منطقة لوينغو شبه القاحلة في أوغندا. وباستخدام هذه الطريقة، سجل الباحثون ما مجمله 66 صنف موز في تلك المنطقة. وبالنسبة للأصناف الـ 19 التي اعتبرها المزارعون أصنافاً نادرة، تم تحديد ما مجمله 21 ممارسة لإدارتها. وأظهر تحليل المكونات الأساسية أن من بين الـ - ممارسة، كان 9 منها جد محورية لبقاء السلالات المحلية النادرة.

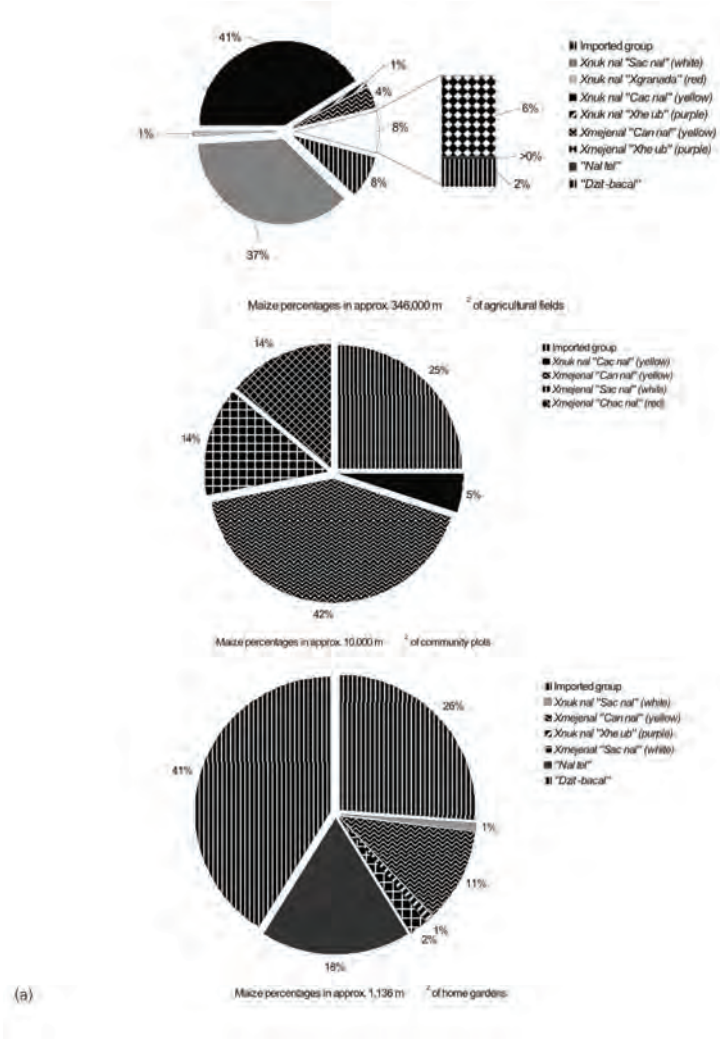
استخدم كارامورا وآخرون (2004) التحليل ذاته لفهم استراتيجيات الإدارة التي يتبعها المزارعون لتحديد أي من هذه الاستراتيجيات تسهم في الحد من الآفات مع المحافظة على التنوع. وأشارت نتائجهم إلى أن المجتمعات في موقع الدراسة تحصل دائماً على طرز وراثية جديدة للموز وتقوم بانتخابها، بمعدل 13 طرازاً وراثياً في المزرعة. ومن بين التنوع الذي شوهد في هذا الموقع، تم صون قرابة 45% من الطرز الوراثية ضمن كميات صغيرة وفي مساحات صغيرة جداً لعدة أسباب. ورغم تحديد المزارعين لأكثر من 20 ممارسة للإدارة على مستوى المجتمع تعتمد على الموز على أنها أساسية لصون الحد الأعظم من التنوع الممكن للأصناف، إلا أن الإدارة الناجحة لبساتين الموز اعتمدت على التنفيذ الدقيق لعدد من ممارسات المجتمع المنتخبة والمتكاملة والمعتمدة على الموز (بما في ذلك الزراعة المنعزلة، وتخلخل التربة، النقل المتواصل، واستخدام الغراس، واستخدام السماد الأخضر).

يعمل التخصيص المكاني لبعض الأصناف بمناطق إنتاج مختلفة واستخدامات الأراضي على ربط المعرفة المحلية بالبيئة مع الممارسات الخاصة بثقافة المجتمع. ويصف الإطار 1. 3 مثالاً يرتبط فيه تخصيص الأصناف بمواقع الإنتاج المرتبطة بالجنسين في المكسيك. وغالباً لا يجازف المزارعون في تحسين فعالية ربط أصنافهم بمواقع إنتاج معينة. وربما تكون الأصناف التي انخفض استخدامها عبر الأجيال باعتبارها تخص موئلاً محدداً في الواقع أكثر تكيفاً أو أفضل إنتاجية في مواقع إنتاج مختلفة خارج بيئتها الأم وذلك يعود إلى تعقيد مسألة التكيف. وقد يكون تقييمها بناءاً على صفات منتخبة ناقصاً كما كانت عليه الحال في نيبال (الإطار3 .2).

وتساعد طرائق التحليل الرباعي الخلايا على كشف مدى الاختلافات بين السلالات الفردية التي لا تظهر من خلال مجرد تقييم وجود السلالات التي وجدت في المزرعة أو غيابها. والنقطة المشتركة بين ما ورد هنا وما ورد في دراسات أخرى منشورة هو وجود

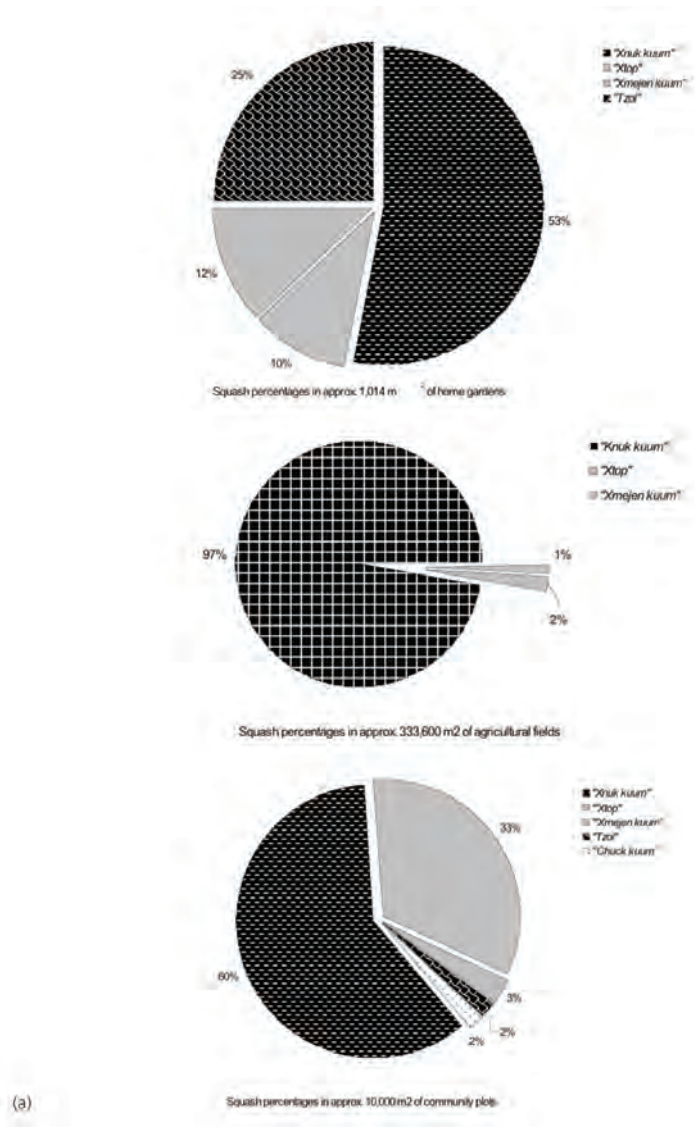
الإطار 3 .1 توزع التنوع ومواقع إنتاج المحاصيل في يوكاتان، المكسيك

في يوكاتان، المكسيك، تعتمد الزراعة المتواصلة لمحاصيل متنوعة بشكل كبير على التآثر ما بين مواقع الإنتاج الرئيسة داخل نظم زراعية تقليدية: حدائق المنزل، الحقول الزراعية (ميلباس)، وقطع داخل القرية.[1] وتظهر العلاقات المرتبطة بالجنسين من خلال مواقع الإنتاج التي ترتبط



الشكل 1.3 في الإطار: (a) كمية وتوزع أصناف الذرة الصفراء في عشيرة البحث. (b) كمية وتوزع أصناف القرع في عشيرة البحث (الشكل مقتبس عن لوب 2004).

يتبع من الصفحة 60



بجنس واحد أكثر من الآخر، والتي بدورها تقسم العمل بحسب الجنس والمعرفة لدى كل جنس ، وهذا ما قد يعكس أنماطاً محصولية مختلفة ويشتمل على أصناف مختلفة. وتنحصر مسؤولية الرجال بزراعة المحاصيل في الحقول، بينما لا يسمح للنساء الذهاب إليها بدون رفقة الرجال،

يتبع في الصفحة 62

يتبع من الصفحة 61

حيث تشاركن في الأعمال الحقلية عند الحاجة فقط إلى المزيد من اليد العاملة، كفترة الحصاد على سبيل المثال. ومن ناحية أخرى، تنفذ النساء معظم الأعمال، وتتخذ جل القرارات الخاصة بالحدائق المنزلية حيث يمكنهن العمل فيها بمفردهن، إذ تعتبر حدائق المنزل بشكل رئيس نطاقاً أنثوياً، بينما تعتبر الحقول الزراعية نطاقاً ذكرياً. ووجد أن قوانين السلوكيات المرتبطة بالجنسين هي الأقوى بين هذين المجالين التقليدين. ومن ناحية قطع الأراضي داخل القرية، وجد أن هذه الحدود أكثر سلاسة على اعتبار أن الرجال والنساء على السواء يصرحون عن الصنف الذي سيزرع في هذه القطع والكميات اللازمة لذلك. ويمكن للنساء الذهاب وحدهن إلى قطع الأراضي في القرى والعمل فيها بمفردهن أيضاً. ويعمل الرجال أيضاً في قطع الأراضي في القرية (وبخاصة تلك الواقعة عند تخوم المجتمع)، حيث يتخذ كلاهما القرارات الخاصة بما سيتم زرعه والطريقة اللازمة لذلك. ويلخص الشكل 3. 1 من الإطار الأصناف والكميات المزروعة وفق لحيز الإنتاج.

وتشير النتائج إلى أنه من الصعوبة بمكان توصيف الذرة الصفراء أو القرع على أنهما محصولان خاصان بالمرأة أو الرجل، أي بأن لهما علاقة تنحصر بجنس ما دون الآخر. لكن، وفي منطقة الدراسة وجد أن مواقع الإنتاج التقليدية، كالحقول الزراعية (مواقع الرجال)، والحدائق المنزلية (مواقع النساء)، تعتمد على بعضها البعض من حيث انتخاب الأصناف وصونها، وأن هذا الاعتماد المتبادل يأتي نتيجة الأسباب المشابهة أو المختلفة لدى كل من الرجال والنساء لزراعة صنف محدد في موقع إنتاج محدد، يضاف إلى ذلك التأثير الذي يمارسه الرجال والنساء في بعض لانتخاب الأصناف بحسب موقع الإنتاج، حيث يتم بصورة مباشرة وكمناقشات صريحة أو ضمنية.

I. الحقول الزراعية في ميان، أو ما تسمى milpas تزرع بمحاصيل متبادلة كالذرة الصفراء، والفاصولياء، والقرع باستخدام تقنيات القطع الزراعية المؤقتة بدون مكننة، ويكون فيها كل الإنتاج بعلياً. وتوجد مواقع أخرى لمحاصيل بستنة أخرى في الحقول لكنها في العادة تكون منفصلة عن الذرة الصفراء والمحاصيل المرتبطة بها. وقد تتراوح مساحة الحقل من عدة ميكاتات (20 × 20 م وهي وحدة يستخدمها المزارعون المحليون لقياس حقولهم) وحتى 4–5 هكتارات. أما حدائق المنزل فتحتوي على كم أكبر من التنوع في الأنواع، حيث تستخدم هذه الأنواع بشكل رئيس كغذاء، ودواء، وعلف، ووقود، ونباتات تزيينية. وبالإضافة إلى هذين الموقعين التقليديين، تتألف قطع القرية (*terrenos*) من حقول منزلية قديمة أو مواقع إقامة موسمية (*ranchos*) لم تعد مأهولة وأراضي المجتمع التي توزع على الأسر لاستخدامها مستقبلاً بحسب التخطيط المكاني للقرية والنمو السكاني. ولدى دراسة الأسر في هذا البحث وجدنا أن متوسط مساحة هذه القطع يصل إلى 40 × 60م^2 وهي تستخدم بطريقة تعكس في الأنماط التي وجدت في الحقول الزراعية خلال وقت ما وتلك التي وجدت في الحدائق المنزلية في أوقات أخرى.

المصدر: لوب (2004).

الإطار 3 .2 مقارنة أصناف الأرز من حيث الغلة الحبية في تجربة الغراس المتبادلة، كاسكي، نيبال (1، 150 م)

غالباً ما لا يجازف المزارعون لتقييم المكان الذي يكون فيه اختيارهم أمثلاً للأصناف لزراعتها في موقع إنتاج محدد. ففي نيبال، اختبرت الإنتاجية النسبية لأصناف الأرز في نظم رطوبة متباينة لتحديد إن كانت الإنتاجية النسبية للسلالات المحلية تختلف عند اختبارها في نظم رطوبة وخصوبة مختلفة، وإن كان النظم البيئية المختلفة للأرز تستلزم تكيفاً نوعياً للأصناف (جدول الإطار 3 .2). ونفذت تجربة الغراس المتبادلة في ثلاثة نظم مختلفة للرطوبة للنظم البيئية للأرز، وهي: *ghaiya* (نظام بيئي للأرز في الأراضي المرتفعة)، و *tari* (نظام بيئي بعلي للأرز)، و *sinchit* (نظام بيئي مروي للأرز).

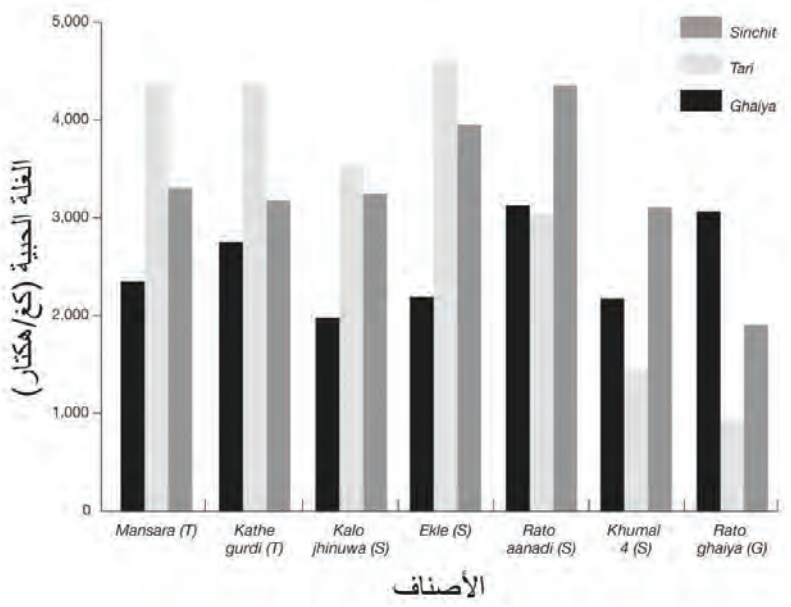
كانت النتائج التي أظهرت ذلك الصنف وفق تفاعلات النظام البيئي معنوية وكان التكيف خاصاً بالصنف (الشكل 3. 2 من الإطار). وأنتجت الأصناف في بيئتي *tari* و *ghaiya* أعلى غلة في نظاميهما البيئي المحلي، في حين من بين الأصناف ذات الصلة بالنظام البيئي *sinchit* للأرز، أعطى أربعة أصناف فقط من *anadi rato* و *khumal* أعلى غلة في نظامها البيئي المحلي. وتعطي أصناف *kalo* و kbinuwa و *ekle* غلالاً أعلى بشكل معنوي خارج بيئتها المحلية في النظام البيئي *tari* للأرز (في الظروف البعلية).

أظهر تصنيف المواقع اعتماداً على غلة أصناف فردية أن أصناف *mansara* و *gurdi kathe* و *kalo jhinuwa* و *ekle* أعطت غلالاً أفضل في بيئة *tari*، لتحل بعدها بيئة *sinchit* وأخيراً بيئة

جدول 3 .2 في الإطار. أصناف الأرز ونظم الرطوبة

نظم الرطوبة (نظم زراعية بيئية مختلفة)	أصناف اختبارية محلية في نظم رطوبة مختلفة	صفات وقيم مميزة
جايا (أراض مرتفعة)	*Rato ghaiya*	قيمة جيدة للتبن، متطلب عناصر غذائية
تاري (بعلية)	*Mansara*	مزروع في مناطق هامشية، بيئات متدنية الخصوبة، نوعية طعام رديئة
	Kathe gurdi	نضوج مبكر
سينشيت (مروية)	*Kalo jhinuwa*	أرز ناعم وعطري
	Ekle	أرز شائع ومغلال
	Rato aanadi	أرز لزج
	Khumal 4 (شاهد)	صنف محسن

المصدر: د. ريجال، بيانات غير منشورة، 4002



الشكل 3. 2 في الإطار. مقارنة أصناف الأرز من حيث الغلة الحبية في تجربة الغراس المتبادلة كاسكي، نيبال، (1، 150م) (ريجال، بيانات غير منشورة).

ghyaiya. وأعطى *aanadi Rato* غلة مماثلة في بيئتي *ghaiya* و *tari* لكنها كانت أقل من بيئة *sinchit*. وأعطى *rato ghaiya* غلة أفضل في *sinchit* من *tari* لكنها كانت أقل بشكل معنوي من نظامها البيئي الأصلي (*ghaiya*). أما الشاهد *khumal* 4 فقد أعطى غلة أعلى في الظروف المروية (*sinchit*)، ومن ثم جاءت الغلة في بيئة *ghaiya*.

عدد صغير من السلالات المحلية المتوافرة بكثرة والمزروعة على امتداد منطقة ما وعدد أكبر من الأصناف المتوسطة الشيوع، مع كمية كبيرة من الأصناف النادرة المزروعة من قبل أسرة واحدة أو اثنتين (بوستر 1985؛ تسيمرر ودوتشيس 1991؛ فام وآخرون، 1999؛ تيسفايية ولوديرز 2003).

تتبع طريقة التحليل رباعي الخلايا نهجاً يشبه النهج الذي اقترحه مارشال وبراون (1975) وبراون (1978) لأخذ عينات الأليلات أثناء جمع الأصول الوراثية. وناقش مارشال وبراون جدلاً أن الأليلات التي تستأثر بالأولوية عند أخذ العينات هي تلك التي توجد بشكل مقيد أو موضعي لكنها ذات تردد كبير، وإن تقنية أخذ العينات هذه تستخدم على نطاق

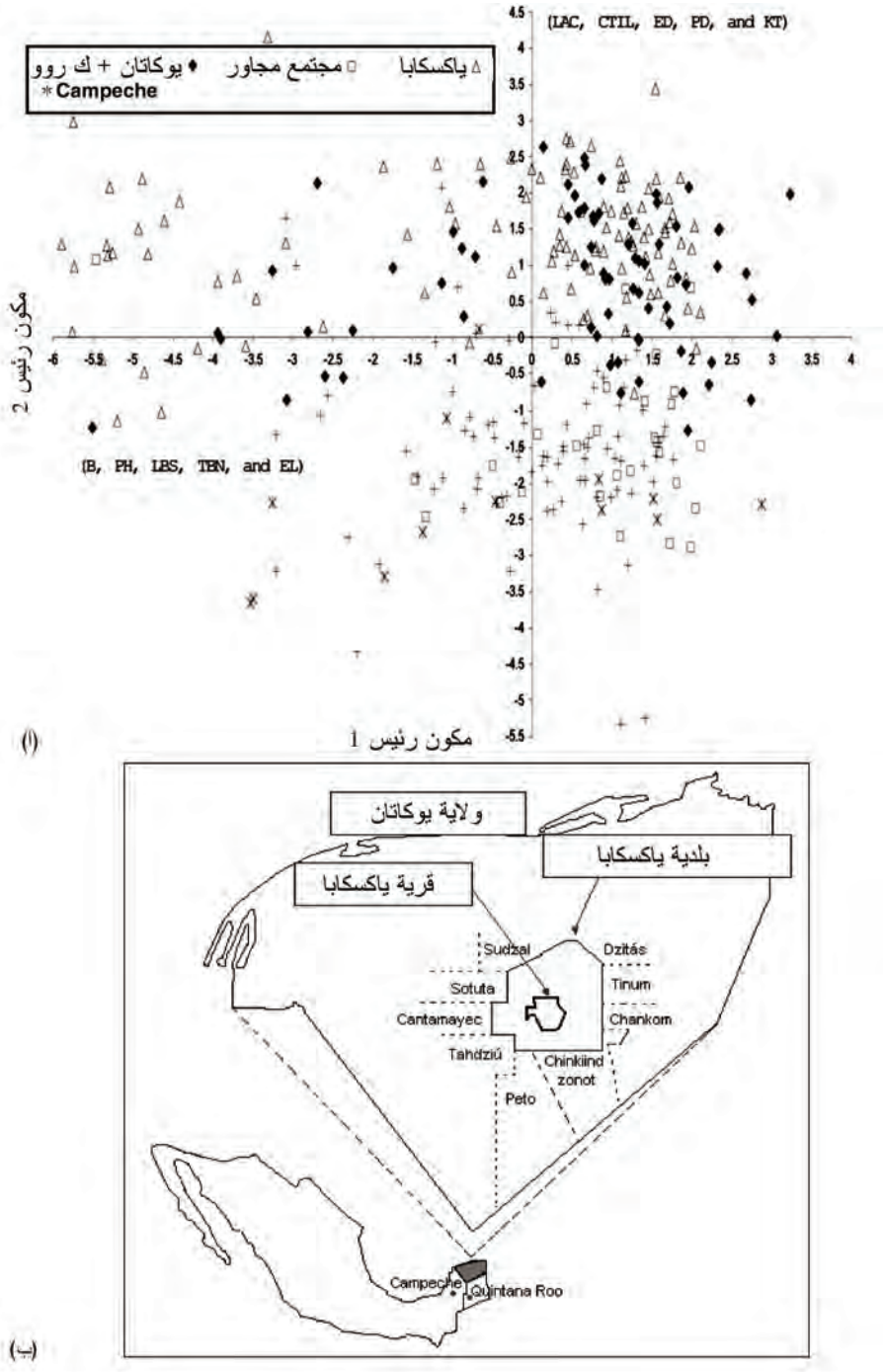
واسع في عملية جمع المصادر الوراثية النباتية. لكن السؤال المطروح اليوم هل تنطبق هذه الطريقة على مستوى السلالات المحلية؟ إن كان الكثير من المزارعين يزرعون سلالة محلية في كثير من المناطق، عندها يمكن اعتبارها سلالة محلية منتشرة. وهذا سيقودنا إلى التركيز على انتخاب السلالات المحلية التي يزرعها الكثير من المزارعين فوق مساحات صغيرة كأولوية للمحافظة عليها. لكن، من الجدير ملاحظته أن التهديد بفقد سلالة محلية معينة لا يعتبر كبيراً جداً بسبب زراعتها من قبل كثير من المزارعين في كثير من المساحات الصغيرة.

يمكن القول بأن سلالة محلية يزرعها عدد قليل من المزارعين فوق مساحات صغيرة هي ذات توزع موضعي محدود جداً (بعض المزارعين ومساحات صغيرة). ومن ثم يمكن اعتبار هذه السلالة المحلية فريدة وقد تكون معرضة لتهديد كبير. لذلك تصبح مهمة لحفظها خارج الموقع (خارج موئلها الطبيعي) على اعتبار أن المحافظة مثل هذه المادة الفريدة على مستوى المزرعة لكن يكون مجدياً مقابل الكلفة. وهذا أيضاً يمثل معبراً نحو ربط المحافظة على مستوى المزرعة مع المحافظة خارج الموقع. فإن كان علينا التفكير في المحافظة هذه المادة على مستوى المزرعة، عندها علينا الحصول على مزيد من المعلومات المتعلقة ببقائها على مدى سنوات كثيرة.

في حال كانت سلالة محلية تزرع من قبل بعض المزارعين فوق مساحات كبيرة، فإنها تستحق بعض الاهتمام للمحافظة عليها على مستوى المزرعة على اعتبار أن هذه السلالة الحالية قد تمتلك معقدات مورثات التكيف وإمكانية التكيف النوعي. إضافة إلى ذلك، يمكن ضمان فرص بقائها على مستوى المزرعة، عندها تصبح المحافظة عليها أكثر جدوى مقابل الكلفة، فضلاً عن فرص استمرارها في التطور. وأخيراً، قد تكون السلالات المحلية التي يزرعها كثير من المزارعين فوق مساحات كبيرة ذات منشأ أحدث وغير مهددة بالضياع، حيث يمكن ترشيحها للمحافظة عليها على مستوى المزرعة في المستقبل المنظور، وذلك بعد ضمان المحافظة على السلالات المحلية الأكثر أهمية.

تمثيل الأصناف المحلية لتحقيق التنوع على المستوى الإقليمي

يعرض هذا الفصل بعض الأدلة بأن الغنى بالأصناف التي يملكها المزارعون أو عدد أصنافهم قد لا يزيد بالضرورة بنفس نسبة حجم التنوع (الغنى الأليلي). وقد يكون التنوع الوراثي الموجود في بعض الأصناف داخل بعض القرى مماثلاً لحجم التنوع الوراثي الموجود داخل قرى ذات الكثير من الأصناف، أو ربما قد تحتوي بعض القرى على معظم الصفات الموجودة في مناطق أكبر منها بكثير.


(LAC, CTIL, ED, PD, and KT)
(B, PH, LBS, TEN, and EL)
مكون رئيس 1
مكون رئيس 2
ياكسكابا
مجتمع مجاور
يوكاتان + ك روو
*Campeche
(أ)
ولاية يوكاتان
بلدية ياكسكابا
قرية ياكسكابا
Sudzal
Dzitás
Sotuta
Tinum
Cantamayec
Chankom
Tahdziú
Chinkiind zonot
Peto
Campeche
Quintana Roo
(ب)

ما هو مدى تمثيل موقع واحد للتنوع في المنطقة؟ لتحديد مدى حُسن تمثيل تنوع الذرة الصفراء في موقع دراسة وحيد – ياكسكابا، في مقاطعة يوكاتان، شبه جزيرة يوكاتان، قام تشافيز وزملاؤه (تشافيز وآخرون. 2000؛ كاماتشو –فيلا، وتشافيز سيرفيا 2004) بمقارنة التنوع الزراعي–المورفولوجي لـ 314 صنف ذرة صفراء من ثلاث مقاطعات داخل شبه جزيرة يوكاتان مع 15 سلالة محلية للذرة الصفراء من ياكسكابا. وأظهر التوزع المكاني في أول مكونين رئيسين أن عينات الذرة الصفراء من ياكسكابا تمتلك صفات شديدة التباين. وغطى التنوع، الذي قيس وفق الصفات الزراعية–المورفولوجية في 15 سلالة محلية من ياكسكابا تقريباً كل التباين الزراعي–المورفولوجي الموجود في كامل شبه جزيرة يوكاتان (الشكل 3 .5).

وعلى نحو مشابه، أظهر التوصيف الزراعي–المورفولوجي الذي أجري على 312 مدخل فول تمثل أصنافاً محلية مختلفة جُمعت من على امتداد المناطق الرئيسة التي يزرع فيها الفول في المغرب تغطية معظم التنوع في المادة التي تعود بمنشئها إلى محافظتين في الشمال (بيلكادي 2003). ويبدو أن ثمة ارتباط جغرافي بالتنوع الوراثي، حيث سيكون من المثير للاهتمام استكشاف وجود ارتباط باختلافات في ممارسات المزارعين في هذه المحافظات المختلفة.

الشكل 3. 5 (أ) تظهر القطعة المبعثرة من المكونين الأساسيين انتشار 314 عشيرة ذرة صفراء من شبه جزيرة يوكاتان. وفي عام 1999 جمعت عشائر الذرة الصفراء من الولايات الثلاث في شبه جزيرة يوكاتان: ولاية يوكاتان، ولاية كوينتانا رو، وولاية كامبيتشي. ومن بين العشائر الـ 314، جمع 182 عشيرة من قرية ياكسكابا والمجتمعات المحيطة بها التي توجد في القلب الجغرافي والثقافي لشبه جزيرة يوكاتان. ووصفت العشائر بـ 34 صفة مورفولوجية وفينولوجية. وحدد المحور 1 (المكون الرئيسي 1) بشكل أساسي بحسب البراعم (B)، وارتفاع النبات (PH)، وطول مسافة الفروع (LBS)، وإجمالي طول فروع الشرابة (TBN)، وطول الكوز (EL). أما المحور 2 (المكون الرئيسي 2)، بحسب المتجه الوحيد فيه، فقد حدد بالأوراق فوق الكوز (LAC)، والمسافة بين العقدتين في السفاة المركزية (CTIL)، وقطر الكوز (ED)، وقطر لب الكوز (PD)، وقوام الحبة (KT). وتتعلق الصفات المورفولوجية الرئيسة التي تصف الاختلاف بين عشائر الذرة الصفراء في شبه جزيرة يوكاتان بصفات التكاثر من قبيل الشرابة (الطول، والفروع، والعقد البينية)، والكوز (شكله، وطوله، وقطره، ونواته)، والحبة (ثخانتها، وقوامها). وكما يظهر المخطط، تغطي عشائر الذرة من ياكسكابا والمجتمعات المجاورة لها قرابة كامل التنوع المورفولوجي المنتشر على امتداد محور المكونات الثاني الرئيسي والتي حددت بالأوراق فوق نواة الكوز (LAC)، والمسافة بين العقدتين في السفا المركزية (CTIL)، وقطر الكوز (ED)، وقطر لب الكوز (PD)، وقوام الحبة (KT). وكانت البراعم (B)، وارتفاع النبات (PH)، وطول مسافة التفرع (LBS)، وإجمالي عدد فروع الشرابة (TBN)، وطول الكوز (EL) في محور المكون الرئيسي الأول هي ما شكل الاختلاف بين السلالات المحلية في ولايتي كوينتانا رو و كامبيتشي والسلالات المحلية في ولاية يوكاتان (تشافيز–سيرفيا وآخرون. 2000؛ تشافيز–سيرفيا، كاماتشو وبورغوس–ماي، بيانات غير منشورة). comm Neighbor = المجتمعات المجاورة؛ Q. OOR = كوينتانا رو؛ ياكسكابا = البلدية المستهدفة. (b)= خارطة منشأ عينات الذرة الصفراء الخاضعة للدراسة. تشكل ولايات يوكاتان، كامبيتشي وكوينتانا رو شبه جزيرة يوكاتان.

الاستنتاج

تتمثل النتيجة الرئيسة لاختبار العلاقة بين الأصناف التي يسميها المزارعون والتمييز الوراثي عبر البلدان والمحاصيل في إدراك حقيقة أن توصيف المزارعين لوحدات تنوع المحاصيل التي يديرونها قد يتراوح من استخدام بسيط لاسم عام للمحصول، مثل «فاصولياء» لكافة أصناف المحاصيل، حتى إن كانت العشائر المختلفة تدار بطريقة مختلفة، إلى الاسم الخاص بالموقع والذي يتغير بحسب مجموعة الصفات التي يتسم بها. وهذا الإدراك في أن الاسم قد يمثل مستوى التنوع في إدارة المزارعين أم لا قد ساعد على ضبط الطرائق لفهم كيفية إدارة المزارعين للتنوع على مستوى المزرعة. فإن كان الاسم يعكس بوضوح مستوى تنوع سلالة محلية يديرها المزارع، فإن هذا الاسم قد يستخدم كوحدة للمحافظة. وعندما لا يكون هذا الاسم متسقاً مع الوحدة التي يديرها المزارع، عندها يجب إضافة معايير أخرى لتعريف الوحدة بشكل دقيق بغرض المحافظة. فإن كانت جميع السلالات المحلية المميزة بشكل واضح تسمى «بلدية» عندها ستدخل القرية أو الأسرة إلى المعادلة لتعريف هذه المواد.

من المحتمل أن تكون بعض الأصناف النادرة المسماة في قرية أو منطقة ما عبارة عن أصناف منتخبة من بعض الأصناف الشائعة، وأن تحتوي هذه الأصناف الشائعة على كل التنوع الموجود في الأصناف النادرة. ويتضمن تحليل هذه المشكلة اختبار مجموعة من الأصناف النادرة ومقارنتها مع الأصناف الشائعة. وتعد هذه المسائل ضرورية لفهم الرابطة بين الوحدة التي يميزها المزارع – صنفه أو صنفها المسمى – وحجم التنوع الوراثي في النظام الذي يديره/تديره. ومن غير المعروف إن كانت الأصناف الشائعة المستخدمة في قرية أو منطقة ما أكثر تبايناً من الأصناف الأقل شيوعاً. وقد تكون هذه الاختلافات متعلقة على نحو أكبر باختلافات الصفات (وربما بتوزع التنوع)، وقد تمتلك كافة الأصناف الغنى الأليلي ذاته. وإن كان للأصناف الشائعة محلياً والتي يصونها المزارعون العدد الأكبر من الأليلات الشائعة محلياً، أو إن كانت الأصناف المحلية التي يصونها المزارعون في حقيقة الأمر هي أصناف منتخبة من أصناف أكثر شيوعاً، عندها يطرح السؤال عما إذا كان صون الأصناف الشائعة على مستوى المزرعة كافياً. إن كانت الأصناف الشائعة حالياً هي الأصناف التي يبدو أنها تحمل أهمية خاصة لأي من المزارعين من حيث صفات نوعية معينة، فقد يتوقع أحدنا أن يكون لها نسبة مرتفعة من الأليلات الشائعة محلياً ذات الأهمية التكيفية. وعليه، فإن دعم صون هذه الأصناف الشائعة محلياً على مستوى المزرعة سيحمل أهمية خاصة لاستمرارية استخدام المزارعين لها اليوم، ولاستخدامها المحتمل في قبل البشرية جمعاء في المستقبل.

كلمة شكر

يأتي هذا العمل حصيلة مشروع عالمي مدعوم من المعهد الدولي للمصادر الوراثية النباتية بعنوان «تعزيز القاعدة العلمية للمحافظة على التنوع الحيوي الزراعي في الموقع على مستوى المزرعة.» يود المؤلفون تقديم شكرهم لحكومات سويسرا (الوكالة السويسرية للتنمية والتعاون)، وهولندا (المديرية العامة للتعاون الدولي)، وألمانيا (الوزارة الاتحادية للتعاون والتنمية الاقتصادي [BMZ]/الجمعية الألمانية للتعاون التقني [GTZ])، وكندا (المركز الدولي لبحوث التنمية)، واليابان (الوكالة اليابانية للتعاون الدولي)، واسبانيا، و بيرو لدعمهم المالي. كما يقدمون شكرهم للدكتور أ. هـ د. براون لمراجعته للمطبوعة، و جان لويس فام لمساعدته في تجميع الأفكار الخاصة بأسماء الأصناف كمعبر نحو التنوع على مستوى المزرعة.

References

Arias, L. 2004. *Diversidad genetica y conservación in situ de los maices locales de Yucatan, México* [Genetic Diversity and In Situ Conservation of Local Maize in Yucatán, Mexico]. PhD thesis, Instituto Tecnologico de Merida, Yucatán, México.

Arias, L., J. Chávez, B. Cob, L. Burgos, and J. Canul. 2000. Agro- morphological characters and farmer perceptions: Data collection and analysis. Mexico. In D. Jarvis, B. Sthapit, and L. Sears, eds., *Conserving Agricultural Biodiversity In Situ: A Scientific Basis for Sustainable Agriculture,* 95–100. Rome: ipgri.

Bajracharya, J. 2003. *Genetic Diversity Study in Landraces of Rice (*Oryza sativa *L.) by Agro- morphological Characters and Microsatellite DNA Markers.* PhD thesis, University of Wales, Bangor, uk.

Bajracharya, J., K. A. Steele, D. I. Jarvis, B. R. Sthapit, and J. R. Witcombe. 2006. Rice landrace diversity in Nepal. Variability of agro- morphological traits and ssr markers in landraces from a high altitude site. *Field Crop Research* 95:327–335.

Bellon, M. R. and S. B. Brush. 1994. Keepers of the maize in Chiapas, Mexico. *Economic Botany* 48:196–209.

Bellon, M. R. and J. E. Taylor. 1993. “Folk” soil taxonomy and the partial adoption of new seed varieties. *Economic Development and Cultural Change* 41(4):763–786.

Belqadi, L. 2003. *Diversité et ressources génétiques de* Vicia faba *L. au Maroc: Variabilité, conservation ex situ et in situ et valorisation*. Doctorat de thèse ès-sciences agronomiques, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Morocco.

Benchekchou, Z. 2004. *Analyse de la structure de la diversité génétique de la fève in situ en relation avec sa gestion à la ferme: Contribution au développement des bases scientifiques pour la conservation in situ de la fève au Maroc*. Mémoire de 3ème cycle du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie, Option: Amélioration Génétique des Plantes. Rabat, Morocco: Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.

Boster, J. S. 1985. Selection for perceptual distinctiveness: Evidence from Aguaruna cultivars of *Manihot esculenta*. *Economic Botany* 39(3):310–325.

Bouzeggaren, A., A. Birouk, S. Kerfal, H. Hmama, and D. Jarvis. 2002. Conservation in situ de la biodiversité des populations noyaux de luzerne locale au Maroc. In A. Birouk, M. Sadiki, F. Nassif, S. Saidi, H. Mellas, A. Bammoune, and D. Jarvis, eds., *La conservation in situ de la biodiversité agricole: Un défi pour une agriculture durable*. Rome: ipgri.

Brown, A. H. D. 1978. Isozymes, plant population genetics structure and genetic conservation. *Theoretical and Applied Genetics* 52:145–157.

Brown, A. H. D. 2000. The genetic structure of crop landraces and the challenge to conserve them in situ on farms. In S. B. Brush, ed., *Genes in the Field,* 29–48. Ottawa, Canada: idrc/ipgri/Lewis Publishers.

Brown, A. H. D. and C. Brubaker. 2002. Indicators for sustainable management of plant genetic resources: How well are we doing? In J. M. M. Engles, V. R. Rao, A. H. D. Brown, and M. T. Jackson, eds., *Managing Plant Genetic Diversity,* 249–262. Rome: ipgri and Wallingford, uk: cabi.

Brush, S., R. Kesselli, R. Ortega, P. Cisneros, K. Zimmerer, and C. Quiros. 1995. Potato diversity in the Andean Center of Crop Domestication. *Conservation Biology* 9(5):1189–1198.

Burgos- May, L. A., J. L. Chavez- Servia, and J. Ortiz- Cereceres. 2004. Variabilidad morfologica de maices criollos de la peninsula de Yucatan, Mexico. In J. L. Chavez- Servia, J. Tuxill, and D. I. Jarvis, eds., *Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales,* 58–66. Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogeneticos.

Busso, C. S., K. M. Devos, G. Ross, M. Mortimore, W. M. Adams, M. J. Ambrose, S. Alldrick, and M. D. Gale. 2000. Genetic diversity within and among landraces of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) under farmer management in West Africa. *Genetic Resources and Crop Evolution* 60:1–8.

Camacho- Villa, C. and J. L. Chavez- Servia. 2004. Diversidad morfologica del maiz criollo de la region centro de Yucatan, Mexico. In J. L. Chavez- Servia, J. Tuxill, and D. I. Jarvis, eds., *Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales*, 47–57. Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogeneticos.

Canh, N. T., T. V. On, N. V. Trung, C. A. Tiep, and H. V. Lam. 2003. Preliminary study of genetic diversity in rice landraces in Ban Khoang Commune, Sa Pa District. In H. D. Tuan, N. N. Hue, B. R. Sthapit and D. I. Jarvis, eds., *On- Farm Management of Agricultural Biodiversity in Vietnam*. Proceedings of a symposium, December 6–12, 2001, Hanoi, Vietnam. Rome: ipgri.

Cazarez- Sanchez, E. 2004. *Diversidad genetica y su relacion con la tecnologia de alimentos tradicionales*. MS thesis, Colegio de Postgraduados, Montecillos, Texcoco, Mexico.

Cazarez- Sanchez, E. and J. Duch- Gary. 2004. La diversidad genetica de variedades locales de maiz, frijol, calabaza y chile, y su relación con caracteristicas culinarias. In J. L. Chavez- Servia, J. Tuxill, and D. I. Jarvis, eds., *Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales*, 250–255. Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogeneticos.

Chavez- Servia, J. L., L. Burgos- May, J. Canul- Ku, T. C. Camacho, J. Vidal- Cob, and L. M. Arias- Reyes. 2000. Analisis de la diversidad en un proyecto de conservacion in situ en Mexico [Diversity analysis of an in situ conservation project in Mexico]. In *Proceedings of the XII Scientific Seminar,* November 14–17, 2000, Havana, Cuba.

Gauchan, D., M. Smale, and P. Chaudhary. 2003. (*Market-Based) Incentives for Conserving Diversity on Farms: The Case of Rice Landraces in Central Terai, Nepal*. Paper presented at the fourth Biocon Workshop, August 28–29, 2003, Venice, Italy.

Grum, M., E. A. Gyasi, C. Osei, and G. Kranjac- Berisavljevie. 2003. *Evaluation of Best Practices for Landrace Conservation: Farmer Evaluation*. Paper presented at Sub- Saharan Africa Meeting, Nairobi, 2003.

Hai, V. M., H. Q. Tin, and N. N. De. 2003. Agromorphological variation of Mon Sap taro populations in the Mekong Delta, Vietnam: Role of on- farm conservation. In H. D. Tuan, N. N. Hue, B. R. Sthapit, and D. I. Jarvis, eds., *On- Farm Management of Agricultural Biodiversity in Vietnam*. Proceedings of a symposium, December 6–12, 2001, Hanoi, Vietnam. Rome: ipgri.

Hamrick, J. L. and M. J. W. Godt. 1997. Allozyme diversity in cultivated crops. *Crop Science* 37:26–30.

Harlan, J. R. 1975. Our vanishing genetic resources. *Science* 188:618–621.

Hue, N., L. Trinh, N. Ha, B. Sthapit, and D. Jarvis. 2003. Taro cultivar diversity in three ecosites of North Vietnam. In H. D. Tuan, N. N. Hue, B. R. Sthapit, and D. I. Jarvis, eds., *On- Farm Management of Agricultural Biodiversity in Vietnam*. Proceedings of a Symposium, December 6–12, 2001, Hanoi, Vietnam. Rome: ipgri.

Jarvis, D., L. Myer, H. Klemick, L. Guarino, M. Smale, A. H. D. Brown, M. Sadiki, B. Sthapit, and T. Hodgkin. 2000. *A Training Guide for In Situ Conservation On- Farm*. Version 1. Rome: ipgri.

Jarvis, D. I., V. Zoes, D. Nares, and T. Hodgkin. 2004. On- farm management of crop genetic diversity and the Convention on Biological Diversity's Programme of Work on Agricultural Biodiversity. *Plant Genetic Resources Newsletter* 138:5–17.

Karamura, D. A. 1999. *Numerical Taxonomic Studies of the East African Highland Bananas (*Musa *AAA–East Africa) in Uganda*. Montpellier, France: inibap.

Karamura, D. 2004. *Estimation of Distinct Clones in the Uganda National Banana Germplasm Collection*. Presentation at "Workshop on Data Variables and Structure to Answer Questions That Support the Conservation and Use of Crop Genetic Diversity On- Farm," September 20–24, 2004, Rome.

Karamura, D. and E. Karamura. 1994. *A Provisional Checklist of Banana Cultivars in Uganda*. Kampala, Uganda: National Agricultural Research Organization (naro) and inibap.

Karamura, D., E. Karamura, J. Wasswa, B. Kayiwa, A. Kalanzi, and C. Nkwiine. 2004. *Analysis of Community Banana Based Management Practices: A Farmers' Perspective Towards Maintaining Diversity*. Pre sen ta tion at "Workshop on Data Variables and Structure to Answer Questions That Support the Conservation and Use of Crop Genetic Diversity On- Farm," September 20–24, 2004, Rome.

Latournerie Moreno, L., J. Tuxill, E. Yupit Moo, L. Arias Reyes, J. Crisotbal Alejo, and D. I. Jarvis. 2006. Traditional maize storage methods of Mayan farmers in Yucatan, Mexico: Implication for seed selection and crop diversity. *Biodiversity and Conservation*, 15(5): 1771–1795.

Lope, D. 2004. *Gender Relations as a Basis for Varietal Selection in Production Spaces in Yucatan, Mexico*. M.S. thesis, Wageningen University, The Netherlands.

Louette, D., A. Charrier, and J. Berthaud. 1997. In situ conservation of maize in Mexico: Genetic diversity and maize seed management in a traditional community. *Economic Botany* 51:20–38.

Mar, I. and L. Holly. 2000. Hungary. Adding benefits. In D. Jarvis, B. Sthapit, and L. Sears, eds., *Conserving Agricultural Biodiversity In Situ: A Scientific Basis*

for Sustainable Agriculture, 194–198. Rome: ipgri.

Mar, I., A. Simon, and A. Gyovai. 2004. *Data Variables on Percent Coverage, Number of Farmers, Mea sure ments of Richness and Evenness in Maize and Beans in Hungary*. Pre sen ta tion at "Workshop on Data Variables and Structure to Answer Questions That Support the Conservation and Use of Crop Genetic Diversity On- Farm," September, 20–24, Rome.

Marshall, D. R. and A. H. D. Brown. 1975. Optimal sampling strategies in genetic conservation. In O. H. Frankel and J. G. Hawkes, eds., *Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow,* 53–80. Cambridge: Cambridge University Press.

Martin, G. B. and M. W. Adams. 1987. Landraces of *Phaseolus vulgaris* (Fabacae) in northern Malawi. I. Regional variation. *Economic Botany* 41:190–203.

Morales- Valderrama, C. and T. Quiñones- Vega. 2000. Social, cultural and economic data collection and analysis including gender: Methods used for increasing access, participation and decision- making. In D. Jarvis, B. Sthapit, and L. Sears, eds., *Conserving Agricultural Biodiversity In Situ: A Scientific Basis for Sustainable Agriculture,* 49–50. Rome: ipgri.

Mulumba, W. J., C. Nkwiine, K. B. Male, A. Kalanzi, and D. Karamura. 2004. Evaluation of farmers' best practices for on- farm conservation of rare banana (*Musa*) landraces in the semi- arid region of Lwengo sub- county, Masaka district—Uganda. *Uganda Journal of Agriculture* 9(1):275–281.

Pandey, Y. R., D. K. Rijal, M. P. Upadhyay, B. R. Sthapit, and B. K. Joshi. 2003. In situ characterization of morphological traits of sponge gourd at Begnas ecosite, Kaski, Nepal. In B. R. Sthapit, M. P. Upadhyaya, B. K. Baniya, A. Subedi, and B. K. Joshi, eds., *On- Farm Management of Agricultural Biodiversity in Nepal,* 63–70. Proceedings of a national workshop, April 24–26, 2001, Lumle, Nepal. Kathmandu, Nepal: narc/li- bird/ipgri.

Pham, J. L., S. Quilloy, L. D. Huong, T. V. Tuyen, T. V. Minh, and S. Morin. 1999. *Molecular Diversity of Rice Varieties in Central Vietnam*. Paper presented at the workshop of the participants of the project "Safeguarding and Preserving the Biodiversity of the Rice Genepool. Component II: On- Farm Conservation," May 17–22, 1999, International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines.

Pressoir, G. and J. Berthaud. 2004. Patterns of population structure in maize landraces from the Central Valleys of Oaxaca in Mexico. *Heredity* 92:88–94.

Quiros, C. F., S. B. Brush, D. S. Douches, K. S. Zimmerer, and G. Huestis. 1990. Biochemical and folk assessment of variability of Andean cultivated potatoes. *Economic Botany* 44(2):254–266.

Rana, R. B. 2004. *Infl uence of Socio-Economic and Cultural Factors on Agrobiodiversity Conservation On-Farm in Nepal*. PhD thesis, International and

Rural Development Department, University of Reading.

Rh'rib, K., A. Amri, and M. Sadiki. 2002. Caracterisation agro morphologique des populations locales d'orge des sutes Tanant et Taounate. In A. Birouk, M. Sadiki, F. Nassif, S. Saidi, H. Mellas, A. Bammoune, and D. Jarvis, eds., *La conservation in situ de la biodiversité agricole: Un défi pour une agriculture durable,* 286–294. Rome: ipgri.

Rijal, D. K., B. R. Sthapit, R. B. Rana, and D. I. Jarvis. 2003. Adaptation and uses of taro diversity in agroecosystems of Nepal. In B. R. Sthapit, M. P. Upadhyaya, B. K. Baniya, A. Subedi, and B. K. Joshi, eds., *On-Farm Management of Agricultural Biodiversity in Nepal,* 29–36. Proceedings of a national workshop, April 24–26, 2001, Lumle, Nepal. Kathmandu, Nepal: narc/li- bird/ipgri.

Sadiki, M., M. Arbaoui, L. Ghaouti, and D. Jarvis. 2005. Seed exchange and supply systems and on- farm maintenance of crop genetic diversity: A case study of faba bean in Morocco. In D. I. Jarvis, R. Sevilla- Panizo, J.- L. Chavez-Servia, and T. Hodgkin, eds., *Seed Systems and Crop Genetic Diversity On- Farm,* 81–86. Proceedings of a workshop, September 16–20, 2003, Pucallpa, Peru. Rome: ipgri.

Sadiki, M., L. Belqadi, M. Mahdi, and D. Jarvis. 2001. Identifying units of diversity management by comparing traits used by farmers to name and distinguish faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars with mea sure ments of genetic distinctiveness in Morocco. In *Proceedings of the LEGUMED Symposium "Grain Legumes in the Mediterranean Agriculture,"* October 25–27, 2001, Rabat, Morocco. Paris: aep.

Sadiki, M., A. Birouk, A. Bouizzgaren, L. Belqadi, K. Rh'rrib, M. Taghouti, S. Kerfal, M. Lahbhili, H. Bouhya, R. Douiden, S. Saidi, and D. Jarvis. 2002. La diversité génétique in situ du blé dur, de l'orge, de la luzerne et de la fève: Options de stratégie pour sa conservation. In A. Birouk, M. Sadiki, F. Nassif, S. Saidi, H. Mellas, A. Bammoune, and D. Jarvis, eds., *La conservation in situ de la biodiversité agricole: Un défi pour une agriculture durable,* 37–117. Rome: ipgri.

Sawadogo, M., J. T. Ouedraogo, R. G. Zangre, and D. Balma. 2005. Diversité biologique agricole et les facteurs de don maintien en milieu paysan. In D. Balma, B. Dossou, M. Sawadogo, R. G. Zangre, J. T. Ouedraogo, and D. I. Jarvis, eds., *La gestion de la diversité des plantes agricoles dans les agro- ecosystemes*. Compte-rendu des travaux d'un atelier abrite par cnrst, Burkina Faso et International Plant Genetic Resources Institute, Ouagadougou, Burkina Faso, December 27–28, 2001. Rome: ipgri.

Schneider, J. 1999. Varietal diversity and farmers' knowledge: The case of sweet

potato in Irian Jaya. In G. Prain, S. Fujusaka, and M. D. Warren, eds., *Biological and Cultural Diversity*, 97–114. London: it Publications.

Sebastian, L. S., J. S. Garcia, L. R. Hipolito, S. M. Quilloy, P. L. Sanchez, M. C. Califo, and J. L. Pham. 2001. *Assessment of Diversity and Identity of Farmers' Rice Varieties Using Molecular Markers*. Paper presented at the workshop "In Situ Conservation of Agrobiodiversity: Scientific and Institutional Experiences and Implications for National Policies," International Potato Center (cip), August 14–17, 2001, La Molina, Peru.

Soleri, D. and D. A. Cleveland. 2001. Farmers' genetic perceptions regarding their crop populations: An example with maize in the central valleys of Oaxaca, Mexico. *Economic Botany* 55(1):106–128.

Sthapit, B., K. Joshi, R. Rana, M. P. Upadhaya, P. Eyzaguirre, and D. Jarvis. 2000. Enhancing biodiversity and production through participatory plant breeding: Setting breeding goals. In *An Exchange of Experiences from South and South East Asia*. Proceedings of the International Symposium on Participatory Plant Breeding and Participatory Plant Genetic Resources Enhancement, May 1–5, 2000, Pokhara, Nepal. Cali, Colombia: ciat.

Taghouti, M. and S. Saidi. 2002. Perception et désignation des entités de blé dur gérées par les agriculteurs. In A. Birouk, M. Sadiki, F. Nassif, S. Saidi, H. Mellas, A. Bammoune, and D. Jarvis, eds., *La conservation in situ de la biodiversité agricole: Un défi pour une agriculture durable,* 275–279. Rome: ipgri.

Tanto, T. 2001. Unpublished data presented at "Strengthening the Scientific Basis of *In Situ* Conservation of Agricultural Biodiversity: Genetic Diversity and On-Farm Conservation Workshop," June 11–19, 2001, Ouagadougou, Burkina Faso. Tesfaye, B. and P. Ludders. 2003. Diversity and distribution patterns of enset landraces in Sidama, southern Ethiopia. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50:359–371.

Teshome, A., B. R. Baum, L. Fahring, J. K. Torrance, T. J. Arnason, and J. D. Lambert. 1997. Sorghum (*Sorghum bicolor*) landrace variation and classification in North Shewa and South Welo, Ethiopia. *Euphytica* 97:225–263.

Tuyen, T. V., N. V. Truong, and H. T. T. Hoa. 2003. *Farmers' Management of Taro Diversity as a Part of Farming Systems in a Coastal Sandy Area of Phuda*. Paper presented at the national workshop "Strengthening the Scientific Basis of *In Situ* Conservation of Agricultural Biodiversity On- Farm," December 6–8, 2002, Ban Me Thuot, Vietnam.

Voss, J. 1992. Conserving and increasing on- farm genetic diversity: Farmer management of varietal bean mixtures in central Africa. In J. L. Moock and R. E.

Rhoades, eds., *Diversity, Farmer Knowledge and Sustainability,* 34–51. Ithaca, ny: Cornell University Press.

Xu, J. C., Y. P. Yang, Y. D. Pu, W. G. Ayad, and P. Eyzaguirre. 2001. Genetic diversity in taro (*Colocasia esculenta* Schott, Araceae) in China: An ethnobotanical and genetic approach. *Economic Botany* 55:14–31.

Zimmerer, K. S. 2003. Just small potatoes (and ulluco)? The use of seed- size variation in "native commercialized" agriculture and agrobiodiversity conservation among Peruvian farmers. *Agriculture and Human Values* 20:107–123.

Zimmerer, K. S. and D. S. Douches. 1991. Geographical approaches to native crop research and conservation: The partitioning of allelic diversity in Andean potatoes. *Economic Botany* 45:176–189

4 نظم البذور والتنوع الوراثي للمحاصيل في النظم الزراعية–البيئية

ت. هودكين، ر. رنا، جـ، توكسيل، د. بالما، أ. سوبيدي، ي. مار، د. كارامورا، ر. فالديفيا، ل. دولادو، ل. لاتورنيري، م. صديقي، م. ساوادوغو، أ. هـ. براون. ي. جارفيس.

T. HODGKIN, R. RANA, J. TUXILL, D. BALMA, A. SUBEDI, I. MAR
D. KARAMURA, R. VALDIVIA, L. COLLADO, L. LATOURNERIE, M. SADIKI,
M. SAWADOGO, A. H. D. BROWN, AND D. I. JARVIS

كرست الحكومات الوطنية في القرن المنصرم موارد أساسية لتحديث قطاعات الزراعة لديها، بما في ذلك استنباط ونشر أصناف محسنة للمحاصيل. ورغم الجهود الجبارة التي بذلت، إلا أن معظم المجتمعات الزراعية الريفية في البلدان النامية لا تزال تستخدم مصادر البذور أو مواد الزراعة التقليدية أو تلك غير الرسمية (جايفاني 1992؛ هاردون ودي بويف 1993؛ تريب 2001)، حيث يعمد المزارعون إلى تخزين بذورهم أو يحصلون عليها من الأصدقاء، أو الأقارب، أو الجوار، أو الأسواق المحلية. وفي النظام غير الرسمي للبذور، قد يتم الحصول على البذور مقابل دفع قيمتها نقداً، أو عن طريق المقايضة، أو كهدايا، بتبادل بذور صنف ما مع بذور صنف آخر، أو كقرض يتم سداده عند الحصاد، أو حتى عن طريق الاستيلاء عليها خلسة من حقل لمزارع آخر (بادستو وآخرون 2002). حتى بذور الأصناف التي استنبطها القطاع الرسمي غالباً ما يتم حفظها وتوزيعها بطريقة غير رسمية (ميلاس 2000؛ بيلون وريزوبولوس 2001)، بعيداً كلياً عن المؤسسات الحكومية.

في نيبال، وخلال الفترة بين عامي 1999 – 2000، لم يُصار إلى شراء سوى أقل 3% من بذور الأرز من القطاع الرسمي للبذور المصدقة. وتنتشر نظم البذور غير الرسمية في بوركينا فاسو، حيث تم شراء أقل من 5% من الذرة البيضاء من قطاعات رسمية للبذور عام 1999 (كابوري 2000)، وكانت نسبة شراء بذور الذرة من القطاعات الرسمية دون 25% عام 1999 (أورتيغا–باتشكا وآخرون 2000). وفي المغرب، تم الحصول على 13% فقط

من بذور القمح القاسي و2.5% من بذور البقوليات الغذائية من بذور مصدقة خلال الفترة 1999– 2000، الأمر الذي يشير إلى أن معظم البذور المزروعة جاءت من التنوع المحلي للمحاصيل أو من البذور المدخرة من مشتريات سابقة (ميلاس 2000). علاوة على ذلك، لا تزال الأصناف التقليدية أو المحلية تشكل جل المواد التي يتم تداولها في النظم غير الرسمية هذه في كثير من بقاع العالم. وتزرع الأصناف التقليدية بنسبة تربو على 50% من المساحة المخصصة لإنتاج الذرة في المكسيك، وأكثر من 50% من المساحة المخصصة لإنتاج الأرز في نيبال، بينما تنوف على 90% من المساحة المخصصة لإنتاج الدخن في بوركينا فاسو (أبادهايا 1996؛ بيراليس 1998؛ زانغري 1998).

أجري عدد من الدراسات على طريقة عمل النظم غير الرسمية للبذور، لاسيما من حيث قدرتها على الإيفاء باحتياجات المستخدمين خلال فترات الطوارئ والكوارث كالفيضانات، أو الجفاف، أو الحروب (ألميكيندرز وآخرون 1994؛ ريتشارد وروفينكامب 1997؛ سبيرلينغ 2001). واهتمت دراسات أخرى بالمؤسسات الاجتماعية المعنية في الشبكات غير الرسمية للبذور أو بالطرق التي تلبي فيها احتياجات المزارعين من أصناف مناسبة (فيلتزين وفوم بروكي 2000). وارتبط كثير من أعمالها بشكل رئيس بوظيفة نظام البذور بدلاً من المواد المتوافرة في النظام. وعليه، كتب مكغيري (2001) عن العمليات المتعلقة بتأمين البذور، ووصف دومينجيز وجونز (2005) نظم البذور بأنها الطرق التي يقوم من خلالها المزارعون بإنتاج البذور، وانتخابها، وكذلك حفظها، والحصول عليها. وعلى نحو مماثل، ناقش ألميكيندرز وآخرون نظم البذور من حيث دفق البذور ومواد زراعية أخرى من خلال نظام الإنتاج وأدوار مؤسسات القطاع الرسمي وغير الرسمي للبذور والمزارعين في هذا الدفق.

وتحمل نظم البذور أهمية واضحة لصون التنوع الوراثي للمحاصيل على مستوى المزرعة. وغالباً ما تعتمد أرقام ونسب الأصناف المختلفة وتوافرها، وعلاقاتها، وحركتها داخل منطقة ما بشكل كبير على أداء النظم غير الرسمية المحلية للبذور (جارفيز وآخرون، 2005) حيث قد تكون ذات ديناميكية كبيرة وتتباين من عام إلى آخر. وقد تحمل صفات النظم والطرق التي تتغير فيها مع الزمن تأثيراً كبيراً في التنوع الوراثي الموجود في المحاصيل الفردية. وتشتمل بعض من أكثر هذه الصفات أهمية لنظم البذور والتي من المتوقع أن تؤثر في التنوع الوراثي على توافر مواد مختلفة وإمكانية الحصول عليها، وكذلك مصادرها، وطرائق صونها، والممارسات المتبعة لانتخابها، ومدى تغيرها مع الوقت.

وتتباين نظم البذور الخاصة بمحاصيل معينة بشكل كبير من حيث توافر مواد مختلفة نتيجة التباين في الإنتاج، والأسواق، والمناخ، وكذلك نتيجة الكوارث كموجات الجفاف، والأعاصير. وتظهر وحدات الصون أيضاً تبايناً كبيراً. ففي بعض الحالات، تقوم الأسر بصون بعض العشائر المختلفة. وفي حالات أخرى يتم دمج العشائر وخلطها ومن ثم فصلها

إلى مجموعات مختلفة للبذور تُزرع في مواقع جديدة. ويمكن أن يحمل كل من الانتخاب الطبيعي وانتخاب المزارعين تأثيرات كبيرة في البذور المنتجة لمحاصيل مستقبلية، وقد يختلف منظور المزارعين وممارساتهم في إدارة مخزونهم من البذور وإدخال مادة جديدة، وذلك نتيجة الفرق بين الجنسين، والوضع المادي، والعمر. كما تختلف المنطقة التي توجد فيها أصناف معينة بشكل كبير، فبينما يُحتفظ في بعضها على نطاق محلي محدود جداً، قد يشكل البعض الآخر جزءاً من نظام واسع جداً للبذور يتجاوز حدود منطقة واحدة أو بلد واحد (لويتي وآخرون، 1997؛ تسيمرر 203؛ فالديفا 2005).

وفي هذا الفصل، يجري استعراض العمل الذي قام به مشروع عالمي للمعهد الدولي للمصادر الوراثية النباتية (IPGRI) حول المحافظة على مستوى المزرعة (جارفيس وهودكين 2000)، واستعراض معلومات أخرى ذات صلة بنظم البذور والتنوع الوراثي. ويتم استكشاف أداء المكونات المختلفة لنظم البذور (مثل مصدر البذور، ودفق البذور، وإنتاج البذور، وانتخاب المزارعين، وتخزين البذور) من حيث قوى التطور التي تشكل البنية الوراثية لعشائر أصناف المحاصيل على مستوى المزرعة. ويتم اختبار الطرائق التي من خلالها تسهم الصفات المختلفة لنظم البذور في دفق المورثات، وهجرتها، وانتخابها، وطفراتها، وتأشيبها. وأخيراً نناقش كيف تسهم نظم البذور في صون تنوع المحاصيل ونستفسر عن الطريقة الفضلى لدعم هذه النظم قدرة المحاصيل على التكيف بالشكل الكافي عند زيادة كثافة النظم الزراعية.

بنية العشائر ونظم التربية

تتألف الأصناف التقليدية من عدد من مجموعات البذور التي يتحفظ بها مزارعون فرديون. وتتمثل المشكلة الأولى التي تواجه أي تحليل لنظم البذور غالباً في الهوية، كإثبات أن مجموعات البذور المختلفة هذه تنتمي إلى نفس الصنف وتحديد العلاقة بين اسم الصنف والتركيبة الوراثية. ويشتمل ذلك على فهم الطريقة التي يستخدم من خلالها المزارعون الأسماء ويفهمون الهوية (انظر الفصل الثالث). ولدى العمل في مجال البذور في المكسيك، عرّف لويتي وآخرون (1997) مجموعة من البذور بأنها وحدة ملموسة من البذور المرتبطة بالمزارع الذي يزرعها، وعرّف الصنف بأنه تشكيلة من مجموعات بذور المزارعين التي تحمل الاسم عينه، أو تتشارك بنفس المنشأ والصفات. وأظهر صديقي وآخرون (2005؛ الفصل الثالث) أنه من الممكن تحديد مجموعة من الصفات التي يستخدمها المزارعون بشكل مستمر لتحديد الأصناف وأشار إلى أنها توفر قاعدة فعالة لتحليل إدارة الأصناف وصونها وتطورها.

يتطلب تحليل التنوع الوراثي في نظم البذور وصفاً لبنى عشائر أصناف محلية منتظمة لمحصول ما وطريقة إنتاج البذور والإمداد بها. وهذا يتضمن تحليل حجم وارتباط شبكات العشائر الفرعية المنعزلة بشكل جزئي أو متباين والتي تشكل نباتات الأصناف في منطقة ما. وتنشأ الروابط بين مكونات الشبكة من نظام الإمداد بالبذور أو من دفق البذور عبر النظام. ومع تحول مجموعة البذور الفرعية إلى متكيفة مع مواقع مختلفة وقيام المزارعين بالانتخاب بأنفسهم، تميل مجموعات البذور المختلفة إلى الانحراف، حيث يتوازن هذا الميل مع تبادل أو بيع البذور أو توريد المواد من الأسواق أو من مصادر أخرى.

يتمثل العامل الأولي المحدد للبنية الوراثية للأصناف التقليدية في نظام لتربية المحصول (براون 2000). وتوجد الكثير من المحاصيل ذاتية التلقيح كالأرز، والقمح، والشعير، بينما توجد محاصيل أخرى خلطية التلقيح كالدخل اللؤلؤي، والذرة. ولا تزال محاصيل أخرى كالبطاطا، والمنيهوت، والموز، وكثير من محاصيل الأشجار المثمرة تتكاثر بوساطة النسج، حيث يغيب فيها إنتاج البذور أو يندر. كما تندر المحاصيل ذاتية التلقيح كلية، بينما قد تكون المحاصيل ذات التلقيح الخلطي نادرة في محاصيل كالأرز، وقد تصل إلى مستويات معنوية في محاصيل أخرى كالذرة البيضاء أو الفول (مثال 84% في الفول؛ بوند وبولسين 1983).

وبينما تبدو المحافظة على خصائص وصفات معنية لأصناف محددة سهلاً في المحاصيل ذات التلقيح الذاتي أو التكاثر بالنسج، يبدو أن المحافظة على أصناف ذات مجموعة معقدة معينة من الصفات أكثر إشكالية في المحاصيل ذات التلقيح الخليط. ويعتبر دفق المورثات بين الحقول المتجاورة المزروعة بأصناف مختلفة شائعاً (لويلي وآخرون 1997)، مما يشير إلى وجوب حدوث الانتخاب في كل جيل للحفاظ على الصفات المميزة للأصناف. وأظهر ياداف وآخرون (2003) قيام أسر متفرقة للمزارعين في نيبال بزراعة عشائر صغيرة جداً من نبتة أو نبتتين من القرع الاسفنجي، وهو محصول تلقيح مفتوح، ومع ذلك، تم الحفاظ على خمسة طرز مميزة على مستوى المجتمع. ويبدو أنه يجب حدوث دفق كاف للمورثات بين الأسر للحدّ من انخفاض التلقيح الذاتي، إلى جانب انتخاب المزارعين للحفاظ على هوية الطراز.

وفي معظم المحاصيل التي تتكاثر بالنسج، تعد «البذرة» في الواقع جزءاً آخر من النبات (مثل الدرنة في البطاطا أو اليام، والكورمة في القلقاس، ونبات التكاثر في الموز). ومن المتوقع أن يكون التباين محدود جداً داخل الأصناف (لكن انظر برش وآخرين 1995، وتسيمر ودوتشيس 1991 للحصول على معلومات حول التباين داخل الأصناف في البطاطا). وأشار كارامورا وآخرون (2005) أن هذا يحمل تأثيرات في استدامة النظام، لأنه مع احتمال حدوث تغير في كل ما يحيط بالنبات، كقوام التربة، والعناصر الغذائية، وتوافر

المياه، بمرور القرون، قد لا تتغير التشكيلة الوراثية للموز بنفس القدر، حيث تعطي هذه النقطة أهمية خاصة لدى حدوث تغيرات سريعة خلال فترات قصيرة، مثل استخدام مزارع ما لمبيدات حشرية، أو عشبية، أو أسمدة.

نظم البذور وعمل قوى التطور

إن لخصائص نظم البذور، كمصادر البذور، ودفق البذور، وإنتاج البذور، وانتخاب المزارعين، وتخزين البذور، تأثيرها الرئيس في مدى وتوزع التنوع الوراثي في نظم زراعية تقليدية من خلال تأثيراتها في قوى التطور التي تحفظ أو تغير التشكيلة الوراثية لعشائر نباتية. وهذه القوى هي حجم العشيرة، والمعوقات، وتأثيرها في الانجراف الوراثي؛ والهجرة التي تنطوي على تبادل البذور ودفق الطع؛ والتأشيب والطفرات، التي تخلق مورثات أو توليفات وراثية جديدة؛ والانتخاب كنتيجة للقوى البيئية أو النشاطات البشرية.

حجم العشيرة، والمعوقات، والانجراف الوراثي: عدد وحجم العشائر التي تشكل مصادر البذور

يتباين حجم عشائر الصنف أو مجموعات البذور على نحو كبير في النباتات المحصولية المختلفة في حالات مختلفة. وكما أشير آنفاً، فإن عشائر القرع الاسفنجي في نيبال تعد صغيرة جداً، ونادراً ما تزرع الأسر أكثر من 10 أفراد (ياداف وآخرون. 2003). وهذا ينطبق على كثير من محاصيل الحدائق المنزلية (واطسون وإزاغيري 2002؛ مار وآخرون. 2005). وعلى العكس، يقوم المزارعون بزراعة عشائر الآلاف من أفراد صنف محصول وحيد كالأرز والشعير.

وإلى جانب الاختلافات الملحوظة بين المحاصيل من حيث حجم العشيرة، قد توجد أيضاً تغيرات جسيمة في صنف وحيد على مر السنين، وسيؤثر قرار المزارعين المتعلق بمساحة وموقع حقولهم بشكل كبير في الحجم الكلي للعشيرة وبنية العشيرة. وفي بان ماي موت في تايلاند، وهي قرية يقطنها قرابة 100 أسرة، تغير عدد الحقول المستخدمة لبعض الأصناف بشكل كبير من عام إلى آخر. بينما لم تتغير الأصناف الأكثر شعبية عام 2001 و2002، فالصنف الذي كان يزرع في ثلاثة حقول فقط في منطقة واحدة عام 2001 أصبح الثالث بين الأكثر شعبية عام 2002، وزرع من قبل 16 مزارعاً في كافة المناطق الزراعية الخمس في القرية. وفي هذه الحالة، جرى توفير كميات إضافية من البذور لتوسيع الزراعة من قبل واحد من المزارعين، واحتفظ مزارعون جدد بمخزونهم من البذور لاستخدامها

مستقبلاً (ك. ريكاسيم، تواصل شخصي 2003).

يعتبر الانخفاض الكبير في تغطية الأصناف (وحجم العشيرة) شائعاً أيضاً. فقد سجل تشاودهاري وآخرون (2004) انخفاضاً في عدد المزارعين الذين يحتفظون بصنف أرز تقليدي وحيد من 16 إلى 3 في عام واحد (وفي نفس العام انخفض عدد الأصناف المحفوظة من 22 إلى 15). وفضلاً عن التغيرات في عدد المزارعين (أو عدد العشائر الفرعية)، يمكن أن تحدث تغيرات معنوية في مناطق الإنتاج على مستويي القرية والمزرعة الفردية.

قد تتحكم القوانين الحكومية بقرارات المزارعين الخاصة بحجم العشائر. وفي هنغاريا، تحدّ لوائح البذور من حجم عشائر أصناف الذرة بسبب عدم إمكانية زراعة أصناف الذرة المحلية في حقول كبيرة، وبذلك تكون محدودة بمساحات صغيرة وبالحدائق المنزلية (مار وآخرون. 2005).

تعمل حالات الانخفاض الحادة في عدد المزارعين الزارعين لصنف ما والتي تعقبها زيادات على خلق معوقات وراثية غالباً ما ترتبط بفقد التنوع الوراثي. ويمكن أن يحدث ذلك نتيجة الكوارث كالفيضانات أو الأعاصير، حيث يكون التباين المحلي في البذور جد محدوداً، كما هي الحال في فاصولياء المكسيك. كذلك فإن الاحتفاظ بكميات صغيرة من العشائر لفترة أطول من شأنه أن يقلص التنوع الوراثي. ولدى النظر في التأثيرات التي تطرأ على التنوع في حجم العشيرة، يتوجب الأخذ بعين الاعتبار حجم مجموعة البذور (العشيرة المحفوظة من قبل مزارعين فرديين) وحجم الصنف (العشيرة المركبة من مجموعات بذور مختلفة) والأخذ بعين الاعتبار حجم التبادل والخلط الذي يحدث بين مجموعات البذور مع الوقت.

كما تعتمد الطرائق التي من خلالها ترتبط مجموعات البذور الفردية معاً لتشكل عشيرة واحدة أكبر لصنف ما على نظام تربية الصنف وعلى الطبيعة المادية لوحدات الإنتاج داخل منطقة ما. وقد تكون حقول المزارعين كبيرة أو صغيرة، قريبة من بعضها أو متباعدة. ولهذه البينة طيف من التأثيرات في التنوع الوراثي للمحاصيل، اعتماداً أيضاً على مدى التلقيح الخارجي. وقد أشار كوالسيت وآخرون (1997) إلى أن الحيازات الصغيرة للأراضي تعزل عشائر الأصناف عن بعضها البعض، وبذلك تخفض من توليد مادة وراثية جديدة بالتأشيب الطبيعي. وبتوظيف نظرية الجغرافيا الحيوية (مكآرثر وويلسون 1967)، أشار كوالسيت وآخرون (1997) أنه لولا الإدارة البشرية لعانى التنوع الوراثي في قطاعات المحاصيل الصغيرة من انجراف وراثي، ولأظهرت العشائر انخفاضاً في التهجين بين الأقارب. كما أشاروا إلى أن الإسهامات البشرية قد تقلب هذه العمليات وتدخل صفات جديدة لعزل عشائر من خلال تبادل البذور وانتخاب المزارعين (انظر أيضاً ليويت وآخرين، 1997).

يعتمد تأثير الانجراف الوراثي على حجم العشيرة وغالباً ما يعتبر محدود الأهمية عندما تكون أحجام العشائر كبيرة (غيلبسي 1998)، كما هي الحال لمعظم نباتات المحاصيل المزروعة في النظم الزراعية. ويمكن استكشاف الدرجة المحتملة للانجراف الوراثي من حيث تردد الأليلات وفقد الأليلات من العشيرة عن طريق مفهوم حجم العشيرة الفعال، الذي يعد معياراً مجرداً لتوحيد المقاييس، ويعرف بأنه حجم عشيرة افتراضية مثالية تعطي نفس الزيادة في تهجين الأقارب (أو فقد التغير في الأليلات، أو التباين في تردد الأليلات) التي تحدث في العشيرة الفعلية الخاضعة للدراسة.

وبالنسبة لنباتات المحاصيل، تعتبر البيانات المتعلقة بالتأثير الوراثي للعشيرة أو العشيرة الفرعية جدّ محدودة. ووصف لويت (2005) أن انعدام الاستقرار الوراثي في أصناف الذرة المكسيكية المحلية والدخيلة هو بسبب الأحجام الصغيرة للعشائر. وفي كوزالابا تكون مساحة الحقل محدودة، حيث تزرع في الحقل عينه العديد من الأصناف. وكذلك يكون حجم مجموعات البذور المزروعة لكل صنف صغيراً، وتألفت أكثر من 30% من مجموعات البذور المزروعة خلال المواسم الزراعية الستة التي غطاها مسح لويت من أقل من 40 كوزاً للذرة. وعليه فقد خضعت نسبة كبيرة من مجموعات البذور التي تم مسحها لانخفاض منتظم في حجم عشيرتها، مما أدى إلى تذبذب في تنوعها، وربما فقد أليلاتها النادرة.

ويتضح التغير الهائل في حجم العشيرة (وطبيعة العشيرة المصدر) الذي قد يأتي عقب مواسم رديئة الإنتاج في أصناف الفول في المغرب. وتُظهر المعلومات الخاصة بالصنف بعد مواسم مختلفة في المغرب أن الأصناف عينها تزرع في كل قرية. إلا أن تردد كل صنف خلال دفق البذور أو حركاتها (نسبة بذور كل صنف في الكمية الإجمالية للبذور المستخدمة في قرية ما) يتغير بحسب نمط الموسم، ومصدر الإمداد بالبذور. ففي السنوات الخيرة، كان المزارعون يخزنون البذور في قراهم، بينما في أعقاب السنوات العجاف تظهر حاجة جلّ المزارعين إلى شراء بذور الأصناف التي يفضلون من الأسواق المحلية. ففي سنوات الخير، يحتفظون بأعداد كبيرة من مجموعات البذور المختلفة لعدد أكبر من الأصناف مما يفعلون في السنوات العجاف. وفي السنوات الخيرة توجد عشائر مصدرية فردية أكثر، تكون في الغالب صغيرة نوعاً ما، بينما في السنوات العجاف تستخدم عشيرة مصدرية كبيرة وحيدة (يتم الحصول عليها من السوق). فضلاً عن ذلك، يتغير تردد الأصناف بحسب المساحة المزروعة (الإطار 4 .1).

يمكن إثارة نقطتين عامتين حول تأثير محدودية حجم العشيرة في التنوع الوراثي. الأولى هي أن للانجراف الوراثي والمعوقات في حجم العشيرة تأثيراً مباشراً أكبر في الغنى الأليلي منه في التساوي، فتضيع المتغيرات النادرة أولاً. وثمة القليل من المعلومات عن مدى خطورة ذلك على المستوى الوراثي في نظم بذور المحاصيل، رغم أنه من الواضح اختفاء

الإطار 4. 1 إحصائيات عمليات مقارنة التنوع: عدد فعال من السلالات المحلية في منطقة ما

لنفترض أنه في مزرعة أو قرية ما كشف المسح أن ست سلالات محلية وترددها الملاحظ (pi) كانت كما يلي:
(0.5، 0.25، 0.1، 0.05، 0.05، 0.05)

إن مفهوم العدد الفعال للكيانات (كالسلالات المحلية، المنشأ) في منطقة ما هو عدد الكيانات (n_e) مع التردد المطابق (I/n_e)، وهذا ما سيعطي نفس احتمالية السلف المطابق عند مقارنة أي مورثتين عشوائيتين من حيث منشأها:

$$n_e = I/(\Sigma pi^2)$$

ولهذا الاتجاه من الترددات، يكون العدد الفعلي للسلالات المحلية هنا هو 6؛ والعدد الفعال هو 3.03 (جدول الإطار 1.4)

جدول الإطار 1.4. مثال: تركيبة السلالات من بذور الفول التي يملكها المزارعون في 9 قرى تابعة لموقع أورتازاغ، المغرب.

المعدل	سنة جيدة	سنة متوسطة		سنة رديئة
	9 قرى	9 قرى	7 قرى ×	9 قرى
نسبة البذور الخاصة بالمزرعة	0.963	0.82	0.4	0.31
العدد الحقيقي للسلالات المحلية	2.1	5.0	4.6	3.6
العدد الفعال للسلالات المحلية	3.49	3.53	2.54	1.97†

المصدر: عرباوي (2003)؛ غاوتي (2003).
* هذه المعدلات تستبعد قريتين زارعتين لبذور مبتاعة فقط.
† في القريتين اللتين لم يزرع فيهما سلالات محلية، تم تعريف العدد الفعال كـ صفر.

استنتاج: في السنة الرديئة، كان لدى المزارعين كمية أقل من بذورهم لزراعتها، مع تدني الغنى بالسلالات المحلية وتساوٍ أقل في الترددات.

الأصناف النادرة أولاً عند تقليص عدد الأصناف خلال فترة زمنية قصيرة (تشاودهاري وآخرون. 2004). فعلى سبيل المثال، يبدو أن التنوع الزراعي–المورفولوجي الإجمالي لفاصولياء الليما (*Phaseolus lunatus*) المحفوظ في 30 حديقة منزلية في كوبا في ثلاثة بقاع مختلفة من كوبا بقي مرتفعاً (كاستينيراس وآخرون 2001 أ) رغم حفظه في عشائر

صغيرة يتضح أنها منعزلة. والنقطة الثانية قد تكون أحجام العشائر الفعالة صغيرة جداً إن كانت هي العامل الوحيد للانجراف الوراثي الكبير. لكن قد تجرف الأحجام الصغيرة بشكل خطير التنوع غير المنتخب عندما تجتمع مع الانتخاب. وهذه الحالة قد تنطبق على أصناف تم الحفاظ عليها في الحدائق المنزلية (كاستينيراس وآخرون 2001 ب؛ ياداف وآخرون. 2003؛ مار وآخرون. 2005)، التي قد تستخدم لتحري الإمكانية.

الهجرة: تبادل البذور والطلع

الهجرة هي انتشار أو حركة نباتات فردية، أو مواد الإكثار الخضري، أو البذور، أو غبار الطلع بين العشائر أو العشائر الفرعية التي تختلف في العادة لكن ليس بالضرورة في ترددها الوراثي. ويمكن تمييز نوعين من هجرة البذور: الهجرة بين عشائر الصنف المحلي ذاته بين الحقول، أو المزارعين، أو المجتمعات، والهجرة بين عشائر أصناف مختلفة كنتيجة لخلط مقصود أو عرضي.

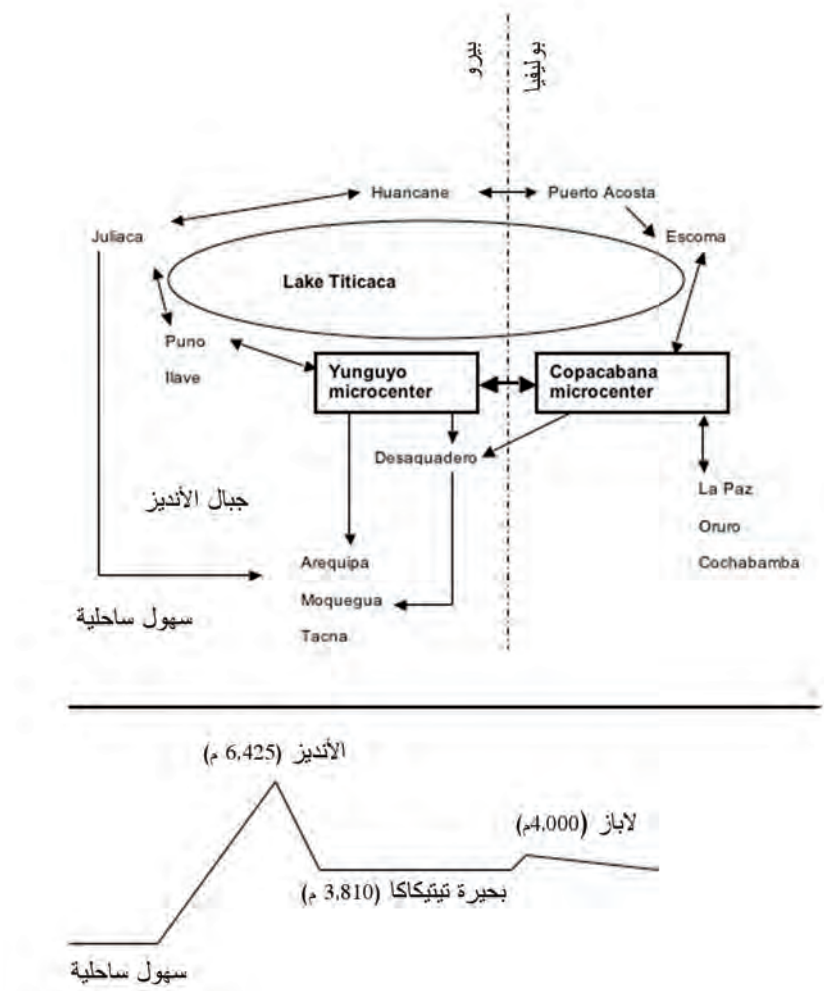
ويبدو أن الهجرة المتعلقة بالبذور تعد صفة ذات أهمية خاصة في نظام البذور التقليدي من حيث انتشار البذور أو حركتها. أما دفق المورثات المتعلق بالطلع فقد يحمل أيضاً أهمية، إلا أن المعلومات المتعلقة بحدوثه (إما بين عشائر الصنف ذاته أو بين الأصناف) في النظم الزراعية التقليدية محدودة جداً (لكن انظر لويت، 2005). إلا أنها تعتبر حالياً ذات أهمية خاصة كنتيجة لزيادة انتشار الأصناف الجديدة التي تحتوي على المورثات المنقولة (غيبتس وبابا 2003).

تتسم النظم التقليدية للبذور بديناميكيتها، مع تغيرات متكررة في أعداد الأصناف المحلية، وهويتها، وتوزعها. وتصبح الأصناف والمواد الجديدة متوافرة على الدوام من الأسواق المحلية ومن برامج تربية تجارية أو وطنية، وهذا ما يعقد أكثر من تحليل التبعات الوراثية للهجرة في النظم التقليدية للبذور. عموماً ما تعتبر الهجرة قوة تحقق الانسجام من حيث مدى التنوع الوراثي وتوزعه، وربما قد تعمل كطريقة مهمة لصون هوية الكثير من أصناف نباتات المحاصيل المحلية.

نطاق الهجرة

يبدو أن معظم الهجرة في النظم الزراعية التقليدية تحدث على نطاق محلي إلى حدّ ما. فقد جرى تبادل محلي بين 75% و 100% من البذور التي يستخدمها مزارعون في وادي أغوايتيا في بيرو. ولم يتم التبادل خارج المجتمع سوى في بذور الفاصولياء، والمينهوت،

والذرة، وحتى عندها شكلت معظم البذور المستخدمة (25 ،% 15.2%، و13.5%) على التوالي. وفي دراسة أحدث، وجد كولادو باندورو وآخرون (2005) أن تبادل بذور الذرة، والمينهوت، والفول السوداني، والفلفل الحار، والقطن بين 13 مجتمعاً على امتداد وسط نهر الأمازون في بيرو كان أقل بكثير داخل المجتمعات. وهذا ما يبدو أنه خلق مصاعب في إمكانية الوصول إلى مجتمعات أخرى والتواصل معها لوجود النهر الذي يشكل الطريق الرابطة الرئيسة بينها. لكن نطاق الهجرة كان أكبر بكثير. فغالباً ما كانت أصناف البطاطا في بيرو تنتقل



الشكل 4. 1. أنماط توزع صنف الأوكا *Isleño* في بوليفيا وبيرو.

بين ارتفاعات مختلفة داخل منطقة ما كجزء من إنتاج البذور وممارسات الإدارة (تسيمرر 1996). ويمكن أن نرى انتقال بعض محاصيل الجذور والدرنات الأنديزية عبر مسافات أكبر كما هي الحال في فالديفيا (2005) (الشكل 4 .1). وبيع صنف الأوكا *Isleño* المزروع في حقول كوتشابامبا (في بوليفيا) في السوق المحلية. ومن كوتشابامبا أخذ إلى أورورو ولاباز. ومن لاباز (الألتو)، أخذ إلى مجتمعات مجاورة وإلى الحدود بين بوليفيا وبيرو، حيث أدخل منها إلى بيرو، وأخذت مادة إلى يونغويو (التي يبدو أنها مركز صغير للمحافظة)، حيث بيعت مرة أخرى. وكانت وجهات هذا الصنف، المستخدم كبذور، مجتمعات مثل أبيلاني، وأولارايا، ويونيكاتشي، وكذلك مدن أكبر مثل إيلافي، وبونو، وجولياكا، حيث أخذ منها إلى مجتمعات قريبة لاستخدامه كبذور وللاستهلاك. أما الوجهات الأخرى فكانت المدن الساحلية في بيرو مثل تاكنا، وموكيغوا، وآريكويبا للاستهلاك. وبالاعتماد على الإنتاج والظروف المناخية قد يأخذ مسار هجرة البذور طريقاً معكوسة. وهكذا نرى أن البذور من هوانكاني (بيرو) انتقلت إلى بورتو أكوستا (بوليفيا)، ومنها إلى لاباز، حيث تدفقت إلى بقاع أخرى في بوليفيا. وتزيد المسافة ما بين كوتشامابا في بوليفيا إلى آريكويبا عن 800 كم.

وتشتمل الأمثلة الأخرى عن حركة الأصناف المؤكدة بين المجتمعات أو المناطق على توفير المادة الزراعية للمينهوت في منطقة الأمازون البرازيلية (كوميز 2001) أو حركة بعض الأصناف المعينة للشعير في نيبال. لكن، لا تشتمل حركة المواد في أي من الحالات على الأنماط المعقدة التي شوهدت في الأوكا.

استبدال البذور ومصادرها

رغم تفضيل معظم المزارعين ادخار بذورهم بقدر ما يستطيعون، إلا أنه عليهم أن يستبدلوها خلال فترة عدة سنوات جزئياً أو كلياً مع بذور الصنف عينه من مصدر مختلف قد يكون أحد الأقارب، أو الجوار، أو من السوق المحلية (عادة بهذا الترتيب من التفضيل). وبهذه الطريقة، وعلى فترة عدة سنوات، تحدث ديناميكية الحركة والخلط، حيث تنتقل خلالها أنسال العشائر الفردية بين المزارعين، وتخلط خلال التبادل أو التسويق، وتصبح كمصادر لعمليات تبادل أخرى، أو قد تضيع. ويتباين مدى حدوث هذا النوع من الانتقال تبعاً للمحاصيل، والبلدان، والمجتمعات، وتعكس عوامل بيئية، ومشكلات في الإنتاج، وعلاقات اجتماعية، وظروف اجتماعية–اقتصادية.

تشير البيانات الراهنة من نظم عديدة إلى وجود استراتيجيات محافظة لاستبدال البذور. فعلى سبيل المثال، يلخص الجدول 4 .1 بيانات من محصولين في ثلاثة قرى في هنغاريا. فبالنسبة للفاصولياء، قام 75% من المزارعين في ديفافانيا (Dèvávanya)، و83% في

أورسيغ (Örség)، و89% في تيزات (Tiszahát) باستبدال البذور أقل من ست مرات، ومن منهم لم يقم بأي استبدال للأصناف خلال العقدين المنصرمين. أما بالنسبة للذرة الصفراء فكانت الأرقام أعلى قليلاً: 92% في ديفافانيا، و93% في أورسيغ ، و84% في تيزات. لكن قد تكون عملية المحافظة القصيرة الأجل هذه مضللة. والسؤال المطروح حول ناحية الحجم الفعال لعشيرة الصنف بكامله هو هل يحدث دفق البذور أو المورثات من العشائر المحلية المتناقصة إلى تلك العشائر التعويضية الجديدة؟ فإذا ما حدثت الهجرة أثناء الاستبدال، فإن الحجم الفعال للعشائر المصدر يحدد حجم كامل النظام، وسيكون ذلك الحجم أقل إن حدث تبادل بين المخزون القديم والجديد (انظر مارورياما وكيمورا 1980 للمعاملة النظرية الأنموذجية).

أظهرت النتائج المأخوذة من نيبال المحافظة على معظم التنوع المحلي لمحاصيل الأرز، والقلقاس، والدخن الإصبعي، والشعير من خلال التبادل غير الرسمي للبذور داخل المجتمعات وبينها عن طريق شبكات اجتماعية (بانيا وآخرون 2003). وكان دفق بذور الدخن الإصبعي منخفضاً خلال كل السنوات، حيث ادخر 90% من المزارعين بذورهم. إلا أن

الجدول 1.4. ممارسات استبدال المزارعين لبذور أصناف محلية من الفاصولياء والذرة في هنغاريا

	ديفافانيا				أورزيغ				تيزاهات			
	الفاصولياء		الذرة الصفراء		الفاصولياء		الذرة الصفراء		الفاصولياء		الذرة الصفراء	
الاستبدال	العدد	%	العدد	%	العدد	%	العدد	%	العدد	%	العدد	%
لا يوجد استبدال للبذور	26	31	10	21	56	56	24	37	57	58	41	50
على الأقل 3 مرات لكن دون ست مرات	36	44	34	71	27	27	36	56	30	31	28	34
أكثر من 6 مرات	1	1	0	0	2	2	1	2	4	4	5	6
لا توجد استراتيجية محددة للاستبدال	20	24	4	8	15	15	3	5	7	7	8	10
الإجمالي	83	100	48	100	100	100	64	100	98	100	82	100

المصدر: مار وآخرون. (2005)

82% منهم بدلوا البذور خلال فترات منتظمة، معظمها كان خلال فترة ثلاث سنوات وسطياً، حيث شاركت المزارعات في عمليات التبادل هذه أكثر من المزارعين. ويعتبر الحصول على بذور أصناف محلية من مزارعين آخرين في بعض المجتمعات مؤشراً على قلة المهارة كمزارع، بالتالي تجنب ذلك إن أمكن.

يتباين موقف المزارعين ونهجهم المتعلق باستبدال البذور بناءً على عدد من العوامل. فالمزارعون في نيبال مستعدون دائماً للحصول على بذور أصناف حديثة من الأسواق أو حتى من المصادر الرسمية. ويبدو أن ثمة اعتقاد لديهم بوجوب استبدال البذور بشكل متكرر للحصول على غلة مستقرة، وأن تلك البذور قد تكون أعلى نوعية من بذورهم المدخرة لنفس الصنف. لكن هذا لا ينطبق على بذور الأصناف المحلية، التي لا تتوافر بشكل شائع في أسواق محلية، حيث يكون صون البذور مقروناً بانتخاب حذر.

يحصل جل المزارعين النيباليين عند استبدالهم للبذور على بذور مرغوبة من بعضهم البعض مباشرة بعد الحصاد. وفي بعض الحالات، وعندما تخفق البادرات في الإنتاش أو عندما يرون البادرات أضعف من أن تشتل، يستعير المزارعون بادرات كمصادر لمواد جديدة، حيث يعد ذلك شكلاً من أشكال إدارة الأزمات. وغالباً ما يكون الخيار لدى هؤلاء المزارعين محدوداً في الصنف الذي يحصلون عليه، رغم محاولتهم الحصول على مادة من بيئات محلية تتشابه مع بيئاتهم.

وفي يوكاتان، يقوم المزارعون بشكل تقليدي بزراعة الذرة الصفراء، والفاصولياء، والقرع معاً (في نظام الحقول). وتحفظ بذور الذرة والقرع بشكل رئيس من قبل المزارعين أنفسهم كلما كان ذلك ممكناً. لكن ثمة اعتماد كبير على تبادل بذور أصناف الفاصولياء المحلية من مزارع إلى مزارع. ويمكن للمزارعين المعروفين بإنتاج موثوق ومنتظم لمحصول فاصولياء جيد القيام عمل مثمر، على مستوى المجتمع المحلي والمستوى الإقليمي، من خلال بيع بذور الفاصولياء إلى مزارعين آخرين ممن لم يؤمنوا كميات البذور من زراعاتهم. وبينما تنتقل الفاصولياء من مزارع إلى آخر بشكل رئيس عن طريق التعاملات النقدية عند نقل مجموعات بذور الذرة الصفراء والقرع، إلا أنها غالباً ما تقدم كهدايا أو تقايض مع نمط بذور آخر. وقد يفسر دفق البذور المختلفة هذه سبب كون الفاصولياء في العادة المحصول الأول الذي يتركه المزارعون في يوكاتيكان في حقولهم عندما يغيرون زراعاتهم استجابة للظروف الزراعية–البيئية والاجتماعية المتغيرة.

وكما يظهر بالنسبة للفول في المغرب ومحاصيل أخرى في المكسيك وموزنبيق، فإن درجة الهجرة يمكن أن تتغير بشكل كبير من عام إلى آخر، حيث تحدث الهجرة الكبيرة عندما يكون الإنتاج ضعيفاً أو كنتيجة لفقد كبير في البذور عقب الكوارث كالفيضانات والأعاصير.

وأظهر لوب (2004) إمكانية وجود الأصناف في يوكاتان، المكسيك، داخل القرية، لكن يجب أن تتوافر العلاقات الاجتماعية المناسبة للحصول إليها. ويميل المزارعون في يوكاتان بشكل خاص إلى الاعتماد بشكل كبير على شبكات القرابة والآباء (*compadrazgo*) أو الآباء في العماد عند البحث عن كميات البذور لتجديد موادهم الزراعية أو استبدالها.

وكشف تحليل شبكات الإمداد ببذور الأرز في نيبال (سوبيدي وآخرون 2003) عن مدى تعقيدها واعتمادها على طيف من المتغيرات الاجتماعية. وفي مجتمعات مختلفة جرى توظيف أنواع مختلفة من الشبكات. ففي بارا ذات الأراضي المنخفضة والتي تسود فيها أصناف الأرز الحديثة، وجدت عديد من الشبكات الصغيرة غير المترابطة، بينما في موقع كاسكي عند الهضاب الوسطى (التي لاتزال تسودها الأصناف المحلية) كانت الشبكات أقل عدداً لكنها أوسع، والسبب المحتمل في ذلك يعود إلى العلاقات الأوسع بين مختلف الأفراد واختيار الأصناف من مزارعين مختلفين وكذلك من مصادر أخرى للبذور. وفي كلتا المنطقتين، حدد سوبيدي وآخرون أفراداً معينين كمزارعي ارتباط، والذين يوصفون بمشاركتهم في عدد كبير من عمليات التبادل. وعمل مزارعو الارتباط كمصادر مميزة للبذور لمزارعين آخرين كما جمعوا مواد للزراعة من داخل المجتمع المحلي وخارجه. ومع أنهم يسهمون بدور محوري في دفق البذور، إلا أن المشاورات بين مزارعي الارتباط أنفسهم ضعيفة. وأشير إلى أنهم قد يكونوا كحراس أساسيين لتنوع المحاصيل في النظام (سبيدي وآخرون. 2003).

حتى في الشبكات الأكبر، لا يتصل كافة الأفراد مع بعضهم على مستوى المجتمع. بل توجد شبكات فرعية ترتبط مع شبكة أو أخرى من خلال أفراد محددين. وهذا يشير إلى أن الدفق غير الرسمي للبذور أو مواد الزراعة لا يحدث بالضرورة بين كافة أفراد المجتمع. وسيكون ثمة دفق أعظم للمواد من خلال عدد من الشبكات الصغيرة الموزعة عبر الأمكنة. ففي شبكة اجتماعية كبيرة، قد لا يكون الاتصال المباشر مع كافة الأفراد ممكناً، لكن قد تكون الروابط العرضية للشبكة قوية في نشر الابتكارات والرسائل على اعتبار أن الروابط العرضية توفر فرصة لإيجاد المزيد من المعلومات والمواد (غرانوفيتر 1973).

وفي الأراضي المرتفعة والهضاب الوسطى في نيبال، لم توجد شبكات منفصلة لمجموعات الجنسين. وجرى دفق المواد الوراثية عبر المجموعات المختلطة للرجال والنساء في منطقتي الدراسة كلتيهما. وهذا يختلف مع شبكات دفق المعلومات التي وجدها سوبيدي وغارفورث (1996) في مجتمعات محددة في الهضاب الغربية في نيبال. وهنا وجدت في مجتمعات محلية شبكات رجال –رجال، رجال–نساء (بقيادة الرجال)، نساء–رجال (بقيادة النساء)، نساء–نساء . وعلى نحو مماثل، لم تكن شبكات الإمداد ببذور الأرز معتمدة على فئة الثروة، مما يشير إلى عدم وجود عقبة بين الجنس وفئات

الثروة في دفق المواد الوراثية.

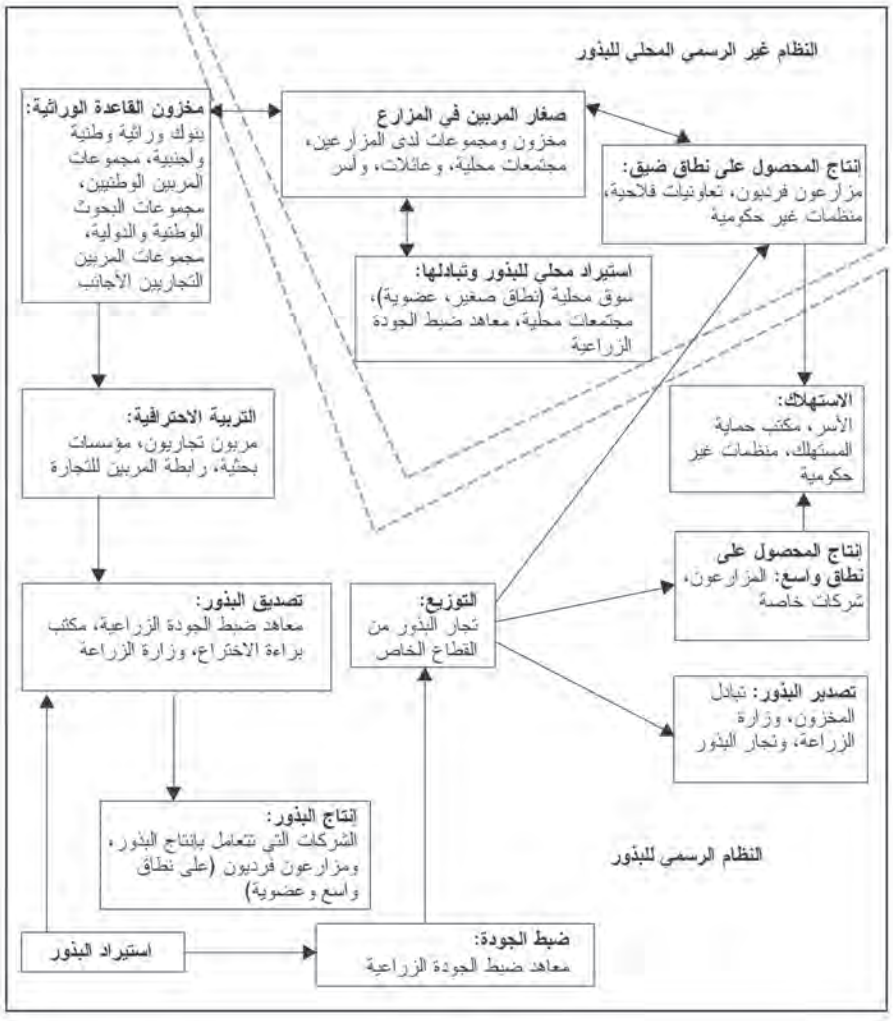
أما في يوكاتان فقد ارتبط دفق بذور الذرة والفاصولياء والقرع بشكل كبير بالجنس بحسب مواقع الإنتاج التي يزرع فيها المحصول. واعتبرت الحقول مركز مجال تأثير الرجال، وبشكل أساسي الرجال هم من يدير دفق بذور المحاصيل المزروعة هناك، لاسيما الذرة. لكن عند زراعة نفس المحاصيل في الحدائق المنزلية أو في قطع داخل القرى، غالباً ما تسهم النساء بدور بارز في انتخاب البذور، وتأمينها، وتبادلها، حيث تعتبر هذه المواقع تحت تأثير النساء. ولمحصول كالفلفل الحار، الذي يزرع في الحدائق المنزلية والحقول، قد يلعب الرجال والنساء أدواراً ذات أهمية متساوية في دفق البذور عن النظر إليها من زاوية المجتمع أو الصنف.

وفي هنغاريا، يعد الحصول على البذور المحلية والمعرفة بممارسات إنتاج معينة محدودة وتدرك من خلال علاقات شخصية. ويتم التحكم بمبيعات البذور في الأسواق المحلية بشكل حصري من قبل المعهد الدولي لضبط الجودة الزراعية، وعليه، لن يعطى عمل نظام البذور المحلي غير الرسمي صفة قانونية، ولا تعتبر الأسواق جزءاً من النظام. غير أن البذور والأصناف التقليدية تباع كحبوب غذائية أو علفية في الأسواق، وبعضها قد يعاد استخدامها كبذور للزراعة (الشكل 4 .2).

الهجرة والانتخاب

تظهر دراسات الهجرة من خلال (انجراف) العشائر الفرعية في نظم أنموذجية أن معدلات الهجرة غير المتساوية بينها تقلص من حجم العشيرة الفعال في النظام، لاسيما عندما تستبدل بذور مزرعة ما (مارويامـا وكيمورا 1980؛ وانغ وكاباليرو 1999؛ ويتلوك 2003). وعليه، فإن تأثيرات الهجرة في التنوع يعتمد بشكل كبير على التفاعل بين الهجرة والانتخاب، وعلى كيفية إدارة المزارعين لمدخلات التنوع المستمرة، وكيفية تكيفها مع البيئة المحلية. وقد تحل المهاجرات محل الأصناف المحلية الموجودة (أو عشائر محددة لأصناف محلية)، وتختلط معها، وتحدث تهجيناً وتبادلاً في المورثات، وتجتمع في النهاية داخل عشيرة واحدة. ويرتبط التأثير الوراثي للهجرة بشكل وثيق مع ممارسات الإدارة والانتخاب، يأتي بعدها إدخال المزارعين أو توزيعهم لمواد جديدة.

وفي ياكسكابا، يوكاتان، قد تتساوى نسبة مجموعات بذور الذرة المحسنة المزروعة من قبل مزارعي المايا مع السلالات المحلية ذات الدورة القصيرة (*xmejennal*)، وكلاهما قد يزرعا في بيئات محلية حقلية. ومما لا شك فيه أن تبني الذرة المحسنة خلال العقدين الماضيين اشتمل على كمية محددة من عشائر *xmejennal* المستبدلة، إلا أن كميات الذرة



الشكل 4. 2 دفق البذور من خلال القطاعين الرسمي وغير الرسمي في هنغاريا (مار وآخرون 2005).

المحسنة اجتمعت فيها صفات معينة (كما في بيلون وريزوبولوس 2001) مثل تغطية القشور ، مما يشير إلى أن المزارعين قد تحملوا أو شجعوا دفق المورثات الكبير من سلالات محلية إلى عشائر ذرة محسنة محلية. ومع الأخذ بعين الاعتبار التلقيح الخارجي للذرة، يجب أن نتوقع حدوث دفق مورثات من مخزون الذرة المحسن والمجمع إلى المواد المحلية، ووجد أن الكثير من مجموعات *xmejen–nal* احتوي على خمسة أكواز على الأقل تحمل بذورها صفات

الذرة المحسنة. كما أظهر ليويت وآخرون (1997) أن دفق المورثات حدث في أصناف الذرة في كوزالابا. وقد يخفض انتخاب المزارعين من هذا التأثير إلى الحد الأدنى للحصول على مواصفات مهمة للإنتاج، لكن قد يحدث الدفق أيضاً لمورثات أو صفات لا تخضع لضغط الانتخاب.

من الأهمية بمكان أيضاً النظر في التغير الوراثي الذي قد يحدث داخل الأصناف كنتيجة للانتخاب واستخدام البذور في المزرعة، وذلك اعتماداً على نظام تربية المحصول. ففي وادي كوزالابا في المكسيك، يتبادل المزارعون بشكل دائم مجموعات صغيرة من بذور الذرة داخل المنطقة وبين حقول أبعد. ورغم صغر حجم نطاق هذه التبادلات، إلا أنها أصبحت جزءاً لا يتجزأ من الزراعة المحلية للذرة على اعتبار أنها يمكن أن تؤمن بذور للزراعة خلال أي فترة من العام، وأنها تدخل تنوعاً جديداً في سلالة محلية موجودة (لويت وآخرون. 1997).

التأشيب

أدى التأشيب خلال التكاثر الجنسي في النباتات مختلفة اللواقح إلى خلق توليفات وراثية جديدة، تبقى حية أو قد لا تبقى لتصبح جزءاً من العشيرة اعتماداً على طبيعة الانتخاب الطبيعي وانتخاب المزارعين. ويعطي التأشيب في الأنواع ذات التلقيح الخارجي مثل الذرة والدخل اللؤلؤي إنتاج مستمر من الطرز الوراثية الجديدة في كل جيل. وفي الأنواع ذات التلقيح الذاتي المؤلفة من نباتات مختلفة اللواقح بشكل كبير، يكون للتأشيب تأثير رئيس فقط عند حدوث تهجين خارجي عرضي. وفي سياق نظم البذور ودورها في الحفاظ على التنوع الوراثي في أنواع المحاصيل، تقع أهمية التأشيب في نتائج التهجين الخارجي بين عشائر مهاجرة وأخرى محلية بعد هجرة البذور من بعض الأنماط أو نتائج دفق المورثات الذي يتدخل فيه اللقاح.

لوحظ قيام المزارعين التقليديين بكشف طرز جديدة تظهر في الحقل وإبداء اهتمامهم بها (ريتشاردس 1989). وقد تكون هذه الطرز ملوثات بسيطة (أو مهاجرات)، لكنها أيضاً قد تكون نسل تهجين خارجي من نوع ما، وبالتالي تأتي نتيجة للتأشيب. ورغم الأهمية التي يحملها التأشيب بدون شك في حفظ التنوع، إلا أن دوره في وظيفة نظام البذور وتأثيره فيه يبدو خفيفاً. لكن وفقاً للطريقة التي تعمل فيها نظم البذور، سيكون من المثير للاهتمام استكشاف الطرائق التي تدمج فيها المواد الجديدة في نظام بذور محصول ما، والطرائق المتنوعة التي تحل من خلالها محل المكونات الموجودة، أو تتنافس، أو تختلط معها.

ومع إدخال محاصيل معدلة وراثياً، قد تتزايد أهمية دفق الطلع من حيث تأثيره في

عشائر الأصناف المحلية وصفاتها. فإن حدث ذلك، فقد يغير هذا من ممارسات إدارة البذور ووظيفة نظام البذور اعتماداً على انتخاب المزارعين والممارسات الإدارية. وفي الوقت الراهن، تعد المورثات التي تحظى بالأهمية القصوى هي تلك التي تمنح صفة التحمل لمبيدات الأعشاب والمقاومة للآفات. وورد (بدون تأكيد من مصدر مستقل) أن الـ DNA التبدلي وجد في أصناف ذرة صفراء محلية في أواكساكا، المكسيك (كويست وتشابيلا 2001).

الطفرات

يبدو أن المعدلات المنخفضة للطفرات في معظم المحاصيل تبعد فكرة اعتبارها العامل الرئيس للتغيير على المدى القصير في بعض الأنواع المكاثرة بالنسج. ففي الموز، تؤدي الطفرات بالتأكيد إلى حدوث فروع في الخلفات البنات التي تختلف عن النباتات الأم. وكانت كافة نباتات الموز المستأنسة، سواء ثنائية الصيغة الصبغية أو ثلاثة الصيغة الصبغية، خالية من البذور وتتكاثر بالنسج. ووجد أن الطفرات الجسمية أكثر شيوعاً في مجموعات الموز المختلفة، لاسيما تلك المزروعة على نطاق واسع، وبخاصة موز الحلوى، موز الأراضي المرتفعة في شرقي إفريقيا (موز *Musa* مجموعة AAA)، و لسان الحمل (*Musa* AAB) (بيكرزجيل و كارامورا 1999).

وفي إفريقيا الشرقية، حيث يكون الاختلاف طفيفاً، قد تحتفظ الخلفات البنات بالاسم نفسه، وقد تعتبر أنها تحمل ذات الهوية التي تحملها النبتة الأم. لكن، عند ملاحظة اختلافات معنوية، قد يستخدم المزارعون اسماً جديداً للصرم. وقد ترتبط اختلافات هذا الطراز دائماً مع العذق، وهي نقطة مهمة للمزارعين، أو التجار، أو المستهلكين. فعلى سبيل المثال، يتغير موز الطبخ في الأراضي المرتفعة إلى موز البيرة، ويأخذ مذاقاً مراً بسبب احتوائه على نسبة أعلى من التانين. وقد يطلق على موز البيرة أسماء جديدة، لكنها تحتفظ بأسمائها الأصلية على فترات، وهذا يعود إلى أن الطراز المظهري لموز البيرة يبقى نفس الطراز المظهري لموز الطبخ، رغم عدم إمكانية تناوله نيئاً أو مطبوخاً بسبب محتواه المرتفع من التانين. وعليه، نجد أسماءً من قبيل *Nakabululu–enyamuunyo* (موز طبخ)، و *Nakabululu–embiire* (موز بيرة). ولموز *Nakabululu–embiire* أيضاً اسمه الخاص وهو *Enshyenyuka*. فإن كان التغيير ملحوظاً لكنه ضئيلاً، كالتغيير في صباغ الساق الكاذبة، أو في عنق الورقة أو في الضلع الأوسط، فإن الخلفات البنات قد تحتفظ بالاسم عينه مع إضافة تشير إلى التغيير. فعادة ما يكون لـ *Musa* AAA) *Nakitembe*) على سبيل المثال، وهو نسخة شرق إفريقية، أعناق ورق وأضلاع وسطى خضراء، لكنة ثمة طفرة ذات أعناق وأضلاع وسطى حمراء

تسمى *Nakitembe omumyufu* (حمراء) (كارامورا وكارامورا 2004).

ويبدو أن هذه الطفرات تزيد من توافر الطرز الوراثية في منطقة ما، اعتماداً على نجاح أي طراز طافر، لتغيير توزيع التنوع القائم (الإطار 4 .2). وفي أوغندا، يوجد لـ *Siira*، وهي نسخة موز طبخ ذات عذق متوسط الحجم، طافر (*Atwalira*)، يتسم بعذق شكل أسطواني الشكل وأكثر تراصاً وثقيلاً. وأصبح الطافر أكثر صفة تجارية من آبائه الأصليين وانتشر إلى مناطق لا يحتلها آباؤه الأصليين (د. كارامورا، تواصل شخصي. 2004). ورغم أن الطفرات قد تلعب دوراً في توليد صنف جديد في عدد من الأنواع المكاثرة بالنسيج، لكن مدى حدوث هذا، والأنماط الجديدة التي تدخل في نظم الإمداد بالبذور لم تخضع لدراسة كافية. وفي القلقاس المستخدم في شمالي فيتنام، تستخدم أعضاء مختلفة لإكثار أصناف مختلفة. وسيكون من المثير للاهتمام تحري وجود ارتباط بين الأعضاء والطرائق المختلفة بنسب الطفرات المختلفة وكذلك تحري وجود تأثير لها في التباين الموجود داخل مواد الأصناف المختلفة المتبادلة (الجدول 4 .2).

قد يختار المزارعون في بعض المحاصيل بدون قصد نظماً قابلة للتطفير (كتلك التي يسببها وجود عناصر قابلة للتغيير) لأنها تخلق أشكالاً ملونة جديدة ومميزة على البذور، والسوق، والأزهار. وإحدى الحالات قد تكون نظام Ac/Ds في الذرة الصفراء، حيث قد تحفز عناصر قابلة للتغيير حدوث طفرات ذات تأثيرات في الطراز المظهري. وأشار كليغ ودربين (2000) إلى أن القائمين الأوائل على استئناس *Ipomoea purpurea* اقتصروا على تنوع لون الأزهار الذي يأتي نتيجة تنوع غني لعناصر متنقلة توجد في مجيّن زهرة مجد الصباح. ويمكن لهذه الأنماط أن تعمل كمعرفات للصنف، أو قد تعطي صفات جديدة مهمة. وفي هذه الحالات، قد تكون الطفرة قابلة للتحديد في حال كانت صغيرة نتيجة تغيرات وراثية في الأصناف وفي النباتات المكاثرة بالبذور، وبذلك قد تؤثر في صون الصنف وتبادله.

الانتخاب

انتخاب المزارعين والانتخاب الطبيعي

قد تعتمد التركيبة الوراثية للأصناف المحلية على تأثيرات الانتخاب الطبيعي وانتخاب المزارعين (عن قصد أو بدون قصد) (الإطار 4 .3) وبالنسبة لكثير من الصفات، قد يعزز انتخاب المزارعين الانتخاب البيئي مع الوقت، لاسيما الانتخاب لتحمل البيئات المناوئة للتربة، أو المناخ، أو الآفات. ففي يوكاتان على سبيل المثال، يتوافق متوسط الزمن اللازم للإزهار بالنسبة للسلالة المحلية المزروعة الأوسع انتشاراً، *xnuuknal*، بشكل وثيق مع

الإطار 4. 2 دفق بذور الموز في أوغندا

يمكن التمييز بصورة عامة بين مسارين لبذور الموز، وهما نظم البذور التقليدية وغير التقليدية، رغم اختلاط كلا المسارين في العادة على مستوى المزرعة. ويعد هذا النظام الأقدم والأوسع انتشاراً، حيث يقوم المزارعون خلاله بانتخاب البذور وجمعها من الأصدقاء، أو الجوار، أو الأقارب القريبين والبعيدين، وزراعتها في حدائقهم. ويتبع انتخاب البذور معايير محددة عبر المنطقة (جدول الإطار 4. 2).

وتوصف المسارات بتنوع كبير في الأصناف المزرعة، حيث قد يحتوي الموقع حتى 30 صنفاً مختلفاً مزروعاً في خلائط معقدة. وحالما يتم انتخاب الصنف وإدخاله، فإنه يزرع في العادة بالقرب من البيت الرئيس أو المطبخ، حيث يتم منه مراقبة القطعة المزروعة بعديد من محاصيل الخلفات من حيث حجم العزق، ونوعية الغذاء، والاستجابة للآفات والأمراض، وصفات أخرى قبل نقلها إلى موقع مناسب في الحديقة من أجل الإنتاج والمحافظة عليها. أما الصفة الأخرى للنظام فهو النسبة المنخفضة من المستلزمات. فعموماً لا يتم تنظيف بذور الخلفات التي تجمع من الجوار، والأقارب والأصدقاء، وبالتالي يرافقها إلى المزرعة التالية الكثير من الآفات والأمراض المنقولة بوساطة البذور. ويبدو أن النظام حافظ على نفسه كتجارة بالمقايضة حيث يتم فيه تبادل مواد الزراعة بدون تدخل عنصر المال. وعليه، فإن أية محاولة لتحسين هذا النظام يجب أن تأخذ بعين الاعتبار عدم قيام المزارعين بشراء المادة الزراعية للموز بحسب التقاليد السائدة.

جدول الإطار 4. 2. النسب المئوية للمزارعين المستخدمين لمعايير متنوعة لانتخاب المادة الزراعية

المعيار	تنزانيا		أوغندا	
	تشانيكا	إيبويرا	ماساكا	بوشيني
حجم العزق	29	35	32	26
المذاق	22	18	17	16
فترة النضج	18	10	21	12
المقاومة للأمراض	6	11	17	19
قوة النبات	2	6	1	0
القدرة على إعطاء الخلفات	2	8	0	2
إمكانية تسويق العزوق	4	4	3	8
تحمل الجفاف	4	0	0	0
أصابع كبيرة	3	1	2	4
طراوة الطعام المطبوخ	1	2	1	0
التكيف مع التربة	1	1	1	2
الاستطالة	1	1	1	5

المصدر: كارامورا وكارامورا (2004)

الجدول 4. 2. الطرائق التي يتبعها المزارعون لإكثار أصناف تارو في شمالي فيتنام، 2002.

طريقة الإكثار	الصنف	النظام الزراعي–البيئي	نمط التوزع
الكورمات أو الخلفات	*Khoai lui doc xanh*	أراضي منخفضة	منتشر
	Chat chay hau	أراضي منخفضة وأراضي مرتفعة	منتشر
	Mac phuoc mong	أراضي مرتفعة	منتشر
	Hau danh pe	أراضي مرتفعة	منتشر
	Khoai mung tia	أراضي مرتفعة	منتشر
	Mon tia	أراضي منخفضة وحدائق منزلية	منتشر
خلفات صغيرة	*Nuoc tia*	مناطق رطبة حول الآبار	منتشر
	Nuoc xanh	مناطق رطبة حول الآبار	منتشر
	Khoai ngot	أراضي منخفضة، حدائق منزلية	منتشر
	Bac ha	حدائق منزلية، منطقة رطبة	على نطاق ضيق
	Tam dao xanh	أراضي مرتفعة، حدائق منزلية	منتشر
	Hau xi	حدائق منزلية، منطقة رطبة	منتشر
الرئد	*Man hau vai*	أراضي مرتفعة	منتشر
	Hau giang	أراضي مرتفعة	منتشر
	Khoai doi	أراضي منخفضة	منتشر
رأس الكورمة	*Kao pua*	أراضي مرتفعة	على نطاق ضيق
	Hau Danh chun	أراضي مرتفعة	منتشر
	Mat qui	أراضي مرتفعة	منتشر
عين الكورمات	*Hau doing*	أراضي مرتفعة	منتشر
	Phuoc oi	أراضي مرتفعة	منتشر
بذور وخلفات	*Kay nha*	حدائق منزلية وأراضي مرتفعة	منتشر

الإطار **4. 3**. الاختلافات في انتخاب وحفظ الأصناف المتعلقة بالعرق، والوضع الاجتماعي، والعمر، والجنس

في بعض مناطق بوركينا فاسو، تتدخل النساء بحسب أعمارهن ومكانتهن الاجتماعية على التساوي مع الرجال في عملية انتخاب أصناف المحاصيل في القرية والمناطق المجاورة. وتعتبر النساء الطرف الرئيس في تصنيع الحبوب إلى منتجات غذائية وعلفية أخرى، حيث تقوم هؤلاء النساء بتصنيع أكثر من 95% من الحصاد. كما تعمد النساء بشكل كامل تقريباً إلى تسويق الأصناف المحلية بالتجزئة، أما التسويق بالجملة فيتم من قبل الرجال والنساء على حد سواء. ووجد أن النساء، لاسيما بين شعب بيكسا في ميديغا، تلعبن دوراً مهماً في اختيار الأصناف التي ستزرع لمحاصيل الذرة البيضاء، والدخن اللؤلؤي، والفول السوداني، واللوبياء.

أجريت دراسة على أعمار المزارعين وانتخاب البذور في بوركينا فاسو بين نساء (بعمر 17–90 سنة) ورجال (بعمر 23–79 سنة). وتشاركت النساء على كافة مستويات القرية اللائي يزيد أعمارهن عن 50 عاماً في تربية البذور وحفظها (جدول الإطار 4 .3). وعلى أية امرأة تربي أو تحفظ البذور أن تضع في حسبانها بعض الطقوس التي تمارس في بوركينا فاسو، فعلى سبيل المثال، في اليوم الذي يجب فيه تحضير البذور وحفظها، يجب على المزارعة الأنثى ألا تكون قد شاركت في نشاط جنسي اليوم الذي يسبقه، وعلى أية امرأة حامل أو حائض ألا تلمس حاويات البذور، أو حتى تلمس التمر الهندي، أو الفاكهة، أو الحليب، أو الدخن اللؤلؤي، أو دقيق الذرة البيضاء. ولضمان حفظ جيد للبذور، يجب أن يتم الانتخاب خلال فترات غير مقمرة. وأظهرت دراسات مماثلة في المغرب أن معرفة النساء المتعلقة بانتخاب البذور كانت تضاهي معرفة أزواجهن أو آبائهن حيال الاختلاف بين السلالات المحلية والأصناف المحسنة.

جدول الإطار 4. 3. بوركينا فاسو: تدار نظم التربية من قبل الرجال والنساء تبعاً لمعايير اتخاذ القرار، والاهتمامات الاجتماعية–الاقتصادية، والطقوس.

	المحصول صانع القرار	
	الذكور	الإناث
الذرة البيضاء	+++	++
الدخن	+++	++
اللوبياء	+++	++
الفول السوداني	+	+++
بطاطا فرافرا	+++	0
الباميا‌ء	0	+++

+++ = صناعة قرار عالية (تدخل دائم)
++ = صناعة قرار متوسطة (تدخل أحياناً)
+ = صناعة قرار منخفضة أو ضعيفة (تدخل نادر)
0 = انعدام صناعة قرار (غياب التدخل)

يتبع من الصفحة 98

تخزن أكواز الذرة البيضاء، والدخن، والذرة الصفراء في مخازن، وتستخدم نباتات محلية لحماية الحبوب المخزونة من الآفات، بما فيها *Sanseieria* و *Cissus quadrangularis*، *senegambica*و *Hyptis spicigera*، و *Cassia mgricans*. ويطحن النبات وهو طازج، ويخلط بالماء، ومن ثم ينشر في المخزن قبل تخزينه. ويستخدم زيت بقايا اللوز لحمايتها من الآفات. كما تخلط الحبوب بالرماد وتخزن في جرار. تنفذ هذه العملية في الصباح الباكر، أو في المساء، عند غياب الضوء الطبيعي. ولا تشارك النساء الحوامل أو الحائض في هذه العملية.

المصدر: ماديباية دجيمادوم، Fédération Nationale des Groupements Naam

الفترة الزمنية بين متوسط بداية الموسم المطري (عند بداية الزراعة) وذروة متوسط الهطل المطري الشهري. وتتزامن الذروة الأخيرة بشكل دقيق مع موعد إطلاق الأزهار الذكرية للذرة الصفراء للطلع، ومع جاهزية الأزهار الأنثوية جاهزة للاستقبال، وبدء الأكواز المخصبة بالتطور، أي باختصار عندما تكون نباتات الذرة في مرحلة فسيولوجية تكون فيها الاحتياجات المائية في الدرجة الحاسمة القصوى. وقد ينطبق هذا أيضا على الانتخاب للتكيف مع إجهادات لاأحيائية (بيئية) أو أحيائية.

أظهرت دراسات زراعية–مورفولوجية أن الأصناف المحلية للذرة البيضاء التي جمعت في مالي في عامي 1998 و1999 كانت أبكر بـ 7–10 أيام في الزمن اللازم للنضوج مقارنة مع تلك التي جمعت قبل 20 سنة، إما نتيجة للانتخاب الطبيعي أو كنتيجة لانتخاب المزارعين الذي يفضلون مواد ذات فترة أقصر للنضج في بيئة لا يضمن فيها توافر الرطوبة (م. غرم، تواصل شخصي، 2001).

الكوارث والفاجعات

قد تولد الأحداث البيئية المتطرفة ضغطاً شديداً غير عادي على التجميعات الوراثية للمحصول. ففي المكسيك عام 2002، دمر أحد الأعاصير ولاية يوكاتان الوسطى وأتى على محصول الذرة الصفراء الذي كان يتألف من سلالات محلية ذات دورة طويلة (تشكل حوالي 80% من إجمالي حصاد الكفاف من الذرة الصفراء في يوكاتان) وذلك في ذروة فترة نضجه. ورغم الخسائر الكبيرة في الحصاد، استطاع 75% من مزارعي الذرة الصفراء

إنقاذ على الأقل كميات قليلة من بذور أصناف *xnuuk–nal*. ومع قيامهم بذلك، استفادوا من النباتات في كل العشائر التي اتسمت بنضج فسيولوجي أبكر عندما ضرب الإعصار، وبالتالي استطاعوا إكمال تطور البذور النافعة. ومن حيث التأثير، عمل الإعصار كقوة ناخبة، ذات قدرة محتملة على تقديم متوسط موعد النضج في كثير من عشائر الذرة الصفراء في يوكاتان (تأثرت كذلك كثافة انتخاب أية عشيرة محددة بموعد الزراعة).

أعاد الإعصار ترتيب العشائر المحلية للمحصول، وهذا ما يتضح من خلال الحالة الأبرز للفاصولياء الشائعة (*Phseolus vulgaris var. xkolibu'ul*) والفاصولياء الليمية (*Phaseolus lunatus*). وقبل عام 2002، كشفت مسوحات سنوية في مجتمع ياكسكابا أن الفاصولياء الشائعة تزرع من قبل 66–70% من المزارعين، بينما تزرع الفاصولياء الليمية من قبل 45–65%منهم. وفي عام 2002، فقد المزارعون أكثر من 90% من مجموعة بذور الفاصولياء الشائعة و83% من الفاصولياء الليمية بسبب الخراب الذي أحدثه الإعصار. وانخفضت معظم مجموعات البذور المتبقية إلى جزء من حجمها الطبيعي (أي بقيت حفنة من البذور بدلاً من كيلوغرامات عديدة). وفي عام 2003، كانت نسبة قيام المزارعين بزراعة الفاصولياء الشائعة والفاصولياء الليمية ثانية 20% فقط لكل منهما، وحصل معظم هؤلاء المزارعين على بذورهم من خارج المزرعة، لاسيما عن طريق التبادل والشراء من مزارعين في مجتمعات أخرى يوجد فيها مخزون للفاصولياء. وتمثل التأثير الصرف في انخفاض كبير في أعداد عشائر الفاصولياء المحلية، مع اختفاء كثير من العشائر الفرعية المحلية كلية، واستبدالها بمواد جديدة من مصادر بديلة كانت نفسها خاضعة لقوى الانتخاب الطبيعي، وعلى الأرجح لبعض التحول في صفاتها.

وخلال فترات الطوارئ (كالجفاف والفيضانات)، ينتقل المزارعون إلى قرى أخرى ذات ظروف بيئية مشابهة من أجل تبادل البذور أو شرائها. وتعتبر السوق المحلية مصدراً مهماً للبذور، لاسيما خلال فترات الطوارئ، إلا أن الشريحة الأفقر من المزارعين لا قدرة لديهم على شراء البذور. كما لا توجد أسواق في كافة القرى، إذ ترى المزارعين في المناطق البعيدة عن الأسواق هم الشريحة الأكثر عرضة لانعدام الأمن المتعلق بالبذور.

قد تسبب الأحداث البيئية الكبيرة كالأعاصير والفيضانات تغيراً كبيراً في مواد الزراعة. كما قد يؤدي الانعدام المزمن في أمن البذور إلى تغيرات مستمرة في المواد التي يستخدمها المزارعون. ووجد صديقي وآخرون (2005) أن المزارعين المغاربة يميلون للاعتماد على بذورهم من الفول في السنوات الجيدة، بينما يحصلون في السنوات العجاف على البذور من الأسواق المحلية. وفي مثل هذه الظروف، يأتي استنباط عشائر محلية مختلفة (تعكس تركيبتها الوراثية الانتخاب المحلي والانجراف) يحتفظ بها أفراد المزارعين بشكل متبادل مع استبدالها من مصادر كبيرة يتم الحصول عليها من أسواق مجاورة أو من مكان آخر.

ممارسات انتخاب البذور

عند انتخاب أصناف اعتماداً على صفات زراعية–مورفولوجية، تؤثر ممارسات المزارعين في صون التنوع الوراثي في المزرعة. وتشتمل خطوات انتخاب البذور التي تؤثر في التركيبة الوراثية للأصناف مع الوقت على اختيار قطع أو أجزاء من الحقل قبل الحصاد، وانتخاب نباتات أو أجزاء من النباتات (بين وداخل الثمار أو الأزهار) عند الحصاد (رايت وآخرون. 1994).

حددت سلسلة كاملة للممارسات الانتخاب في الذرة الصفراء والتي تحمل أهمية مؤكدة تقريباً من حيث تأثيراتها في صون هوية الأصناف والتنوع الوراثي داخل الأصناف، وذلك رغم عدم وضوح التأثيرات الوراثية الدقيقة في الغالب. وعليه، وجد لويت وسمايل (2000) أن الممارسات التقليدية لانتخاب الأصناف التي يتبعها المزارعون المكسيكيون حافظت على سلامة صفات الكوز التي عرفت أصنافها حتى في وجود دفق معنوي في المورثات بسبب التلقيح الخلطي بين الأصناف.

قد يتباين توقيت انتخاب الأصناف وتسلسلها من مزارع إلى آخر داخل مجتمع واحد. ففي ياكسكابا، يوكاتان، كما هي الحال في سائر أنحاء المكسيك، يقوم معظم المزارعين بانتخاب بذور سلالات محلية من الذرة الصفراء في كل موسم معتمدين في ذلك بشكل رئيس على صفات الكوز والحبوب، بما في ذلك حجم الكوز، وصحة الكوز، واتساق لون الحبوب، وحجم الحبة. وفي يوكاتان، لا تحدث عملية الانتخاب كلها دفعة واحدة، بل تمتد لعديد من الخطوات التي تبدأ بحصاد الذرة الصفراء في كانون الثاني/يناير، وتنتهي مع بداية الزراعة في أواخر أيار/مايو. وفي المرحلة الأولى من الانتخاب، عندما يفصل المزارعون الأكواز الأعلى نوعية، يقوم معظم المزارعين بتخزين الأكواز داخل القشرة، وتقييم المخزون المحتمل من البذور اعتماداً على صفات الكوز، مثل حجمه، ووزنه، وتغطيته بالقشور. ومن هذه التجميعة من الأكواز عديمة القشور، ينتخب بعض المزارعين مباشرة أكوازاً لاستخدامها كبذور، ويضعونها جانباً، أما الباقي فللاستهلاك في آخر المطاف. لكن يقوم بعض المزارعين ببساطة بتخزين كافة الأكواز عالية النوعية معاً، مستفيدين من هذا المخزون في الاستهلاك وفقاً لما تقتضيه الحاجة، بعدها ينتخبون أكواز البذور قبل فترة قصيرة من موسم الزراعة. وتأتي أهمية الصفات عندما تقشر الأكواز وتنزع حبوبها، وهو ما يقوم به المزارعون في العادة قبل يوم أو يومين من موعد البدء بالزراعة. إلا أن قلة قليلة من المزارعين يفضلون تقشير الذرة قبل التخزين، وهذا ما يزيد من احتمال أنهم يأخذون صفات الحبوب بعين الاعتبار خلال مرحلة مبكرة في عملية الانتخاب.

ينخفض وضوح التأثيرات التي تحرزها ممارسات المزارعين في بعض الحالات بشكل كبير، حيث تبقى هذه التأثيرات موضع تخمين. ففي أمريكا الوسطى، لا يتم استخدام الحبوب عن النهايتين البعيدة والقاعدية في كوز الذرة بصورة عامة كبذور (جوهانيسين وآخرون، 1970). ورغم أن الأجزاء المختلفة من كوز الذرة قد لا تختلف من حيث التركيبة الوراثية، إلا أن تنافس اللقاح، والانتخاب يبدو أنه يحدث في الذرة فعلاً، ويؤدي إلى اختلافات في التركيبة الوراثية للبذور المأخوذة من أجزاء مختلفة من الكوز (مولكاهي وآخرون، 1996).

وفي نيبال، قد ينتخب مزارعو الأرز على مستوى الكوز أو العثكول أو على مستوى البذرة (الجدول 4 .3؛ رنا 2004). وقد يعتمد موعد الانتخاب على مظهر أعضاء التكاثر أو على الصفات الخضرية إذا ما اعتبرت مهمة. كما تظهر طقوس أيضاً تمارس عند انتخاب البذور أو عند تحضير البذور قبل زراعتها (رنا 2004).

وتعتبر كمية البذور المطلوبة مهمة أيضاً. ففي نيبال، كانت كمية البذور المطلوبة للأصناف المزروعة في مناطق واسعة كبيرة، حيث قام المزارعون باختيار القطع الجيدة، وإقصاء الطرز الدخيلة، وبعدها حصاد كامل القطعة لاستخدامها كبذور (انتخاب سلبي). لكن بالنسبة للأصناف المزروعة في مساحات صغيرة، كان انتخاب العثكول الأفضل (انتخاب إيجابي) أكثر شيوعاً (الشكل 4 .3). ووجدت رنا (2004) أن المزارعين اهتموا بشكل خاص في انتخاب بذور الأصناف المزروعة في مساحات صغيرة لأغراض ارتبطت بالدين والثقافة على اعتبار أن الخلائط «غير النقية» لا يسمح بتقديمها لله.

رغم الأهمية التي يحملها انتخاب البذور في كثير من الحالات الزراعية، إلا أنه لا يعد عالمياً في أي حالة من الأحوال. ولم يكن انتخاب البذور من قطع هامشية ومشتركة في نيبال شائعاً إلا في حال لم يكن لدى المزارعين خياراً آخر للحصول على البذور، كما لم يتم انتخاب البذور بشكل سنوي أو منتظم دائماً. وفي بعض الحالات، انتخب مزارعون بذوراً فقط عندما غزت العشائرَ طرزٌ دخيلة كثيرة أو عند ظهور مشكلات مرضية والإصابة بآفات، وعقم، وضجعان (رنا 2004).

وفي بوركينا فاسو، حصد مزارعو الدخن اللؤلؤي بذوراً من وسط الحقل حفاظاً منهم على «النقاء». وحصدوا سنابل الدخن وعثاكيل الذرة البيضاء من طيف من أنماط النباتات الأبوية، مع الأخذ بعين الاعتبار اتساق لون الحبوب وتفزر السنيبلات. ويبدو أن هذه الممارسة تفضل نوعية البذور وقوتها. وعندما اتبع المزارعون هذه الممارسة على فترة 5 سنوات (1997–2000)، بدا أن 20–48% من الأسر حصلت على نوعية أفضل من البذور. وعموماً، وجد أن بعض ممارسات انتخاب البذور قد استخدمت عند الحصاد، والدرس، والتجفيف، وكذلك قبل التخزين والزراعة (بالما وآخرون. 2005).

الجدول 4. 3. صون نوعية البذور من قبل المزارعين خلال عمليات مختلفة، كاسكي، نيبال، 0002.

النشاط	الحصاد		التنظيف		التجفيف		التخزين		الزراعة	
	العدد	% *	العدد	% *	العدد	% *	العدد	% *	العدد	% *
الزراعة في المكان عينه	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4
الحصاد في نفس الوقت	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
تجنب الحصاد يوم الثلاثاء	4	6	—	—	—	—	—	—	—	—
الإبقاء على كورمة البذرة منفصلة أو إزالة الطرز الغريبة	5	8	3	4	1	2	10	17	1	2
زراعة أصناف مختلفة معاً	1	1	—	—	1	2	1	2	1	2
إبعاد أصناف أخرى عن قطعة الأرض	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
تنظيف الكورمات والكويرمات			55	90	1	2	—	—	—	—
تجفيف البذور لفترة من يومين إلى أربعة أيام	—	—	—	—	37	68	—	—	—	—
وضعها في مكان جاف (Khol†)	—	—	—	—	11	20	8	14		

يتبع في الصفحة 104

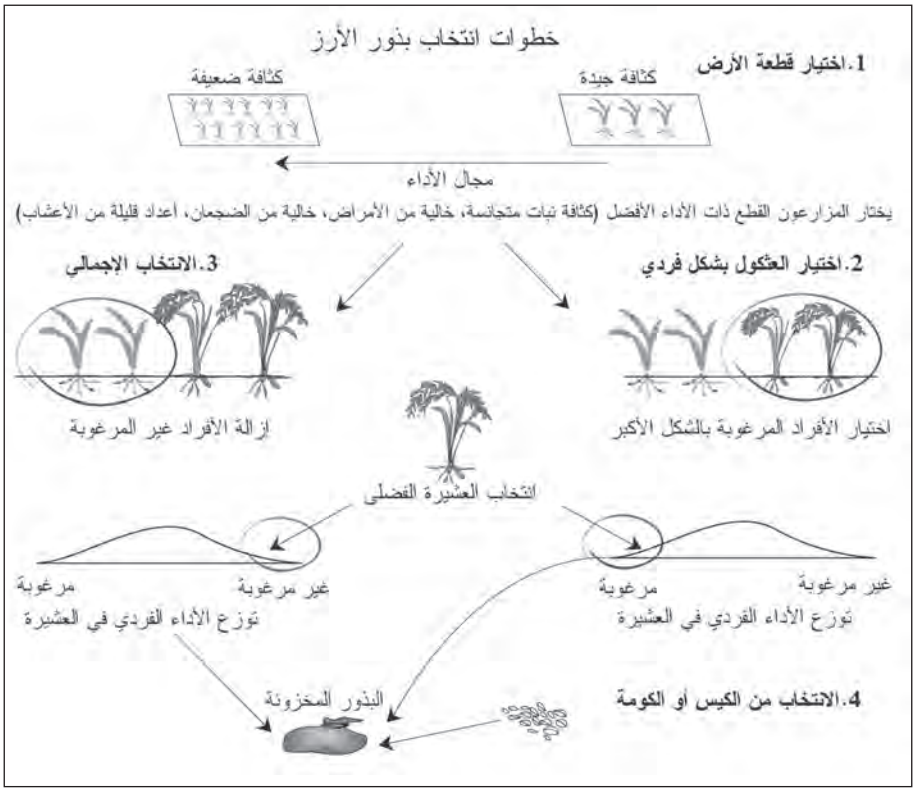
يتبع من الصفحة 103

النشاط	الحصاد		التنظيف		التجفيف		التخزين		الزراعة	
	العدد	% *	العدد	% *	العدد	% *	العدد	% *	العدد	% *
إبعاد البذور والنباتات المريضة بعد تحضير التربة جيداً	—	—	1	2	—	—	1	2	6	11
انتخاب الطرز الأفضل من البيدر	1	1			—	—	1	2	—	—
الاحتفاظ بجزء أثناء الحصاد	55	82	1	2	—	—			—	—
وضعها في سلة كبيرة (Doko†)	—	—	—	—	—	—	19	33	—	—
لا حاجة إلى مزيد من التجفيف	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—
الزراعة بعد الحراثة	—	—	—	—	—	—	—	—	34	65
لا يطلب الكثير من التنظيف	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
الزراعة في حفر بدون كسر البرعم	—	—	1	2	1	2	1	2	4	8
زراعة بذور خالية من المرض	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2

التخزين في †Mach أو في †Khol	—	—	—	—	—	—	13	13	—	—
التخزين معاً	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—
تعتمد مساحة الزراعة على الاحتياجات	—	—	—	—	—	—			—	—
الإبقاء عليها منفصلة في الحفرة	—	—	—	—	—	—	3	2	—	—
الزراعة بشكل منفصل	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4
درنات البذور لم تجفف بأشعة الشمس المباشرة	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
الإجمالي	67	100	61	100	54	100	100	57	52	100

* العدد يشير إلى النسبة المئوية للأعمدة

†*Doko*= سلة كبيرة مصنوعة من الخيزران لحمل الأشياء فيها كالأعشاب والأعلاف؛ *Khot* = بنى خاصة مصنوعة من قطع صغيرة من الخشب؛ *Mach* (*Machan*) = بنى مؤقتة مصنوعة من مواد متوافرة محلياً فوق الأرض.



الشكل 4. 3. إجراءات انتخاب بذور الأرز المتبعة من قبل المزارعين في مواقع الدراسة (رنا 2004)

وبالعكس، لا يقوم المزارعون في شمالي المغرب بتخزين بذور الفول تقليدياً بشكل منفصل عن مواد الزراعة، حيث تتم عملية الانتخاب في موعد الزراعة. وعليه، يبدو أن المزارعين لا يبذلون جهداً خاصاً لصون إنبات البذور أثناء التخزين.

تخزين البذور وانتخابها على مستوى المزرعة

غالباً ما تستمر تأثيرات الانتخاب بعد الحصاد. فطرائق تخزين البذور وأساليبه تحدد ضعف هذه البذور أمام الآفات، والأمراض، والتدهور الفسيولوجي، مما يؤثر في كمّ البذور ونوعيتها للموسم الزراعي التالي (غيبتس 1990). وإلى جانب ضمان بذور نظيفة قابلة للإنبات، قد تعمل الظروف التي تخزن وفقها البذور كقوة انتخابية في مجموعة البذور.

ويكون احتمال بقاء البذور الأفضل تكيفاً مع الظروف حتى الموسم الزراعي التالي أكبر منه في تلك الأقل تكيفاً، إلى جانب تأثيرات محتملة مع الوقت في التنوع الوراثي لعشيرة المحصول.

لا يتم في كثير من الحالات تخزين البذور لمحصول العام التالي بشكل مختلف عن البذور المستخدمة للاستهلاك المنزلي. وفي يوكاتان، يتم تخزين بذور الذرة الصفراء في ظروف مختلفة عن تلك المستخدمة للاستهلاك في السنوات المناوئة بشكل رئيس، وذلك عندما لا يكون لدى المزارعين سوى مجموعة محدودة من أكواز البذور عالية النوعية التي جمعوها من حصادهم. وفي سنوات كهذه، يقوم المزارعون بانتخاب حذر ويضعون جانباً أكواز البذور ويخزنوها في ظروف خاصة كتخزينها على دعائم سقف المطبخ، حيث قد تبخَّر بدخان نار طبخات الأسرة (يوبيت مو 2002).

وخلافاً لما هي عليه الحال بالنسبة للفول في المغرب، فإن أهمية إيجاد مكان آمن أو حاوية آمنة لتخزين البذور يعد حاسماً بالنسبة للمزارعين لتقليص الضرر الذي يصيب حبوبهم إلى الحد الأدنى أثناء إدارة ما بعد الحصاد. ففي بيرو، طلب من المزارعين الذين خضعوا للمسح تقدير نسبة فقد البذور أثناء تخزينها لفترة الخمس سنوات الأخيرة (كولادو – باندورو وآخرون. 2005). وسجلت أعلى نسبة فاقد في الذرة، وبلغت 29.2%، و38%، و17.6% لأسر شيبيبو، وأشانينكا، ومستيزو على التوالي، مع الحديث عن فاقد تراوح بين 75–100% من بذورهم (وهي أعلى نسبة في سنة واحدة على الأقل من السنوات الخمس الأخيرة). واشتملت أسباب هذا الفقد على الإصابة بالسوسة (*Sitophilus* spp.)، والعثة (*Sitotroga cerealealla*)، التي أثرت بشكل رئيس في السلالات المحلية للذرة الصفراء ذات الحبوب شبه القاسية (بعض الهجن بين السلالات الكوبية الصفراء وبيريسينكو)، وبعض الحبوب التي تعطي دقيقاً ناعماً (مثل سلالة بيريسينكو). وكانت الأقل ضرراً هي السلالات المحلية ذات الحبوب القاسية. كذلك أظهرت الفاصولياء فقداً معنوياً، بلغ على سبيل المثال 41.2%، و19.9%، و16% لدى أسر أشانينكا، وشيبيبو، وميستيزو على التوالي، مع خسارة متوقعة تزيد على 75% في البذور المخزنة (أعلى نسبة خلال سنة واحدة على الأقل من السنوات الخمس الأخيرة). وواجه كل مجتمع خسائر معنوية خلال تخزين البذور. وعليه، فإن تخزين البذور يعد نقطة ضعف في نظام الإمداد بالبذور في المجتمع المحلي وإدارة ما بعد الحصاد.

أما في يوكاتان، فتبدو طرائق التخزين التقليدية للذرة الصفراء أقوى منها في بيرو. وقد أشار المزارعون في ياكسكابا أن فاقد ما بعد الحصاد كان منخفضاً في العادة، وذكر يوبيت–مو (2002) أن الضرر الذي أحدثته الآفات غمدية الأجنحة في أكواز السلالات المحلية للذرة الصفراء كان بنسبة تقل على 20% بعد أكثر من عام على تخزينها داخل

قشورها في مخازن تقليدية. وهذا ما قد يؤثر في الاستقرار العام للبيئة ذات الموسم الجاف الطويل في المنطقة، والتكيف المورفولوجي للسلالات المحلية مع التخزين، بما في ذلك القشور المتطاولة ذات الإحكام الجيد. أما الشكوى العامة التي أبداها مزارعو يوكاتان فيما يتعلق بالأصناف الحديثة فهي حساسيتها للآفات الحشرية في ظروف التخزين التقليدية.

وبعد زراعة البذور يستمر الانتخاب نتيجة تقانات زراعية محددة. وتشتمل الأمثلة على زراعة كثير من البذور في محطة واحدة، ليتم تفريقها بعدئذ عقب الإنبات، وإقصاء النباتات ذات الأزهار الذكرية غير المرغوبة. لكن لم تخضع التأثيرات الوراثية لهذه الممارسات سوى إلى القليل من الدراسة في العمل المعروض هنا.

يبدو أن الانتخاب الطبيعي والانتخاب من قبل المزارعين على السواء لعشائر فردية تابعة لأصناف محلية قد يزيد من الاختلافات بين العشائر ومجموعات بذورها. ومع الوقت، ولأن كل مزارع يتبع ممارسات مختلفة نوعاً ما عن الآخر، وبسبب زراعة المادة في حقول مختلفة، تأخذ مجموعات بذور المزارعين منحى التغيير من حيث كثير من الصفات الممكن الانتخاب منها. لكن قد لا ينطبق هذا على الصفات الأساسية التي تميز صنفاً ما عن غيره. وفي حال وجود فهم مشترك أو متبادل لبعض الصفات النوعية التي يتسم بها صنف ما (كباكورية النضوج، والنكهة، ولون البذرة)، فإن انتخاب المزارع يعمل على حفظ هذه الصفات كصفات مشتركة في كافة العشائر.

أما ما يتعارض مع هذه الفكرة حول تغير العشائر المحلية نتيجة الانتخاب فهو تأثير الهجرة التي يسببها تبادل المواد أو الشراء العرضي للبذور من الأسواق، حيث تخضع هذه المواد للانتخاب ثانية، مما يخلق عشائر محلية جديدة تتسم بتكيف محسن مع مزارع معينة ترضي المزارعين في أية منطقة كانت.

الاستنتاج

يحتاج المزارعون إلى بذور سليمة وفعالة للأصناف التي يفضلون توافرها في الوقت المناسب (فيلتزين وفوم بروكي 2000). ويبحث المزارعون عن بذور من الطراز الصحيح من مصادر موثوقة. ومع ذلك، من الأهمية بمكان معرفة أن معايير الطراز الصحيح قد تختلف بشكل كبير عن تلك الطرز التي يتم الحصول عليها من مربي المحاصيل على اعتبار أن المزارعين قد لا يركزون على الاتساق الزراعي–المورفولوجي بل يركزون على صفات أخرى تفي باحتياجات اقتصادية أو بيئية أو ثقافية.

ومع تغير النظم الزراعية من خلال تكثيف الأحداث أو التباين البيئي أو التغير العشوائي، تتغير احتياجات المزارعين أيضاً من البذور. وتتمثل إحدى التحديات ضمن هذه الظروف

المتغيرة في ضمان استمرارية دفق البذور ونظم إنتاج البذور في تأمين المواد اعتماداً على أحجام كبيرة للعشائر بما يكفي لإعطائها قدرة على التكيف مع النظام تكفل استمرارها إلى جانب الإيفاء بتفضيلات المزارعين. أما التحدي الثاني فيتمثل في دعم ممارسات الانتخاب التي تضمن نوعية المادة، وملاءمتها، وتنوعها اعتماداً على تفضيلات المزارعين. وتتضح الأهمية المضاعفة للحفاظ على مستويات مرتفعة من التنوع المظهري والوراثي ضمن نظم البذور مع الحفاظ على أصناف معينة للإيفاء بالاحتياجات الراهنة والمستقبلية.

ورغم أنه من الواضح وجود الكثير من الممارسات المختلفة والمتنوعة التعقيد المرتبطة بالحصاد، والإدارة، وتبادل بذور محاصيل مختلفة واستخدامها، إلا أن الأهمية الوراثية لهذه الممارسات من حيث هوية التنوع الوراثي وأنماطه الموجودة في أصناف محلية لايزال أقل وضوحاً بكثير. ومع تكون انطباع عام بأنه نظام ديناميكي يعد فيه تمايز العشائر وتبادلها صفة، نجد الحديث عن أصناف كعشائر منتظمة مشجعاً (تسيمرر 2003). إلا أننا نفتقر إلى بيانات واضحة لبيان هذه الحالة، وأن ثمة حاجة بالتأكيد إلى دراسات إضافية تحلل أنماط التنوع في هذه النظم الزراعية التقليدية بطرائق مناسبة. ويجب أن تشتمل هذه الدراسات على تحليلات من شأنها مساعدتنا على فهم دور الأسواق كمراكز لخلط عشائر صنف ما، والطرائق التي من خلالها يدعم التبادل بشكل عام هجرة مورثات جديدة أو مختلفة. وعلينا أيضاً أن نفهم بشكل أفضل إلى أي مدى هذا الانتخاب يحدث تغييرات معنوية في عشائر مختلفة لصنف ما.

يتمثل أحد النُهُج في استحضار النماذج النظرية المتوافر الأكثر استحساناً لوراثة العشائر (مثل «الجزيرة–اليابسة الرئيسة»، «حجر الرصف» «العزل بالمسافة» و«العشيرة المنتظمة») ومقارنة البيانات مع معايير أساسية لهذه النماذج (مثل معدلات الهجرة، وحجم العشائر المحلية، واحتمالات الانقراض المحلي). أما النهج الثاني فيتمثل في بناء نموذج حاسوبي للنظام يتتبع تركيبة الأصناف للمحصول الموجود في مجتمع ما وتحفيز سلوكه مع الوقت، وإدخال التقلبات (مثلما أشار التباين الملاحظ في العمليات)، والاضطرابات الرئيسة الدورية. وتشتمل العمليات على حفنات في بذور أصناف متنوعة يتم الحصول عليها من مصادر مختلفة (بذور ادخرها المزارعون، الجوار، أسواق محلية، القطاع الرسمي)، ووضعها لاستخدامات مختلفة (استهلاك، تخزين، تجارة، بيع). وكان هذا النوع من النمذجة مفيداً في تقدير احتمالات بقاء عشائر نباتية برية معرضة للانقراض (يونغ وآخرون، 2000). وبهذه الطريقة يمكن أن نهدف إلى تقييم المنحى الراهن، ومرونة نظام البذور وتحديد المعايير الحاسمة لبقاء التنوع. ويمكن أن تحدث حالات تكون فيها الشبكات التي يديرها المزارعون لعشائر فرعية منعزلة جزئياً مثلى ضمن نظام راهن، لكنها لن تكون كذلك عند تكثيف النظام الزراعي بشكل أكبر. وقد تنذرنا مثل هذه النتائج عند الحاجة إلى التدخلات لتتيح لنظام البذور الاحتفاظ بقدرته على التكيف.

كلمة شكر

يأتي هذا العمل حصيلة مشروع عالمي مدعوم من المعهد الدولي للمصادر الوراثية النباتية بعنوان «تعزيز القاعدة العلمية للمحافظة على التنوع الحيوي الزراعي في الموقع على مستوى المزرعة.» يعرب المؤلفون عن شكرهم لحكومات سويسرا (الوكالة السويسرية للتنمية والتعاون)، وهولندا (المديرية العامة للتعاون الدولي)، وألمانيا (الوزارة الاتحادية للتعاون والتنمية الاقتصادي [BMZ]/الجمعية الألمانية للتعاون التقني [GTZ])، وكندا (المركز الدولي لبحوث التنمية)، واليابان (الوكالة اليابانية للتعاون الدولي)، واسبانيا، وبيرو المالي.

References

Almekinders, C. J. M., N. P. Louwaars, and G. H de Bruijn. 1994. Local seed systems and their importance for an improved seed supply in developing countries. *Euphytica* 78:207–216.

Arbaoui, L. 2003. *Analyse des facteurs évolutifs de la diversité génétique de la fève (*Vicia faba *L.) in situ et leurs impacts sur son maintien et sa gestion à la ferme: Contribution au développement des bases scientifi ques pour la conservation in situ de la fève au Maroc.* Mémoire de troisième cycle pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie, Option: Amélioration Génétique des Plantes. Rabat, Morocco: iav Hassan ii.

Badstue, L. B., M. Bellon, X. Juárez, I. Manuel, and A. M. Solano. 2002. *Social Relations and Seed Transactions Among Small- Scale Maize Farmers in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico: Preliminary Findings.* CIMMYT Economics Working Paper 02–02. Mexico City: cimmyt.

Balma, D., T. J. Ouedraogo, and M. Sawadogo. 2005. On- farm seed systems and crop genetic diversity. In D. I. Jarvis, R. Sevilla- Panizo, J.- L. Chavez- Servia, and T. Hodgkin, eds., *Seed Systems and Crop Genetic Diversity On- Farm*, 48–53. Proceedings of a workshop, September 16–20, 2003, Pucallpa, Peru. Rome: ipgri.

Baniya, B. K., A. Subedi, R. B. Rana, R. K. Tiwari, and P. Chaudhary. 2003. Finger millet seed supply system in Kaski district of Nepal. In *On- Farm Management of Agricultural Biodiversity in Nepal*, 171–175. Proceedings of a national workshop, April 24–26, 2001, Lumle, Nepal. Kathmandu, Nepal: narc/li- bird/ipgri.

Bellon, M. R. and J. Risopoulos. 2001. Small-scale farmers expand the benefits of improved maize germplasm: A case study from Chiapas, Mexico. *World*

Development 29(5):799–811.

Bond, D. A. and M. H. Poulsen. 1983. Pollination. In P. D. Hebblethwaite, ed., *The Faba Bean (*Vicia faba *L.),* 77–101. London: Butterworths.

Brown, A. H. D. 2000. The genetic structure of crop landraces and the challenge to conserve them in situ on farms. In S. B. Brush, ed., *Genes in the Field,* 29–48. Ottawa, Canada: idrc/ipgri/Lewis Publishers.

Brush, S., R. Kesseli, R. Ortega, P. Cisneros, K. Zimmerer, and C. Quiros. 1995. Potato diversity in the Andean center of crop domestication. *Conservation Biology* 9:1189–1198.

Castiñeiras, L., Z. Fundora, S. Pico, and E. Salinas. 2001a. Monitoring crop diversity in home gardens as a component in the national strategy of in situ conservation of plant genetic resources in Cuba, a pi lot study. *Plant Genetic Resources Newsletter* 123:9–18.

Castiñeiras, L., Z. Fundora Mayor, T. Shagarodsky, V. Moreno, O. Barrios, L. Fernández, and R. Cristobal. 2001b. Contribution of home gardens to in situ conservation of plant genetic resources in farming systems: Cuban component. In J. W. Watson and P. B. Eyzaguirre, eds., *Contribution of Home Gardens to In Situ Conservation of Plant Genetic Resources in Farming Systems.* Proceedings of the Second International Home Gardens Workshop, July 17–19, 2001, Witzenhausen, Germany. Rome: ipgri.

Chaudhary, P., D. Gauchan, R. B. Rana, B. R. Sthapit, and D. I. Jarvis. 2004. Potential loss of rice landraces from a Terai community in Nepal: A case study from Kachorwa, Bara. *Plant Genetic Resources Newsletter* 137:14–22.

Clegg, M. T. and M. L. Durbin. 2000. Flower color variation: A model for the experimental study of evolution. In F. J. Ayala, W. M. Fitch, and M. T. Clegg, eds., *Variation and Evolution in Plants and Microorganisms: Towards a New Synthesis* 50 *Years After Stebbins,* 211–234. Washington, dc: National Academy of Sciences.

Collado- Panduro, L., J. L. Chavez- Servia, A. Riesco, and R. Soto. 2005. Community systems of seed supply and storage in the central Amazon of Peru. In D. I. Jarvis, R. Sevilla- Panizo, J.- L. Chavez- Servia, and T. Hodgkin, eds., *Seed Systems and Crop Genetic Diversity On- Farm,* 103–108. Proceedings of a workshop, September 16–20, 2003, Pucallpa, Peru. Rome: ipgri.

Coomes, O. T. 2001. Crop diversity in indigenous farming systems of Amazonia: The role and dynamics of agricultural planting stock transfers among traditional farmers. In *Abstracts. International Symposium on Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems,* 27, November 8–10, 2001, Montreal, Canada.

Dominguez, C. E. and R. B. Jones. 2005. The dynamics of local seed systems in

Mozambique, and the roles played by women. In D. I. Jarvis, R. Sevilla- Panizo, J.- L. Chavez- Servia, and T. Hodgkin, eds., *Seed Systems and Crop Genetic Diversity On- Farm,* 141–148. Proceedings of a workshop, September 16–20, 2003, Pucallpa, Peru. Rome: ipgri.

Gaifani, A. 1992. Developing local seed production in Mozambique. In D. Cooper, R. Vellvé, and H. Hobbelink, eds., *Growing Diversity,* 97–105. London: Intermediate Technology Publications.

Gepts, P. 1990. Genetic diversity of seed storage proteins in plants. In A. H. D. Brown, M. T. Clegg, A. L. Kakler, and B. S. Weir, eds., *Plant Population Genetics, Breeding and Genetic Resources,* 64–82. Sunderland, ma: Sinauer Associates.

Gepts, P. and R. Papa. 2003. Possible effects of (trans) gene flow from crops on the genetic diversity from landraces and wild relatives. *Environmental Biosafety Research* 2:89–103.

Ghaouti, L. 2003. *Analyse de la diversité génétique de la fève in situ et étude des mécanismes de sa maintenance à la ferme: Contribution au développement des bases scientifi ques pour la conservation in situ de la fève au Maroc.* Mémoire de troisième cycle pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie, Option: Amélioration Génétique des Plantes. Rabat, Morocco: iav Hassan ii.

Gillespie, J. H. 1998. *Population Genetics: A Concise Guide*. Baltimore, md: John Hopkins University Press.

Granovetter, M. 1973. The strength of weak ties. *American Journal of Sociology* 78:1360–1380.

Hardon, J. and W. de Boef. 1993. Linking farmers and breeders in local crop development. In W. de Boef, K. Amanor, K. Wellard, and A. Bebbington, eds., *Cultivating Knowledge: Genetic Diversity, Farmer Experimentation and Crop Research*, 64–71. London: Intermediate Technology Publications.

Jarvis, D. I. and T. Hodgkin. 2000. Farmer decision making and genetic diversity: Linking multidisciplinary research to implementation on- farm. In S. B. Brush, ed., *Genes in the Field,* 261–279. Ottawa, Canada: idrc/ipgri/Lewis Publishers.

Jarvis, D. I., R. Sevilla- Panizo, J.- L. Chavez- Servia, and T. Hodgkin, eds. 2005. *Seed Systems and Crop Genetic Diversity On- Farm.* Proceedings of a Workshop, September 16–20, 2003, Pucallpa, Peru. Rome: ipgri.

Johannessen, C. L., M. R. Wilson, and W. A. Davenport. 1970. The domestication of maize: Process or event? *Geographical Review* 60(3):393–413.

Kabore, O. 2000. Burkina Faso: ppb, seed networks and grassroot strengthening. In D. I. Jarvis, B. Sthapit, and L. Sears, eds., *Conserving Agricultural Biodiversity*

In Situ: A Scientifi c Basis for Sustainable Agriculture, 192–193. Rome: ipgri.

Karamura, D. and E. B. Karamura. 2004. *Implications of chimerism in the East African highland bananas.* Unpublished manuscript.

Karamura, E. B., D. A. Karamura, and C. A. Eledu. 2005. Banana and plantain seed systems in the Great Lakes region of East Africa: A case for a clonal seed system. In D. I. Jarvis, R. Sevilla- Panizo, J.- L. Chavez- Servia, and T. Hodgkin, eds., *Seed Systems and Crop Genetic Diversity On- Farm,* 76–80. Proceedings of a workshop, September 16–20, 2003, Pucallpa, Peru. Rome: ipgri.

Lope, D. 2004. *Gender Relations as a Basis for Varietal Selection in Production Spaces in Yucatan, Mexico*. MS thesis, Wageningen University.

Louette, D. 2005. Management of maize varieties in a traditional agricultural system of Mexico. In D. I. Jarvis, R. Sevilla- Panizo, J.- L. Chavez- Servia, and T. Hodgkin, eds., *Seed Systems and Crop Genetic Diversity On- Farm*, 95–102. Proceedings of a workshop, September 16–20, 2003, Pucallpa, Peru. Rome: ipgri.

Louette, D., A. Charrier, and J. Berthaud. 1997. In situ conservation of maize in Mexico: Genetic diversity and maize seed management in a traditional community. *Economic Botany* 51:20–38.

Louette, D. and M. Smale. 2000. Farmers' seed selection practices and traditional maize varieties in Cuzalapa, Mexico. *Euphytica* 113:25–41.

Mar, I., A. Gyovai, G. Bela, and L. Holly. 2005. Multilevel seed movement across producers, consumers and key market actors: Seed marketing, exchange and seed regulatory framework in Hungary. In D. I. Jarvis, R. Sevilla- Panizo, J.- L. Chavez-Servia, and T. Hodgkin, eds., *Seed Systems and Crop Genetic Diversity On-Farm*, 54–59. Proceedings of a workshop, September 16–20, 2003, Pucallpa, Peru. Rome: ipgri.

Maruyama, T. and M. Kimura. 1980. Genetic variability and effective population size when local extinction and recolonization of subpopulations are frequent. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 77:6710–6714.

McArthur, R. H. and E. O. Wilson. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton, nj: Princeton University Press.

McGuire, S. 2001. Analyzing farmers' seed systems: some conceptual components. In L. Sperling, ed., *Targeting Seed Aid and Seed System Interventions: Strengthening Small Farmer Seed Systems in East and Central Africa*. Proceedings of a workshop, June 21–24, 2000, Kampala, Uganda. Kampala: ciat.

Mellas, H. 2000. Morocco. Seed supply systems: Data collection and analysis. In D. I. Jarvis, B. Sthapit, and L. Sears, eds., *Conserving Agricultural Biodiversity In Situ: A Scientifi c Basis for Sustainable Agriculture,* 155–156. Rome: ipgri.

Mulcahy, D. L., M. Sari- Gorla, and G. B. Mulcahy. 1996. Pollen- selection: Past,

present and future. *Sexual Plant Reproduction* 9:353–356.

Ortega- Paczka, R., L. Dzib- Aguilar, L. Arias- Reyes, V. Cob- Vicab, J. Canul- Ku, and L. A. Burgos. 2000. Mexico. Seed supply systems: Data collection and analysis. In D. I. Jarvis, B. Sthapit, and L. Sears, eds., *Conserving Agricultural Biodiversity In Situ: A Scientifi c Basis for Sustainable Agriculture,* 152–154. Rome: ipgri.

Perales, H. 1998. *Conservation and Evolution of Maize in the Valleys of Amecameca and Cuautla, Mexico*. Unpublished PhD dissertation, University of California, Davis. University Microfi lms, Ann Arbor, Michigan.

Pickersgill, B. and D. Karamura. 1999. Issues and options in the classifi cation of cultivated bananas, with particular reference to the East African Highland bananas. In S. Andrews, A. C. Leslie, and C. Alexander, eds., *Taxonomy of Cultivated Plants, Third International Symposium*, 159–167. Kew, uk: Royal Botanic Gardens.

Qualset, C. O., A. B. Damania, A. C. A. Zanatta, and S. B. Brush. 1997. Locally based crop plant conservation. In N. Maxted, B. V. Ford- Lloyd, and J. G. Hawkes, eds., *Plant Genetic Conservation: The In Situ Approach*. London: Chapman and Hall.

Quist, D. and L. Chapela. 2001. Transgenic dna introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature (London)* 414:541–543.

Rana, R. B. 2004. *Infl uence of Socio-Economic and Cultural Factors on Agrobiodiversity Conservation On- Farm in Nepal*. PhD thesis, Reading University.

Richards, P. 1989. Farmers also experiment: A neglected intellectual resource in African science. *Discovery and Innovation* 1(1):19–25.

Richards, P. and G. Ruivenkamp. 1997. *Seeds and Survival: Crop Genetic Resources in War and Reconstruction in Africa*. Rome: ipgri.

Riesco, A. 2002. *Annual Report for the Project, "Strengthening the Scientific Basis of* In Situ *Conservation of Agricultural Biodiversity": Peru Country Component.* Rome: ipgri.

Sadiki, M., M. Arbaoui, L. Ghaouti, and D. Jarvis. 2005. Seed exchange and supply systems and on- farm maintenance of crop ge ne tic diversity: A case study of faba bean in Morocco. In D. I. Jarvis, R. Sevilla- Panizo, J.- L. Chavez- Servia, and T. Hodgkin, eds., *Seed Systems and Crop Genetic Diversity On- Farm*, 81–86. Proceedings of a workshop, September 16–20, 2003, Pucallpa, Peru. Rome: ipgri.

Sperling, L., ed. 2001. *Targeting Seed Aid and Seed System Interventions: Strengthening Small Farmer Seed Systems in East and Central Africa*, 9–13. Proceedings of a workshop, June 21–24, 2000, Kampala, Uganda. Kampala: ciat.

Subedi, A., P. Chaudhary, B. Baniya, R. Rana, R. K. Tiwari, D. Rijal, D. I. Jarvis, and B. R. Sthapit. 2003. Who maintains genetic diversity and how? Policy implications for agro- biodiversity management. In D. Gauchan, B. R. Sthapit, and

D. I. Jarvis, eds., *Agrobiodiversity Conservation On- Farm: Nepal's Contribution to a Scientifi c Basis for Policy Recommendations*. Rome: ipgri.

Subedi, A. and C. Garforth. 1996. Gender information and communication networks: Implications for extension. *European Journal of Agricultural Education and Extension* 3(2):63–74.

Tripp, R. 2001. *Seed Provision and Agricultural Development*. London: Overseas Development Institute.

Upadhaya, M. P. 1996. Rice research in Nepal: Current state and future priorities. In R. E. Evenson, R. W. Herdt, and M. Hossain, eds., *Rice Research in Asia: Progress and Priorities*, 193–215. Wallingford, uk: cab International.

Valdivia, R. F. 2005. The use and distribution of seeds in areas of traditional agriculture. In D. I. Jarvis, R. Sevilla- Panizo, J.- L. Chavez- Servia, and T. Hodgkin, eds., *Seed Systems and Crop Genetic Diversity On- Farm*, 17–21. Proceedings of a workshop, September 16–20, 2003, Pucallpa, Peru. Rome: ipgri.

Wang, J. and A. Caballero. 1999. Developments in predicting the effective size of subdivided populations. *Heredity* 82:212–226.

Watson, J. W. and P. B. Eyzaguirre, eds. 2002. *Home Gardens and In Situ Conservation of Plant Genetic Resources in Farming Systems*. Proceedings of the Second International Home Gardens Workshop, July 17–19, 2001, Witzenhausen, Germany. Rome: ipgri.

Weltzien, E. and K. vom Brocke. 2000. Seed systems and their potential for innovation: Conceptual framework for analysis. In L. Sperling, ed., *Targeting Seed Aid and Seed System Interventions: Strengthening Small Farmer Seed Systems in East and Central Africa*, 9–13. Proceedings of a workshop, June 21–24, 2000, Kampala, Uganda. Kampala: ciat.

Whitlock, M. C. 2003. Fixation probabilities and time in subdivided populations. *Genetics* 164:767–779.

Wright, M., T. Donaldson, E. Cromwell, and J. New. 1994. The retention and care of seeds by small- scale farmers. *NRI Report* R2103.

Yadav, R. B., P. Chaudhary, S. P. Khatiwada, J. Bajrachara, R. K. Yadav, M. P. Upadhaya, B. R. Sthapit, A. Gautam, and B. K. Joshi. 2003. Agro- morphological diversity of sponge gourd (*Luffa cylindrica* L.) in Bara, Nepal. In *On- Farm Management of Agricultural Biodiversity in Nepal*, 42–47. Proceedings of national workshop, April 24–26, 2001, Lumle, Nepal. Kathmandu, Nepal: narc/li- bird/ipgri.

Young, A. G., A. H. D. Brown, B. G. Murray, P. H. Thrall, and C. H. Millar. 2000. Genetic erosion, restricted mating and reduced viability in fragmented populations of the endangered grassland herb: *Rutidosis leptorrhynchoides*. In A. Young and G. Clarke, eds., *Genetics, Demography and Viability of Fragmented*

Populations, 335–359. Cambridge: Cambridge University Press.

Yupit- Moo, E. 2002. *Seed Storage Systems of Milpa Crops in Yaxcaba, Yucatan*. Unpublished BS thesis, Instituto Tecnologico Agropecuario No. 2, Yucatán, Mexico.

Zangre, R. 1998. Selection by farmers of agromorphological character and genetic diversity: Methodologies for data collecting and analysis in Burkina Faso. In D. I. Jarvis and T. Hodgkin, eds., *Strengthening the Scientific Basis of In Situ Conservation of Agricultural Biodiversity on- Farm. Options for Data Collecting and Analysis*. Proceedings of a workshop to develop tools and procedures for in situ conservation on- farm, August 25–29, 1997, Rome, Italy. Rome: ipgri.

Zimmerer, K. S. 1996. *Changing Fortunes: Biodiversity and Peasant Livelihood in the Peruvian Andes*. Los Angeles: University of California Press.

Zimmerer, K. 2003. Geographies of seed networks and approaches to agrobiodiversity conservation. *Society & Natural Resources* 16:583–601.

Zimmerer, K. S. and D. S. Douches. 1991. Geographical approaches to native crop research and conservation: The partitioning of allelic diversity in Andean potatoes. *Economic Botany* 45:176–189.

5 قياسات التنوع تسهم في صنع القرارات المتعلقة بعملية المحافظة على المصادر الوراثية للثروة الحيوانية

جـ. ب. جيبسون، و. أياليو، أو. هانوتي

J. P. GIBSON, W. AYALEW, AND O. HANOTTE

وضع خرائط التنوع الوراثي

جرى استنباط أكثر من6.379 عشيرة سلالة موثقة تنتمي إلى 30 نوعاً من الحيوانات على مدى 12,000 عام منذ تدجين أول أنواع الحيوانات (شيرف 2000). وقد طورت هذه السلالات جوانب من التكيف تسمح بإنتاج الحيوانات في طيف واسع من الحالات، بما في ذلك بعض البيئات الطبيعية المأهولة الأكثر إجهاداً. وتوفر هذه الصفات الوراثية التي تطورت طبيعياً سلة متناسقة من الخيارات المستدامة لمقاومة الأمراض، والبقاء، والإنتاج الكفء، والتي غالباً ما تم تجاهلها في السعي لإيجاد حلول تقانية وإدارية لمشكلات فردية تواجه إنتاج الحيوانات في النظم ذات المدخلات المنخفضة. ويقدر أن 35% من سلالات الثدييات و63% من سلالات الطيور يتهددها خطر الانقراض، حيث تضيع سلالة واحدة كل أسبوع.[1] ورغم عدم توثيق تهديدات المصادر الوراثية الحيوانية في العالم النامي بشكل واضح، إلا أنها في تزايد سريع على ما يبدو، يقودها بشكل رئيس التغير السريع في نظم الإنتاج والاستخدام الواسع للتهجين. وقد تعمل التهديدات الناشئة، كتنفيذ سياسات الاستنقاء لمنع انتشار أمراض حيوانية مهمة من الناحية الاقتصادية مثل الحمى القلاعية، وأمراض حيوانية

المصدر مثل اعتلال الدماغ الاسفنجي البقري وانفلونزا الطيور، على خلق تهديد بانقراض سلالات في العالمين المتقدم والنامي.

وينطوي حفظ المصادر الوراثية الحيوانية بطريقة فعالة، سواء في داخل الموقع أو خارجه، على تعبئة موارد اجتماعية واقتصادية أساسية لفترات زمنية طويلة. وغالباً ما تكون هذه الموارد متوافرة في العالم المتقدم، حيث يتم في كثير من البلدان الحفاظ على نسبة كبيرة من السلالات الحيوانية النادرة بطريقة فعالة. إلا أن جلّ التنوع الوراثي الحيواني موجود في العالم النامي الذي تغيب فيه مصادر المحافظة عليه بشكل كبير. الأمر الذي يستوجب القيام باختيارات صعبة حيال ما يجب المحافظة عليه وفقاً للموارد المحدودة المتاحة.

تعتبر المعلومات المتعلقة بالتنوع الوراثي مفيدة في تحسين استراتيجيات المحافظة على المصادر الوراثية الزراعية واستخدامها. ومن الناحية المثالية، نرغب في ضمان بقاء كل التباين الوراثي القائم لاستخدامه مستقبلاً، والقيام بذلك بالطريقة المجدية الفضلى. ومن الناحية العملية، ستكون الموارد غير كافية في الغالب للمحافظة على كامل التنوع الوراثي لنوع معين. حتى عندما تكون الموارد كافية، لا نملك المعرفة الكاملة بكل التباين الوراثي الوظيفي داخل نوع ما. وعليه، فإن تحقيق نسبة تقترب من 100% في المحافظة على التباين الوظيفي يتضمن عملية غير فعالة للمحافظة أكثر بكثير داخل أفراد أو عشائر (كالسلالات نباتية، وسلالات حيوانية، ومدخلات) مما يلزم إن كان لدينا معلومات كاملة. ويمكن استخدام قياسات متعددة للحصول على تقدير غير مباشر للتنوع الوراثي الوظيفي. ويوفر توصيف النمط الظاهري تقديراً أولياً لمعدل المورثات المتغيرة الوظيفية المحمولة على فرد أو عشيرة معينة. إلا أنه لم يجر تسجيل معظم الأنماط الظاهرية لمعظم النباتات الزراعية، وأنواع الأسماك. وفي غياب بيانات موثوقة حول الأنماط الظاهرية، يتم الحصول على أسرع قياسات للتنوع الوراثي وأكثرها جدوى من مقايسة التعدد الشكلي لواسمات وراثية جزيئية غير معروفة. والسؤال المهم المطروح هنا هو كيف يمكن استخدام التنوع الوراثي الجزيئي لتحسين صناعة القرار الخاص بالمحافظة على التنوع الوراثي واستخدامه.

ويستعرض هذا الفصل القياسات المختلفة للتنوع المظهري والوراثي ويعرض كيفية استخدامها للإسهام في قرارات المحافظة عليه في البلدان النامية. كما تُعرض أمثلة هنا عن المحافظة على الحيوانات التي قد تطبق على نطاق أوسع على أنواع زراعية أخرى. لكن لا يتناول الفصل استخدام المعلومات حول التنوع الوراثي الجزيئي لتحسين استخدام التنوع الوراثي، إلا أن جيبسون (2003) يلخص إحدى الاستراتيجيات المحتملة لذلك.

التوصيف المظهري كقياس للتنوع الوراثي الحيواني

التطور التاريخي

يعتبر جرد التنوع الحيوي الحيواني والتوصيف المظهري أولى الخطوات الأساسية لوضع خطط برامج الإدارة المستدامة. وقد بدأ تسجيل الصفات الفيزيائية والإنتاجية للسلالات الحيوانية على نطاق واسع قبل حوالي 150 عاماً في بلدان ذات اقتصاد بالغ التطور، واستمر هذا التسجيل حتى يومنا هذا مؤدياً إلى إنتاج الكثير من المراجع العلمية. وتمثلت القوى المحركة لهذا التسجيل في المصلحة الاقتصادية في تحديد وتحسين الطرز الوراثية الأكثر إنتاجية بين السلالات وداخلها. وجرت مثل هذه التسجيلات بشكل أساسي في أكثر الاقتصادات تطوراً، وسيطرت عليها السلالات الأكثر سيادة من الناحية الاقتصادية. لكن بصورة عامة، زاد الوعي حول الحاجة إلى توصيف مظهري منتظم للتنوع الحيوي الحيواني، لاسيما منذ مؤتمر الأمم المتحدة حول البيئة البشرية الذي انعقد في استوكهلم عام 1972 (منظمة الأغذية والزراعة 1984؛ كنينغهام 1992؛ سواميناثان 1992) واتفاقية التنوع الحيوي التي دخلت حيز التنفيذ عام 1993. ورغم عدم وجود الإدارة المستدامة للمصادر الوراثية الحيوانية على قمة أولويات مقترحات الأمم عند توقيع اتفاقية التنوع الحيوي 2، إلا أن هذه البلدان أدركت أهميتها من خلال توقيعاتها، كما عملت الاتفاقية على زيادة مستوى النقاش حول الإدارة المستدامة للمصادر الوراثية النباتية في العقد المنصرم.

رغم أن المصادر الوراثية الحيوانية كانت جزءً من برنامج لمنظمة الأغذية والزراعية (FAO) منذ تأسيس المنظمة، إلا أنه جرى تبني نهج جديد في الثمانينات من القرن المنصرم عقب مشورة تقنية لمنظمة الأغذية والزراعة في روما، ومشورة الخبراء في برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) عام 1980، حيث تمخضت عن تأسيس برنامج عالمي مشترك بين منظمة الأغذية والزراعة و برنامج الأمم المتحدة للبيئة حول المصادر الوراثية الحيوانية عام 1982، وتنفيذه حتى عام 1990. وقد أرست مراجعة هذا البرنامج عام 1989 أسس استراتيجية عالمية لإدارة المصادر الوراثية الحيوانية (AnGR) التي طورت ونفذت منذ عام 1993 على المستويين العالمي والإقليمي لتوفير إطار عمل شامل لإدارة المصادر الوراثية لحيوانات المزرعة. وكان المكون المهم لبرنامج العمل التقني لهذه الاستراتيجية تمثل في توصيف المصادر الوراثية الحيوانية وتوثيق المعلومات ونشرها من خلال نظام عالمي للبيانات والمعلومات متوافر على نطاق واسع، ويمكن الوصول إليه بسهولة.

لماذا نجري التوصيف؟

يُجرى التوصيف المظهري لقياس التنوع بين السلالات أو العشائر المحددة لفهم مدى، وتوزيع السلالات أو العشائرة الواضحة داخل السلالات وصفاتها الأساسية وأدائها المقارن، وفهم كذلك قيمة استخدامها، ووضعها الراهن. وتشتمل الأنشطة الأساسية على تحديد وجرد السلالات المختلفة، ووصف مفصّل لموائلها الطبيعية والمعدلة، وتسجيل صفاتها المظهرية. ويتمثل الدافع الرئيس وراء القيام بالتوصيف في توفير معلومات للاستخدام المناسب لدعم مصادر المعيشة البشرية (كنينغهام 1992). وعليه، فإن تركيز التطبيق يكون عادة على الصفات الإنتاجية والتكيفية للسلالات. وإلى جانب المعلومات الدقيقة حول وضع وتوزع السلالات، يمكن لهذه المعلومات أن توفر معلومات مرجعية أساسية لإرساء أولويات قطرية وإقليمية ودولية لإدارة المصادر الوراثية الحيوانية (منظمة الأغذية والزراعة 1999 ،1984؛ ريج 1992). وبحسبما نوقش في هذا الفصل نجد أن الكلام يسير بخصوص هذا التأكيد، إلا أنه تنفيذه صعب على أرض الواقع.

طبيعة التوصيف

تعتمد الأوصاف الأكثر شيوعاً لمواصفات السلالات على الطراز المظهري، حيث يحدد الطراز المظهري لأية سلالة معينة وفقاً للطراز الوراثي الوسطي الأساسي والبيئة التي تربى أو تسجل فيها الحيوانات. كما تعتمد مستويات الأداء عموماً على البيئة التي تربى فيها الحيوانات. ورغم أن بعض الصفات المظهرية كنمط اللون وحجم القرن وشكله لا تتأثر بالبيئة سوى بجزء يسير، وغالباً ما تتباين بشكل خفيف بين الحيوانات ضمن سلالة ما، إلا أن معظم صفات الأداء تتأثر بشكل كبير بالبيئة وتظهر تبايناً كبيراً بين الحيوانات داخل سلالة ما. الأمر الذي يتطلب تسجيل كثير من الحيوانات في بيئة محددة جداً بغية الحصول على تقدير دقيق ومحدد للطراز المظهري للسلالة.

وضعت توصيات حول طرائق التوصيف الشامل كجزء من استراتيجية عالمية لإدارة المصادر الوراثية الحيوانية وتم توثيقها (منظمة الأغذية والزراعة 1984؛ هوجز ،1987 1992). ونشرت قوائم المتغيرات لوصف الطراز المظهري والصفات الوراثية (قوائم واصفات) للمصادر الوراثية الحيوانية (منظمة الأغذية والزراعة 1986 أ، 1986 ب، 1986 ج). وتشتمل مثل هذه التوصيفات على وصف بيئة الإنتاج من حيث متغيرات المدخلات والمخرجات الرئيسة، بما في ذلك الأبعاد الحيوية، والمناخية، والاقتصادية، وكذلك

الاجتماعية والثقافية (منظمة الأغذية والزراعة 1984 ،1986ب، 1999).

ومن الناحية العملية، تعتبر العوامل البيئية التي تؤثر في النمط المظهري للحيوانات شديدة التعقيد بحيث لم تستطع أي من الواصفات التي اقترحتها جهات مختلفة وصف البيئة بدقة تكفي لتحديد إن كانت سلالتان أو أكثر جرى تسجيلها في أزمنة وأمكنة مختلفة قد سجلت أو لم تسجل في ظروف متشابهة بما يكفي لإجراء مقارنة صحيحة لطرزها المظهرية. ويمكن أن تظهر مقارنات صحيحة بشكل معنوي بين السلالات في ظروف محدودة. ففي المقارنة الأولى تسجل سلالتان أو أكثر في نفس الوقت في الموقع عينه بوجود إدارة متماثلة. والثانية تمثل نهجاً غير مباشر يتم فيه تسجيل سلالات مختلفة في أمكنة أو أزمنة مختلفة، إلا أنه يمكن الربط ما بين الأمكنة أو الأزمنة المختلفة باستخدام سلالات شائعة. ومن ثم يمكن تعديل تأثير البيئات المختلفة من خلال اختلافات في الطراز المظهري للسلالات بشكل عام عبر البيئات. ومن النادر إجراء مثل هذه الدراسات بشكل مخطط له، إلا أن بيانات هذا الشكل تظهر بشكل طبيعي عند إجراء كثير من التجارب على نحو مستقل في بلدان مختلفة أو في أزمنة متفاوتة. واستكشف روفسيدج وآخرون (2001) إمكانية إجراء مثل هذه المقارنات بين سلالات أبقار اللحوم من خلال تحليل بيانات من كثير من التجارب المنشورة في العالم المتقدم. وخلصوا إلى أن تحليلهم المنتظم للبيانات المنشورة قد أعطى معلومات ذات قيمة أعلى بكثير من إجمالي مجموعات البيانات التجريبية المأخوذة بشكل منفصل. ويعتبر مثل هذا التحليل المنتظم صحيحاً من الناحية التقنية فقط عندما تكون التفاعلات بين البيئة والطراز الوراثي مهملة. وقد لا يكون هذا الافتراض صحيحاً إذا ما غطت البيانات طائفة واسعة جداً من البيئات والطرز الوراثية، إلا أنه يبدو أنه معقولاً بحسب التقدير الأول. أما العقبة الراهنة التي تواجه كثيراً من السلالات في العالم النامي فهي صعوبة الوصول إلى مثل هذه البيانات حيثما وجدت. وإن التغلب على هذه العقبة سيكون بمثابة خدمة قيّمة لنظم المعلومات الشاملة للمصادر الوراثية الحيوانية. إلا أن المشكلة المتبقية تتمثل في صعوبة تسجيل كثير من الصفات الأكثر أهمية للإنتاجية مدى الحياة في بيئات متحدية ونمطية في نظم إنتاج الحيوانات في العالم النامي أو غياب تسجيلها كلية بشكل عام. ورغم أن الكثير من المعلومات القيمة تنتظر استخراجها واستخدامها عموماً لصالح الكثير من السلالات، إلا أنه لا تتوافر بالنسبة لمعظم السلالات سوى القليل من المعلومات حول الطراز المظهري لجلّ الصفات ذات الأهمية الاقتصادية (انظر الفصل 17).

تشتمل الكثير من القرارات الخاصة بالمحافظة على الأصول الوراثية المناسبة واستخدامها المستدام على إقصاء معظم الخيارات البديلة، وتقليص السلالات المرشحة إلى بضع سلالات مناسبة ممكن الحصول عليها. وفي مثل هذه الحالات، يمكن إقصاء عدد

كبير من الخيارات بأمان اعتماداً على مجموع الاختلافات المظهرية. وفي غياب البيانات المظهرية، يمكن إقصاؤها أيضاً بشكل آمن في حال وجود احتمال ضعيف بامتلاكها لصفات مرغوبة، وفقاً للتقديرات المتعلقة بتوزعها واستخدامها الراهن. فعلى سبيل المثال، قد لا تتسم السلالات التي تطورت خارج المنطقة التي يشكل فيها مرض معين وباءاً بمقاومة مفيدة لذلك المرض (وهذه الحالة قد تكون مختلفة بالنسبة للمحاصيل؛ انظر الفصل 11). وعلى نحو مماثل، تكون السلالات التي تطورت في بيئات معتدلة ورطبة جيدة التكيف مع السفانا الاستوائية الجافة والمعرضة للجفاف بشكل شبه مؤكد. وعليه، حتى المعلومات الجزئية وغير الدقيقة حول الطراز المظهري إلى جانب المعلومات المتعلقة بالتوزع الأصلي وتوزع الاستخدام الراهن قد تعطي معلومات قيمة عند صناعة القرار. وستلقى صناعة القرار هذه دعماً قوياً إذا ما تم ربط المعلومات الراهنة حول صفات السلالة – من خلال قواعد بيانات ممكن الدخول إليها من قبل العموم– مع خرائط نظام المعلومات الجغرافية (GIS) التي تُظهر البيئات التي تواجه التحديات الفيزيائية والمرضية التي تطورت فيها والمستخدمة فيها في الوقت الراهن.

عند السعي لتوصيف السلالة، غالباً ما يتم إغفال المعرفة بمربي الحيوانات التقليديين منهم والحديثين. إذ عموماً ما يمتلك مربو الحيوانات فهماً عميقاً بحيواناتهم. إلا أنهم يفتقرون إلى أسس مقارنتها مع سلالات أخرى. وإلى جانب المصاعب على صعيد تغيير الشروط التي يستخدمها مربو الحيوانات إلى قياسات قابلة للحساب، قد تظهر صعوبة في الحصول على هذه المعرفة بدقة، وغالباً ما تكون جد عامة إلى درجة أنها قد لا تحمل الفائدة. وعليه، لا قيمة كبيرة لمزاعم مربي الحيوانات بمقاومة حيواناتهم للمرض. وبالعكس، غالباً ما تكون ملاحظات مربي الحيوان بخصوص مقاومة حيواناتهم (أو حساسيتها) لجائحات أو أمراض وبائية معينة مستندة إلى الواقع، لاسيما إذا ما توافرت لديهم فرصة مراقبة أداء سلالات بديلة عند وجود تحديات المرض.

توثيق التنوع العالمي

رغم محدودية المعلومات حول معظم السلالات في العالم النامي، وتدني نوعيتها في أغلب الأحيان، وعدم جمعها بطريقة منتظمة، إلا أنه كماً هائلاً من المعلومات قد جمع حول كثير من السلالات خلال المئة عام المنصرمة. ونشرت كثير من هذه المعلومات قبل اعتماد النشر الإلكتروني، ومنها ما ظهر في مراجع حكومية صعبة المنال أو في مطبوعات مؤسساتية أو في مجلات قطرية أو إقليمية لا يمكن الوصول إليها بسهولة خارج البلد أو الإقليم. ومن

الصعوبة البالغة بمكان تحديد مصدر هذه المعلومات، ولا يمكن أن إيجادها بسهولة لدى البحث عنها في المراجع العادية. وقد يحمل جمع كافة هذه المعلومات معاً ووضعها في متناول المجتمع العالمي قيمة محتملة كبيرة.

وجاء المسعى الأول لتوثيق التنوع الحيوي الحيواني على المستوى العالمي في عمل ماسون (1988)، حيث يعرض في كتابه أسماء السلالات، والمرادفات، والمواقع التي توجد فيها السلالات، ويقدم وصفاً أساسياً عن أصل كل سلالة، ومظهرها، واستخدامها بشكل رئيس. إلا أنه لم يقدم تقديرات عن أحجام العشائر (باستثناء الإشارة إلى وضع سلالات معروفة ومناحي العشائر)، كما لم يقدم معلومات عن صفات الإنتاج للسلالة المذكورة.

أما الإسهام الرئيس الآخر، رغم اقتصاره على نوع واحد، فتمثل في موسوعة سلالات القطعان (فيليوس 1995)، التي تقدم معلومات موجزة عن أكثر من 1000 سلالة بقر. وقد جمع في الكتاب أصول السلالات، وتوزعها، وتطورها، والعلاقات الممكنة بين السلالات، كما قدم فيه وصف موجز للمظهر النمطي وأبعاد كل سلالة، وبعض التقديرات حول حجم العشائر. إلا أنه افتقر إلى المعلومات المتعلقة بأدائها وتكيفها ومقاومتها للأمراض.

يتوافر مرجع كبير يتناول المقارنات بين السلالات، ومجموعة من التقارير حول سلالات أنواع محددة في بلدان أو مناطق معينة. وغالباً ما أعطت الدراسات شرحاً شاملاً للمعلومات الخاصة بالسلالات كمنطلق لتطوير برامج واقعية لتنمية الحيوانات في البلدان أو المناطق ذات الصلة. ويعتمد استخدام مثل هذه المعلومات على كفاءة أرشفتها وتقديمها إلى الجهات المعنية، إلا أنه من الصعوبة بمكان تحديد مكان كثير من هذه المراجع والوصول إليها. وإلى جانب التسارع في زيادة حجم المراجع، إلا أن المطلوب تجميع هذه المعلومات معاً في موقع واحد يسهل الوصول إليه. ويتمثل الحل الطبيعي في تطوير قواعد بيانات إلكترونية ونظم معلومات يمكن الدخول إليها في جميع أنحاء العالم.

أدت فكرة تأسيس بنوك وراثية للمصادر الوراثية الحيوانية في البلدان النامية إلى عقد اجتماع في روما خلال تشرين الأول/أكتوبر 1983 للجنة خبراء مشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة تعنى بالمحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية وإدارتها. (منظمة الأغذية والزراعة 1984). ويقع قرابة 70% من التنوع الحيوي الحيواني العالمي في أيدي المزارعين ذوي الحيازات الصغيرة، والذين لا يتقاسمون عموماً الهم العالمي بصون التنوع الحيوي للحيوانات. كما تفتقر البلدان النامية بصورة عامة إلى القدرة على الاستجابة بشكل كاف وفعال للفقد المطرد في التنوع الوراثي. ويعتقد أن الافتقار إلى معلومات دقيقة حول التنوع ووضع المصادر الوراثية الحيوانية الراهن على صعيد المزرعة تسهم في التهديدات الراهنة للتنوع الحيواني.

الوضع الراهن والاحتياجات المستقبلية لنظم المعلومات الممكن الوصول إليها عالمياً

في الوقت الراهن، ثمة العديد من نظم المعلومات الإلكترونية العامة الممكن الوصول إليها عالمياً حول التنوع الحيوي الحيواني. ويعرض الإطار 1.5 موجزاً عن أصل نظم المعلومات هذه ومحتواها.

تعمل نظم المعلومات الراهنة على خدمة أغراض مختلفة ومتنوعة. وتشتمل جميعاً على كمية كبيرة من المعلومات، إلا أنها تقل بكثير عما هو ضروري وممكن لصناعة قرار فعال يتعلق بالمحافظة على التنوع واستخدامه. وإلى الآن، وفي أي من نظم المعلومات، لا يتوافر سوى نسبة ضئيلة من المعلومات حول معظم السلالات لمعظم الأنواع، ولا تكون عمليات البحث بحسب البلد أو السلالة عملية جداً. ويهدف الجيل الجديد من نظم المعلومات إلى الاستحواذ على نسبة عالية من المعلومات السابقة والراهنة عن معظم سلالات الحيوانات، وتصنيف البيانات وفق طرائق تتيح لمستخدمي هذه المعلومات إجراء حكم شخصي عن قيمة كل معلومة. ويجب زيادة المستوى العملي لنظم المعلومات بشكل كبير للسماح باستخراج بيانات متعلقة بالطراز المظهري والوراثة الجزيئية وإجراء تحليل منتظم لها داخل مصادر البيانات وبينها. والأمل منعقد على توسيع نطاق اكتساب البيانات، بحيث يصبح بالإمكان ربط المعلومات الخاصة بالسلالات مع بيئة معتمدة على نظام المعلومات الجغرافية وخرائط نظم الإنتاج، مما يتيح التنبؤ بالصفات ذات التوثيق الضعيف – كمقاومة المرض وصفات التكيف – من خلال التوزع والاستخدام الماضي والراهن للسلالات. وتعد هذه وظائف أساسية يمكن تنفيذها وهي مطلوبة بشكل عاجل إن كان على الباحثين وصناع السياسات وصناع القرار وزوار المجتمعات الزراعية الحصول على المعلومات التي يريدون لتقديم توصيات مناسبة واتخاذ قرارات صائبة لحفظ المصادر الوراثية الحيوانية واستخدامها.

الإطار 5. 1 نظم معلومات حول المصادر الوراثية الحيوانية يمكن الوصول إليها عالمياً

أسس بنك البيانات العالمي حول المصادر الوراثية الحيوانية التابع لمنظمة الأغذية والزراعة عام 1987، عندما تعاونت منظمة الأغذية والزراعة مع الجمعية الأوروبية لإنتاج الحيوان (EAAP) لتطوير مصدر معلومات إلكتروني يقدم معلومات وصفية حول كافة السلالات والأصناف الحيوانية المعترف بها في العالم. ويدار بنك البيانات من موقعين: الأول، من هانوفر، ألمانيا، و يخدم كامل أوروبا، والثاني من روما، إيطاليا، و يخدم سائر العالم. وتقوم منظمة الأغذية والزراعة بتنسيق عملية إدخال البيانات التي يقدمها ممثلون محددون عن البلدان (منظمة الأغذية والزراعة 1999).

ويستخدم بنك البيانات العالمي لحفظ جرد السلالات ورصد عملية المحافظة على مصادر وراثية حيوانية كجزء من نظام عالمي للإنذار المبكر بتنوع الحيوانات الداجنة. ويحتوي في الوقت الراهن على معلومات حول 14,000 عشيرة للسلالات من 35 نوعاً من الثدييات والطيور. وأرسيت قائمة المراقبة العالمية لتنوع الحيوانات الداجنة (WWL-DAD-3) اعتماداً على معلومات من هذا البنك الوراثي العالمي عام 1999 (شيرف 2000).

خدمة المعلومات المتعلقة بتنوع الحيوانات الداجنة (*DAD-IS*)

تعتبر خدمة المعلومات المتعلقة بتنوع الحيوانات الداجنة (www.fao.org/dad-is) أول قاعدة بيانات طورتها منظمة الأغذية والزراعة حول المصادر الوراثية الحيوانية التي يمكن الدخول إليها من جميع أنحاء العالم. وقد أسست كوسيلة أساسية للتواصل وتقديم المعلومات لتنفيذ الاستراتيجية العالمية لإدارة المصادر الوراثية الحيوانية على مستوى المزرعة، وذلك بشكل أساس لمساعدة البلدان والشبكات القطرية في برامجها القطرية ذات الصلة (منظمة الأغذية والزراعة 1999). وبعيداً عن معلومات السلالات على مستوى البلد، تقدم DAD-IS خدمة المكتبة الافتراضية حول وثائق تقنية وسياساتية مختارة، بما فيها وسائل وإرشادات لإجراء بحوث حول المصادر الوراثية الحيوانية. كما تقدم روابط مهمة على الشبكة مع مصادر معلومات إلكترونية ذات صلة، وتسهل تبادل الآراء وتناول طلبات للحصول على معلومات معينة من خلال الربط ما بين طيف من المعنيين: مزارعين، علماء، باحثين، عاملين في مجال التنمية، وصناع سياسات.

وتقدم DAD-IS ملخصاً عن معلومات على مستوى السلالة (أو مستوى الصنف) تتعلق بأصل هذه السلالات، والعشائر، والخطر الذي يواجهها، وصفات خاصة، وكذلك معلومات عن المورفولوجيا، وأداء السلالات تبعاً لما جاء عن البلدان الأعضاء في منظمة الأغذية والزراعة. وفي الوقت الراهن، تدرج قواعد البيانات 5,300 سلالة في 35 نوعاً من 180 بلداً. والصفة المميزة لـ DAD–IS بشكل رئيس هي أنها توفر تخزين آمن على مستوى البلد للمعلومات ووسيلة للتواصل ليصار إلى استخدامها من قبل البلدان، حيث يقرر كل بلد موعد إطلاق البيانات المتعلقة بالسلالات وماهية هذه البيانات من خلال مسؤول التواصل المعتمد رسمياً.

يتبع في الصفحة 126

يتبع من الصفحة 125

وهذه الطبيعة للمعلومات تعني أنها محدودة القيمة للمستخدمين الخارجيين. ويتم تقديم كم قليل من المعلومات حول معظم السلالات في معظم البلدان ولا يمكن لمستخدميها تقييم أصل هذه المعلومات، أو سياقها، أو دقتها، لهذا تعد المقارنة الفعالة بين السلالات والبلدان أشبه بالمستحيل.

نظم المعلومات المتعلقة بالتنوع الحيوي الحيواني على مستوى المزرعة في أوروبا

طورت قاعدة البيانات هذه (www.tiho-hannover.de/einricht/zucht/eaap/index.htm) من قبل قسم تربية الحيوان والوراثة، كلية الطب البيطري، هانوفر، ألمانيا، حيث يقوم القسم بإدارتها. وتعد قاعدة البيانات هذه جزءاً من بنك عالمي للبيانات لكنها تقتصر على 46 عضواً في الجمعية الأوروبية لحماية الحيوان، وبلدان أوروبية أخرى. واعتباراً من 23 تشرين الأول/ أكتوبر 2003، اشتملت قاعدة البيانات هذه على 1,935 مدخلاً لسلالات أوروبية من ثمانية أنواع للحيوانات (الجواميس، والأبقار، والأغنام، والخيول، والحمير، والخنازير، والأرانب). وتعرض قاعدة البيانات معلومات موجزة عن السلالة تتعلق بأصلها، وتطورها، وحجم الشعيرة، ووضع السلالة، وأدائها، وأنشطة المحافظة عليها. كما توفر قاعدة البيانات هذه روابط مهمة مع قواعد بيانات على مستوى البلد في كل من ألمانيا، وفرنسا، وسويسرا، وهولندا، والنمسا. كما يوجد رابط مع الموقع على الشبكة للمؤسسة الدولية للسلالات النادرة التابعة للجمعية الأوروبية لحماية الحيوان (بنك البيانات الوراثي الحيوانية التابع لـ EAAP).

نظم معلومات الحيوانات المدجنة والمصادر الوراثية (*DAGRIS*)

تُطوَّر نظم معلومات الحيوانات المدجنة والمصادر الوراثية (DAGRIS) (dagris.ilri.cgiar.org) من قبل المعهد الدولي لبحوث الثروة الحيوانية (ILRI) وتدار من قبله. وقد أسست عام 1999 لتجميع ونشر المعلومات حول أصل وتوزع وتنوع وصفات السلالات المحلية واستخداماتها الحالية ووضعها، حيث تم الحصول على المعلومات من نتائج البحوث المنشورة. وتتمثل الصفة الفريدة لقاعدة البيانات هذه في أن المعلومات حول السلالات تدعم بمراجع جغرافية–حيوية وملخصات عن المطبوعات المصدرية. وقد صممت نظم DAGRIS لدعم البحوث، والتدريب، ورفع التوعية، والتحسين الوراثي، والمحافظة. وأطلقت النسخة الأولى من قاعدة البيانات هذه على الشبكة في نيسان من عام 2003 ((DAGRIS 2003 وهي متوافرة أيضاً على أقراص مدمجة. وفي الوقت الراهن، تحتوي قاعدة البيانات على أكثر من 16,000 سجل للصفات حول 152 سلالة إفريقية للأبقار، 96 و للأغنام، 62 و للماعز. ورغم أنها تقتصر في الوقت الراهن على ثلاثة أنواع في إفريقيا، إلا أن ثمة خطط لتوسيع نطاق نظم DAGRIS لغطي آسيا في المستقبل المنظور.

وتشتمل خطط عمليات التطوير المستقبلية لقاعدة البيانات على تأسيس بنى إضافية للتحميل والتنزيل عن بعد لمعلومات غير محجوبة عن السلالات من أجل زيادة مجال المستخدمين

يتبع في الصفحة 127

يتبع من الصفحة 126

المشاركين في تطوير قاعدة البيانات، ووحدات لإدخال وسائل دعم القرار من أجل الاستخدام المستدام للمصادر الوراثية الحيوانية وحفظها في بلدان نامية، ووحدات للحصول على معلومات تتعلق بالوراثة الجزيئية وتحليلها، وتسهيلات لربطها بنظم المعلومات الجغرافية من أجل توفير طبقات عن بيانات متعددة ذات مرجع جغرافي (أياليو وآخرون. 2003).

قاعدة بيانات السلالات الحيوانية التابعة لجامعة أوكلاهوما الحكومية

يدير قاعدة البيانات هذه قسم علم الحيوان في جامعة أوكلاهوما الحكومية الذي افتتح عام 1995 (www.ansi.okstate.edu/breeds). وتقدم وصفاً موجزاً عن السلالات من حيث أصلها، وتوزعها، وصفاتها النمطية، وكذلك استخداماتها، ووضع السلالات، كما تعد مرجعاً أساسياً حول السلالات. وتعرض قائمة من السلالات من جميع أنحاء العالم، مع خيارات لتصنيفها بحسب الأصل. ومنذ تشرين الأول/أكتوبر 2003، تدرج قاعدة البيانات 1,074 سلالة، تشتمل على 289 سلالة للأغنام، 269 و للأبقار، 229 و للخيول، 106و للماعز، 73و للخنازير، و8 للحمير، و7 للجواميس ،و 6 للجمال، و 4 للوعول، وسلالة واحدة للاما، وسلالة للياك، 55و للدواجن، 10 للبط، 7 للديك الرومي، و7 للإوز، وسلالة لدجاج غينيا وسلالة للبجع الأسود. كما توفر روابط للحصول على معلومات مفيدة في مكتبتها الافتراضية حول الحيوانات.

تقديرات التنوع الوراثي المعتمدة على الواسمات الوراثية الجزيئية

تستخدم الواسمات الوراثية الجزيئية بصورة عامة لتقدير متثابتات التنوع الوراثي للحيوانات. وتجمع مثل هذه المعلومات في عدد من المشروعات من عدد كبير من السلالات، رغم أن المراجعة الشاملة لا تزال غائبة. وكانت التعددات الشكلية البروتينية الواسمات الأولى المستخدمة في الحيوانات، وفي السبعينات من القرن المنصرم، أجري عدد كبير من الدراسات على التباين الوراثي باستخدام زمرة الدم ونظم الأنزيمات المتغايرة وراثياً (بايكر ومانويل 1980؛ مانويل وبايكر 1980). إلا أن مستوى التعدد الشكلي الملاحظ عند هذه الواسمات غالباً ما كان منخفضاً، وهذا ما خفض بشكل كبير من إمكانية تطبيقه في دراسات التنوع. ومع تطور تقانات التفاعل التسلسلي لأنزيم البوليميراز (PCR)، أصبح التعدد الشكلي لـ DNA بمثابة واسمات الاختيار لمسوحات التنوع الوراثي المعتمدة على الجزيئات. وفي الوقت الراهن، تعتبر الطائفتان الأكثر شيوعاً للواسمات في دراسات

التوصيف الوراثي للحيوانات هي المتوالية المتقدرية لـ DNA، لاسيما متوالية المنطقة فائقة التباين للحلقة D أو منطقة التحكم، والمواقع التابعة الصبغية الجسدية (سننكس 2001).

ويورث الـ DNA المتقدري كعنصر خارج النواة، عن طريق السلالة الأم فقط إلى حد ما. ويرث كل فرد بشكل طبيعي نمطاً فردانياً وحيداً من المورثة المنشأ. وبذلك يقدم التحليل الوراثي المتقدري صورة غير كاملة عن وجود التنوع في فرد ما أو عشيرة ما، في غياب التنوع الوراثي النووي أو تحليل دفق المورثات القادمة من الذكر (أفيس 1994). وهذا مهم بشكل خاص لأنواع الحيوانات التي تتزاوج حصرياً من الأباعد، حيث تنج ذكور التربية الكثير من الأنسال بشكل نمطي. لكن بسبب الافتقار إلى التأشيب والتوريث كنمط فرداني وحيد، كان لدراسات الـ DNA المتقدري إسهام كبير في تحديد الأنسال البرية لأنواع داجنة وفهم العملية المعقدة للتدجين، التي تعتبر معلومات أساسية لفهم أصل التنوع الوراثي وتوزعه (انظر بورفورد وآخرين، 2003 للحصول على المراجعة الحديثة). فإن توافرت المتواليات لعدد كبير لأفراد غير ذات صلة، عندها يمكن حساب تنوع الطراز الفرداني داخل السلالات ومقارنته بين السلالات. ويتيح لنا التحليل الهرمي للتباين الجزيئي (AMOVA) (إكسكوفير وآخرون، 1992) مقارنة توزع التنوع داخل مجموعة من السلالات وبينها أو داخل مناطق جغرافية وبينها (لوكارت وآخرون 2001). وقد يعطي الـ DNA المتقدري أيضاً طريقة سريعة للكشف عن التهجين بين أنواع الحيوانات أو نويعاتها (نيجمان وآخرون 2003).

تعتبر مواقع التوابع الدقيقة واسمات نووية مشتركة السيادة توجد بكثافة عالية وتنتثر عشوائياً على كامل صبغيات معظم النوى الحقيقية أو جميعها. وهذه المواقع متعدد الأشكال بشكل كبير وذات أليلات متباينة في عدد متواليات التسلسل المزدوج القاعدي من اثنين إلى خمسة على الترادف. وتكون التوابع الدقيقة صغيرة الحجم ويمكن تضخيمها بسهولة باتباع تقنية تقانات التفاعل التسلسلي لأنزيم البوليميراز (PCR) من الـ DNA المستخلص من عدة مصادر بما فيها الدم، والشعر، والجلد، وحتى البراز. ويمكن إظهار التعدد الشكلي على الهلام التتابعي، وإن توافر مرتبات الـ DNA التلقائية تتيح إجراء تحليل إنتاج عدد كبير من العينات خلال فترة قصيرة (جارن ولاغودا 1996؛ غولدشتاين وشلوتيرر 1999). وهذه الآن تمثل واسمات الاختيار لدراسات التنوع ولتحليل الأبوية ووضع خارطة مواقع الصفات الكمية رغم أن شعبيتها الراهنة قد تواجه التحديات في المستقبل القريب مع تطور طرائق غير مكلفة لمقايسة واسمات التعدد الشكلي أحادية النيوكلوتيد. وقامت منظمة الأغذية والزراعة بالإشراف على وضع التوصيات الخاصة بمجموعات من مواقع التوابع

الدقيقة لاستخدامها في دراسات التنوع لكل من الأنواع الحيوانية الرئيسة (انظر dad.fao.org/en/refer/library/guideline/marker.pdf)

دار بعض الجدل حول اختيار النموذج الأفضل للطفرة المستخدم لتطوير موقع تابع دقيق، وبذلك اختيار النماذج الوراثية الفضلى للعشائر من أجل تحليل البيانات. ربما يولد التعدد الشكلي للتوابع الدقيقة من خلال آلية انزلاق الـ DNA (شلوتيرر وتاوتز 1992)، وتكون الأليلات الناتجة منعزلة. وقد لا يسري الافتراض بوجود تجميعة لا نهائية من الأليلات المحتملة لأن حجم أي طفرة قد يعتمد على حجم الأليل التي طفرت عنه، كما يوجد احتمال بوجود طفرات رجعية أيضاً. وعليه، اقتراحت قياسات جديدة للمسافات الوراثية والتمايز الوراثي اعتماداً على نموذج طفرات تدريجي (غولدشتاين وآخرون، 1995). لكن أظهرت دراسات المحاكاة أن استخدام التحليلات التي تفترض وجود أليلات لا نهائية يكون صحيحاً عموماً لدراسات التنوع داخل الأنواع باستخدام بيانات التوابع الدقيقة (تاكيزاكي وني 1996).

تستخدم بيانات التوابع الدقيقة لتقدير التنوع الوراثي داخل السلالات وبينها وكذلك الخلط الوراثي بين السلالات. ويعد متوسط عدد الأليلات (MNA)، وتعاير الزيجوت الملاحظ والمتوقع (*Ho* و *He*) هي المتثابتات الوراثية للعشائر المحسوبة الأكثر شيوعاً لتقييم التنوع داخل السلالة. لكن كي يكون متوسط عدد الأليلات عاملاً صحيحاً للمقارنة بين السلالات، فإن من الأهمية بمكان أن تتساوى أحجام العينات في كافة السلالات. ومن الناحية النظرية، يمكن للتنوع الأليلي إعطاء معلومات عن فردية سلالة ما، من خلال وجود أليل فريد (يسمى أليلاً خصوصياً أيضاً) داخل عشيرة ما. أما من الناحية العملية، فيجب تفسير ملاحظة أليلات خصوصية بحذر لاسيما إن كانت موجودة بتكرار منخفض، لأنها قد تنجم عن فن أخذ العينات. وعلى نحو مماثل، يعتمد الخطأ القياسي لقياسات تغاير الزيجوتات على عدد الحيوانات المأخوذ أنماطها الوراثية ومستوى التعدد الشكلي الملاحظ في الموقع الفردي.

وتتمثل المتثابتات الأبسط لتقييم التنوع بين السلالات باستخدام بيانات توابع دقيقة في التمايز الوراثي أو دلائل التثبيت. وتم اقتراح العديد من عوامل التقدير (مثل FST، و GST، وθ)، وأكثرها استخداماً كان FST (فير وباستن 1990)، الذي يقيس درجة التمايز الوراثي بين العشائر الفرعية من خلال حساب المتغايرات القياسية في تكرار الأليلات بين العشائر. ويمكن حساب الأهمية الإحصائية لقيم FST بين أزواج من العشائر لاختبار الفرضية اللاغية بانعدام التمايز الوراثي بين العشائر، وبالتالي تقسيم التنوع الوراثي بين العشائر (مبورو وآخرون 2003). وفي طريقة تماثل تحليل التعدد الشكلي لـ DNA

المتقدري، يمكن للتحليل الهرمي للتباين الجزيئي (إيكزوتشيفر وآخرون 1992) تقييم توزع التنوع داخل مجموعات السلالات وبينها.

تستخدم بيانات تكرار التوابع الدقيقة بشكل شائع لتقييم العلاقات الوراثية بين العشائر وكذلك بين الأفراد من خلال حساب قياسات المسافة الوراثية اعتماداً على تكرار أليلات التوابع الدقيقة. وتتمثل الطريقة الأكثر شيوعاً لقياس المسافات الوراثية في المسافة الوراثية القياسية لـ ني. (DS) (ني، 1972). لكن بالنسبة للعشائر المرتبطة بشكل وثيق والتي يكون فيها الانجراف الوراثي العامل الرئيس للتمايز الوراثي، كما هي الحال في الغالب بالنسبة لسلالات الحيوانات لاسيما في العالم النامي، يوصى بمسافة كافالي– سفورزا المعدلة (DA) (ني وآخرون 1983). وغالباً ما يتم إظهار العلاقة الوراثية بين السلالات من خلال علم تطور السلالات حيث يتم ذلك في الغالب باستخدام طريقة الانضمام إلى الجوار (N-J) (سايتو وني 1987)، تلك الطريقة التي لا تفترض التساوي في سرعة التطور لدى كافة السلالات. وقد نشرت عديد من المقالات (كتلك في مجلة الجمعية الدولية لوراثة الحيوان، وراثة الحيوان <www.isag.org.uk>) التي تصف العلاقات في تطور السلالات بين سلالات الحيوانات باستخدام المسافات الوراثية. لكن المشكلة الرئيسة أمام إنشاء شجرة تطور السلالات تكمن في افتراض أن التطور غير شبكي (أي أن السلالات يمكن أن تتباعد لكنها لا يمكن أن تنشأ عن تهجينات بين السلالات). ومن النادر لهذا الافتراض أن ينطبق على الحيوانات، حيث تنشأ سلالات جديدة في الغالب من تهجيات بين سلالتين أبويتين أو أكثر. وعليه، يجب تفسير هذا التصور للتطور المعروض من خلال استبناء تطور السلالات بحذر، مع إدراك أنه لا يمثل اندماج السلالات.

اقتُرح نهج التحليل متعدد المتغايرات، وحديثاً، نهج بايسيان الخاص بالتنعقد، لإجراء تحليل الخلط في بيانات تكرار أليلات التوابع الدقيقة. (بريتشارد وآخرون 2000). ولربما كانت الدراسة الأكثر شمولية لهذا النمط في الحيوانات هي دراسة أبقار إفريقيا على مستوى القارة (هانوت وآخرون. 2002). وباستخدام تحليل المكون الرئيس، استطاع المؤلفون تقييم مستوى الخلط الوراثي لكل سلالة إفريقيا واستنتاج أصولها من ثلاثة مراكز معترف بها حالياً لتدجين الأبقار. علاوة على ذلك، وإلى جانب المعلومات التاريخية، أتاحت البيانات الجزيئية تحديد مراكز الأصل أو دخول التأثيرات الوراثية الرئيسة الموجودة اليوم في الأبقار الإفريقية إلى القارة الإفريقية. والنقطة الأساسية هنا هي أن استخدام البيانات الوراثية الجزيئية تعتبر وسيلة مفيدة، إلى جانب معلومات أخرى كالبيانات التاريخية والسجلات المكتوبة، لفهم طبيعة وتاريخ منشأ أنواع الحيوانات وتحركاتها التالية، وتطور التنوع الوراثي فيها. ويمكن لوضع خارطة لمنشأ التنوع الوراثي الراهن أن يتيح إجراء

استنتاجات حول الموقع الذي يوجد فيه التباين الوراثي الوظيفي داخل الأنواع التي تتوافر عنها بينات محدودة فقط تتعلق بالتباين المظهري.

استخدام التنوع الوراثي الجزيئي في قرارات المحافظة

رغم أننا من الناحية المثالية نرغب في المحافظة على كافة سلالات الحيوانات لاستخدامها المحتمل مستقبلاً، إلا أنه ثمة احتمال بعدم توافر الموارد المالية والمادية والبشرية. لذلك يجب علينا أن نقرر كيفية تخصيص الموارد المحدودة من أجل المحافظة على هذه السلالات. وتتمثل إحدى أهداف المحافظة عليها في المحافظة على الكم الأعظم من التنوع للاستخدام المستقبلي المحتمل. كما لا توجد معلومات عن توزع التعدد الشكلي الوراثي الذي قد يكون مفيداً بين السلالات، ولا يوجد سوى القليل من المعلومات حول الطرز المظهرية للسلالات في العالم النامي. وعلى المدى القصير، فإن المعلومات عن الواسمات الجزيئية توفر أسهل تقديرات يمكن الحصول عليها بخصوص التنوع الوراثي داخل مجموعة محددة من السلالات وبينها. وفي المناقشة التي تلت ذلك، ليس ثمة جدل يتعلق بتفوق المعلومات الخاصة بالواسمات الجزيئية على القياسات المظهرية أو القياسات غير المباشرة أو تلك المباشرة للتباين الوراثي الوظيفي. وبالعكس، فإن قياسات التنوع الوراثي اعتماداً على واسمات جزيئية هي الأكثر قيمة لدى الافتقار إلى كافة المعلومات الأخرى، حيث تنخفض أهميتها على نحو مطرد مع توافر قياسات مباشرة وغير مباشرة أكثر تفصيلاً ودقة للتباين الوراثي الوظيفي (كتقييم الطراز المظهري الدقيق). وأخيراً، يجب إغناء القرارات المتعلقة بالمحافظة من خلال توليفات مثلى لمعلومات حول التنوع الوراثي الوظيفي، بما في ذلك المعلومات المعتمدة على واسمات وراثية جزيئية، إلا أن مُعينات القرارات الراهنة تركز بشكل رئيس على استخدام بيانات واسمات وراثية جزيئية أو على قياسات التنوع المشتقة من مثل هذه البيانات. وفي نهاية هذه المناقشة، قدمت بعض المقترحات حول كيفية تطوير المزيد من معينات القرارات المتكاملة. ويجب الأخذ بعين الاعتبار أيضاً أن قرارات المحافظة ستشتمل على عوامل من قبيل القيم الاجتماعية والثقافية المتعلقة بالسلالات المختلفة. وربما ستكون معينات القرارات في هذا الفصل الأكثر قيمة في مساعدة صناع القرار على فهم نتائج سياق العمل البديل، للمساعدة على تحسين عملية اتخاذ القرار بدلاً من توجيهها.

تتمثل إحدى أهداف المحافظة في زيادة توافر التنوع الوراثي إلى الحدّ الأعظم في المستقبل. واقترح عدد من المؤلفين تطبيق طرائق تزيد من إجمالي التنوع الحيوي المستقبلي داخل السلالات وبينها إلى الحدّ الأعظم، وفقاً لتقديرات بيانات الواسمات الوراثية الجزيئية

(تورو وآخرون، 1998؛ إيندينغ وآخرون 2002). وركز علماء آخرون على زيادة التنوع المستقبلي بين السلالات إلى الحدّ الأعظم (ثاون د. آرولدي وآخرون 1998؛ سيميانير 2002)، وقدمت اقتراحات حول زيادة التوازن الموزون للتنوع داخل السلالات وبينها (بياساتيان وكينغهورن 2003).

ورغم إمكانية وجود تباين وراثي كبير داخل السلالات (انظر الفصل 6)، ورغم وجود طرائق مقترحة جيدة لزيادة مجموع التنوع الوراثي داخل الأنواع وبينها وفقاً لتقدير الواسمات الوراثية الجزيئية، إلا أننا نشك في أن زيادة مجموع التنوع الوراثي داخل السلالات وبينها إلى الحدّ الأعظم يشكل معياراً لوضع أهداف المحافظة، وذلك للأسباب التالية:

- يقع التنوع الوراثي القابل للاستغلال بطريقة أسهل وأسرع بين السلالات. وهذا يعود إلى أن تكرار الأليلات التي تتحكم بصفات تكيفية ووظيفية قد يكون مرتفعاً أو ثابتاً بين السلالات، ولهذا فإن استبدال السلالات أو تصنيفها من خلال التهجين يعطي تغيرات وراثية أسرع بكثير من الانتخاب داخل العشائر.
- تتنبأ النظرية الوراثية للعشائر بوجوب وجود علاقة ملحوظة غير خطية بين المسافة الوراثية المقاسة بواسمات غير مسماة والاختلافات الوراثية الوظيفية (أي المستغلة) بين السلالات، سواء التي تطورت بالانجراف الوراثي أو الانتخاب. وفي دراسة حديثة للتنوع الوراثي الجزيئي بين سلالات الخنازير الأوروبية، وجد أن التنوع بين السلالات كان أكبر من المتوقع بسبب التباين الوراثي نتيجة الانجراف، وهذا ما يتوافق مع تأثيرات الانتخاب التي تتم عبر مناطق واسعة من المجين خلال التدجين وتطور السلالة (ل. أوليفيير، تواصل شخصي). ويتمثل التوضيح الداعم لأول نقطتين في إنتاج الحليب عند الأبقار، حيث يتراوح متوسط كامل إنتاج حليب الرضاعة للأبقار التي تحظى بتغذية جيدة من أقل من 800 ل لكثير من السلالات الاستوائية غير المنتجة للألبان إلى أكثر من 6000 ل لسلالات بوس تاوروس الأوروبية المختصة بإنتاج الألبان. ويمكن لانتخاب سلالة استوائية منخفضة الإنتاج من الحليب لزيادة إنتاج الحليب في برنامج ناجح جداً للتربية تحسين إنتاج الحليب بنسبة 1% في العام، وهذا ما يتطلب 202 عاماً لانتخاب سلالة استوائية غير منتجة للألبان لطرح إنتاج يعادل ما تنتجه سلالات الألبان الحديثة. ويمكن لاستبدال السلالة تحقيق هذا التغيير خلال فترة بين 5–10 سنوات، ويمكن لتهجين السلالات أن يحرز نصف هذا التغيير خلال 5 سنوات، وثلاثة أرباع التغيير في غضون 10 سنوات.
- تفترض الطرائق التي استخدمت لتقييم التباين الوراثي اعتماداً على بيانات

واسمات جزيئية بالضرورة أن التباين الوراثي داخل السلالات يتساوى من الناحية الوظيفية مع كافة السلالات، وهذا ما قد لا يكون صحيحاً.

- إن المحافظة على عدد قليل جداً من السلالات سيحفظ نسبة مرتفعة جداً من التباين داخل السلالة بحسب تقييم الواسمات الوراثية الجزيئية.
- إن قياسات التنوع المستخدمة ليست رتيبة ولا هي نسخة غير متغايرة، وهذا ما يؤدي إلى نتيجة غير مرغوبة، حيث أن إضافة سلالات جديدة لمجموعة سلالات مطلوب المحافظة عليها يمكن أن تقلل من الكمية المقدرة للتنوع المحافظ عليه، وإن إضافة سلالة موجودة مسبقاً في مجموعة من السلالات يمكن أن تزيد من التنوع المحافظ عليه.

نعتقد أن النهج الأنسب يتمثل في زيادة التنوع المستقبلي إلى الحد الأقصى بين السلالات أو ربما التركيز بشكل كبير على المحافظة بين السلالات بدلاً من التباين داخل السلالات. واقترحت عدة مجموعات تطبيق طريقة اقترحها فايتزمان (1993، 1998) لتخصيص الموارد للمحافظة على التنوع بين الأنواع، حيث توسع سيميانر وزملاؤه في هذا النهج أكثر (سيميانر 2002؛ سيميانر وآخرون 2003). وكان النهج المقترح تمثل في تقدير المسافات الوراثية بين السلالات اعتماداً على بيانات وراثية جزيئية أو بيانات أخرى. وطورت نسخة معدلة جزئياً لقياس التنوع، D، اقترحها فايتزمان، لتقييم التنوع الوراثي الذي يضم صفات أساسية كاللاسلبية، واللارتابة، وعدم التغاير في النسخ. وطورت طرائق لتقدير احتمال انقراض أي سلالة، z_i، والذي يمكن أن يستخدم لاحقاً لحساب التنوع المستقبلي المتوقع، D_F، مما يتيح معرفة احتمالات انقراض كافة السلالات. كما يمكن حساب الإسهام الهامشي في تنوع كل سلالة، mi، بالفرق بين D_F وتلك السلالة التي أدخلت في مجموعة السلالات التي يتساوى فيها احتمال الانقراض مع m_i و D_F إذا كان احتمال الانقراض = z_i 1.0 (أي أن السلالة ستنقرض حتماً). ولا يتعلق الإسهام الهامشي لسلالة معينة باحتمال انقراضها، لكنه يتعلق باحتمال انقراض السلالات ذات العلاقة القوية. وما يلاحظ هو أن السلالات المعرضة لتهديد أكبر هي ليست بصورة عامة السلالات المتوقع أن يكون لها الإسهام الهامشي الأكبر في التنوع. وهذا يعني أن مصادر التنوع من النادر أن تصرف بالصورة الفضلى على السلالات المعرضة للتهديد الأكبر بالانقراض.

اقترحت طرائق للتنبؤ باحتمال الانقراض (رايست–مارتي وآخرون 2003)، إلا أن الحاجة مطلوبة إلى مزيد من البحوث على طرائق التنبؤ باحتمالات الانقراض. ويمكن تطوير طرائق تفيد في الاستخدام الأمثل لمصدر محدود لجهود المحافظة. وهذا يتطلب إمكانية تحديد علاقة احتمالات الانقراض وإنفاق الموارد على المحافظة على سلالة معينة،

وهذا ما سيكون ممكناً بصورة عامة، لكن لم يجرب بأية طريقة منتظمة. وقدم سيميانر (2000) توضيحاً عن الاستخدام الأمثل للموارد للمحافظة على سلالات الأبقار الإفريقية اعتماداً على علاقات مفترضة بين تخصيص الموارد والتغير في احتمال الانقراض. وفي هذا المثال، أدى التخصيص الأمثل للموارد إلى زيادة 60% تقريباً في التنوع المستقبلي من تخصيص الموارد لكافة السلالات بشكل متساو أو تخصيصها فقط للسلالات الأكثر عرضة لتهديد الانقراض. وهذا الأخير هو النهج المتبع في المحافظة، إذ يوضح بأن تطوير وتطبيق النهج المثلى لتخصيص الموارد قد تحمل تأثيرات عميقة في فعالية برامج المحافظة.

مع العودة إلى موضوع القياس المناسب للتنوع، يجب علينا العمل لبلوغ المستوى الأعظم في برنامج المحافظة، وقد قارن باركر وآخرون (2001) استخدام قياسات مختلفة للتنوع في مجموعة من سلالات الماعز الإفريقية. ووجدوا أن ليس ثمة علاقة بين الإسهامات في تنوع سلالات فردية عندما كان الهدف زيادة التباين الإجمالي (داخل السلالات وبينها) إلى الحد الأعظم والأهداف التي تزيد من التنوع بين السلالات، وفقاً لقياسها بطرائق مثل إحصاء فايتزمان D. ورغم أننا عرفنا بوضوح أي القياسات هي الأكثر صلة بأهداف المحافظة، سيكون من الأهمية بمكان للمجتمع الدولي الوصول إلى إجماع حول هذا الموضوع لضمان استخدام متسق وكفء للموارد المخصصة للمحافظة.

الجمع بين بيانات الوراثة الجزيئية، والمظهرية، وبيانات أخرى عند صناعة القرار

يمكن توسيع النهج الواردة أعلاه اعتماداً على قياسات غير مسماة للتنوع لتشمل قياسات مباشرة للفائدة (كمقاومة المرض، ومقاومة الإجهاد، والإنتاجية)، وبهذا يتم الحفاظ على توليفة من التنوع والفائدة بالمستوى الأعظم. واقترح سيميانر (2002) طريقة ممكنة لذلك. وهذه الطرائق بحاجة إلى المزيد من التطوير، لكنها من حيث المبدأ قادرة على التعامل مع أية حالة تتراوح من غياب المعلومات حول الفائدة، عندما يتوافر التنوع الوراثي الجزيئي، إلى امتلاك معلومات كاملة عن الفائدة، حيث لن يكون لبيانات التنوع الوراثي الجزيئي أي وزن في عملية الاستخدام الأمثل.

إن الوصول إلى المستوى الأمثل في صناعة القرار يعد عملية مكثفة من الناحية الحسابية لدى إشراك أكثر من خمس سلالات، وهذا ما يحد من تطبيقها المحتمل على مشكلات واسعة واستخدامها كوسيلة سهل الحصول عليها. وتوفر الخوارزميات الوراثية حلاً مكرراً اعتماداً على مبادئ تطورية يمكن أن تحل بسرعة مسائل الأمثلة الشديدة التعقيد هذه. وهذا ما أوضحه بياساتيان وكينغورون (2003) حول مسألة في تحقيق أقصى توليفة

بين التغاير الوراثي داخل السلالات وبينها، يقوم فيها المستخدمون بتعريف الوزن النسبي الواجب وضعه مكان المتغير داخل السلالات أو بينها. ويمكن تطوير مثل هذه الطرائق لخلق واجهات تمكن المستخدمين من تغيير الكثير من المتثابتات المدخلة واستكشاف نتائج سيناريوهات المحافظة البديلة في الوقت الحقيقي. كما يمكن توسيعها لتعطي المزيد من النماذج المعقدة لتأثيرات القرارات المتعلقة بالمحافظة (كإدخال التنبؤات بمعدلات التهجين وبذلك فقد التنوع الوراثي داخل السلالة)، ومن خلال ذلك التنبؤ بفقد إمكانية التحسين الوراثي المستقبلي. وتعد هذه الطرائق بجيل جديد من الوسائل التي تتيح للباحثين ومستشاري السياسات استكشاف نتائج طيف واسع من السيناريوهات البديلة في المحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية واستخدامها المستدام. ويمكن تقديم هذه الوسائل إلى جانب قواعد بيانات معتمدة على الشبكة حول المصادر الوراثية الحيوانية ونظم للمعلومات أو وسائل منفصلة يمكن تشغيلها على أية حاسوب عادي. وربما يمكن تعديل مثل هذه الوسائل كي تحمل تطبيقات مهمة في صناعة القرار المتعلق بخصوص المحافظة على أنواع زراعية وغير زراعية أخرى.

حواشي:

1. تأتي هذه التقديرات من قائمة المراقبة العالمية لتنوع الحيوانات الداجنة، والمجمعة من تقارير عن حالة المصادر الوراثية الحيوانية، ومقدمة من ممثلين رسميين عن البلدان إلى قواعد البيانات الرسمية لمنظمة الأغذية والزراعة. أما النقد الذي يواجه هذا النهج المتعلق بتوثيق التنوع الوراثي الحيواني هو أن كل بلد يمتلك الحق لتحديد المصادر الوراثية الموجودة فيه على أنها مصادر وراثية فريدة. فعلى سبيل المثال، تحدد كثير من البلدان السلالات المحلية للخنازير على أنها مصادر وراثية وطنية، وعليه تعد السلالات المحلية للخنازير كسلالات منفصلة في كل بلد. وفي كل بلد يوجد القليل جداً من خنازير السلالات المحلية، وبذلك تحدد بأنها تواجه نوعاً ما من التهديد، رغم أن العشائر العالمية من السلالات المحلية للخنازير تبقى كبيرة ولا تواجه تهديداً. ورغم وجود درجة ما من التمايز الوراثي بين بعض عشائر السلالات المحلية للخنازير، اتبعت العملية تجميع الإحصائيات التي تؤدي إلى تقدير مفرط لعدد السلالات ونسبة السلالات المعرضة للتهديد. وتظهر هذه المشكلة حصرياً من تقارير البلدان النامية. وبالعكس، يعتقد معظم المراقبون في المجال أن الوضع في العالم النامي هو على النقيض من ذلك. ففي العالم النامي، لا تغطي التقارير كثيراً من المصادر الوراثية الحيوانية، وتكون تهديدات المصادر الوراثية هناك أكبر بكثير مما ذكر، إذ أنها في زيادة مطردة. وتوجه تهديدات المصادر الوراثية الحيوانية بشكل

رئيس من الاستخدام المتزايد للتهجين وتغيير الممارسات الزراعية، وكلاهما في زيادة. وعليه، فإن الحالة لا تسر، حيث أن الكثير من المراقبين يشكون بتهديدات المصادر الوراثية الحيوانية بسبب الانحيازات التي تثيرها عملية إعداد التقارير في البلدان النامية، في حين يرى مراقبون آخرون أن التهديدات التي تواجه مصادر وراثية مهمة أعظم بكثير مما تشير إليه التقارير الراهنة. وثمة حاجة ملحة إلى توثيق دقيق وواسع لحالة المصادر الوراثية الحيوانية ومناحيها في العالم النامي.

2. بحلول الأول من أيار/مايو 2006، بلغ عدد الأطراف المشاركة في اتفاقية التنوع الحيوي 188 (CBD) طرفاً، حيث وقعت عليه 168 من هذه البلدان (www.biodiv.org).

References

Avise, J. C. 1994. *Molecular Markers, Natural History and Evolution.* New York: Chapman and Hall.

Ayalew, R., J. E. O. Rege, E. Getahun, M. Tibbo, and Y. Mamo. 2003. Delivering systematic information on indigenous animal genetic resources: The development and prospects of dagris. Proc. Deutsche Tropentag 2003: Technological and Institutional Innovations for Sustainable Rural Development, October 8–10, 2003. Goettingen, Germany.

Baker, C. M. A. and C. Manwell. 1980. Chemical classifi cation of cattle. I. Breed groups. *Animal Blood Groups and Biochemical Genetics* 11:127–150.

Barker, J. S. F., S. G. Tan, S. S. Moore, T. K. Mukherjee, J. L. Matheson, and O. S. Silveraj. 2001. Genetic variation within and relationships among populations of Asian goats (*Capra hircus*). *Journal of Animal Breeding and Genetics* 118:213–233.

Bruford, M. W., D. G. Bradley, and G. Luikart. 2003. DNA markers reveal the complexity of livestock domestication. *Nature Reviews Genetics* 4:900–910.

Cunningham, E. P. 1992. Animal genetic resources: The perspective for developing countries. In J. O. E. Rege and M. E. Lipner, eds., *Animal Genetic Resources: Their Characterization, Conservation and Utilization.* Research Planning Workshop, ilca, Addis Ababa, Ethiopia, February 19–21, 1992. Addis Ababa, Ethiopia: ilca.

DAGRIS. 2003. *Domestic Animal Genetic Resources Information System (DAGRIS).* Version 1. J. E. O. Rege, W. Ayalew, and E. Getahun, eds. Addis Ababa, Ethiopia:

ilri. dagris.ilri.cgiar.org.

EAAP Animal Genetic Databank. 2003. Department of Animal Breeding and Genetics, School of Veterinary Medicine, Hanover, Germany. www.tiho- hannover.de/einricht/zucht/eaap/index.htm.

Eding, H., R. P. Crooijmans, M. A. Groenen, and T. H. Meuwissen. 2002. Assessing the contribution of breeds to genetic diversity in conservation schemes. *Genetics Selection Evolution* 34:613–633.

Excoffier, L., P. E. Smouse, and J. M. Quattro. 1992. Analysis of molecular variance inferred from metric distances among dna haplotypes: Application of human mitochondrial dna restriction data. *Genetics* 131:479–491.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1984. *Animal Genetic Resources Conservation by Management, Data Banks and Training.* Part 1. Rome: fao.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1986a. *Animal Genetic Resources Data Banks.* 1. *Computer Systems Study for Regional Data Banks.* Rome: fao.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1986b. *Animal Genetic Resources Data Banks.* 2. *Descriptor Lists for Cattle, Buffalo, Pigs, Sheep and Goats.* Rome: fao.

FAO (Food and Agriculture Or ga ni za tion of the United Nations). 1986c. *Animal Genetic Resources Data Banks.* 3. *Descriptor Lists for Poultry.* Rome: fao.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1999. *The Global Strategy for the Management of Farm Animal Genetic Resources.* Executive Brief. Rome: fao.

Felius, M. 1995. *Cattle Breeds: An Encyclopedia.* Doetinchen, The Netherlands: Misset.

Gibson, J. P. 2003. Strategies for utilising molecular marker data for livestock genetic improvement in the developing world. In *Proceedings International Workshop on Marker Assisted Selection: A Fast Track to Increase Genetic Gain in Plant and Animal Breeding,* October 2003. Torino, Italy.

Goldstein, D. B. and C. Schlötterer. 1999. *Microsatellites: Evolution and Applications.* New York: Oxford University Press.

Goldstein, D. B., A. R. Linares, L. L. Cavalli- Sforza, and M. W. Feldman. 1995. An evaluation of genetic distances for use with microsatellite loci. *Genetics* 139:463–471.

Hanotte, O., D. G. Bradley, J. W. Ochieng, Y. Verjee, E. W. Hill, and J. E. O. Rege. 2002. African pastoralism: Genetic imprints of origins and migrations. *Science*

296:336–339.

Hodges, J., ed. 1987. *Animal Genetic Resources: Strategies for Improved Use and Conservation.* Proceedings of the 2nd Meeting of the fao/unep Expert Panel with Proceedings of the eaap/psas Symposium on Small Populations of Domestic Animals. Rome: fao.

Hodges, J., ed. 1992. *The Management of Global Animal Genetic Resources.* Proceedings of an fao Expert Consultation. Rome: fao.

Jarne, P. and P. J. L. Lagoda. 1996. Microsatellites, from molecules to populations and back. *Tree* 11:424–429.

Luikart, G., L. Gielly, L. Excoffi er, J. D. Vigne, J. Bouvet, and P. Taberlet. 2001. Multiple maternal origins and weak phylogeographic structure in domestic goats. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 98:5927–5932.

Manwell, C. and C. M. A. Baker. 1980. Chemical classifi cation of cattle. 2. Phylogene tic tree and specific status of the Zebu. *Animal Blood Groups and Biochemical Genetics* 11:151–162.

Mason, I. L. 1988. *A World Dictionary of Livestock Breeds, Types and Varieties.* Wallingford, uk: cab International.

Mburu, D. N., J. W. Ochieng, S. G. Kuria, H. Jianlin, B. Kaufmann, J. E. O. Rege, and O. Hanotte. 2003. Genetic diversity and relationships of indigenous Kenyan camel (*Camelus dromedarius*) populations: Implications for their classification. *Animal Genetics* 34:26–32.

Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. *The American Naturalist* 106:283–292.

Nei, M., F. Tajima, and Y. Tateno. 1983. Accuracy of estimated phylogenetic trees from molecular data. II. Gene frequency data. *Journal of Molecular Evolution* 19:153–170.

Nijman, I. J., M. Otsen, E. L. Verkaar, C. de Ruijter, E. Hanekamp, J. W. Ochieng, S. Shamshad, J. E. O. Rege, O. Hanotte, M. W. Barwegen, T. Sulawati, and J. A. Lenstra. 2003. Hybridization of banteng (*Bos javanicus*) and zebu (*Bos indicus*) revealed by mitochondrial dna, satellite dna, aflp and microsatellites. *Heredity* 90:10–16.

Piyasatian, N. and B. P. Kinghorn. 2003. Balancing genetic diversity, genetic merit and population viability in conservation programmes. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 120:1–13.

Pritchard, J. K., M. Stephens, and P. Donnelly. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155:945–959.

Rege, J. E. O. 1992. Background to ilca's agr characterisation project, project

objectives and agenda for the research planning workshop. In J. E. O. Rege and M. E. Lipner, eds., *African Animal Genetic Resources: Their Characterisation, Conservation and Utilisation,* 55–59. Addis Ababa, Ethiopia: ilca.

Reist- Marti, S. B., D. Wakelin, H. Simianer, J. Gibson, O. Hanotte, and J. E. O. Rege. 2003. Weitzman's approach and livestock conservation: An application to African cattle breeds. *Journal of Conservation Biology* 17:1299–1311.

Roughsedge, T., R. Thompson, B. Villanueva, and G. Simm. 2001. Synthesis of direct and maternal genetic components of economically important traits from beef breed- cross evaluations. *Journal of Animal Science* 79:2307–2319.

Saitou, N. and M. Nei. 1987. The neighbor- joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution* 4:406–425.

Scherf, B., ed. 2000. *World Watch List for Domestic Animal Diversity,* 3rd ed., Part 1.9, 20, dad.fao.org/en/Home.htm, databases. Rome: fao/undp.

Schlötterer, C. and D. Tautz. 1992. Slippage synthesis of simple sequence dna. *Nucleic Acids Research* 20:211–215.

Simianer, H. 2002. Noah's dilemma: Which breeds to take aboard the ark? In *7th World Congress on Gentics Applied to Livestock Production,* 8. Montpellier, France: inra/cirad.

Simianer, H., S. B. Marti, J. Gibson, O. Hanotte, and J. E. O. Rege. 2003. An approach to the optimal allocation of conservation funds to minimize loss of genetic diversity between livestock breeds. *Ecological Economics* Special Issue on angr 45:377–392.

Sunnucks, P. 2001. Efficient genetic markers for population biology. *Tree* 15:199–203.

Swaminathan, M. S. 1992. Biological diversity and global food security. In R. R. Lokeshwar, ed., *V International Conference on Goats. Pre-Conference Proceedings. Plenary Papers and Invited Lectures,* 1–5. New Delhi: International Goat Association and Indian Society of Sheep and Goat Production and Utilization.

Takezaki, N. and M. Nei. 1996. Genetic distances and reconstruction of phylogenetic trees from microsatellite dna. *Genetics* 144:389–399.

Thaon d'Aroldi, C., J. L. Foulley, and L. Ollivier. 1998. An overview of the Weitzman approach to diversity. *Genetics Selection Evolution* 30:149–161.

Toro, M., L. Silió, J. Rodrigáñez, and C. Rodriguez. 1998. The use of molecular markers in conservation programmes of live animals. *Genetics Selection Evolution* 30:585–600.

Weir, B. S. and C. J. Basten. 1990. Sampling strategies for distances between dna sequences. *Biometrics* 46:551–582.

Weitzman, M. L. 1993. What to preserve? An application of diversity theory to crane conservation. *Quarterly Journal of Economics* 108:157–183.
Weitzman, M. L. 1998. The Noah's ark problem. *Econometrica* 66:1279–1298.

6 إدارة المصادر الوراثية الحيوانية على مستوى المزرعة: التغيير والتفاعل

أي. هوفمان

I. HOFFMANN

تعتبر سلالات الأنواع الحيوانية في المزرعة القاعدة الحيوية لتنمية قطاع الحيوانات وإسهام هذا القطاع في الأمن الغذائي والتنمية الريفية المستدامة. وتوفر 14 سلالة فقط من قرابة 30 سلالة ثدييات وطيور مدجنة 90% من الإمداد الغذائي للإنسان، ومع ذلك فإن فهم قيمة معظم الموارد الوراثية الحيوانية لايزال ضعيفاً. وركزت التنمية في القرن العشرين على عدد صغير جداً من السلالات حول العالم، وغالباً دون الأخذ بعين الاعتبار تأثيرات بيئة الإنتاج المحلي في قدرة السلالة على البقاء، والتكاثر، والإنتاج. وتم تجاهل إدارة رأس المال الحيوي، مما أسفر عن انجراف كبير فيه، حيث من المحتمل أن يتزايد مع الزيادة العالمية في الطلب على المنتجات الحيوانية، والتي غالباً ما يطلق عليها اسم ثورة الثروة الحيوانية.

يجب تحديث استخدام وتطوير السلالات الحيوانية والمحافظة على السلالات القيمة التي تحظى بأهمية ضعيفة حالياً بالنسبة للمزارعين وذلك لضمان الأمن الغذائي المستقبلي وتحقيق التنمية الريفية المستدامة. ويعتبر استخدام السلالات وتنميتها والمحافظة عليها عناصر حاسمة ومتكاملة. وتتسم طائفة من التقانات الحيوية الجزيئية والمتعلقة بالتكاثر ذات التطور السريع بتأثيرات مهمة في إدارة المصادر الوراثية الحيوانية. ويبحث هذا الفصل في إدارة تنوع المصادر الوراثية الحيوانية من زاوية أسئلة ثلاثة (ماسيندي 2001):

- إلى أي مدى يرغب المزارعون في المحافظة على عدد من الأنواع والسلالات في النظام الزراعي؟ وما هي أسباب ذلك؟
- ما هي التقانات والاستراتيجيات التي يستخدمها المزارعون في المحافظة على عدد من الأنواع والسلالات؟

• ما هي القوى – إيجابية كانت أم سلبية – التي تساعد على المحافظة على هذا التنوع من قبل المزارعين أو تعيقها؟

بعد استعراض تدجين وتوزع أنواع حيوانية، جرت مراجعة النظم الرئيسة لإنتاج الحيوانات، والسلالات، وأهداف التربية في مثل هذه النظم. ويتم تحديد القوى الخارجية الرئيسة التي تؤثر في إدارة المصادر الوراثية الحيوانية، ودراسة الطرائق التي يتعامل بها المزارعون مع هذه القوى. وبصورة عامة، تندر الدراسات حول تحديد قيمة المصادر الوراثية الحيوانية وإدارتها على نطاق ضيق وفي الزراعة التقليدية، إلا أنه أطلقت المزيد من هذه الدراسة في السنوات الأخيرة. أما الدراسات حول التنوع داخل النظم الزراعية فهي أكثر ندرة.

وضع المصادر الوراثية الحيوانية

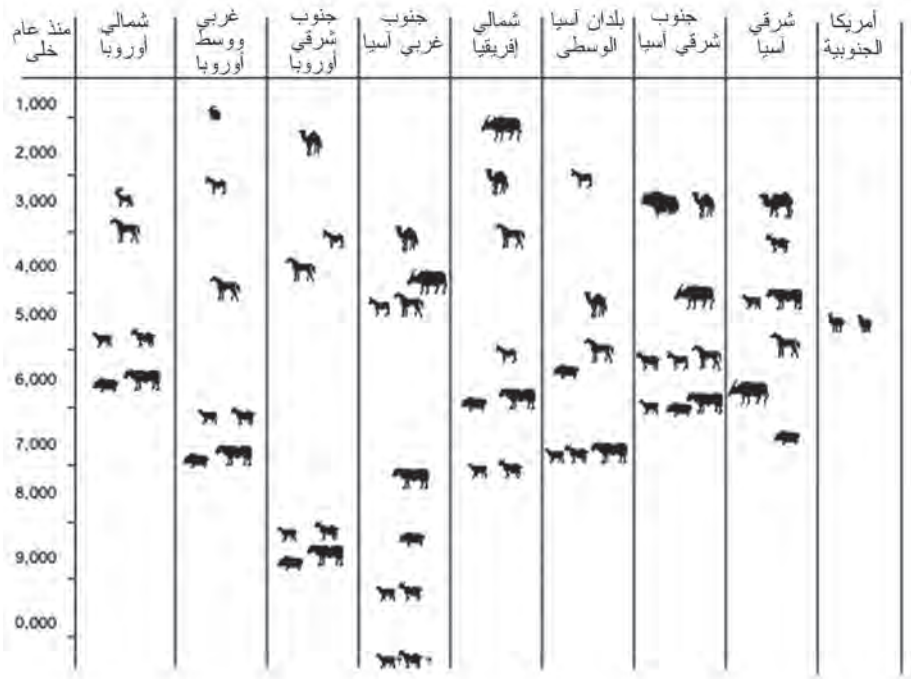
تدجين الأنواع وتوزعها

بدأ التدجين قبل حوالي 12,000 عام، متبعاً خطين لاستخدام المنتجات الحيوانية. أما الخط الأول فهو التركيز على انتخاب حيوانات لتوفير اللحوم، والدهون، والألياف، من خلال تدجين الأغنام والماعز والخنازير والأبقار والكلاب وخنازير غينيا. وأما الخط الثاني فيأتي بعد فترة من التدجين التي تكون قد أثرت في سلوك الحيوان، حيث تستخدم الحيوانات هنا للنقل والجر. وتشتمل الأنواع الرئيسة المنتخبة لهذه الأغراض على الأبقار، والجواميس، والياك، الحمير، والخيول، واللاما، والجمال (رورز 1994). وكان للإنسان في معظم الحالات تأثير في البيئة التي عاشت فيها الحيوانات، إلا أن الإنسان في بعض نظم الإنتاج، كنظام البدو، هو من يتبع حيواناته. وثمة عديد من نقاط التدجين من حيث الزمان والمكان (بروفور وآخرون) كما يظهر الشكل 6 .1. وحدث تبادل الحيوانات بين القارات والبلدان إلى حد ما، إلا أن هذا التبادل زاد خلال فترات الاستعمار، ولاسيما بدءً من القرن التاسع عشر.

واليوم، لا تزال توجد مجموعات من تنوع السلالات، فعلى سبيل المثال، يوجد معظم تنوع سلالات الجاموس والياك في آسيا، بينما معظم تنوع الخيول والدجاج والإوز يوجد في أوروبا، أما تنوع الجمال فيتركز في أمريكا اللاتينية. (الجدول 6 .1).

نظم إنتاج الحيوانات

خضعت عدة آلاف من عشائر السلالات الحيوانية المدجنة خلال الأعوام الـ 12000 المنصرمة إلى التطور، أي منذ تدجين الأنواع الأولى للحيوانات. وقد تطورت هذه السلالات نتيجة



الشكل 6 .1. مكان وزمان تدجين وتوزع أنواع الثدييات المدجنة (مقتبس بتصرف عن رورز 1994).

التكيف الذي يتيح إنتاج الحيوانات في طيف واسع من المناطق الزراعية–البيئية ونظم الإنتاج وفي ظل نظم اقتصادية مختلفة. كما تختلف أهداف الإنتاج أيضاً وتشتمل على زراعة الكفاف ذات النسبة العالية من الاستهلاك المنزلي والزراعة التجارية بدون استهلاك منزلي. ويقوم مزارعو الكفاف ببيع الحيوانات فقط عندما يضطرون إلى ذلك مدفوعين بأسباب اقتصادية، وهم يربون الحيوانات للاستخدام المنزلي بشكل رئيس أو لاعتبارات اجتماعية، أو دينية، أو ثقافية.

تسهم الحيوانات في الوقت الراهن بنسبة تتراوح بين 25% و30% من إجمالي الناتج المحلي الزراعي في البلدان النامية، ومن المتوقع لهذا الإسهام أن يزداد إلى حوالي 50% خلال العشرين سنة القادمة. وتقدم الحيوانات طائفة من الخدمات، من قبيل توليد الدخل، وتراكم الأصول، والتأمين، كما توفر حاجزاً واقياً من التغيرات الدورية، إلى جانب الغذاء، والملابس، وسلع أخرى، فضلاً عن الجر، وإعادة تدوير العناصر الغذائية (أي استخدام منتجات ثانوية لأنشطة زراعية أخرى كبقايا المحاصيل على سبيل المثال). ويعتمد زهاء 70% من فقراء الريف في العالم على الحيوانات كمكون مهم في مصادر معيشتهم. وتسهم

الجدول 6. 1. الحصة النسبية لإجمالي حجم العشائر في العالم وعدد سلالات الأنواع الحيوانية الرئيسة في كل منطقة

	إفريقيا		آسيا والهادي		أوروبا		أمريكا اللاتينية والكاريبي		الشرق الأدنى		أمريكا الشمالية	
	العشيرة	السلالة	العشيرة	السلالة	العشيرة	السلالة	العشيرة	السلالة	العشيرة	السلالة	العشيرة	السلالة
الجاموس	0.1	3.5	93.4	70.9	0.3	3.5	1.0	10.5	2.5	11.6	0.0	0.0
الأبقار	13.2	20.5	34.9	19.3	12.3	39.4	26.9	8.7	5.4	7.0	8.4	5.1
الياك	0.0	0.0	غير محدد	69.2	غير محدد	7.7	0.0	0.0	غير محدد	23.1	غير محدد	0.0
الماعز	19.4	15.6	55.4	25.6	3.7	32.8	5.8	6.0	16.2	16.5	0.2	3.5
الأغنام	12.1	11.2	38.6	17.7	17.5	47.9	8.5	3.2	23.0	15.3	0.7	4.6
الخنازير	2.8	4.4	54.7	36.9	21.5	45.8	8.2	6.0	0.1	0.4	7.8	6.4
الحمير	22.2	12.4	34.3	12.4	3.5	23.7	18.8	5.2	21.3	21.2	0.1	5.2
الخيول	7.4	7.7	24.5	11.4	12.8	60.7	42.5	4.3	4.2	8.5	107	7.3
الجمال	17.7*	20.6*	14.8†	22.2†	0.1†	3.2†	100.0‡	100.0‡	66.8†	54.0†	0.0	0.0
الدجاج	5.4	7.8	45.4	17.7	14.5	64.2	16.4	5.0	7.4	3.8	1307	1.4
البط ×	0.9	11.0	91.7	45.0	8.9	36.0	2.7	6.0	1.4	2.0	1.0	غير محدد
الديك الرومي	1.0	17.6	0.8	17.6	49.5	47.1	6.3	11.8	3.1	2.9	39.6	2.9
الإوز	1.4	7.6	89.8	19.7	7.0	63.6	0.2	7.6	4.8	غير محدد	0.1	1.5

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة (1999) لأعداد عشائر الحيوانات ونظم معلومات تنوع الحيوانات الداجنة لأعداد السلالات، في شيرف (2000).

* جمال دروميداري فقط

† جمال دروميداري وباكتريان

‡ جمال العالم الجديد

§ بط داجن وبط موسكوي

الحيوانات في دخل ورفاه الفقراء أصحاب الحيازات الصغيرة أكثر مما تفعل لدى الميسورين، ولاسيما لدى النساء، حيث من خلالهن تسهم هذه الحيوانات في حياة أطفال تلك الأسر.

وتتمثل المحددات الرئيسة التي تستخدم بشكل شائع لتصنيف نظم إنتاج الحيوانات (LPSS) في كلّ من المنطقة الزراعية–البيئية، والتنقل، والتكامل على مستوى المزرعة، وأصول الأراضي، ومدخلات خارجية مطلوبة للإنتاج ولأهداف اقتصادية. وصنف سيري وآخرون (1996) نظم إنتاج الحيوانات وفقاً لمساحة الأرض المطلوبة للإنتاج إلى نظم معتمدة على أراضي الأعشاب، ونظم خليطة، ونظم انعدام الأراضي. وتكون المزارع المعتمدة على أراضي الأعشاب أو النظم الرعوية هي في العادة نظم حيوانات صرفة، حيث تقدم فيها الحيوانات مصدراً وحيداً للدخل على مستوى العالم لـ 20 مليون أسرة رعوية (شتاينفيلد وآخرون 1997). ومن حيث إجمالي الإنتاج، توفر نظم الرعي 9% فقط من إنتاج اللحم في العالم. وتربى معظم الحيوانات في نظم زراعية خليطة. وفي العالم، تنتج النظم الزراعية الخليطة نسبة كبيرة من إجمالي اللحوم (54%) والحليب (90%)، حيث تعتبر الزراعة الخليطة النظام الرئيس للمزارعين أصحاب الحيازات الصغيرة في كثير من البلدان النامية. وتوفر نظم انعدام الأراضي أكثر من 50% من لحوم الخنازير في العالم وإنتاج لحم الدواجن، و10% من إنتاج لحوم البقر والضأن. وتعتمد هذه النظم على إمدادات خارجية بالأعلاف والطاقة ومستلزمات أخرى.

السلالات والتربية

تجمّع المصادر الوراثية الحيوانية بشكل عام وفقاً لأصولها كمحلية وتقليدية أو دخيلة وحديثة، وكذلك تصنف وفقاً لتاريخها المتعلق بالتربية إما أصلية أو مطورة محلياً أو مرباة لأغراض اقتصادية. وتنحدر السلالات التجارية عادة من برامج تربية علمية تعتمد على تعريف الحيوان وتسجيل أداء حيوانات فردية (انظر مسرد المصطلحات لتعريف السلالات وفق منظمة الأغذية والزراعة).

تبدأ تربية الحيوانات بالتحكم بتكاثرها، وهي عملية صعبة في بعض بيئات الإنتاج ذات المجال الحر. والتربية هي المكون الأكثر أهمية لاستخدام وتنمية المصادر الوراثية الحيوانية. وتشتمل أهداف تربية سلالات محلية على التكيف مع بيئات قاسية، ومقاومة الأمراض، وتوفير طيف من المنتجات والخدمات الممكن الاتجار بها أو غير القابلة للتجارة. وتتعدد وظائف مثل هذه الحيوانات من حيث مجال استخدامها وتوفير الغذاء (اللحوم والحليب والبيض)، والألياف (الصوف، والفراء، والجلود)، وقوى الجر، والسماد العضوي، والوقود. ففي جنوب إفريقيا على سبيل المثال يربي أصحاب الحيازات الصغيرة الإوز

للمراقبة (باير وآخرون 2003). كما يخلق رعي الحيوانات بيئة ثقافية مطلوبة اجتماعياً ويساعد على صون التنوع الحيوي. وتمتلك المجتمعات المحلية معرفة عميقة بأنماط الحيوانات الذكور والإناث التي يحتاجون والنمط الأنسب لبيئاتهم وظروف الإنتاج لديهم.

مارس اليونانيون والرومان تربية الحيوان المتطورة بشكل جيد إلى حد ما، وهذا ما يمكن استنتاجه من العظام الكبيرة للهياكل العظمية المكتشفة. إلا أن مثل هذه المعرفة والممارسة اختفت في أوربا في العصور الوسطى، وأضحت للأبقار في تلك الفترة ضمن إطار صغير. وكان مربو الخيول العربية أول من ينظر في النسب عند الانتخاب إبان العصور الوسطى، حيث أثرت هذه المعرفة لاحقاً في عملية التربية في أوروبا. وبدأت التربية الحديثة في القرن الثامن عشر في بريطانيا على وجه الخصوص، وظهر خلالها عدد كبير من السلالات التي غالباً ما كانت متكيفة مع بيئة محلية معينة. فعلى سبيل المثال، كان لسلالات الأغنام أو الأبقار المنتخبة للأراضي المرتفعة طرازاً مظهرياً مختلفاً عن تلك المنتخبة للأراضي المنخفضة، فالخيول الأصيلة كانت مختلفة عن الخيول العاملة. كما استنبطت سلالات اعتماداً على سلالات مستوردة من قارات أخرى. وتم تهجين خنازير محلية مع سلالات من شرق وجنوبي آسيا وأخرى متوسطية. وآنذاك، وجهت التربية نحو الطراز المظهري أكثر من توجهها نحو صفات الإنتاج، وغالباً ما كانت السلالات متعددة الأغراض، كالأبقار المستخدمة للحليب واللحوم والجر. ومن هذه السلالات (السلالات المحلية)، استنبطت سلالات مختصة ذات استخدام مختص منذ الخمسينات من القرن المنصرم لإعطاء نتاج مرتفع من صفة إنتاج رئيسة واحدة أو أكثر كالحليب، أو اللحوم، أو البيض، أو الألياف. وانتخبت سلالات اليوم لعشرين جيلاً على الأقل في نظام صرف للتربية. ويشتمل برنامج التربية هذا على التزاوج المتحكم به، وتحديد حيوانات فردية وتسجيلها، واختبار النسل وأدائه لإيجاد آباء متفوقة (لاسيما من ناحية الذكر بسبب القدرة الإنتاجية الأعلى لدى الذكور)، ومعالجة البيانات المعقدة.

واليوم، تربى معظم الحيوانات في البلدان المتقدمة في ظروف مضبوطة (وهذا ينطبق على البلدان النامية بوتيرة متسارعة)، تكون مستقلة بشكل كبير عن البيئة المحيطة. وليس بالضرورة أن تكون المكونات العلفية منتجة محلياً بسبب سهولة توافر الأعلاف في الأسواق الدولية. ويظهر مثل هذا الانفصال البيئي بمستواه الأكبر في نظام إنتاج الحيوانات عند انعدام الأراضي كتربية الدواجن والخنازير في ظروف مكثفة، لكن قد يكون مهماً لأبقار الحليب واللحوم التي تربى في مزارع الأبقار. أما تحقيق التوافق في الظروف البيئية فيؤدي إلى الحاجة إلى عدد أقل من السلالات، وخفض تنوع الثروة الحيوانية (تيسدال 2003).

وتشتمل أهداف التربية على إنتاجية عالية في صفات جديدة للإنتاج (لحوم، حليب، أو بيض). ومؤخراً اشتملت أهداف التربية أيضاً على تحسين صحة الحيوان والاستقرار

الاستقلابي (كبنية العظم، وتكامل الأعضاء الحيوية في الدواجن)، وسلوك الحيوان، ونوعية المنتج. وأدخلت هذه الصفات في خطط التربية لمواجهة المشكلات البيئية التي تسببها الرعاية المكثفة للحيوان، وذلك لرفع توعية المستهلك وزيادة اهتمامه، وتطوير حركات رعاية الحيوانات في البلدان النامية. وفي الولايات المتحدة يتزايد الاهتمام لدى المستهلك بالدواجن التي تربى في المراعي الطبيعية والمراعي المزروعة والبيض الناتج عنها. وقد تؤدي عوامل خارجية (كإدارة المخلفات)، والضغط الذي تمارسه مجموعات مهتمة خاصة (كمجموعة رعاية الحيوان) إلى ارتفاع تكاليف التربية من خلال تحتيم التكيف مع سيناريوهات غير متوقعة، ربما بإدخال صفات الرشاقة في برامج الانتخاب. ويجب الأخذ بعين الاعتبار التنافس المحتمل على الغذاء مع الإنسان، والتلوث المرتفع بالآزوت والفوسفور جراء تربية الدواجن والخنازير التي تتطلب مدخلات مرتفعة. وتفرض تحسينات دائمة في نسبة تحويل الأعلاف لدى الأنواع وحيدة المعدة على شركات ومؤسسات التربية لأسباب أخلاقية، وبيئية، واقتصادية، حيث انخفضت نسبة تحويل الأعلاف لإنتاج البيض واللحم لدى الدواجن التجارية من 4.0 : 1 عام 1950 إل2.0 : 1 عام 2000 (فلوك بريستينغر 2002)، واليوم وصلت النسبة إلى 2.5: 1 في الإنتاج التجاري للخنازير.

يربي صغار المزارعين سلالات محلية ويتبادلونها، بينما قد ترتبط السلالات التجارية بنطاق أوسع وتحظى بتركيز أكبر داخل القطاع. ويعتمد هذا التركيز على الشكل القانوني للمشروعات (التعاونيات أو الشركات). ويمكن لتعاونيات المزارعين أن تصل إلى 100% من أسهم السوق في بعض أسواق بورصة السلالات، تماماً كما تفعل شركات التربية في أسواق أخرى (بريسينغر 2004). يعتمد التركيز في صناعة الحيوان على سرعة التكاثر، وإمكانية نقل منتجات السلالات وتكاليفه، وكذلك على التكاليف المرتبطة بالتربية. وتكون سرعة التكاثر هي الأعلى في الدواجن، يأتي بعدها الخنازير (تكاثر مرتفع من جانب الإناث)، والأبقار (تكاثر مرتفع من جانب الذكور)، وفي حين تنخفض سرعة التكاثر بشكل كبير لدى المجترات الصغيرة. وتكون سهولة استخدام التقانات الحيوية الخاصة بالتكاثر هي الأكبر بالنسبة للأبقار (تجميد عميق للسائل المنوي والأجنة)، والأدنى بالنسبة للخنازير (استخدام سائل منوي حديث في التربية التجارية) والدواجن. وفي المجترات الصغيرة والخيول، لا ينتشر التلقيح الاصطناعي، إذ يسود التزواج الطبيعي. وتحظى صناعة تربية الدواجن بالدعم الأكبر بسبب سرعة التكاثر التي تعد الأعلى لدى الدواجن، والإمكانية الكبيرة لنقل البيض والصغار بعمر يوم واحد. ومنذ خمسين سنة، وجد الكثير من المربين الأوليين في البلدان الغربية. وفي مطلع الثمانيات بلغ عدد شركات التربية 20 شركة حول العالم. واليوم، يسيطر على السوق الدولية للدجاج ثلاث مجموعات لمربي الدجاج البيّاض وأربع شركات رئيسة في تربية دجاج اللحوم (فلوك وبريسنغر 2002). وثمة منحى مشابه

متوقع على صعيد صناعة الخنازير.

ومن منظور مؤسساتي، تعتبر التربية الحديثة منظمة جداً وتعتمد على كتب القطعان، التي تحتوي على سجلات عن الحيوانات والأنسال التي تدعم أهداف التربية للنمط الظاهري والأداء لمنظمات التربية. وقد تكون منظمات التربية ممثلة بجمعيات المربين أو شركات للتربية ذات ملكية خاصة. وتتوافر للعموم الكثير من المعلومات عن هذه المنظمات وبرامجها (كمواقع جمعيات التربية على الشبكة الدولية). وعادة ما تنتج سلالة واحدة، وتستهدف صفة واحدة للإنتاج أو اثنتين، ولا تحاول زيادة أو صون التنوع الحيوي للمصادر الوراثية الحيوانية، لكنها تهدف إلى إدارة التباين الوراثي بشكل مناسب داخل عشيرة ما (الإطار 1. 6). فمن بين أبقار هولشتاين – فريزيان على سبيل المثال، أدت تقانات التكاثر عالية الكفاءة والاستخدام المكثف لبعض الفحول إلى إنتاج عشيرة عالمية من ملايين الأبقار، بيد أن الحجم الفعال للعشيرة هو أدنى من 100.

تعبر السلالات عن التنوع الوراثي الحيواني المستخدم من قبل الإنسان، وتحدد بأنها وحدات ثقافية أكثر من كونها وحدات تقنية (انظر مسرد التعريفات الخاص بمنظمة الأغذية والزراعة). ويمكن وصف التنوع الوراثي من زاوية التباين الوراثي من حيث المسافات الوراثية داخل الطرائق الوراثية الجزيئية، كواسمات التوابع الدقيقة. فكلما كانت المسافة أكبر بين السلالات على شجرة تطور السلالات، كلما كان اختلافها الوراثي أكبر. وقد يوجد التباين الوراثي الكبير داخل السلالات ذات العشائر والقطعان الكبيرة المحدودة التزاوج الداخلي.

لا يتوافق التنوع الوراثي الذي يجري قياسه على المستوى الجزيئي دائماً مع التنوع المظهري للسلالة، لأن التاريخ الطويل من التبادل والتحديث والتهجين قد خلق طرزاً وراثية متماثلة في طرز مظهرية مختلفة أو خلق طرزاً وراثية مختلفة ضمن الطرز المظهرية المتشابهة. والمثال عن الطرز الوراثية المتماثلة في الطرز المظهرية المختلفة يتمثل في سلالة بقر محلية في ناميبيا، تعرف باسم سانجا، توجد في البقاع الشمالية والشمالية الشرقية من البلد. ويمكن تمييز أربعة طرز واضحة هي أوفامبو، كابريري، كونيني، وكافانغو، التي تطورت في بيئاتها الخاصة، إلا أنها متشابهة تاماً من الناحية الوراثية (نورتير وآخرون 2002). والمثال عن التهجين الهادف إلى زيادة التباين الوراثي، مع الحفاظ على الطراز المظهري هو أبقار مورناو–فيردينفيلسر، وهي سلالة مهددة في ألمانيا هجنت مع تاريناسي؛ أو أنجلر من الطراز القديم، الذي هجن مع الأحمر الدنماركي. ويساور مربو الدجاج الفاخر قلق حيال الطراز المظهري بشكل خاص، بينما قد يكون الطراز الوراثي للسلالات المختلفة من ناحية الطراز المظهري متشابهاً جداً. ويمكن إحياء السلالات المنقرضة من خلال تهجينات هدفت إلى إعادة إنتاج معيار للطراز المظهري. وقد

الإطار 6. 1 السلالات والتباين الوراثي في الدواجن

يبدو أن كافة الدواجن تعود بأصلها إلى طيور الغابة الحمراء من جنوب آسيا (هيليل وآخرون 2003). وغالباً ما تعتبر سلالات الدواجن في بلدان نامية غير وصفية، وباستثناء سلالة الفيومي التي استنبطت في مصر (حصري وجلال 1995)، يبدو أنه لا يوجد أي سجل عن سلالة استوائية متكيفة تطورت من دجاج محلي في إفريقيا. وتعتبر التركيبة الوراثية لسلالة الفيومي مختلفة عن تلك في دجاج آخر، وتكون الطيور أكثر مقاومة للأمراض الفيروسية من الدجاج الأمريكي («الخطة المصرية للدجاج» 1997).

وقد يوجد تباين وراثي كبير (كالتعدد الشكلي الكبير) في السلالات ذات العشائر والأسراب الكبيرة والمحدودة التزاوج الداخلي. وبالاعتماد على عشائر محلية منفصلة وراثياً، استنبطت سلالات نقية اختلفت في كثير من الصفات المظهرية، من قبيل لون الريش، ونمط الريش، وشكل العرف. ويمكن للحجم الفعال لعشائر هذه السلالات أن ينخفض خلال فترة زمنية قصيرة، وذلك إن حدث انتخاب مكثف للصفات المظهرية كما هي الحال بالنسبة لسلالات الدجاج الفاخر. ويمكن أن يفاقم التكاثر الداخلي، والانجراف الوراثي، والمعوقات من حالة الانخفاض، الأمر الذي يضع السلالات في خطر. وتندر البيانات حول سلالات الدواجن في نظام معلومات تنوع الحيوانات الداجنة المعتمد على منظمة الأغذية والزراعة (DAD-IS) وذلك رغم تطور النظام عبر السنين (شيرف 2000؛ ويغند وورومانوف 2002). وأدخلت بيانات حول 14 نوعاً للطيور وأدخلت 1,049 سلالة في قاعدة بيانات DAD-IS تمثل 16% فقط من كامل مدخلات السلالات. ومن البيانات حول المصادر الوراثية للدواجن المقدمة من بلدان إلى نظام DAD-IS يتضح أن السلالات المسجلة في أوروبا وأمريكا الشمالية هي الأكثر عرضة لخطر الانقراض، بينما لم تكن البيانات كافية حول المناطق الأخرى. وتصنف حوالي 50% من سلالات الدواجن المسجلة في نظام DAD-IS بأنها معرضة للخطر، وهذه أعلى نسبة للسلالات المعرضة لهذا الخطر من بين كافة الأنواع الموجودة في نظام DAD-IS. ولا تغطى سلالات الدواجن التجارية في DAD-IS ولا حتى السلالات المحفوظة احتياطياً من قبل شركات التربية ولا من قبل الجامعات.

يقوم مربو الدواجن التجاريون ببيع منتجاتهم المتنوعة، التي معظمها تأتي حصيلة تهجينات ما بين ثلاث أو أربع سلالات نقية. ولهذا السبب، يجب تطوير السلالات الجيدة بشكل مستمر، وكذلك الاحتفاظ بسلالات احتياطية. ويوجد لدى المربين التجاريين مستويات منخفضة من سلالات التكاثر الداخلي وهم يحاولون الحفاظ على تنوع وراثي مرتفع (فلوك وبريسينغر 2002). ومن زاوية التباين الوراثي، يغطي المربون التجاريون طيفاً واسعاً من التنوع الوراثي للدواجن، الذي يمكن أن يوجد أيضاً في السلالات الفاخرة. لكن، خلال السنوات الأخيرة، أبدى مربو الدجاج البياض الأبيض التجاري قلقهم حيال التباين الوراثي والاستجابة للانتخاب لأن الدجاج البياض الأبيض يعود بأصله إلى سلالة واحدة، هي دجاج ليغهورن الأبيض وحيد العرف. أما القاعدة الوراثية للدجاج البياض ودجاج اللحم فكانت نوعاً ما أعرض، وتتألف بشكل رئيس من أربع سلالات. وقد ازداد اندماج شركات التربية خلال السنوات الأخيرة والتخلص من السلالات الاحتياطية لأسباب اقتصادية من الحاجة إلى حفظ التباين الوراثي بين السلالات والخطوط (هيليل وآخرون 2003).

تكون عمليات إعادة الإنتاج هذه مرغوبة في عملية الحفظ المظهري المشجع من الناحية الاجتماعية–الثقافية لسلالات كبيرة متكيفة مع طبيعة معينة، حيث يمكن اعتبار هذه السلالات إرثاً زراعياً وطبيعياً لكن لا يجب أن تخلط هذه العملية مع صون التباين الوراثي. وهنا يجب تمييز منحيين للجدل: السلالة كبنية اجتماعية ذات صفات مظهرية معينة ومعرفة من قبل الحكومات على أنها حارس التنوع الحيوي تبعاً لاتفاقية التنوع الحيوي، والتباين الوراثي على مستوى المجين أو الموقع. وهذا ما يشير إلى الصعوبات في تركيز المناقشة على تنوع المصادر الوراثية الحيوانية وتوصيفها وإدارتها.

الإدارة المحلية للمصادر الوراثية الحيوانية

يتمحور التركيز الرئيس لهذا الفصل على الإدارة المحلية للمصادر الوراثية الحيوانية. فالمعرفة المحلية هي المعرفة الحقيقية بالعشيرة التي تعكس الخبرات المحلية اعتماداً على التقاليد وتُدخل الخبرات الأحدث مع التقانات الحديثة. وعليه فإن هذه المعرفة تعتبر ديناميكية، وتتغير من خلال آليات الإبداع والابتكار وكذلك من خلال التواصل مع نظم معرفية أخرى محلية كانت أم دولية (ريتشاردس 1985؛ وارن 1991؛ هافيركورت 1993؛ راجاسيكاران 1993؛ الإطاران 6 .2، و 6 .3).

ومن وجهة نظر اجتماعية، تتأثر قرارات المزارعين بخصوص المصادر الوراثية الحيوانية بالمنظمات والمؤسسات في المجتمع أو بالحصول على موارد الأسر والمجتمع وإدارتها (ريج 2003). كما يسهم الوصول إلى الموارد الطبيعية (كالأراضي والمياه)، ونمط حيازة الأراضي وملكيتها (خاصة أو مشاع) والقضايا داخل الأسر (مسؤولية الجنسين) بدور في تحديد الأنواع والسلالات التي ستتم تربيتها. وثمة اتفاق بأن مفهوم «السلالة» يظهر البيئة وقيم المجتمع وأهدافه، وبذلك يجب ربط المحافظة على التنوع الزراعي باستخدام هذا التنوع في بيئة إنتاجه (ريج 2003).

لماذا يعمد الرعاة والمزارعون إلى صون الأنواع والسلالات في نظمهم الزراعية؟

مربو الحيوانات المحليون هم بصفة رئيسة رعاة أو مزارعون ورعاة يحملون معرفة عميقة ببيئتهم الطبيعية. وفي هذه النظم، توسم الحيوانات أحياناً بسمات القبيلة أو المجموعة التي يصعب تمييزها من قبل شخص خارجي. وأشار ريج (2003:27) إلى أن «مصطلح سلالة كتصنيف غير رسمي لا يعني إلا القليل خارج المناطق الخاضعة لتأثير الغرب، بينما غالباً ما لا يكون لسجل النسب أي وجود. ومع ذلك، وحتى في هذه الظروف،

الإطار 6. 2 الصفات المفضلة لدى المزارعين–الرعاة في أبقار نداما: طرائق تشاركية لتقييم أهداف التربية

لايزال تحري وتقييم معرفة مربي الحيوانات بالتربية واستراتيجاتها يشكل تحدياً في ظل انعدام وجود بنى تحتية رسمية للتربية أو نظم سجلات مدونة. وهدفت هذه الدراسة إلى تحديد طرائق مناسبة وتشاركية تسهل فهم اهتمام المزارعين–الرعاة بصورة أفضل لسلالات أبقار محلية وتفضليهم لصفات إنتاج وصفات وظيفية يمكن تطبيقها في برامج تحسين السلالات وإدارة المصادر الوراثية الحيوانية.

أجري المسح على مالكي القطعان والرعاة في 27 قرية داخل ثلاث مقاطعات في غامبيا. وتختلف مواقع الدراسة الثلاثة في مستوى العمل التجاري، وتحدي ذبابة التسي تسي، ونمط ملكية القطيع. وفي كافة مواقع الدراسة، يسود نظام تقليدي خليط بين المحاصيل والحيوانات يتسم بتدني المدخلات. وتستخدم الأبقار كسلالة متعددة الغايات كإنتاج الحليب، واللحوم، والجر. وكما في المناطق الأخرى المتضررة بذبابة تسي تسي في غربي إفريقيا، يعد استثمار الحيوانات المجترة ممكناً بسبب تحملها للمثقبيات (trypanotolerance) إلى جانب صفات التكيف الأخرى، وتتألف قرابة 95% من عشائر الأبقار الغامبية من سلالة أبقار نداما (CIRDES/ ILRI/ITC 2000). ومع ذلك، فإن القرب من مناخ السفانا القاحل يجعل هجرة أبقار غوبرا من طراز زيبو عملية سهلة.

استخدمت تقنيات مسح مختلفة لتعريف وتقييم تفضيلات المزارعين–الرعاة للسلالات، وتوفيرها لتعريف أهداف التربية. واستخدمت مناقشات مجموعات التركيز في سبع قرى لتحري أهداف الإنتاج لدى المزارعين–الرعاة؛ واستراتيجيات التربية، بما في ذلك السلالات والصفات المفضلة، وممارسات التربية.

وكشفت مناقشات مجموعات التركيز أنه رغم اعتبار سلالات أبقار نداما هي المفضلة، إلا أن التهجين مع أبقار غوبرا المتاخمة يدخل أيضاً ضمن استراتيجيات التربية التقليدية. ومن بين أكثر معايير التقييم تكراراً من قبل المزارعين–الرعاة لثيران نداما كان الحجم (13.1%)، والقوة (28.3%)، والشحم (10.6%)، والنسل الجيد (3.21%). ويستخدم المزارعون–الرعاة كلمة «قوة» لوصف توليفة من الصلابة والرشاقة. وفي أبقار نداما ارتبطت المعايير التي تحظى بالأولوية بإنتاج الحليب (25.1%)، والولادات السنوية (24.9%)، والقوة (16.6%). وتعتبر الحالة الصحية (التي تعكس مقاومة المرض) المتثابتة الأكثر أهمية في الثيران والمهمة جداً في الأبقار. أما صفات الإنتاج التي تحظى بالأولوية القصوى فكانت الحليب والتوالد في الأبقار، والهيئة (الحجم) وأداء الإنتاج في الثيران.

واستناداً لتكرار المعايير والأهداف من إنتاج الحيوانات، تم انتخاب ستة صفات لتصنيف المصفوفة (جدول الإطار 6. 2)، حيث حازت سلالة نداما على التصنيف الأعلى من حيث التكيف مع إجهاد الموسم الجاف، والاستخدام في الجر، ومقاومة الأمراض. أما غوبرا فحازت على التصنيف الأدنى من حيث مقاومة الأمراض والأعلى من حيث الحجم وإنتاج الحليب. واختلفت النتائج بشكل معنوي بين المواقع الخاضعة للمسح.

يتبع في الصفحة 152

يتبع من الصفحة 151

جدول الإطار 6. 2. تصنيف المزارعين–الرعاة لسلالات الأبقار في غامبيا، على مقياس من 1إلى 5.

معايير التقييم	غوبرا	نداما–غوبرا	نداما
الحجم	4.9	4.3	3.1
إنتاج الحليب	4.7	4.3	3.2
تكرار الولادات	2.9	3.1	4.4
التكيف مع إجهاد الموسم الجاف	2.3	2.9	4.7
الاستفادة منها في الجر	2.7	3.5	4.7
مقاومة الأمراض	1.8	2.6	4.6

تعتبر النُهُج التشاركية لإدارة المصادر الوراثية الحيوانية جوهرية في تحديد وتقييم جوانب مختلفة تتعلق باستراتيجيات التربية التقليدية، وتحقيق مشاركة فاعلة لدى المجتمعات المربية للحيوانات. وتعطي وسيلة التصنيف وفق المصفوفة بيانات يمكن تحديد كمّها، كما تسهل تبادل معلومات عن التربية ذات الصلة بين المزارعين–الرعاة والباحثين. ويعرب المزارعون–الرعاة عن تفضيلهم الصريح لسلالة نداما بسبب مقاومتها للأمراض وصفاتها التكيفية. ويعد الحجم معياراً مهماً للانتخاب في نداما، ويحظى بالتصنيف الأعلى في غوبرا، وهو سبب للتهجين. وهذا ما يؤكد على الحاجة إلى دعم التحسين الوراثي لسلالة نداما في برامج التربية النقية إن كانت المحافظة على النقاوة الوراثية وصفات التكيف في المستقبل مطلوبة. ومع ذلك، يتعين على سياسات التربية الأخذ بعين الاعتبار التخطيط الإقليمي ودعم برامج التحسين الخاصة بالموقع، والتي تدعم مساعي التهجين التي يمارسها أصلاً المزارعون–الرعاة في مناطق ذات إمكانية مرتفعة.

المصدر: ستيغليش وبيترز (2002).

ثمة سلالات أو «طرز» تدين بهويتها الواضحة دائماً إلى توليفة من «أهداف تربية» تقليدية وإلى فصل جغرافي أو ثقافي أو إلى الاثنين معاً من قبل المجتمعات المالكة لها.»

تعتمد المعرفة بحيوانات فردية ودرجة التحكم بحيوانات التربية على درجة اعتماد مصادر المعيشة لدى المجتمعات أو المزارعين على هذه الحيوانات. وعليه، يبدو أنها أوسع انتشاراً لدى الرعاة منه في النظم الزراعية الخليطة. وثمة تباين كبير أيضاً بين نوع وآخر، فرعاة الجمال أكثر اهتماماً بالتربية من منتجي الأغنام والماعز (هويلسيبوش وكاوفمان 2002). وتورث الحيوانات أو يتم الحصول عليها عن طريق مقايضتها مع الخدمات

الإطار 6. 3. قيمة أبقار بوران الإثيوبية في بيئة متغيرة

توضح هذه الدراسة التغيرات في قيمة أبقار بوران لاستثمار موئلها الأصلي بفعل تدخلات التنمية المغلوطة والكثافة السكانية الأعلى. وجمعت البيانات من مقاطعتين في إثيوبيا متباينتي الوظيفة في إدارة المراعي التقليدية مع اختلاف في درجة التدخلات الخارجية فيهما. فمقاطعة الشبكة تمثل منطقة رعوية تقليدية في الموسم الجاف، وتقع في المراعي الطبيعية الوسطى لبورانا وترتبط بواحدة من مجموعات الآبار العميقة التسعة. أما مقاطعة ديدا هارا فتمثل منطقة رعي في الموسم الرطب تقع في المراعي الطبيعية المحيطية، أنشئت فيها برك في السبعينيات للتخفيف من ضغط الرعي على مراعي الموسم الرطب وتحسين كفاءة الاستخدام العام للمراعي الطبيعية. واستخدمت تقنيات تشاركية للتقييم الرعوي، ولقاءات، ونظم تحديد المواقع العالمية، وخرائط رسمية لتقييم تفضيلات الرعاة للسلالات، وحالة الموارد الطبيعية، والاستراتيجيات المحلية لاستخدام الأراضي. وتم قياس أوزان أجسام بالغات الثيران والأبقار التي تنتمي إلى أنماط السلالة المحلية خلال ذروة الموسمين الجاف والرطب.

وجاءت أبقار بوران الإثيوبية حصيلة الاستراتيجيات الناجحة للرعاة في التربية والانتخاب في ظل ظروف بالغة الخطورة للمراعي الطبيعية شبه القاحلة. وكانت أبقار بوران الإثيوبية تقدر في يوم ما لإنتاجيتها المرتفعة في المراعي الطبيعية شبه القاحلة (كوزنز وأبتون 1988؛ بيهنيكي وآبل 1996). ولدى تصديرها من مزارع تجارية إلى بلدان مثل كينيا، وأستراليا، والمكسيك، وصل وزن جسم أبقار بوران المحسنة في كينيا إلى 850 كغ (ريج 1999). واعتمد النظام المحلي لاستخدام الأراضي لدى رعاة بورانا على تحركات جيدة التخطيط بين فئات المراعي الطبيعية الوظيفية وفصل القطيع لضمان توافر ما يكفي من المرعى والماء. وكان شح المياه متغيراً رئيساً حدد الاستفادة من المراعي التي اعتبرت المراعي الطبيعية الفضلى في شرقي إفريقيا. وقد ربطت مؤسسات محلية بارزة حاجة القطعان بإدارة الموارد الرعوية والمائية المتاحة خلال فترات الوفرة والندرة. ومن ثم، فتحت البرك الاصطناعية في ديدا هارا المنطقة لرعي دائم واستيطان غير مضبوط، مما قلص من حركة القطعان وسبب رعياً جائراً في المراعي المستخدمة سابقاً لفترات مؤقتة فقط. وفي الوقت عينه، أسهم فرض إدارة رسمية من القمة إلى القاعدة في دمار مؤسسات إدارة المراعي المحلية. علاوة على ذلك، عمل ترسيم الحدود السياسية والإدارية الجديدة – كجزء من برنامج التحديد الإقليمي للحكومة الإثيوبية – بما في ذلك إقصاء المراعي الطبيعية الثلاثة في بورانا وآباء مهمة لصالح الحكومة الإقليمية الصومالية – على تأجيج الصراع بين القبائل الصومالية والبورانية. ويقدر متوسط النمو السكاني السنوي بـ 2.5-3%، وهذا ما يضع مزيداً من الضغط على المراعي الطبيعية، ويقلل من توافر هذه الموارد للفرد. وتتمثل النتيجة في التدهور المتواصل في موارد المراعي الطبيعية، وذلك كما يتضح من اختفاء الأنواع المفضلة وتعدي الأنواع الباحثة عن الخشب (كوبوك 1994؛ كامارا 2001؛ هومان وآخرون 2004).

يتبع في الصفحة 154

يتبع من الصفحة 153

هددت التغييرات التي طالت المراعي الطبيعية في بورانا صون الطراز الحقيقي لأبقار بوران الإثيوبية (كورتي) وفضل الرعاة طرزاً أصغر وأقوى (أيونا). وفي ظل ظروف المراعي المواتية، يفضل الرعاة الطراز كورتي الأكبر. ويحظى كورتي بالتقدير لخصوبته العالية، ونموه الجيد، وإنتاجه للحليب. لكن بالمقارنة مع أيونا، كان كورتي أقل تحملاً للجفاف والطفيليات الخارجية، مع قدرة ضعيفة على التكيف مع ندرة الموارد العلفية. وينحدر طراز أيونا من الانجبال الوراثي مع أبقار الأراضي المرتفعة. ووصف بأنه أقصر، وأصغر حجماً، لكنه أقوى، ويتسم بقدرة على التكيف مع ظروف المراعي الطبيعية المتدهورة. واعتبر أيونا أفقر عموماً من كورتي من حيث الخصوبة وإنتاج اللحم والحليب. وأظهر قياس متوسط وزن الجسم أن بالغات كورتي كانت أثقل بشكل معنوي من أيونا، إلا أن أيونا اكتسبت وزناً أكثر في الموسم الماطر.

عكس التوزع الجغرافي لطرازي الأبقار تغيراً في تفضيلات التربية لدى الرعاة وفق البيئات المتدهورة. وحددت المقاطعة الشبكية على أنها الموئل الأكثر ملاءمة لحفظ طراز كورتي، وكان تكرار وجود كورتي أكبر بكثير في الشبكة منه في ديدا هارا حيث كان التدخل الخارجي كبيراً، وازداد الضغط الرعوي بشكل سريع، مع تغاير اجتماعي–اقتصادي واضح. وأسفرت موجة الجفاف خلال الفترة بين عامي 1999–2001 عن أكبر خسائر في الأبقار في كامل منطقة بورانا. واليوم، ونتيجة للإنهاك السريع للمرعى، لا يستطيع سوى القلة القليلة من الرعاة الميسورين شراء ثيران كورتي إما من السوق أو من مزارع التربية التابعة للحكومة.

وفي ضوء هذه التطورات، انخفضت قيمة سلالة بوران الإثيوبية الأصلية في استثمار هذا الموئل. وعرف الرعاة أن طراز كورتي الكبير الحجم كان معرضاً لخطر الاختفاء تدريجياً من المراعي الطبيعية لبورانا. ولم يعتبر طراز كورتي منافساً عندما كانت الموارد الرعوية شحيحة. واقتصرت أغلبية الأسر إما على نمط أيونا فقط أو احتفظت بنسبة ضئيلة من كورتي على مستوى منخفض من الأداء. واعتبرت ندرة المرعى وزيادة وتيرة موجات الجفاف، إلى جانب الفقر الذي تتهدد براثنه جلّ السكان الأسباب الرئيسة وراء الانجراف الوراثي. وإن أية محاولة لحفظ أبقار بوران الإثيوبية تتطلب تحسينات كمية ونوعية في الموارد الرعوية المتوافرة للرعاة.

لقد جعلت العوامل المترابطة العديدة التحكم باستخدام الموارد الطبيعية أكثر صعوبة. وتعود بداية تدني مصادر المعيشة لدى المجتمعات الرعوية إلى السبعينات من القرن المنصرم، وذلك مع بدء التدخلات الخارجية بصورة متواصلة. ولدى ملاحظتهم لتدهور مراعيهم الطبيعية، وإدراكهم لانخفاض رأس المال الاجتماعي، استمر الاعتقاد لديهم بعدم إمكانية التخلي عن استراتيجيات الإنتاج التقليدية لتحقيق إدارة جيدة للمراعي، لكنهم أكدوا في الوقت عينه على الحاجة إلى خدمات داعمة من خلال الإدارة الرسمية. ويجب تشكيل هيئات شرعية تضطلع بإجراء مفاوضات متواصلة، والقيام بالوساطة في الصراعات، والتحكيم بين المجموعات ذات

يتبع في الصفحة 155

يتبع من الصفحة 154

الاهتمامات المختلفة. وإن مواصلة المفاوضات المديدة بين المعنيين في الموارد الطبيعية قد تؤمن الاشتراك في الحصول على الموارد الطبيعية على نطاق أوسع، وتشكيل جمعيات تعاونية، وتحفيز إدارة المجتمع للعلاقات مع الوافدين، وتحسين التنسيق في أنشطة الوافدين. وتشتمل فوائد هذه المفاوضات على تسهيل الابتكارات القابلة للتعديل، ورفض الممارسات المضرة، والتحكيم في الإدعاءات الخاصة بالصراعات. أما المخاطر فتشتمل على سوء استخدام السلطة، وانعدام المساواة في الحصول على المعلومات، وزيادة الصفة التجارية، وتشكل ائتلافات سياسية، وتعرّض المجموعات المحرومة إلى مزيد من التلاعب.

إن دعم هذا النهج المؤسساتي يمثل مطالب للمفاهيم السياسية العملية بما يكفي، والتكامل ما بين برامج البحوث والتنمية ذات الأبعاد الاجتماعية–الاقتصادية والبيئية، والتدابير التي تمكن المجموعات ذات الاهتمامات المختلفة الموافقة على نظم الحيازة والأدوار المحددة بوضوح. ويعتمد النجاح بشكل كبير على قضايا سياسية أكثر من تلك التقنية، والتي تعتمد بدورها بالتأكيد على رغبة الأطراف في المشاركة في المعلومات والتعاون في بناء القدرات (غريل وكيرل 2000؛ ذيباود وباتيربيري 2001).

المصدر: هومان وآخرون (2004).

(كالرعي)، كما تقدم كهدايا من الأقارب، أو يتم الحصول عليها عن طريق الشراء (حسن 2000؛ غوندوي وولني 2002؛ جبار وديدهيو 2003).

تظهر دراسات عديدة أن مربي السلالات المحلية يستخدمون عدداً من المعايير لتقييم حيوان تربية، مميزين في ذلك بين الذكور والإناث. وتأتي هذه المعايير نتيجة وظائف عديدة يجب على الحيوان تقديمها. وقد أجرى تونو وآخرون (2003) لقاءات مع مزارعي الكفاف المربين للحيوانات، ومنتجي المحاصيل والمواشي بشكل خليط، ومزارعين مربين للأبقار لإنتاج الحليب واللحوم في منطقة متضررة بذبابة تسي تسي في بوركينا فاسو. واكتشفوا أن كافة المزارعين يفضلون الأبقار التي لا تنتقي نمط الأعشاب أو نوعية المياه التي تستهلكها. وفي الثيران، تتمثل الصفات المرغوبة في القدرة على الجر، وكبر حجم الجسم، والخصوبة العالية، ومقاومة الأمراض، واكتساب الوزن بشكل سريع. أما بالنسبة للأبقار، فكانت المعايير المهمة ممثلة في القدرة على التوالد، وإنتاج الحليب، وحجم الجسم، لكنها اختلفت بين نظم الإنتاج. ويعطي المزارعون قيمة للجر أكثر مما يفعل الرعاة الذي يعطون قيمة

كبيرة لإنتاج الحليب. ويهتم المزارعون الذين يعمدون إلى زراعة محاصيل خليطة وتربية الحيوانات بشكل كبير بمسألة قدرة الحيوانات على الجر، بينما يقل اهتمامهم في إنتاج اللحوم والحليب، وعليه يكون اهتمامهم أقل بالقدرة على التوالد. وبالنسبة للرعاة، فإن القدرة المنخفضة على التوالد تعد مصدر قلق يساورهم بسبب تأثيرها في حجم القطيع، كما تصنف الطاقة الإنتاجية، والحليب، واللحوم في مستويات عالية. وكما هي الحال بالنسبة للثيران، تفضَّل الأبقار الكبيرة الحجم لما يحمله ذلك من تأثير في قيمة الحيوانات في السوق (تونو وآخرون 2003). (انظر الإطار 6 .2).

تظهر دراسة إحدى الحالات من شمال غرب نيجيريا (هوفمان 2003؛ الإطار 6 .4) اختلافاً في توزع السلالات في الطبيعة تبعاً للمكان والموسم. وتربى هذه السلالات المختلفة من قبل مجموعات منتجة مختلفة لتوفر لهم السلع والخدمات الضرورية المناسبة لموئلهم البيئي ونظام الإنتاج لديهم.

لم يُسجل أداء معظم السلالات وتكيفها ومقاومتها للمرض بشكل منتظم في البلدان النامية، ولا يمكن الحصول سوى على اليسير من المعلومات بسهولة. ويوجد معظم التنوع الوراثي الحيواني في العالم النامي، الذي يفتقر إلى التوثيق ويكون فيه خطر الانقراض المتزايد بأعلى مستوياته. ولا تعطى سلالات الحيوانات المحلية قيمتها الحقيقية عند النظر إلى المنتجات القابلة للتسويق، في حين يتم تجاهل الوظائف المتعددة واستدامة الأداء. ويعتبر التكيف مع ظروف إنتاج غير مواتية صفة فريدة لدى كثير من السلالات المحلية، لكن من الصعوبة بمكان تسجيلها في الظروف الحقلية. وبسبب الافتقار إلى هوية الحيوان واختبار أدائه، يعد التقييم الكمي للسلالات المحلية في البيئات التقليدية مسألة صعبة. وأجري تقييم نوعي من قبل مجموعات عددية في الماضي القريب، وذلك بالاعتماد بشكل رئيس على التقييم التشاركي للأولويات وما يفضله مربو الحيوانات ومجتمعاتهم، وبخاصة النظم التقليدية أو شبه التقليدية للحيوانات. ويوضح هذا التقدم المنهجي في «تقييم المصادر الوراثية الحيوانية»، وهو عدد خاص من الاقتصاد البيئي (2003). وإلى جانب الطرائق التشاركية، أثبتت الوسائل الاقتصادية المتنوعة كالتحليل المشترك (تانو وآخرون 2003) ونماذج الأسعار التنعمية التي تقيم تفضيلات المشترين لصفات وسلالات معينة في أسواق الحيوانات (محمد 2000 حول أسواق الجمال؛ جبار وديدهيو 2003 حول أسواق الأبقار) فائدتها في تقييم المصادر الوراثية الحيوانية. كما يظهر الاهتمام المتزايد بالسلالات المحلية وإدارة المصادر الوراثية الحيوانية اعتماداً على المجتمع في المرجع (كولر–روليفسون 2000؛ مهالانجا 2002).

الإطار 6. 4 إدارة التنوع الحيوي في النظم الرعوية والزراعية–الرعوية في غربي إفريقيا: دراسة حالة من شمال غربي نيجيريا

تعتبر الأبقار أساس مصادر المعيشة لدى الرعاة والمزارعين–الرعاة في الأجزاء الشمالية من غربي إفريقيا. فهي تستخدم لإنتاج الحليب، والسماد العضوي، واللحوم، وكذلك كقوة جر، كما تستخدم كمدخرات وتأمين. ويتم تحليل تركيبة القطيع لدى الرعاة، وبخاصة الأبقار، من حيث جنس وعمر مجموعات قطعان فردية (الدائرة الاتحادية لخدمات الحيوانات ومكافحة الآفات في نيجريا 1992a، 1992b، فابي 1993). ومن الصعوبة بمكان الحصول على بيانات تتعلق بأعداد الحيوانات في شمالي نيجريا من خلال اللقاءات. والسبب في ذلك يعود أولاً إلى امتناع الرعاة عن إعطاء معلومات حول أعداد حيواناتهم لأسباب مرتبطة بثقافتهم، والخوف من دفع الضرائب. وثانياً هو أن ممارسات إدارة المخاطر في محيط متباين جداً من الناحية البيئية والاقتصادية تفاقم من مشكلات الحصول على بيانات دقيقة. وتشتمل هذه الممارسات على تبادل واسع النطاق للحيوانات ضمن شبكة اجتماعية، وتقسيم القطيع إلى وحدات لإدارتها، حيث قد ترعى بعيداً عن مسكن المالك، ولرعي حيوانات يملكها آخرون في قطيع واحد.

تم الحصول على معلومات عن كثافة المواليد في هذه الدراسة من أعداد الحيوانات الشهرية في مقاطع مستعرضة في محمية زامفارا الواقعة شمال غربي نيجيريا (شايفر 1998). وبعدها حولت أعداد الحيوانات إلى وحدات حيوانات استوائية (TLUS) بوزن حي 250 كغ.

وعلى امتداد العام، وجد ما معدله 0.84 رأس بقر، و 0.55 رأس غنم، و 0.38 رأس ماعز في الهكتار من المرعى الطبيعي، مما أدى إلى معدل ولادات 0.81 وحدة حيوان استوائي/هـ . ويتجاوز معدل الولادات هذا المعدل الموصى به. ولوحظت الكثافة الأعلى للأبقار في شهر آب/أغسطس، حيث وصلت إلى 2.3 رأس/هـ، ويتصادف ذلك مع ذروة الهطل المطري، ومعدل النمو الخضري، وتوافر الأعلاف للمراعي في حيث الكم والنوع. وعكس الانخفاض المتواصل في كثافة الحيوانات في المراعي الطبيعية خلال الموسم الجاف الانخفاض في توافر الأعلاف والمياه والهجرة الناجمة عن ذلك للرعاة إلى خارج محمية زامفارا. ولم توجد حيوانات في مناطق زراعة المحاصيل خلال الموسم الماطر، حيث يمنع الدخول إلى هذه الأراضي من قبل السلطات في القرية. وتبقى أعداد الأبقار بمعدل 1.6 رأس/هـ من الأراضي المزروعة بالمحاصيل وذلك خلال الفترة الممتدة من كانون الأول/ديسمبر ولغاية آذار/مارس، حيث ينخفض هذا الرقم بسرعة بعد تلك الفترة. وبالعكس، انخفض معدل ولادات المجترات الصغيرة تدريجياً من 0.3 إلى0.1 حيوان/هـ خلال الموسم الجاف. وتسهم الكثافة المرتفعة للحيوانات بتوفير العناصر الغذائية عن طريق إنتاج السماد العضوي (هوفمان وآخرون 2001).

ولدى سؤالهم عن حيازاتهم من الحيوانات من خلال مسوحات مختلفة، أعطى الرعاة والمزارعين الرعاة في مجتمع فولاني بشكل متحفظ أرقاماً تراوحت من 69 إلى 75 رأس بقر، و33 إلى 43 رأس غنم، و34 إلى 36 رأس ماعز (كيوغوم وآخرون 1994). ولوحظت حيازات مماثلة

يتبع في الصفحة 158

يتبع من الصفحة 157

للأبقار وعدد أقل للمجترات الصغيرة بين مجتمع فولاني المستقر في شمالي الكاميرون (فابي 1993). ويعتبر حجم القطيع لدى مجتمع فولاني أكبر منه لدى هاوسا: 77% من المزارعين في مجتمع هاوسا يربون ما معدله 13 رأس غنم، و75% من المزارعين يربون 11 رأس ماعز. كما يملكون بعض الأبقار، وبخاصة الذكور البالغين لاستخدامها في الجر، لكن 7% فقط من المزارعين ربوا أكثر من 10 أبقار.

لم تختلف أعداد الأبقار أو المجترات الصغيرة التي لوحظت في وحدة القطيع بين المحاصيل والمراعي الطبيعية. وكان متوسط عدد الأبقار في 1,264 قطيعاً 20.2 (مجال بين 1 – 183). وتألف ثلثا القطعان من أقل من 20 رأس بقر. ورغم أن ملاحظة القطعان لا تتيح التوصل إلى استنتاجات مباشرة حول نمط الملكية، إلا أنه يمكن تفسير هذا الرقم من خلال نسبة مرتفعة من القطعان الصغيرة التي يملكها المزارعون، الذي يربون بعض الأبقار فقط مع نسبة مرتفعة من ثيران العمل (حسن 2000؛ هوفمان وآخرون 2001). وتحدث الرعاة أثناء اللقاءات معهم عن تقسيم القطعان الكبيرة وتجميع الأبقار ضمن فئات. بعدها ترعى الثيران، والأبقار، والمواليد الحديثة، والعجول بشكل منفصل بما يناسب احتياجاتها من الأعلاف وقدرتها على السير (شافر 1998).

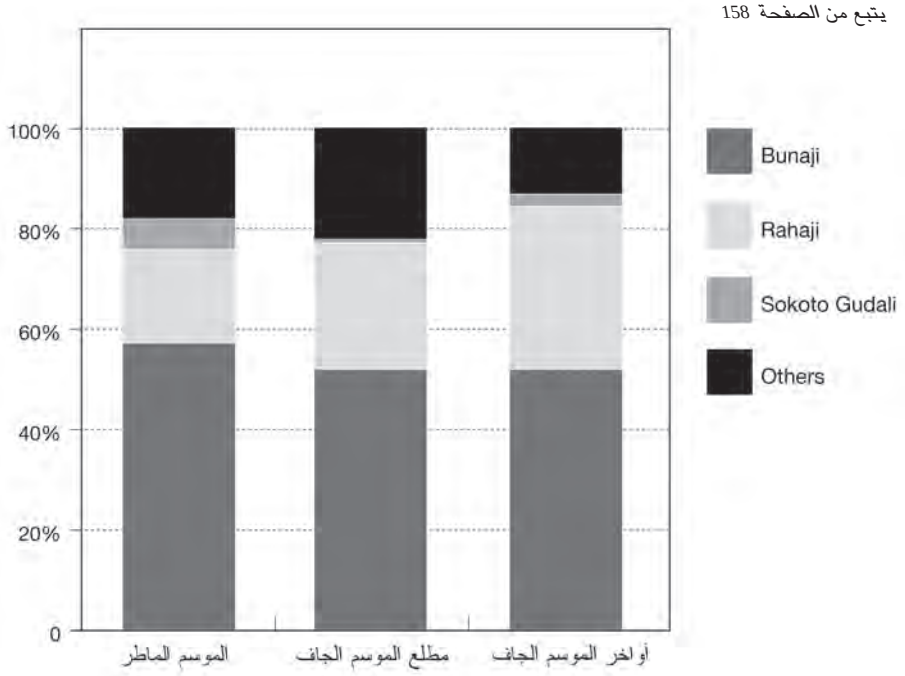
وتتمثل الطرز البيئية أو السلالات الرئيسة في بوناجي (الفولاني الأبيض)، و راهاجي (بورورو أحمر)، السوكوتو غودالي. وتعتبر سلالة راهاجي ثنائية الغرض حيث تنتج الحليب واللحم. وتعطي سلالتا بوناجي وسوكوتو غودالي قوة جر إضافية، بينما تستخدم بوناجي بشكل أساسي لإنتاج الحليب، في حين تستخدم سلالة سوكوتو غودالي ذات العضلات الجيدة للحم والشغل (الدائرة الاتحادية لخدمات الحيوانات ومكافحة الآفات في نيجريا 1992a).

وفي هذه المنطقة، يتألف 734 قطيعاً (58%) من سلالة واحدة. فإن كانت القطعان نقية إلى حدّ ما، عندها تنتخب منها الحيوانات الولودة التي تنتمي إلى طراز معين. وهذا ينطوي على أن مالكي الحيوانات لديهم فكرة جيدة عن تكيف القطيع مع بيئات وأغراض معينة، حيث بناء عليه ينتخبون ثيرانهم. وقد أثر الموسم والمنطقة داخل المحمية بشكل معنوي في توزع هذه السلالات (الشكل في الإطار 6 .4).

توجد سلالات راهاجي المتكيفة بشكل أفضل مع بيئات قاحلة أقسى بشكل أكبر في الأجزاء الشمالية من المحمية. وتعتبر راهاجي السلالة الرعوية الأكثر أهمية وهي الأفضل تكيفاً مع البيئات القاحلة، إلا أنها حساسة للأمراض المرتبطة بالرطوبة (بلنتش 1999). أما سلالة بوناجي، وهي السلالة الأكثر أهمية في 42% من القطعان في الشمال، فتوجد بشكل أكبر في الأجزاء الوسطى والجنوبية من المحمية، حيث تسود بشكل واضح (62% 90و% على التوالي).

ويزداد ترويض سلالات راهاجي أكثر من بوناجي وسوكوتو غودالي (الدائرة الاتحادية لخدمات الحيوانات ومكافحة الآفات في نيجريا 1992a). وعليه، تربى سلالة راهاجي فقط من قبل الرعاة، بغض النظر عن ممارستهم للزراعة أم لا. أما بوناجي فتربى من قبل الرعاة والمزارعين–الرعاة، بينما تربى سوكوتو غودالي بشكل رئيس من قبل المزارعين (هاوسا وفولاني). ولاحظ فابي (1993) وبلنتش (1994) عملية استبدال السلالتين راهاجي وبوناجي بأبقار سوكوتو غودالي في قطعان مجتمع فولاني المستقر. وعليه، نجد أن توزع سلالات الأبقار يعكس الاختيار المتعمد لسلالات معينة لأغراض محددة، بحسب استخدامها وتكيفها مع ظروف بيئية.

يتبع من الصفحة 158



الشكل في الإطار 4.6 . سلالات الأبقار في المراعي الطبيعية داخل محمية زامفارا تبعاً للموسم (شافر 1998)

أظهرت دراسة الحالة في محمية زامفارا أن الرعاة قد طوروا استراتيجيات لاستخدام التنوع الحيوي وإدارته. وبصورة عامة يعتمدون على المعرفة المحلية بالتربة، والنباتات البرية والمحلية، والحيوانات، وعلى التباينات الزمانية والمكاني في الوصول إلى الموارد الطبيعية بما في ذلك الحركة ومرونة حقوق الملكية، وعلى تبادل السلع والخدمات داخل النظم وبينها، وخليط من الأنشطة المولدة للدخل. وهذا ما يعتبر نمطياً في الأراضي الجافة في غربي إفريقيا، حيث تكون نظم الإنتاج الحيواني والمزرعي مصانة في وجه الهطل المطري المتقلب، والتوسع السكاني، وظروف السوق المتغيرة. وتعتمد كافة الاستراتيجيات على مستوى مرتفع من التنوع، والمرونة، والتكيف للتعامل بصورة أفضل مع ما لا يمكن قياسه.

المصدر: هوفمان (2003).

كيف يحافظ الرعاة والمزارعون على السلالات؟

تعتبر استراتيجيات التحكم في تربية الحيوانات بالغة التباين حتى في المجتمعات الرعوية المنتشرة في العالم (بلنتش 2001). ويعد خصاء الذكور عملية غير مقبولة لدى بعض المجتمعات، في الوقت الذي يصعب فيه الفصل بين الجنسين لإدارتها أثناء الرعي أو في نظم التجول الحر (الإطار 6 .5). ويبقي بعض الرعاة القطعان كبيرة جداً بحيث يمكنهم انتخاب

الإطار 6. 5 خصاء الحيوانات

يعد خصاء ذكور الحيوانات استراتيجية شائعة بين الرعاة في كثير من النظم. ورغم أن الحيوانات المخصية قد تصبح أسمن وأقل عدوانية في الغالب (وبذلك تسهل إدارتها أكثر)، إلا أن القرارات غير الصائبة حول الصفات الوراثية للحيوانات التي بقيت سليمة أو الحوادث التي تصيب ذكور الحيوانات قد تجعل تربية القطيع في منأى عن الحيوانات ذات النوعية الضعيفة. وتتمثل إحدى الاستراتيجيات المعاكسة في استخدام وسائل ميكانيكية لمنع التكاثر؛ كتغطية أعضاء التكاثر لدى الأغنام والماعز، وهي تنتشر على نحو كبير في غربي آسيا. وقد تكون ممارسة الخصاء نادرة في إفريقيا جنوب الصحراء خلال الفترات القديمة، بسبب الخطر الذي تشكله على ذكور الحيوانات؛ إلا أن الانتشار التدريجي للرعاية الصحية الأفضل جعلت من الخصاء استراتيجية أكثر انتشاراً. وفي الأنديز، ينتشر الخصاء بين كافة الأنواع. كما يعتمد الخصاء على مؤسسات اجتماعية لتبادل الذكور بصورة فعالة، حيث يتشابه أحياناً من حيث بنيته مع تأثيرات الجفاف والعواصف الثلجية. وفي حال وجود عدد قليل جداً من الذكور الفعولة ذات النوعية العالية، ومات إحداها، فمن الممكن تعويضه فقط من خلال استعارة حيوانات من خارج الأسرة أو المجتمع. وهذه العملية تتم بفعالية أكبر عندما يكون المجتمع أكثر انسجاماً، لكن قد يؤدي إلى مجازفة كبيرة للمجتمعات في التقليص من أعداد الذكور (بلنتش 2001).

حيوانات تربية من داخل القطيع، وغالباً ما يفضلون سلالة معينة (كولر–رولفسون 2003)، بينما يضمن رعاة آخرون على نحو أفضل عدم اختلاط قطعانهم مع قطعان أخرى (لأسباب تتعلق بمكافحة المرض أيضاً) من خلال تحكمهم في التربية داخل قطعانهم الخاصة. ويقف كثير من الرعاة في غربي إفريقيا على الحياد اتجاه التحكم بالتربية، وحتى تربية الأبقار، رغم أنهم مدركون جيداً للحاجة إلى إدخال سلالات جديدة في حال انتقال قطعانهم إلى بيئات مختلفة (بلنتش 1994، 1999). والرعاة هم المالكون والمديرون لسلالات حيوانات نادرة ومتكيفة.

في كثير من النظم الرعوية والزراعية الخليطة، توجد نظم تقليدية لتبادل الحيوانات، والتي غالباً ما ترتبط بالأسر البشرية الواسعة. ويتم تسجيل النَسَب البشري بشكل دقيق، حيث يسود شعور بوجوب تطبيق ذلك على الحيوانات أيضاً. وعليه، غالباً ما تقدم الحيوانات كهدايا في مناسبات كبيرة (كالولادة، والزواج). ويربط الرعاة في منغوليا بشكل واضح ما بين السلالات البشرية والحيوانية، رغم أن هذه العملية قطعت من خلال تجميع القطعان وإدخال الممارسات العلمية في التربية بشكل جزئي (بلنتش 2001). وبعيداً عن تبادل المواد الوراثية، يعد تبادل الحيوانات شكلاً آخر من التأمين، كما يعزز العلاقات الاجتماعية. وتوجد شروط في عقود الزراعة التشاركية حيث يتعين على مستلم حيوان ما التشارك في نسله مع المانح (حسن 2000؛ تشاغوندا وولني 2002؛ غوندوي وولني 2002).

تغيير وتهديدات تطال المصادر الوراثية الحيوانية

يتواصل الانجراف الوراثي للمصادر الوراثية الحيوانية بوتيرة متزايدة. ومن بين الـ 6300 سلالة المسجلة في نظام معلومات تنوع الحيوانات الداجنة (DAD-IS)، تواجه 1350 سلالة تهديد الانقراض ومنها ما انقرض فعلاً. ويوجد على نطاق العالم 35% من سلالات الثدييات و52 من سلالات الطيور المنقرضة أو المعرضة للانقراض. وفي أوروبا توجد أعلى نسبة مئوية من السلالات المعرضة للانقراض أو المنقرضة (55% من سلالات الثدييات و69% من الطيور)، بينما النسبة في إفريقيا وآسيا هي أدنى من المعدل (الجدول 6 .2).

ثمة قلق متزايد حيال فقد سلالات محلية أو إقصائها على نحو متواصل بسبب الانجبال الداخلي الوراثي أو التهجين مع سلالات دخيلة. وسيؤدي فقدان مثل هذه السلالات إلى فقد مساو في الصفات الوراثية التي وجدت في بعض الحالات لقرون كثيرة، من قبيل تحمل المثقبيات في الأبقار، والأغنام، والماعز؛ ومقاومة الحرارة والجفاف في ماعز ماروارى، التي تتسم بالقدرة على التزايد في ظل التغذية الرديئة؛ أو مقاومة البرودة لدى أبقار ياكوت.

الجدول 6. 2 حالة الخطر التي تواجه سلالات الثدييات والطيور في العالم في كانون الأول/ديسمبر 1999. أرقام مطلقة بحسب المنطقة.

حالة الخطر	إفريقيا	آسيا والهادي	أوروبا	أمريكا اللاتينية والكاريبي	الشرق الأدنى	أمريكا الشمالية	الإجمالي
سلالات الثدييات							
إجمالي عدد السلالات	632	1,031	2,512	304	562	289	5,330
غير معروفة	205	280	365	116	278	103	1,247
مهددة بالانقراض	74	99	857	43	37	69	1,179
منقرضة	39	43	515	27	25	55	704
ليست في خطر	314	609	875	118	222	62	2,200
سلالات الطيور							
إجمالي عدد السلالات	106	220	611	53	34	25	1,049
غير معروفة	45	99	63	0	0	2	209
مهددة بالانقراض	21	43	391	24	7	22	508
منقرضة	0	4	32	0	0	0	36
ليست في خطر	40	74	125	29	27	1	296

المصدر: نظام معلومات تنوع الحيوانات المحلية، شيرف (2000).

تتمثل التهديدات الأبرز للعشائر في:

- الحروب وتفشي الآفات والأمراض (البشرية والحيوانية)، والكوارث الطبيعية الأخرى (كالجفاف، والفيضانات، والزلازل)
- تغيرات بيئية، واحترار الأرض، والتحولات في النظم الزراعية–البيئية.
- التبادل الاجتماعي والاقتصادي، والتحضر، وتغيرات السوق، والتكثيف الذي يؤدي إلى «انقراض المزارع» و«انقراض الموئل»
- فقد مصادر المعيشة التقليدية والتنوع الثقافي
- التسويق العالمي لمواد التربية واستبدال السلالات أو الأصناف الناتجة أو امتصاصها، وتهجين السلالات المحلية مع سلالات دخيلة
- أهداف قصيرة الأمد، عدم تقدير القيمة الراهنة أو المستقبلية للمصادر الوراثية الحيوانية
- ضعف الرصد والإدارة، والافتقار إلى برامج تربية مستدامة
- ضعف سياسات تنمية قطاع الحيوانات، والافتقار إلى نظم إنذار مبكر، وغياب التكاثر بطريقة مناسبة في أعقاب الكوارث
- سياسات استخدام الأراضي التي تنظم أراضي الرعي المشاع، وتشرد المجتمعات الرعوية، وتؤدي إلى فقد السلالات الحيوانية

التغيرات البيئية

يمكن للتغيرات في البيئة الطبيعية، من قبيل تعدي أراضي المحاصيل الزراعية على المراعي الطبيعية، وما يرافقها من تغيرات في النباتات واستخدام الأراضي، وقطع الغابات، أو الصيد، والتغيرات المرافقة في موائل ناقلات الأمراض الحيوانية، أو احترار الأرض أن تؤثر في الفائدة النسبية لسلالات الحيوانات أو حتى أنواعها (أندرسون 2004). ويتأثر توزع الحيوانات وإنتاجيتها بشكل غير مباشر بفعل التغيرات في توزع المراعي الطبيعية أو الأمراض الحيوانية المحمولة على ناقل المرض (تانو وآخرون 2003؛ انظر الأطر 6 .2 و3. 6، و6 .4).

انتقل حزام ذبابة تسي تسي، الذي تواجه الأبقار فيه تهديد داء المثقبيات، إلى الجنوب بفعل الضغط السكاني وتحول السفانا إلى أراض زراعية، مما جعل مئات الآلاف من الكيلومترات المربعة خالية اليوم من تسي تسي السفانا في المنطقة الجافة دون الرطبة من إفريقيا، الأمر الذي غير القيمة النسبية لسلالات الأبقار، والأغنام، والماعز المتحملة المثقبيات وغير المتحملة لها. ومن المتوقع أن يؤدي الضغط السكاني والتأثيرات البشرية

في البيئة إلى مزيد من التراجع في ذبابة تسي تسي وانخفاض مساحة الحياة البرية أيضاً. وعلى اعتبار أن أبقار زيبو هي في العادة أطول، فإن المزارعون يفضلونها في البيئات غير المهددة بذبابة تسي تسي. وأدت المعرفة المحلية بالضغط الذي تسببه ذبابة تسي تسي إلى ضبط دقيق للتوزع المكاني للسلالات المتحملة للمثقبيات وتلك الحساسة في الطبيعة. ووجد جبار وديدهيو (2003) أن المزارعين يفضلون سلالة زيبوين، أو سلالة فولاني أبيض الحساسة للمثقبيات على السلالتين موتورو أو كيتيكو المتحملتين للمثقبيات، رغم أنهم اعترفوا بفائدة الأخيرتين من حيث مقاومة المرض أو السلوك غير الانتقائي في الرعي. وقدم ريجي وآخرون (1994) وصفاً للدور الاجتماعي والثقافي الفريد للسلالة موتورو في جنوبي نيجيريا. أما فائدة السلالات المتحملة للمثقبيات فتنخفض أكثر في المناطق ذات التحديات المرضية الأقل. الأمر الذي أدى إلى اختفاء السلالتين متورو وكيتيكو من مناطق السافانا في جنوب غربي نيجيريا لتنحصر في مناطق الغابات. إلا أن المقاومة المتزايدة للعقاقير المتوافرة للوقاية من داء المثقبيات أو معالجته قد تعطي حافزاً للاستمرار في تربية سلالات متحملة للمثقبيات (جبار وديدهيو 2003؛ تونو وآخرون 2003؛ الإطار 6 .2).

أسفرت توليفة انخفاض الهطل في المناطق شبه القاحلة من إفريقيا جنوب الصحراء وتدهور المراعي نتيجة الرعي الجائر وحراثة الأراضي عن انخفاض ملحوظ في أراضي الأعشاب المناسبة لإنتاج المجترات، وبخاصة الأبقار. وفي المنطقة دون الرطبة، تفتح أراضي سافانا جديدة من خلال تحويل الغابات. وفي حالات تدهور المراعي، يختار المزارعون سلالات ذات استراتيجيات تغذية متوافقة، سواء كانت احتياجات منخفضة من الأعلاف أو ذات سلوك رعي مختلف (انظر الإطارين 6 .3، و 6 .6). وزادت نسبة المجترات الصغيرة، وبخاصة الماعز، إلى الأبقار بعد موجات الجفاف في الساحل خلال فترة منتصف السبعينات والثمانينات من القرن المنصرم، ولا يزال عدد الجمال العربية في ازدياد، إذ يعود ذلك إلى أن تحمل الجفاف والتكيف مع الموارد العلفية النادرة هو الأعلى في الجمال العربية، وجاء بعدها الماعز والأغنام فالأبقار. وبناء على ذلك يستخدم المزارعون السلالات المتوافرة المناسبة بالشكل الأفضل داخل كل نوع. ففي غربي إفريقيا على سبيل المثال، أدى ذلك إلى تبني أبقار سوكوكو غودالي، وفي في جنوب إفريقيا أبقار نجوني، التي تتسم بتكيف أكبر مع اختيار العلف (بلنتش 1999؛ بيستر وآخرون، 2002؛ الإطار 6.7).

أدت الانتقال العام هذا نحو الجنوب لعشائر الأبقار في الساحل أيضاً إلى تحول في ما يسمى بخطوط جر الحيوانات، والتي لا تعتبر قوة جر الحيوان جنوبها وشمالها لتحضير الحقل ممكنة (بلنتش 1999؛ انظر الإطار 6 .6). وفي شرقي وجنوبي إفريقيا، حيث سبب الجفاف أضراراً في معظم المنطقة منذ 1980، استبدل المزارعون الأبقار بحمير أكثر تحملاً للجفاف واستخدموها كحيوانات شغل.

الإطار 6. 6 استبدال الأبقار بالجمال لصون خصوبة التربة في شمال غربي نيجيريا

في شمالي نيجيريا، ساد تآثر ما بين المحاصيل والحيوانات، اعتماداً على علاقات التبادل بين مجموعات منتجين منعزلين (مكلنتيرة وآخرون 1992). ويشكل ترحال الحيوانات الرعوية جزءاً لا يتجزأ من ذلك النظام، كما ينتقل الرعاة بشكل منتظم إلى مواقع محددة. ويتحدد اختيار الرعاة للمسارات من خلال حقوقهم في الحصول على المياه والمراعي الطبيعية، وكلفة الحصول على بقايا المحاصيل. ويتم استبدال هذا التآثر ما بين المحاصيل والحيوانات من خلال نظام أكثر تكاملاً توجد فيه منتجات المحاصيل والحيوانات في مزرعة واحدة. ويمثل ضغط السكان المتزايد أحد العوامل الموجهة لهذا الانتقال. وتربى الحيوانات في الغالب داخل أماكن مغلقة بدلاً من مناطق يكون فيها الرعي حراً على المراعي الطبيعية. وتعتمد التربية بشكل متزايد على نظم تتطلب كثافة يد عاملة والنظم العلفية المنقولة المعتمدة على بقايا المحاصيل، والأعشاب، ونواتج التقليم. ويوجه الإنتاج نحو السماد العضوي، والجر، وإنتاج الحليب (مورتيمور وآدامز 1998). وتصبح بقايا المحاصيل واحدة من الأصول لدى الرعاة والمزارعين.

تطورت الترتيبات المؤسساتية عبر السنين، وهذا ما يضمن الحركة ويساعد على تسوية الصراعات بين المزارعين والرعاة. وعادة ما يتبادل المزارعون والرعاة بقايا المحاصيل للحصول على السماد العضوي، وهي مواد تتوافر بسهولة أكبر للمجموعتين المعنيتين. إذ يحتاج المزارعون إلى بقايا محاصيلهم لإطعام حيواناتهم. ومن ناحية أخرى، هم بحاجة ماسة إلى السماد لتجديد العناصر الغذائية في التربة. ويواجهون المشكلة الأزلية بمغادرة رعاة البقر المنطقة ويرحلون جنوباً بسبب شح المرعى أو المياه خلال الموسم الجاف.

وعلى العكس من التسميد التقليدي للحقول بوساطة قطعان الأبقار المملوكة من الفولاني في المنطقة، تسمد الحقول أيضاً عن طريق الجمال (*Camelus dromedarius*) التي تملكها الطوارق. وكنتيجة للتطور الأخير، تولى رعاة جمال الطوارق شبه البدو، والمهاجرين لمسافات بعيدة، دور رعاة بقر فولاني في تسميد الحقول. وفي قرى مقاطعة دونداي، لوحظت أول قطعان جمال منذ 25 عاماً. وبدأ بعض المزارعين بالتعاقد مع رعاة الإبل عام 1985 لتسميد حقولهم؛ بينما جرى تعاقد آخرين معهم منذ عام 1992. ومن بين 14 مزارعاً ممن تعاقدوا مع رعاة عام 1995، ثمانية منهم كانوا متعاقدين مع نفس الرعاة عام 1994. ويبدأ ترحال قطعان الجمال من جمهورية النيجر إلى الجزء الشمالي من النيجر في كانون الأول/ديسمبر وكانون الثاني/يناير، وتعود القطعان إلى جمهورية النيجر مع بداية الموسم الماطر (أيار/مايو وحزيران/يونيو). وللهجرة الموسمية لقطعان الجمال تأثير كبير في عشائر الجمال في شمالي نيجيريا، لاسيما في الموسم الجاف. وتقدر عشائر الجمال في المراعي والقرى في ولايات سوكوتو، وكيبي، وزامفارا بـ 6800 و36500 رأس على التوالي (الدائرة الاتحادية لخدمات الحيوانات ومكافحة الآفات في نيجريا 1992أ، 1992ب). وزاد ذبح الجمال واستخدامها للجر والطحن خلال العقود الأخيرة (محمد 2000).

يتبع في الصفحة 165

يتبع من الصفحة 164

تبعاً لعقود التسميد، يبيت الرعاة قطعانهم ليلاً في الحقول في أواخر الموسم الماطر عندما تنفق فيها بقايا المحاصيل، وتكون النباتات في المناطق المحيطة نادرة. وتقوم الحيوانات برعي واختيار الشجيرات المجاورة خلال النهار. وعليه، فإن احتواء الحيوانات خلال أواخر الموسم الجاف يؤدي إلى نقل صاف للعناصر الغذائية من المراعي الطبيعية إلى أراضي المحاصيل، ويسهم أيضاً في إضافة الروث والبول إلى التربة. وعادة ما يدفع المزارعون مقابل استيراد مثل هذه العناصر الغذائية من المراعي الطبيعية إلى أراضي المحاصيل المحصودة. ومع اقتراب الموسم الزراعي التالي، يمكن إهمال فاقد الآزوت نتيجة تبخره مقارنة مع التسميد في مطلع الموسم الجاف نتيجة رعي جذامات المحاصيل (هوفمان وآخرون 2001). ولا يختلف محتوى روث الجمال من العناصر الغذائية عن ذلك في البقر والمجترات الصغيرة.

لقد أتاح التحول من الأبقار إلى الجمال كحيوانات منتجة للسماد العضوي استخدام العلَيْق (browse) كطبقة علفية والتي لا تزال تقدم كميات كافية من الأعلاف. يعد الجمل أقل اعتماداً على الأعشاب لكنه يفضل أنواع العلق الخشبية التي لا تزال وفيرة في المنطقة. ولاحتواء الجمال خلال أواخر الموسم الجاف ثلاثة فوائد. الأولى، تكون بقايا المحاصيل متوافرة بشكل كامل لحيوانات المزارعين. والثانية، يحسن من تأثير السماد في حالة العناصر الغذائية في التربة لأنها تكون قد نضبت قبل بداية الموسم الماطر. والثالثة، إلى جانب النسبة المرتفعة من نباتات العلق أمام الجمال، فإن من المحتمل أن تحتوي مخلفات الجمال على عدد أقل من بذور الأعشاب المفيدة مما يحمله روث الأبقار والمجترات الصغيرة.

المصدر: هوفمان ومحمد (2004).

وفيما يتعلق بالتغير المناخي، تتباين الإجراءات التعويضية وفقاً لنمط التبادل وحجمه. فأولاً يمكن لمنتجي الحيوانات التكيف مع التغير المناخي من خلال تغيير ممارسات الإدارة في نظم مضبوطة لتربية الحيوان (تبريد المحيط، تغيير العلف والعلائق). وفي النظم المكثفة، يمكن نقل القطعان إلى مواقع أكثر غنى، كالأراضي الأكثر ارتفاعاً. وقد يكون لإدخال سلالات أكثر تحملاً للحرارة عيب يتمثل في انخفاض الإنتاج المحتمل. وإن بقيت عملية الحفاظ على سلالات إنتاجية صعبة، عندها قد يكون التحول إلى أنواع أكثر مقاومة أحد الخيارات وذلك كما يظهر من مثال الساحل. وبصورة عامة، تتسم نظم إنتاج الحيوانات التجارية والنظم المكثفة بقدرة أعلى على التكيف من خلال تبني تغيرات تقانية، بينما بالنسبة للنظم الرعوية الواسعة أو نظم الكفاف فإن معدل تبني التقانات يبقى منخفضاً (آندرسون 2004)، ويكون احتمال تغيير الأنواع خياراً أكبر.

الإطار 6. 7 تجارب مشروع التحسين الوراثي لأغنام النواة المفتوحة على نطاق واسع في الأراضي المرتفعة في بيرو

يستعرض هذا الإطار تجارب تطوير وتنفيذ برنامج متدني المدخلات لتربية الأغنام يهدف إلى تحسين مصادر المعيشة لدى مجتمعات المزارعين في الأنديز. وتقع المجتمعات المستهدفة في سيرا الوسطى، التي تمثل بيئة جبال عالية معزولة (4500-4000 متر فوق سطح البحر) إلى الشرق من ليما والتي تتسم بظروف طقس بارد دون الرطب، حيث تربى فيها الأغنام والباكا، والأبقار وفق هذا الترتيب من الأهمية في نظم إنتاج رعوية واسعة أسرية، ومشاعية، ومشاعية مشتركة. وتشتمل قطعان الأسر بشكل نمطي على 30-400 رأس غنم، تربى في مكان قريب من منزل المالك وتوفر الاحتياجات الكفافية للأسرة. أما القطعان المشاع فتشتمل على 4000رأس، تدار في قطيع واحد فوق أرض عامة داخل محيط مجتمع المزارعين. وتوزع إيرادات اللحوم والصوف التي ينتجها هذا القطيع بين أفراد المجتمع (حوالي 1000 أسرة). أما القطعان التي تنتمي إلى مجتمعات عديدة (من 6-10 مجتمعات وسطياً) فتعود بأصلها إلى استملاك أراض ذات ملكية خاصة وشركات المناجم. وتتألف مثل هذه القطعان من عدد من رؤوس الأغنام يصل حتى 100,000 رأس، ترعى في مواقع عديدة، لكنها تستجيب إلى نظام تربية عام واحد. وتنطوي نظم الإنتاج المختلفة على اختلافات في البنية التحتية للتربية، والقدرات التنظيمية، والمدخلات التقانية، والتي بدورها تؤدي إلى اختلافات في متثابتات الإنتاجية.

تنتمي معظم الأغنام ثنائية الغرض (اللحوم والصوف) إلى سلالة كوريدالي أو إلى الطراز المحلي للأغنام ذات المستويات المختلفة من الحداثة. ويمكن مقارنة أوزان الجسم مع تلك القطعان التجارية التي تدار في مناطق تربية أكثر مواءمة في أمريكا الجنوبية، رغم انخفاض أوزان أغنام الصوف وتدني نوعيته وتماثله. ويبحث المربون عن أغنام محسنة بشكل خاص في ضوء الطلب الدائم في الأسواق على صوف أكثر نعومة وعالية النوعية. وقد تربى الكباش محليا، أو تشترى، أو يتم تبادلها، أو إنتاجها في قطعان مستقلة لتربية الكباش، أو إدخالها من مكان آخر. ولا توجد بنية وراثية تشتمل على كامل عشيرة كوريدالي. كما لا يوجد سجل بالأداء كما لا يتم الاحتفاظ بشجرة النسب؛ حيث تعتمد كافة قرارات الانتخاب على التقييم البصري للحيوانات، حتى في العشائر الكبيرة بين المجتمعات المشاعية المتعددة ليس ثمة برنامج مصمم رسمياً للتربية.

في سيرا الوسطى لا توجد خدمات زراعية حكومية أو خاصة. وقد أعيقت أنشطة بحوث وتنمية الحيوانات نتيجة الإرهاب وبفعل المصاعب التي واجهت الإنتاج والتسويق. وأطلق مسعى مشتركاً بين بيرو والأرجنتين عام 1996 لتأسيس برنامج لتربية الأغنام في سيرا الوسطى مع تحليل نظام التربية التقليدي. وبعد قرابة عامين من المناقشات، وافقت سبعة مجتمعات فلاحية وشركة واحدة تعمل في عدة مجتمعات مشاعية على تطوير برنامج للتربية يهدف إلى تحسين إنتاج الصوف وتأسيس خدمات إرشاد مناسبة بهدف الاستخدام الكامل لتقانة التربية المتاحة.

يتبع في الصفحة 166

أما القرار الخاص باستراتيجية التربية فتمثل في توليد بنية تربية جماعية لإنتاج كباش كامل عشيرة كوريدالي في المنطقة والإمداد بها، وهذا ما قد يكون أقل كفاءة، إلا أن فيه فسحة للتوسيع والاستدامة.

وتقوم كل قرية مشاركة بتأسيس عدد من القطعان (يوجد لدى بعض منها قطعان أصلاً) وتقديم النعاج الفضلى إلى نواة مركزية. وتشارك المجتمعات المشاعية المتعددة كعضو إضافي من خلال تأمين النعاج من النخبة فيها. ويطلب التصميم المثالي مفتوح النواة تركيز النعاج الفضلى داخل النواة، وتنسيق النعاج الهرمة، التي يتم استبدالها بالنعاج الثني (بعمر سنة) الفضلى المتوافرة في النواة وفي القطعان المشاركة، بنسبة تعتمد على دقة الانتخاب (مويلر 1984). لكن الافتقار إلى سجلات الأداء والروابط الوراثية يمنع الانتخاب الدقيق بين القطعان. إضافة إلى ذلك، يفضل كل مشارك تكافؤ الفرص في الحصول على الكباش. وعليه، يسهم كل قطيع بالعدد عينه من نعاج الأساس، حيث من الواضح أن هذا بعيداً عن الكفاءة، لكنه مقبول لصالح التوافق الجماعي.

ولدى الأخذ بعين الاعتبار الكباش الضرورية، ومعدل الولادات الفعال، ونسب التزاوج، وبنية العمر، وتحمل زواج الأقارب، فإن الحجم الأدنى للنواة المركزية اعتبر 250 نعجة و 6 كباش، واعتبر الحجم الأدنى للقطعان المتنوعة 200 نعجة و4 كباش. وفي البداية قدم سائل منوي مجمد مأخوذ من ثلاثة كباش أرجنتينية تابعة لجمعية مربي كوريدالي في الأرجنتين وثلاثة كباش منحتها شركة متعددة المجتمعات المشاعية. وتتسم الكباش المحلية بسمعة جيدة، وكان أداء الكباش الغريبة جيداً في مواقع أخرى. وتم التخطيط للأداء (الوزن عند الفطام، الوزن بعمر سنة، ووزن الصوف) وتسجيل النسب في النواة المركزية، حيث ستستخدم ذكور الأنسال الفضلى المختبرة بشكل مكثف. ووضعت خطط لتسجيل أداء القطعان المتنوعة. ومن المتوقع أن تحد مشكلات التشغيل بشكل أكبر من دفق المورثات باتجاه الأعلى.

وفي نهاية المطاف، وفي حزيران/يونيو 1977، تم تحقيق التوافق في 432 نعجة وإلقاحها اصطناعياً في النواة المركزية، نصفها بسائل منوي مجمد ومستورد باستخدام تنظير البطن، ونصفها الآخر بسائل منوي محلي جديد. وأظهر اختبار الأنسال أن الذكور الغريبة هي ذات أداء أفضل من الذكور المحلية من حيث وزن الصوف ونوعية الصوف، لكنها كانت أسوأ من حيث وزن الجسم. وفي كل عام تعاد نصف النعاج مع حملانها إلى قريتها، وهذا ما يرسي أرضية القطعان المتنوعة. وفي عام 2001، ازداد عدد المشاركين إلى 15 وازدادت النواة المركزية إلى 300 نعجة. ووصلت معظم القطعان المتنوعة إلى الحجم المطلوب. وفي النواة، تم فحص أداء الفحول الثني، وتصنيفها بصرياً. وتستخدم الكباش الفضلى مع النعاج النواة والمتنوعة، حيث وصل إجمالي عدد عشيرة الأغنام في البرنامج إلى ما يقارب 160,000 .

يتبع في الصفحة 168

يتبع من الصفحة 167

وشدد المشاركون بحكمة على الحاجة إلى الدعم التقني. وتم تحليل الخيارات وفق تجارب أخرى ومصادر متوقعة. وفي النهاية، وافق رؤساء المجتمعات المحلية على التخلي عن الأرض لصالح الجامعة من أجل تأسيس مركز بحوث وتدريب المزارعين (CICCA)، حيث يحتوي المركز على النواة المركزية، وكذلك يعمل كمزرعة لعروض المشاهدة. وفي هذا المركز تنظم دورات حول معايير الانتخاب البصري، وإجراءات اختبار التوالد والصحة، وتصنيف الصوف، والتلقيح الاصطناعي. واعتبر المزارعون أن مبادرات مركز بحوث وتدريب المزارعين ناجحة، ومددوا الاتفاق لفترة خمس سنوات أخرى. إن هذا القرار قد يكون أهم قرار يتخذ لمستقبل البرنامج.

أما النتيجة الإيجابية الرئيسة للبرنامج فكانت اجتماعية. فقد حفز التعاون والتآثر ما بين المشاركين المناقشات حول جوانب تقنية ووظيفية لبرنامج التربية وعلى جوانب أخرى تؤثر في القرى (بما في ذلك التسويق، والقضايا القانونية والأمنية). وكان تأسيس مركز CICCA محورياً بالنسبة للتدريب، وبناء الثقة، وإشراك المزارعين، واستقطب الانتباه نحو التعاون والدعم على مستوى القطاعين الخاص والعام، والمستوى الوطني والدولي. ووجدت مصاعب تشغيلية أكبر مما كان متوقعاً، لاسيما وأن الكثير من مهارات التربية المتوقعة لم تتوافق والواقع. كما لا تتزايد دقة الانتخاب بالسرعة المخطط لها بسبب بقاء الكثير من المصاعب على صعيد تسجيل الأداء.

المصدر: مولر وآخرون (2002).

التغيرات الاجتماعية والاقتصادية

تؤثر التطورات الاجتماعية والاقتصادية في استخدام المصادر الوراثية الحيوانية وبقائها. وتحتفظ المجتمعات التقليدية، وبخاصة الرعاة، ببعض المصادر الوراثية الحيوانية الأكثر قيمة وأهمية (مثل صفات الرشاقة والسلوك) في بيئاتهم القاسية. ولم يعد الرعي يستقطب اهتمام الجيل الشاب في هذه المجموعات العرقية وأضحوا يفضلون الهجرة إلى المدن للحصول على وظائف فيها، وبذلك تراهم يفقدون المعرفة المحلية (كولر–روليفسون 2003). وللاحتمال المتزايد للعثور على عمل خارج المزرعة في بعض البلدان النامية تبعات عديدة من شأنها تسريع فقد السلالات المحلية التقليدية المستخدمة بشكل رئيس لأغراض الكفاف، أو كمستودع للقيمة؛ وأضحت السلع المشتراة تحل محل السلع المنتجة في المنزل والمشتقة من الحيوانات، كما لم يعد لدى الأسر الزراعية الوقت الكافي لرعاية الحيوان، في الوقت الذي يوفر فيه الاقتصاد النقدي والمصارف وسيلة بديلة عن قيمة التخزين (تيسدل 2003). كما أن توافر المركبات المزودة بمحرك، والمحركات الثابتة، والكهرباء يقلص من

الطلب على قوة الجر التي توفرها الحيوانات. وعليه فإن توسيع نظم السوق والتغييرات ذات الصلة قد تحمل تبعات مهمة لبقاء السلالات المحلية. ورغم التأثير الواضح لهذه التطورات على نطاق واسع، إلا أنه لا يعرف سوى اليسير عن تأثيرها في تنوع الحيوانات. وعندما تؤثر التغيرات على صعيد سياسة الحيوانات في المصادر الوراثية الحيوانية مباشرة، فإن صافي تكاليف هذه السياسات وفوائدها توثق في العادة، في الوقت الذي لم تعرف فيه بيئات السياسات أو الاستراتيجيات التي تحفز حفظها أو استخدامها المناسب.

وربما ثمة تعارض في الاهتمام في تحقيق أهداف الأمن الغذائي والتنوع الحيوي الزراعي. وبسبب التكامل العمودي المرتفع، والكفاءة الاقتصادية لإنتاج الدواجن والخنازير تجارياً، تسهل النسبة المرتفعة من الدواجن أو الخنازير التجارية في كامل عرض السوق على البلدان بلوغ أهداف الأمن الغذائي. كما قد توجد سهولة أكبر في تحقيق مقاييس الأمن الغذائي بسبب سهولة التحكم في بيئات الإنتاج ذات المقاييس المحددة. وقد تؤثر حالات القلق البيئي أيضاً في التغيرات الهيكلية. إذ من المتوقع لإنتاج الدواجن في ماليزيا التحول من المناطق الزراعية الراهنة إلى مناطق أبعد بسبب التحضر السريع، والحاجة إلى عمليات واسعة النطاق. ويتعين على المداجن ومزارع الدواجن بصفة عامة أن تكون صديقة للبيئة أكثر من ذي قبل، وعلى منتجات الدواجن أن تفي بالمتطلبات الصحية والصحية النباتية. وربما يحمل التفشي الذي ظهر مؤخراً لأمراض معدية من قبيل أنفلونزا الطيور تأثيرات على صعيد السياسة كما قد يحمل تأثيرات هيكلية. ويتمثل أحد الخيارات في تفضيل نظم إنتاج يمكن فيها تبني تدابير السلامة الحيوية بسهولة. أما الخيار الآخر فيتمثل في تمييز بؤرة المرض الموجودة في دجاجات حديقة المنزل، والمؤلفة بشكل رئيس من سلالات محلية، إلى جانب التشجيع على تلقيحها ورعايتها الصحية بصورة أفضل. يبدو أن التركيز على إنتاج واسع النطاق، والوراثة المتسقة، والتدابير الخاصة بالسلامة الحيوية مفضلة لدى بلدان مصدّرة كتايلاند.

إن توسع الأسواق والعولمة الاقتصادية، بما في ذلك التسويق العالمي لسلالات دخيلة قد أسهم بشكل كبير في فقد سلالات محلية من خلال التهجين العشوائي (تيسدل 2003؛ منظمة الأغذية والزراعة 2001؛ انظر الفصل 17). ورغم المحتوى الأعلى من الدسم في حليب أبقار زيبو وكريولو في أمريكا اللاتينية مقارنة مع سلالات أوروبية، إلا أن هذه الأبقار لا تزال تهجن مع سلالات دخيلة، الأمر الذي عرض بعض سلالات كريولو لتهديد الانقراض.

في البلدان النامية، يعد تأثير استيراد سلالات دخيلة متعدد الأوجه، ويؤثر في التنوع الاجتماعي–الاقتصادي وكذلك في التنوع الوراثي. ويعد استيراد سلالات دخيلة إلى بيئة إنتاج مناسبة لها مجدياً اقتصادياً بالنسبة للمستورد الفردي، كما هي الحال بالنسبة

لسلالات الدواجن التجارية المستوردة لنظم الإنتاج الصناعية. ومن الناحية الأخرى، ثمة الكثير من الأمثلة التي أخفقت فيها برامج تحديث السلالات المحلية (مثل عملية Coque في غربي إفريقيا) بشكل كبير إما بسبب ضعف أداء الحيوانات أو بسبب عدم قدرتها على البقاء في بيئات قاسية عرضة للمرض، الأمر الذي أدى إلى خسائر اقتصادية لدى صغار المنتجين. لقد أخفقت معظم عمليات إدخال سلالات دخيلة في نظم الإنتاج الرعوي. وعليه، فإن فقد المصادر الوراثية الحيوانية من خلال مثل هذه التدخلات غير المباشرة قد يكون منخفضاً. وقد تهدد المصادر الوراثية الحيوانية المحلية بصورة أكبر من خلال التأثير غير المباشر الذي تفرضه منافسة الأسواق وذلك في حال كسب القطاع التجاري المكثف حصة معينة في السوق داخل البلد. وهذا ما قد يحدث حتى إن كانت أسواق الحيوانات المحلية والجارية أو منتجاتها مقسمة. وفي مثل هذه الحالات، قد تهدد مصادر المعيشة لدى المزارعين الذي يزودون هذه الأسواق بسلالات أقل إنتاجية، وإن بقيت سلالة محلية منتجة، فإن الاحتفاظ بها لن يكون مجدياً اقتصادياً.

الاستنتاج

أخفقت معظم برامج التحسين الوراثي في البلدان النامية بسبب الاستراتيجيات غير المناسبة أو نتيجة الافتقار إلى البنى التحتية أو القدرات. وكان تركيز معظم جهود التحسين الوراثي للحيوانات على نطاق محلي ومحدود. ونتيجة الافتقار إلى معلومات أساسية حول المصادر الوراثية، لم تكن معظم برامج تحسين الحيوانات حتى تاريخه قادرة على استهداف المصادر الوراثية الأكثر ملاءمة بطريقة استراتيجية، مما أدى إلى انعدام الكفاءة في استخدام التمويل الشحيح أصلاً. وكان حصول فقراء المزارعين على مصادر وراثية حيوانية محسنة محدوداً. إلا أن الصفات الوراثية للسلالات المحلية توفر سلة من الحلول المستدامة لمقاومة الأمراض، وبقائها، وإنتاجها الكفء. وغالباً ما تم تجاهل هذه الصفات في محاولة لإيجاد حلول تقانية وإدارية لمشكلات فردية تعتري إنتاج الحيوانات في نظم متدنية المدخلات. وفي البيئات الهامشية على وجه الخصوص، قد تتجاوز كلفة تكييف بيئة الإنتاج مع الظروف المطلوبة من سلالات الإنتاجية المرتفعة كلفة تحسين السلالات المتكيفة محلياً (وانغر وهاموند 1999).

ثمة حاجة إلى تطوير برامج للتربية في نظم متدنية المدخلات. وتتوافر قاعدة للمعرفة للشروع في برامج تحسين وارثي في كافة نظم الحيوانات. ورغم وجود الفرص لتحسين المصادر الوراثية الحيوانية في نظم متدنية المدخلات إلا أن الاستثمارات الضرورية

تعد أساسية. وقد أحرز بعض التقدم على هذا الصعيد مؤخراً من خلال نظم تربية النواة المفتوحة والتي يتبادل فيها الرعاة الحيوانات مع تلك في قطيع محسن كما في أوغندا. وتعمل مثل هذه البرامج مع الحيوانات القريبة وراثياً من تلك في القطعان الرعوية والتي تربى في ظروف تشابه ظروف البيئات الرعوية (انظر الإطارين 6 .7، و 6 .8).

يعتمد حفظ التنوع الوراثي الحيواني واستخدامه في الموقع (in situ) بشكل جوهري على وجود بيئة سياساتية تشجيعية مناسبة. وستدعم نظم التربية المتقدمة إدارة المصادر الوراثية الحيوانية فقط في حال إيلاء اهتمام متساو في الجوانب الوراثية وفي السياق الاجتماعي والاقتصادي. وعليه، يجب أن تؤخذ جوانب بعين الاعتبار من قبيل الطبيعة التنظيمية لمبادرات التربية، والمطالب المؤسساتية، والعوامل الاجتماعية–الاقتصادية، والهوية الثقافية لمربي الحيوانات، إذ سيؤدي ذلك إلى فهم أفضل للفجوة بين أهداف المزارعين ومربي الحيوانات عندما يكون الاثنان منفصلين من الناحية المؤسساتية. ويتعلق المفهوم الاستراتيجي لإدارة المصادر الوراثية الحيوانية اعتماداً على المجتمع بالحفظ في الموقع من خلال استخدامها، وهذا ما يضمن بقاء السلالات المحلية كأجزاء وظيفية في نظم الإنتاج. إذ يَعِدُ ذلك بنهج مستدام ومجدٍ اقتصادياً إن بقيت السلالات المحلية أو أضحت تستقطب اهتمام مالكيها من الناحية الاقتصادية (ريجي 1999)، كما يدعو إلى تحسين وراثي لسلالات محلية.

تبقى التربية لصالح نظم إنتاج متدنية المدخلات ضمن مهام القطاع العام ويمكن دعمها من قبل تعاونيات المنتجين أو برامج التربية المعتمدة على المجتمع (انظر الأطر: 6 .2، و 6 .3،و 6 .7،و 6 .8). لكن مع الأخذ بعين الاعتبار الخيارات، والديناميكية، والتكيف التي تتسم بها المعرفة المحلية ونظم الإنتاج من ناحية، ومحدودية توافر المصادر لحفظها في القطاع العام من ناحية أخرى، فإن خسارة معينة لسلالات محلية تعتبر أمراً محتوماً. والنقطة الأكثر أهمية لتطوير المصادر الوراثية الحيوانية في الموقع هو صون أو خلق بيئة يكون فيها مربو الحيوان قادرين على القيام باختيارات مطلعة حول نظام الإنتاج الزراعي لديهم والسلالات التي يحتاجون. ويجب أن يذكر صراحة أنه لن يكون ثمة تنوع حيوي زراعي بدون وجود مزارعين فاعلين، وسيكون للسلالات المحلية الفرصة الأكبر للبقاء مستقبلاً إن استهلكت منتجاتها. وقد تسهم الأسواق المتخصصة والمنتجات الإقليمية بدور مهم في هذا السياق.

وضعت السياسات الوطنية لتنمية قطاع الحيوانات في عين الاعتبار المصادر الوراثية الحيوانية المطلوبة لتحقيق أهداف التنمية. إذ يتعين على الحكومات بناء على ذلك النظر في المقابل، وتعريف موقعها ضمن طيف من الخيارات بين نقطتين متطرفتين كالاستثمار

الإطار **6. 8** دراسة حالة سلالات أبقار نجوني في جنوب إفريقيا

أدخل بدو العصر الحديدي سلالة البقر نجوني أول مرة إلى جنوب إفريقيا قرابة عام 600 ميلادية. وكانت هذه الأبقار – التي تحتاج إلى القليل من جهود الصون – مثالية لنظم الزراعة المشاع لدى المستوطنين، وبقيت دون تغيير خلال الألفية التالية طالما سمحت الإمكانية بتأسيسها. ومع وصول الاستعمار الأوروبي في منتصف القرن التاسع عشر، وما تلاه من اعتبار المزارع المستعمر مثالاً يحتذى، أدخلت سلالات دخيلة ومددت في النهاية التجميعة الوراثية الأصلية للحيوانات المتكيفة واستنزفتها. وتفاقم هذا التغيير نتيجة عوامل إضافية كالتغيير على الساحة السياسية، والتحضر، وانجراف المعتقدات والممارسات الثقافية، والكوارث الطبيعية.

أدت فكرة تدني مستوى السلالات المحلية إلى تعميم قانون عام 1934 اعتبرت وفقه عشائر السلالات والطرز المحلية ملغاة (عديمة القيمة). وقدم الدعم للقائمين على فحص الثيران في مناطق مشاعية، ولخصائها إن اعتبرت متدنية الأداء. ولحسن الحظ طبق القانون فقط خلال السنوات القليلة الأولى على صدوره لأنه أثبت عدم شعبيته لدى مالكي الحيوانات. وطورت بنية في البلد أتاحت دخول سلالة نجوني إلى القطاع التجاري المتنامي، حيث عملت التسجيلات الواسعة على تسهيل تحسين هذه السلالة. وعليه، وبينما جرى تحسين السلالة في القطاع التجاري، نجدها انجرفت في المناطق الريفية نتيجة تهجينها واستبدالها بسلالات دخيلة، وحدث ذلك نتيجة الاعتقاد بأن سلالة نجوني كانت أدنى من السلالات الدخيلة الأكبر حجماً، رغم حقيقة أنها سلالة تتطلب القليل من الصون وتناسب بشكل مثالي نظم المزرعة المتدنية المدخلات لدى المزارع في المناطق المشاعية. ولحسن الحظ، فإن القوة المتأصلة في السلالة أتاحت بقاءها، حيث لا تزال توجد حيوانات نقية بأعداد محدودة في المجتمعات الريفية.

أدى الإدراك لتكيف هذه السلالة القوية بشكل فريد مع بيئة جنوب إفريقيا إلى تقييمها وتطويرها في القطاع التجاري. وفي عام 1985، عينت لجنة لإعداد تقارير حول الرغبة بالحصول على بنك للأصول الوراثية المخبرية لحيوانات محلية، وحول التحكم بالسائل المنوي المستورد لسلالات دخيلة.

وتعد سلالة نجوني، كسلالة ترعى وتختار الغذاء بشكل انتقائي، قادرة على الحصول على قيمة تغذوية مثلى من النباتات الطبيعية المتوافرة، مما يعطيها القدرة على البقاء في ظروف قد لا تدعم الحيوانات الرعوية الأخرى كسلالات الأبقار الأوروبية. وسلالة نجوني هي بطبيعتها هادئة. أما الصفات التكيفية الأخرى فتعطيها القدرة على السير لمسافات بعيدة بحثاً عن المرعى والماء. وورد أنها متحملة لدرجات الحرارة المتطرفة، وأن قدرتها على المحافظة على حالة الجسم في الشتاء تفوق قدرة أبقار سيمينتال.

ينظر إلى سلالة نجوني اليوم على أنها مصدر للمادة الوراثية التي تناسب أسلوب الإدارة واحتياجات المزارع الأسود الذي يحتاج حيوانات تتطلب القليل من جهود الصون وتعطي إنتاجاً مرتفعاً. وأظهر التقييم الأولي لسلالة نجوني قدرتها كسلالة لحوم في النظم الزراعية

يتبع من الصفحة 172

الموسعة والمكثفة على حد سواء. وأظهرت كتلة البقرة، والأداء التكاثري لسلالة نجوني، لدى مقارنتها مع سلالات أخرى، أنها سلالة اللحوم الأكثر خصوبة في جنوب إفريقيا. كما بدا أنها تناسب بشكل مثالي اعتبارها كخط حاجز في التهجين النهائي. إضافة إلى ذلك، فإن صفات تحملها للحرارة، والقراد، والأمراض تجعلها سلالة مثالية للنظم الموسعة.

وفي الماضي، أخفقت مشروعات إدخال سلالات الأبقار الدخيلة إلى القطاع المشاعي بشكل متواصل بسبب إدخال تقانات معقدة زادت من الإنتاج على نحو تجاوز نقطة الاستدامة. وتصمم المشروعات المتواصلة لتشجيع إعادة إدخال سلالة نجوني القوية التي تتطلب القليل من الصون إلى القطاع المشاعي بغية إيقاف تأثير السلالات الدخيلة الأقل تكيفاً. ويترافق مع عمليه إعادة الإدخال هذه تقانات الدعم لتحسين إدارتها، ونظام تسويق لتسهيل بيع الحيوانات بأسعار السوق. إضافة إلى ذلك، تشجع المجتمعات على تنظيم مجموعات السلع أو منظمات المزارعين لخلق بنية تحتية تتيح اتخاذ القرارات اعتماداً على إجماع المجتمعات.

المصدر: بيستر وآخرون (2002).

العام مقابل الخاص، والزارعة واسعة النطاق مقابل الزراعة محدودة النطاق، وخلق فرص العمل مقابل التوظيف الذاتي، الأمن الغذائي مقابل التنوع الحيوي الزراعي، وسلامة الغذاء مقابل تنوع الغذاء. ويتعين على السياسات الوطنية والدولية تحديد أهدافها واتخاذ القرارات بخصوص صون السلالات، والتنوع الثقافي، والتباين الوراثي. وسيكون لهذه القرارات تأثيرات تتعلق بطرائق التربية والمحافظة والتمويل اللازم. كما ستحمل تأثيرات أيضاً في البحوث والتقانات المطلوبة للتوصيف والتقييم. أما الشراكات بين القطاعين العام والخاص فمطلوبة لتحقيق معظم الأهداف. وبشكل عام ثمة حاجة ملحة لرفع التوعية بقيمة المصادر الوراثية الحيوانية لصالح الأغذية والزراعة.

مسرد بمصطلحات هذا الفصل

السلالة: مجموعة نويعية من الحيوانات المحلية ذات الصفات القابلة للتعريف والتحديد والتي تعطي القدرة على تمييزها – من خلال التقييم البصري – عن مجموعات ذات تعريف مماثل داخل النوع عينه، أو مجموعة أدى انفصالها جغرافياً أو ثقافياً عن مجموعات مماثلة من الناحية الطراز المظهري إلى قبول هويتها المنفصلة.

ملاحظة: استنبطت السلالات بحسب الاختلافات الجغرافية والثقافية لتلبي الاحتياجات

الغذائية والزراعية للإنسان. وبهذا السياق، لا تعتبر كلمة سلالة مصطلحاً تقنياً. وتعزى الاختلافات، البصرية وغير البصرية، بين السلالات إلى كثير من التنوع المرتبط مع كل نوع حيواني مدجن. ويتم تقبل كلمة سلالة كمصطلح ثقافي أكثر من كونه مصطلحاً تقنياً. ووجدت السلالات المتكيفة محلياً في البلد لفترة كافية لاعتبارها من الناحية الوراثية متكيفة مع نظام تقليدي واحد أو أكثر للإنتاج أو مع بيئات البلد. والسلالات المحلية، التي تسمى أيضاً سلالات أصيلة أو واطنة، تعود بأصلها إلى منطقة جغرافية معينة، أو تتكيف معها، أو تستخدم فيها، وتشكل مجموعة فرعية عن السلالات المتكيفة محلياً (منظمة الأغذية والزراعة 2001). وتحفظ السلالات الدخيلة في منطقة غير تلك التي استنبطت فيها، وتشتمل على السلالات غير المتكيفة محلياً. وتشتمل السلالات الدخيلة على السلالات المدخلة حديثاً، التي تم استيرادها خلال فترة قصيرة خلال الأجيال الخمسة الأخيرة أو ما شابه، والسلالات المستوردة بشكل متواصل، والتي تجدد فيها التجميعة الوراثية المحلية بشكل منتظم من مصدر أو أكثر من خارج البلد. وتقع كثير من السلالات التي تنتج في نظم إنتاج مكثف أو تسوَّق من قبل شركات دولية للتربية ضمن هذه الفئة.

السلالات المعرضة للخطر: هي أي السلالات التي قد تنقرض إذا لم يتم التخلص من العوامل المسببة لانخفاض أعدادها أو الحد منها. وقد تكون السلالات معرضة لخطر الانقراض بفعل أسباب متعددة. وقد يأتي خطر الانقراض نتيجة انخفاض عدد العشيرة؛ والتأثيرات المباشرة وغير المباشرة للسياسات على مستوى المزرعة، أو البلد، أو المستوى الدولي؛ والافتقار إلى تنظيم مناسب للسلالات؛ أو الافتقار إلى التكيف مع طلب السوق؛ أو نتيجة انخفاض الأداء بشكل ملحوظ. وتصنف السلالات بحسب وضعها من حيث خطر الانقراض بناءاً على الأعداد الحقيقية لأفراد السلالة الذكور أو الإناث، والنسبة المئوية للإناث النقية.

السلالة المنقرضة: وهي عشيرة السلالة غير القادرة على التكاثر بعد هذا. وتصبح هذه الحالة مطلقة عندما لا تبقى ذكور أو إناث للتربية. وفي الواقع يمكن إدراك الانقراض خلال فترة لا بأس بها قبل فقد آخر حيوان، أو عرس، أو جنين.

المصادر الوراثية الحيوانية في المزرعة: هي أنواع الحيوانات المستخدمة، أو التي قد تستخدم، لإنتاج الأغذية والزراعة، والعشائر داخل كل منها. ويمكن تصنيف هذه العشائر ضمن كل نوع كعشائر، أو سلالات محلية، أو عشائر أولية، أو سلالات قياسية، أو سلالات منتخبة، أو أصناف، أو سلالات، برية أو متوحشة، أو أي مواد وراثية محفوظة، وجميعها تصنف حالياً كسلالات (منظمة الأغذية والزراعة 2001).

العشيرة: مصطلح عام يُعرِّف مجموعة تزاوج الأقارب عندما يستخدم بمعناه الوراثي، أو

قد يشير إلى كافة الحيوانات داخل سلالة ما. وترتبط التشكيلة الوراثية للعشيرة بالناحية الوراثية لكافة الأفراد التي تشكلها، وبنقل عينات التباين الوراثي المرتبط مع هذه العشيرة من جيل إلى جيل (منظمة الأغذية والزراعة 2001)

References

Anderson, S. 2004. *Environmental Effects on Animal Genetic Resources.* FAO Background Study Paper No. 28. Rome: fao.

Bayer, W., A. von Lossau, and A. Feldmann. 2003. Smallholders and community based management of farm animal genetic resources. In *Proceedings of the Workshop on Community Based Management of Animal Genetic Resources. A Tool for Rural Development and Food Security,* 1–12. Mbabane, Swaziland, May 7–11, 2001. Rome: fao.

Behnke, R. H. and N. Abel. 1996. Revisited: The overstocking controversy in semiarid Africa. *World Animal Review* 12:5–27.

Bester, J., L. E. Matjuda, J. M. Rust, and H. J. Fourie. 2002. The Nguni: A Case Study. Paper presented to the Symposium on Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems, Montreal, Canada, November 8–10, 2001.

Blench, R. 1994. The expansion and adaptation of Fulbe pastoralism to subhumid and humid conditions in Nigeria. *Cahiers d'Études Africaines* 133–135:197–212.

Blench, R. 1999. *Traditional Livestock Breeds: Geographical Distribution and Dynamics in Relation to the Ecology of West Africa.* ODI Working Paper 122. London: odi.

Blench, R. 2001. *Pastoralism in the New Millennium.* FAO Animal Production and Health Paper No. 150. Rome: fao.

Bruford, M. W., D. G. Bradley, and G. Luikart. 2003. DNA markers reveal the complexity of livestock domestication. *Nature Reviews Genetics* 4:900–10.

Chagunda, M. G. G. and C. B. A. Wollny. 2002. Consequences of differences in pricing of economic values for milk yield of dairy cattle in Malawi. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19–23, 2002, Montpellier, France, Session 25: Developing Sustainable Breeding Strategies for Medium and Low- Input Systems. Communication 25–03.

CIRDES/ILRI/ITC (Centre International de Recherche–Développement sur l'Elevage en Zone Subhumide, International Livestock Research Institute, and International Trypanotolerance Centre), 2000. Collaborative research programme on trypanosomosis and trypanotolerant livestock in West Africa. In *Joint Report of*

*Accomplishments and Results (*1993–1999*)*. Banjul, The Gambia: itc.

Coppock, D. L. 1994. *The Borana Plateau of Southern Ethiopia: Synthesis of Pastoral Research, Development and Change,* 1980–1991. Addis Ababa, Ethiopia: ilca.

Cousins, N. J. and M. Upton. 1988. Options for improvement of the Borana pastoral system. *Agricultural Systems* 27:251–278.

"Egyptian chicken plan hatches . . . 50 years later." 1997. *The Iowa Stater,* May, www.iastate.edu/IaStater/1997/may/chicken.html.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1999. *The Global Strategy for the Management of Farm Animal Genetic Resources.* Executive Brief. Rome: fao.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2001. Guidelines for the development of country reports. State of the World. Annex 2, Working Definitions for Use in Developing Country Reports and Providing Supporting Data, dad.fao.org/en/Home.htm.

FDLPCS (Federal Department of Livestock and Pest Control Services). 1992a. Livestock in Sokoto State. *Nigerian Livestock Resources*. Vol. II: *National Synthesis.* Vol. III: *State Reports.* St. Helier, Jersey, uk: rim.

FDLPCS. (Federal Department of Livestock and Pest Control Services). 1992b. *Nigerian Livestock Resources*. Vol. I: *Executive Summary and Atlas.* St. Helier, Jersey, uk: rim.

Flock, D. K. and R. Preisinger. 2002. Breeding plans for poultry with emphasis on sustainability. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19–23, 2002, Montpellier, France, Session 24: Sustainable Breeding Plans in Developed Countries. Communication 24–02.

Gondwe, T. N. P. and C. B. A. Wollny. 2002. Traditional breeding systems in smallholder rural poultry in Malawi. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19–23, 2002, Montpellier, France, Session 25: Developing Sustainable Breeding Strategies for Medium- and Low- Input Systems. Communication 25–26.

Grell, H. and M. Kirk. 2000. The role of donors in influencing property rights over pastoral resources in Sub- Saharan Africa. In N. McCarthy, B. Swallow, M. Kirk, and P. Hazell, eds., *Property Rights, Risk, and Livestock Development in Africa,* 55–85. Washington, dc, and Nairobi, Kenya: ifpri and ilri.

Hassan, W. A. 2000. *Biological Productivity of Sheep and Goats Under Agro- Silvo-Pastoral Systems in Zamfara Reserve in North- Western Nigeria.* Goettingen, Germany: Cuvillier.

Haverkort, B. 1993. Agricultural development with a focus on local resources: ileia's view on indigenous knowledge. In D. M. Warren, D. Brokensha, and L. J. Slik

kerveer, eds., *Indigenous Knowledge Systems: The Cultural Dimensions of Development*. London: Kegan Paul International.

Hillel, J., M. A. M. Groenen, M. Boichard, A. B. Korol, L. David, V. M. Kirzhner, T. Burke, A. B. Dirie, R. P. M. A. Croojimans, K. Elo, M. W. Feldman, P. J. Freidlin, A. Maki-Tanila, M. Oortwijn, P. Thomson, A. Vignal, K. Wimmers, and S. Weigend. 2003. Biodiversity of 52 chicken populations assessed by microsatellite typing of dna pools. *Genetics Selection Evolution* 35:533–557.

Hoffmann, I. 2003. Biodiversity management in West African pastoral and agropastoral systems. A case study from northwest Nigeria. In *Biodiversity and the Ecosystem Approach in Agriculture, Forestry and Fisheries,* 28–49. Satellite event on the occasion of the 9th regular session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, fao, Rome, October 12–13, 2002. Available at www.fao.org/DOCREP/005/Y4586E/y4586e03.htm#P0 _0.

Hoffmann, I., D. Gerling, U. B. Kyiogwom, and A. Mané- Bielfeldt. 2001. Farmers' management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 86(3):263–275.

Hoffmann, I. and I. Mohammed. 2004. The role of nomadic camels for manuring farmers' fields in the Sokoto Close Settled Zone, northwest Nigeria. *Nomadic Peoples* 8(1): 99–112.

Homann, S., G. Dalle, and B. Rischkowsky. 2004. Potentials and constraints of indigenous knowledge for sustainable range and water development in pastoral land use systems of Africa: A case study in the Borana Lowlands of Southern Ethiopia. Eschborn, Germany: gtz/töb.

Hossary, M. A. and S. Galal. 1995. Improvement and adaptation of the Fayoumi chicken. *Animal Genetic Resources Information* 14:33–42.

Huelsebusch, C. G. and B. A. Kaufmann. 2002. *Camel Breeds and Breeding in Northern Kenya. An Account of Local Breeds of Northern Kenya and Camel Breeding Management of Turkana, Rendille, Gabra and Somali Pastoralists.* Nairobi: Kenya Agricultural Research Institute.

Jabbar, M. A. and M. L. Diedhiou. 2003. Does breed matter to cattle farmers and buyers? Evidence from West Africa. *Ecological Economics* 45(3):461–472.

Kamara, A. 2001. *Property Rights, Risk and Livestock Development in Southern Ethiopia.* PhD thesis, Wissenschaftsverlag Vauk, Kiel, Germany.

Köhler- Rollefson, I. 2000. *Managing Animal Genetic Resources at the Community Level.* Eschborn, Germany: gtz. Available at www.gtz.de/agrobiodiv/download/koehl.pdf.

Köhler- Rollefson, I. 2003. Community based management of animal genetic resources, with special reference to pastoralists. In *Proceedings of the Workshop*

on Community Based Management of Animal Genetic Resources. A Tool for Rural Development and Food Security, 13–26. Mbabane, Swaziland, May 7–11, 2001. Rome: fao.

Kyiogwom, U. B., I. Mohammed, H. M. Bello, S. A. Maigandi, and C. Schaefer. 1994. The economic situation of the livestock farmer in Zamfara. In *Range Development in the Endangered Sudan Savanna in Sokoto State,* 63–70. Unpublished report, Giessen.

Masinde, I. A. 2001. *Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems. Local Management of Agricultural Biodiversity by Communities in Kenya.* Montreal: United Nations University. Available at www.unu.edu/env/plec/cbd/Montreal/papers/Masinde.pdf.

McIntire, J., D. Bourzat, and P. Pingali. 1992. *Crop–Livestock Interaction in Sub-Saharan Africa*. Washington, dc: The World Bank.

Mhlanga, F. N. 2002. *Community- Based Management of Animal Genetic Resources: A Participatory Approaches Framework.* Eschborn, Germany: gtz. Available at www.gtz.de/agrobiodiv/download/mhalanga.pdf.

Mohammed, I. 2000. *Study of the Integration of the Dromedary in Small holder Crop–Livestock Production Systems in Northwestern Nigeria.* Goettingen, Germany: Cuvillier.

Mortimore, M. and W. M. Adams. 1998. Farming intensification and its implications for pastoralism in northern Nigeria. In I. Hoffmann, ed., *Prospects of Pastoralism in West Africa,* Vol. 25, 262–273. Giessener Beiträge zur Entwicklungsforschung, Reihe I. Giessen, Germany: Wissenschaftl. Zentrum Tropeninstitut.

Mueller, J. P. 1984. Single and two- stage selection on different indices in opennucleus breeding systems. *Genetics Selection Evolution* 16:103–120.

Mueller, J. P., E. R. Flores, and G. A. Gutierrez. 2002. Experiences with a large scale sheep ge ne tic improvement project in the Peruvian highlands. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19–23, 2002, Montpellier, France, Session 25. Developing Sustainable Breeding Strategies in Medium-to Low- Input Systems. Communication 25–12.

Nortier, C. L., J. F. Els, A. Kotze, and F. H. van der Bank. 2002. Genetic diversity of indigenous Sanga cattle in Namibia using microsatellite markers. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19–23, 2002, Montpellier, France. Session 26: Management of Genetic Diversity. Communication 26–07.

Preisinger, R. 2004. *Internationale Tendenzen der Tierzüchtung und die Rolle der Zuchtunternehmen.*Presentation, Agrobiodiversität entwickeln: Handlungsstrategien und Impulse füreine nachhaltige Tier-und Pflanzenzucht, Umweltforum

Berlin, February, 3–4, www.agrobiodiversitaet.net/site/page/downloads/dateien/2.
Rajasekaran, B. 1993. A framework for incorporating indigenous knowledge systems into agricultural research, extension, and ngos for sustainable agricultural development. *Studies in Technology and Social Change* 21. Ames: Technology and Social Change Program, Iowa State University.
Rege, J. E. O. 2003. Defining livestock breeds in the context of community based management of farm animal genetic resources. In *Proceedings of the Workshop on Community Based Management of Animal Genetic Resources. A Tool for Rural Development and Food Security,* 27–35. Mbabane, Swaziland, May 7–11, 2001. Rome: fao.
Rege, J. E. O. 1999. The state of African genetic resources. I. Classification framework and identification of threatened and extinct breeds. *Animal Genetic Resources Information* 25:1–25.
Rege, J. E. O., G. S. Aboagye, and C. L. Tawah. 1994. Shorthorn cattle of West and Central Africa II. Ecological settings, utility, management and production systems. *World Animal Review* 78:14–21.
Richards, P. 1985. *Indigenous Agricultural Revolution: Ecology and Food Production in West Africa.* London: Hutchinson.
Röhrs, M. 1994. Entwicklung der Haustiere. In H. Kräusslich, ed., *Tierzüchtungslehre,* 4th ed., 37–55. Stuttgart, Germany: Ulmer.
Schaefer, C. 1998. *Pastorale Wiederkäuerhaltung in der Sudansavanne: Eine Untersuchung im Zamfara Forstschutzgebiet im Nordwesten Nigerias.* Göttingen, Germany: Cuveillir.
Scherf, B., ed. 2000. *World Watch List for Domestic Animal Diversity,* 3rd ed. Rome: fao/undp.
Sere, C., H. Steinfeld, and J. Groenewold. 1996. World livestock production systems. Current status, issues and trends. *FAO Animal Production and Health Papers* 127. Rome: fao.
Steglich, M. and K. J. Peters. 2002. Agro- pastoralists' trait preferences in N'dama cattle: Participatory methods to assess breeding objectives. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19–23, 2002, Montpellier, France, Session 25. Developing Sustainable Breeding Strategies in Medium-to Low- Input Systems. Communication 25–04.
Steinfeld, H., C. De Haan, and H. Blackburn. 1997. *Livestock and the Environment: Issues and Options*. Brussels: Eu ro pe an Commission/fao/World Bank.
Tano, K., M. Kamuanga, M. D. Faminow, and B. Swallow. 2003. Using conjoint analysis to estimate farmers' preferences for cattle traits in West Africa. *Ecological Economics* 45(3):393–408.

Tempelman, K. A. and R. A. Cardellino. In press. *Community- Based Management and Use of Animal Genetic Resources in Traditional Livestock Farming Systems.* Rome: fao.

Thebaud, B. and S. Batterbury. 2001. Sahel pastoralists: Opportunism, struggle, conflict and negotiation. A case study from eastern Niger. *Global Environmental Change* 11:69–78.

Tisdell, C. 2003. Socioeconomic causes of loss of animal genetic diversity: Analysis and assessment: *Ecological Economics* 45(3):365–377.

Vabi, M. B. 1993. *Fulani Settlement and Modes of Adjustment in the Northwest Province of Cameroon.* ODI Pastoral Development Network Paper 35d. London: odi.

Valuing angr. 2003. *Ecological Economics* Special Issue 45(3).

Wagner, H.- G. R. and K. Hammond. 1999. *The Management of Farm Animal Genetic Resources and FAO's Global Strategy.* Berlin: Deutscher Tropentag, Berlin, Humboldt University.

Warren, D. M. 1991. *Using Indigenous Knowledge in Agricultural Development.* World Bank Discussion Paper No. 127. Washington, dc: The World Bank.

Weigend, S. and M. N. Romanov. 2002. The World Watch List for Domestic Animal Diversity in the context of conservation and utilisation of poultry biodiversity. *World's Poultry Science Journal* 58(4):411–430.

7 التنوع الحيوي المائي في النظم البيئية القائمة على الأرز

م. هالوارت و د. بارتلي

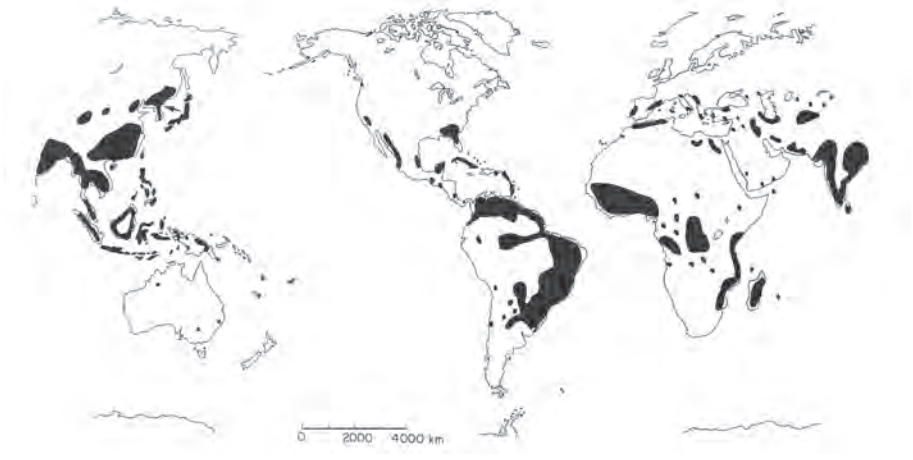
M. HALWART AND D. BARTLEY

إن زراعة معظم محاصيل الأرز في نظم مروية، وبعلية، وفي المياه العميقة يوفر بيئة مناسبة للأسماك وكائنات مائية أخرى (الشكل7 .1). ويزرع أكثر من 90% من الأرز في العالم، أو ما يعادل قرابة 134 مليون هكتار (الشكل 7 .2) في ظروف فيضية لا توفر موئلاً لطائفة واسعة من الكائنات وحسب، بل توفر أيضاً فرصاً لتعزيزها وزراعتها. ويعد الإنتاج المائي، إلى جانب إنتاج محصول الأرز عينه، مصدراً مهماً جداً لمصادر المعيشة الريفية في البلدان النامية. ويحمل الاستهلاك والتسويق المحلي أهمية خاصة للأمن الغذائي على اعتبار أن مصادر الأغذية المائية هي الأكثر توافراً بصورة دائمة، وهي الأكثر موثوقية، فضلاً عن أنها مصدراً رخيصاً للبروتين الحيواني والأحماض الدسمة للأسر الزراعية ولغير المالكين للأراضي. ويجمع هذا الفصل أحدث المعلومات، كما يسلط الضوء على الدور المهم للتنوع الحيوي المائي من النظم البيئية المعتمدة على الأرز في مصادر المعيشة الريفية والخدمات البيئية. وهذه المعلومة لا تتاح بصورة شائعة، لكنها تعد حاسمة بالنسبة للقرارات السياسية المطلعة.

الموضوع

لا يتم تقدير إنتاج منتجات أخرى غير الأرز يتم الحصول عليها من نظم بيئية معتمدة على الأرز، ولا أهميتها للمصادر المعيشية الريفية، كما لا تعطى قيمتها الصحيحة (مثل /FAO MRC 2003؛ هالوارت 2003)، وذلك لأن الاستهلاك المحلي أو التسويق المقيد غالباً ما يمنع هذا الإنتاج من الدخول في الإحصائيات الوطنية الرسمية. إضافة إلى ذلك، يتباين توافر هذا الإنتاج من حيث الزمان والمكان، كما تعد كمية الكائنات التي يتم صيدها أو

الشكل 7 .1. غالباً ما تمثل النظم البيئية القائمة على الأرز معقداً ديناميكياً يربط بشكل وثيق بين حقول الأرز، والبرك، وقنوات الري، والأنهار (فيتنام). (الصورة: FAO/M هالوارت).



الشكل 7 .2. يزرع الأرز فوق مساحة تصل إلى قرابة 151 مليون هكتار حول العالم في بيئات مروية (27%) وأراض منخفضة بعلية (31%)، وفي مياه عميقة (11%) (بعد فيرناندو 1993، وفيرناندو وهالوارت 2001؛ بيانات من الإحصائيات العالمية للأرز لـ IRRI ، وقاعدة بيانات منظمة الأغذية والزراعة 2001 على الموقع: www.irri.org/science/ricestat/index.asp).

جمعها أو زراعتها صغيرة في العادة. وينظر إلى الأرز بصورة عامة كمحصول مزروع بمفرده، ويعتبر السلعة الرئيسة للأمن الغذائي المحلي والوطني. وعليه، فإن التركيز في الاستراتيجيات الوطنية لإنتاج المحاصيل يقع على تعزيز غلال الأرز، والذي غالباً ما يؤدي بدوره إلى زيادة في مدخلات الأسمدة ومبيدات الآفات. وفي أغلب الأحيان يتم تجاهل هذه الممارسات التي تهدد مكونات أخرى للنظم البيئية المعتمدة على الأرز.

يجب أن يبني صناع السياسات قراراتهم على معلومات سليمة. ومع ذلك لا تتوافر في العادة المعلومات التي يحتاجونها من حيث مصائد الأسماك في حقول الأرز والزراعة المائية المعتمدة على الأرز، وبذلك لا يُعترف بإسهام هذه الموارد في مصادر المعيشة الريفية. وقد تعطي خطط التنمية التي تركز فقط على زيادة غلال الأرز كمية أكبر من الأرز للأكل، لكنها قد تأخذ في طريقها الكثير من الحيوانات والنباتات المائية التي تحصد أيضاً في حقول الأرز وحولها. وبدون الفهم السليم للمكونات الأخرى في النظام البيئي في حقول الأرز والاهتمام الكبير بالإرشاد بطريقة مناسبة، قد ينخفض تنوع الحيوانات والنباتات المائية بشكل كبير. والنقطة المهمة هي أن الشريحة الأفقر من المجتمع الريفي هي التي ستواجه المعاناة أكثر من غيرها جراء التأثيرات السلبية لهذه التنمية.

من مصائد الأسماك إلى الزراعة المائية

يمكن فصل نظم الأرز– الأسماك إلى نظم المصائد أو الزراعة اعتماداً على منشأ الأسماك. وتسمى كافة هذه النظم بالنظم القائمة على الأرز، أو نظم الأرز–الأسماك، على اعتبار أن زراعة الأرز تسيطر في العادة على اقتصاد المزرعة الذي تقوم فيه الزراعة المائية. وفي نظام المصائد، تدخل أسماك برية من أحواض مجاورة إلى حقول الأرز وتتكاثر في حقول تغمرها المياه. وفي نظام استزراع الأسماك، قد تملأ حقول الأرز عمداً بالأسماك إما مع محصول الأرز أو بشكل متبادل معه. وهذا ما يعرف أيضاً بالزراعة المتزامنة أو الدورية بين الأرز والأسماك. وقد تستخدم حقول الأرز أيضاً لإنتاج أسماك صغيرة أو أسماك المائدة اعتماداً على حجم بذور الأسماك المتوافرة للتكاثر، ومدة فترة زراعة السمك، واحتياجات السوق للأسماك الصغيرة أو أسماك المائدة (هالوارت 1998؛ ديماني و هالوارت 2001).

تتسم النظم البيئية لحقول الأرز بتنوع حيوي مائي غني فيها يستخدم على نطاق واسع من قبل السكان المحليين. وتعتبر الأسماك المجموعة الأكثر أهمية من حيث تنوع الأنواع وأهميتها بالنسبة للمجتمع المحلي. ووجد بالزير وآخرون (2005) 70 نوعاً مختلفاً من الأسماك في كمبوديا، بينما وجد وا (2005) 52نوعاً في الصين (الجدول 1.7). وبالإضافة

الجدول 7. 1 أ. عدد الأنواع المائية المجموعة من نظم بيئية قائمة على الأرز وتستخدمها الأسر الريفية.

المجموعة	كمبوديا	الصين
الأسماك	70	52
القشريات	6	2
الرخويات	1	4
البرمائيات	2	4
الحشرات	2	3
الزواحف	8	-
النباتات المائية	13	19

المصدر: بالزير وآخرون. (2005)؛ لو (2005).

إلى الأسماك، وجد أكثر من مئة نوع من القشريات، والرخويات، والبرمائيات، والحشرات، والزواحف، والنباتات المائية ذات الاستخدامات التغذوية، والطبية، والتزيينية، إضافة إلى استخدامات أخرى (بالزار وآخرون 2005) (الجدول 7 .2).

يمكن صيد كثير من أنواع الأسماك من حقول الأرز، لكن في نظام زراعة الأسماك، لا تحظى سوى القليل منها بأهمية تجارية. ومن بين أكثرها شيوعاً وانتشاراً هو السلطعون والبلطي النيلي. وهذان النوعان يحتاجان إلى القليل من التغذية لذا نجدهما مرغوبان في نظم الزراعة. أما النوعان الشائعان الآخران فهما *Puntius goninotus* و *Trichogaster* spp. . وتعد كثير من الأنواع التي تتنفس الهواء من قبيل الأنقليس (*Channa staiata*) والسلور (*Clarias* spp.) جيدة التكيف مع ظروف حقول الأرز الأشبه بظروف المستنقعات. ويلقى هذان النوعان من الأسماك البرية تقديراً كبيراً في نظام المصائد لأنهما يأتيان بأسعار جيدة في السوق، لكن تقديرهما أقل في نظم الاستزراع لأنهما يمكن أن يقيضا على عشائر الأسماك الأخرى.[1]

ومن الناحية التقليدية، تم عمل مصائد للأسماك لنسبة مرتفعة من الأسماك المستخدمة لاستهلاك الأسر في حقول الأرز. ومع زيادة ضغط الصيد، وتحويل كثير من الأراضي الرطبة إلى أراض زراعية، وتكثيف إنتاج الأرز، انخفضت الثروة السمكية في حقول الأرز في كثير من المناطق، وعاد المزارعون في أغلب الأحيان إلى الزراعة كمصدر بديل للبروتين الحيواني.

وظائف بيئية

تسهم كثير من الكائنات المائية التي وجدت في النظم البيئية للأرز بدور مهم كعامل للمكافحة الحيوية لنواقل المرض والآفات ذات الأهمية الطبية والزراعة، وهي عناصر

الجدول 7. 1 ب. أنواع الأسماك المجموعة من حقول الأرز والمستخدمة من قبل الأسر الريفية في كمبوديا.

النوع	اسم السمكة	النوع	اسم السمكة
Thynnichtyys thynnoides		*Clarias batrachus*	السلور عريض الراس
Mystus albolineatus		*Anabas testudineus*	الجورامي المتسلق
Osteochilus melnopleurus		*Trichogaster trichopterus*	الجورامي ثلاثي البقع
Leptobarbus hoeveni	البارب المجنون	*Rasbora tornieri*	الرسبورا صفراء الذيل
Trichogaster pectoralis	الجورامي جلد الأفعى	*Rasbora trilineata*	الرسبورا المقصية الذيل
Botia modesta	البوتيا حمراء الذيل	*Systomus partipentazona*	
Cyclocheili-chthys sp.	البارب عديم اللحية	*Rasbora daniconius*	الرسبورا الرشيقة
Hemibagrus splilopterus		*Rasbora borapetensis*	الرسبورا ذات الخط الأسود
Xenentodon cancila		*Cirrhinus microlepis*	
Paralaubuca typus		*Monopterus albus*	أنقليس المستنقعات
Notopterus notopterus		*Trichopsis vittata*	الجورامي الناعق
Trichogaster pectoralis		*Botia sp.*	اللتش الشمسية
Pristolepis fasciatus	كاتوبرا	*Pseudomystus siamensis*	سلور النحل الطنان الآسيوي
Hampala macrolepidota		*Anguilla bicolor*	الأنقليس قصير الزعنفة
Oxyeleotris marmorata	النائم الرخامي	*Parambassis sp.*	السمك الزجاجي السيامي
Henicorhynchus siamensis		*Ompok hypohthalmus*	
Channa micropletes	رأس الأفعى	*Puntius brevis*	بارب المستنقعات
Macrognathus siamensis	الأنقليس الطاووسي	*Parambassis wolffi*	السمك الملائكي
Barbodes altus		*Macrognatus taenigaster*	
Trichogaster sp.		*Osteochilus hassleti*	البلمة القرشية الفضية

يتبع في الصفحة 186

يتبع من الصفحة 185

النوع	اسم السمكة	النوع	اسم السمكة
Mastacembelus favur	أنقليس تاير تراك	*Micronema micronema*	
Trichogaster sp.	جورامي ضوء القمر	*Ompok bimaculatus*	صلور
Pangasius conchophilus		*Chitala ornate*	سمك المهرج
Puntiolites proctozysron		*Clarias macrocephalus*	الصلور الماشي
Channa striata	رأس الأفعى	*Mastacembeliadae*	
Monoterta cambodgiensis		*Esomus metallicus*	البارب المخطط الطائر
Acantopsis sp.		*Paralaubuca typus*	
Mystus mysticetus		*Clupeichthys sp.*	الرنكة
Labiobarbus siamensis		*Trichopsis schalleri*	الجورامي القزم
Barbodes gonionotus		*Macrognatus siamensis*	
Doryichtys boaja	البوري طويل الأنف	*Parachela siamensis*	
Botia helodes	بوتيا النمر	*Trichoagster sp.*	
Luciosoma bleekeri		*Cyclocheilichthys enoplos*	
Nandus nandus		*Channa lucius*	
Morulius chrysophekadion	البلمة القرشية السوداء		

مهمة للإدارة المتكاملة للآفات. وقد تقوم الأسماك التي تتغذى بشكل خاص على يرقات البعوض أو على أنواع حلزونية معينة بمكافحة نواقل الملاريا والبلهارسيا. وتسهم بعض أنواع الأسماك في المكافحة الحيوية لآفات الأرز مثل حلزون التفاح، وحافرات الساق، والمشوكة (هالوارت 2001 ،1994؛ هالوارت وآخرون 1998). وتتغذى الأسماك أيضاً على أعشاب وحشرات أخرى وبذلك تخفف من مشكلات الآفات المحتملة، وتحافظ على توازن النظام البيئي. في الواقع أثبتت المكافحة الحيوية أنها أكثر ربحاً من المعاملات الانتقائية أو المعاملات بمبيدات الآفات المعتمدة على العتبة (رولا وبيندالي 1993). علاوة على ذلك،

الجدول 7. 2قائمة توضيحية لاستخدامات عديد من الأحياء المائية في حقول الأرز.

التصنيف	الاسم العلمي	الاستخدام	الصورة
الأسماك	*Cyclocheilichthys* sp.	أسماك طازجة، معجون أسماك مخمرة، قطع أسماك مخمرة، أسماك مملحة مجففة، صلصة الأسماك	
الزواحف	*Erpeton tentaculatum*	استخدامات طبية	
البرمائيات	*Bufo melanosticutus*	استخدامها طازجة واستخدامات طبية (طاردة للديدان)	
القشريات	*Somanniathelphusa* sp.	استخدامها طازجة، وكعلف، وطعم	
الرخويات	*Pila* sp.	استخدامها طازجة، وكعلف، وطعم، وبيعها	
النباتات	*Nelumbo nucifera*	أزهار، أوراق، بذور، جذور للاستهلاك، والبيع، والتزيين، والتغليف	
الحشرات	*Lethocerus* sp.	استخدامها طازجة واستخدامات طبية	

عرف المزارعون أن الاستزراع المتزامن للأسماك مع الأرز زادت في الغالب من غلال الأرز، لاسيما في الترب الأفقر، وفي المحاصيل غير المسمدة، إذ ربما يعود ذلك إلى أن تأثيرات التسميد ودورة العناصر الغذائية للأسماك في هذه الظروف تكون بأقصى مستوى لها. ومع توفير مبيدات الآفات والمكاسب من بيع الأسماك، حقق صافي الدخل الذي أعطته مزارع الأرز–الأسماك زيادة بين 7-65 % مقارنة مع المزارع التي تقتصر على زراعة الأرز فيها فقط (هالوارت 1999).

قد تحتوي حقول الأرز أيضاً على أنواع معرضة لخطر الانقراض. إذ يعتبر النظام البيئي للأرز في المياه العميقة وأراضي الأعشاب والشجيرات المغمورة بالقرب من مستنقع تونلي، كامبوديا، موئلاً لكثير من الطيور، والتي من بينها الحبارى البنغالية، وهو نوع معرض لخطر الانقراض ولم يبقى منه سوى عشيرتين في أنحاء العالم (سميث 2001). وربما يعتبر استخدام بعض الأنواع المعرضة للانقراض، مثل بانا كاسيليان (*Ichthyophys bannacicus*)، ذات القيمة الطبية، على المدى البعيد نعمة لأن قيمتها الاقتصادية تدفع إلى زراعتها وبالتالي ضمان بقاء نوعها.

آخر النشاطات

عادة ما كان التوافر الكبير للأسماك البرية مواتياً لتطوير نظام المصائد في حقول الأرز المرتبطة بالسهول المغمورة في نظم الأنهار الكبيرة. وجرت دراسة هذا النظام مؤخراً من حيث الموارد المائية الحية المتوافرة ونمط الاستخدام التي يتبعها مزارعو الأرز في السهول المغمورة العليا والسفلى لنهر ميكونغ في زيشوانغبانا، مقاطعة يونان، الصين (لوو 2005) ومقاطعة كامبونغ ثوم، كمبوديا (بالزير وآخرون 2005). وأدى تدني توافر الأسماك البرية في المناطق الجبلية النائية إلى ظهور تطور ثقافة نظام الأرز–الأسماك. وتوجد النظم المحلية للأرز–الأسماك التي تستخدم سلالات متكيفة محلياً من أنواع الأسماك في المناطق العليا من شمالي فيتنام ولاوس. وكانت المعرفة التقليدية في مجتمعات الأرز–الأسماك هذه محور التركيز في العمل داخل مقاطعات هوا بينه، وسن لا، ولاي تشاو الفيتنامية (ميوش 2005)، ومقاطعتي زينغ خوانج وهوا فانه في لاوس (تشولاماني 2005).

وتتيح نتائج الدراسات التي أجريت مؤخراً الوصول إلى مستوى أفضل من فهم وتقدير التنوع الغني وقيمة الموارد المائية، والممارسات المحلية ذات الصلة بمصائدها واستزراعها، والحاجة إلى العمل بشكل وثيق مع المزارعين للقيام بتدخلات مناسبة لإنتاج الزراعات المائية. وتتمثل الخطوة الأولى في جعل التنوع الحيوي المائي القائم على الأرز على مستوى الحكومات، حيث يحفّز صناع القرار على إيلاء مزيد من الاهتمام بتعزيز التنوع الحيوي المائي والإسهام التغذوي للكائنات المائية في وجبات سكان الريف الذين ينتجون الأرز أو يعتمدون عليه (الإطار 7 .1). وكشفت التحريات الأولية للعلاقة بين زراعة الأرز، والموارد المائية الحية، ومصادر المعيشة لدى السكان الذين يديرون هذه النظم عن قيمة التنوع الحيوي بالنسبة للمجتمعات الريفية (الإطار7 .2).

الإطار 7. 1 التنوع الحيوي المائي القائم على الأرز في دائرة الضوء خلال الجلسة العشرين للمفوضية الدولية المعنية بالأرز، 26-23 تموز/يوليو 2002

تشكل المفوضية الدولية المعنية بالأرز والتابعة لمنظمة الأغذية والزراعة محفلاً يقوم فيه كبار صناع السياسات والمختصون في الأرز من البلدان المنتجة للأرز بمراجعة برامجهم الوطنية للبحوث والتنمية. وتتمثل أهداف هذا المحفل في تحفيز العمل الوطني والدولي في قضايا ذات صلة بإنتاج وحفظ الأرز، وتوزيعه واستهلاكه. وتجتمع المفوضية كل أربع سنوات، حيث قدمت في جلستها العشرين في بانكوك من تموز/يوليو عام 2002 التوصيات التالية:

- يتعين على البلدان الأعضاء تحفيز التنمية المستدامة للتنوع الحيوي المائي في النظم البيئية القائمة على الأرز، ويتعين على قرارات السياسات والإجراءات الإدارية تعزيز قاعدة الموارد المائية الحية. وفي المناطق التي تستنزف فيها الأسماك البرية، يجب أن ينظر إلى نظام زراعة الأرز–الأسماك كوسيلة لتعزيز الأمن الغذائي وضمان استدامة التنمية الريفية.
- يجب إيلاء اهتمام في الإسهام التغذوي للكائنات المائية في وجبات السكان الريفيين المنتجين للأرز أو المعتمدين عليه.

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة (2002).

النظم البيئية الإنتاجية تحت التهديد

يشير الدليل من التقييم الريفي التشاركي للمجتمعات العاملة في الزراعة أو تربية الأسماك إلى أن توافر الموارد المائية في حقول الأرز أخذ منحى هابطاً (بالزير وآخرون 2005؛ لوو 2005). ورغم أن كمية الكائنات المائية المستهلكة بقيت ثابتة، إلا أن مصائد الأسماك القائمة على الأرز وفرت منذ عقد مضى نصف كمية هذا الاستهلاك، بينما يتم الحصول على كمية من خمس إلى ثلث هذا الاستهلاك من مصائد الأسماك في الزراعة القائمة على الأرز، والباقي إما تشترى أو تزرع (لوو 2005). ويدعي المزارعون في زيشوانجبانا أن الأسماك أضحت أقل توافراً وأن كمية الأحياء المائية التي تجمع اليوم في يوم واحد تعادل ما كان يجمع منذ عقد مضى خلال ساعة واحدة. وعلى نحو مماثل، تشير الدراسة الكمبودية (بالزير وآخرون 2005) إلى أن عمليات صيد الأسماك انخفضت بشكل كبير خلال العقدين الماضيين. ويقدر القرويون أن كمية الأسماك خلال فترة من ثلاثة إلى خمس سنوات لن تكون كافية لكسب العيش. فالسكان في تزايد، وضغط الصيد على الموارد المائية المتزايد على نحو مطرد يشكل عاملاً مهماً في انخفاض الموارد المائية الحية. أما الأنشطة الأخرى ذات الصلة فهي مسؤولة أيضاً عن انخفاضها، من قبيل استخدام مبيدات الآفات، وتدمير

الإطار 7. 2. التغذية والموارد المائية في مقاطعة كوانغ تري، في وسط فيتنام

توصف فيتنام بأعلى معدلات سوء تغذية لدى البالغين والأطفال بين بلدان جنوب شرق آسيا (منظمة الأغذية والزراعة 1999). ولا تلبى الاحتياجات الغذائية الأساسية لدى كثير من الأطفال (راينهارد و ويجاياراتني 2002)، وبحسب منظمة الصحة العالمية توجد مشكلات صحة عامة مهمة، إذ أن لدى 40% من البالغين دليل كتلة جسم أقل من 18.5 وهي القيمة الحدية لنقص الوزن. وبالتعاون مع برنامج التخفيف من وطأة الفقر الممول من وزارة الخارجية الفنلدية، ووزارة التخطيط والاستثمار الفيتنامية، وبرنامج كوانغ تري للتنمية الريفية في وسط فيتنام، شاركت منظمة الأغذية والزراعة في دراسة حول الوضع التغذوي للأسر التي تزرع محصول الأرز ودور الموارد المائية في وجباتهم اليومية في كوانغ تري، التي تعد من أشد المقاطعات فقراً في وسط فيتنام. وتم إيلاء اهتمام خاص بعلامات سوء التغذية لدى الأطفال دون الخامسة من العمر.

الطرائق

استخدمت الدراسة نهجاً تشاركياً يركز بشكل رئيس على تقييم سلوك السكان الريفيين وتجربتهم مع التغذية والوضع الصحي واستخدامهم للموارد المتاحة. واشتملت الدراسة على ثلاثة عناصر: استبيان حول الأسرة، وقياسات بشرية (أنثروبومترية) للأطفال دون الخامسة من العمر، ومناقشات مجموعات التركيز. وجرى اختيار المجتمعات (أي القرى) عشوائياً: خمسة تجمعات في منطقة داكرونغ النائية، الواقعة في منطقة جبلية، وتجمعين في منطقة هاي لانغ وواحد في منطقة كام لو، الواقعة في أراض منخفضة. وفي كل تجمع تم اختيار 15-30% من الأسر، بمتوسط خمسة أفراد في كل أسرة. وقيس سوء التغذية لدى الأطفال باستخدام ثلاثة دلائل قياسية: نقص الوزن (الوزن/العمر)، التقزم (الطول/العمر)، والهزال (الوزن/الطول).

النتائج

وجد أن الأسماك كانت الحيوانات المائية الأكثر استهلاكاً بصورة متكررة، حيث يتناول 80% من الأسر في منطقة هاي لانغ، و89% في كام لو، 39و% في داكرونغ السمك مرتين أو أكثر في الأسبوع (جدول الإطار .7 2أ). ويبدو أن الأسماك هي الطعام المفضل جداً بسبب مذاقها اللذيذ، وسهولة توافرها، وخصائصها الصحية. وأظهرت الدراسات أن المذاق يشكل السبب الرئيس لاستهلاك الحيوانات المائية؛ حيث يقول معظم المستجيبين أنهم يتناولون الأفاعي بسبب خصائصها الصحية، ويتناولون الضفادع، والحشرات، والسرطان الحقلي لسهولة توافرها. ونادراً ما تؤكل الأفاعي في كافة هذه المناطق، بينما تعتبر الحشرات طعاماً رئيساً لقرابة نصف الأسر في منطقة داكرونغ الجبلية.

يتبع في الصفحة 191

جدول الإطار 7. 2أ. تكرار استهلاك الأسماك (%) وأحياء مائية أخرى بين الأسر الخاضعة للمسح.

	إطلاقاً	1×/الشهر	2–3/الشهر	1×/الأسبوع	2-5×/الأسبوع	كل يوم (6–7×/الأسبوع)	أحياناً
هاي لانغ (70 أسرة)							
أسماك	2.9	-	1.4	5.7	61.4	18.3	10.3
أفاعي	48.3	8.6	4.3	-	-	-	2.8
حلزون	45.7	21.4	8.6	10.0	1.4	1.4	11.5
سرطان حقلي	54.3	15.7	7.1	5.7	4.3	-	12.9
قريدس	5.7	1.4	4.3	4.3	67.1	4.3	12.9
حشرات	92.9	1.4	1.4	-	2.9	0.1	1.3
ضفادع	60.0	7.1	4.3	5.7	1.4	-	21.5
كام لو (53 أسرة)							
أسماك	-	2.9	-	8.6	17.4	17.1	-
أفاعي	94.3	-	5.7	-	-	-	-
حلزون	68.6	8.6	8.6	-	2.6	-	11.3
سرطان حقلي	51.4	2.9	8.6	11.4	11.4	-	14.3
قريدس	20.0	8.6	5.7	25.7	37.1	-	2.9
حشرات	88.6	-	-	5.7	2.9	-	2.8
ضفادع	62.9	2.9	5.7	8.6	8.6	-	11.3
داكرونغ (169 أسرة)							
أسماك	1.3	21.5	27.8	10.1	33.5	5.1	0.7
أفاعي	87.3	5.1	3.2	-	0.6	-	3.8
حلزون	26.6	27.8	16.4	5.1	9.5	-	14.6
سرطان حقلي	46.2	20.9	10.8	4.4	1.3	-	16.4
قريدس	21.5	23.4	19.6	8.9	11.4	-	15.2
حشرات	58.2	11.4	12.0	4.4	4.4	0.6	9
ضفادع	48.1	21.5	9.5	5.7	1.3	-	13.9

يتبع من الصفحة 190

يتبع في الصفحة 192

يتبع من الصفحة 191

أظهرت الدراسة أن الأسر في منطقة داركرونغ النائية والفقيرة تستهلك وسطياً كمية أكبر من الأحياء المائية، وبخاصة الحلزون، إلى جانب الحشرات والضفادع، مقارنة مع الأسر في مناطق أخرى. وفي منطقة هاي لانغ الأغنى، بلغ متوسط الاستهلاك اليومي من الأسماك 310 غ للأسرة، بينما كان متوسط الاستهلاك في كام لو وداكرونغ 260 غ و240 غ على التوالي (إطار الصندوق 7. 2ب).

وجاء عن نسبة كبيرة من النساء أنهن يطعمن أطفالهن بعمر 4-12 شهراً السمك، والقريدس الصغير، والسرطان الحقلي. وفي منطقة هاي لانغ، كانت 80% من الأسر تحضر طعام أطفالها من السمك، 64 و% من الأسر حضرت طعامها من القريدس الصغير من مرتين إلى خمس مرات في الأسبوع. وكان ثمة اختلاف بين المناطق الأغنى والأفقر، حيث لم تطعم سوى 30% من الأسر في منطقة داكرونغ الأفقر أطفالها السمك مرتين أو أكثر في الأسبوع.

توافر التنوع الحيوي المائي

ورد ذكر أربعين نوعاً مختلفاً من الأسماك من الأسماك البرية، حيث استخدمت بعضها في الاستزراع. وذكر مشاركون في كافة المناطق أنهم يواجهون صعوبة أكبر في جمع حيوانات مائية برية اليوم أكثر مما كان عليه الحال قبل عشر سنوات. وذكر القرويون أن الأسباب المحتملة تشتمل على استخدام مبيدات الآفات ومبيدات الأعشاب بكثافة أكبر في الإنتاج الزراعي وبسبب الطلب المتنامي على الموارد من السكان المتزايدة أعدادهم. إلى جانب ذلك، تستخدم في معظم المناطق طرائق غير مستدامة للصيد كالصيد بالكهرباء، والتسميم، واستخدام الشباك الناعمة للصيد، وهذا ما يهدد كميات الحيوانات المائية وقدراتها على التكاثر.

مع ذلك جمع أكثر من نصف الأسر حيواناتهم المائية من البرية، بما في ذلك حقول الأرز. إضافة إلى استهلاكها من قبل الأسر، عملت مثل هذه الحيوانات على توفير الدخل، إذ قامت 9% من الأسر في منطقتي كام لو وهاي لانغ ببيع الأسماك من البرية في السوق، وباعت أكثر من 75% من الأسر في منطقة داكرونغ النائية السمك وموارد مائية أخرى من البرية إلى أفراد في قرى أخرى. واشترت جل الأسر الأسماك والقريدس من الأسواق، باستثناء تلك الأسر في منطقة داكرونغ، حيث حصل فيها 67% من الأسر على هذه المواد من البرية. وفي كافة هذه المناطق، تجمع الأفاعي والحلزون والضفادع من البرية، وبخاصة من قبل الأسر في منطقة داكرونغ النائية. ووفقاً للمسح، تعتبر الأسواق مصادر مهمة للأغذية في ضوء التنوع الحيوي الآخذ في الاضمحلال في حقول الأرز.

الوضع التغذوي

كشفت الدراسة عن حالات إصابة بسوء التغذية لدى الأطفال في كافة المناطق، وبخاصة في منطقة داكرونغ الجبلية النائية (جدول الإطار 7. 2ج). وبالمقارنة مع الوضع في المنطقة

يتبع من الصفحة 192

جدول الإطار 7.2ب. استهلاك الأسر للأحياء المائية (معدل عدد أفراد الأسر 5 أشخاص)

المنطقة	كمية الموارد المائية (كغ/يوم)						
	أسماك	أفاعي	حلزون	سرطان حقلي	قريدس	حشرات	ضفادع	إجمالي
هاي لانغ (70)	0.39	0.01	0.05	0.05	0.11	0.03	0.02	0.66
كام لو (53)	0.26	0.02	0.04	0.15	0.21	0	0.06	0.74
دارونغ (169)	0.24	0.02	0.21	0.09	0.14	0.06	0.07	0.83

يتبع في الصفحة 194

يتبع من الصفحة 193

جدول الإطار 7 .2 ج. الوضع التغذوي لدى الأطفال دون الخامسة من العمر في ثلاثة مناطق دراسة وفقاً للشدة والتجمع (%)

		المناطق (عدد الأطفال الخاضعين للقياس) والتجمعات							
		هاي لانغ (241)			كام لو (50)		داكرونغ (282)		
	مؤشرات سوء التغذية	هاي ثون	ها لي	كام ليو	تريو نجوين	أ. نجو	أ. بونغ	هك نجهي	تا لونغ
نقص الوزن	الوزن/العمر								
الشدة (منخفضة– مرتفعة جداً)	11.9 متوسطة	30.2 مرتفعة جدا	28 مرتفعة	45.8 مرتفعة جداً	46.2 مرتفعة جدا	64.6 مرتفعة جداً	50.0 مرتفعة جداً	39.3 مرتفعة جداً	
التقزم	الطول/ العمر الشدة (منخفضة – مرتفعة جداً)	20.1 متوسطة	29.5 متوسطة	42 متوسطة	44.7 مرتفعة جدا	53.8 مرتفعة جداً	68.8 مرتفعة جداً	61.5 مرتفعة جداً	50.0 مرتفعة جداً
الهزال	الوزن/ الطول الشدة (منخفضة– مرتفعة جداً)	0.3 منخفضة	8.3 منخفضة	2 منخفضة	6.3 متوسطة	7.7 متوسطة	14.6 مرتفعة جداً	6.4 متوسطة	10.7 مرتفعة

يتبع من الصفحة 194

الشمالية الوسطى من فيتنام، كانت نسبة الأطفال الذين يعانون من نقص الوزن والتقزم في هاي لانغ وكام لو أدنى أو مساوية، وكانت نسبة الهزال ثلث المتوسط الإقليمي فقط. وتظهر منطقة داكرونغ النائية معدلاً أعلى من نقص الوزن والتقزم، حيث أن معدل الهزال في بعض تجمعات داكرونغ أدنى من المعدلين الإقليمي والوطني. وفي هذه التجمعات النائية تعد الموارد المائية البرية أكثر أهمية لدى الأسر منه في مناطق الأراضي المنخفضة الأغنى.

الاستنتاج

أظهرت الدراسة أن التنوع الحيوي المائي في نظم الإنتاج القائمة على الأرز تسهم بشكل مهم في الأمن الغذائي لدى سكان الريف. وفي المناطق الجبلية النائية، يكون استهلاك الأحياء المائية أعلى منه في المناطق المنخفضة، إلا أن الوجبات الغذائية تشتمل على كمية أقل من الأسماك والأفاعي، وكمية أكبر من الحلزون، والحشرات، والضفادع. وبصورة عامة، لا يكفي الغذاء المتوافر من البرية أو من الأسواق لتلبية طلب كامل السكان. غير أن التنوع الحيوي المائي يوفر فوائد تغذوية لنسبة كبيرة من السكان. وتظهر بيانات قياس الإنسان أن الوضع التغذوي أسوأ في المناطق النائية، ويعرف من دراسات أخرى أن هذه التجمعات معرضة لنقص في الأغذية الأساسية، وغالباً ما تمتد لعدة شهور في السنة. وفي هذه المناطق قد تساعد الأحياء المائية الداخلة في الوجبات الغذائية على تلبية متطلبات الطاقة الرئيسة لدى السكان، ومع غياب التنوع الحيوي المائي كمصدر للتغذية، سيصبح سوء التغذية وانعدام الأمن الغذائي أكبر. إضافة إلى ذلك، قد يكون للوضع الصحي للإنسان دور مهم. وتشير النتائج إلى الحاجة إلى المزيد من البحوث لاختبار الدور التغذوي للأحياء المائية المتنوعة، ولاسيما للسكان ذوي الموارد الفقيرة في المناطق النائية.

مزارع تربية الأسماك، وطرائق الصيد غير القانونية كالصيد بالصعق الكهربائي، والتسميم الكيماوي. وتعتبر جهود التنمية حاجة ملحة لمواجهة هذه التهديدات.

ويعد فقراء الريف بصفة خاصة هم من يعتمد على التنوع الحيوي المائي في حقول الأرز. وقد لا يملكون المال، لكن في كثير من المناطق لا يزال لديهم التنوع الحيوي الذي يدعمهم (الإطار 7 .2). وتتمثل التهديدات التي تواجههم في تدمير الموارد السمكية من خلال الاستثمار المفرط لمصائد الأسماك الصناعية، وتقييد الحصول على الموارد السمكية، مثل تأجير أراضي الصيد إلى شركات صيد تجارية كمواقع صيد. وسيكون الضرر الأكبر من نصيب الفقراء بسبب عدم امتلاكهم للأراضي لزراعتها وبسبب اعتمادهم على الصيد من مصادر برية.

الاستنتاج

يرتبط تنوع الأنواع المائية وأهميتها بالنسبة لمصادر المعيشة الريفية المعتمدة على الأرز بالنظم البيئية للأرز المروي والبعلي والمزروع في المياه العميقة حول العالم (الشكل2 .7). وتعتبر الجهود مطلوبة على المستويين الدولي والوطني لتقييم دور التنوع الحيوي المائي في النظم البيئية القائمة على الأرز ومصادر المعيشة الريفية. وتعد الدراسات النوعية مطلوبة لتحري الإسهام التغذوي للتنوع الحيوي المائي للأسر التي تزرع الأرز، لاسيما من حيث دور الدهون والزيوت، ورفع التوعية بقيمتها بالنسبة لصحة الإنسان ورفاهه (انظر الفصل 15 لدراسات التغذية). وتشتمل الجهود الراهنة التي خططت لها مؤسسات في كمبوديا والصين ولاوس وفيتنام على ورشات عمل وطنية وإقليمية، حيث ستعرض فيها معلومات حول جمع واستخدام الأحياء المائية وأهميتها في مصادر المعيشة الريفية على صناع السياسات والمرشدين الزراعيين (منظمة الأغذية والزراعة/NACA 2003). ويتم التخطيط لأنشطة مشابهة في مناطق أخرى، لاسيما في غربي إفريقيا وأمريكا اللاتينية.

وعلى مستوى السياسات، يجب إيلاء أهمية خاصة بإدارة الموارد المائية في استراتيجيات التنمية الريفية، والأمن الغذائي، والتخفيف من الفقر. وعند تحديد أهداف زيادة إنتاج الأرز، يجب إدراك ارتفاع إجمالي التنوع والإنتاجية في النظام البيئي لحقول الأرز. وسوف يرتبط تكثيف وتخصيص النظام لزيادة إنتاج الأرز إلى الحد الأعظم بصورة عامة مع فقد بعض المنتجات الأخرى. وعليه، فإن من الأهمية الجوهرية بمكان تقييم ما ستؤول إليه هذه التغييرات، وتحديد الجهة المستفيدة، والجهة الخاسرة، ومحاولة إيجاد سبل تقليص الخسائر إلى الحد الأدنى، وزيادة الأرباح إلى الحد الأقصى.

ملاحظة

1. لا يمكن دائماً التمييز بشكل واضح بين نظامي المصائد والاستزراع. فعلى سبيل المثال، يوجد نظام متوسط في تايلاند يعتمد فيه نظام الإدارة على الأسماك التي تربى كفرائس لأنواع برية. ومثل هذه الخسائر تعد مقبولة بسبب القيمة العالية التي تعطيها السوق للأسماك البرية في أسواق محلية (سيتبونسارنغ 1994).

References

Balzer, T., P. Balzer, and S. Pon. 2005. Traditional use and availability of aquatic biodiversity in rice- based ecosystems. I. Kampong Thom Province, Kingdom of Cambodia. In M. Halwart, D. Bartley, and H. Guttman, eds., *Aquatic Biodiversity in Rice- Based Ecosystems* (cd- rom). Rome: fao.

Choulamany, X. 2005. Traditional use and availability of aquatic biodiversity in rice- based ecosystems. III. Xieng Khouang and Houa Phanh provinces, Lao pdr. Northern Laos. In M. Halwart and D. Bartley, eds., *Aquatic Biodiversity in Rice-Based Ecosystems* (cd- rom). Rome: fao.

Demaine, H. and M. Halwart. 2001. An overview of rice- based small- scale aquaculture. In *Utilizing Different Aquatic Resources for Livelihoods in Asia: A Resource Book*, 189–197. Cavite, Philippines: International Institute of Rural Reconstruction, International Development Research Centre, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Network of Aquaculture Centers in Asia–Pacific, and International Center for Living Aquatic Resources Management.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1999. *Nutrition Country Profiles: Viet Nam*. Rome: fao. Available at ftp.fao.org/es/esn/nutrition/ncp/viemap.pdf.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2002. *Report of the* 20*th Session of the International Rice Commission*, Bangkok, Thailand, July 23–26, 2002. Rome: fao.

FAO/MRC (Food and Agriculture Organization of the United Nations and Mekong River Commission). 2003. *New Approaches for the Improvement of Inland Capture Fishery Statistics in the Mekong Basin*. Report of the Ad Hoc Expert Consultation, Udon Thani, Thailand, September 2–5, 2002. Publication No. 2003/01. Bangkok: fao/rap.

FAO/NACA (Food and Agriculture Organization of the United Nations and Network of Aquaculture Centres in Asia–Pacific). 2003. *Traditional Use and Availability of Aquatic Biodiversity in Rice- Based Ecosystems*. Report of a Workshop, Xishuangbanna, Yunnan, P.R. China, October 21–23, 2002. Rome, Italy: FAO. Available at ftp.fao.org/fi /document/xishuangbanna/xishuangbanna .pdf.

Fernando, C. H. 1993. Rice field ecol ogy and fish culture: An overview. *Hydrobiologia* 259:91–113.

Fernando, C. H. and M. Halwart. 2001. Fish farming in irrigation systems: Sri Lanka and global view. *Sri Lanka Journal of Aquatic Sciences* 6:1–74.

Halwart, M. 1994. *Fish as Biocontrol Agents in Rice: The Potential of Common Carp* Cyprinus carpio *and Nile Tilapia* Oreochromis niloticus. Weikersheim, Germany: Margraf Verlag.

Halwart, M.1998. Trends in rice–fish farming. *FAO Aquaculture Newsletter* 18:3–11.

Halwart, M. 1999. Fish in rice- based farming systems: Trends and prospects. In D. van Tran, ed., *International Rice Commission: Assessment and Orientation Towards the* 21*st Century,* 130–141. Proceedings of the 19th Session of the International Rice Commission, Cairo, Egypt, September 7–9, 1998. Rome: fao.

Halwart, M. 2001. Fish as biocontrol agents of vectors and pests of medical and agricultural importance. In *Utilizing Different Aquatic Resources for Livelihoods in Asia: A Resource Book*, 70–75. Cavite, Philippines: International Institute of Rural Reconstruction, International Development Research Centre, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Network of Aquaculture Centers in Asia–Pacific, and International Center for Living Aquatic Resources Management.

Halwart, M. 2003. Recent initiatives on the availability and use of aquatic organisms in rice- based farming. In *Proceedings of the 20th Session of the International Rice Commission*, 195–206. Bangkok, Thailand, July 23–26, 2002. Rome: fao.

Halwart, M., M. C. Viray, and G. Kaule. 1998. The potential of *Cyprinus carpio* and *Oreochromis niloticus* for the biological control of aquatic pest snails in rice fields: Effects of predator size, prey size and prey density. *Asian Fisheries Science* 10:31–42.

Luo, A. 2005. Traditional use and availability of aquatic biodiversity in rice- based ecosystems. II. Xishuangbanna, Yunnan, P.R. China. In M. Halwart, D. Bartley, and J. Margraf, eds., *Aquatic Biodiversity in Rice- Based Ecosystems* (cd- rom). Rome: fao.

Meusch, E. 2005. Traditional use and availability of aquatic biodiversity in ricebased ecosystems. III. Northwestern Viet Nam. In M. Halwart and D. Bartley, eds., *Aquatic Biodiversity in Rice- Based Ecosystems* (cd- rom). Rome: fao.

Reinhard, I. and K. B. S. Wijayaratne. 2002. *The Use of Stunting and Wasting as Indicators for Food Insecurity and Poverty*. Working Paper 27, Integrated Food Security Programme trincomalee. Available at www.sas.upenn.edu/~dludden/stunting wasting.pdf.

Rola, A. and P. Pingali. 1993. *Pesticides, Rice Productivity, and Farmers' Health: An Economic Assessment.* Manila: International Rice Research Institute and World Resources Institute.

Setboonsarng, S. 1994. Farmers' perception towards wild fish in ricefields: "Product,

not predator"—An experience in rice–fish development in northeast Thailand. In C. R. dela Cruz, ed., *Role of Fish in Enhancing Ricefield Ecology and in Integrated Pest Management,* 43–44. ICLARM Conf. Proc. 43. Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management.

Smith, J. D., ed. 2001. *Biodiversity, the Life of Cambodia: Cambodian Biodiversity Status Report* 2001. Phnom Penh: Cambodia Biodiversity Enabling Activity.

9 إدارة التنوع الحيوي للتربة في النظم الزراعية البيئية

ج. ج. براون، م. ج. سويفت، د. إ. بيناك، س. بونينغ، أ. مونتانيس، و ل. بروسارد
G. G. BROWN, M. J. SWIFT, D. E. BENNACK, S. BUNNING, A. MONTÁÑEZ,
AND L. BRUSSAARD

أبعاد التنوع الحيوي للتربة

التربة ليست مجرد تكتل القليل من المادة العضوية والجزيئات المعدنية مع الشوارد التي يمكن للنبات استخدامها. بل هي كيان حي ومسكن لعدد لا يحصى من الكائنات الحية التي قد تتجاوز في تنوعها تلك التي تعيش فوق سطح الأرض خارج التربة.

وتحتوي نظم التربة على مجموعة من الكائنات الحية الأكثر تنوعاً واختلافاً على الأرض (بروسارد وآخرون، 1997؛ جيللر وآخرون، 1997؛ وول وموور 1999). ولهذه الكائنات الحية مجال واسع من أحجام الجسم، واستراتيجيات التغذية، وعادات الحياة، من مائية تماماً إلى برية حصراً (باتير 1996). وتتراوح بحجمها من الحجم الأصغر كالبكتيريا، والطحالب، والفطريات، والأوليات، إلى الأكثر تعقيداً كالنيماتودا، والمفصليات المجهرية، ودود الأرض المرئي، والحشرات، وكافة الفقاريات، والنباتات. ويشكل هذا المجتمع من الكائنات الحية الشبكة الغذائية في التربة، والتي تمثل التفاعلات والتحولات في الطاقة والعناصر الغذائية بين المنتجين الرئيسين (النباتات، والشيبيبات، والأشنة، وبكتيريا التركيب الضوئي، والطحالب)، وكائنات التربة التي تستهلك مكونات عضوية مشتقة من النباتات، إلى جانب كائنات أخرى ونفايات المنتجات الثانوية، وبعض البكتيريا التي تحصل على طاقتها من مركبات معدنية.

إن تنوع الحياة في التربة (التنوع الحيوي في التربة) يوجد ويتفاعل على المستوى الوراثي، والبينوعي، والبيئي. ومن المناسب التفكير به كمجموع كافة الكائنات الحية التي تمضي جزءاً ما من دورة حياتها في التربة أو على سطحها مباشرة، بما في ذلك النفايات السطحية، والمادة العضوية المتفسخة. وتعيش كثير من الأنواع الحشرية الأرضية في التربة خلال مرحلة ما من حياتها (باتر 1996)، حيث تشتمل أحياء التربة على كائنات حية مألوفة كالنمل الأبيض، ودود الأرض، والنمل، وكذلك الكثير من اللافقاريات والكائنات المجهرية.

ولا يوجد مكان في الطبيعة توجد فيه الحشرات بكثافة كوجودها في مجتمعات التربة (هاغفار 1998). فعلى سبيل المثال، قد يحتوي غرام واحد من التربة على عدة آلاف من أنواع البكتيريا وملايين الأفراد (تورسفيك وآخرون. 1994). وقد تحتوي التربة السليمة الأنموذجية على عديد من أنواع الحيوانات الفقارية ودود الأرض، ومن 20–30 نوعاً من الحلم، ومن 50– 100 نوع من الحشرات، وعشرات الأنواع من النيماتودا، ومئات الأنواع من الفطريات، وربما آلاف الأنواع من البكتيريا وجراثيم الشعاوات (إيناغهام 1999). ويظهر أن التنوع الحيوي في التربة أكبر داخل الغابات والأراضي الطبيعية العذراء أو التي تعرضت إلى القليل من التعكير (كالأراضي العشبية) منه في المراعي والحقول المزروعة. إلا أن تنوع الكائنات الحية وعددها وأنماطها يختلف بين نظام لاستخدام الأراضي ومحيط بيئي إلى آخر اعتماداً على عوامل كثيرة بما فيها التهوية، والحرارة، والحموضة، والرطوبة، والمحتوى من العناصر الغذائية، ونوعية المادة العضوية، وكميتها، حيث يمكن للأنشطة البشرية التأثير بشكل قوي فيها جميعاً.

وتعتبر التربة أيضاً وسطاً معقداً من الناحية الفيزيائية. ومع تداخلها بشبكة هائلة من المسمات الصغيرة، والمسمات الكبيرة، والأنفاق، نجد أن مصفوفة التربة مع مسافات المسمات والمساحة الكبيرة لسطحها توفر موئلاً لطيف من الكائنات الحية وعملياتها الحيوية التي تلزمها للحياة. ويخلق التباين المكاني والزماني الكبير في توافر المواد العضوية، والمياه، وعناصر غذائية أخرى بنية تعشيشية معقدة في التربة، إذ توفر بنية التربة ومصادر الغذاء فيها الظروف لتطور وصون تفاعلات معقدة ومتشابكة وأحياناً اغتذائية فائضة بين الكائنات الحية في التربة. ومع الأخذ بعين الاعتبار هذا التعقيد البيئي، يعد عدد هائل من النباتات، والحيوانات، والمجتمعات المكروبية قادرة على التعايش وتوفر طيفاً من الوظائف والخدمات. إلا أن هذا النظام الحيوي والديناميكي في التربة تحت الأرضية غالباً ما لا يعترف به، أو قد يفهم على نحو ضيق، الأمر الذي يؤدي إلى إساءة إدارته.

إن هذا التنوع الهائل، إلى جانب المصاعب التقنية المرتبطة بدراسة النظام البيئي في التربة، والافتقار إلى خبراء في علم التصنيف لوصفه، أدى إلى ضعف كبير في المعرفة بالتنوع الحيوي في التربة على مستوى العالم. وتفتقر بعض عمليات الجرد التصنيفي المتوافرة حالياً إلى الصورة الدقيقة لعدد الأنواع التي تعيش في نظم التربة. وعلى اعتبار أن مجتمعات التربة شديدة التنوع، مع ضعف في معرفتها ووصفها، فقد أطلق عليها «آخر الحدود الأحيائية الأخرى» (أندريه وآخرون 1994) أو «الغابة المطرية الاستوائية للفقراء» (أشير وآخرون. 1979).

وتعرض التقديرات المتاحة لعدد الأنواع الموصوفة لأحياء مختارة في التربة في الجدول 1. 9. لكن علينا التأكيد أن هذه التقديرات هي تقديرات أولية، وأدنى بكثير من إجمالي عدد الأنواع المقدر لكل مجموعة. فعلى سبيل المثال، يتراوح العدد الموصوف للأنواع الفطري

الجدول 9. 1. إجمالي عدد الأنواع الموصوفة لأحياء التربة الرئيسة

الكائنات الحية وفقاً لفئة الحجم	عدد الأنواع الموصوفة
المكروبات	
البكتريا والجراثيم	3200
الفطريات	60,000
الحيوانات المجهرية	
الحيوانات الأولية	36,000
الينماتودا	15.000
الدوارة (حيوانات مجهرية مائية)	2,000
Tardigrades	750
الحيوانات المتوسطة	
الحَلَم	Ca 45,000
سبرينجتيل (collembola springtail)	7,500
العقارب الكاذبة	3,235
العكابيات	659
المرتفقات	200
كثيرات الأرجل	700
الدود الخيطي	800
الحيوانات العيانية	
الحشرات الآكلة للجذور	أقل من 40,000
الخنافس (مغمدات الأجنحة)	350,000
الحريش (مضاعفات الأرجل)	10,000
الحريش (شفويات الأرجل)	2,500
العقارب	1,259
العناكب	38,884
الحلزون (بطنيات الأرجل)	30,000
قمل الخشب (متسقات الأرجل)	4,250
النمل الأبيض (متسقات الأجنحة)	2,800
النمل (النملاوات)	11,826
الحاصدون (Opiliones)	5,500
دود الأرض (oligocheta)	3,800
الدود المخملي (onchophora)	90

المصدر: هوكسورث وموند (1991)؛ بروسارد وآخرون. (1997)؛ واد ومور (1999)؛ موريرا وآخرون؛ ليفينزون وبرادو (2005، -2006).

التي تعيش في التربة من 18,000 إلى 35,000 ، إلا أن الرقم المتوقع قد يتجاوز الـ 100,000 (هوكسورث 1991). ومن المتوقع أن تكون النيماتودا والحلَم أكثر غنى بالأنواع، حيث لم يوصف سوى 3% و5% من إجمالي عددها على التوالي (هوكسورث وموند 1991). وتعد تقديرات البكتريا والجراثيم صعبة (هوكسورث وكالين – أيويو 1995) بسبب انقسام الرأي العلمي حول المعيار الذي يعرف نوعاً ما في هاتين المجموعتين. إضافة إلى ذلك، تعمل الصعوبة في عزل وتغذية سلالات نقية من هذه الكائنات الحية على تعقيد تعريفها. إلا أن تطور الطرائق الجزيئية لاستخلاص ووصف التركيبة الوراثية للنباتات المجهرية في التربة قد أطلق مرحلة جديدة من دراسة البكتريا ومكروبات أخرى في التربة، ومن المتوقع أن تحقق ثورة جذرية في البيئة المكروبية (انظر أمان ولودفيغ 2000؛ تورسفيك وأوفريس 2002).

وظائف النظام البيئي، وتأثيرات النطاق، والترتيبات الهرمية التنظيمية

إلا أن الدراسة التي تستحقها الكائنات الحية في التربة لا تعود لتنوعها الكبير وعلاقاتها المتبادلة المعقدة وحسب، بل كونها تؤدي أيضاً وظائف رئيسة في النظم البيئية الطبيعية والنظم الزراعية البيئية على حد سواء (الجدول 9 .2). وتعتبر التربة محيطاً لكثير من العمليات الشاملة الرئيسة التي تتدخل بها الحياة في التربة، ودورة العناصر الغذائية بشكل ملحوظ، وكذلك لحجز الكربون، وتثبيت الآزوت.

وبصورة خاصة، تعتبر أحياء التربة مسؤولة عن التعديلات التي تصيب بيئة التربة، وتؤثر في خصائصها وعملياتها الفيزيائية والكيميائية والحيوية. فعلى سبيل المثال، تؤثر معظم الحيوانات، وجذور النباتات، وبعض المكروبات المبدلة (التي تحرك التربة أو تستهلكها) في تشكيل بنية التربة، وبذلك تؤثر في العمليات المائية والأنظمة المائية (مثل الارتشاح، والتصريف، والقدرة على احتجاز الماء). وتشارك كثير من المكروبات بشكل لصيق في علاقات تعايشية أو طفيلية مع النباتات وفي حماية النبات من بعض الآفات الحشرية، وطفيليات مكروبية، والأمراض. وتعتبر بعض المكروبات محفزة لنمو النبات وغير متعايشة، حيث تعيش بشكل رئيس في منطقة الجذر، أما مكروبات أخرى فهي فاعلة في الحد من الملوثات كمبيدات الآفات ومشتقات النفط، وتحلل المادة العضوية، وتدوير العناصر الغذائية، وحجز غازات الدفيئة، وبخاصة غاز الميتان، وأكسيد النتروز، وثنائي أكسيد الكربون. وأخيراً تعتبر كثير من كائنات التربة مصادر مباشرة أو غير مباشرة للغذاء والدواء.

وبناء على ما ورد، نجد أن ثمة تباين شديد في الطرائق التي تعمل فيها كائنات حية معينة في التربة وإسهاماتها في وظائف النظام البيئي. وقد تعتمد أهميتها على الفروقات

الجدول 9. 2 وظائف النظام البيئي التي تشكلها أفراد مختلفة من أحياء التربة

الوظائف	الكائنات الحية المشاركة
صون بنية التربة	لافقاريات مبدلة (محركة للتربة أو مستهلكة لها)، وجذور النبات، ومتعايشات فطرية جذرية، وبعض الكائنات المجهرية
تنظيم العمليات المائية في التربة	معظم اللافقاريات المبدلة وجذور النبات
تبادل الغازات وحجز الكربون	معظمها كائنات مجهرية وجذور نباتات، وبعض الكربون المحمي في كداسات كبيرة متراصة للافقارايات بيولوجية المنشأ.
إزالة السمية من التربة	معظمها كائنات مجهرية
دورة العناصر الغذائية	معظمها كائنات مجهرية وجذور نباتية، بعضها لافقاريات آكلة للتربة والنفايات
تحلل المادة العضوية	لافقاريات عديدة رمامية وآكلة للنفايات (معتاشة على الحتات) فطور، بكتريا، المادوريات، وكائنات مجهرية أخرى
كبت الآفات، والطفيليات، والأمراض	نباتات، متعايشات فطرية جذرية، وفطور أخرى، نيماتودا، بكتريا، وكائنات مجهورية أخرى، كولومبولا، ودود الأرض، ومفترسات مختلفة
مصدر الغذاء والدواء	جذور نباتية، حشرات متنوعة (جنادب، ويرقات الخنافس، ونمل، ونمل أبيض)، ودود الأرض، وفقاريات، وكائنات مجهرية، ومنتجاتها الثانوية
العلاقات التعايشية واللاتعايشية بين النباتات وجذورها	المستجذرات، والمتعايشات الجذرية النباتية، والشعيات، وبكتريا اغتذائية ديازو، وكائنات مجهرية أخرى عديدة في منطقة الجذور، ونمل.
التحكم بنمو النبات (سلباً وإيجاباً)	تأثيرات مباشرة: جذور النبات، المستجذرات، والمتعايشات الفطرية الجذرية، ونيماتودا طفيلية نباتية، حشرات آكلة للجذور، وكائنات مجهرية محفزة لنمو النبات في منطقة الجذور، وتأثيرات غير مباشرة لعوامل المكافحة الحيوية: معظم أحياء التربة

في حجم الجسم، وأنماط السلوك، وكثافة العشيرة، وديناميكيتها، واستراتيجيات تاريخ حياتها، متطلبات العيش والتغذية، والتفاعلات مع كائنات حية أخرى (تآزرية وعدائية على السواء). وتعتبر النطاقات المكانية والزمانية حاسمة بشكل خاص لتحديد تأثير الوظيفة الكلي لنوع محدد في بيئة التربة (آندرسون 2000). قد تسهم كثير من الكائنات

الحية والأنواع في عملية معينة في التربة، حيث تعمل وفق قوى مختلفة من حيث المكان والزمان. فضلاً عن ذلك، تسهم كثير من الكائنات الحية أو الأنواع في عديد من العمليات المنفصلة.

فعلى سبيل المثال، قد تؤثر النيماتودا التي تتغذى على البكتريا والفطريات وفقاً لقياسات مقياس مجهري في تمعدن الآزوت (إينغهام وآخرون. 1985)، وقد يؤثر الحلم والكولومبولا التي تتغذى على النيماتودا والفطريات على مقياس من عدة ميلليمترات في عمليات المجتمع المكروبي لمسافة عدة سنتمترات (آندرسون 1995). ومن ناحية أخرى، تشكل نشاطات دود الأرض أنفاقاً وثقوباً بقطر عدة ميلليمترات، وبطول عدة سنتمترات، والتي بدورها قد تؤثر في بنية التربة والعمليات الهيدرولوجية على مقياس من عدة أمتار. وأخيراً، قد تؤثر الأنشطة واسعة النطاق المرتبطة بمستعمرات الحلم والنمل في العمليات الفيزيائية والكيميائية للتربة فوق مساحة من عدة هكتارات (سويفت وآخرون 1996). وتدوم هذه البنى في الغالب لفترة طويلة (تمتد لعدة عقود) وتتجاوز بشكل كبير العمر الفردي للكائنات الحية التي أوجدتها. وعليه، فإن هندسة التربة هذه (الإطار 9 .1) التي يقوم بها النمل، والنمل الأبيض، ودود الأرض قادرة على تعديل التربة لتصبح موئلاً لكائنات حية أخرى، بما فيها النباتات، واللافقاريات، والمكروبات.

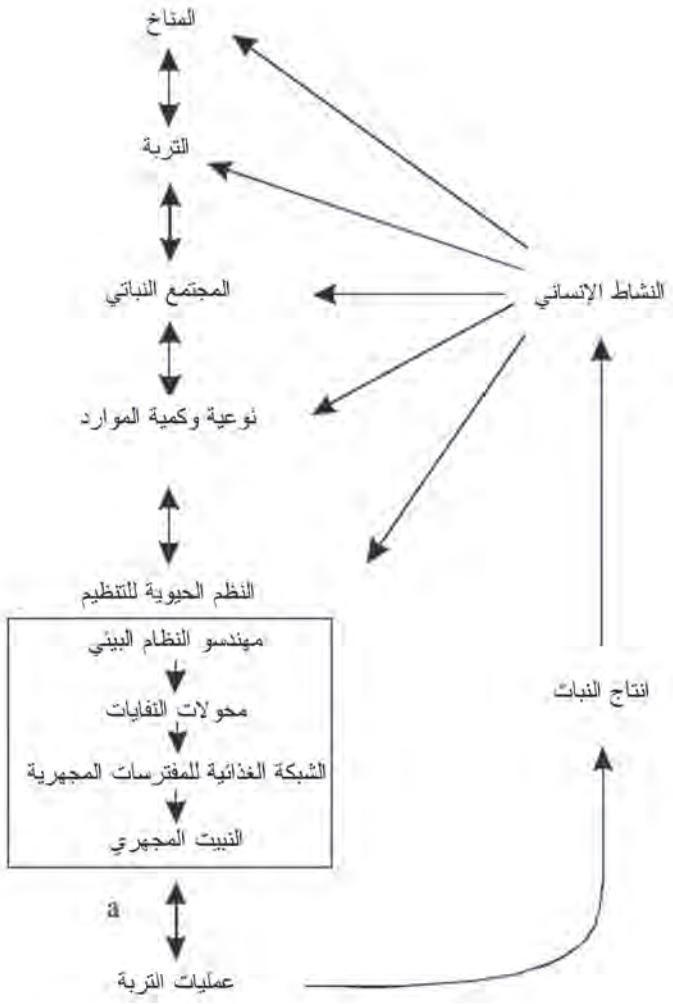
الإطار 9. 1 ما هو مهندس النظام البيئي؟

يقصد بمنهدسي النظام البيئي (بحسب تعريف جونز وآخرين. 1994) الأنواع التي تعدل بشكل مباشر أو غير مباشر توافر المصادر لصالح أنواع أخرى (وأحياناً لصالحها) من خلال إحداث تغييرات فيزيائية لمواد أحيائية ولاأحيائية (كالتربة). ومن خلال هذه الأنشطة تقوم بتغيير وصون الموائل أو إيجادها.

يعمل المهندسون الخيفيون (*Allogenic engineers*) على تغيير البيئة من خلال تحويل المواد (الحية أو الميتة) من حالة فيزيائية إلى أخرى، بطرائق ميكانيكية أو بوسائط أخرى. والأمثلة عن هندسة النظام البيئي الخيفي في التربة تتمثل في حفر دودة الأرض، والإطراح، والتغذية، التي تغير من البنية الفيزيائية للتربة وتعدل توافر المادة العضوية الميتة والمصادر لصالح كائنات حية أخرى في التربة، بما في ذلك جذور النباتات (لافيلي وآخرون 1997).

أما المهندسون الذاتيون (*Autogenic engineers*) فيعدلون البيئة عن طريق كتلتهم الحيوية الحية أو الميتة. وتشتمل الأمثلة على الهندسة الذاتية على الأشجار، التي تعدل في الهيدرولوجيا، ودورة العناصر الغذائية، واستقرار التربة، ودرجة حرارتها، ورطوبتها، وسرعة الرياح، ومستويات الإضاءة، وتوافر الغذاء وموارد أخرى للكائنات الحية.

وبناء على ذلك فإن نشاطات الكائنات الحية الأصغر في التربة تظهر من خلال التأثيرات الممكن نسبها إلى كائنات حية أكبر، كتشكل نظام تحكم هرمي من القمة إلى القاعدة (لافيلي وآخرون 1997). وفي مثل هذا النظام تعمل تأثيرات النشاط البيولوجي ذات الأهمية المكانية والزمانية الأوسع نطاقاً على إعاقة الأداء الحيوي على النطاق الأصغر (الإطار الصغير من الشكل 9 .1). علاوة على ذلك، فإن أنشطة كافة الكائنات الحية في التربة تظهر مقابل سياق نوع وكم الموارد، وخصائص التربة، والظروف المناخية التي هي أيضاً ذات ترتيب هرمي.



الشكل 9. 1. الترتيب الهرمي لوظيفة التربة (بعد لافيلي 1996).

يحدث التحكم من القاعدة إلى القمة (المردود) في مجتمع التربة عند وجود قدرة لكائن حي معين (أو مجموعة من الكائنات الحية) على التأثير في كائنات حية أخرى في مستويات أعلى من الهرم (انظر الشكل 1.9). فعلى سبيل المثال، أشير إلى أن دود الأرض قد يؤثر في كل من إدخال أفراد نباتات جديدة وتشكيل مجتمعات نباتية من خلال استهلاك وتبرز (إلقاء فضلات) نسبة عالية من بنك البذور في التربة؛ وانتقاء واستهلاك تفضيلي لبذور أنواع نباتية معينة، مما يؤدي إلى إنبات تفضيلي؛ وهضم بذور أنواع نباتية مختارة بطرائق مختلفة وبدرجات مختلفة أو الإضرار بها في أمعائها، وذلك بحسب غلاف البذرة الواقي والعمليات الهضمية داخل دودة الأرض، مخلفة بذور أنواع نباتية معينة في عمق التربة أو على سطح التربة؛ وكذلك من خلال تحفيز نمو أنواع نباتية معنية وفق التغيرات الفيزيائية–الكيمائية والحيوية التي تحدثها نشاطات دودة الأرض في بيئة التربة (ويلمس وهويجسمانز، 1994؛ بيارس وآخرون. 1994؛ ديكانز وآخرون 2001؛ براون وآخرون 2004).

التصنيفات الوظيفية لأحياء التربة

دفع تنوع الأحياء في التربة، إلى جانب المجموعة الواسعة من أدوارها المرتبطة بعملياتها في البيئة، علماء أحياء التربة إلى اقتراح عديد من التصنيفات الجماعية الوظيفية لكائنات التربة. وفي هذه التصنيفات تقسم الكائنات الحية إلى مجموعات (غير مرتبطة بالضرورة بالتصنيف) تقوم بوظائف مماثلة أو متشابهة. وتساعد هذه المجموعات على توضيح مبسط للوظائف التي تتم في التربة، والكائنات التي تقوم بهذه الوظائف، وتحديد الوظائف أو الأحياء التي تحمل أهمية أكبر في نظم بيئية معينة. ومن بين التصنيفات الوظيفية المختلفة المتاحة، قد تعتمد الأكثر فائدة منها على تصنيف الكائنات الحية في التربة بحسب حجم الجسم، وسلوك التغذية (أو مستويات الاغتذاء)، والبنى الفيزيائية المنتجة، وتوليفة من أي من المتثابتات الثلاثة السابقة.

حجم الجسم

لا يرتبط حجم الجسم دائماً بالوظيفة، لكن قد يستخدم كنظام بديل للوظيفة البيئية لأحياء التربة. فعلى سبيل المثال، تتعلق قدرة الكائن الحي على التنقل، أو الأكل، أو تعديل البنية الفيزيائية للتربة بشكل كبير بصورة عامة وإيجابية بحجم جسم هذا الكائن، فكلما كان الكائن الحي (دود الأرض، والنمل الأبيض، والنمل) أكبر، كانت قدرته أكبر على تغيير التربة مقارنة مع الأحياء الأصغر (باستثناء الفطر الجذري المتعايش بشكل ملحوظ). فمن ناحية، تكون الأحياء الأصغر حجماً (كالحلم، وسبرنجتايل، وبخاصة المكروبات) مسؤولة عن تحلل

الفضلات والتفاعلات الكيماوية في التربة، رغم أن بعض الأحياء الأكبر حجماً (مقطعات الفضلات) قد تحمل أهمية خاصة في تحضير المواد للأحياء الأصغر وتعزيز دورها. وعليه، يعرض التصنيف المعتمد على قطر الجسم ارتباطاً معيناً بين التصنيف والوظيفة.

تشتمل الأحياء العيانية والأحياء الكبيرة (الكائنات التي تكون في العادة بقطر أكبر من 2.0 مم ومرئية بالعين المجردة) بما فيها المجموعتين الكبيرتين: الفقاريات الألوفة (كالأفاعي، والسحالي، والفئران، والأرانب، والثعالب، والغرير، والمناجذ) التي تحفر بشكل رئيس في التربة للحصول على الغذاء أو المأوى (الحشرات الضخمة)، واللافقاريات (كالنمل، والنمل الأبيض، وذات الألف رجل، والحريش، ودود الأرض، و pillbugs وقشريات أخرى، حشرات أخرى كاليسروع، والزيز، ونملة النمر، ويرقات الخنافس وبالغاتها، ويرقات الذباب، وأبو مقص، أبو سيف، والسمك الفضي، والحلزون، والعنكبوت، والعنكبوت طويل السيقان، والعقرب، والجدجد، والصرصور) التي تعيش وتتغذى على الفضلات داخل التربة أو على سطحها ومكوناتها (الحشرات الضخمة). وأحياناً تحفر حشرات كبيرة كالنحل والدبابير داخل التربة، إلا أنها لا تعتبر في العادة أحياء تربة، وذلك على الرغم من التأثير المهم الذي قد تحمله. وأخيراً نجد أن لجذور النباتات تأثيرات واسعة النطاق ومديدة في عشائر النبات والحيوان التي تعيش فوق الأرض وتحتها وبذلك يجدر إدخالها بين أحياء التربة.

أما الأحياء المتوسطة (وهي الكائنات الحية التي يتراوح قطرها من 0.1 إلى 2.0 مم) فتتألف بشكل رئيس من الفقاريات الصغيرة كالعقرب الكاذب، والحشرات أولية الذنب، وثنائية الذنب، وسبرنجتايل، والحلم، وعديدات الأرجل (مثل مفصليات الأرجل) ودود الأرض. وتتسم هذه المجموعة من الأحياء بقدرة محدودة على الحفر، وتعيش بصورة عامة في مسام التربة، وتتغذى على المادة العضوية، والمكروبات، وعلى لافقاريات أخرى.

وتعتبر المكروبات أصغر الكائنات الحية (بقطر دون 0.1 مم) وتشتمل على نباتات مجهرية متنوعة وفيرة وواسعة الانتشار (كالطحالب، والبكتريا، والأشنة، والزراقم، والفطريات، والخمائر، الفطور المخاطية، والفطور الشعية) القادرة على تفكيك أية مادة طبيعية موجودة وتشتمل على أنواع ممرضة للنبات، وأخرى محفزة لنموها؛ كما تضم حيوانات صغيرة (النيماتودا، والأوليات، المهتزات، والعناكب المائية والدورات) التي تعيش عموماً في طبقات مياه التربة على النباتات المجهرية، وجذور النباتات، وحيوانات مجهرية أخرى، وأحياناً على كائنات حية أكبر.

سلوك التغذية

قد يعمل سلوك التغذية كنظام بديل للوظيفة البيئية لأحياء التربة على اعتبار أن استخدام مصادر غذائية معينة لكائنات التربة من شأنه أن يؤدي إلى إحداث التأثيرات داخل سلسلة

الغذاء الاغتذائي، وبذلك تؤثر في النهاية في وظيفة التربة. وتعرض هذه التفاعلات بين الكائنات الحية ومستويات الاغتذاء بشكل عام في الشبكات المعقدة للغذاء في التربة، حيث تعيش بعض الكائنات الحية على نباتات أو حيوانات حية، بينما تعيش كائنات أخرى على بقايا النباتات، أو الفطريات، أو البكتريا، بينما لا تزال كائنات أخرى تعيش بعيداً عن مضيفها بطريقة طفيلية أو متعايشة، حيث قد تسبب إضعاف عائلها بدون قتله، أو قد تساعده على النمو.

البنى الفيزيائية المنتجة والمجالات الوظيفية

يقوم نظام إضافي للتصنيف (لافيلي 2000) بتجميع الكائنات الحية للتربة وفق بنى منتَجة حيوية المنشأ (مثل المسام، والكداسات، والألياف، التي تخدم البوَر (المواقع شديدة الفعالية) لأداء عديد من وظائف التربة وعملياتها (انظر الجدول 9 .2). وتمثل المجالات الوظيفية مجالات التأثير، أو الموقع الفيزيائي الذي تشكل فيه العملية الأساسية جزءاً من وظيفة التربة التي تعمل نطاقات مكانية وزمانية معينة (لافيلي 2002). وتشتمل بعض الأمثلة عن المجال الحيوي (المحيط الحيوي)، على المحيط الحيوي لدود الأرض، والمحيط الحيوي للنمل الأبيض، والمحيط الحيوي للنمل، والمحيط الحيوي للجذور، والمحيط الحيوي لمخلفات النبات.

تشكل كل بنية في التربة مجالاً وظيفياً، رغم إمكانية إدخال بعض البنى في أكثر من مجال واحد، إذ أن الحدود الفاصلة بين هذه المجالات ليست واضحة دائماً، إذ قد يكون ثمة تفاعل بين المجالات (براون وآخرون 2000). ويمكن للمجالات الوظيفية أن تحمل تأثيرات إيجابية أو سلبية في إنتاج النبات.

الفوائد الاقتصادية للتنوع الحيوي للتربة

ينظر إلى التربة من الناحية التقليدية على أنها ركيزة النباتات، حيث قد يكون الدور الأكثر أهمية الذي تسهم به التربة لصالح الإنسان. إلا أن التربة تشكل أيضاً حيزاً لتفاعلات لا تحصى تتحكم بمضيف يقدم خدمات ذات فائدة مباشرة أو غير مباشرة للإنسان وللبيئة الطبيعية – كإعادة تدوير الفضلات العضوية، وتشكيل التربة، وتثبيت الآزوت، التخفيف الحيوي من الملوثات الكيماوية، والمكافحة الحيوية للآفات– وكذلك تعتبر مصدراً لمنتجات الأغذية والتقانات الحيوية.

تقدر قيمة خدمات النظام البيئي التي تقدمها أحياء التربة كل عام حول العالم بما ينوف على 1.5 تريليون دولار أمريكي (بيمينتل وآخرون 1997؛ انظر الفصل 18)، ويعتقد

أن إعادة تدوير الفضلات العضوية وحدها تعطي حوالي 50% من إجمالي فوائد النشاط الأحيائي في التربة حول العالم. وإن لم تكن تقوم بنشاط تفكيك كائنات التربة وإعادة تدويرها، لوجدنا أن معظم سطح الأرض مغطى بالنفايات العضوية.

ليس من الشائع تسعير الفوائد الخارجية للتنوع الحيوي للتربة وسلع بيئية أخرى في السوق. وبذلك تكون الخطوة الرئيسة والمهمة نحو المحافظة الفعالة مشتملة على تقييم كاف لقيمة خدمات النظام البيئي المشتقة من التنوع الحيوي للتربة والدفع مقابلها، مع الإدراك في الوقت عينه أن الكثير من الكائنات الحية في التربة تعد ضارة لإنتاج النبات والمجتمعات البشرية.

مناحي استخدام الأراضي وتهديدات التنوع الحيوي داخل التربة في العالم

يواجه التنوع الحيوي في التربة تهديداً على مستوى عالمي بفعل نشاطات بشرية تعد مسؤولة عن فقد الأنواع والموائل على حد سواء بصورة دائمة. وتنشأ أزمة التنوع الحيوي الراهنة (ويلسون 1985)، خلافاً لتلك التي ظهرت في الماضي، من أنماط التنظيم الاجتماعي البشري، والتجارة العالمية، واستهلاك الموارد الطبيعية، والنمو السكاني، وانتشار تبني نظم اقتصادية وسياسات تخفق في إعطاء قيمة للبيئة ومواردها، إلى جانب عدم المساواة في الملكية، والإدارة، ودفق الفوائد المجنية من استخدام الموارد الحيوية والحفاظ عليها (مكنيلي وآخرون 1995).

التكثيف الزراعي والتنوع الحيوي

قد يحمل اختلال التوازن بين المنظور البشري قصير الأجل (الاجتماعي–الاقتصادي) والطويل الأجل (البيئي) عند اتخاذ القرار بخصوص طريقة إدارة الطبيعة (كالإنتاج الزراعي على سبيل المثال) تبعات كارثية لدى الأخذ بعين الاعتبار النطاق الهائل التي تجرى فيه النشاطات الزراعية حول العالم: تستخدم 11% من إجمالي سطح الأرض لإنتاج المحاصيل في البلدان النامية، 25% لرعي الحيوانات، و30% للغابات (منظمة الأغذية والزراعة 2002). وبصورة عامة، يرتبط التكثيف الزراعي بتوسيع الاختصاص في السلع المسوقة (كفول الصويا في البلدان النامية) مع تقانات مطورة وزيادة في استخدام المدخلات. وقد يرتبط الاستخدام المتزايد لمبيدات الآفات ومبيدات الأعشاب نتيجة التكثيف الزراعي بزراعة عالية المدخلات الخارجية (HEIA) بهدف المحافظة على حصاد مرتفع والحصول على عائدات سريعة. لكن يحدث ذلك أيضاً نتيجة إغفال أو تجاهل (على المستوى السياسي والتقني ومستوى المزارع) للمخاطر التي تشكلها للبيئة ولأداء النظام البيئي. وعليه، يحدث

تجنيس نظم المحصول، مما يؤدي إلى فقد التنوع الحيوي الزراعي والتنوع الحيوي المرتبط بالزراعة على المستوى الوراثة، والأنواع، والطبيعة.

يعتبر تقييم هذا الفقد في البلدان النامية جد محدوداً بسبب الافتقار إلى بيانات حول التغيرات الكمية والنوعية في استخدام مبيدات الآفات، وكثافة الحيوانات وعشائر الحياة البرية، واستخدام الأراضي وممارسات إدارتها. كما تعتبر المعرفة بالتنوع الحيوي داخل التربة محدودة بصفة خاصة بسبب تعقيد هذا التنوع وكونه غير مرئي. ومن المتوقع استمرارية هذه المخاطر لأن الظروف الاجتماعية–الاقتصادية وقوى السوق في كثير من الحالات لن تفضل تعديل صغار أو كبار المزارعين

للنظم المتنوعة والنهج الزراعية–البيئية التي تصون التنوع الحيوي وتحمي موارد الأرض والمياه، وتضمن استخداماً مناسباً ومتوازناً للأسمدة العضوية والمعدنية لتعويض استهلاك المحاصيل والحيوانات الرعوية للعناصر الغذائية في التربة.

تعمل الأحداث الكارثية، في الماضي والحاضر، كتحذيرات صارخة حول إساءة استخدام أراضينا أو الاستعمال الخاطئ لها. وقد اختفت حضارات قديمة برمتها بسبب تدهور التربة نتيجة استخداماتها الزراعية بشكل مكثف وغير مستدام (لوديرميلك 1978؛ هيليل 1991). إذ ثمة حاجة ماسة لتحسين استخدام الأراضي وممارسات إدارتها بهدف كبح تدهور التربة، واسترداد الأراضي المتضررة، وتعزيز خصوبة التربة والإنتاجية الزراعية.

الممارسات الزراعية وأحياء التربة

ازدادت كثافة الجهود الرامية إلى كبح فقدان التنوع الحيوي خلال الأعوام الأخيرة، إلا أنها تبقى متواضعة، ولم تواكب سرعة التغيير الذي يحدثه الإنسان. علاوة على ذلك، تركزت تطبيقاتها بشكل رئيس على عدد صغير من الأنواع، وبخاصة النباتات والحيوانات الكبيرة لأسباب تتعلق بالسياحة وكذلك لأسباب جمالية، وعلى الأنواع التي تحصد من أجل الغذاء والألياف وعلى منتجات أخرى. وكان ثمة تجاهل عام للكائنات الصغيرة، وبخاصة أحياء التربة التي تسيطر على بنية شبكات الغذاء والوظائف الرئيسة للنظم البيئية الطبيعية. وجرت مناقشة بعض الاستراتيجيات والوسائل التي يمكن من خلالها حفظ وإدارة التنوع الحيوي للتربة في النظم الزراعية–البيئية خلال ورشة عمل انعقدت مؤخراً كجزء من أنشطة تقوم بها منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) ومنظمات شريكة في المبادرة الدولية للمحافظة على التنوع الحيوي للتربة واستخدامه المستدام التابعة لاتفاقية التنوع الحيوي (الإطار 9 .2).

علاوة على ذلك، ثمة بعض المناحي الإيجابية، كتوسيع مبادئ وممارسات الزراعة الحافظة (الزراعة بدون حراثة أو بالحد الأدنى من الحراثة)، وبخاصة في القارة الأمريكية

الإطار 9. 2 المبادرة الدولية للمحافظة على التنوع الحيوي للتربة واستخدامه المستدام التابعة لاتفاقية التنوع الحيوي

في القرار رقم IV/5 (اتفاقية التنوع الحيوي 78:2002) قرر مؤتمر الأطراف المشاركة في اتفاقية التنوع الحيوي «تأسيس المبادرة الدولية للمحافظة على التنوع الحيوي في التربة واستخدامه المستدام كمبادرة شاملة ضمن برنامج العمل حول التنوع الحيوي الزراعي» ودعا «منظمة الأغذية والزراعة ومنظمات أخرى ذات صلة، إلى تسهيل هذه المبادرة وتنسيقها.» (انظر المزيد من المعلومات والأنشطة الخاصة بمنظمة الأغذية والزراعة وشركائها على الموقع .www fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/)

وكنشاط تعاوني مبدئي، نُظمت ورشة عمل دولية تقنية حول الإدارة الحيوية للنظم البيئية للتربة للوصول إلى زراعة مستدامة من قبل منظمة الأغذية والزراعة ومركز إمبرابا لفول الصويا في لوندرينا، البرازيل، في حزيران/يونيو 2002 بهدف مناقشة مفاهيم وممارسات الإدارة المتكاملة للتربة، والمشاركة في التجارب الناجحة على صعيد الإدارة الحيوية للتربة، وتحديد أولويات العمل وفق مبادرة التنوع الحيوي للتربة. ونشر التقرير الكامل لورشة العمل هذه من قبل منظمة الأغذية والزراعة (2003) ((www.fao.org/ag/AGL/soilbiod/docs.stm) . يمكن إيجاد وثائق إضافية من ورشة العمل في براو وآخرين (2002 أ).

وفي المؤتمر الثامن للأطراف المشاركة في اتفاقية التنوع الحيوي في كريتيبا في آذار/ مارس 2006، جرت المصادقة على إطار العمل الخاص بالمبادرة وتنفيذها – وفق ما عرض في منظمة الأغذية والزراعة (2003) – من قبل عدد من الأطراف المشاركة في الاتفاقية، ودعيت حكومات، ومنظمات دولية، ومنظمات غير حكومية، ومعنيين مهتمين لدعم وتنفيذ المبادرة وتقديم المزيد من دراسات حالات التنوع الحيوي بغرض تعزيز هذه المبادرة.

وفي إطار العمل، جرى تحديد ثلاثة مجالات عمل استراتيجية:

- الاعتراف بصورة أكبر بالخدمات الأساسية التي يوفرها التنوع الحيوي في التربة عبر كافة نظم الإنتاج، وعلاقته بالإدارة المستدامة للأراضي
- بناء القدرات لتحفيز النهج المتكاملة والأنشطة المنسقة من أجل الاستخدام المستدام للتنوع الحيوي في التربة وتعزيز وظائف النظام الزراعي، بما في ذلك تقييمه ورصده، والإدارة التكيفية، والبحوث والتنمية المستهدفة.
- تطوير شراكات وعمليات تعاونية من خلال وضع الأعمال المنسقة كاتجاه سائد بين الشركاء لتحفيز فاعل للمحافظة على التنوع الحيوي في التربة واستعادته واستخدامه المستدام، وكذلك من خلال تعزيز إسهام الكائنات الحية المفيدة في التربة في زيادة إنتاجية النظم الزراعية–البيئية

يعتمد التقدم في هذه المبادرة على تعبئة الدعم السياسي والاستثمار في الإدارة الحيوية للتربة ونهج النظام البيئي، الذي يشتمل أيضاً على تقييم اقتصادي لفقد التنوع الحيوي في التربة، ووظائفه المفيدة، وخدمات النظام البيئي التي توفرها نظم زراعية نوعية.

وفي مناطق أخرى على نحو متزايد، وزيادة دعم المستهلك للزراعة العضوية. ويدرك كلا النظامين أهمية حماية التربة، وصحة التربة، والأنشطة الحيوية، وكذلك الدورات الزراعية ومخاطر الكيماويات الزراعية وتكاليفها.

حفظ وإدارة التنوع الحيوي في التربة

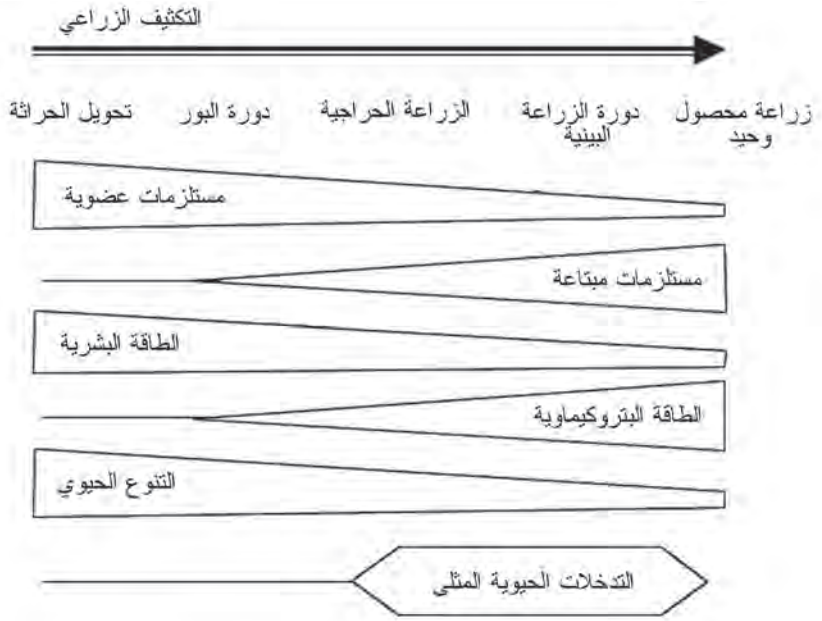
مبادئ الإدارة الحيوية لخصوبة الأرض

اعتمدت الثورة الخضراء، التي عرفت بهذا الاسم بسبب الزيادات الكبيرة في إنتاج النبات التي تم التوصل إليها من خلال تقنياتها، على تخطي معوقات التربة من خلال تطبيق مدخلات خارجية كالأسمدة غير العضوية وتعديلات أخرى بهدف تلبية احتياجات النبات (سانشيز 1994، 1997). إلا أن معظم مزارعي العالم لا يملكون سبيلاً للحصول على مدخلات خارجية (كالمواد الكيماوية الزراعية، وأصناف المحاصيل المحسنة، والبذور المهجنة، والحصول المباشر على المبالغ النقدية والقروض) أو لا يستطيعون تأمين المال اللازم لها لتطبيق المبادئ والممارسات الخاصة بالزراعة عالية المدخلات الخارجية (فاندرمييير وآخرون 1998).

وقد تحدث النافذة المثلى لاستخدام تقنيات الإدارة الحيوية للتربة داخل نظم متوسطة الاضطراب واستخدام منخفض إلى متوسط في موارد وعمالة بشرية خارجية (الشكل 9. 2). وعليه، قد تكون إمكانية الإدارة الحيوية للتربة أكبر في النظم الزراعية–البيئية المتوسطة التعقيد (الزراعة الحراجية، والنظم الدورية)، وفي الأراضي الهامشية لمنع تدهورها، وفي أراض متدهورة بحاجة إلى استصلاح حيوي، وكذلك في مناطق يكون فيها توافر المدخلات الخارجية أو الحصول عليها أو استخدامها محدوداً، وبذلك تؤدي إلى سيادة العمليات الحيوية في صون خصوبة التربة (آندرسون 1994؛ ماندو وآخرون. 1997؛ سانشيز 1997؛ سيناباتي وآخرون. 1999؛ سويفت 1999).

أما التركيز على مبدأ الإدارة الحيوية المتكاملة للتربة فيتعرف بأن:

- للكائنات الحية في التربة والعمليات الحيوية دور رئيس في خلق وتنظيم خصوبة التربة
- تنوع الكائنات الحية يخلق ويعدل تنوع وظائف التربة وعملياتها
- تنوع الوظائف والعمليات أساسي لصون خصوبة التربة وإنتاجيتها (أي استدامة النظام الزراعي).
- الكائنات الحية في التربة يمكن تغييرها في النظم الزراعية–البيئية من خلال تدخلات مباشرة وغير مباشرة على حد سواء.



الشكل 9. 2 العلاقات بين التكثيف الزراعي وكميات المدخلات المتنوعة (مدخلات عضوية، ومبتاعة، وبتروكيماوية) المستخدمة في النظام البيئي، والتنوع الحيوي، والطاقة البشرية المستخدمة. ويتم اختيار النافذة المثلى المقترحة للإدارة الحيوية للتربة (التدخلات) من خلال تحقيق التوازن بين كافة من هذه العوامل المختلفة وستعتمد على عوامل عديدة بشرية، واجتماعية–اقتصادية، وبيئية موجودة في كل موقع (مخطط لـ م. ج. سويفت).

تدخلات مباشرة وغير مباشرة للإدارة الحيوية للتربة

فيما يخص الإمكانيات المختلفة للإدارة الحيوية للتربة، اقترح سويفت (1999) سلسلة من نقاط الإدخال المحتملة التي يمكن من خلالها تنفيذ ممارسات الإدارة. وتشتمل هذه على تدخلات مباشرة وغير مباشرة (الإطار9 .3) من قبيل:

- تصميم النظام الزراعي وإدارته: اختيار نباتات وتنظيمها المكاني–الزماني وممارسات إدارة الحيوانات (غير مباشرة)
- التحكم الوراثي بوظيفة التربة من خلال تعديل مقاومة النبات للأمراض، وبقايا النبات، ونوعية محيط الجذور (نضح الجذور) (غير مباشرة)
- الحقن بمضادات الأمراض، وبمتعايشات مجهرية، وبكتريا جذرية، ودود الأرض لمكافحة المرض وتحسين خصوبة التربة (مباشرة)
- تغيير أحياء التربة من خلال تعديل كمية المادة العضوية ونوعيتها (غير مباشرة)
- المكافحة الحيوية للآفات والأمراض (مباشرة)

الإطار 9. 3 التدخلات المباشرة مقابل التدخلات غير المباشرة

تحاول الطرائق المباشرة للتدخل في نظم الإنتاج تغيير توافر أو نشاط مجموعات معينة من الكائنات الحية (هيندريكس وآخرون 1990).

وتشتمل الأمثلة على التدخلات المباشرة على حقن البذور أو الجذور بالمستجذرات، والمتعايشات الفطرية الجذرية، والفطريات، والبكتريا الجذرية لنمو قوي في البادرات، وحقن التربة أو المحيط بعوامل مكافحة حيوية (لمكافحة الآفات أو الأمراض) أو بوحيشات مفيدة (كدودة الأرض).

أما التدخلات غير المباشرة فهي طرائق لإدارة العمليات الأحيائية في التربة عن طريق تغيير العوامل التي تتحكم بالنشاط الأحيائي (بنية الموئل، والمناخ الضيق، والعناصر الغذائية، وبنى الطاقة) بدلاً من الكائنات الحية عينها (هيندريكس وآخرون 1990).

وتشتمل الأمثلة على التدخلات غير المباشرة على معظم الممارسات الزراعية (كاستخدام المواد العضوية في التربة، والحراثة، والتسميد، والري، والسماد الأخضر، والجير)، وتصميم النظام المحصولي، والإدارة. وتشتمل التقانات الأحدث على التحكم الوراثي بوظيفة التربة من خلال تعديل بقايا المحاصيل ونوعية محيط الجذر (نضح الجذر)، والمقاومة للأمراض أو الآفات.

إن بعض هذه التدخلات، وبخاصة المباشرة منها، كاختيار أنواع وأصناف نباتية تثبت الآزوت، والحقن الجذري في البقوليات الحبية، وحقن المتعايشات الفطرية الجذرية لاسترساء الأشجار، وعوامل المكافحة الحيوية لمكافحة الأمراض والآفات هي عبارة عن تقنيات طُورت جيداً، وتستخدم من قبل كثير من المزارعين والقائمين على إدارة الأراضي في بلدان متقدمة وأخرى نامية. لكن لا يزال استخدامها دون المستوى المطلوب في كثير من البلدان الأقل تطوراً، لاسيما من قبل المزارعين ذوي الموارد الفقيرة. وتعد إمكانية استخدام هذه التقنيات المباشرة مهمة ويجب تحفيزها من قبل المؤسسات والحكومات المعنية بالتنمية الزراعية.

إلا أن الفوائد الأعظم، لاسيما على المدى البعيد، قد تجنى من التدخلات غير المباشرة من قبيل اختيار المحاصيل وتوزعها المكاني–الزماني، وتعزيز قدرتها الطبيعية على مقاومة الأمراض، وتحسين نوعية بقايا المحاصيل التي تنتجها، مع إدارة المواد العضوية وإدخال مستلزمات خارجية أخرى كالأسمدة إلى النظام (TSBF 1999). وفي السياق الزراعي الأوسع، ظهر أن إدارة النظم الخليطة بين المحاصيل والحيوانات والزراعة الحراجية تحسن من كفاءة استخدام الموارد وإدارة البعد المكاني (كالرابطات، وقضايا الطبيعة)، والزماني (النباتات الحولية والدورات الزراعية) (انظر الفصلين 13 و14). علاوة على ذلك، تعطي هذه التدخلات نتائج مهمة على صعيد النشاط الحيوي في التربة وتنوعها الحيوي.

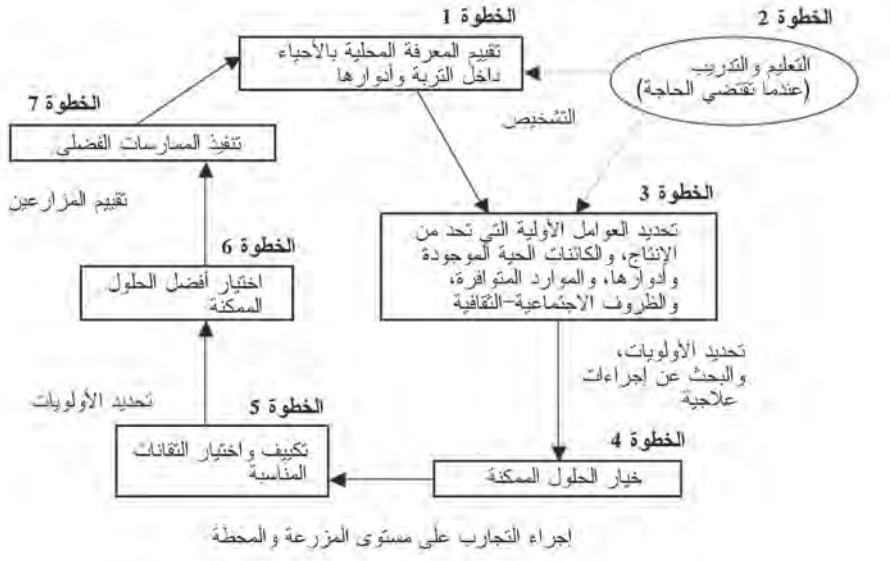
خلال فترة الخمسة عشر عاماً الفائتة ركز العلماء بشكل رئيس على تعديل تفكك المادة العضوية في محاولة لتحقيق تزامن أمثل بين عمليات التفكك، والاستيقاف، والمتعدن واحتياجات النباتات النامية إلى العناصر الغذائية (مايرز وآخرون 1994؛ بالم وآخرون 2000، 2001). وعندما تنخفض الحراثة إلى الحد الأدنى لها مع الاحتفاظ ببقايا المحصول على سطح التربة (كنظامي اللاحراثة أو الحراثة بالحد الأدنى)، ظهرت فروقات مكانية وزمانية كبيرة لشبكات الغذاء تحت الأرضية والعمليات المرتبطة بها مقارنة مع التربة التي تحرث بطريقة تقليدية (هاوي وبارميلي 1985؛ براون وآخرون 2002 ب). وفي الحراثة التقليدية، تسهم شبكات الغذاء المعتمدة على البكتريا بدور أكبر، وبخاصة في الطبقة المحروثة، ونتيجة لذلك، قد يؤدي جرف التمعدن بسبب أعمال الحراثة إلى فقد أكبر في المادة العضوية وتدني الاحتفاظ بالعناصر الغذائية. وفي نظم اللاحراثة، تعتبر شبكات الغذاء المعتمدة على الفطور أكثر أهمية، وتؤثر في توافر العناصر الغذائية واستقرار تكدس التربة، مما قد يزيد من الاحتفاظ بالآزوت وينقص من غسل التربة.

وضع الإدارة الحيوية المتكاملة للتربة في موضع التنفيذ

إدراك أهمية أحياء التربة

تمثل الإدارة المتكاملة لأحياء التربة، والتنوع الحيوي، والنظم الزراعية البيئية عملية شاملة تعتمد بشكل كبير على الموارد المتوافرة محلياً، والمناخ، والظروف الاجتماعية–الاقتصادية، وفوق ذلك كله على المشاركة المباشرة من قبل المزارعين ومعنيين آخرين في تحديد وتعديل ممارسات الإدارة بما يتوافق مع سياقهم الخاص. وتعرض في الشكل 3. 9عملية مؤلفة من سبعة خطوات يشارك فيها كافة المعنيين في عملية الانتقال من تشخيص المشكلة إلى اختبارها، والتكيف مع تبني التقانات (مقتبس عن تشامبرز 1991؛ سويفت وآخرون 1994؛ سويفت 1997).

يعد إدراك الدور الذي تسهم به أحياء التربة في دعم الإنتاج الزراعي الخطوة الأولى نحو إدارتها وصونها بشكل صحيح (الخطوة 1). ولا يزال المزارعون والممارسون للزراعة في كثير من الثقافات، التقليدية والحديثة، غير مدركين بشكل كاف لأدوار وأهمية أحياء التربة في الإنتاج الزراعي (كيفان 1985؛ بونتيس وسويفت 2000). وتواصل كثير من المجتمعات خوفها من الحشرات وتتجاهل دود الأرض، حيث هذا ما قد يفسر انتشار الممارسات العدائية ضد أحياء التربة حتى وقت قريب (لافيلي 2000). فعلى سبيل المثال، تجاهل 55% من المزارعين في مسح شمل 163 مزارعاً من ولاية فيراكروز بالمكسيك دور دود الأرض في خصوبة التربة، واعتبرها 11% مضرة، وذلك لأنهم خلطوا ما بينها وبين طفيليات معوية



الشكل 3.9. العملية ذات الخطوات السبع للإدارة الحيوية المثلى للتربة وحفظها (بتصرف من سويفت 1997)

(أورتيز وآخرون 1999). يمكن أن يؤدي نقص المعرفة إلى سوء استخدام للنظام البيئي للتربة (كتلوث سطح المياه والمياه الجوفية، وانجراف وفقد التنوع الحيوي)، وكذلك عدم الاستفادة كما يجب من الفوائد المجنية من الإدارة الحيوية للتربة.

ولدى تحري المعرفة المحدودة والحاجة إلى إدارة بديلة، يجب عندها استهداف التوعية وبناء القدرات لدى المزارعين، والمرشدين الزراعيين، والمجتمعات المحلية، ومقدمي الخدمات، والساسة، والصناعات المسؤولة عن تحفيز استخدامات معينة للأراضي وممارسات إدارتها التي تتجاهل أهمية أحياء التربة ووظائفها (الخطوة 2). وفي الزراعة التجارية قد تكون المعرفة بدور بعض أحياء التربة أضعف من تلك في نظم الكفاف في الحيازات الصغيرة على اعتبار أن الممارسات الموجهة نحو المنتج والإدارة المكثفة غالباً ما تتجاوز الآليات الحيوية والتفاعلات من خلال استخدامها لمدخلات خارجية (لاسيما استخدام مبيدات الآفات أو مبيدات الأعشاب بدلاً من المكافحة الحيوية للآفات والأعشاب، والأسمدة الكيماوية بدلاً من استعادة المادة العضوية). ويتزايد افتقار نظم المعرفة لكيفية صون واسترداد التربة السليمة، وفقد استدامة المحاصيل، ونظم المحاصيل–الحيوانات أو الزراعة الحراجية. وبالنسبة للنظم المكثفة، يجب عرض البدائل التي تستفيد بصورة أفضل من العمليات البيئية وتقليص المخاطر المتوسطة والبعيدة الأجل والضرر المحتمل للممارسات التقليدية من قبيل زراعة محصول وحيد، والحراثة العميقة والمتكررة، والمدخلات الكيماوية المرتفعة.

تحديد مؤشرات نوعية التربة واستخدامها

يعتبر تحديد الظروف المحلية والمصادر المتوافرة، الأحيائية (كالبشرية، والنباتية، والمواد العضوية، وأحياء التربة) واللاأحيائية (الجر أو القطر الميكانيكي، والدفع نقداً أو بالقرض، والمستلزمات الخارجية، ومحتويات العناصر الغذائية في التربة) أساسية لتحديد الممارسات الإدارية الحيوية في التربة الممكن استخدامها. ويجب أن تخلق عمليات التشخيص هذه (الخطوة 3، الشكل3 .9) فهماً بالمعوقات، والفرص، والاحتياجات المحتملة على شتى المستويات.

ومما يعكس الاهتمام المتزايد في المبادئ البيئية واعتبارات الإدارة البشرية، تم اقتراح عديد من مجموعات البيانات بحدها الأدنى لتقييم التربة والموارد البيئية ونوعيتها (دوران وجونز 1996). وتشمل مجموعات البيانات هذه بصورة عامة توصيف النظام الزراعي الراهن وممارسات مجموعات مختلفة للمزارعين من قبيل الموارد البشرية المتاحة، والموارد العضوية، والمؤشرات الحيوية لنوعية التربة ووظيفتها (الإطار 9 .4). وتكمن الفائدة الخاصة للمؤشرات الحيوية في حقيقة قدرتها عموماً على كشف التغيرات (نحو الأفضل أو نحو الأسوأ) في النظام البيئي بسرعة أكبر من المؤشرات الكيماوية أو الفيزيائية التقليدية لنوعية التربة.

وبالنسبة للمؤشرات الفيزيائية والكيماوية لنوعية التربة ثمة بعض المؤشرات المقترحة حول النوعية الحيوية للتربة في مجموعات البيانات، وهي في الغالب ليست قياسات مستقلة (مثل الكتلة الحيوية المكروبية، والتمعدن المحتمل للآزوت، وتنفس التربة، ونسبة التنفس إلى الكتلة المكروبية مثلما اقترح دوران وباركين 1994). وإن إرجاع المؤشرات المتكررة إلى مؤشر رئيس أو بضعة مؤشرات متكاملة كالتمعدن المحتمل للآزوت (كيني ونيلسون 1982) يبسط الأمور، إلا أن هذا لا يحل السلبية الرئيسة بأن معظم هذه المؤشرات تتعلق بتحولات العناصر وليس ببنية التربة أو الخصائص الهيدرولوجية والحيوية للتربة. وعليه، فإن التحدي يكمن في تحديد مجموعة صغرى من المؤشرات الحيوية لنوعية التربة الممكن أن تتعلق بالعناصر الغذائية، والملوثات، وبنية التربة، والخصائص الهيدرولوجية للتربة (بروسارد وآخرون 2004)، مع هدف إضافي من أجل:

- الإشارة إلى التغيرات في نوعية التربة على نحو أبكر أو أدق من المؤشرات الكيماوية والفيزيائية. ويوضح مثال عن ذلك في الشكل 9 .4، حيث تظهر الكتلة الحيوية المكروبية للإشارة إلى التغيرات في المادة العضوية في التربة في مرحلة مبكرة وبدقة أكبر من التغيرات في إجمالي محتوى الكربون في التربة.

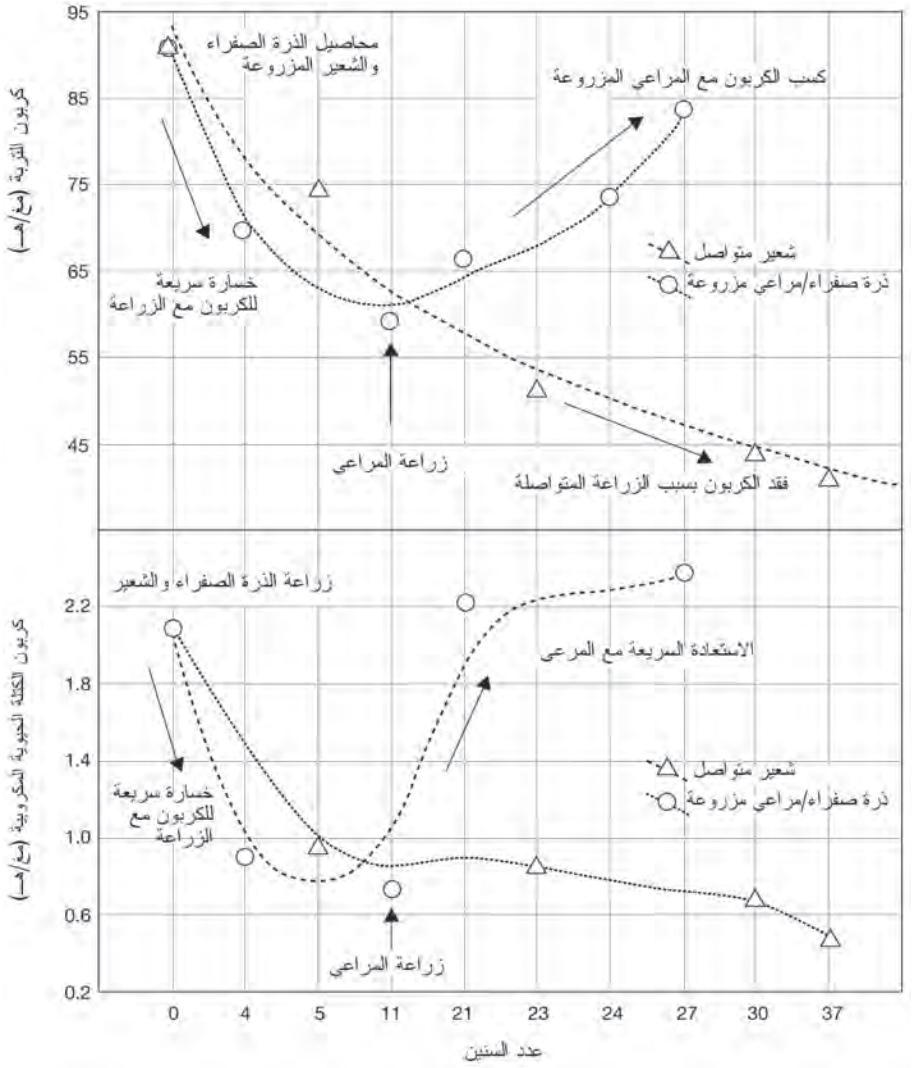
الإطار 9. 4 مؤشرات نوعية التربة: ما هي؟ ولماذا تستخدم؟

تمثل مؤشرات نوعية التربة خصائص وعمليات حيوية، وفيزيائية، وكيمائية يمكن قياسها لرصد التغيرات في وظيفة التربة (موكيل وماوسباتش 1996). وهي وسائل كمية لتقييم صحة التربة وتوفير نظام إنذار مبكر لانهيار النظام، مما يتيح للقائمين على إدارة الأرض اتخاذ الإجراءات اللازمة قبل حدوث الضرر الذي لا يمكن إصلاحه (بانكهورست وآخرون 1997). ويجب أن تكون المؤشرات ذات ردود فعل سريعة، وقوية، لكنها حساسة (يمكن كشفها أكثر من ضجيج الخلفية)، وذات معنى ومتنبئة (علاقة جيدة بين المؤشر والوظيفة)، وسهلة القياس والتفسير. وتشتمل أمثلة المؤشرات المرتبطة بالنشاط الحيوية في التربة ما يلي (من براون 1991؛ ستورك وإيغليتون 1992؛ دوران وآخرون 1994؛ أوديس ووالترز 1994؛ دوران وجونز 1996؛ بانكهيرست وآخرون 1997؛ فان ستراالين 1998؛ باوليتي 1999):

- التنوع الحيوي على المستوى الجزيئي، والوراثي، والتصنيفي، والوظيفي
- كائنات حية وخصائصها (وجودها أو غيابها، الكتلة الحيوية، وكثافة الأنواع، أو الأجناس، أو المجتمعات أو المجموعات الوظيفية) مثل بعض البكتريا، والفطريات، والنيماتودا، والحيوانات الأولية، ودود الأرض، والنمل الأبيض، والنمل، وبعض الخنافس، ومتساويات الأقدام، وذوات الألف رجل، والعناكب، والذباب، وكوليمبولا، والحلم، والجذور، وأعداد بذور الأعشاب، وممرضات النبات، ومغذيات الجذور، وكربون وآزوت الكتلة الحيوية المكروبية.
- عمليات التربة التي تتأثر بالنشاط الحيوية مثل التراص، والتكدس، واستقرار الكداسة، والانجراف، ورشح المياه، والكربون والآزوت القابلين للتمعدن، وتثبيت الآزوت، والنترتة وتحرير النتروجين، وتنفس التربة، ومعدلات التفكك، وأنشطة الأنزيمات، وإرغوستيرول
- قدرة التربة على دعم نمو النبات، وهو المؤشر النهائي على نوعية التربة وصحتها في النظم الزراعية البيئية (بانكهيرست 1994)

• إعطاء تقييم متكامل للتغيرات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية. والأمثلة هي الكم الوافر في السموميات البيئية، حيث تستخدم الكائنات الحية في الماء والتربة لتقييم متكامل للتأثيرات التي يحققها الاحتواء المتعدد في النمو، والتكاثر، وتعمير الكائنات الحية والمرتبطة بعمليات حيوية. وعلى نحو مماثل، يمكن أن يشير دود الأرض إلى توافر المادة العضوية، وبذلك يشير إلى وجود العناصر الغذائية للتربة وقدرتها على الاحتفاظ بالماء، إضافة إلى النفوذية، والتكدس، والنشاط المكروبيولوجي الهوائي.

من الأهمية بمكان قدرة المزارعين الفرديين على العمل مع مؤشرات نوعية التربة. وبذلك يعتبر التقييم البصري نقطة انطلاق أساسية، كالطريقة التي طورها شيبرد (2000) في نيوزلندا. وهذه الطريقة بسيطة جداً ولا تتطلب سوى أن يقوم المزارع بفحص بصري



الشكل 9. 4. أنماط الخسارة أو الربح مع مرور الوقت في إجمالي كربون التربة وكربون الكتلة الحيوية المكروبية في التربة السطحية (0–20 سم) داخل حقول الذرة والحقول المزروعة بالشعير بشكل مستمر، وفي المرعى المزروع بعد 11 عاماً من الذرة. لاحظ التعافي الأسرع في كربون الكتلة الحيوية (مقارنة بإجمالي كربون التربة) بعد زراعة المرعى (ت. ج. شيبرد، تواصل شخصي، 2002).

لحفنة تراب من حيث قوامها، ونفوذيتها، ولونها، وتبرقشها، وتعداد دود الأرض فيها. وتسجل قيم التقييم على بطاقة الدرجات الخاصة بالتربة وتدخل مع القيمة الإجمالية على مقياس من فقيرة إلى جيدة. ويمكن عمل نسخة داعمة للقياسات البصرية للمزارعين بوساطة قياسات مخبرية نوعية للنوعية الكيمائية، والفيزيائية، والحيوية للتربة وربط هذه

القياسات بها. وأعتبر أكثر من 90% من المزارعين والعلماء ممن طلب منهم العمل وفق هذا النظام أنه عملي وسديد علمياً.

يتم تطوير صندوق أدوات لتقييم التربة بصرياً من قبل منظمة الأغذية والزراعة، حيث يشتمل على إرشادات لإدارة التربة لمنع تدهور التربة والتخفيف منه وتحقيق الإدارة المستدامة للمزارع (بينيتس، تواصل شخصي، 2005). كما أصدر برنامج منظمة الأغذية والزراعة للإدارة المتكاملة للآفات من قبل المجتمع كتيباً يحمل فائدة عظيمة مع سلسلة من التمرينات التدريبية على الإدارة المتكاملة للتربة (سيتل 2000). كما ستصدر منظمة الأغذية والزراعة قريباً دليلاً حول وحيشات التربة وتقييم النوعية الحيوية.

غير أن الوسائل الراهنة لتقييم نوعية التربة (كاللقاءات مع المزارعين، والمسوحات، وصناديق صحة التربة) لا تزال بحاجة إلى تعديل لتناسب الظروف النوعية القائمة في السياقات الزراعية لدى أصحاب الحيازات الصغيرة في المناطق الاستوائية الرطبة وشبه القاحلة، وإتاحة استخدامها من قبل المزارعين والمرشدين الزراعيين بدلاً من علماء التربة. وتعد الطرائق والقياسات البسيطة كتلك الموصوفة آنفاً الأكثر فائدة، وذات الاحتمال الأكبر لتبنيها على نطاق واسع.

التغلب على المعوقات

حالما يتم تحديد المعوقات الأحيائية واللاأحيائية، يجب تنظيمها بشكل هرمي، واختيار البدائل المحتملة بحيث تكون متكيفة مع ظروف السكان المحليين، والمناخ، والتربة، والنظم الزراعية–البيئية. وفي هذه المرحلة، يمكن فهم كيفية التغلب على معوقات الإنتاج الزراعي على شتى الأصعدة (الاجتماعية، والثقافية، والاقتصادية، والسياساتية، والزراعية، والحيوية، والبيئية، والوراثية، وتلك المتعلقة بالتربة) باستخدام موارد ومعرفة وقدرات محلية أو مستقدمة، كما يعد كيفية تأثير الممارسات الزراعية في أحياء التربة وأنشطتها أساسياً للتنبؤ بخيارات الإدارة الممكنة وحلول أخرى.

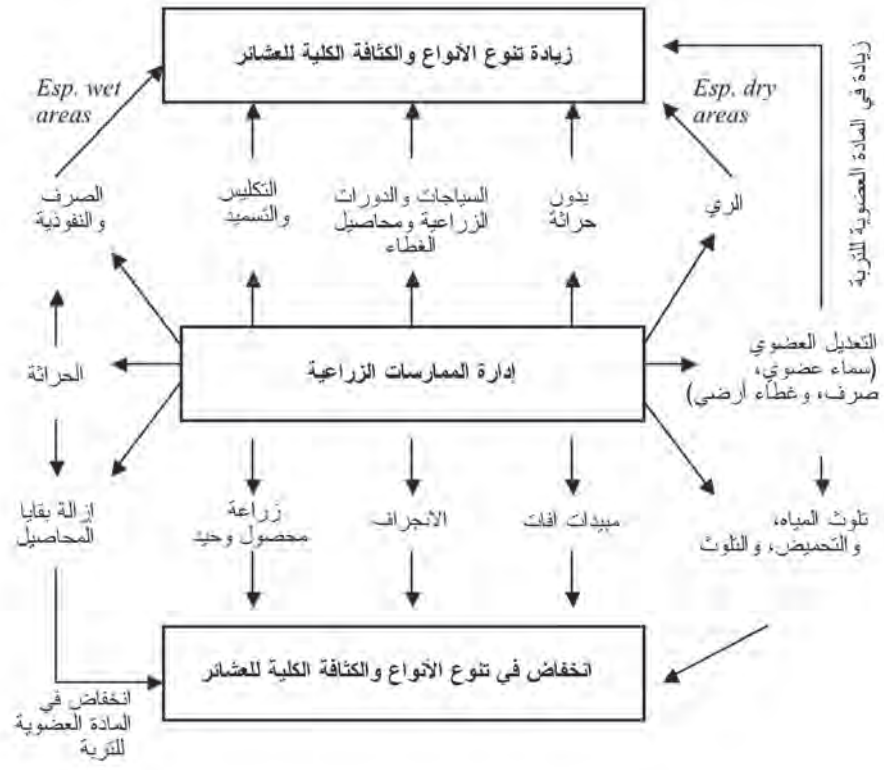
ولسوء الحظ لا تتوافر معلومات حول تأثيرات شتى الممارسات الزراعية المختلفة في أحياء التربة حول كافة الكائنات الحية في التربة، وقد توجد اختلافات مهمة في تأثيرات شتى الممارسات في نفس الكائن الحي أو تأثيرات للممارسات عينها في كائنات مختلفة. وتعتبر بعض الكائنات الحية حساسة لممارسات معينة لإدارة الأرض، مما تسبب في انقراضها محلياً، بينما استجابت أخرى بصورة إيجابية واستفادت من الظروف المعدلة لزيادة توافرها، والكتلة الحيوية، والنشاطات.

ولتقييم مناسب لتأثير أنواع فردية في وظيفة محددة للتربة وتأثير ممارسات إدارتها في عشائرها ونشاطها، يجب أخذ عينات داخل النطاقات المكانية–الزمانية ذات الصلة

بذلك النوع المحدد، أي يتعين أخذها ضمن المجال الوظيفي لذلك النوع، وهذا ما يشكل في الغالب تحدياً منهجياً صعباً بصفة خاصة.

ورغم تعقيد هذه المهمة، إلا أن ثمة بعض القواعد العامة التي يمكن تطبيقها واستخدامها مع مزارعين على المستوى المحلي للتنبؤ بتأثيرات الإدارة واختيار الحلول الممكنة. وتعرض بعض من هذه الحلول في الجدول 3.9 مع وصف لبعض المعوقات الرئيسة أمام الممارسات الإدارية المختلفة وتأثيراتها في وظيفة التربة.

تؤثر زراعة المحاصيل بشكل كبير في بيئة التربة وبذلك يكون لها تأثير في عدد الكائنات الحية فيها وبأنواعها، لاسيما في عملية قلب التربة عن طريق حراثتها. وبصورة عامة، عندما يتم تحويل غابة ما أو مرعى إلى أراض زراعية، تنخفض كمية ونوعية بقايا النباتات، وعدد أنواع النباتات الأعلى فيها، مما يقلص مجال الموائل والموارد الغذائية للكائنات الحية في التربة. كما تتغير نسبة الكائنات الحية المختلفة وتفاعلاتها بشكل



الشكل 9. 5. تأثير ممارسات الإدارة الزراعية المختلفة في أحياء التربة (مقتبس عن هيندريكس وآخرين 1990).

الجدول 9. 3. معوقات ممارسات الإدارة الزراعية المختلفة وتأثيراتها في أحياء التربة ووظيفة التربة

ممارسة إدارة التربة	معوقات الاستخدام	التأثير في الأحياء والوظيفة
الحراثة	العمالة، والأدوات، والآليات، والكلفة، والأمراض المنقولة بالتربة، والأراضي ذات الانحدار	تفكك أسرع للمادة العضوية، ونسبة بكتريا أعلى من الفطريات، عشائر أقل من الوحيشات الضخمة، والوحيشات المتوسطة، وزيادة قصيرة الأجل في توافر العناصر الغذائية، لكن ثمة زيادة في الخسائر بعيدة الأمد، ونمو جذري أفضل في الطبقة المحروثة، ومخاطر انجراف أكبر
بدون حراثة (زراعة على الجلد)	الآليات، والكلفة، وتراص التربة، والقوام الثقيل، وإدارة الآفات	عشائر أعلى من الوحيشات الضخمة، والوحيشات والمتوسطة، والوحيشات الصغيرة؛ نسبة فطريات أعلى من البكتريا؛ تراكم المادة العضوية على سطح التربة؛ حفظ العناصر الغذائية؛ جريان سطحي وانجراف أقل؛ زيادة في وجود الآفات والأمراض المرتبطة بطبقة الفضلات والإصابة بها.
مدخلات المادة العضوية	التوافر، والعمالة، ووجود الحيوانات، والكلفة	تغيرات في نسب التفكك وعشائر الكائنات الحية (بعضها تزداد وأخرى تتناقص اعتماداً على نمط المادة)؛ زيادة في توافر العناصر الغذائية، وتخزينها، وتبادلها؛ وتحسن في بنية التربة الفيزيائية والعلاقات المائية؛ تراجع في الحموضة والسمية بالألمنيوم؛ نشاط مكروبي ووحيشي أكبر، وبخاصة الكائنات المعتاشة على الحتات
التسميد	التوافر، والكلفة	انخفاض في العادة في التعايش الفطري الجذري وتثبيت N_2 (مع الفوسفور والآزوت على التوالي)، والتغير في التوازن بين التمعدن والثبات، زيادة في إنتاج النبات ومدخلات المادة العضوية، وزيادة في عشائر بعض الكائنات الحية من خلال توافر أكبر للغذاء

يتبع في الصفحة 248

يتبع من الصفحة 247

ممارسة إدارة التربة	معوقات الاستخدام	التأثير في الأحياء والوظيفة
مبيدات الآفات	الكلفة، والتأثيرات البيئية والصحية	إصابة أقل بالأمراض، والآفات، والطفيليات، والكائنات الحية الممرضة، لكن ثمة تأثيرات سلبية في الأحياء غير المستهدفة مثل الحشرات النافعة ودود الأرض؛ وتحسن في إنتاج النبات، لكن تظهر الاتكالية؛ انعدام في استقرار دورة العناصر الغذائية، خسارة في بنية التربة؛ وزيادة طويلة الأجل في مقاومة الأحياء المستهدفة
الري أو الفيضانات	الكلفة، والانحدار، والعمالة، والأدوات، وتوافر المياه	زيادة في توافر المياه، وحيادية الـ pH، وتغيرات في دورة العناصر الغذائية (غالباً ثمة عمليات حيوائية أعلى) وتوافرها، تثبيت أعلى لـ N_2 اللامتعايش، وزيادة في عشائر الأحياء المصابة بإجهاد الجفاف، وانخفاض في أعداد الأحياء الحساسة، ومعدلات تفكك أقل في المادة العضوية، وانخفاض في الأمراض المنقولة بالتربة والأعشاب
دورات المحاصيل	قبول اجتماعي، تكاليف الفرص، توافق النظام الزراعي–البيئي، المناخ، ظروف التربة	تأثير الدورة الزراعية، مع إنتاجية محسنة وإدارة الآفات والأمراض؛ استخدام أكثر كفاءة للعناصر الغذائية في التربة؛ تنوع أكبر فوق التربة وتحت التربة؛ زيادة العشائر، والكتلة الحيوية، ونشاط معظم الكائنات الحية (بخاصة مع البقوليات)؛ تحسن في تكدس التربة ورشحها؛ وانخفاض في الكثافة الكلية؛ زيادة في المادة العضوية
حقن بأحياء تربة مختارة (مثل المستجذرات، ومتعايشات فطرية جذرية، ودود الأرض، وبكتريا الجذور، والضواد، وعوامل المكافحة الحيوية)	الكلفة، والتوافر، والقدرة على التكيف مع البيئية، والتنافس مع الأحياء الواطنة أو الحلول محلها، وظروف تربة مناسبة	زيادة في تثبيت الآزوت، وتوافر العناصر الغذائية في التربة، واستهلاك المياه، وكفاءة في حصول النبات على العناصر الغذائية؛ زيادة الغلال؛ وزيادة في تحمل المعادن الثقيلة؛ مقاومة أفضل للأمراض النباتية، والآفات، والطفيليات؛ وزيادة في نفوذية التربة، والتهوية، واستقرار الكداسة، ورشح المياه، وقدرتها على الاحتفاظ بالماء؛ سرعة أكبر في التفكك ودورة العناصر الغذائية

المصدر: موسع من سويفت (1997)

معنوي. وبشكل عام، تحمل الحراثة بالمحراث القلاب، وزراعة محصول وحيد، واستخدام مبيدات الآفات، والانجراف، وتلوث التربة تأثيرات سلبية في معظم الكائنات الحية، حيث يجب ملاحظة تأثيراتها، ومن ثم تعديل ممارستها أو تجبنها، أو تقليصها إلى المستوى الممكن. ومن ناحية أخرى، تحمل ممارسات أخرى من قبيل استخدام النفايات العضوية، والاستخدام المعتدل للأسمدة، ودورات المحاصيل، والري في المناطق الجافة والصرف في المناطق الرطبة تأثيرات إيجابية في كثافة الكائنات الحية في التربة، وتنوعها، ونشاطها. وفي معظم الحالات، يمكن تحسين هذه الممارسات لتحقيق كفاءة أفضل في استخدام الموارد.

لكن ليست العوامل الفيزيائية–الحيوية هي وحدها التي تؤثر في قرارات المزارعين (الخطوة 4، الشكل 3.9)، بل للاعتبارات الاجتماعية–الاقتصادية دور أيضاً. وتشتمل بعض من هذه المعوقات الأكثر شيوعاً لاستخدام الممارسات المختلفة للإدارة الحيوية للتربة على التكاليف المالية (المدخلات المبتاعة)، وتكاليف العمالة والوقت، وتوافر الموارد، ووسائل تنفيذها (الجدول 3.9).

إدارة التكيف: اختيار الحلول الفضلى

بعد اختيار عدد من الحلول الممكنة المختلفة من الممارسات الفضلى للمزارعين، وابتكاراتهم، والتقانات الجديدة، فإنه يتعين اختبارها باستخدام عملية غربلة متكررة وتشاركية للتجارب على التكيف (الخطوة 5 في الشكل 3.9). وقد طور معهد بيولوجيا وخصوبة التربة الاستوائية التابع للمركز الدولي للزراعات الاستوائية نهجاً للإدارة التكيفية للعمليات الحيوية في التربة، مع التركيز على التكرار، والتفاعل التعاوني بين المزارعين، والمرشدين الزراعيين، ومسيري أعمال المجتمع المحلي، والعلماء (TSBF 2000). وفي هذه العملية التكيفية، يتم اختبار معاملات وتقنيات مختلفة بشكل متزامن، وتكرارها في دورات زراعية عديدة لتحديد أكثر الممارسات قبولاً من الناحية التكيفية، والاقتصادية، والعملية، والاجتماعية.

ويستخدم نهج المدارس الحقلية للمزارعين من قبل منظمة الأغذية والزراعة وكذلك من جانب شركائها في شرقي إفريقيا وآسيا لتحفيز التعلم التجريبي من قبل مجموعات المزارعين في مجال إدارة التربة والمياه، بما في ذلك تطوير وحدات تدريب لعمليات ديناميكية يقودها المزارعون وصندوق أدوات للممارسات العملية. إلى ذلك، أنتجت منظمة الأغذية والزراعة مواد تدريب عملي حول الزراعة الحافظة من خلال سلسلة الوسائط الرقمية المتعلقة بالأرض والمياه (انظر القرصين المدمجين 27، و 22 على العنوان www.fao.org/landandwater/lwdms.stm.

إن المزارعين ومعنيين آخرين في صناعة القرار هم من يختار في النهاية التقانات

المرغوبة أو المناسبة لتنفيذها على شتى المستويات (الخطوة 6، الشكل 9 .3). وقد يتباين القرار الأخير الذي تتخذه مجموعات المعنيين حول الممارسات التي ستنفذ بشكل كبير بين صغار وكبار المزارعين والمزارعين ذوي الموارد الفقيرة والغنية.

تنفيذ الإدارة الحيوية المتكاملة للتربة

يشكل تبني الإدارة الحيوية المتكاملة للتربة (الخطوة 7، الشكل 9 .3) عملية تعليمية تشاركية طويلة الأجل تنشأ عن تشخيص وتحليل الخيارات، ووضع أولوياتها، واختيارها، واختبارها، وتعديلها، ومناقشتها، والموافقة عليها، وكذلك اختيار الخيارات الفضلى على صعيد الإدارة الحيوية للتربة. وتتمثل الخطوة الأخيرة في هذه الدورة في تقييم المزارعين للخيارات الفضلى في الحقل، وقرارهم إما تنفيذ هذه الممارسات على نطاق أكبر وبعيد الأجل، أو العودة إلى استراتيجيات الإدارة التقليدية لديهم. وهذه خطوة حاسمة يوضع فيها كافة العمل الشاق في الخطوات الماضية في موقع المجازفة. وقد تكون الحاجة موجودة إلى خدمات دعم معينة، من قبيل توفير بذور أنواع أو أصناف محاصيل مختارة، وتأمين الأسمدة بأسعار وكميات مناسبة، وتدريب الحرفيين على تصنيع أدوات معدلة، وتدريب المزارعين على إدارة الحيوانات لاستخدام المواد العضوية والأسمدة.

الإدارة الحيوية لخصوبة التربة: بعض الأمثلة

أهمية إدارة المادة العضوية

ترتبط الممارسة الأكثر أهمية، من بين الممارسات الناجحة المتنوعة، بالنسبة للحفاظ على أحياء التربة والصون طويل الأجل للإنتاجية بصورة عامة بتحفيز أو صون التجميعات النشطة للمادة العضوية في التربة. ومن خلال تعديل كامل النظام المحصولي، والتوليفة المناسبة من المكان والزمان، والممارسات المناسبة لإدارة التربة، يمكن زيادة المادة العضوية كماً ونوعاً، مما يؤدي إلى تأثير كبير في كامل مظاهر الحياة داخل التربة والوظائف الفيزيائية–الكيميائية. وغالباً ما تلاحظ هذه الظاهرة عندما تنتقل النظم البيئية المتدهورة إلى التعافي. وحالما يتم تأسيس النبات، تبدأ الجذور باختراق التربة، وتتشكل طبقة مخلفات واقية على سطح التربة، ويحدث تأثير متبادل لزيادة توافر الكربون، ومع تغيرات طفيفة في مناخ محيط التربة، ونشاطات حيوية تساعد على تسريع تعافي النظام البيئي. وفي البيئات الأشد جفافاً، تعتبر رطوبة التربة حاسمة في عملية التعافي هذه وبناء المادة العضوية في التربة. ويمكن تعزيز الاحتفاظ برطوبة التربة من خلال غطاء

واق للمحاصيل أو بتغطية التربة وعدم اللجوء إلى الحراثة أو القيام بالحراثة بحدها الأدنى، مما يبقي على الكتلة الحيوية لجذور النبات والمادة العضوية في التربة.

الإدارة الحيوية غير المباشرة للتربة

ثمة مثال جيد حول تطبيق إدارة العمليات الحيوية لتعافي التربة ونهج النظام البيئي يتجلى في حالة المزارعين في مجموعة غروبو فيسنتي غوريرو (GVG) في تلاكسكالا، المكسيك (راموس 1998). فالتربة في ولاية تلاكسكالا تحرث منذ آلاف السنين باتباع ممارسات تقليدية (جليسمان 1990). غير أن تكثيف التربة الهشة وسهلة الانجراف في الولاية شكل خطراً للمشهد الطبيعي، ما أدى إلى انجراف وتملح وظهور مشكلات في مستجمعات المياه على امتداد الولاية. واستجابة لحالات القلق هذه، أسس مزارعون منذ أكثر من 20 سنة خلت في قرية صغيرة في فيسنتي غوريرو برنامجاً (بالتعاون مع Quaker House of Friend) لعمل تجارب والمشاركة بها وتحفيزها ، حيث من شأن هذه التجارب تحسين مستوى معيشتهم ومعيشة جيرانهم.

وتتجلى القوى المحفزة وراء نجاح مجموعة غروبو فيسنتي غوريرو في احترام عميق للبيئية، الذي ظهر في استخدام متطور ومتكامل للموارد الطبيعية المحلية والإيمان الراسخ بأن المشاركة في اكتشافاتهم مع مزارعين آخرين يشكل التزاماً أخلاقياً لا يمكن نكرانه. وأتاح ذلك للمجموعة وضع نموذج من مزارع إلى مزارع في حيز الممارسة بكل صبر لنقل المعرفة التي قدمها لهم ميسرو التنمية الريفية والخبراء الفنيين إلى مزارعين في الجوار. ودرب أعضاء من مجموعة غروبو فيسنتي غوريرو ما يربو على 2000 مزارع في المكسيك ومناطق أخرى في أمريكا اللاتينية خلال العقدين المنصرمين، حيث يعرض الإطار 9 .5 بعضاً من ممارسات الإدارة الناجحة التي تبنتها المجموعات. ويعمل النجاح الذي حققته دراسة المثال هذه على تسليط الضوء على أهمية النهج المتكاملة متعددة الأطراف (وليست من القمة إلى القاعدة فقط) المعنية بتنمية النظام الزراعي بهدف ضمان التوصل إلى نتائج مديدة.

وفي ولاية بارانا بالبرازيل، نفذت عملية مماثلة لتطوير التقانات، والتكيف، والإرشاد بطريقة تعاونية، كما جرى تبني واسع النطاق بفعل هذه العملية لممارسات الزراعة الحافظة، وبخاصة الزراعة بدون حراثة. وفي السبعينات من القرن المنصرم، ومعظم الثمانينات، وبعد التخلي عن البن وتبني زراعة محاصيل حولية باتباع حراثة تقليدية (وبخاصة زراعة محصولي فول الصويا والقمح)، واجهت معظم مناطق البلد مشكلات مشابهة للمشكلات التي واجهتها مجموعة غروبو فيسنتي غوريرو في المكسيك. وعمل انتشار الأخاديد، والأنهار الموحلة، والفيضانات، ومشكلات نوعية المياه، إلى جانب المحاصيل المتضررة بشدة

الإطار 9. 5 الإدارة التكيفية للتربة وطرائق الحفاظ عليها التي تبتنها مجموعة غروبو فيسنتي غوريرو في ولاية تلاكسكالا، بالمكسيك

تعتبر مجموعة غروبو فيسنتي غوريرو (GVG) النقاط التالية كبعض من النجاحات الرئيسة:

- انخفاض كبير في استخدام كثير من المزارعين للكيماويات الزراعية بعد أن رفضوا في البداية الأسمدة العضوية، ومنع استخدام الكيماويات الزراعية بشكل كلي في بعض حقول المزارعين.
- زيادة جهود المزارعين المحليين لتبني إجراءات المحافظة على التربة والمياه واستعادة خصوبة التربة.
- إدخال الحصيد وبقايا المحاصيل في التربة على نحو أكبر
- زيادة في الإنتاجية الزراعية. فاز أحد المزارعين في المجموعة بالجائزة الأولى في منافسة على مستوى الولاية لإنتاج غلة محسنة من الذرة الصفراء في الأراضي الجافة حيث أعطى 5.5 Mg /هكتار غلة حبية (وهي أعلى بكثير من متوسط الغلال في الولاية).
- اعتراف رسمي بجهود المجموعة من قبل حكومة ولاية تلاكسكالا.
- زيادة في قدرة المجموعة على تنظيم التمويل واستقطاب التمويل الخارجي، والفضل يعود إلى الخبرة الجماعية والمكانة الجيدة

طرائق إدارة التربة والحفاظ عليها

- إنتاج الحبوب باستخدام تقنيات تعزز التنوع الحيوي في التربة ووظائفها الحيوية
- الدورات الزراعية، ومحاصيل التغطية البقولية، وأصناف بذور محلية محسنة، وروابط المحصول المتنوع لزيادة مرونة النظام الزراعي–البيئي وتحسين الغلال
- طرائق الحراثة ذات التأثير المنخفض للحد من الاضطرابات في بنية التربة وأحيائها
- إنتاج الأسمدة العضوية باستخدام الحصيد، وبقايا المحصول المحصود، والسماد العضوي للحيوانات، والسماد الأخضر
- إجراءات الحفاظ على غطاء التربة لصون بنية التربة ومحتواها من الرطوبة
- إدارة الأراضي لصالح التنوع النباتي والحيواني وارتباطه بالنشاط الحيوي في التربة
- التنوع الفسيفسائي للمحاصيل المختلفة واستخدامات الأراضي
- تجميع وتخزين مياه الأمطار لاستخدامها من قبل النبات، والحيوان، والإنسان
- إدخال حيوانات حديقة المنزل (سلالات واطنة للدجاج، والديك الرومي، والأرانب)، والتي يستخدم برازها في الحدائق المنزلية.
- استعادة التنوع الحيوي الزراعي من خلال زراعة محاصيل واطنة، ونباتات طبية، وأنواع شجرية.

يتبع من الصفحة 252

طرائق تشاركية ووسائل متنوعة تشتمل على ما يلي:

- زيارات إلى حقول المزارعين
- عروض مشاهدة حقلية لتقنيات إدارة المحاصيل والتربة
- تجارب على مستوى المزرعة
- عمليات تشخيص تشاركية سريعة
- ورشات عمل، ومحادثات، ودورات، وألعاب تعليمية، وعروض مسرحية في المجتمع المحلي

يمكنكم الحصول على مزيد من المعلومات عن مجموعة غروبو فيسنتي غوريرو وعن دراسة الحالة هذه من راموس (1998) ومن الموقع على الشبكة الدولية: www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/cases/caseD1.pdf

إلى دفع المزارعين للبحث عن بدائل لممارسات تحضير التربة بطريقة تقليدية (الحراثة بالقرص والقلاب). وبتوجيه من تجارب المزارعين، وتبنيهم، وطلبهم، شُكلت شراكة مع القطاع الصناعي وتعاونيات المزارعين بمساعدة ودعم من الحكومة، لتطوير بذارات بدون حراثة يمكن استخدامها يدوياً، أو بجرها بوساطة الحيوان والجرارات. وفي الوقت عينه، تم تطوير ممارسات لإدارة التربة اعتماداً على دورات المحاصيل، والمحاصيل الغطاء لإدارة الأعشاب وحماية التربة، وخفض حركة المرور فوقها للحد من تراص التربة إلى المستوى الأدنى. وبالتالي، تتبع طريقة اللاحراثة اليوم فوق قرابة 20 مليون هكتار في البرازيل، منها 5.5 مليون هكتار في ولاية بارانا (25% من مساحة الولاية). وتحمل هذه التقانات أهمية خاصة من الناحية الحيوية لأنها تتجنب إزعاج التربة، وتبني المادة العضوية في التربة (جلها على السطح؛ سا 1993)، وتتيح تعافي النشاط الحيوية للتربة، وتعزز دورها في خصوبة التربة (هاوس وبارميلي 1998؛ هيندريسك وآخرون. 1990؛ براون وآخرون. 2002 ب).

التقانات التكميلية للإدارة الحيوية المباشرة

رغم أن التدخلات الأعلى مستوى ذات احتمال أكبر للنجاح والتأثير في النظام من خلال تأثيرات دافقة على مستويات أدنى وعند أسفل السلسلة الغذائية في التربة، نجد أن التقانات النوعية التي تتحكم مباشرة بأحياء التربة مفيدة أيضاً ويمكن أن تكمل بشكل غير مباشر التدخلات من خلال إدارة المادة العضوية والنظام الزراعي–البيئي. ومع ذلك، عادة ما

تتسم بمحدودية أكبر في التطبيق، ويجب تبنيها في ظروف معينة، اعتماداً على توصيفات النظام الزراعي–البيئي. وتشتمل الأقسام التالية على بعض الأمثلة حول تقنيات الإدارة الحيوية للتربة باستخدام مكروبات ووحيشات ضخمة، ومنظور استخدامها وفوائده، مع بعض المشكلات التي يجب التغلب عليها لفتح المجال أمام تبنيها على نطاق واسع.

المكروبات المفيدة في التربة

تشتمل المكروبات المفيدة على تلك التي تخلق روابط تعايشية مع جذور النبات، وتحفز تمعدن العناصر الغذائية وتوافرها، وتنتج هرمونات نمو النبات، وتشكل ضواد للآفات أوالطفيلات أو الأمراض النباتية. وكثير من هذه الكائنات الحية توجد بصورة طبيعية في التربة، رغم أنها في بعض الحالات قد تكون مفيدة لزيادة عشائرها إما عن طريق حقنها أو تطبيق تقنيات متنوعة للإدارة الزراعية التي من شأنها تعزيز توافرها ونشاطها.

ربما يكون دور الأسرة البكتيرية للمستجذرات المثبتة للآزوت ((N2 في الإنتاج الزراعي هو الأكثر نجاحاً، وشكلاً مألوفاً من أشكال الإدارة الحيوية المباشرة (الإطار 6.9). وتصيب المستجذرات جذور النبات، وتخلق عقداً يثبت عليها N2، مما يوفر معظم الآزوت المطلوب لتطور النبات. وقد تقوم النباتات ذات العقد الجيدة مع تعايش كفء بتثبيت حتى عدة مئات من الكيلوغرامات من الآزوت في الهكتار سنوياً، حيث يضاف بعض من هذا الآزوت إلى التربة خلال نمو النبات عن طريق جذور مسربة، وذلك رغم تحويل كثير من الآزوت إلى الحبوب (البقوليات الحبية)، أو بقائه في النسيج النباتي ومن ثم تحرره أثناء تفكك بقايا النبات، ليفيد بذلك المحاصيل التالية أو المحاصيل المتخالطة. وقد يعزز الاستعمار السابق للمتعايشات الفطرية الجذرية لجذور البقوليات تشكل العقد من قبل المستجذرات، مما يزيد في النهاية من فوائد النمو المحتملة. وجرى توثيق زيادات الغلة من خلال الحقن بشكل جيد، حيث تناقش بعض من المعوقات الرئيسة من قبل جيلر (2001) وموناتنيز (2002). ومع ذلك، ورغم الفوائد الواضحة للحقن بالمستجذرات أو إدارتها، إلا أن الاستخدام الواسع النطاق لهذه التقنية لتعزيز غلال البقوليات لا يزال محدوداً نتيجة الترويج الواسع للأسمدة الآزوتية، والافتقار إلى الحوافز في السوق لزراعة البقوليات، وكذلك غياب فهم أهمية تثبيت N_2 أو تبني اللقيحات من قبل المزارعين، إلى جانب المعوقات البيئية (كتدني الفوسفور في التربة، والجفاف)، والنوعية المتدنية للقيحات ومحدودية توافرها، وانخفاض التوافق الوراثي للبقوليات العائلة مع البكتريا، والافتقار إلى حوافز سياسية واقتصادية مناسبة وغياب البنى التحتية (جيلر وآخرون 1994؛ هنغاريا وآخرون 1999).

الإطار 9. 6 الحقن: فرص ومعوقات

يعتبر التثبيت الحيوي للآزوت (BNF) عملية محورية في استدامة الزراعة، لكنه غالباً ما يواجه معوقات غياب مكروبات كفوءة ومنافسة لتثبيت الآزوت في التربة. وثمة حاجة واضحة لتحسين توافر ونوعية هذه المكروبات وتوفيرها بسبب أهميتها لإنتاج المحاصيل. وقد اتسع نطاق البحوث التي أجريت على التثبيت الحيوي للآزوت بشكل كبير خلال العقود الماضية، مما طور المعرفة بهذه العملية. إلا أن تقنيات تطبيق التثبيت الحيوي للآزوت وتأثيرها في النظم الزراعية لم تلق الرغبة عينها. ولا تسهم اللقيحات بدور رئيس في إنتاج بعض من البقوليات الغذائية الأكثر أهمية ولا تزال كثير من اللقيحات المنتجة في العالم ذات نوعية رديئة (منظمة الأغذية والزراعة 1991). ويمكن ضمان التبني التلقائي فقط عند رؤية المزارعين لفوائد التثبيت الحيوي للآزوت واقتناعهم بها، وعندما يكون بمقدورهم التغلب على المعوقات، بالشراكة مع الباحثين، والقطاع الخاص، وصناع السياسات.

وتتوافر فرص تعزيز مدخلات التثبيت الحيوي للآزوت عبر نظم زراعية–بيئية وظروف اجتماعية–اقتصادية مختلفة من خلال الوسائل التالية:

- تغيير عدد الكائنات الحية الفعالة المتعايشة أو المرتبطة داخل النظام (الحقن)
- تعزيز طرائق وتقانات الحقن
- غربلة وانتخاب المحاصيل والسلالات المكروبية الأكثر ملائمة
- ممارسات الإدارة التي تعزز من تثبيت N_2 وإعادة تدوير مدخلات الآزوت الصافي في النظام المحصولي (أي الدورة الزراعية، واستخدام السماد الأخضر، واللاحراثة، والاستخدام الاستراتيجي للبقوليات؛ مونتانيز 2002).

يمكنكم الحصول على مزيد من المعلومات حول هذا الموضوع من جيلر (2001) من:
www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/cases/caseB1.pdf .

تشكل المتعايشات الفطرية الجذرية روابط متبادلة شديدة التطور بين فطريات التربة وجذور النبات. ويقوم النبات بمنح الكربون إلى المتعيشات الفطرية الجذرية مقابل قدرة أعلى على استخدام المصادر الواطنة في التربة. وتعد أكثر من 90% من النباتات في العالم ذات متعايشات فطرية جذرية، مع درجات متباينة من الاعتماد على هذه الروابط والفوائد المجنية منها. وتشتمل أكثر المتعايشات الفطرية الجذرية شهرة وربما أكثرها شيوعاً على متعايشات فطرية جذرية (كثير من أنواع المحاصيل)، و متعايشات فطرية جذرية (أنواع خشبية فقط، معظمها من الأشجار والشجيرات)، رغم وجود عديد من الأنماط الأخرى أيضاً (آلين وآخرون 1995). وثمة توثيق جيد للدور الإيجابي للمتعايشات الفطرية الجذرية في إنتاج النبات، مع كثير من حالات تعزيز النمو والغلة، ولاسيما في النباتات الحساسة شديدة

الاعتمادية. ويمكن أن تنجم استجابة النبات من عوامل شتى، رغم أنها تنجم في معظم الحالات عن اتساع منطقة الجذور الفعالة لاستخلاص المياه والعناصر الغذائية لأن شبكة المتعايشات الفطرية الجذرية الخيطية تعمل كامتداد طبيعي لنظام جذور النبات. وتشتمل فوائد أخرى لروابط المتعايشات الفطرية الجذرية على تعزيز وقاية النبات من الممرضات، وتحسين تحملها للملوثات، وتعطيها مقاومة أكبر للإجهاد المائي، وارتفاع درجة حرارة التربة، والحموضة المناوئة للتربة، وصدمة الغرس.

إلا أن الاستخدام الواسع النطاق للقيحات المتعايشات الفطرية الجذرية في النظم الزراعية–البيئية أعيق بفعل صعوبة زراعة المتعايشات الفطرية الجذرية وإنتاج لقيحات كافية بأسعار مقبولة. علاوة على ذلك، تنخفض كفاءة التعايش مع تحسن وضع خصوبة التربة (لاسيما المحتوى من الفوسفور) أو مع استخدام مرتفع للسماد الفوسفوري. ويظهر أن الاستخدامات الراهنة الأكثر عملية للمتعايشات الفطرية الجذرية تشتمل على جهود استرداد الأرض واستصلاحها والمتعايشات الفطرية الجذرية والحقن الخارجي بالمتعايشات الفطرية الجذرية للأشجار وشتلات المحاصيل في المشاتل. ومع ذلك، فإن تعزيز عشائر المتعايشات الفطرية الجذرية التي تحدث بصورة طبيعية في حقول المزارعين (وفوائدها المحتملة بالنسبة للمحاصيل المزروعة) يعد عملية مجدية، حيث يمكن جني فوائد مهمة من خلال تبني ممارسات إدارية متنوعة من شأنها تعزيز عشائر المتعايشات الفطرية الجذرية ونشاطها من قبيل الحراثة المخففة، والدورات الزراعية، واستخدام أقل للأسمدة (وبخاصة الآزوت والفوسفور)، واختيار العائل المناسب لزيادة إعداء التربة قبل زراعة المحصول الرئيس (أبوت روبسون 1994). وعليه، يبدو أن احتمال الحصول على فوائد محسنة من المتعايشات الفطرية الجذرية يعد مجدياً في خفض مدخلات النظم الزراعية–البيئية والزراعة العضوية.

الوحيشات المفيدة في التربة

يمكن لممارسات الإدارة الحيوية المباشرة أن تشتمل على حقن مهندسي نظم البيئة في التربة أو تعزيز نشاطها. وثمة مثال ناجح جداً لهذه التقنية طور في الهند باستخدام دود الأرض والأسمدة العضوية في حدائق الشاي في تاميل نادو (جيري 1995؛ لافيلي وآخرون 1998؛ سيناباتي وآخرون 1999، 2000).

يشكل الشاي محصولاً مرتفع القيمة في الهند ويتمتع بتاريخ طويل (فكثير من المزارع يتجاوز عمرها 100 عام). وفي السنوات الأخيرة، استقر إنتاج الشاي، رغم الاستخدام المتزايد لمدخلات خارجية من قبيل الأسمدة ومبيدات الآفات. وأدى الاستثمار طويل الأجل للتربة في حدائق الشاي إلى تغيرات مهمة في شتى ظروف التربة الفيزيائية، والكيمائية،

والحيوية، مما خفض محتواها من المادة العضوية، وتبادل الكاتيونات، والقدرة على الاحتفاظ بالماء، وخفض كذلك من عشائر الوحيشات الضخمة في التربة (التي انخفضت بنسبة 70%)، وحموضة التربة، مع زيادة في تراكيز الألمنيوم السام في الوقت عينه.

واستجابة لهذه المعوقات التي تحد من إنتاج الشاي، طورت مؤسسة باري للصناعات الزراعية، بالاشتراك مع المعهد الفرنسي لبحوث التنمية وجامعة سامبالبور (أوريسا، الهند) تقانة حصلت على براءة اختراع أطلق عليها «التسميد الحيوي العضوي في مزارع الأشجار» (Fertilisation Bio-Organique dans les plantations Arborees) (FBO). وتهدف هذه التقانة إلى تحسين الظروف الفيزيائية، والكيمائية، والحيوية للتربة من خلال حقن خليط من مواد عضوية مرتفعة ومنخفضة النوعية (مقلمات الشاي والسماد العضوي) ودود الأرض، في أخاديد حفرت بين صفوف نباتات الشاي. وأظهرت القياسات التي أجريت في موقعين منذ عام 1994 تفوق فعالية هذه التقانة على التسميد العضوي 100% أو اللاعضوي 100% وحده، وزادت الغلال وسطياً بنسبة 276%، كما زادت الأرباح بنسبة مساوية (من قرابة 2000 دولار أمريكي/هكتار باستخدام التقنيات التقليدية إلى قرابة 7,600 دولار أمريكي/هكتار باستخدام تقانة FBO) في العام الأول من استخدامها. ونشرت هذه الطريقة إلى بلدان أخرى، وقد تكون مفيدة لاستخدامها على محاصيل حولية أخرى كذلك. تتوافر تفاصيل عن هذه الطريقة في الوثيقة التي حصلت على البراءة (/ref.Pct 97/01363 fr؛ انظر أيضاً www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/cases/caseA1.pdf)

زادت فعالية مماثلة لكنها غير مباشرة لاستثمار عشائر هندسة النظام البيئي من خلال تطبيق المادة العضوية على الترب القشرية لمنطقة الساحل من نشاط النمل الأبيض وأدت إلى استرداد بنية التربة وما يلحق بذلك من تحسين في إنتاج النبات (ماندو وآخرون 2002 ،1997؛ انظر www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/cases/caseA2.pdf) . وازداد اتساع التربة العارية والقشرية في الساحل خلال العقود الأخيرة، مما أدى إلى تدهور خطير في المشهد الطبيعي وانخفاض كبير في إنتاج المحاصيل. لكن عند تغطية التربة القشرية والعارية في شمالي بوركينا فاسو، قام النمل الأبيض المهاجر من مناطق مجاورة بغزو الطبقات التحتية العضوية والتربة السطحية، مسبباً تغييراً كبيراً في بنيتها الفيزيائية. وفتحت كثير من المسالك نحو سطح التربة، مما حدّ من انغلاق السطح. وفي مقطع التربة السطحية، تم تشكيل مسام كبيرة غير منتظمة الأشكال والأحجام مما خفف من تراص التربة وزاد من رشح المياه وتصرفيها الأمر الذي أتاح إمكانية زراعة المحاصيل ثانية. علاوة على ذلك، زاد النمل الأبيض من تفكك وتمعدن غطاء التربة، وتحرير العناصر الغذائية لاستهلاكها من قبل النبات. وفي القطع المغطاة التي استبعد فيها النمل الأبيض اصطناعياً، كانت غلال اللوبياء أدنى بنسبة 1% من غلال تلك القطع التي كان فيها النمل الأبيض موجوداً ونشطاً. ويظهر هذا العمل مرة أخرى أن النمل الأبيض، باستثناء اعتباره آفة في

النظم الزراعية البيئية، قد يحمل أهمية بالغة في إنتاج النبات ووظيفة النظام البيئي، وأنه بالإمكان إدارة نشاطاته لما فيه فائدة الإنسان في بعض الحالات.

في معظم المناطق الإفريقية، يقوم المزارعون بتنظيف حقولهم من أي مادة عضوية بسبب خوفهم من الآفات والأمراض المرتبطة بها، وبخاصة النمل الأبيض الذي سيتغذى على المحاصيل في حال عدم توافر مصادر غذائية رغم تفضيله للمواد الجافة. ويعتمد إحداث التغيير على إقناع المزارعين، على سبيل المثال من خلال قطع التجارب، بقيمة غطاء التربة في تعزيز النشاط الحيوي، ورشح المياه، وتخفيف التبخر، وتوفير الرطوبة والعناصر الغذائية الرئيسة للنبات.

حوادث مرتبطة بالتنوع الحيوي في التربة

تمثل الأمثلة الواردة آنفاً تدخلات مخطط لها تستهدف تحسين ممارسات إدارة الزراعة من خلال وسائل حيوية. لكن ثمة حوادث تطرأ بين حين وآخر (لافيلي 2000) لتوفر فرصاً لاختبار مبادئ الإدارة الحيوية. وفي هذه الحوادث، يمكن لفقد مجموعات أحياء التربة الوظيفية الرئيسة في موقع معين، نتيجة تدخل الإنسان بصورة عامة، أن تحمل تأثيرات كبيرة (سلبية عموماً) في وظيفة النظام البيئي. وتشتمل إحدى الأمثلة على تدمير بنية التربة وتدهور المرعى في الترب الكولينية في حوض الأمازون (تشاوفيل وآخرون 1997؛ 1999؛ باروس وآخرون 2004).

وفي الأمازون البرازيلي، تحول 95% من المساحة التي تقطع فيها الغابات إلى مراع، ويمكن اعتبار 50% من هذه المساحة متدهورة بسبب سوء إدارتها، مع مشكلات في الصحة النباتية، وخصوبة رديئة للتربة، وتعديل بنية التربة (مرتبط بنشاط الوحيشات). ويوجد في الترب الكولييينية التي تسود في منطقة الأمازون بنية مواتية من الكداسات الصغيرة إلا أنها هشة بسبب محتواها المنخفض من معدن أكسي الهيدروكسيد. وعند تحويل الغابات إلى مراع، يمكن أن تحدث الآليات أولاً ومن ثم وطئ الأبقار تراصاً كبيراً في التربة، لاسيما في الطبقة على عمق من 5 –10 سم (تشاوفيل وآخرون 1997).

لكن الأكثر أهمية من ذلك هو التغير الجذري الذي يصيب مجتمعات الوحيشات الضخمة الواطنة في تربة الغابة، حيث تختفي معظم الأصانيف الواطنة. ويحتل نوع دود الأرض الغازي والانتهازي Pontoscolex corethurus الأعشاش الخاوية، ويصل إلى كتلة حيوية تنوف على 450 كغ/هـ (قرابة 90% من إجمالي الكتلة الحيوية للوحيشات في التربة). وينتج هذا النوع سنوياً أكثر من 100 ملغ/هـ من القوالب، مما يخفض بشكل كبير من المسام الكبيرة في التربة إلى مستوى يعادل ما تحدثه الآليات الثقيلة في التربة (2.7 سم^3/100 غ). وخلال الموسم الماطر، تغلق هذه القوالب سطح التربة، وتشبع التربة، وتنتج

طبقة وحلية سميكة تسود فيها ظروف لاهوائية (وتزيد في الوقت عينه انبعاث الميتان وتحرير الآزوت). وفي الموسم الجاف، يسبب الجفاف تشقق السطح، ويمنع نمو الجذور ويعيق قدرتها على استخلاص المياه من التربة، مما يسبب ذبول النباتات وموتها، تاركة بقعاً جرداء في المرعى (تشاوفيل وآخرون 1997).

عرضت تجربة نفذت بالقرب من مانوس، بالبرازيل، دور *P. corethrurus* وتجميع متنوع للكائنات الحية في التربة (مثل نوع آخر لدود الأرض، والنمل الأبيض، وكثيرات الأرجل، ومتساويات الساقين، والنمل) في تدمير بنية التربة وإعادة تشكيلها (باروس وآخرون 2004). وأزيلت حصى التربة بأبعاد 25× 25 سم من المرعى ووضعت في الغابة؛ كما نقلت كتل مماثلة من الغابة ووضعت في المرعى. وبعد عام واحد، أعيدت بنية تربة المرعى المتراصة بشكل كامل إلى المستويات النموذجية في ترب الغابة الأصلية بفعل مجتمع اللافقاريات المتنوعة في تربة الغابة. وفي هذه الأثناء، دمرت دودة *P. corethrurus* بنى الكداسات الكبيرة في تربة الغابة بشكل كامل، ووصلت إلى مستويات تراص ومسامية مماثلة لتلك المستويات في المرعى المتدهور.

لا يسلط هذا البحث الضوء على الدور البالغ الأهمية للتجمع المتنوع للافقاريات الكبيرة في صون بنية التربة (وبخاصة في الترب الكولينية) وحسب، بل يبرز أيضاً المشكلات المرتبطة بممارسات الإدارة غير المتكيفة جيداً مع البيئة (مراع واسعة فوق ترب تواجه المشكلات عقب قطع الغابات) ودور الأنواع الغازية في خصائص النظام البيئي وعملياته. ويجب أن توضع نتائج هذا البحث في متناول مزارعي التدريب والمرشدين الزراعيين لأن مشاركة الخبرات بين المزارعين والباحثين سيساعد على تحفيز الابتكارات وإدارة التكيف وتوفير آراء حول المعوقات الواجب تناولها من قبل الباحثين وصناع السياسات.

الاستنتاج

عرفنا أن أحياء التربة تمثل نسبة كبيرة من التنوع الحيوي في الأرض. وهذه الأحياء تسهم أيضاً بشكل كبير في مستوى معيشة الإنسان من خلال دورها في إنتاج سلع وتقديم خدمات تتراوح من منتجات زراعية إلى تنظيم المناخ ونوعية المياه الجوفية. ومع ذلك، تبقى مجموعة الكائنات الحية هذه غير معروفة على نطاق واسع من قبل العامة، وتتجاهلها التقييمات العلمية للتنوع الحيوي، وتهمل في تنمية النظم الزراعية. إلا أن الروابط الوثيقة والمعقدة بين الكائنات الحية في التربة وتلك فوق سطحها، وبخاصة النباتات، تجعل من هذا إقصاءً مثيراً للقلق. وتبقى قدرة إدارة هذه الكائنات الحية القائمة على المعرفة محدودة، إلا أن ثمة خطى واسعة اتخذت لوضع المبادئ والطرائق اللازمة. وتستحق عملية وضع هذه النُهُج واستثمارها اعتبارها كواحدة من التحديات الأكثر أهمية في القرن القادم.

إن كان من المفترض إدراك النظم الزراعية المستدامة والأكثر إنتاجية، فيجب توضيح تأثير تحدي إدارة الأراضي للوظيفة القصيرة والبعيد الأجل للنظم البيئية في التربة. وهذا ينطوي على تطوير مؤشرات مناسبة لتحسين فهم التفاعلات بين استخدام الأراضي والتنوع الحيوي في التربة والمساعدة على رصد وتقييم المناحي والتأثيرات والتقدم على صعيد تحفيز المحافظة على النظم الزراعية–البيئية ومكوناتها واستخدامها المستدام. ويجب أن تعمل هذه المؤشرات على تسهيل الرصد وفق مقاييس مكانية متنوعة وتوفير وسيلة لإدارة ملائمة لموارد الأراضي والتنوع الحيوي على المستوى المحلي والقطري، وتكوين وجهات نظر إقليمية وعالمية حول التنوع الحيوي وحالة الموارد الطبيعية ومناحيها.

غالباً ما تطور ممارسات إدارة التربة والمحاصيل والآفات كتقانات منفصلة، في الوقت الذي يتم فيه تجاهل تأثيراتها في وظيفة أجزاء أخرى من النظام البيئي. ويشتمل وضع استراتيجيات الإدارة الموجهة نحو النظام البيئي على نهج نظام متكامل بدلاً من دراسات المكونات ودراسات اختزالية. فإن تم تناول عمليات التربة معاً من خلال نهج النظام، مع الوضع بعين الاعتبار التفاعلات بين إدارة التربة، والمياه، والمحاصيل، والحيوانات، والإنسان، عندها يمكن وضع الاستراتيجيات وتقديم التوصيات التي تتناول بفعالية أكبر الأهداف الكثيرة للمزارعين، والقائمين على إدارة الحيوانات. وثمة حالات متنوعة متوافرة تظهر التأثيرات الإيجابية والسلبية لممارسات الإدارة الحيوية للتربة لتحقيق إنتاجية زراعية محسنة والوصول إلى استدامة النظام الزراعي–البيئي. وعندما لا توضع استراتيجيات الإدارة ضمن سياق النظام البيئي، أو يمنع الافتقار إلى المعرفة من إجراء تقييم مناسب للمخاطر أو المعوقات المحتملة، عندها ستكون تبعات الممارسات أو التقانات غير المناسبة كارثية. ومن ناحية أخرى، لدى الأخذ بعين الاعتبار الصفات النوعية للنظام البيئي وفرص ومعوقات النظام الزراعي، عندها سيكون احتمال نجاح التدخلات أكبر، لكنه غير مضمون. وتتطلب الإدارة المتكاملة الحيوية للتربة والنظام الزراعي–البيئي معرفة بالكائنات الحية في التربة، وتفاعلاتها، واحتياجاتها، وكذلك معرفة بتأثير شتى الممارسات في عشائرها ووظائفها، والسياقات ذات الصلة بالتربة، والنبات، والحيوان، والنظام الزراعي–البيئي، والمناخ، وكذلك السياق الاجتماعي–الاقتصادي، والبشري.

كلمة شكر

يعرب المؤلفون عن شكرهم لمنظمة الأغذية والزراعة، من خلال برنامج الشراكة الهولندي، وProfix) Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico Tecnologico) لما قدموه من دعم أثناء تأليف هذا الفصل. كما نشكر ج. بينيتيس، و د. كوبر، و ج. ج. جيمينيز، وكل جندي مجهول قام بالمراجعة على ما قدموه من تعلقيات، ونخص بالذكر د. جارفيس،

و ل. سيرس على الجهد الجبار الذي بذلاه في التحرير، إذ لولاه لما كُتب لهذا الفصل أن ينشر.
لمزيد من المعلومات حول هذا الموضوع، انظروا بوابة التنوع الحيوي في التربة.
(www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/).

Reference

Abbott, L. K. and A. D. Robson. 1994. The impact of agricultural practices on mycorrhizal fungi. In C. E. Pankhurst, B. M. Doube, V. V. S. R. Gupta, and P. R. Grace, eds., *Soil Biota: Management in Sustainable Farming Systems,* 88–95. East Melbourne, Australia: csiro.

Allen, E. B., M. F. Allen, D. J. Helm, J. M. Trappe, R. Molina, and E. Rincon. 1995. Patterns and regulation of mycorrhizal plant and fungal diversity. *Plant Soil* 170:47–62.

Amman, R. and W. Ludwig. 2000. RNA ribosomal- targeted nucleic acid probes for studies in microbial ecology, *Federation of European Microbiological Societies Microbiology Reviews* 24:555–565.

Anderson, J. M. 1994. Functional attributes of biodiversity in land use systems. In D. J. Greenland and I. Szabolcs, eds., *Soil Resilience and Sustainable Land Use,* 267–290. Wallingford, uk: cab International.

Anderson, J. M. 1995. Soil organisms as engineers: Microsite modulation of macroscale processes. In C. G. Jones and J. H. Lawton, eds., *Linking Species and Ecosystems,* 94–106. New York: Chapman and Hall.

Anderson, J. M. 2000. Foodweb functioning and ecosystem pro cesses: Problems and perceptions of scaling. In D. C. Coleman and P. F. Hendrix, eds., *Invertebrates as Webmasters in Ecosystems,* 3–24. Wallingford, uk: cab International.

André, H. M., M.- I. Noti, and P. Lebrun. 1994. The soil fauna: The other last biotic frontier. *Biodiversity and Conservation* 3:45–56.

Barros, M. E., M. Grimaldi, M. Sarrazin, A. Chauvel, D. Mitja, T. Desjardins, and P. Lavelle. 2004. Soil physical degradation and changes in macrofaunal communities in Central Amazon. *Applied Soil Ecology* 26:157–168.

Bater, J. E. 1996. Micro- and macro- arthropods. In G. S. Hall, ed., *Methods for the Examination of Organismal Diversity in Soils and Sediments,* 163–174. Wallingford, uk: cab International.

Brown, G. G., I. Barois, and P. Lavelle. 2000. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. *European Journal of Soil Biology*

36:177–198.

Brown, G. G., C. A. Edwards, and L. Brussaard. 2004. How earthworms affect plant growth: Burrowing into the mechanisms. In C. A. Edwards, ed., *Earthworm Ecology,* 13–49. Boca Raton, fl: crc Press.

Brown, G. G., M. Hungria, L. J. Oliveira, S. Bunning, and A. Montañez. 2002a. *Programme, Abstracts and Related Documents of the International Technical Workshop on Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture*. Série Documentos Vol. 182. Londrina, Brazil: Embrapa Soja.

Brown, G. G., A. Pasini, N. P. Benito, A. M. de Aquino, and M. E. F. Correia. 2002b. Diversity and functional role of soil macrofauna communities in Brazilian notillage agroecosystems. In *Proceedings of the International Symposium on Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems,* November 8–10, 2001, cd- rom, 1–20. Montreal: unu/cbd.

Brown, K. S. Jr. 1991. Conservation of neotropical environments: Insects as indicators. In N. M. Collins and J. A. Thomas, eds., *The Conservation of Insects and Their Habitats,* 349–403. London: Academic Press.

Brussaard, L., V. M. Behan- Pelletier, D. E. Bignell, V. K. Brown, W. Didden, P. Folgarait, C. Fragoso, D. Wall- Freckman, V. V. S. R. Gupta, T. Hattori, D. L. Hawksworth, C. Klopatek, P. Lavelle, D. W. Malloch, J. Rusek, B. Söderström, J. M. Tiedje, and R. A. Virginia. 1997. Biodiversity and ecosystem functioning in soil. *Ambio* 26:563–570.

Brussaard, L., T. W. Kuyper, W. A. M. Didden, R. G. M. de Goede, and J. Bloem. 2004. Biological soil quality from biomass to biodiversity: Importance and resilience to management stress and disturbance. In P. Schjønning, S. Emholt, and B. T. Christensen, eds., *Managing Soil Quality: Challenges in Modern Agriculture,* 139–161. Wallingford, uk: cab International.

CBD (Convention on Biological Diversity). 2002. *Action for a Sustainable Future: Decisions from the Sixth Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity.* Montreal, Canada: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

Chambers, R. 1991. Farmer first: A practical paradigm for the third agriculture. In M. Altieri and S. B. Hecht, eds., *Agroecology and Small Farm Development,* 237–244. Boca Raton, fl: crc Press.

Chauvel, A., E. M. Barbosa, E. Blanchart, M. Grimaldi, J. Ferraz, P. D. Martins, O. Topall, E. Barros, T. Desjardins, N. F. Filho, I. P. A. Miranda, M. Sarrazin, and D. Mitja. 1997. Mise en valeur de la fôret et modifications écologiques. In H. Théry, ed., *Environnement et développement en Amazonie Brésilienne,* 42–75. Paris: Editions Berlin.

Chauvel, A., M. Grimaldi, E. Barros, E. Blanchart, M. Sarrazin, and P. Lavelle.

1999. Pasture degradation by an Amazonian earthworm. *Nature* 389:32–33.

Decaëns, T., L. Mariani, N. Betancourt, and J. J. Jiménez. 2001. Earthworm effects on permanent soil seed banks in Colombian grasslands. In J. J. Jiménez and R. J. Thomas, eds., *Nature's Plow: Soil Macroinvertebrate Communities in the Neotropical Savannas of Colombia*, 274–293. Cali, Colombia: ciat.

Doran, J. W., D. C. Coleman, D. F. Bezdicek, and B. A. Stewart. 1994. *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment.* SSSA Special Publication 35. Madison, wi: asa.

Doran, J. W. and A. J. Jones. 1996. *Methods for Assessing Soil Quality.* SSSA Special Publication 49. Madison, wi: asa.

Doran, J. W. and T. B. Parkin. 1994. Defining and assessing soil quality. In J. W. Doran, D. C. Coleman, D. F. Bezdicek, and B. A. Stewart, eds., *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*, 3–21. Madison, wi: asa.

FAO (Food and Agriculture Or ga ni za tion of the United Nations). 1991. *Expert Consultation on Legume Inoculant Production and Quality Control*. Rome: fao.

FAO (Food and Agriculture Or ga ni za tion of the United Nations). 2002. *World Agriculture: Towards 2015/2030, Summary Report*. Rome: fao.

FAO (Food and Agriculture Or ga ni za tion of the United Nations). 2003. *Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture.* World Resources Soil Reports 101. Rome: fao.

Giller, K. E. 2001. *Nitrogen Fixation in Tropical Cropping Systems*, 2nd ed. Wallingford, uk: cab International.

Giller, K. E., M. H. Beare, P. Lavelle, A.- M. N. Izac, and M. J. Swift. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology* 6:3–16.

Giller, K. E., J. F. McDonagh, and G. Cadish. 1994. Can biological nitrogen fixation sustain agriculture in the tropics? In J. K. Syers and D. L. Rimmer, eds., *Soil Science and Sustainable Land Management in the Tropics*, 173–191. Wallingford, uk: cab International.

Giri, S. 1995. *Short Term Input Operational Experiment in Tea Garden with Application of Organic Matter and Earthworm*. M.Phil. thesis, Sambalpur University, Jyvoti Vihar, India.

Gliessman, S. R. 1990. Understanding the basis of sustainability for agriculture in the tropics: Experiences in Latin America. In C. A. Edwards, R. Lal, P. Madden, R. H. Miller, and G. House, eds., *Sustainable Agricultural Systems*, 378–390. Ankeny, ia: swcs.

Hågvar, S. 1998. The relevance of the Rio Convention on Biodiversity to conserving the biodiversity of soils. *Applied Soil Ecology* 9:1–7.

Hawksworth, D. L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: Magnitude, signifi -

cance, and conservation. *Mycological Research* 95:641–655.

Hawksworth, D. L. and M. T. Kalin- Arroyo. 1995. Magnitude and distribution of biodiversity. In V. H. Heywood, ed., *Global Biodiversity Assessment,* 107–191. Cambridge, uk: Cambridge University Press.

Hawksworth, D. L. and L. A. Mound. 1991. Biodiversity databases: The crucial significance of collections. In D. L. Hawksworth, ed., *The Biodiversity of Microorganisms and Invertebrates: Its Role in Sustainable Agriculture,* 17–29. Wallingford, uk: cab International.

Hendrix, P. F., D. A. Crossley Jr., J. M. Blair, and D. C. Coleman. 1990. Soil biota as components of sustainable agroecosystems. In C. A. Edwards, R. Lal, P. Madden, R. H. Miller, and G. House, eds., *Sustainable Agricultural Systems,* 637–654. Ankeny, ia: swcs.

Hendrix, P. F., R. W. Parmelee, D. A. Crossley Jr., D. C. Coleman, E. P. Odum, and P. M. Groffman. 1986. Detritus food webs in conventional and non- tillage agroecosystems. *BioScience* 36:374–380.

Hillel, D. 1991. *Out of the Earth: Civilization and the Life of the Soil*. Berkeley: University of California Press.

House, G. J. and R. W. Parmelee. 1985. Comparison of soil arthropods and earthworms from conventional and no- tillage agroecosystems. *Soil Tillage Research* 5:351–360.

Hungria, M., M. A. T. Vargas, D. de S. Andrade, R. J. Campo, L. M. de O. Chueire, M. C. Ferreira, and I. C. Mendes. 1999. Fixação biológica do nitrogênio em leguminosasde grãos. In J. O. Siqueira, F. M. S. Moreira, A. S. Lopes, L. R. G. Guilherme, V. Faquin, A. E. Furtani Neto, and J. G. Carvalho, eds., *Inter- relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas,* 597–620. Lavras, Brazil: ufla.

Ingham, E. R. 1999. The food web and soil health. In A. J. Tugel and A. M. Lewandowski, eds., *Soil Biology Primer,* B1–B10. Ames, ia: nrcs Soil Quality Institute.

Ingham, R. E., J. A. Trofymow, E. R. Ingham, and D. C. Coleman. 1985. Interactions of bacteria, fungi, and their nematode grazers: Effects on nutrient cycling and plant growth. *Ecological Monographs* 55:119–140.

Jones, C. G., J. H. Lawton, and M. Shachak. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69:373–386.

Keeney, D. R. and D. W. Nelson. 1982. Nitrogen: Inorganic forms. In C. A. Black, D. D. Evans, L. E. Ensminger, J. L. White, and F. E. Clark, eds., *Methods of Soil Analysis,* Part 2, 682–687. Madison, wi: asa.

Kevan, D. K. M. 1985. Soil zoology, then and now—mostly then. *Quaestiones Entomologicae* 21:371.7–472.

Lavelle, P. 1996. Diversity of soil fauna and ecosystem function. *Biology International*

33:3–16.
Lavelle, P. 2000. Ecological challenges for soil science. *Soil Science* 165:73–86.
Lavelle, P. 2002. Functional domains in soils. *Ecological Research* 17:441–450.
Lavelle, P., I. Barois, E. Blanchart, G. G. Brown, L. Brussaard, T. Decaëns, C. Fragoso, J. J. Jimenez, K. Ka Kajondo, M. A. Martínez, A. G. Moreno, B. Pashanasi, B. K. Senapati, and C. Villenave. 1998. Earthworms as a resource in tropical agroecosystems. *Nature and Resources* 34:28–44.
Lavelle, P., D. Bignell, M. Lepage, V. Wolters, P. Roger, P. Ineson, O. W. Heal, and S. Ghillion. 1997. Soil function in a changing world: The role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal of Soil Biology* 33:159–193.
Lewinsohn, T. M. and P. I. Prado. 2005. How many species are there in Brazil? *Conservation Biology* 19:619–624.
Lewinsohn, T. M. and P. I. Prado. 2006. *Sintese do conhecimento da biodiversidade brasileira*, Vol. I. Brasilia: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria do Biodiversidade e Florestas, 21–109.
Lowdermilk, W. C. 1978. *Conquest of the Land Through* 7,000 *Years.* Agriculture Information Bulletin 99. Washington, dc: usda.
Mando, A., L. Brussaard, and L. Stroosnijder. 1997. Termite- and mulch- mediated rehabilitation of vegetation on crusted soil in West Africa. *Restoration Ecology* 7:33–41.
Mando, A., L. Brussaard, L. Stroosnijder, and G. G. Brown. 2002. Managing termites and organic resources to improve soil productivity in the Sahel. In G. G. Brown, M. Hungria, L. J. Oliveira, S. Bunning, and A. Montañez, eds., *Program, Abstracts and Related Documents of the International Technical Workshop on Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture*, Série Documentos Vol. 182, 191–203 (also available at www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/cases.stm). Londrina, Brazil: Embrapa Soja.
McNeely, J. A., M. Gadgil, C. Levèque, C. Padoch, and K. Redford. 1995. Human infl uences on biodiversity. In V. H. Heywood, ed., *Global Biodiversity Assessment*, 711–821. Cambridge, uk: Cambridge University Press.
Montáñez, A. 2002. Overview and case studies on biological nitrogen fixation: Perspectives and limitations. In G. G. Brown, M. Hungria, L. J. Oliveira, S. Bunning, and A. Montañez, eds., *Program, Abstracts and Related Documents of the International Technical Workshop on Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture*, Série Documentos Vol. 182, 204–224. Londrina, Brazil: Embrapa Soja. Available at www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/cases.stm.
Moreira, F. M. S., J. O. Siqueira, and L. Brussaard. 2006. Soil organisms in tropical ecosystems: A key role for Brazil in the global quest for the conservation and

sustainable use of biodiversity. In F. M. S. Moreira, J. O. Siqueira, and L. Brussaard, eds., *Soil Biodiversity in Amazonian and Other Brazilian Ecosystems*, 1–12. Wallingford, uk: cabi.

Muckel, G. B. and M. J. Mausbach. 1996. Soil quality information sheets. In J. W. Doran and A. J. Jones, eds., *Methods for Assessing Soil Quality.* SSSA Special Publication 49, 393–400. Madison, wi: asa.

Myers, R. J. K., C. A. Palm, E. Cuevas, I. U. N. Gunatilleke, and M. Brossard. 1994. The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. In P. L. Woomer and M. J. Swift, eds., *The Biological Management of Tropical Soil Fertility,* 81–116. Chichester, uk: Wiley.

Oades, J. M. and L. J. Walters. 1994. Indicators for sustainable agriculture: Policies to paddock. In C. E. Pankhurst, B. M. Doube, V. V. S. R. Gupta, and P. R. Grace, eds., *Soil Biota: Management in Sustainable Farming Systems,* 219–223. East Melbourne, Australia: csiro.

Ortiz, B., C. Fragoso, I. Mboukou, B. Pashanasi, B. K. Senapati, and A. Contreras. 1999. Perception and use of earthworms in tropical farming systems. In P. Lavelle, L. Brussaard, and P. F. Hendrix, eds., *Earthworm Management in Tropical Agroecosystems,* 239–252. Wallingford, uk: cab International.

Palm, C. A., K. E. Giller, P. L. Mafongoya, and M. J. Swift. 2001. Management of organic matter in the tropics: Translating theory into practice. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 61:63–75.

Palm, C. A., K. E. Giller, and M. J. Swift. 2000. Synchrony: An overview. In *The Biology and Fertility of Tropical Soils. Tropical Soil Biology and Fertility Programme Report* 1997–1998, 18–20. Nairobi, Kenya: tsbf.

Pankhurst, C. E. 1994. Biological indicators of soil health and sustainable productivity. In D. J. Greenland and I. Szabolcs, eds., *Soil Resilience and Sustainable Land Use,* 331–351. Wallingford, uk: cab International.

Pankhurst, C. E., B. M. Doube, and V. V. S. R. Gupta. 1997. *Biological Indicators of Soil Health*. Wallingford, uk: cab International.

Paoletti, M. G. 1999. *Invertebrate Biodiversity as Bioindicators of Sustainable Landscapes: Practical Use of Invertebrates to Assess Sustainable Land Use*. Amsterdam: Elsevier.

Piearce, T. G., N. Roggero, and R. Tipping. 1994. Earthworms and seeds. *Journal of Biological Education* 28:195–202.

Pimentel, D., C. Wilson, C. McCullum, R. Huang, P. Dwen, J. Flack, Q. Tran, T. Saltman, and B. Cliff. 1997. Economic and environmental benefits of biodiversity. *BioScience* 47:747–757.

Puentes, R. and M. J. Swift. 2000. Tropical soil ecology: Matching research opportunities with farmers' needs. In M. J. Swift, ed., *Managing the Soil Biota*

for Sustainable Agriculture: Opportunities and Challenges. Nairobi, Kenya: tsbf.

Ramos, S. F. J. 1998. *Grupo Vicente Guerrero de Españita, Tlaxcala. Dos decadas de promoción de campesino a campesino*. México City, Mexico: Red de Gestión de Recursos Naturales and Rocke fel ler Foundation.

Sá, J. C. M. 1993. *Manejo da fertilidade do solo no plantio direto*. Ponta Grossa, Brazil: Fundação abc.

Sanchez, P. A. 1994. Tropical soil fertility research: Towards the second paradigm. In *Transactions of the 15th World Congress of Soil Science*, Vol. 1, 65–88. Acapulco, Mexico: isss.

Sanchez, P. A. 1997. Changing tropical soil fertility paradigms: From Brazil to Africa and back. In A. C. Moniz, ed., *Plant–Soil Interactions at Low pH*, 19–28. Lavras, Brazil: Brazilian Soil Science Society.

Senapati, B. K., P. Lavelle, S. Giri, B. Pashanasi, J. Alegre, T. Decaëns, J. J. Jiménez, A. Albrecht, E. Blanchart, M. Mahieux, L. Rousseaux, R. Thomas, P. K. Panigrahi, and M. Venkatachalan. 1999. In- soil technologies for tropical ecosystems. In P. Lavelle, L. Brussaard, and P. F. Hendrix, eds., *Earthworm Management in Tropical Agroecosystems*, 199–237. Wallingford, uk: cab International.

Senapati, B. K., P. Lavelle, P. K. Panigrahi, S. Giri, and G. G. Brown. 2002. Restoring soil fertility and enhancing productivity in Indian tea plantations with earthworms and organic fertilizers. In G. G. Brown, M. Hungria, L. J. Oliveira, S. Bunning, and A. Montañez, eds., *Program, Abstracts and Related Documents of the International Technical Workshop on Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture*, Série Documentos Vol. 182, 172–190. Londrina, Brazil: Embrapa Soja. Available at www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/cases.stm.

Settle, W. 2000. *Living Soils: Training Exercises for Integrated Soils Management*. Jakarta, Indonesia: fao Programme for Community ipm in Asia.

Shepherd, T. G. 2000. *Visual Soil Assessment*, Vol. 1, *Field Guide for Cropping and Pastoral Grazing on Flat to Rolling Country*, 84. Palmerston North, New Zealand: Horizon.mw & Landcare Research.

Stork, N. E. and P. Eggleton. 1992. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *American Journal of Alternative Agriculture* 7:38–47.

Swift, M. J. 1997. Biological management of soil fertility as a component of sustainable agriculture: Perspectives and prospects with par tic u lar reference to tropical regions. In L. Brussaard and R. Ferrera- Cerrato, eds., *Soil Ecology in Sustainable Agricultural Systems*, 137–159. Boca Raton, fl: Lewis Publishers.

Swift, M. J. 1999. Towards the second paradigm: Integrated biological management of soil. In J. O. Siqueira, F. M. S. Moreira, A. S. Lopes, L. R. G. Guilherme, V. Faquin, A. E. Furtani Neto, and J. G. Carvalho, eds., *Inter- relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas*, 11–24. Lavras, Brasil: ufla.

Swift, M. J., L. Bohren, S. E. Carter, A. M. Izac, and P. L. Woomer. 1994. Biological management of tropical soils: Integrating pro cess research and farm practice. In P. L. Woomer and M. J. Swift, eds., *The Biological Management of Tropical Soil Fertility,* 209–227. New York: Wiley.

Swift, M. J., J. Vandermeer, P. S. Ramakrishnan, J. M. Anderson, C. K. Ong, and B. A. Hawkins. 1996. Biodiversity and agroecosystem function. In H. A. Mooney, J. H. Cushman, E. Medina, O. E. Sala, and E.- D. Schulze, eds., *Functional Roles of Biodiversity: A Global Perspective,* 261–298. New York: Wiley.

Torsvik, V., J. Goksøyr, F. L. Daae, R. Sørheim, J. Michalsen, and K. Salte. 1994. Use of dna analysis to determine the diversity of microbial communities. In K. Ritz, J. Dighton, and K. E. Giller, eds., *Beyond the Biomass: Composition and Functional Analysis of Soil Microbial Communities,* 39–48. Chichester, uk: Wiley.

Torsvik, T. and L. Ovreas. 2002. Microbial diversity and function in soil: From genes to ecosystems. *Current Opinion in Microbiology* 5:240–245.

TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility Institute). 1999. *Managing the Soil Biota for Sustainable Agricultural Development in Africa: A Collaborative Initiative. A Proposal to the Rocke fel ler Foundation.* Nairobi, Kenya: tsbf.

TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility Institute). 2000. *The Biology and Fertility of Tropical Soils. Tropical Soil Biology and Fertility Programme Report* 1997–1998. Nairobi, Kenya: tsbf.

Usher, M. B., P. Davis, J. Harris, and B. Longstaff. 1979. A profusion of species? Approaches towards understanding the dynamics of the populations of microarthropods in decomposer communities. In R. M. Anderson, B. D. Turner, and L. R. Taylor, eds., *Population Dynamics,* 359–384. Oxford: Oxford University Press.

Vandermeer, J., M. van Noordwijk, J. M. Anderson, C. Ong, and I. Perfecto. 1998. Global change and multi- species agroecosystems: Concepts and issues. *Agriculture, Ecosystems Environment* 67:1–22.

van Straalen, N. M. 1998. Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. *Applied Soil Ecology* 9:429–437.

Wall, D. H. and J. C. Moore. 1999. Interactions underground: Soil biodiversity, mutualism, and ecosystem pro cesses. *BioScience* 49:109–117.

Willems, J. H. and K. G. A. Huijsmans. 1994. Vertical seed dispersal by earthworms: A quantitative approach. *Ecography* 17:124–130.

Wilson, E. O. 1985. The biological diversity crisis: A challenge to science. *BioScience* 35:700–706.

9 إدارة التنوع الحيوي للتربة في النظم الزراعية البيئية

ج. ج. براون، م. ج. سويفت، د. إ. بيناك، س. بونينغ، أ. مونتانيس، و ل. بروسارد
G. G. BROWN, M. J. SWIFT, D. E. BENNACK, S. BUNNING, A. MONTÁÑEZ,
AND L. BRUSSAARD

أبعاد التنوع الحيوي للتربة

التربة ليست مجرد تكتل القليل من المادة العضوية والجزيئات المعدنية مع الشوارد التي يمكن للنبات استخدامها. بل هي كيان حي ومسكن لعدد لا يحصى من الكائنات الحية التي قد تتجاوز في تنوعها تلك التي تعيش فوق سطح الأرض خارج التربة.

وتحتوي نظم التربة على مجموعة من الكائنات الحية الأكثر تنوعاً واختلافاً على الأرض (بروسارد وآخرون، 1997؛ جيللر وآخرون، 1997؛ وول وموور 1999). ولهذه الكائنات الحية مجال واسع من أحجام الجسم، واستراتيجيات التغذية، وعادات الحياة، من مائية تماماً إلى برية حصراً (باتير 1996). وتتراوح بحجمها من الحجم الأصغر كالبكتيريا، والطحالب، والفطريات، والأوليات، إلى الأكثر تعقيداً كالنيماتودا، والمفصليات المجهرية، ودود الأرض المرئي، والحشرات، وكافة الفقاريات، والنباتات. ويشكل هذا المجتمع من الكائنات الحية الشبكة الغذائية في التربة، والتي تمثل التفاعلات والتحولات في الطاقة والعناصر الغذائية بين المنتجين الرئيسين (النباتات، والشيبيبات، والأشنة، وبكتيريا التركيب الضوئي، والطحالب)، وكائنات التربة التي تستهلك مكونات عضوية مشتقة من النباتات، إلى جانب كائنات أخرى ونفايات المنتجات الثانوية، وبعض البكتيريا التي تحصل على طاقتها من مركبات معدنية.

إن تنوع الحياة في التربة (التنوع الحيوي في التربة) يوجد ويتفاعل على المستوى الوراثي، والبينوعي، والبيئي. ومن المناسب التفكير به كمجموع كافة الكائنات الحية التي تمضي جزءاً ما من دورة حياتها في التربة أو على سطحها مباشرة، بما في ذلك النفايات السطحية، والمادة العضوية المتفسخة. وتعيش كثير من الأنواع الحشرية الأرضية في التربة خلال مرحلة ما من حياتها (باتر 1996)، حيث تشتمل أحياء التربة على كائنات حية مألوفة كالنمل الأبيض، ودود الأرض، والنمل، وكذلك الكثير من اللافقاريات والكائنات المجهرية.

ولا يوجد مكان في الطبيعة توجد فيه الحشرات بكثافة كوجودها في مجتمعات التربة (هاغفار 1998). فعلى سبيل المثال، قد يحتوي غرام واحد من التربة على عدة آلاف من أنواع البكتيريا وملايين الأفراد (تورسفيك وآخرون. 1994). وقد تحتوي التربة السليمة الأنموذجية على عديد من أنواع الحيوانات الفقارية ودود الأرض، ومن 20–30 نوعاً من الحلم، ومن 50– 100 نوع من الحشرات، وعشرات الأنواع من النيماتودا، ومئات الأنواع من الفطريات، وربما آلاف الأنواع من البكتيريا وجراثيم الشعاوات (إيناغهام 1999). ويظهر أن التنوع الحيوي في التربة أكبر داخل الغابات والأراضي الطبيعية العذراء أو التي تعرضت إلى القليل من التعكير (كالأراضي العشبية) منه في المراعي والحقول المزروعة. إلا أن تنوع الكائنات الحية وعددها وأنماطها يختلف بين نظام لاستخدام الأراضي ومحيط بيئي إلى آخر اعتماداً على عوامل كثيرة بما فيها التهوية، والحرارة، والحموضة، والرطوبة، والمحتوى من العناصر الغذائية، ونوعية المادة العضوية، وكميتها، حيث يمكن للأنشطة البشرية التأثير بشكل قوي فيها جميعاً.

وتعتبر التربة أيضاً وسطاً معقداً من الناحية الفيزيائية. ومع تداخلها بشبكة هائلة من المسمات الصغيرة، والمسمات الكبيرة، والأنفاق، نجد أن مصفوفة التربة مع مسافات المسمات والمساحة الكبيرة لسطحها توفر موئلاً لطيف من الكائنات الحية وعملياتها الحيوية التي تلزمها للحياة. ويخلق التباين المكاني والزماني الكبير في توافر المواد العضوية، والمياه، وعناصر غذائية أخرى بنية تعشيشية معقدة في التربة، إذ توفر بنية التربة ومصادر الغذاء فيها الظروف لتطور وصون تفاعلات معقدة ومتشابكة وأحياناً اغتذائية فائضة بين الكائنات الحية في التربة. ومع الأخذ بعين الاعتبار هذا التعقيد البيئي، يعد عدد هائل من النباتات، والحيوانات، والمجتمعات المكروبية قادرة على التعايش وتوفر طيفاً من الوظائف والخدمات. إلا أن هذا النظام الحيوي والديناميكي في التربة تحت الأرضية غالباً ما لا يعترف به، أو قد يفهم على نحو ضيق، الأمر الذي يؤدي إلى إساءة إدارته.

إن هذا التنوع الهائل، إلى جانب المصاعب التقنية المرتبطة بدراسة النظام البيئي في التربة، والافتقار إلى خبراء في علم التصنيف لوصفه، أدى إلى ضعف كبير في المعرفة بالتنوع الحيوي في التربة على مستوى العالم. وتفتقر بعض عمليات الجرد التصنيفي المتوافرة حالياً إلى الصورة الدقيقة لعدد الأنواع التي تعيش في نظم التربة. وعلى اعتبار أن مجتمعات التربة شديدة التنوع، مع ضعف في معرفتها ووصفها، فقد أطلق عليها «آخر الحدود الأحيائية الأخرى» (أندريه وآخرون 1994) أو «الغابة المطرية الاستوائية للفقراء» (أشير وآخرون. 1979).

وتعرض التقديرات المتاحة لعدد الأنواع الموصوفة لأحياء مختارة في التربة في الجدول 1. 9. لكن علينا التأكيد أن هذه التقديرات هي تقديرات أولية، وأدنى بكثير من إجمالي عدد الأنواع المقدر لكل مجموعة. فعلى سبيل المثال، يتراوح العدد الموصوف للأنواع الفطري

الجدول 9. 1. إجمالي عدد الأنواع الموصوفة لأحياء التربة الرئيسة

الكائنات الحية وفقاً لفئة الحجم	عدد الأنواع الموصوفة
المكروبات	
البكتريا والجراثيم	3200
الفطريات	60,000
الحيوانات المجهرية	
الحيوانات الأولية	36,000
الينماتودا	15.000
الدوارة (حيوانات مجهرية مائية)	2,000
Tardigrades	750
الحيوانات المتوسطة	
الحَلَم	Ca 45,000
سبرينجتيل (collembola springtail)	7,500
العقارب الكاذبة	3,235
العكابيات	659
المرتفقات	200
كثيرات الأرجل	700
الدود الخيطي	800
الحيوانات العيانية	
الحشرات الآكلة للجذور	أقل من 40,000
الخنافس (مغمدات الأجنحة)	350,000
الحريش (مضاعفات الأرجل)	10,000
الحريش (شفويات الأرجل)	2,500
العقارب	1,259
العناكب	38,884
الحلزون (بطنيات الأرجل)	30,000
قمل الخشب (متسقات الأرجل)	4,250
النمل الأبيض (متسقات الأجنحة)	2,800
النمل (النملاوات)	11,826
الحاصدون (Opiliones)	5,500
دود الأرض (oligocheta)	3,800
الدود المخملي (onchophora)	90

المصدر: هوكسورث وموند (1991)؛ بروسارد وآخرون. (1997)؛ واد ومور (1999)؛ موريرا وآخرون؛ ليفينزون وبرادو (2005، -2006).

التي تعيش في التربة من 18,000 إلى 35,000 ، إلا أن الرقم المتوقع قد يتجاوز الـ 100,000 (هوكسورث 1991). ومن المتوقع أن تكون النيماتودا والحلَم أكثر غنى بالأنواع، حيث لم يوصف سوى 3% و5% من إجمالي عددها على التوالي (هوكسورث وموند 1991). وتعد تقديرات البكتريا والجراثيم صعبة (هوكسورث وكالين – أيويو 1995) بسبب انقسام الرأي العلمي حول المعيار الذي يعرف نوعاً ما في هاتين المجموعتين. إضافة إلى ذلك، تعمل الصعوبة في عزل وتغذية سلالات نقية من هذه الكائنات الحية على تعقيد تعريفها. إلا أن تطور الطرائق الجزيئية لاستخلاص ووصف التركيبة الوراثية للنباتات المجهرية في التربة قد أطلق مرحلة جديدة من دراسة البكتريا ومكروبات أخرى في التربة، ومن المتوقع أن تحقق ثورة جذرية في البيئة المكروبية (انظر أمان ولودفيغ 2000؛ تورسفيك وأوفريس 2002).

وظائف النظام البيئي، وتأثيرات النطاق، والترتيبات الهرمية التنظيمية

إلا أن الدراسة التي تستحقها الكائنات الحية في التربة لا تعود لتنوعها الكبير وعلاقاتها المتبادلة المعقدة وحسب، بل كونها تؤدي أيضاً وظائف رئيسة في النظم البيئية الطبيعية والنظم الزراعية البيئية على حد سواء (الجدول 9 .2). وتعتبر التربة محيطاً لكثير من العمليات الشاملة الرئيسة التي تتدخل بها الحياة في التربة، ودورة العناصر الغذائية بشكل ملحوظ، وكذلك لحجز الكربون، وتثبيت الآزوت.

وبصورة خاصة، تعتبر أحياء التربة مسؤولة عن التعديلات التي تصيب بيئة التربة، وتؤثر في خصائصها وعملياتها الفيزيائية والكيميائية والحيوية. فعلى سبيل المثال، تؤثر معظم الحيوانات، وجذور النباتات، وبعض المكروبات المبدلة (التي تحرك التربة أو تستهلكها) في تشكيل بنية التربة، وبذلك تؤثر في العمليات المائية والأنظمة المائية (مثل الارتشاح، والتصريف، والقدرة على احتجاز الماء). وتشارك كثير من المكروبات بشكل لصيق في علاقات تعايشية أو طفيلية مع النباتات وفي حماية النبات من بعض الآفات الحشرية، وطفيليات مكروبية، والأمراض. وتعتبر بعض المكروبات محفزة لنمو النبات وغير متعايشة، حيث تعيش بشكل رئيس في منطقة الجذر، أما مكروبات أخرى فهي فاعلة في الحد من الملوثات كمبيدات الآفات ومشتقات النفط، وتحلل المادة العضوية، وتدوير العناصر الغذائية، وحجز غازات الدفيئة، وبخاصة غاز الميتان، وأكسيد النتروز، وثنائي أكسيد الكربون. وأخيراً تعتبر كثير من كائنات التربة مصادر مباشرة أو غير مباشرة للغذاء والدواء.

وبناء على ما ورد، نجد أن ثمة تباين شديد في الطرائق التي تعمل فيها كائنات حية معينة في التربة وإسهاماتها في وظائف النظام البيئي. وقد تعتمد أهميتها على الفروقات

الجدول 9. 2 وظائف النظام البيئي التي تشكلها أفراد مختلفة من أحياء التربة

الوظائف	الكائنات الحية المشاركة
صون بنية التربة	لافقاريات مبدلة (محركة للتربة أو مستهلكة لها)، وجذور النبات، ومتعايشات فطرية جذرية، وبعض الكائنات المجهرية
تنظيم العمليات المائية في التربة	معظم اللافقاريات المبدلة وجذور النبات
تبادل الغازات وحجز الكربون	معظمها كائنات مجهرية وجذور نباتات، وبعض الكربون المحمي في كداسات كبيرة متراصة للافقارايات بيولوجية المنشأ.
إزالة السمية من التربة	معظمها كائنات مجهرية
دورة العناصر الغذائية	معظمها كائنات مجهرية وجذور نباتية، بعضها لافقاريات آكلة للتربة والنفايات
تحلل المادة العضوية	لافقاريات عديدة رمامية وآكلة للنفايات (معتاشة على الحتات) فطور، بكتريا، المادوريات، وكائنات مجهرية أخرى
كبت الآفات، والطفيليات، والأمراض	نباتات، متعايشات فطرية جذرية، وفطور أخرى، نيماتودا، بكتريا، وكائنات مجهورية أخرى، كولومبولا، ودود الأرض، ومفترسات مختلفة
مصدر الغذاء والدواء	جذور نباتية، حشرات متنوعة (جنادب، ويرقات الخنافس، ونمل، ونمل أبيض)، ودود الأرض، وفقاريات، وكائنات مجهرية، ومنتجاتها الثانوية
العلاقات التعايشية واللاتعايشية بين النباتات وجذورها	المستجذرات، والمتعايشات الجذرية النباتية، والشعيات، وبكتريا اغتذائية ديازو، وكائنات مجهرية أخرى عديدة في منطقة الجذور، ونمل.
التحكم بنمو النبات (سلباً وإيجاباً)	تأثيرات مباشرة: جذور النبات، المستجذرات، والمتعايشات الفطرية الجذرية، ونيماتودا طفيلية نباتية، حشرات آكلة للجذور، وكائنات مجهرية محفزة لنمو النبات في منطقة الجذور، وتأثيرات غير مباشرة لعوامل المكافحة الحيوية: معظم أحياء التربة

في حجم الجسم، وأنماط السلوك، وكثافة العشيرة، وديناميكيتها، واستراتيجيات تاريخ حياتها، متطلبات العيش والتغذية، والتفاعلات مع كائنات حية أخرى (تآزرية وعدائية على السواء). وتعتبر النطاقات المكانية والزمانية حاسمة بشكل خاص لتحديد تأثير الوظيفة الكلي لنوع محدد في بيئة التربة (آندرسون 2000). قد تسهم كثير من الكائنات

الحية والأنواع في عملية معينة في التربة، حيث تعمل وفق قوى مختلفة من حيث المكان والزمان. فضلاً عن ذلك، تسهم كثير من الكائنات الحية أو الأنواع في عديد من العمليات المنفصلة.

فعلى سبيل المثال، قد تؤثر النيماتودا التي تتغذى على البكتريا والفطريات وفقاً لقياسات مقياس مجهري في تمعدن الآزوت (إينغهام وآخرون. 1985)، وقد يؤثر الحلم والكولومبولا التي تتغذى على النيماتودا والفطريات على مقياس من عدة ميلليمترات في عمليات المجتمع المكروبي لمسافة عدة سنتمترات (آندرسون 1995). ومن ناحية أخرى، تشكل نشاطات دود الأرض أنفاقاً وثقوباً بقطر عدة ميلليمترات، وبطول عدة سنتمترات، والتي بدورها قد تؤثر في بنية التربة والعمليات الهيدرولوجية على مقياس من عدة أمتار. وأخيراً، قد تؤثر الأنشطة واسعة النطاق المرتبطة بمستعمرات الحلم والنمل في العمليات الفيزيائية والكيميائية للتربة فوق مساحة من عدة هكتارات (سويفت وآخرون 1996). وتدوم هذه البنى في الغالب لفترة طويلة (تمتد لعدة عقود) وتتجاوز بشكل كبير العمر الفردي للكائنات الحية التي أوجدتها. وعليه، فإن هندسة التربة هذه (الإطار 9 .1) التي يقوم بها النمل، والنمل الأبيض، ودود الأرض قادرة على تعديل التربة لتصبح موئلاً لكائنات حية أخرى، بما فيها النباتات، واللافقاريات، والمكروبات.

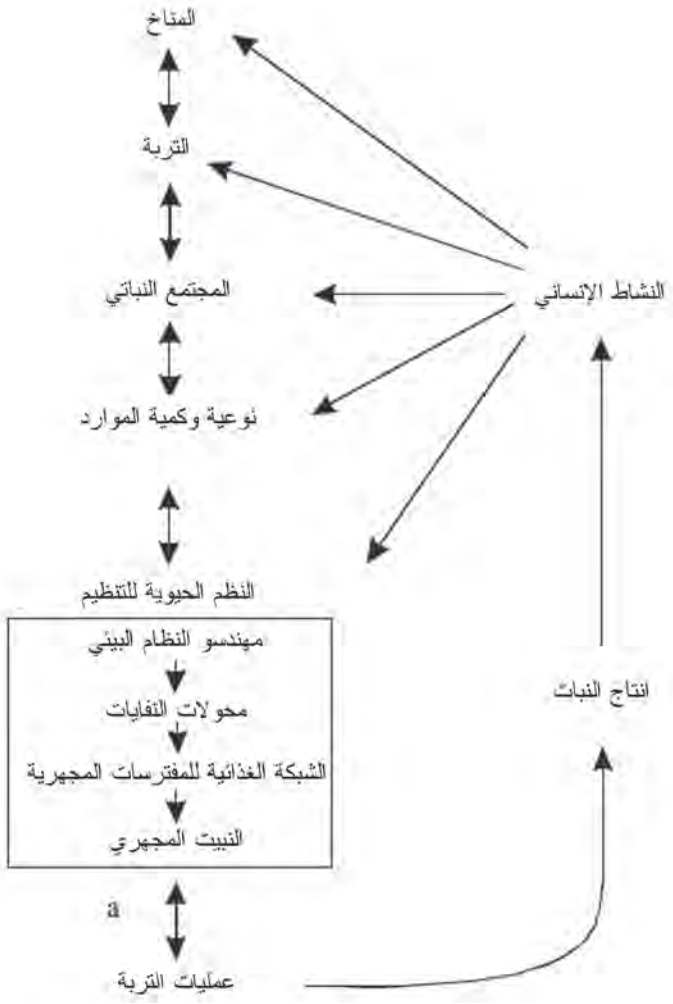
الإطار 9. 1 ما هو مهندس النظام البيئي؟

يقصد بمنهدسي النظام البيئي (بحسب تعريف جونز وآخرين. 1994) الأنواع التي تعدل بشكل مباشر أو غير مباشر توافر المصادر لصالح أنواع أخرى (وأحياناً لصالحها) من خلال إحداث تغييرات فيزيائية لمواد أحيائية ولاأحيائية (كالتربة). ومن خلال هذه الأنشطة تقوم بتغيير وصون الموائل أو إيجادها.

يعمل المهندسون الخيفيون (*Allogenic engineers*) على تغيير البيئة من خلال تحويل المواد (الحية أو الميتة) من حالة فيزيائية إلى أخرى، بطرائق ميكانيكية أو بوسائط أخرى. والأمثلة عن هندسة النظام البيئي الخيفي في التربة تتمثل في حفر دودة الأرض، والإطراح، والتغذية، التي تغير من البنية الفيزيائية للتربة وتعدل توافر المادة العضوية الميتة والمصادر لصالح كائنات حية أخرى في التربة، بما في ذلك جذور النباتات (لافيلي وآخرون 1997).

أما المهندسون الذاتيون (*Autogenic engineers*) فيعدلون البيئة عن طريق كتلتهم الحيوية الحية أو الميتة. وتشتمل الأمثلة على الهندسة الذاتية على الأشجار، التي تعدل في الهيدرولوجيا، ودورة العناصر الغذائية، واستقرار التربة، ودرجة حرارتها، ورطوبتها، وسرعة الرياح، ومستويات الإضاءة، وتوافر الغذاء وموارد أخرى للكائنات الحية.

وبناء على ذلك فإن نشاطات الكائنات الحية الأصغر في التربة تظهر من خلال التأثيرات الممكن نسبها إلى كائنات حية أكبر، كتشكل نظام تحكم هرمي من القمة إلى القاعدة (لافيلي وآخرون 1997). وفي مثل هذا النظام تعمل تأثيرات النشاط البيولوجي ذات الأهمية المكانية والزمانية الأوسع نطاقاً على إعاقة الأداء الحيوي على النطاق الأصغر (الإطار الصغير من الشكل 9 .1). علاوة على ذلك، فإن أنشطة كافة الكائنات الحية في التربة تظهر مقابل سياق نوع وكم الموارد، وخصائص التربة، والظروف المناخية التي هي أيضاً ذات ترتيب هرمي.



الشكل 9. 1. الترتيب الهرمي لوظيفة التربة (بعد لافيلي 1996).

يحدث التحكم من القاعدة إلى القمة (المردود) في مجتمع التربة عند وجود قدرة لكائن حي معين (أو مجموعة من الكائنات الحية) على التأثير في كائنات حية أخرى في مستويات أعلى من الهرم (انظر الشكل 1.9). فعلى سبيل المثال، أشير إلى أن دود الأرض قد يؤثر في كل من إدخال أفراد نباتات جديدة وتشكيل مجتمعات نباتية من خلال استهلاك وتبرز (إلقاء فضلات) نسبة عالية من بنك البذور في التربة؛ وانتقاء واستهلاك تفضيلي لبذور أنواع نباتية معينة، مما يؤدي إلى إنبات تفضيلي؛ وهضم بذور أنواع نباتية مختارة بطرائق مختلفة وبدرجات مختلفة أو الإضرار بها في أمعائها، وذلك بحسب غلاف البذرة الواقي والعمليات الهضمية داخل دودة الأرض، مخلفة بذور أنواع نباتية معينة في عمق التربة أو على سطح التربة؛ وكذلك من خلال تحفيز نمو أنواع نباتية معنية وفق التغيرات الفيزيائية–الكيمائية والحيوية التي تحدثها نشاطات دودة الأرض في بيئة التربة (ويلمس وهويجسمانز، 1994؛ بيارس وآخرون. 1994؛ ديكانز وآخرون 2001؛ براون وآخرون 2004).

التصنيفات الوظيفية لأحياء التربة

دفع تنوع الأحياء في التربة، إلى جانب المجموعة الواسعة من أدوارها المرتبطة بعملياتها في البيئة، علماء أحياء التربة إلى اقتراح عديد من التصنيفات الجماعية الوظيفية لكائنات التربة. وفي هذه التصنيفات تقسم الكائنات الحية إلى مجموعات (غير مرتبطة بالضرورة بالتصنيف) تقوم بوظائف مماثلة أو متشابهة. وتساعد هذه المجموعات على توضيح مبسط للوظائف التي تتم في التربة، والكائنات التي تقوم بهذه الوظائف، وتحديد الوظائف أو الأحياء التي تحمل أهمية أكبر في نظم بيئية معينة. ومن بين التصنيفات الوظيفية المختلفة المتاحة، قد تعتمد الأكثر فائدة منها على تصنيف الكائنات الحية في التربة بحسب حجم الجسم، وسلوك التغذية (أو مستويات الاغتذاء)، والبنى الفيزيائية المنتجة، وتوليفة من أي من المتثابتات الثلاثة السابقة.

حجم الجسم

لا يرتبط حجم الجسم دائماً بالوظيفة، لكن قد يستخدم كنظام بديل للوظيفة البيئية لأحياء التربة. فعلى سبيل المثال، تتعلق قدرة الكائن الحي على التنقل، أو الأكل، أو تعديل البنية الفيزيائية للتربة بشكل كبير بصورة عامة وإيجابية بحجم جسم هذا الكائن، فكلما كان الكائن الحي (دود الأرض، والنمل الأبيض، والنمل) أكبر، كانت قدرته أكبر على تغيير التربة مقارنة مع الأحياء الأصغر (باستثناء الفطر الجذري المتعايش بشكل ملحوظ). فمن ناحية، تكون الأحياء الأصغر حجماً (كالحلم، وسبرنجتايل، وبخاصة المكروبات) مسؤولة عن تحلل

الفضلات والتفاعلات الكيماوية في التربة، رغم أن بعض الأحياء الأكبر حجماً (مقطعات الفضلات) قد تحمل أهمية خاصة في تحضير المواد للأحياء الأصغر وتعزيز دورها. وعليه، يعرض التصنيف المعتمد على قطر الجسم ارتباطاً معيناً بين التصنيف والوظيفة.

تشتمل الأحياء العيانية والأحياء الكبيرة (الكائنات التي تكون في العادة بقطر أكبر من 2.0 مم ومرئية بالعين المجردة) بما فيها المجموعتين الكبيرتين: الفقاريات الألوفة (كالأفاعي، والسحالي، والفئران، والأرانب، والثعالب، والغرير، والمناجذ) التي تحفر بشكل رئيس في التربة للحصول على الغذاء أو المأوى (الحشرات الضخمة)، واللافقاريات (كالنمل، والنمل الأبيض، وذات الألف رجل، والحريش، ودود الأرض، و pillbugs وقشريات أخرى، حشرات أخرى كاليسروع، والزيز، ونملة النمر، ويرقات الخنافس وبالغاتها، ويرقات الذباب، وأبو مقص، أبو سيف، والسمك الفضي، والحلزون، والعنكبوت، والعنكبوت طويل السيقان، والعقرب، والجدجد، والصرصور) التي تعيش وتتغذى على الفضلات داخل التربة أو على سطحها ومكوناتها (الحشرات الضخمة). وأحياناً تحفر حشرات كبيرة كالنحل والدبابير داخل التربة، إلا أنها لا تعتبر في العادة أحياء تربة، وذلك على الرغم من التأثير المهم الذي قد تحمله. وأخيراً نجد أن لجذور النباتات تأثيرات واسعة النطاق ومديدة في عشائر النبات والحيوان التي تعيش فوق الأرض وتحتها وبذلك يجدر إدخالها بين أحياء التربة.

أما الأحياء المتوسطة (وهي الكائنات الحية التي يتراوح قطرها من 0.1 إلى 2.0 مم) فتتألف بشكل رئيس من الفقاريات الصغيرة كالعقرب الكاذب، والحشرات أولية الذنب، وثنائية الذنب، وسبرنجتايل، والحلم، وعديدات الأرجل (مثل مفصليات الأرجل) ودود الأرض. وتتسم هذه المجموعة من الأحياء بقدرة محدودة على الحفر، وتعيش بصورة عامة في مسام التربة، وتتغذى على المادة العضوية، والمكروبات، وعلى لافقاريات أخرى.

وتعتبر المكروبات أصغر الكائنات الحية (بقطر دون 0.1 مم) وتشتمل على نباتات مجهرية متنوعة وفيرة وواسعة الانتشار (كالطحالب، والبكتريا، والأشنة، والزراقم، والفطريات، والخمائر، الفطور المخاطية، والفطور الشعية) القادرة على تفكيك أية مادة طبيعية موجودة وتشتمل على أنواع ممرضة للنبات، وأخرى محفزة لنموها؛ كما تضم حيوانات صغيرة (النيماتودا، والأوليات، المهتزات، والعناكب المائية والدورات) التي تعيش عموماً في طبقات مياه التربة على النباتات المجهرية، وجذور النباتات، وحيوانات مجهرية أخرى، وأحياناً على كائنات حية أكبر.

سلوك التغذية

قد يعمل سلوك التغذية كنظام بديل للوظيفة البيئية لأحياء التربة على اعتبار أن استخدام مصادر غذائية معينة لكائنات التربة من شأنه أن يؤدي إلى إحداث التأثيرات داخل سلسلة

الغذاء الاغتذائي، وبذلك تؤثر في النهاية في وظيفة التربة. وتعرض هذه التفاعلات بين الكائنات الحية ومستويات الاغتذاء بشكل عام في الشبكات المعقدة للغذاء في التربة، حيث تعيش بعض الكائنات الحية على نباتات أو حيوانات حية، بينما تعيش كائنات أخرى على بقايا النباتات، أو الفطريات، أو البكتريا، بينما لا تزال كائنات أخرى تعيش بعيداً عن مضيفها بطريقة طفيلية أو متعايشة، حيث قد تسبب إضعاف عائلها بدون قتله، أو قد تساعده على النمو.

البنى الفيزيائية المنتجة والمجالات الوظيفية

يقوم نظام إضافي للتصنيف (لافيلي 2000) بتجميع الكائنات الحية للتربة وفق بنى منتَجة حيوية المنشأ (مثل المسام، والكداسات، والألياف، التي تخدم البوَر (المواقع شديدة الفعالية) لأداء عديد من وظائف التربة وعملياتها (انظر الجدول 9 .2). وتمثل المجالات الوظيفية مجالات التأثير، أو الموقع الفيزيائي الذي تشكل فيه العملية الأساسية جزءاً من وظيفة التربة التي تعمل نطاقات مكانية وزمانية معينة (لافيلي 2002). وتشتمل بعض الأمثلة عن المجال الحيوي (المحيط الحيوي)، على المحيط الحيوي لدود الأرض، والمحيط الحيوي للنمل الأبيض، والمحيط الحيوي للنمل، والمحيط الحيوي للجذور، والمحيط الحيوي لمخلفات النبات.

تشكل كل بنية في التربة مجالاً وظيفياً، رغم إمكانية إدخال بعض البنى في أكثر من مجال واحد، إذ أن الحدود الفاصلة بين هذه المجالات ليست واضحة دائماً، إذ قد يكون ثمة تفاعل بين المجالات (براون وآخرون 2000). ويمكن للمجالات الوظيفية أن تحمل تأثيرات إيجابية أو سلبية في إنتاج النبات.

الفوائد الاقتصادية للتنوع الحيوي للتربة

ينظر إلى التربة من الناحية التقليدية على أنها ركيزة النباتات، حيث قد يكون الدور الأكثر أهمية الذي تسهم به التربة لصالح الإنسان. إلا أن التربة تشكل أيضاً حيزاً لتفاعلات لا تحصى تتحكم بمضيف يقدم خدمات ذات فائدة مباشرة أو غير مباشرة للإنسان وللبيئة الطبيعية – كإعادة تدوير الفضلات العضوية، وتشكيل التربة، وتثبيت الآزوت، التخفيف الحيوي من الملوثات الكيماوية، والمكافحة الحيوية للآفات– وكذلك تعتبر مصدراً لمنتجات الأغذية والتقانات الحيوية.

تقدر قيمة خدمات النظام البيئي التي تقدمها أحياء التربة كل عام حول العالم بما ينوف على 1.5 تريليون دولار أمريكي (بيمينتل وآخرون 1997؛ انظر الفصل 18)، ويعتقد

أن إعادة تدوير الفضلات العضوية وحدها تعطي حوالي 50% من إجمالي فوائد النشاط الأحيائي في التربة حول العالم. وإن لم تكن تقوم بنشاط تفكيك كائنات التربة وإعادة تدويرها، لوجدنا أن معظم سطح الأرض مغطى بالنفايات العضوية.

ليس من الشائع تسعير الفوائد الخارجية للتنوع الحيوي للتربة وسلع بيئية أخرى في السوق. وبذلك تكون الخطوة الرئيسة والمهمة نحو المحافظة الفعالة مشتملة على تقييم كاف لقيمة خدمات النظام البيئي المشتقة من التنوع الحيوي للتربة والدفع مقابلها، مع الإدراك في الوقت عينه أن الكثير من الكائنات الحية في التربة تعد ضارة لإنتاج النبات والمجتمعات البشرية.

مناحي استخدام الأراضي وتهديدات التنوع الحيوي داخل التربة في العالم

يواجه التنوع الحيوي في التربة تهديداً على مستوى عالمي بفعل نشاطات بشرية تعد مسؤولة عن فقد الأنواع والموائل على حد سواء بصورة دائمة. وتنشأ أزمة التنوع الحيوي الراهنة (ويلسون 1985)، خلافاً لتلك التي ظهرت في الماضي، من أنماط التنظيم الاجتماعي البشري، والتجارة العالمية، واستهلاك الموارد الطبيعية، والنمو السكاني، وانتشار تبني نظم اقتصادية وسياسات تخفق في إعطاء قيمة للبيئة ومواردها، إلى جانب عدم المساواة في الملكية، والإدارة، ودفق الفوائد المجنية من استخدام الموارد الحيوية والحفاظ عليها (مكنيلي وآخرون 1995).

التكثيف الزراعي والتنوع الحيوي

قد يحمل اختلال التوازن بين المنظور البشري قصير الأجل (الاجتماعي–الاقتصادي) والطويل الأجل (البيئي) عند اتخاذ القرار بخصوص طريقة إدارة الطبيعة (كالإنتاج الزراعي على سبيل المثال) تبعات كارثية لدى الأخذ بعين الاعتبار النطاق الهائل التي تجرى فيه النشاطات الزراعية حول العالم: تستخدم 11% من إجمالي سطح الأرض لإنتاج المحاصيل في البلدان النامية، 25% لرعي الحيوانات، و30% للغابات (منظمة الأغذية والزراعة 2002). وبصورة عامة، يرتبط التكثيف الزراعي بتوسيع الاختصاص في السلع المسوقة (كفول الصويا في البلدان النامية) مع تقانات مطورة وزيادة في استخدام المدخلات. وقد يرتبط الاستخدام المتزايد لمبيدات الآفات ومبيدات الأعشاب نتيجة التكثيف الزراعي بزراعة عالية المدخلات الخارجية (HEIA) بهدف المحافظة على حصاد مرتفع والحصول على عائدات سريعة. لكن يحدث ذلك أيضاً نتيجة إغفال أو تجاهل (على المستوى السياسي والتقني ومستوى المزارع) للمخاطر التي تشكلها للبيئة ولأداء النظام البيئي. وعليه، يحدث

تجنيس نظم المحصول، مما يؤدي إلى فقد التنوع الحيوي الزراعي والتنوع الحيوي المرتبط بالزراعة على المستوى الوراثة، والأنواع، والطبيعة.

يعتبر تقييم هذا الفقد في البلدان النامية جد محدوداً بسبب الافتقار إلى بيانات حول التغيرات الكمية والنوعية في استخدام مبيدات الآفات، وكثافة الحيوانات وعشائر الحياة البرية، واستخدام الأراضي وممارسات إدارتها. كما تعتبر المعرفة بالتنوع الحيوي داخل التربة محدودة بصفة خاصة بسبب تعقيد هذا التنوع وكونه غير مرئي. ومن المتوقع استمرارية هذه المخاطر لأن الظروف الاجتماعية–الاقتصادية وقوى السوق في كثير من الحالات لن تفضل تعديل صغار أو كبار المزارعين

للنظم المتنوعة والنهج الزراعية–البيئية التي تصون التنوع الحيوي وتحمي موارد الأرض والمياه، وتضمن استخداماً مناسباً ومتوازناً للأسمدة العضوية والمعدنية لتعويض استهلاك المحاصيل والحيوانات الرعوية للعناصر الغذائية في التربة.

تعمل الأحداث الكارثية، في الماضي والحاضر، كتحذيرات صارخة حول إساءة استخدام أراضينا أو الاستعمال الخاطئ لها. وقد اختفت حضارات قديمة برمتها بسبب تدهور التربة نتيجة استخداماتها الزراعية بشكل مكثف وغير مستدام (لوديرميلك 1978؛ هيليل 1991). إذ ثمة حاجة ماسة لتحسين استخدام الأراضي وممارسات إدارتها بهدف كبح تدهور التربة، واسترداد الأراضي المتضررة، وتعزيز خصوبة التربة والإنتاجية الزراعية.

الممارسات الزراعية وأحياء التربة

ازدادت كثافة الجهود الرامية إلى كبح فقدان التنوع الحيوي خلال الأعوام الأخيرة، إلا أنها تبقى متواضعة، ولم تواكب سرعة التغيير الذي يحدثه الإنسان. علاوة على ذلك، تركزت تطبيقاتها بشكل رئيس على عدد صغير من الأنواع، وبخاصة النباتات والحيوانات الكبيرة لأسباب تتعلق بالسياحة وكذلك لأسباب جمالية، وعلى الأنواع التي تحصد من أجل الغذاء والألياف وعلى منتجات أخرى. وكان ثمة تجاهل عام للكائنات الصغيرة، وبخاصة أحياء التربة التي تسيطر على بنية شبكات الغذاء والوظائف الرئيسة للنظم البيئية الطبيعية. وجرت مناقشة بعض الاستراتيجيات والوسائل التي يمكن من خلالها حفظ وإدارة التنوع الحيوي للتربة في النظم الزراعية–البيئية خلال ورشة عمل انعقدت مؤخراً كجزء من أنشطة تقوم بها منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) ومنظمات شريكة في المبادرة الدولية للمحافظة على التنوع الحيوي للتربة واستخدامه المستدام التابعة لاتفاقية التنوع الحيوي (الإطار 9 .2).

علاوة على ذلك، ثمة بعض المناحي الإيجابية، كتوسيع مبادئ وممارسات الزراعة الحافظة (الزراعة بدون حراثة أو بالحد الأدنى من الحراثة)، وبخاصة في القارة الأمريكية

الإطار 9. 2 المبادرة الدولية للمحافظة على التنوع الحيوي للتربة واستخدامه المستدام التابعة لاتفاقية التنوع الحيوي

في القرار رقم IV/5 (اتفاقية التنوع الحيوي 78:2002) قرر مؤتمر الأطراف المشاركة في اتفاقية التنوع الحيوي «تأسيس المبادرة الدولية للمحافظة على التنوع الحيوي في التربة واستخدامه المستدام كمبادرة شاملة ضمن برنامج العمل حول التنوع الحيوي الزراعي» ودعا «منظمة الأغذية والزراعة ومنظمات أخرى ذات صلة، إلى تسهيل هذه المبادرة وتنسيقها.» (انظر المزيد من المعلومات والأنشطة الخاصة بمنظمة الأغذية والزراعة وشركائها على الموقع .www fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/)

وكنشاط تعاوني مبدئي، نُظمت ورشة عمل دولية تقنية حول الإدارة الحيوية للنظم البيئية للتربة للوصول إلى زراعة مستدامة من قبل منظمة الأغذية والزراعة ومركز إمبرابا لفول الصويا في لوندرينا، البرازيل، في حزيران/يونيو 2002 بهدف مناقشة مفاهيم وممارسات الإدارة المتكاملة للتربة، والمشاركة في التجارب الناجحة على صعيد الإدارة الحيوية للتربة، وتحديد أولويات العمل وفق مبادرة التنوع الحيوي للتربة. ونشر التقرير الكامل لورشة العمل هذه من قبل منظمة الأغذية والزراعة (2003) ((www.fao.org/ag/AGL/soilbiod/docs.stm) . يمكن إيجاد وثائق إضافية من ورشة العمل في براو وآخرين (2002 أ).

وفي المؤتمر الثامن للأطراف المشاركة في اتفاقية التنوع الحيوي في كريتيبا في آذار/ مارس 2006، جرت المصادقة على إطار العمل الخاص بالمبادرة وتنفيذها – وفق ما عرض في منظمة الأغذية والزراعة (2003) – من قبل عدد من الأطراف المشاركة في الاتفاقية، ودعيت حكومات، ومنظمات دولية، ومنظمات غير حكومية، ومعنيين مهتمين لدعم وتنفيذ المبادرة وتقديم المزيد من دراسات حالات التنوع الحيوي بغرض تعزيز هذه المبادرة.

وفي إطار العمل، جرى تحديد ثلاثة مجالات عمل استراتيجية:

- الاعتراف بصورة أكبر بالخدمات الأساسية التي يوفرها التنوع الحيوي في التربة عبر كافة نظم الإنتاج، وعلاقته بالإدارة المستدامة للأراضي
- بناء القدرات لتحفيز النهج المتكاملة والأنشطة المنسقة من أجل الاستخدام المستدام للتنوع الحيوي في التربة وتعزيز وظائف النظام الزراعي، بما في ذلك تقييمه ورصده، والإدارة التكيفية، والبحوث والتنمية المستهدفة.
- تطوير شراكات وعمليات تعاونية من خلال وضع الأعمال المنسقة كاتجاه سائد بين الشركاء لتحفيز فاعل للمحافظة على التنوع الحيوي في التربة واستعادته واستخدامه المستدام، وكذلك من خلال تعزيز إسهام الكائنات الحية المفيدة في التربة في زيادة إنتاجية النظم الزراعية–البيئية

يعتمد التقدم في هذه المبادرة على تعبئة الدعم السياسي والاستثمار في الإدارة الحيوية للتربة ونهج النظام البيئي، الذي يشتمل أيضاً على تقييم اقتصادي لفقد التنوع الحيوي في التربة، ووظائفه المفيدة، وخدمات النظام البيئي التي توفرها نظم زراعية نوعية.

وفي مناطق أخرى على نحو متزايد، وزيادة دعم المستهلك للزراعة العضوية. ويدرك كلا النظامين أهمية حماية التربة، وصحة التربة، والأنشطة الحيوية، وكذلك الدورات الزراعية ومخاطر الكيماويات الزراعية وتكاليفها.

حفظ وإدارة التنوع الحيوي في التربة

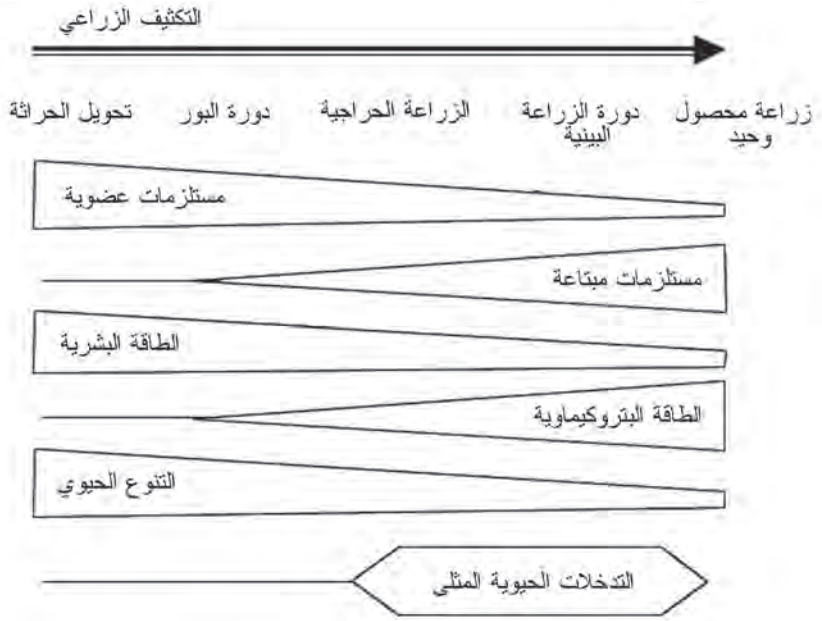
مبادئ الإدارة الحيوية لخصوبة الأرض

اعتمدت الثورة الخضراء، التي عرفت بهذا الاسم بسبب الزيادات الكبيرة في إنتاج النبات التي تم التوصل إليها من خلال تقنياتها، على تخطي معوقات التربة من خلال تطبيق مدخلات خارجية كالأسمدة غير العضوية وتعديلات أخرى بهدف تلبية احتياجات النبات (سانشيز 1994، 1997). إلا أن معظم مزارعي العالم لا يملكون سبيلاً للحصول على مدخلات خارجية (كالمواد الكيماوية الزراعية، وأصناف المحاصيل المحسنة، والبذور المهجنة، والحصول المباشر على المبالغ النقدية والقروض) أو لا يستطيعون تأمين المال اللازم لها لتطبيق المبادئ والممارسات الخاصة بالزراعة عالية المدخلات الخارجية (فاندرمييير وآخرون 1998).

وقد تحدث النافذة المثلى لاستخدام تقنيات الإدارة الحيوية للتربة داخل نظم متوسطة الاضطراب واستخدام منخفض إلى متوسط في موارد وعمالة بشرية خارجية (الشكل 9. 2). وعليه، قد تكون إمكانية الإدارة الحيوية للتربة أكبر في النظم الزراعية–البيئية المتوسطة التعقيد (الزراعة الحراجية، والنظم الدورية)، وفي الأراضي الهامشية لمنع تدهورها، وفي أراض متدهورة بحاجة إلى استصلاح حيوي، وكذلك في مناطق يكون فيها توافر المدخلات الخارجية أو الحصول عليها أو استخدامها محدوداً، وبذلك تؤدي إلى سيادة العمليات الحيوية في صون خصوبة التربة (آندرسون 1994؛ ماندو وآخرون. 1997؛ سانشيز 1997؛ سيناباتي وآخرون. 1999؛ سويفت 1999).

أما التركيز على مبدأ الإدارة الحيوية المتكاملة للتربة فيتعرف بأن:

- للكائنات الحية في التربة والعمليات الحيوية دور رئيس في خلق وتنظيم خصوبة التربة
- تنوع الكائنات الحية يخلق ويعدل تنوع وظائف التربة وعملياتها
- تنوع الوظائف والعمليات أساسي لصون خصوبة التربة وإنتاجيتها (أي استدامة النظام الزراعي).
- الكائنات الحية في التربة يمكن تغييرها في النظم الزراعية–البيئية من خلال تدخلات مباشرة وغير مباشرة على حد سواء.



الشكل 9. 2 العلاقات بين التكثيف الزراعي وكميات المدخلات المتنوعة (مدخلات عضوية، ومبتاعة، وبتروكيماوية) المستخدمة في النظام البيئي، والتنوع الحيوي، والطاقة البشرية المستخدمة. ويتم اختيار النافذة المثلى المقترحة للإدارة الحيوية للتربة (التدخلات) من خلال تحقيق التوازن بين كافة من هذه العوامل المختلفة وستعتمد على عوامل عديدة بشرية، واجتماعية–اقتصادية، وبيئية موجودة في كل موقع (مخطط لـ م. ج. سويفت).

تدخلات مباشرة وغير مباشرة للإدارة الحيوية للتربة

فيما يخص الإمكانيات المختلفة للإدارة الحيوية للتربة، اقترح سويفت (1999) سلسلة من نقاط الإدخال المحتملة التي يمكن من خلالها تنفيذ ممارسات الإدارة. وتشتمل هذه على تدخلات مباشرة وغير مباشرة (الإطار9 .3) من قبيل:

- تصميم النظام الزراعي وإدارته: اختيار نباتات وتنظيمها المكاني–الزماني وممارسات إدارة الحيوانات (غير مباشرة)
- التحكم الوراثي بوظيفة التربة من خلال تعديل مقاومة النبات للأمراض، وبقايا النبات، ونوعية محيط الجذور (نضح الجذور) (غير مباشرة)
- الحقن بمضادات الأمراض، وبمتعايشات مجهرية، وبكتريا جذرية، ودود الأرض لمكافحة المرض وتحسين خصوبة التربة (مباشرة)
- تغيير أحياء التربة من خلال تعديل كمية المادة العضوية ونوعيتها (غير مباشرة)
- المكافحة الحيوية للآفات والأمراض (مباشرة)

الإطار 9. 3 التدخلات المباشرة مقابل التدخلات غير المباشرة

تحاول الطرائق المباشرة للتدخل في نظم الإنتاج تغيير توافر أو نشاط مجموعات معينة من الكائنات الحية (هيندريكس وآخرون 1990).

وتشتمل الأمثلة على التدخلات المباشرة على حقن البذور أو الجذور بالمستجذرات، والمتعايشات الفطرية الجذرية، والفطريات، والبكتريا الجذرية لنمو قوي في البادرات، وحقن التربة أو المحيط بعوامل مكافحة حيوية (لمكافحة الآفات أو الأمراض) أو بوحيشات مفيدة (كدودة الأرض).

أما التدخلات غير المباشرة فهي طرائق لإدارة العمليات الأحيائية في التربة عن طريق تغيير العوامل التي تتحكم بالنشاط الأحيائي (بنية الموئل، والمناخ الضيق، والعناصر الغذائية، وبنى الطاقة) بدلاً من الكائنات الحية عينها (هيندريكس وآخرون 1990).

وتشتمل الأمثلة على التدخلات غير المباشرة على معظم الممارسات الزراعية (كاستخدام المواد العضوية في التربة، والحراثة، والتسميد، والري، والسماد الأخضر، والجير)، وتصميم النظام المحصولي، والإدارة. وتشتمل التقانات الأحدث على التحكم الوراثي بوظيفة التربة من خلال تعديل بقايا المحاصيل ونوعية محيط الجذر (نضح الجذر)، والمقاومة للأمراض أو الآفات.

إن بعض هذه التدخلات، وبخاصة المباشرة منها، كاختيار أنواع وأصناف نباتية تثبت الآزوت، والحقن الجذري في البقوليات الحبية، وحقن المتعايشات الفطرية الجذرية لاسترساء الأشجار، وعوامل المكافحة الحيوية لمكافحة الأمراض والآفات هي عبارة عن تقنيات طُورت جيداً، وتستخدم من قبل كثير من المزارعين والقائمين على إدارة الأراضي في بلدان متقدمة وأخرى نامية. لكن لا يزال استخدامها دون المستوى المطلوب في كثير من البلدان الأقل تطوراً، لاسيما من قبل المزارعين ذوي الموارد الفقيرة. وتعد إمكانية استخدام هذه التقنيات المباشرة مهمة ويجب تحفيزها من قبل المؤسسات والحكومات المعنية بالتنمية الزراعية.

إلا أن الفوائد الأعظم، لاسيما على المدى البعيد، قد تجنى من التدخلات غير المباشرة من قبيل اختيار المحاصيل وتوزعها المكاني–الزماني، وتعزيز قدرتها الطبيعية على مقاومة الأمراض، وتحسين نوعية بقايا المحاصيل التي تنتجها، مع إدارة المواد العضوية وإدخال مستلزمات خارجية أخرى كالأسمدة إلى النظام (TSBF 1999). وفي السياق الزراعي الأوسع، ظهر أن إدارة النظم الخليطة بين المحاصيل والحيوانات والزراعة الحراجية تحسن من كفاءة استخدام الموارد وإدارة البعد المكاني (كالرابطات، وقضايا الطبيعة)، والزماني (النباتات الحولية والدورات الزراعية) (انظر الفصلين 13 و14). علاوة على ذلك، تعطي هذه التدخلات نتائج مهمة على صعيد النشاط الحيوي في التربة وتنوعها الحيوي.

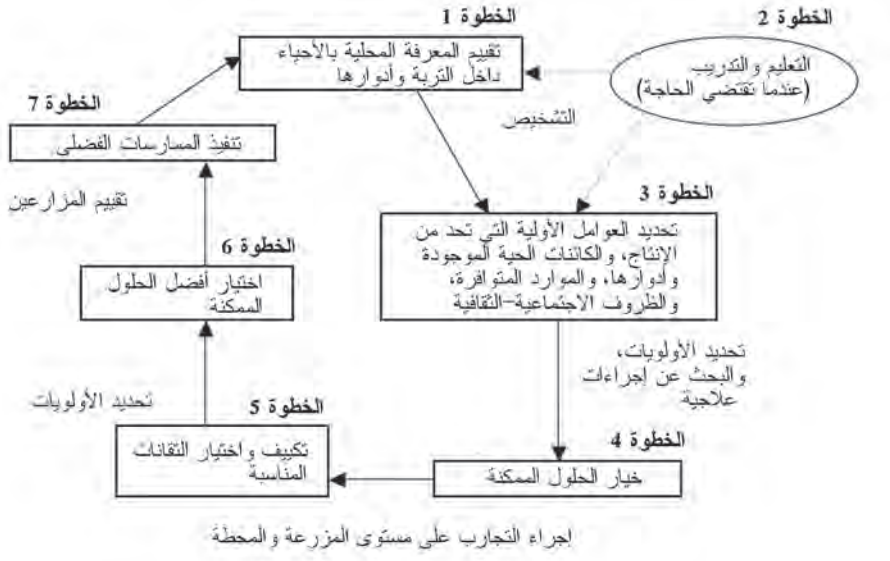
خلال فترة الخمسة عشر عاماً الفائتة ركز العلماء بشكل رئيس على تعديل تفكك المادة العضوية في محاولة لتحقيق تزامن أمثل بين عمليات التفكك، والاستيقاف، والمتعدن واحتياجات النباتات النامية إلى العناصر الغذائية (مايرز وآخرون 1994؛ بالم وآخرون 2000، 2001). وعندما تنخفض الحراثة إلى الحد الأدنى لها مع الاحتفاظ ببقايا المحصول على سطح التربة (كنظامي اللاحراثة أو الحراثة بالحد الأدنى)، ظهرت فروقات مكانية وزمانية كبيرة لشبكات الغذاء تحت الأرضية والعمليات المرتبطة بها مقارنة مع التربة التي تحرث بطريقة تقليدية (هاوي وبارميلي 1985؛ براون وآخرون 2002 ب). وفي الحراثة التقليدية، تسهم شبكات الغذاء المعتمدة على البكتريا بدور أكبر، وبخاصة في الطبقة المحروثة، ونتيجة لذلك، قد يؤدي جرف التمعدن بسبب أعمال الحراثة إلى فقد أكبر في المادة العضوية وتدني الاحتفاظ بالعناصر الغذائية. وفي نظم اللاحراثة، تعتبر شبكات الغذاء المعتمدة على الفطور أكثر أهمية، وتؤثر في توافر العناصر الغذائية واستقرار تكدس التربة، مما قد يزيد من الاحتفاظ بالآزوت وينقص من غسل التربة.

وضع الإدارة الحيوية المتكاملة للتربة في موضع التنفيذ

إدراك أهمية أحياء التربة

تمثل الإدارة المتكاملة لأحياء التربة، والتنوع الحيوي، والنظم الزراعية البيئية عملية شاملة تعتمد بشكل كبير على الموارد المتوافرة محلياً، والمناخ، والظروف الاجتماعية–الاقتصادية، وفوق ذلك كله على المشاركة المباشرة من قبل المزارعين ومعنيين آخرين في تحديد وتعديل ممارسات الإدارة بما يتوافق مع سياقهم الخاص. وتعرض في الشكل 3. 9عملية مؤلفة من سبعة خطوات يشارك فيها كافة المعنيين في عملية الانتقال من تشخيص المشكلة إلى اختبارها، والتكيف مع تبني التقانات (مقتبس عن تشامبرز 1991؛ سويفت وآخرون 1994؛ سويفت 1997).

يعد إدراك الدور الذي تسهم به أحياء التربة في دعم الإنتاج الزراعي الخطوة الأولى نحو إدارتها وصونها بشكل صحيح (الخطوة 1). ولا يزال المزارعون والممارسون للزراعة في كثير من الثقافات، التقليدية والحديثة، غير مدركين بشكل كاف لأدوار وأهمية أحياء التربة في الإنتاج الزراعي (كيفان 1985؛ بونتيس وسويفت 2000). وتواصل كثير من المجتمعات خوفها من الحشرات وتتجاهل دود الأرض، حيث هذا ما قد يفسر انتشار الممارسات العدائية ضد أحياء التربة حتى وقت قريب (لافيلي 2000). فعلى سبيل المثال، تجاهل 55% من المزارعين في مسح شمل 163 مزارعاً من ولاية فيراكروز بالمكسيك دور دود الأرض في خصوبة التربة، واعتبرها 11% مضرة، وذلك لأنهم خلطوا ما بينها وبين طفيليات معوية



الشكل 3.9. العملية ذات الخطوات السبع للإدارة الحيوية المثلى للتربة وحفظها (بتصرف من سويفت 1997)

(أورتيز وآخرون 1999). يمكن أن يؤدي نقص المعرفة إلى سوء استخدام للنظام البيئي للتربة (كتلوث سطح المياه والمياه الجوفية، وانجراف وفقد التنوع الحيوي)، وكذلك عدم الاستفادة كما يجب من الفوائد المجنية من الإدارة الحيوية للتربة.

ولدى تحري المعرفة المحدودة والحاجة إلى إدارة بديلة، يجب عندها استهداف التوعية وبناء القدرات لدى المزارعين، والمرشدين الزراعيين، والمجتمعات المحلية، ومقدمي الخدمات، والساسة، والصناعات المسؤولة عن تحفيز استخدامات معينة للأراضي وممارسات إدارتها التي تتجاهل أهمية أحياء التربة ووظائفها (الخطوة 2). وفي الزراعة التجارية قد تكون المعرفة بدور بعض أحياء التربة أضعف من تلك في نظم الكفاف في الحيازات الصغيرة على اعتبار أن الممارسات الموجهة نحو المنتج والإدارة المكثفة غالباً ما تتجاوز الآليات الحيوية والتفاعلات من خلال استخدامها لمدخلات خارجية (لاسيما استخدام مبيدات الآفات أو مبيدات الأعشاب بدلاً من المكافحة الحيوية للآفات والأعشاب، والأسمدة الكيماوية بدلاً من استعادة المادة العضوية). ويتزايد افتقار نظم المعرفة لكيفية صون واسترداد التربة السليمة، وفقد استدامة المحاصيل، ونظم المحاصيل–الحيوانات أو الزراعة الحراجية. وبالنسبة للنظم المكثفة، يجب عرض البدائل التي تستفيد بصورة أفضل من العمليات البيئية وتقليص المخاطر المتوسطة والبعيدة الأجل والضرر المحتمل للممارسات التقليدية من قبيل زراعة محصول وحيد، والحراثة العميقة والمتكررة، والمدخلات الكيماوية المرتفعة.

تحديد مؤشرات نوعية التربة واستخدامها

يعتبر تحديد الظروف المحلية والمصادر المتوافرة، الأحيائية (كالبشرية، والنباتية، والمواد العضوية، وأحياء التربة) واللاأحيائية (الجر أو القطر الميكانيكي، والدفع نقداً أو بالقرض، والمستلزمات الخارجية، ومحتويات العناصر الغذائية في التربة) أساسية لتحديد الممارسات الإدارية الحيوية في التربة الممكن استخدامها. ويجب أن تخلق عمليات التشخيص هذه (الخطوة 3، الشكل3 .9) فهماً بالمعوقات، والفرص، والاحتياجات المحتملة على شتى المستويات.

ومما يعكس الاهتمام المتزايد في المبادئ البيئية واعتبارات الإدارة البشرية، تم اقتراح عديد من مجموعات البيانات بحدها الأدنى لتقييم التربة والموارد البيئية ونوعيتها (دوران وجونز 1996). وتشمل مجموعات البيانات هذه بصورة عامة توصيف النظام الزراعي الراهن وممارسات مجموعات مختلفة للمزارعين من قبيل الموارد البشرية المتاحة، والموارد العضوية، والمؤشرات الحيوية لنوعية التربة ووظيفتها (الإطار 9 .4). وتكمن الفائدة الخاصة للمؤشرات الحيوية في حقيقة قدرتها عموماً على كشف التغيرات (نحو الأفضل أو نحو الأسوأ) في النظام البيئي بسرعة أكبر من المؤشرات الكيماوية أو الفيزيائية التقليدية لنوعية التربة.

وبالنسبة للمؤشرات الفيزيائية والكيماوية لنوعية التربة ثمة بعض المؤشرات المقترحة حول النوعية الحيوية للتربة في مجموعات البيانات، وهي في الغالب ليست قياسات مستقلة (مثل الكتلة الحيوية المكروبية، والتمعدن المحتمل للآزوت، وتنفس التربة، ونسبة التنفس إلى الكتلة المكروبية مثلما اقترح دوران وباركين 1994). وإن إرجاع المؤشرات المتكررة إلى مؤشر رئيس أو بضعة مؤشرات متكاملة كالتمعدن المحتمل للآزوت (كيني ونيلسون 1982) يبسط الأمور، إلا أن هذا لا يحل السلبية الرئيسة بأن معظم هذه المؤشرات تتعلق بتحولات العناصر وليس ببنية التربة أو الخصائص الهيدرولوجية والحيوية للتربة. وعليه، فإن التحدي يكمن في تحديد مجموعة صغرى من المؤشرات الحيوية لنوعية التربة الممكن أن تتعلق بالعناصر الغذائية، والملوثات، وبنية التربة، والخصائص الهيدرولوجية للتربة (بروسارد وآخرون 2004)، مع هدف إضافي من أجل:

- الإشارة إلى التغيرات في نوعية التربة على نحو أبكر أو أدق من المؤشرات الكيماوية والفيزيائية. ويوضح مثال عن ذلك في الشكل 9 .4، حيث تظهر الكتلة الحيوية المكروبية للإشارة إلى التغيرات في المادة العضوية في التربة في مرحلة مبكرة وبدقة أكبر من التغيرات في إجمالي محتوى الكربون في التربة.

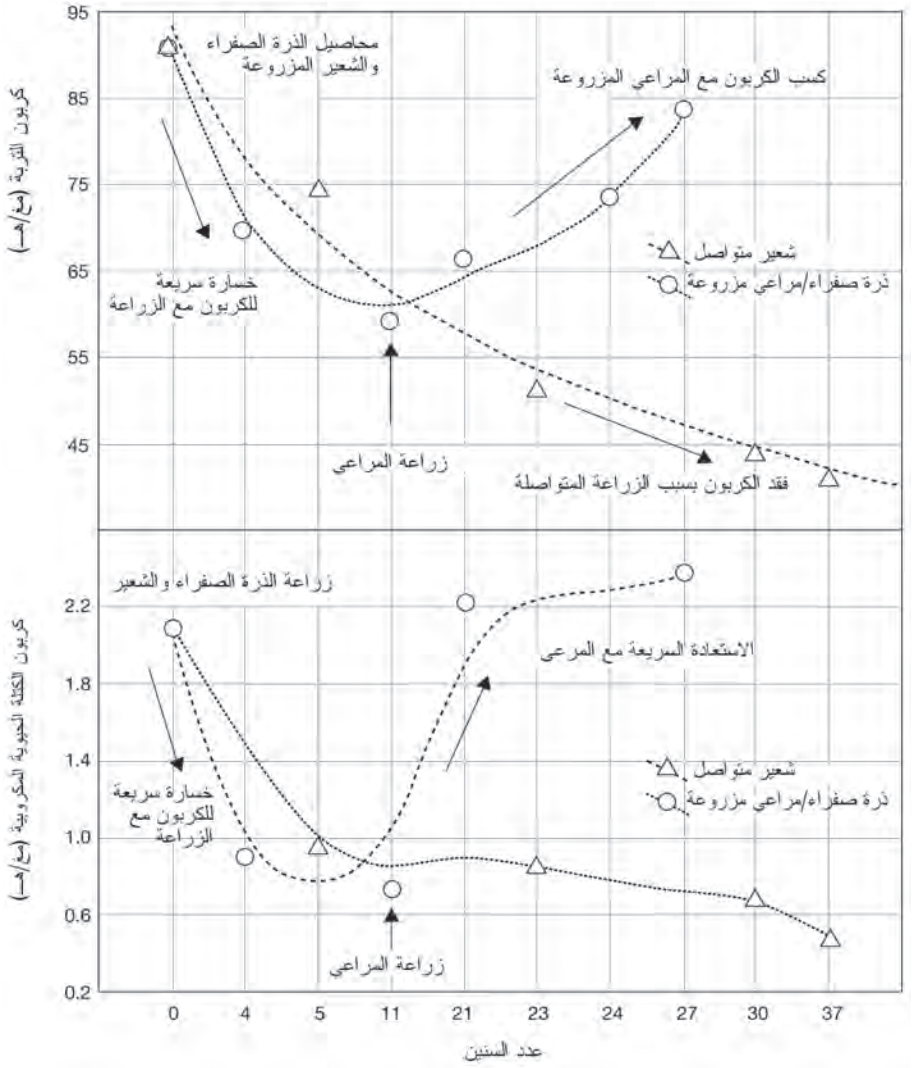
الإطار 9. 4 مؤشرات نوعية التربة: ما هي؟ ولماذا تستخدم؟

تمثل مؤشرات نوعية التربة خصائص وعمليات حيوية، وفيزيائية، وكيمائية يمكن قياسها لرصد التغيرات في وظيفة التربة (موكيل وماوسباتش 1996). وهي وسائل كمية لتقييم صحة التربة وتوفير نظام إنذار مبكر لانهيار النظام، مما يتيح للقائمين على إدارة الأرض اتخاذ الإجراءات اللازمة قبل حدوث الضرر الذي لا يمكن إصلاحه (بانكهورست وآخرون 1997). ويجب أن تكون المؤشرات ذات ردود فعل سريعة، وقوية، لكنها حساسة (يمكن كشفها أكثر من ضجيج الخلفية)، وذات معنى ومتنبئة (علاقة جيدة بين المؤشر والوظيفة)، وسهلة القياس والتفسير. وتشتمل أمثلة المؤشرات المرتبطة بالنشاط الحيوية في التربة ما يلي (من براون 1991؛ ستورك وإيغليتون 1992؛ دوران وآخرون 1994؛ أوديس ووالترز 1994؛ دوران وجونز 1996؛ بانكهيرست وآخرون 1997؛ فان ستراالين 1998؛ باوليتي 1999):

- التنوع الحيوي على المستوى الجزيئي، والوراثي، والتصنيفي، والوظيفي
- كائنات حية وخصائصها (وجودها أو غيابها، الكتلة الحيوية، وكثافة الأنواع، أو الأجناس، أو المجتمعات أو المجموعات الوظيفية) مثل بعض البكتريا، والفطريات، والنيماتودا، والحيوانات الأولية، ودود الأرض، والنمل الأبيض، والنمل، وبعض الخنافس، ومتساويات الأقدام، وذوات الألف رجل، والعناكب، والذباب، وكوليمبولا، والحلم، والجذور، وأعداد بذور الأعشاب، وممرضات النبات، ومغذيات الجذور، وكربون وآزوت الكتلة الحيوية المكروبية.
- عمليات التربة التي تتأثر بالنشاط الحيوية مثل التراص، والتكدس، واستقرار الكداسة، والانجراف، ورشح المياه، والكربون والآزوت القابلين للتمعدن، وتثبيت الآزوت، والنترتة وتحرير النتروجين، وتنفس التربة، ومعدلات التفكك، وأنشطة الأنزيمات، وإرغوستيرول
- قدرة التربة على دعم نمو النبات، وهو المؤشر النهائي على نوعية التربة وصحتها في النظم الزراعية البيئية (بانكهيرست 1994)

• إعطاء تقييم متكامل للتغيرات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية. والأمثلة هي الكم الوافر في السموميات البيئية، حيث تستخدم الكائنات الحية في الماء والتربة لتقييم متكامل للتأثيرات التي يحققها الاحتواء المتعدد في النمو، والتكاثر، وتعمير الكائنات الحية والمرتبطة بعمليات حيوية. وعلى نحو مماثل، يمكن أن يشير دود الأرض إلى توافر المادة العضوية، وبذلك يشير إلى وجود العناصر الغذائية للتربة وقدرتها على الاحتفاظ بالماء، إضافة إلى النفوذية، والتكدس، والنشاط المكروبيولوجي الهوائي.

من الأهمية بمكان قدرة المزارعين الفرديين على العمل مع مؤشرات نوعية التربة. وبذلك يعتبر التقييم البصري نقطة انطلاق أساسية، كالطريقة التي طورها شيبرد (2000) في نيوزلندا. وهذه الطريقة بسيطة جداً ولا تتطلب سوى أن يقوم المزارع بفحص بصري



الشكل 9. 4. أنماط الخسارة أو الربح مع مرور الوقت في إجمالي كربون التربة وكربون الكتلة الحيوية المكروبية في التربة السطحية (0–20 سم) داخل حقول الذرة والحقول المزروعة بالشعير بشكل مستمر، وفي المرعى المزروع بعد 11 عاماً من الذرة. لاحظ التعافي الأسرع في كربون الكتلة الحيوية (مقارنة بإجمالي كربون التربة) بعد زراعة المرعى (ت. ج. شيبرد، تواصل شخصي، 2002).

لحفنة تراب من حيث قوامها، ونفوذيتها، ولونها، وتبرقشها، وتعداد دود الأرض فيها. وتسجل قيم التقييم على بطاقة الدرجات الخاصة بالتربة وتدخل مع القيمة الإجمالية على مقياس من فقيرة إلى جيدة. ويمكن عمل نسخة داعمة للقياسات البصرية للمزارعين بوساطة قياسات مخبرية نوعية للنوعية الكيمائية، والفيزيائية، والحيوية للتربة وربط هذه

القياسات بها. وأعتبر أكثر من 90% من المزارعين والعلماء ممن طلب منهم العمل وفق هذا النظام أنه عملي وسديد علمياً.

يتم تطوير صندوق أدوات لتقييم التربة بصرياً من قبل منظمة الأغذية والزراعة، حيث يشتمل على إرشادات لإدارة التربة لمنع تدهور التربة والتخفيف منه وتحقيق الإدارة المستدامة للمزارع (بينيتس، تواصل شخصي، 2005). كما أصدر برنامج منظمة الأغذية والزراعة للإدارة المتكاملة للآفات من قبل المجتمع كتيباً يحمل فائدة عظيمة مع سلسلة من التمرينات التدريبية على الإدارة المتكاملة للتربة (سيتل 2000). كما ستصدر منظمة الأغذية والزراعة قريباً دليلاً حول وحيشات التربة وتقييم النوعية الحيوية.

غير أن الوسائل الراهنة لتقييم نوعية التربة (كاللقاءات مع المزارعين، والمسوحات، وصناديق صحة التربة) لا تزال بحاجة إلى تعديل لتناسب الظروف النوعية القائمة في السياقات الزراعية لدى أصحاب الحيازات الصغيرة في المناطق الاستوائية الرطبة وشبه القاحلة، وإتاحة استخدامها من قبل المزارعين والمرشدين الزراعيين بدلاً من علماء التربة. وتعد الطرائق والقياسات البسيطة كتلك الموصوفة آنفاً الأكثر فائدة، وذات الاحتمال الأكبر لتبنيها على نطاق واسع.

التغلب على المعوقات

حالما يتم تحديد المعوقات الأحيائية واللاأحيائية، يجب تنظيمها بشكل هرمي، واختيار البدائل المحتملة بحيث تكون متكيفة مع ظروف السكان المحليين، والمناخ، والتربة، والنظم الزراعية–البيئية. وفي هذه المرحلة، يمكن فهم كيفية التغلب على معوقات الإنتاج الزراعي على شتى الأصعدة (الاجتماعية، والثقافية، والاقتصادية، والسياساتية، والزراعية، والحيوية، والبيئية، والوراثية، وتلك المتعلقة بالتربة) باستخدام موارد ومعرفة وقدرات محلية أو مستقدمة، كما يعد كيفية تأثير الممارسات الزراعية في أحياء التربة وأنشطتها أساسياً للتنبؤ بخيارات الإدارة الممكنة وحلول أخرى.

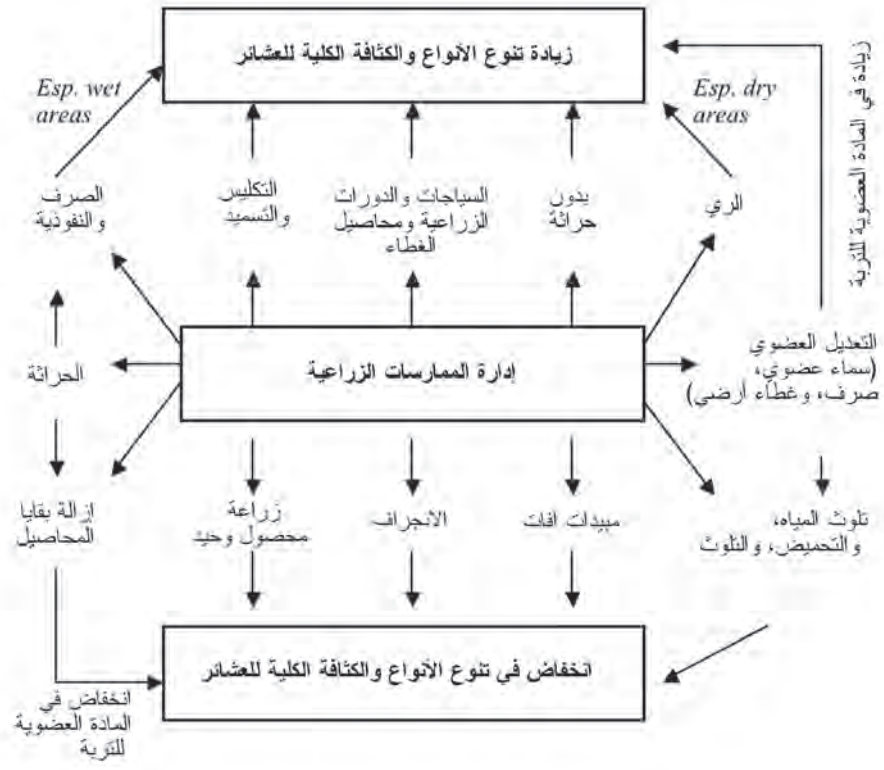
ولسوء الحظ لا تتوافر معلومات حول تأثيرات شتى الممارسات الزراعية المختلفة في أحياء التربة حول كافة الكائنات الحية في التربة، وقد توجد اختلافات مهمة في تأثيرات شتى الممارسات في نفس الكائن الحي أو تأثيرات للممارسات عينها في كائنات مختلفة. وتعتبر بعض الكائنات الحية حساسة لممارسات معينة لإدارة الأرض، مما تسبب في انقراضها محلياً، بينما استجابت أخرى بصورة إيجابية واستفادت من الظروف المعدلة لزيادة توافرها، والكتلة الحيوية، والنشاطات.

ولتقييم مناسب لتأثير أنواع فردية في وظيفة محددة للتربة وتأثير ممارسات إدارتها في عشائرها ونشاطها، يجب أخذ عينات داخل النطاقات المكانية–الزمانية ذات الصلة

بذلك النوع المحدد، أي يتعين أخذها ضمن المجال الوظيفي لذلك النوع، وهذا ما يشكل في الغالب تحدياً منهجياً صعباً بصفة خاصة.

ورغم تعقيد هذه المهمة، إلا أن ثمة بعض القواعد العامة التي يمكن تطبيقها واستخدامها مع مزارعين على المستوى المحلي للتنبؤ بتأثيرات الإدارة واختيار الحلول الممكنة. وتعرض بعض من هذه الحلول في الجدول 3.9 مع وصف لبعض المعوقات الرئيسة أمام الممارسات الإدارية المختلفة وتأثيراتها في وظيفة التربة.

تؤثر زراعة المحاصيل بشكل كبير في بيئة التربة وبذلك يكون لها تأثير في عدد الكائنات الحية فيها وبأنواعها، لاسيما في عملية قلب التربة عن طريق حراثتها. وبصورة عامة، عندما يتم تحويل غابة ما أو مرعى إلى أراض زراعية، تنخفض كمية ونوعية بقايا النباتات، وعدد أنواع النباتات الأعلى فيها، مما يقلص مجال الموائل والموارد الغذائية للكائنات الحية في التربة. كما تتغير نسبة الكائنات الحية المختلفة وتفاعلاتها بشكل



الشكل 9. 5. تأثير ممارسات الإدارة الزراعية المختلفة في أحياء التربة (مقتبس عن هيندريكس وآخرين 1990).

الجدول 9. 3. معوقات ممارسات الإدارة الزراعية المختلفة وتأثيراتها في أحياء التربة ووظيفة التربة

ممارسة إدارة التربة	معوقات الاستخدام	التأثير في الأحياء والوظيفة
الحراثة	العمالة، والأدوات، والآليات، والكلفة، والأمراض المنقولة بالتربة، والأراضي ذات الانحدار	تفكك أسرع للمادة العضوية، ونسبة بكتريا أعلى من الفطريات، عشائر أقل من الوحيشات الضخمة، والوحيشات المتوسطة، وزيادة قصيرة الأجل في توافر العناصر الغذائية، لكن ثمة زيادة في الخسائر بعيدة الأمد، ونمو جذري أفضل في الطبقة المحروثة، ومخاطر انجراف أكبر
بدون حراثة (زراعة على الجلد)	الآليات، والكلفة، وتراص التربة، والقوام الثقيل، وإدارة الآفات	عشائر أعلى من الوحيشات الضخمة، والوحيشات والمتوسطة، والوحيشات الصغيرة؛ نسبة فطريات أعلى من البكتريا؛ تراكم المادة العضوية على سطح التربة؛ حفظ العناصر الغذائية؛ جريان سطحي وانجراف أقل؛ زيادة في وجود الآفات والأمراض المرتبطة بطبقة الفضلات والإصابة بها.
مدخلات المادة العضوية	التوافر، والعمالة، ووجود الحيوانات، والكلفة	تغيرات في نسب التفكك وعشائر الكائنات الحية (بعضها تزداد وأخرى تتناقص اعتماداً على نمط المادة)؛ زيادة في توافر العناصر الغذائية، وتخزينها، وتبادلها؛ وتحسن في بنية التربة الفيزيائية والعلاقات المائية؛ تراجع في الحموضة والسمية بالألمنيوم؛ نشاط مكروبي ووحيشي أكبر، وبخاصة الكائنات المعتاشة على الحتات
التسميد	التوافر، والكلفة	انخفاض في العادة في التعايش الفطري الجذري وتثبيت N_2 (مع الفوسفور والآزوت على التوالي)، والتغير في التوازن بين التمعدن والثبات، زيادة في إنتاج النبات ومدخلات المادة العضوية، وزيادة في عشائر بعض الكائنات الحية من خلال توافر أكبر للغذاء

يتبع في الصفحة 248

يتبع من الصفحة 247

ممارسة إدارة التربة	معوقات الاستخدام	التأثير في الأحياء والوظيفة
مبيدات الآفات	الكلفة، والتأثيرات البيئية والصحية	إصابة أقل بالأمراض، والآفات، والطفيليات، والكائنات الحية الممرضة، لكن ثمة تأثيرات سلبية في الأحياء غير المستهدفة مثل الحشرات النافعة ودود الأرض؛ وتحسن في إنتاج النبات، لكن تظهر الاتكالية؛ انعدام في استقرار دورة العناصر الغذائية، خسارة في بنية التربة؛ وزيادة طويلة الأجل في مقاومة الأحياء المستهدفة
الري أو الفيضانات	الكلفة، والانحدار، والعمالة، والأدوات، وتوافر المياه	زيادة في توافر المياه، وحيادية الـ pH، وتغيرات في دورة العناصر الغذائية (غالباً ثمة عمليات حيوائية أعلى) وتوافرها، تثبيت أعلى لـ N_2 اللامتعايش، وزيادة في عشائر الأحياء المصابة بإجهاد الجفاف، وانخفاض في أعداد الأحياء الحساسة، ومعدلات تفكك أقل في المادة العضوية، وانخفاض في الأمراض المنقولة بالتربة والأعشاب
دورات المحاصيل	قبول اجتماعي، تكاليف الفرص، توافق النظام الزراعي–البيئي، المناخ، ظروف التربة	تأثير الدورة الزراعية، مع إنتاجية محسنة وإدارة الآفات والأمراض؛ استخدام أكثر كفاءة للعناصر الغذائية في التربة؛ تنوع أكبر فوق التربة وتحت التربة؛ زيادة العشائر، والكتلة الحيوية، ونشاط معظم الكائنات الحية (بخاصة مع البقوليات)؛ تحسن في تكدس التربة ورشحها؛ وانخفاض في الكثافة الكلية؛ زيادة في المادة العضوية
حقن بأحياء تربة مختارة (مثل المستجذرات، ومتعايشات فطرية جذرية، ودود الأرض، وبكتريا الجذور، والضواد، وعوامل المكافحة الحيوية)	الكلفة، والتوافر، والقدرة على التكيف مع البيئية، والتنافس مع الأحياء الواطنة أو الحلول محلها، وظروف تربة مناسبة	زيادة في تثبيت الآزوت، وتوافر العناصر الغذائية في التربة، واستهلاك المياه، وكفاءة في حصول النبات على العناصر الغذائية؛ زيادة الغلال؛ وزيادة في تحمل المعادن الثقيلة؛ مقاومة أفضل للأمراض النباتية، والآفات، والطفيليات؛ وزيادة في نفوذية التربة، والتهوية، واستقرار الكداسة، ورشح المياه، وقدرتها على الاحتفاظ بالماء؛ سرعة أكبر في التفكك ودورة العناصر الغذائية

المصدر: موسع من سويفت (1997)

معنوي. وبشكل عام، تحمل الحراثة بالمحراث القلاب، وزراعة محصول وحيد، واستخدام مبيدات الآفات، والانجراف، وتلوث التربة تأثيرات سلبية في معظم الكائنات الحية، حيث يجب ملاحظة تأثيراتها، ومن ثم تعديل ممارستها أو تجبنها، أو تقليصها إلى المستوى الممكن. ومن ناحية أخرى، تحمل ممارسات أخرى من قبيل استخدام النفايات العضوية، والاستخدام المعتدل للأسمدة، ودورات المحاصيل، والري في المناطق الجافة والصرف في المناطق الرطبة تأثيرات إيجابية في كثافة الكائنات الحية في التربة، وتنوعها، ونشاطها. وفي معظم الحالات، يمكن تحسين هذه الممارسات لتحقيق كفاءة أفضل في استخدام الموارد.

لكن ليست العوامل الفيزيائية–الحيوية هي وحدها التي تؤثر في قرارات المزارعين (الخطوة 4، الشكل 3.9)، بل للاعتبارات الاجتماعية–الاقتصادية دور أيضاً. وتشتمل بعض من هذه المعوقات الأكثر شيوعاً لاستخدام الممارسات المختلفة للإدارة الحيوية للتربة على التكاليف المالية (المدخلات المبتاعة)، وتكاليف العمالة والوقت، وتوافر الموارد، ووسائل تنفيذها (الجدول 3.9).

إدارة التكيف: اختيار الحلول الفضلى

بعد اختيار عدد من الحلول الممكنة المختلفة من الممارسات الفضلى للمزارعين، وابتكاراتهم، والتقانات الجديدة، فإنه يتعين اختبارها باستخدام عملية غربلة متكررة وتشاركية للتجارب على التكيف (الخطوة 5 في الشكل 3.9). وقد طور معهد بيولوجيا وخصوبة التربة الاستوائية التابع للمركز الدولي للزراعات الاستوائية نهجاً للإدارة التكيفية للعمليات الحيوية في التربة، مع التركيز على التكرار، والتفاعل التعاوني بين المزارعين، والمرشدين الزراعيين، ومسيري أعمال المجتمع المحلي، والعلماء (TSBF 2000). وفي هذه العملية التكيفية، يتم اختبار معاملات وتقنيات مختلفة بشكل متزامن، وتكرارها في دورات زراعية عديدة لتحديد أكثر الممارسات قبولاً من الناحية التكيفية، والاقتصادية، والعملية، والاجتماعية.

ويستخدم نهج المدارس الحقلية للمزارعين من قبل منظمة الأغذية والزراعة وكذلك من جانب شركائها في شرقي إفريقيا وآسيا لتحفيز التعلم التجريبي من قبل مجموعات المزارعين في مجال إدارة التربة والمياه، بما في ذلك تطوير وحدات تدريب لعمليات ديناميكية يقودها المزارعون وصندوق أدوات للممارسات العملية. إلى ذلك، أنتجت منظمة الأغذية والزراعة مواد تدريب عملي حول الزراعة الحافظة من خلال سلسلة الوسائط الرقمية المتعلقة بالأرض والمياه (انظر القرصين المدمجين 27، و 22 على العنوان www.fao.org/landandwater/lwdms.stm.

إن المزارعين ومعنيين آخرين في صناعة القرار هم من يختار في النهاية التقانات

المرغوبة أو المناسبة لتنفيذها على شتى المستويات (الخطوة 6، الشكل 9 .3). وقد يتباين القرار الأخير الذي تتخذه مجموعات المعنيين حول الممارسات التي ستنفذ بشكل كبير بين صغار وكبار المزارعين والمزارعين ذوي الموارد الفقيرة والغنية.

تنفيذ الإدارة الحيوية المتكاملة للتربة

يشكل تبني الإدارة الحيوية المتكاملة للتربة (الخطوة 7، الشكل 9 .3) عملية تعليمية تشاركية طويلة الأجل تنشأ عن تشخيص وتحليل الخيارات، ووضع أولوياتها، واختيارها، واختبارها، وتعديلها، ومناقشتها، والموافقة عليها، وكذلك اختيار الخيارات الفضلى على صعيد الإدارة الحيوية للتربة. وتتمثل الخطوة الأخيرة في هذه الدورة في تقييم المزارعين للخيارات الفضلى في الحقل، وقرارهم إما تنفيذ هذه الممارسات على نطاق أكبر وبعيد الأجل، أو العودة إلى استراتيجيات الإدارة التقليدية لديهم. وهذه خطوة حاسمة يوضع فيها كافة العمل الشاق في الخطوات الماضية في موقع المجازفة. وقد تكون الحاجة موجودة إلى خدمات دعم معينة، من قبيل توفير بذور أنواع أو أصناف محاصيل مختارة، وتأمين الأسمدة بأسعار وكميات مناسبة، وتدريب الحرفيين على تصنيع أدوات معدلة، وتدريب المزارعين على إدارة الحيوانات لاستخدام المواد العضوية والأسمدة.

الإدارة الحيوية لخصوبة التربة: بعض الأمثلة

أهمية إدارة المادة العضوية

ترتبط الممارسة الأكثر أهمية، من بين الممارسات الناجحة المتنوعة، بالنسبة للحفاظ على أحياء التربة والصون طويل الأجل للإنتاجية بصورة عامة بتحفيز أو صون التجميعات النشطة للمادة العضوية في التربة. ومن خلال تعديل كامل النظام المحصولي، والتوليفة المناسبة من المكان والزمان، والممارسات المناسبة لإدارة التربة، يمكن زيادة المادة العضوية كماً ونوعاً، مما يؤدي إلى تأثير كبير في كامل مظاهر الحياة داخل التربة والوظائف الفيزيائية–الكيميائية. وغالباً ما تلاحظ هذه الظاهرة عندما تنتقل النظم البيئية المتدهورة إلى التعافي. وحالما يتم تأسيس النبات، تبدأ الجذور باختراق التربة، وتتشكل طبقة مخلفات واقية على سطح التربة، ويحدث تأثير متبادل لزيادة توافر الكربون، ومع تغيرات طفيفة في مناخ محيط التربة، ونشاطات حيوية تساعد على تسريع تعافي النظام البيئي. وفي البيئات الأشد جفافاً، تعتبر رطوبة التربة حاسمة في عملية التعافي هذه وبناء المادة العضوية في التربة. ويمكن تعزيز الاحتفاظ برطوبة التربة من خلال غطاء

واق للمحاصيل أو بتغطية التربة وعدم اللجوء إلى الحراثة أو القيام بالحراثة بحدها الأدنى، مما يبقي على الكتلة الحيوية لجذور النبات والمادة العضوية في التربة.

الإدارة الحيوية غير المباشرة للتربة

ثمة مثال جيد حول تطبيق إدارة العمليات الحيوية لتعافي التربة ونهج النظام البيئي يتجلى في حالة المزارعين في مجموعة غروبو فيسنتي غوريرو (GVG) في تلاكسكالا، المكسيك (راموس 1998). فالتربة في ولاية تلاكسكالا تحرث منذ آلاف السنين باتباع ممارسات تقليدية (جليسمان 1990). غير أن تكثيف التربة الهشة وسهلة الانجراف في الولاية شكل خطراً للمشهد الطبيعي، ما أدى إلى انجراف وتملح وظهور مشكلات في مستجمعات المياه على امتداد الولاية. واستجابة لحالات القلق هذه، أسس مزارعون منذ أكثر من 20 سنة خلت في قرية صغيرة في فيسنتي غوريرو برنامجاً (بالتعاون مع Quaker House of Friend) لعمل تجارب والمشاركة بها وتحفيزها ، حيث من شأن هذه التجارب تحسين مستوى معيشتهم ومعيشة جيرانهم.

وتتجلى القوى المحفزة وراء نجاح مجموعة غروبو فيسنتي غوريرو في احترام عميق للبيئية، الذي ظهر في استخدام متطور ومتكامل للموارد الطبيعية المحلية والإيمان الراسخ بأن المشاركة في اكتشافاتهم مع مزارعين آخرين يشكل التزاماً أخلاقياً لا يمكن نكرانه. وأتاح ذلك للمجموعة وضع نموذج من مزارع إلى مزارع في حيز الممارسة بكل صبر لنقل المعرفة التي قدمها لهم ميسرو التنمية الريفية والخبراء الفنيين إلى مزارعين في الجوار. ودرب أعضاء من مجموعة غروبو فيسنتي غوريرو ما يربو على 2000 مزارع في المكسيك ومناطق أخرى في أمريكا اللاتينية خلال العقدين المنصرمين، حيث يعرض الإطار 9 .5 بعضاً من ممارسات الإدارة الناجحة التي تبنتها المجموعات. ويعمل النجاح الذي حققته دراسة المثال هذه على تسليط الضوء على أهمية النهج المتكاملة متعددة الأطراف (وليست من القمة إلى القاعدة فقط) المعنية بتنمية النظام الزراعي بهدف ضمان التوصل إلى نتائج مديدة.

وفي ولاية بارانا بالبرازيل، نفذت عملية مماثلة لتطوير التقانات، والتكيف، والإرشاد بطريقة تعاونية، كما جرى تبني واسع النطاق بفعل هذه العملية لممارسات الزراعة الحافظة، وبخاصة الزراعة بدون حراثة. وفي السبعينات من القرن المنصرم، ومعظم الثمانينات، وبعد التخلي عن البن وتبني زراعة محاصيل حولية باتباع حراثة تقليدية (وبخاصة زراعة محصولي فول الصويا والقمح)، واجهت معظم مناطق البلد مشكلات مشابهة للمشكلات التي واجهتها مجموعة غروبو فيسنتي غوريرو في المكسيك. وعمل انتشار الأخاديد، والأنهار الموحلة، والفيضانات، ومشكلات نوعية المياه، إلى جانب المحاصيل المتضررة بشدة

الإطار 9. 5 الإدارة التكيفية للتربة وطرائق الحفاظ عليها التي تبتنها مجموعة غروبو فيسنتي غوريرو في ولاية تلاكسكالا، بالمكسيك

تعتبر مجموعة غروبو فيسنتي غوريرو (GVG) النقاط التالية كبعض من النجاحات الرئيسة:

- انخفاض كبير في استخدام كثير من المزارعين للكيماويات الزراعية بعد أن رفضوا في البداية الأسمدة العضوية، ومنع استخدام الكيماويات الزراعية بشكل كلي في بعض حقول المزارعين.
- زيادة جهود المزارعين المحليين لتبني إجراءات المحافظة على التربة والمياه واستعادة خصوبة التربة.
- إدخال الحصيد وبقايا المحاصيل في التربة على نحو أكبر
- زيادة في الإنتاجية الزراعية. فاز أحد المزارعين في المجموعة بالجائزة الأولى في منافسة على مستوى الولاية لإنتاج غلة محسنة من الذرة الصفراء في الأراضي الجافة حيث أعطى 5.5 Mg /هكتار غلة حبية (وهي أعلى بكثير من متوسط الغلال في الولاية).
- اعتراف رسمي بجهود المجموعة من قبل حكومة ولاية تلاكسكالا.
- زيادة في قدرة المجموعة على تنظيم التمويل واستقطاب التمويل الخارجي، والفضل يعود إلى الخبرة الجماعية والمكانة الجيدة

طرائق إدارة التربة والحفاظ عليها

- إنتاج الحبوب باستخدام تقنيات تعزز التنوع الحيوي في التربة ووظائفها الحيوية
- الدورات الزراعية، ومحاصيل التغطية البقولية، وأصناف بذور محلية محسنة، وروابط المحصول المتنوع لزيادة مرونة النظام الزراعي–البيئي وتحسين الغلال
- طرائق الحراثة ذات التأثير المنخفض للحد من الاضطرابات في بنية التربة وأحيائها
- إنتاج الأسمدة العضوية باستخدام الحصيد، وبقايا المحصول المحصود، والسماد العضوي للحيوانات، والسماد الأخضر
- إجراءات الحفاظ على غطاء التربة لصون بنية التربة ومحتواها من الرطوبة
- إدارة الأراضي لصالح التنوع النباتي والحيواني وارتباطه بالنشاط الحيوي في التربة
- التنوع الفسيفسائي للمحاصيل المختلفة واستخدامات الأراضي
- تجميع وتخزين مياه الأمطار لاستخدامها من قبل النبات، والحيوان، والإنسان
- إدخال حيوانات حديقة المنزل (سلالات واطنة للدجاج، والديك الرومي، والأرانب)، والتي يستخدم برازها في الحدائق المنزلية.
- استعادة التنوع الحيوي الزراعي من خلال زراعة محاصيل واطنة، ونباتات طبية، وأنواع شجرية.

يتبع من الصفحة 252

طرائق تشاركية ووسائل متنوعة تشتمل على ما يلي:

- زيارات إلى حقول المزارعين
- عروض مشاهدة حقلية لتقنيات إدارة المحاصيل والتربة
- تجارب على مستوى المزرعة
- عمليات تشخيص تشاركية سريعة
- ورشات عمل، ومحادثات، ودورات، وألعاب تعليمية، وعروض مسرحية في المجتمع المحلي

يمكنكم الحصول على مزيد من المعلومات عن مجموعة غروبو فيسنتي غوريرو وعن دراسة الحالة هذه من راموس (1998) ومن الموقع على الشبكة الدولية: www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/cases/caseD1.pdf

إلى دفع المزارعين للبحث عن بدائل لممارسات تحضير التربة بطريقة تقليدية (الحراثة بالقرص والقلاب). وبتوجيه من تجارب المزارعين، وتبنيهم، وطلبهم، شُكلت شراكة مع القطاع الصناعي وتعاونيات المزارعين بمساعدة ودعم من الحكومة، لتطوير بذارات بدون حراثة يمكن استخدامها يدوياً، أو بجرها بوساطة الحيوان والجرارات. وفي الوقت عينه، تم تطوير ممارسات لإدارة التربة اعتماداً على دورات المحاصيل، والمحاصيل الغطاء لإدارة الأعشاب وحماية التربة، وخفض حركة المرور فوقها للحد من تراص التربة إلى المستوى الأدنى. وبالتالي، تتبع طريقة اللاحراثة اليوم فوق قرابة 20 مليون هكتار في البرازيل، منها 5.5 مليون هكتار في ولاية بارانا (25% من مساحة الولاية). وتحمل هذه التقانات أهمية خاصة من الناحية الحيوية لأنها تتجنب إزعاج التربة، وتبني المادة العضوية في التربة (جلها على السطح؛ سا 1993)، وتتيح تعافي النشاط الحيوية للتربة، وتعزز دورها في خصوبة التربة (هاوس وبارميلي 1998؛ هيندريسك وآخرون. 1990؛ براون وآخرون. 2002 ب).

التقانات التكميلية للإدارة الحيوية المباشرة

رغم أن التدخلات الأعلى مستوى ذات احتمال أكبر للنجاح والتأثير في النظام من خلال تأثيرات دافقة على مستويات أدنى وعند أسفل السلسلة الغذائية في التربة، نجد أن التقانات النوعية التي تتحكم مباشرة بأحياء التربة مفيدة أيضاً ويمكن أن تكمل بشكل غير مباشر التدخلات من خلال إدارة المادة العضوية والنظام الزراعي–البيئي. ومع ذلك، عادة ما

تتسم بمحدودية أكبر في التطبيق، ويجب تبنيها في ظروف معينة، اعتماداً على توصيفات النظام الزراعي–البيئي. وتشتمل الأقسام التالية على بعض الأمثلة حول تقنيات الإدارة الحيوية للتربة باستخدام مكروبات ووحيشات ضخمة، ومنظور استخدامها وفوائده، مع بعض المشكلات التي يجب التغلب عليها لفتح المجال أمام تبنيها على نطاق واسع.

المكروبات المفيدة في التربة

تشتمل المكروبات المفيدة على تلك التي تخلق روابط تعايشية مع جذور النبات، وتحفز تمعدن العناصر الغذائية وتوافرها، وتنتج هرمونات نمو النبات، وتشكل ضواد للآفات أوالطفيلات أو الأمراض النباتية. وكثير من هذه الكائنات الحية توجد بصورة طبيعية في التربة، رغم أنها في بعض الحالات قد تكون مفيدة لزيادة عشائرها إما عن طريق حقنها أو تطبيق تقنيات متنوعة للإدارة الزراعية التي من شأنها تعزيز توافرها ونشاطها.

ربما يكون دور الأسرة البكتيرية للمستجذرات المثبتة للآزوت ((N2 في الإنتاج الزراعي هو الأكثر نجاحاً، وشكلاً مألوفاً من أشكال الإدارة الحيوية المباشرة (الإطار 6.9). وتصيب المستجذرات جذور النبات، وتخلق عقداً يثبت عليها N2، مما يوفر معظم الآزوت المطلوب لتطور النبات. وقد تقوم النباتات ذات العقد الجيدة مع تعايش كفء بتثبيت حتى عدة مئات من الكيلوغرامات من الآزوت في الهكتار سنوياً، حيث يضاف بعض من هذا الآزوت إلى التربة خلال نمو النبات عن طريق جذور مسربة، وذلك رغم تحويل كثير من الآزوت إلى الحبوب (البقوليات الحبية)، أو بقائه في النسيج النباتي ومن ثم تحرره أثناء تفكك بقايا النبات، ليفيد بذلك المحاصيل التالية أو المحاصيل المتخالطة. وقد يعزز الاستعمار السابق للمتعايشات الفطرية الجذرية لجذور البقوليات تشكل العقد من قبل المستجذرات، مما يزيد في النهاية من فوائد النمو المحتملة. وجرى توثيق زيادات الغلة من خلال الحقن بشكل جيد، حيث تناقش بعض من المعوقات الرئيسة من قبل جيلر (2001) وموناتنيز (2002). ومع ذلك، ورغم الفوائد الواضحة للحقن بالمستجذرات أو إدارتها، إلا أن الاستخدام الواسع النطاق لهذه التقنية لتعزيز غلال البقوليات لا يزال محدوداً نتيجة الترويج الواسع للأسمدة الآزوتية، والافتقار إلى الحوافز في السوق لزراعة البقوليات، وكذلك غياب فهم أهمية تثبيت N_2 أو تبني اللقيحات من قبل المزارعين، إلى جانب المعوقات البيئية (كتدني الفوسفور في التربة، والجفاف)، والنوعية المتدنية للقيحات ومحدودية توافرها، وانخفاض التوافق الوراثي للبقوليات العائلة مع البكتريا، والافتقار إلى حوافز سياسية واقتصادية مناسبة وغياب البنى التحتية (جيلر وآخرون 1994؛ هنغاريا وآخرون 1999).

الإطار 9. 6 الحقن: فرص ومعوقات

يعتبر التثبيت الحيوي للآزوت (BNF) عملية محورية في استدامة الزراعة، لكنه غالباً ما يواجه معوقات غياب مكروبات كفوءة ومنافسة لتثبيت الآزوت في التربة. وثمة حاجة واضحة لتحسين توافر ونوعية هذه المكروبات وتوفيرها بسبب أهميتها لإنتاج المحاصيل. وقد اتسع نطاق البحوث التي أجريت على التثبيت الحيوي للآزوت بشكل كبير خلال العقود الماضية، مما طور المعرفة بهذه العملية. إلا أن تقنيات تطبيق التثبيت الحيوي للآزوت وتأثيرها في النظم الزراعية لم تلق الرغبة عينها. ولا تسهم اللقيحات بدور رئيس في إنتاج بعض من البقوليات الغذائية الأكثر أهمية ولا تزال كثير من اللقيحات المنتجة في العالم ذات نوعية رديئة (منظمة الأغذية والزراعة 1991). ويمكن ضمان التبني التلقائي فقط عند رؤية المزارعين لفوائد التثبيت الحيوي للآزوت واقتناعهم بها، وعندما يكون بمقدورهم التغلب على المعوقات، بالشراكة مع الباحثين، والقطاع الخاص، وصناع السياسات.

وتتوافر فرص تعزيز مدخلات التثبيت الحيوي للآزوت عبر نظم زراعية–بيئية وظروف اجتماعية–اقتصادية مختلفة من خلال الوسائل التالية:

- تغيير عدد الكائنات الحية الفعالة المتعايشة أو المرتبطة داخل النظام (الحقن)
- تعزيز طرائق وتقانات الحقن
- غربلة وانتخاب المحاصيل والسلالات المكروبية الأكثر ملائمة
- ممارسات الإدارة التي تعزز من تثبيت N_2 وإعادة تدوير مدخلات الآزوت الصافي في النظام المحصولي (أي الدورة الزراعية، واستخدام السماد الأخضر، واللاحراثة، والاستخدام الاستراتيجي للبقوليات؛ مونتانيز 2002).

يمكنكم الحصول على مزيد من المعلومات حول هذا الموضوع من جيلر (2001) من:
www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/cases/caseB1.pdf .

تشكل المتعايشات الفطرية الجذرية روابط متبادلة شديدة التطور بين فطريات التربة وجذور النبات. ويقوم النبات بمنح الكربون إلى المتعيشات الفطرية الجذرية مقابل قدرة أعلى على استخدام المصادر الواطنة في التربة. وتعد أكثر من 90% من النباتات في العالم ذات متعايشات فطرية جذرية، مع درجات متباينة من الاعتماد على هذه الروابط والفوائد المجنية منها. وتشتمل أكثر المتعايشات الفطرية الجذرية شهرة وربما أكثرها شيوعاً على متعايشات فطرية جذرية (كثير من أنواع المحاصيل)، و متعايشات فطرية جذرية (أنواع خشبية فقط، معظمها من الأشجار والشجيرات)، رغم وجود عديد من الأنماط الأخرى أيضاً (آلين وآخرون 1995). وثمة توثيق جيد للدور الإيجابي للمتعايشات الفطرية الجذرية في إنتاج النبات، مع كثير من حالات تعزيز النمو والغلة، ولاسيما في النباتات الحساسة شديدة

الاعتمادية. ويمكن أن تنجم استجابة النبات من عوامل شتى، رغم أنها تنجم في معظم الحالات عن اتساع منطقة الجذور الفعالة لاستخلاص المياه والعناصر الغذائية لأن شبكة المتعايشات الفطرية الجذرية الخيطية تعمل كامتداد طبيعي لنظام جذور النبات. وتشتمل فوائد أخرى لروابط المتعايشات الفطرية الجذرية على تعزيز وقاية النبات من الممرضات، وتحسين تحملها للملوثات، وتعطيها مقاومة أكبر للإجهاد المائي، وارتفاع درجة حرارة التربة، والحموضة المناوئة للتربة، وصدمة الغرس.

إلا أن الاستخدام الواسع النطاق للقيحات المتعايشات الفطرية الجذرية في النظم الزراعية–البيئية أعيق بفعل صعوبة زراعة المتعايشات الفطرية الجذرية وإنتاج لقيحات كافية بأسعار مقبولة. علاوة على ذلك، تنخفض كفاءة التعايش مع تحسن وضع خصوبة التربة (لاسيما المحتوى من الفوسفور) أو مع استخدام مرتفع للسماد الفوسفوري. ويظهر أن الاستخدامات الراهنة الأكثر عملية للمتعايشات الفطرية الجذرية تشتمل على جهود استرداد الأرض واستصلاحها والمتعايشات الفطرية الجذرية والحقن الخارجي بالمتعايشات الفطرية الجذرية للأشجار وشتلات المحاصيل في المشاتل. ومع ذلك، فإن تعزيز عشائر المتعايشات الفطرية الجذرية التي تحدث بصورة طبيعية في حقول المزارعين (وفوائدها المحتملة بالنسبة للمحاصيل المزروعة) يعد عملية مجدية، حيث يمكن جني فوائد مهمة من خلال تبني ممارسات إدارية متنوعة من شأنها تعزيز عشائر المتعايشات الفطرية الجذرية ونشاطها من قبيل الحراثة المخففة، والدورات الزراعية، واستخدام أقل للأسمدة (وبخاصة الآزوت والفوسفور)، واختيار العائل المناسب لزيادة إعداء التربة قبل زراعة المحصول الرئيس (أبوت روبسون 1994). وعليه، يبدو أن احتمال الحصول على فوائد محسنة من المتعايشات الفطرية الجذرية يعد مجدياً في خفض مدخلات النظم الزراعية–البيئية والزراعة العضوية.

الوحيشات المفيدة في التربة

يمكن لممارسات الإدارة الحيوية المباشرة أن تشتمل على حقن مهندسي نظم البيئة في التربة أو تعزيز نشاطها. وثمة مثال ناجح جداً لهذه التقنية طور في الهند باستخدام دود الأرض والأسمدة العضوية في حدائق الشاي في تاميل نادو (جيري 1995؛ لافيلي وآخرون 1998؛ سيناباتي وآخرون 1999، 2000).

يشكل الشاي محصولاً مرتفع القيمة في الهند ويتمتع بتاريخ طويل (فكثير من المزارع يتجاوز عمرها 100 عام). وفي السنوات الأخيرة، استقر إنتاج الشاي، رغم الاستخدام المتزايد لمدخلات خارجية من قبيل الأسمدة ومبيدات الآفات. وأدى الاستثمار طويل الأجل للتربة في حدائق الشاي إلى تغيرات مهمة في شتى ظروف التربة الفيزيائية، والكيمائية،

والحيوية، مما خفض محتواها من المادة العضوية، وتبادل الكاتيونات، والقدرة على الاحتفاظ بالماء، وخفض كذلك من عشائر الوحيشات الضخمة في التربة (التي انخفضت بنسبة 70%)، وحموضة التربة، مع زيادة في تراكيز الألمنيوم السام في الوقت عينه.

واستجابة لهذه المعوقات التي تحد من إنتاج الشاي، طورت مؤسسة باري للصناعات الزراعية، بالاشتراك مع المعهد الفرنسي لبحوث التنمية وجامعة سامبالبور (أوريسا، الهند) تقانة حصلت على براءة اختراع أطلق عليها «التسميد الحيوي العضوي في مزارع الأشجار» (Fertilisation Bio-Organique dans les plantations Arborees) (FBO). وتهدف هذه التقانة إلى تحسين الظروف الفيزيائية، والكيمائية، والحيوية للتربة من خلال حقن خليط من مواد عضوية مرتفعة ومنخفضة النوعية (مقلمات الشاي والسماد العضوي) ودود الأرض، في أخاديد حفرت بين صفوف نباتات الشاي. وأظهرت القياسات التي أجريت في موقعين منذ عام 1994 تفوق فعالية هذه التقانة على التسميد العضوي 100% أو اللاعضوي 100% وحده، وزادت الغلال وسطياً بنسبة 276%، كما زادت الأرباح بنسبة مساوية (من قرابة 2000 دولار أمريكي/هكتار باستخدام التقنيات التقليدية إلى قرابة 7,600 دولار أمريكي/هكتار باستخدام تقانة FBO) في العام الأول من استخدامها. ونشرت هذه الطريقة إلى بلدان أخرى، وقد تكون مفيدة لاستخدامها على محاصيل حولية أخرى كذلك. تتوافر تفاصيل عن هذه الطريقة في الوثيقة التي حصلت على البراءة (/ref.Pct 97/01363 fr؛ انظر أيضاً www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/cases/caseA1.pdf)

زادت فعالية مماثلة لكنها غير مباشرة لاستثمار عشائر هندسة النظام البيئي من خلال تطبيق المادة العضوية على الترب القشرية لمنطقة الساحل من نشاط النمل الأبيض وأدت إلى استرداد بنية التربة وما يلحق بذلك من تحسين في إنتاج النبات (ماندو وآخرون 2002 ،1997؛ انظر www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/cases/caseA2.pdf) . وازداد اتساع التربة العارية والقشرية في الساحل خلال العقود الأخيرة، مما أدى إلى تدهور خطير في المشهد الطبيعي وانخفاض كبير في إنتاج المحاصيل. لكن عند تغطية التربة القشرية والعارية في شمالي بوركينا فاسو، قام النمل الأبيض المهاجر من مناطق مجاورة بغزو الطبقات التحتية العضوية والتربة السطحية، مسبباً تغييراً كبيراً في بنيتها الفيزيائية. وفتحت كثير من المسالك نحو سطح التربة، مما حدّ من انغلاق السطح. وفي مقطع التربة السطحية، تم تشكيل مسام كبيرة غير منتظمة الأشكال والأحجام مما خفف من تراص التربة وزاد من رشح المياه وتصرفيها الأمر الذي أتاح إمكانية زراعة المحاصيل ثانية. علاوة على ذلك، زاد النمل الأبيض من تفكك وتمعدن غطاء التربة، وتحرير العناصر الغذائية لاستهلاكها من قبل النبات. وفي القطع المغطاة التي استبعد فيها النمل الأبيض اصطناعياً، كانت غلال اللوبياء أدنى بنسبة 1% من غلال تلك القطع التي كان فيها النمل الأبيض موجوداً ونشطاً. ويظهر هذا العمل مرة أخرى أن النمل الأبيض، باستثناء اعتباره آفة في

النظم الزراعية البيئية، قد يحمل أهمية بالغة في إنتاج النبات ووظيفة النظام البيئي، وأنه بالإمكان إدارة نشاطاته لما فيه فائدة الإنسان في بعض الحالات.

في معظم المناطق الإفريقية، يقوم المزارعون بتنظيف حقولهم من أي مادة عضوية بسبب خوفهم من الآفات والأمراض المرتبطة بها، وبخاصة النمل الأبيض الذي سيتغذى على المحاصيل في حال عدم توافر مصادر غذائية رغم تفضيله للمواد الجافة. ويعتمد إحداث التغيير على إقناع المزارعين، على سبيل المثال من خلال قطع التجارب، بقيمة غطاء التربة في تعزيز النشاط الحيوي، ورشح المياه، وتخفيف التبخر، وتوفير الرطوبة والعناصر الغذائية الرئيسة للنبات.

حوادث مرتبطة بالتنوع الحيوي في التربة

تمثل الأمثلة الواردة آنفاً تدخلات مخطط لها تستهدف تحسين ممارسات إدارة الزراعة من خلال وسائل حيوية. لكن ثمة حوادث تطرأ بين حين وآخر (لافيلي 2000) لتوفر فرصاً لاختبار مبادئ الإدارة الحيوية. وفي هذه الحوادث، يمكن لفقد مجموعات أحياء التربة الوظيفية الرئيسة في موقع معين، نتيجة تدخل الإنسان بصورة عامة، أن تحمل تأثيرات كبيرة (سلبية عموماً) في وظيفة النظام البيئي. وتشتمل إحدى الأمثلة على تدمير بنية التربة وتدهور المرعى في الترب الكولينية في حوض الأمازون (تشاوفيل وآخرون 1997؛ 1999؛ باروس وآخرون 2004).

وفي الأمازون البرازيلي، تحول 95% من المساحة التي تقطع فيها الغابات إلى مراع، ويمكن اعتبار 50% من هذه المساحة متدهورة بسبب سوء إدارتها، مع مشكلات في الصحة النباتية، وخصوبة رديئة للتربة، وتعديل بنية التربة (مرتبط بنشاط الوحيشات). ويوجد في الترب الكولييينية التي تسود في منطقة الأمازون بنية مواتية من الكداسات الصغيرة إلا أنها هشة بسبب محتواها المنخفض من معدن أكسي الهيدروكسيد. وعند تحويل الغابات إلى مراع، يمكن أن تحدث الآليات أولاً ومن ثم وطئ الأبقار تراصاً كبيراً في التربة، لاسيما في الطبقة على عمق من 5 –10 سم (تشاوفيل وآخرون 1997).

لكن الأكثر أهمية من ذلك هو التغير الجذري الذي يصيب مجتمعات الوحيشات الضخمة الواطنة في تربة الغابة، حيث تختفي معظم الأصانيف الواطنة. ويحتل نوع دود الأرض الغازي والانتهازي Pontoscolex corethurus الأعشاش الخاوية، ويصل إلى كتلة حيوية تنوف على 450 كغ/هـ (قرابة 90% من إجمالي الكتلة الحيوية للوحيشات في التربة). وينتج هذا النوع سنوياً أكثر من 100 ملغ/هـ من القوالب، مما يخفض بشكل كبير من المسام الكبيرة في التربة إلى مستوى يعادل ما تحدثه الآليات الثقيلة في التربة (2.7 سم^3/100 غ). وخلال الموسم الماطر، تغلق هذه القوالب سطح التربة، وتشبع التربة، وتنتج

طبقة وحلية سميكة تسود فيها ظروف لاهوائية (وتزيد في الوقت عينه انبعاث الميتان وتحرير الآزوت). وفي الموسم الجاف، يسبب الجفاف تشقق السطح، ويمنع نمو الجذور ويعيق قدرتها على استخلاص المياه من التربة، مما يسبب ذبول النباتات وموتها، تاركة بقعاً جرداء في المرعى (تشاوفيل وآخرون 1997).

عرضت تجربة نفذت بالقرب من مانوس، بالبرازيل، دور *P. corethrurus* وتجميع متنوع للكائنات الحية في التربة (مثل نوع آخر لدود الأرض، والنمل الأبيض، وكثيرات الأرجل، ومتساويات الساقين، والنمل) في تدمير بنية التربة وإعادة تشكيلها (باروس وآخرون 2004). وأزيلت حصى التربة بأبعاد 25× 25 سم من المرعى ووضعت في الغابة؛ كما نقلت كتل مماثلة من الغابة ووضعت في المرعى. وبعد عام واحد، أعيدت بنية تربة المرعى المتراصة بشكل كامل إلى المستويات النموذجية في ترب الغابة الأصلية بفعل مجتمع اللافقاريات المتنوعة في تربة الغابة. وفي هذه الأثناء، دمرت دودة *P. corethrurus* بنى الكداسات الكبيرة في تربة الغابة بشكل كامل، ووصلت إلى مستويات تراص ومسامية مماثلة لتلك المستويات في المرعى المتدهور.

لا يسلط هذا البحث الضوء على الدور البالغ الأهمية للتجمع المتنوع للافقاريات الكبيرة في صون بنية التربة (وبخاصة في الترب الكولينية) وحسب، بل يبرز أيضاً المشكلات المرتبطة بممارسات الإدارة غير المتكيفة جيداً مع البيئة (مراع واسعة فوق ترب تواجه المشكلات عقب قطع الغابات) ودور الأنواع الغازية في خصائص النظام البيئي وعملياته. ويجب أن توضع نتائج هذا البحث في متناول مزارعي التدريب والمرشدين الزراعيين لأن مشاركة الخبرات بين المزارعين والباحثين سيساعد على تحفيز الابتكارات وإدارة التكيف وتوفير آراء حول المعوقات الواجب تناولها من قبل الباحثين وصناع السياسات.

الاستنتاج

عرفنا أن أحياء التربة تمثل نسبة كبيرة من التنوع الحيوي في الأرض. وهذه الأحياء تسهم أيضاً بشكل كبير في مستوى معيشة الإنسان من خلال دورها في إنتاج سلع وتقديم خدمات تتراوح من منتجات زراعية إلى تنظيم المناخ ونوعية المياه الجوفية. ومع ذلك، تبقى مجموعة الكائنات الحية هذه غير معروفة على نطاق واسع من قبل العامة، وتتجاهلها التقييمات العلمية للتنوع الحيوي، وتهمل في تنمية النظم الزراعية. إلا أن الروابط الوثيقة والمعقدة بين الكائنات الحية في التربة وتلك فوق سطحها، وبخاصة النباتات، تجعل من هذا إقصاءً مثيراً للقلق. وتبقى قدرة إدارة هذه الكائنات الحية القائمة على المعرفة محدودة، إلا أن ثمة خطى واسعة اتخذت لوضع المبادئ والطرائق اللازمة. وتستحق عملية وضع هذه النُهُج واستثمارها اعتبارها كواحدة من التحديات الأكثر أهمية في القرن القادم.

إن كان من المفترض إدراك النظم الزراعية المستدامة والأكثر إنتاجية، فيجب توضيح تأثير تحدي إدارة الأراضي للوظيفة القصيرة والبعيد الأجل للنظم البيئية في التربة. وهذا ينطوي على تطوير مؤشرات مناسبة لتحسين فهم التفاعلات بين استخدام الأراضي والتنوع الحيوي في التربة والمساعدة على رصد وتقييم المناحي والتأثيرات والتقدم على صعيد تحفيز المحافظة على النظم الزراعية–البيئية ومكوناتها واستخدامها المستدام. ويجب أن تعمل هذه المؤشرات على تسهيل الرصد وفق مقاييس مكانية متنوعة وتوفير وسيلة لإدارة ملائمة لموارد الأراضي والتنوع الحيوي على المستوى المحلي والقطري، وتكوين وجهات نظر إقليمية وعالمية حول التنوع الحيوي وحالة الموارد الطبيعية ومناحيها.

غالباً ما تطور ممارسات إدارة التربة والمحاصيل والآفات كتقانات منفصلة، في الوقت الذي يتم فيه تجاهل تأثيراتها في وظيفة أجزاء أخرى من النظام البيئي. ويشتمل وضع استراتيجيات الإدارة الموجهة نحو النظام البيئي على نهج نظام متكامل بدلاً من دراسات المكونات ودراسات اختزالية. فإن تم تناول عمليات التربة معاً من خلال نهج النظام، مع الوضع بعين الاعتبار التفاعلات بين إدارة التربة، والمياه، والمحاصيل، والحيوانات، والإنسان، عندها يمكن وضع الاستراتيجيات وتقديم التوصيات التي تتناول بفعالية أكبر الأهداف الكثيرة للمزارعين، والقائمين على إدارة الحيوانات. وثمة حالات متنوعة متوافرة تظهر التأثيرات الإيجابية والسلبية لممارسات الإدارة الحيوية للتربة لتحقيق إنتاجية زراعية محسنة والوصول إلى استدامة النظام الزراعي–البيئي. وعندما لا توضع استراتيجيات الإدارة ضمن سياق النظام البيئي، أو يمنع الافتقار إلى المعرفة من إجراء تقييم مناسب للمخاطر أو المعوقات المحتملة، عندها ستكون تبعات الممارسات أو التقانات غير المناسبة كارثية. ومن ناحية أخرى، لدى الأخذ بعين الاعتبار الصفات النوعية للنظام البيئي وفرص ومعوقات النظام الزراعي، عندها سيكون احتمال نجاح التدخلات أكبر، لكنه غير مضمون. وتتطلب الإدارة المتكاملة الحيوية للتربة والنظام الزراعي–البيئي معرفة بالكائنات الحية في التربة، وتفاعلاتها، واحتياجاتها، وكذلك معرفة بتأثير شتى الممارسات في عشائرها ووظائفها، والسياقات ذات الصلة بالتربة، والنبات، والحيوان، والنظام الزراعي–البيئي، والمناخ، وكذلك السياق الاجتماعي–الاقتصادي، والبشري.

كلمة شكر

يعرب المؤلفون عن شكرهم لمنظمة الأغذية والزراعة، من خلال برنامج الشراكة الهولندي، وProfix) Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico Tecnologico) لما قدموه من دعم أثناء تأليف هذا الفصل. كما نشكر ج. بينيتيس، و د. كوبر، و ج. ج. جيمينيز، وكل جندي مجهول قام بالمراجعة على ما قدموه من تعلقيات، ونخص بالذكر د. جارفيس،

و ل. سيرس على الجهد الجبار الذي بذلاه في التحرير، إذ لولاه لما كُتب لهذا الفصل أن ينشر.
لمزيد من المعلومات حول هذا الموضوع، انظروا بوابة التنوع الحيوي في التربة.
(www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/).

Reference

Abbott, L. K. and A. D. Robson. 1994. The impact of agricultural practices on mycorrhizal fungi. In C. E. Pankhurst, B. M. Doube, V. V. S. R. Gupta, and P. R. Grace, eds., *Soil Biota: Management in Sustainable Farming Systems,* 88–95. East Melbourne, Australia: csiro.

Allen, E. B., M. F. Allen, D. J. Helm, J. M. Trappe, R. Molina, and E. Rincon. 1995. Patterns and regulation of mycorrhizal plant and fungal diversity. *Plant Soil* 170:47–62.

Amman, R. and W. Ludwig. 2000. RNA ribosomal- targeted nucleic acid probes for studies in microbial ecology, *Federation of European Microbiological Societies Microbiology Reviews* 24:555–565.

Anderson, J. M. 1994. Functional attributes of biodiversity in land use systems. In D. J. Greenland and I. Szabolcs, eds., *Soil Resilience and Sustainable Land Use,* 267–290. Wallingford, uk: cab International.

Anderson, J. M. 1995. Soil organisms as engineers: Microsite modulation of macroscale processes. In C. G. Jones and J. H. Lawton, eds., *Linking Species and Ecosystems,* 94–106. New York: Chapman and Hall.

Anderson, J. M. 2000. Foodweb functioning and ecosystem pro cesses: Problems and perceptions of scaling. In D. C. Coleman and P. F. Hendrix, eds., *Invertebrates as Webmasters in Ecosystems,* 3–24. Wallingford, uk: cab International.

André, H. M., M.- I. Noti, and P. Lebrun. 1994. The soil fauna: The other last biotic frontier. *Biodiversity and Conservation* 3:45–56.

Barros, M. E., M. Grimaldi, M. Sarrazin, A. Chauvel, D. Mitja, T. Desjardins, and P. Lavelle. 2004. Soil physical degradation and changes in macrofaunal communities in Central Amazon. *Applied Soil Ecology* 26:157–168.

Bater, J. E. 1996. Micro- and macro- arthropods. In G. S. Hall, ed., *Methods for the Examination of Organismal Diversity in Soils and Sediments,* 163–174. Wallingford, uk: cab International.

Brown, G. G., I. Barois, and P. Lavelle. 2000. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. *European Journal of Soil Biology*

36:177–198.

Brown, G. G., C. A. Edwards, and L. Brussaard. 2004. How earthworms affect plant growth: Burrowing into the mechanisms. In C. A. Edwards, ed., *Earthworm Ecology,* 13–49. Boca Raton, fl: crc Press.

Brown, G. G., M. Hungria, L. J. Oliveira, S. Bunning, and A. Montañez. 2002a. *Programme, Abstracts and Related Documents of the International Technical Workshop on Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture*. Série Documentos Vol. 182. Londrina, Brazil: Embrapa Soja.

Brown, G. G., A. Pasini, N. P. Benito, A. M. de Aquino, and M. E. F. Correia. 2002b. Diversity and functional role of soil macrofauna communities in Brazilian notillage agroecosystems. In *Proceedings of the International Symposium on Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems,* November 8–10, 2001, cd- rom, 1–20. Montreal: unu/cbd.

Brown, K. S. Jr. 1991. Conservation of neotropical environments: Insects as indicators. In N. M. Collins and J. A. Thomas, eds., *The Conservation of Insects and Their Habitats,* 349–403. London: Academic Press.

Brussaard, L., V. M. Behan- Pelletier, D. E. Bignell, V. K. Brown, W. Didden, P. Folgarait, C. Fragoso, D. Wall- Freckman, V. V. S. R. Gupta, T. Hattori, D. L. Hawksworth, C. Klopatek, P. Lavelle, D. W. Malloch, J. Rusek, B. Söderström, J. M. Tiedje, and R. A. Virginia. 1997. Biodiversity and ecosystem functioning in soil. *Ambio* 26:563–570.

Brussaard, L., T. W. Kuyper, W. A. M. Didden, R. G. M. de Goede, and J. Bloem. 2004. Biological soil quality from biomass to biodiversity: Importance and resilience to management stress and disturbance. In P. Schjønning, S. Emholt, and B. T. Christensen, eds., *Managing Soil Quality: Challenges in Modern Agriculture,* 139–161. Wallingford, uk: cab International.

CBD (Convention on Biological Diversity). 2002. *Action for a Sustainable Future: Decisions from the Sixth Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity.* Montreal, Canada: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

Chambers, R. 1991. Farmer first: A practical paradigm for the third agriculture. In M. Altieri and S. B. Hecht, eds., *Agroecology and Small Farm Development,* 237–244. Boca Raton, fl: crc Press.

Chauvel, A., E. M. Barbosa, E. Blanchart, M. Grimaldi, J. Ferraz, P. D. Martins, O. Topall, E. Barros, T. Desjardins, N. F. Filho, I. P. A. Miranda, M. Sarrazin, and D. Mitja. 1997. Mise en valeur de la fôret et modifications écologiques. In H. Théry, ed., *Environnement et développement en Amazonie Brésilienne,* 42–75. Paris: Editions Berlin.

Chauvel, A., M. Grimaldi, E. Barros, E. Blanchart, M. Sarrazin, and P. Lavelle.

1999. Pasture degradation by an Amazonian earthworm. *Nature* 389:32–33.

Decaëns, T., L. Mariani, N. Betancourt, and J. J. Jiménez. 2001. Earthworm effects on permanent soil seed banks in Colombian grasslands. In J. J. Jiménez and R. J. Thomas, eds., *Nature's Plow: Soil Macroinvertebrate Communities in the Neotropical Savannas of Colombia*, 274–293. Cali, Colombia: ciat.

Doran, J. W., D. C. Coleman, D. F. Bezdicek, and B. A. Stewart. 1994. *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment.* SSSA Special Publication 35. Madison, wi: asa.

Doran, J. W. and A. J. Jones. 1996. *Methods for Assessing Soil Quality.* SSSA Special Publication 49. Madison, wi: asa.

Doran, J. W. and T. B. Parkin. 1994. Defining and assessing soil quality. In J. W. Doran, D. C. Coleman, D. F. Bezdicek, and B. A. Stewart, eds., *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*, 3–21. Madison, wi: asa.

FAO (Food and Agriculture Or ga ni za tion of the United Nations). 1991. *Expert Consultation on Legume Inoculant Production and Quality Control*. Rome: fao.

FAO (Food and Agriculture Or ga ni za tion of the United Nations). 2002. *World Agriculture: Towards 2015/2030, Summary Report*. Rome: fao.

FAO (Food and Agriculture Or ga ni za tion of the United Nations). 2003. *Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture.* World Resources Soil Reports 101. Rome: fao.

Giller, K. E. 2001. *Nitrogen Fixation in Tropical Cropping Systems*, 2nd ed. Wallingford, uk: cab International.

Giller, K. E., M. H. Beare, P. Lavelle, A.- M. N. Izac, and M. J. Swift. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology* 6:3–16.

Giller, K. E., J. F. McDonagh, and G. Cadish. 1994. Can biological nitrogen fixation sustain agriculture in the tropics? In J. K. Syers and D. L. Rimmer, eds., *Soil Science and Sustainable Land Management in the Tropics*, 173–191. Wallingford, uk: cab International.

Giri, S. 1995. *Short Term Input Operational Experiment in Tea Garden with Application of Organic Matter and Earthworm*. M.Phil. thesis, Sambalpur University, Jyvoti Vihar, India.

Gliessman, S. R. 1990. Understanding the basis of sustainability for agriculture in the tropics: Experiences in Latin America. In C. A. Edwards, R. Lal, P. Madden, R. H. Miller, and G. House, eds., *Sustainable Agricultural Systems*, 378–390. Ankeny, ia: swcs.

Hågvar, S. 1998. The relevance of the Rio Convention on Biodiversity to conserving the biodiversity of soils. *Applied Soil Ecology* 9:1–7.

Hawksworth, D. L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: Magnitude, signifi -

cance, and conservation. *Mycological Research* 95:641–655.

Hawksworth, D. L. and M. T. Kalin- Arroyo. 1995. Magnitude and distribution of biodiversity. In V. H. Heywood, ed., *Global Biodiversity Assessment,* 107–191. Cambridge, uk: Cambridge University Press.

Hawksworth, D. L. and L. A. Mound. 1991. Biodiversity databases: The crucial significance of collections. In D. L. Hawksworth, ed., *The Biodiversity of Microorganisms and Invertebrates: Its Role in Sustainable Agriculture,* 17–29. Wallingford, uk: cab International.

Hendrix, P. F., D. A. Crossley Jr., J. M. Blair, and D. C. Coleman. 1990. Soil biota as components of sustainable agroecosystems. In C. A. Edwards, R. Lal, P. Madden, R. H. Miller, and G. House, eds., *Sustainable Agricultural Systems,* 637–654. Ankeny, ia: swcs.

Hendrix, P. F., R. W. Parmelee, D. A. Crossley Jr., D. C. Coleman, E. P. Odum, and P. M. Groffman. 1986. Detritus food webs in conventional and non- tillage agroecosystems. *BioScience* 36:374–380.

Hillel, D. 1991. *Out of the Earth: Civilization and the Life of the Soil*. Berkeley: University of California Press.

House, G. J. and R. W. Parmelee. 1985. Comparison of soil arthropods and earthworms from conventional and no- tillage agroecosystems. *Soil Tillage Research* 5:351–360.

Hungria, M., M. A. T. Vargas, D. de S. Andrade, R. J. Campo, L. M. de O. Chueire, M. C. Ferreira, and I. C. Mendes. 1999. Fixação biológica do nitrogênio em leguminosasde grãos. In J. O. Siqueira, F. M. S. Moreira, A. S. Lopes, L. R. G. Guilherme, V. Faquin, A. E. Furtani Neto, and J. G. Carvalho, eds., *Inter- relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas,* 597–620. Lavras, Brazil: ufla.

Ingham, E. R. 1999. The food web and soil health. In A. J. Tugel and A. M. Lewandowski, eds., *Soil Biology Primer,* B1–B10. Ames, ia: nrcs Soil Quality Institute.

Ingham, R. E., J. A. Trofymow, E. R. Ingham, and D. C. Coleman. 1985. Interactions of bacteria, fungi, and their nematode grazers: Effects on nutrient cycling and plant growth. *Ecological Monographs* 55:119–140.

Jones, C. G., J. H. Lawton, and M. Shachak. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69:373–386.

Keeney, D. R. and D. W. Nelson. 1982. Nitrogen: Inorganic forms. In C. A. Black, D. D. Evans, L. E. Ensminger, J. L. White, and F. E. Clark, eds., *Methods of Soil Analysis,* Part 2, 682–687. Madison, wi: asa.

Kevan, D. K. M. 1985. Soil zoology, then and now—mostly then. *Quaestiones Entomologicae* 21:371.7–472.

Lavelle, P. 1996. Diversity of soil fauna and ecosystem function. *Biology International*

33:3–16.
Lavelle, P. 2000. Ecological challenges for soil science. *Soil Science* 165:73–86.
Lavelle, P. 2002. Functional domains in soils. *Ecological Research* 17:441–450.
Lavelle, P., I. Barois, E. Blanchart, G. G. Brown, L. Brussaard, T. Decaëns, C. Fragoso, J. J. Jimenez, K. Ka Kajondo, M. A. Martínez, A. G. Moreno, B. Pashanasi, B. K. Senapati, and C. Villenave. 1998. Earthworms as a resource in tropical agroecosystems. *Nature and Resources* 34:28–44.
Lavelle, P., D. Bignell, M. Lepage, V. Wolters, P. Roger, P. Ineson, O. W. Heal, and S. Ghillion. 1997. Soil function in a changing world: The role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal of Soil Biology* 33:159–193.
Lewinsohn, T. M. and P. I. Prado. 2005. How many species are there in Brazil? *Conservation Biology* 19:619–624.
Lewinsohn, T. M. and P. I. Prado. 2006. *Sintese do conhecimento da biodiversidade brasileira*, Vol. I. Brasilia: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria do Biodiversidade e Florestas, 21–109.
Lowdermilk, W. C. 1978. *Conquest of the Land Through* 7,000 *Years.* Agriculture Information Bulletin 99. Washington, dc: usda.
Mando, A., L. Brussaard, and L. Stroosnijder. 1997. Termite- and mulch- mediated rehabilitation of vegetation on crusted soil in West Africa. *Restoration Ecology* 7:33–41.
Mando, A., L. Brussaard, L. Stroosnijder, and G. G. Brown. 2002. Managing termites and organic resources to improve soil productivity in the Sahel. In G. G. Brown, M. Hungria, L. J. Oliveira, S. Bunning, and A. Montañez, eds., *Program, Abstracts and Related Documents of the International Technical Workshop on Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture*, Série Documentos Vol. 182, 191–203 (also available at www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/cases.stm). Londrina, Brazil: Embrapa Soja.
McNeely, J. A., M. Gadgil, C. Levèque, C. Padoch, and K. Redford. 1995. Human infl uences on biodiversity. In V. H. Heywood, ed., *Global Biodiversity Assessment*, 711–821. Cambridge, uk: Cambridge University Press.
Montáñez, A. 2002. Overview and case studies on biological nitrogen fixation: Perspectives and limitations. In G. G. Brown, M. Hungria, L. J. Oliveira, S. Bunning, and A. Montañez, eds., *Program, Abstracts and Related Documents of the International Technical Workshop on Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture*, Série Documentos Vol. 182, 204–224. Londrina, Brazil: Embrapa Soja. Available at www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/cases.stm.
Moreira, F. M. S., J. O. Siqueira, and L. Brussaard. 2006. Soil organisms in tropical ecosystems: A key role for Brazil in the global quest for the conservation and

sustainable use of biodiversity. In F. M. S. Moreira, J. O. Siqueira, and L. Brussaard, eds., *Soil Biodiversity in Amazonian and Other Brazilian Ecosystems*, 1–12. Wallingford, uk: cabi.

Muckel, G. B. and M. J. Mausbach. 1996. Soil quality information sheets. In J. W. Doran and A. J. Jones, eds., *Methods for Assessing Soil Quality.* SSSA Special Publication 49, 393–400. Madison, wi: asa.

Myers, R. J. K., C. A. Palm, E. Cuevas, I. U. N. Gunatilleke, and M. Brossard. 1994. The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. In P. L. Woomer and M. J. Swift, eds., *The Biological Management of Tropical Soil Fertility,* 81–116. Chichester, uk: Wiley.

Oades, J. M. and L. J. Walters. 1994. Indicators for sustainable agriculture: Policies to paddock. In C. E. Pankhurst, B. M. Doube, V. V. S. R. Gupta, and P. R. Grace, eds., *Soil Biota: Management in Sustainable Farming Systems,* 219–223. East Melbourne, Australia: csiro.

Ortiz, B., C. Fragoso, I. Mboukou, B. Pashanasi, B. K. Senapati, and A. Contreras. 1999. Perception and use of earthworms in tropical farming systems. In P. Lavelle, L. Brussaard, and P. F. Hendrix, eds., *Earthworm Management in Tropical Agroecosystems,* 239–252. Wallingford, uk: cab International.

Palm, C. A., K. E. Giller, P. L. Mafongoya, and M. J. Swift. 2001. Management of organic matter in the tropics: Translating theory into practice. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 61:63–75.

Palm, C. A., K. E. Giller, and M. J. Swift. 2000. Synchrony: An overview. In *The Biology and Fertility of Tropical Soils. Tropical Soil Biology and Fertility Programme Report* 1997–1998, 18–20. Nairobi, Kenya: tsbf.

Pankhurst, C. E. 1994. Biological indicators of soil health and sustainable productivity. In D. J. Greenland and I. Szabolcs, eds., *Soil Resilience and Sustainable Land Use,* 331–351. Wallingford, uk: cab International.

Pankhurst, C. E., B. M. Doube, and V. V. S. R. Gupta. 1997. *Biological Indicators of Soil Health*. Wallingford, uk: cab International.

Paoletti, M. G. 1999. *Invertebrate Biodiversity as Bioindicators of Sustainable Landscapes: Practical Use of Invertebrates to Assess Sustainable Land Use*. Amsterdam: Elsevier.

Piearce, T. G., N. Roggero, and R. Tipping. 1994. Earthworms and seeds. *Journal of Biological Education* 28:195–202.

Pimentel, D., C. Wilson, C. McCullum, R. Huang, P. Dwen, J. Flack, Q. Tran, T. Saltman, and B. Cliff. 1997. Economic and environmental benefits of biodiversity. *BioScience* 47:747–757.

Puentes, R. and M. J. Swift. 2000. Tropical soil ecology: Matching research opportunities with farmers' needs. In M. J. Swift, ed., *Managing the Soil Biota*

for Sustainable Agriculture: Opportunities and Challenges. Nairobi, Kenya: tsbf.

Ramos, S. F. J. 1998. *Grupo Vicente Guerrero de Españita, Tlaxcala. Dos decadas de promoción de campesino a campesino*. México City, Mexico: Red de Gestión de Recursos Naturales and Rocke fel ler Foundation.

Sá, J. C. M. 1993. *Manejo da fertilidade do solo no plantio direto*. Ponta Grossa, Brazil: Fundação abc.

Sanchez, P. A. 1994. Tropical soil fertility research: Towards the second paradigm. In *Transactions of the 15th World Congress of Soil Science*, Vol. 1, 65–88. Acapulco, Mexico: isss.

Sanchez, P. A. 1997. Changing tropical soil fertility paradigms: From Brazil to Africa and back. In A. C. Moniz, ed., *Plant–Soil Interactions at Low pH*, 19–28. Lavras, Brazil: Brazilian Soil Science Society.

Senapati, B. K., P. Lavelle, S. Giri, B. Pashanasi, J. Alegre, T. Decaëns, J. J. Jiménez, A. Albrecht, E. Blanchart, M. Mahieux, L. Rousseaux, R. Thomas, P. K. Panigrahi, and M. Venkatachalan. 1999. In- soil technologies for tropical ecosystems. In P. Lavelle, L. Brussaard, and P. F. Hendrix, eds., *Earthworm Management in Tropical Agroecosystems*, 199–237. Wallingford, uk: cab International.

Senapati, B. K., P. Lavelle, P. K. Panigrahi, S. Giri, and G. G. Brown. 2002. Restoring soil fertility and enhancing productivity in Indian tea plantations with earthworms and organic fertilizers. In G. G. Brown, M. Hungria, L. J. Oliveira, S. Bunning, and A. Montañez, eds., *Program, Abstracts and Related Documents of the International Technical Workshop on Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture*, Série Documentos Vol. 182, 172–190. Londrina, Brazil: Embrapa Soja. Available at www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/cases.stm.

Settle, W. 2000. *Living Soils: Training Exercises for Integrated Soils Management*. Jakarta, Indonesia: fao Programme for Community ipm in Asia.

Shepherd, T. G. 2000. *Visual Soil Assessment*, Vol. 1, *Field Guide for Cropping and Pastoral Grazing on Flat to Rolling Country*, 84. Palmerston North, New Zealand: Horizon.mw & Landcare Research.

Stork, N. E. and P. Eggleton. 1992. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *American Journal of Alternative Agriculture* 7:38–47.

Swift, M. J. 1997. Biological management of soil fertility as a component of sustainable agriculture: Perspectives and prospects with par tic u lar reference to tropical regions. In L. Brussaard and R. Ferrera- Cerrato, eds., *Soil Ecology in Sustainable Agricultural Systems*, 137–159. Boca Raton, fl: Lewis Publishers.

Swift, M. J. 1999. Towards the second paradigm: Integrated biological management of soil. In J. O. Siqueira, F. M. S. Moreira, A. S. Lopes, L. R. G. Guilherme, V. Faquin, A. E. Furtani Neto, and J. G. Carvalho, eds., *Inter- relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas*, 11–24. Lavras, Brasil: ufla.

Swift, M. J., L. Bohren, S. E. Carter, A. M. Izac, and P. L. Woomer. 1994. Biological management of tropical soils: Integrating pro cess research and farm practice. In P. L. Woomer and M. J. Swift, eds., *The Biological Management of Tropical Soil Fertility,* 209–227. New York: Wiley.

Swift, M. J., J. Vandermeer, P. S. Ramakrishnan, J. M. Anderson, C. K. Ong, and B. A. Hawkins. 1996. Biodiversity and agroecosystem function. In H. A. Mooney, J. H. Cushman, E. Medina, O. E. Sala, and E.- D. Schulze, eds., *Functional Roles of Biodiversity: A Global Perspective,* 261–298. New York: Wiley.

Torsvik, V., J. Goksøyr, F. L. Daae, R. Sørheim, J. Michalsen, and K. Salte. 1994. Use of dna analysis to determine the diversity of microbial communities. In K. Ritz, J. Dighton, and K. E. Giller, eds., *Beyond the Biomass: Composition and Functional Analysis of Soil Microbial Communities,* 39–48. Chichester, uk: Wiley.

Torsvik, T. and L. Ovreas. 2002. Microbial diversity and function in soil: From genes to ecosystems. *Current Opinion in Microbiology* 5:240–245.

TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility Institute). 1999. *Managing the Soil Biota for Sustainable Agricultural Development in Africa: A Collaborative Initiative. A Proposal to the Rocke fel ler Foundation.* Nairobi, Kenya: tsbf.

TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility Institute). 2000. *The Biology and Fertility of Tropical Soils. Tropical Soil Biology and Fertility Programme Report* 1997–1998. Nairobi, Kenya: tsbf.

Usher, M. B., P. Davis, J. Harris, and B. Longstaff. 1979. A profusion of species? Approaches towards understanding the dynamics of the populations of microarthropods in decomposer communities. In R. M. Anderson, B. D. Turner, and L. R. Taylor, eds., *Population Dynamics,* 359–384. Oxford: Oxford University Press.

Vandermeer, J., M. van Noordwijk, J. M. Anderson, C. Ong, and I. Perfecto. 1998. Global change and multi- species agroecosystems: Concepts and issues. *Agriculture, Ecosystems Environment* 67:1–22.

van Straalen, N. M. 1998. Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. *Applied Soil Ecology* 9:429–437.

Wall, D. H. and J. C. Moore. 1999. Interactions underground: Soil biodiversity, mutualism, and ecosystem pro cesses. *BioScience* 49:109–117.

Willems, J. H. and K. G. A. Huijsmans. 1994. Vertical seed dispersal by earthworms: A quantitative approach. *Ecography* 17:124–130.

Wilson, E. O. 1985. The biological diversity crisis: A challenge to science. *BioScience* 35:700–706.

مشاهد من البيئة

أ. ويلبي، و م. ب توماس

A. WILBY AND M. B. THOMAS

في الوقت الذي يفقد فيه التنوع الحيوي بسرعة غير مسبوقة بفعل النشاط البشري، نجد أن الكثير من الجهود البحثية تبذل على تقييم أهمية هذا التنوع الحيوي لصالح وظيفة النظم البيئية واستقرارها وتنوع خدمات النظام البيئي. وحددت مكافحة الآفات في مناسبات عدة كخدمة قيمة للنظام البيئي يقدمها التنوع الحيوي (بيمينتل 1961؛ هورن 1988؛ ألتيري 1991؛ موني وآخرون. 1955 أ، 1995 ب؛ نايلور وإيرليتش 1997؛ نعيم وآخرون 1999؛ شلابفير وآخرون. 1999)، وهو نظام يتهدده الخطر بفعل النشاط البشري (نايلور وإيرليتش 1997). وثمة الكثير من الأدلة على أنه مع تكثيف نظم الإنتاج الزراعي من خلال استخدام مدخلات خارجية لزيادة الغلة وتغيير بنية المشهد الطبيعي، إلا أن هذه النظم تميل إلى فقد التنوع الحيوي وتصبح عديمة الاستقرار، مع تزايد الإصابة المتكررة بتفشي الآفات ودرجة الإصابة بها (بيمنتل 1961؛ آندو 1991؛ كروس وتشارنتكي 1994؛ سويفت وآخرون. 1996؛ نوبس وآخرون. 1999). لكننا لا نعرف سوى القليل عن الآليات البيئية التي تؤدي إلى عدم الاستقرار هذا أو مدى أهمية تنوع الأعداء الطبيعية في المحافظة على مكافحة الآفات. ويكمن الهدف من وراء هذا الفصل في استكشاف كيف يمكن للمشاهد المأخوذة من البيئة تسهيل تحري هذه الآليات والإسهام في وضع إطار عمل لفحص وفهم دور التنوع الحيوي في المحافظة على مكافحة الآفات وكيفية صياغة هذا الدور وفق ممارسات إدارية

مختلفة. من خلال ذلك، واستناداً إلى الرؤى المأخوذة من بعض أعمالنا السابقة (انظر ويلبي وتوماس 2002 أ، و2002ب)، نقوم بتحديد عدد من الفرضيات والتوصيات للبحوث المستقبلية حول دور وإدارة التنوع الحيوي الزراعي لتحقيق إدارة مستدامة للآفات.

وكي نتنبأ بتبعات فقد الأنواع لمكافحة الآفات بفعل الإنسان، يجب أن نفهم أكثر موضوعين مترابطين متعلقين ببيئة النظام البيئي الزراعي. الأول، علينا تحديد وتوصيف الآليات التي وفقها تؤثر إدارة النظام الزراعي البيئي في التنوع وتركيبة أنواع الآفات وتجميعة الأعداء الطبيعية. والثاني، نحن بحاجة لفهم تبعات هذه التأثيرات لمكافحة الآفات (ويلبي وتوماس 2002ب). ولدى تناول هاتين المسألتين، نستخدم نظريات بيئية موجودة تتعلق بتجميع المجتمع المحلي ووظيفة التنوع الحيوي، حيث حققت هذه الأخيرة تقدماً كبيراً مؤخراً رغم بعض الجدل الذي لفها. وفي البداية قمنا بدراسة هذا الجدل وسألنا كيف يمكن أن تؤثر الدروس المستقاة في دراستنا للعلاقة ما بين التنوع ومكافحة الآفات.

التنوع الحيوي ووظيفة النظام البيئي

شكل توصيف العلاقة ما بين التنوع الحيوي ووظيفة النظام البيئي هدفاً بحثياً رئيساً في العقد المنصرم (انظر الفصل التاسع). فقد أطلقت العديد من النظريات، وأجريت الكثير من الدراسات التجريبية حول كثير من خصائص النظام البيئي، بما في ذلك إنتاج الكتلة الحيوية (المنتجة، والمستهلكة، والمفككة)، واستهلاك العناصر الغذائية والاحتفاظ بها، وتفكيكها، ودرجة pH التربة، والمحتوى من المادة العضوية، وتنفس المجتمع (شلابفر وآخرون. 1999). ورغم أن معظم الدراسات كشفت عن علاقة إيجابية مشبعة بين التنوع ووظيفة النظام البيئي (شفارتز وآخرون. 2000)، إلا أن كثيراً من القضايا عملت على خلق جدل في تفسير العلاقات بين التنوع ووظيفة النظام البيئي. فعلى سبيل المثال، ثمة جدل يلف الميزة النسبية للدليل النظري والتجريبي في توصيف العلاقة بين التنوع ووظيفة النظام البيئي. ولاقت الدراسات التجريبية النقد على اعتبار أن تركيبة الأنواع وتوزيع الأنواع المتوافرة في المجتمعات التجريبية لا تشبه بما يكفي في الغالب المجتمعات الطبيعية، وبسبب اختلاط تأثيرات هوية الأنواع وتنوع الأنواع أحياناً (هيوستن 1997؛ واردل 1999؛ واردل وآخرون. 2000). علاوة على ذلك، ومع ظهور تأثيرات التنوع، ظهر جدل حول اعتبار هذه الأنواع حصيلة وظيفة متكاملة للأصانيف المختلفة أو المجموعات الوظيفية، أو التفاعل الإيجابي بين الأنواع، أو تأثير أخذ العينات، أي الاحتمال المتزايد لإدخال أنواع أكثر تأثيراً مع زيادة التنوع (هيوستن 1997؛ تيلمان وآخرون. 1997). وينظر

إلى الآليتين كتأثيرات حقيقية للتنوع لأنهما خصائص ناشئة تظهر من التنوع، بينما الأخيرة هي عبارة عن تأثير عشوائي ناجم عن تركيبة الأنواع، حيث يمكن اعتباره تأثير تنوع حقيقي فقط في حال كانت الاحتمالات التجريبية لإدخال الأنواع متوافقة مع تلك التي شوهدت في الطبيعة. ووضعت طرائق لفصل تأثيرات التنوع الحقيقية عن تأثيرات العينات أو الانتخاب. فعلى سبيل المثال، يؤدي تكرار مستويات التنوع مع تركيبة مختلفة إلى إزالة الخلط بين التنوع والهوية، وتمكن معادلة لوريو–هيكتور (لوريو وهكتور 2001) من فصل تأثير أخذ عينات التنوع عن تأثير التكامل، والتفاعلات الإيجابية للأنواع إن كانت الدراسة مصممة على نحو جيد.

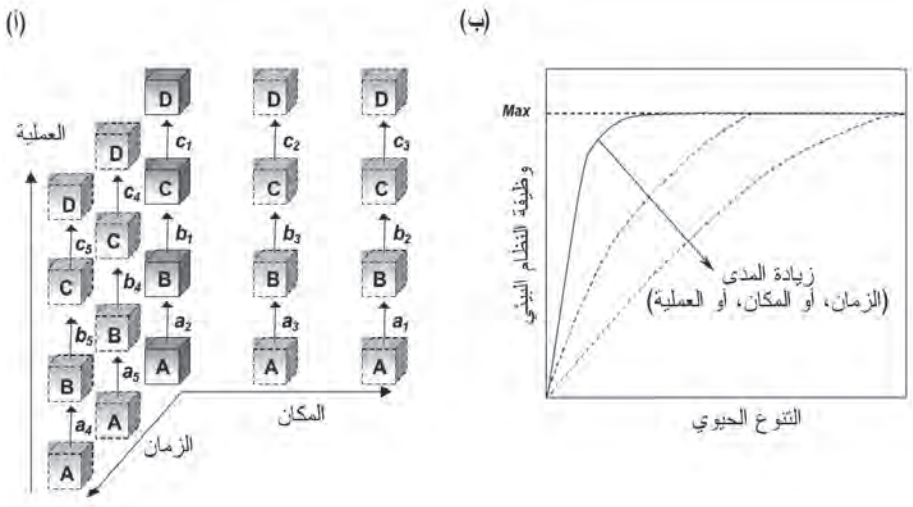
قادت المشكلات التي نشأت مع النُهج التجريبية بعض الباحثين إلى تحفيز الدراسات المبنية على الملاحظة، حيث لاقت هذه الدراسات أيضاً نقداً أيضاً لأنها لا تتحكم بالمتغيرات المرتبطة بالتنوع، وبذلك لا يمكن استخدامها بشكل موثوق لتحديد أهمية التنوع الحيوي في وظيفة النظام البيئي (نعيم وآخرون. 1999؛ نعيم 2000). لكن أدركت ضرورة الدراسات المبنية على الملاحظة بغية تحديد أنماط التنوع الموجودة في الطبيعة، وهي خطوة حيوية في تصميم تجارب أكثر واقعية (واردل وآخرون 2000).

وإلى جانب مشكلات تفسير نتائج دراسات التنوع الحيوي ووظيفة النظام البيئي، ثمة مصاعب أخرى في تطبيق النظرية الناشئة على النظم البيئية الحقيقية. وعلى نحو ملحوظ، نقترح أن يؤثر سياق الدراسة ومداها بقوة في شكل العلاقة الملحوظة بين التنوع والوظيفة، وبذلك لن يكون من الواضح معرفة كيفية استقراء النتائج عبر النطاقات أو السياقات البيئية المختلفة (فريدلي 2001).

يأتي مفهوم تكامل العناصر التصنيفية أو عناصر التنوع الحيوي الوظيفي في صميم الفرضيات المتعلقة بالعلاقة ما بين التنوع الحيوي ووظيفة النظام البيئي. ويحدد شكل العلاقة بمدى تشابه عناصر التنوع الحيوي من الناحية الوظيفية (كالطرز الحيوية، والأنواع، والتغذية المشتركة) بما تقوم به، ومكان قيامها بذلك وكيفيته. وإن كان ثمة كم كبير من التكامل بين العناصر من حيث وظيفة معينة، عندها ستنخفض سرعة العملية المرافقة مع فقد كل عنصر. وبالعكس، إن كان ثمة كم كبير من التكرار بين العناصر، فإن فقد التنوع الحيوي الابتدائي قد لا يؤثر في سرعة عملية النظام البيئي.

وحتى تاريخه، ركزت نظرية اعتبار التكامل الوظيفي بين عناصر التنوع الحيوي على خصائص بيئية للعناصر عينها. لكن قد يحمل السياق البيئي للدراسة تأثيراً مهماً حول التكامل الوظيفي. ويظهر التكامل في حال كانت العناصر تستخدم نسباً محددة من المكان أو الزمان أو أنها كانت تنفرد بتنفيذ وظائف معينة. وبالتالي، تحدد إمكانية التكامل

جزئياً من خلال مدى الموائل المكانية والزمانية المتاحة ومدى العملية الخاضعة للدراسة. ولدى تحديد حدود الدراسة وموضوعها، يحدد القائم على التجربة كلاً من هذه الصفات. ومع توسيع النطاقات الزمانية والمكانية والعملياتية، يزداد عدد الموائل وعدد العناصر المطلوبة لأداء الوظيفة بالشكل الأقصى. ويوضح ذلك في مثال افتراضي في الشكل 10. 1أ، حيث يبرز دور عناصر التنوع الحيوي (التي تظهر بأحرف صغيرة مع أرقام منخفضة) في الانتقال بين الحالة (المكعبات) ضمن عملية ما. وضمن حالة معينة في الزمان والمكان (أي ضمن سياق بيئي معين)، نجد أن عدد عناصر التنوع الحيوي الضرورية لأداء وظيفة النظام البيئي يعتمد على مدى العملية موضع الدراسة. وإن كان مدى العملية موضع الاهتمام هو ببساطة الانتقال من الحالة A إلى الحالة B، عندها لا يطلب سوى عنصر واحد للتنوع الحيوي (مثل a_2). لكن إن كنا مهتمين في إدخال الانتقال من الحالة A إلى الحالة D، فسيكون ثمة حاجة إلى ثلاثة عناصر للوظيفة الكاملة (مثل a_2، و b_1 و c_1). ومع زيادة المجال الزماني والمكاني لدراسة ما، يزداد عدد العناصر الضرورية للوظيفة القصوى بشكل أكبر وذلك لاحتمال اعتبار بعض العناصر المختلفة الأكثر كفاءة في نقاط مختلفة



الشكل 10. 1 تأثير العملية والمدى المكاني والزماني في العلاقة ما بين التنوع الحيوي ووظيفة النظام البيئي. (a) مثال افتراضي لعملية يحدث فيها الانتقال بين الحالات الفردية (المكعبات ذات الأحرف الكبيرة) وفق نشاط عناصر فردية للتنوع الحيوي (أحرف صغيرة مع أرقام منخفضة). وإن زيادة مدى العمليات، أو الوقت، أو الزمان من المجموعة الأساس للظروف البيئية (التي تمثلها المكعبات ذات الأضلاع المتصلة والمظللة بلون غامق)، يشتمل على المزيد من الموائل ويزيد من عدد عناصر التنوع الحيوي المطلوبة للوظيفة القصوى. (b) تغير شكل العلاقة بين التنوع الحيوي ووظيفة النظام البيئي.

عبر الزمان والمكان. وبذلك للانتقال من الحالة A إلى الحالة B عبر المكان في هذا المثال يشتمل على نشاط لثلاثة عناصر تنوع حيوي (a_1، و a_2 و a_3). وبالنسبة لكامل مجال العملية من A إلى D عبر كافة التوليفات الزمانية والمكانية، ثمة حاجة إلى 27 عنصراً كحد أقصى لأداء الوظيفة الكاملة. وبالتالي، رغم أن الوظيفة الإشباعية قد تمثل العلاقة العامة ما بين التنوع الحيوي ووظيفة النظام البيئي (شفارتز وآخرون 2000)، فإن التنوع بحده الأدنى، والذي يتم الحصول على الوظيفة القصوى معه، سيعتمد جزئياً على مدى المكان والزمان والعملية للدراسة (الشكل 10. 1 ب).

لا شك أن هذا النموذج المفاهيمي سيشكل تبسيطاً كبيراً، إذ لا نعرف على سبيل المثال كيف تتراكم الموائل عبر نطاق المكان، والزمان، والعملية. لكن ثمة دليل عن تأثيرات المجال المكاني بسبب تخصص الموائل على امتداد المدروجات البيئية عبر المكان (تيلمان وآخرون 1997؛ فريدلي 2001؛ فيلنيتز وبوف 2001)، وتأثيرات المجال الزماني نتيجة اختلافات فينولوجية بين الأماكن (هوبر 1998). كما تشير فرضيات ضمان تنوع الأنواع (نعيم و لي 1997؛ بيتشي وآخرون. 1999؛ ياتشي ولوريو 1999) إلى أن الموائل في الزمان والمكان ستتفاعل مع التغيرات البيئية، مما يزيد احتمال الوظيفة التكميلية عبر الزمان بين الأنواع. ولدى مناقشة تعريف وظيفة النظام البيئي، يشير غيلاروف (2000) إلى أهمية نطاق العملية. فعلى سبيل المثال، نتوقع علاقات جد مختلفة بين وظيفة النظام البيئي والتنوع إن كنا نقصد بوظيفة النظام البيئي الاستهلاك الكامل لغاز ثنائي أكسيد الكربون من قبل كافة النباتات بدلاً من إنتاج واستهلاك كافة المركبات التي تستخدمها كل الكائنات الحية. إن تأثيرات النطاق والسياق هذه تجعل من الصعوبة بمكان تطبيق نتائج التجارب هذه على نقاط أخرى على نطاقات الزمان أو المكان أو العمليات، وعليه يجب أن نكون جد حذرين في استخدام نتائج التجارب لتوجيه السياسات الزراعية (أو الحفاظ عليها) إلى أن تفهم علاقات النطاق بالشكل الكافي.

ما هي تأثيرات هذه القضايا في وضع أطر عمل بيئية لدراسة العلاقات بين الإدارة الزراعية، والتنوع الحيوي ومكافحة الآفات؟ عند الأخذ بالحسبان المشكلات المتعلقة باستخدام مجتمعات غير واقعية في دراسات التجارب ومشكلات تحديد الأسباب في الدراسات المعتمدة على الملاحظة، فإننا نقترح أن تسعى البحوث المستقبلية إلى ربط تأثيرات التنوع الحيوي المتغير في مكافحة الآفات مع التأثيرات المتوقعة للإدارة الزراعية في التنوع الحيوي. وبمصطلحات بيئية، فإن هذا يعني دراسة رابطة بين تجميع التنوع الحيوي ووظيفته. ولدى إتباع هذا النهج، نقوم بمناقشة مشكلات فقد الأنواع المرتبطة بتجميعة الأنواع غير الطبيعية والأنماط غير الواقعية. ونتيجة للاعتماد على النطاق

والسياق في العلاقات ما بين التنوع الحيوي ووظيفة النظام البيئي وفي غياب نماذج التنبؤ بتراكم الموائل على امتداد النطاقات، يجب أن تركز اختبارات التجارب أيضاً على كامل عملية النظام البيئي موضع الاهتمام، ويجب اعتمادها على نطاقات مناسبة لإدارة زراعية عادية. وفي حال مكافحة الآفات بوساطة أعداء طبيعية، فإنها قد تمثل نطاق الحقل عبر موسم زراعي واحد أو عديد من المواسم الزراعية.

من الواضح أن لتأثيرات تركيبة التنوع والأنواع تأثير قوي في عديد من عمليات النظام البيئي، ومن غير المحتمل أن تستثنى مكافحة الآفات من ذلك. فمن وجهة نظرنا، قد يكمن المسلك المفيد للبحوث في توضيح الخصائص الحيوية للآفات والأعداء الطبيعية التي تؤثر في الأهمية النسبية للتنوع والتركيبة كمحددين لوظيفة مكافحة الآفات. وفي الحالات التي تكون فيها تأثيرات تركيبة الأنواع قوية، نجد أنه من الضرورة بمكان فهم الآليات التي يفقد وفقها تنوع الأنواع ومقارنة الصفات البيئية أو الحيوية التي تحدد احتمال فقد الأنواع مع تلك التي تحدد وظيفتها. وباتباع مثل هذه الطريقة نتجنب أيضاً مشكلة تأثيرات أخذ العينات لأن تقدير احتمالية إدخال نوع معين في تجميعة ما يمثل هدفاً محورياً في الدراسة ولا يفترض أن يكون عشوائياً. وفي الأقسام اللاحقة نقترح وضع أطر عمل بيئية لدراسة إدارة النظام البيئي وتأثيره في مجموعة مفصليات الأرجل وكذلك لتنوع الأعداء الطبيعية ووظيفة مكافحة الآفات. بعدها نناقش كيفية ربطها بشكل مفيد بغية التنبؤ في ظهور الآفات خلال التكثيف والتوسيع الزراعي.

إدارة النظام الزراعي–البيئي وتجميع مجتمع مفصليات الأرجل

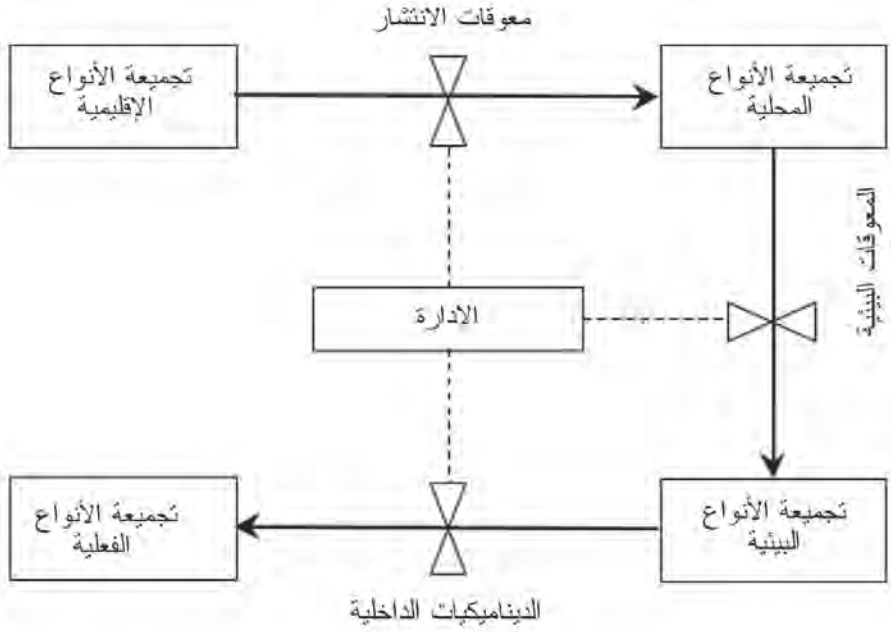
تقدم العديد من الدراسات طيفاً من تأثيرات إدارة النظام الزراعي–البيئي في وفرة مفصليات الأرجل وتوزعها وتنوعها. فعلى سبيل المثال (وبالإشارة بصورة خاصة إلى مكافحة الآفات)، وجد ليتورنيو و جولدشتاين (2001)، لدى مقارنة تأثيرات الإنتاج العضوي والتقليدي في ضرر الآفات وبنية مجتمع مفصليات الأرجل في الطماطم/البندورة، أنه بينما لم يختلف توافر العاشبات بين نظم الإنتاج (أي مشكلات الآفات لم تكن أكبر عند تقييد استخدام مبيدات الآفات)، كانت المزارع العضوية أغنى بأنواع كافة مجموعات مفصليات الأرجل الوظيفية، مع توافر أكبر للأعداء الطبيعية مقارنة بالمزارع التقليدية. وارتبطت هذه الاختلافات مع ممارسات نوعية على مستوى المزرعة وصفات الأرض، وبخاصة إدارة البور، والموئل المحيط، وموعد غرس المحصول. وفي نظام آخر في الولايات المتحدة، اختبر ميناليد وآخرون (1999) إن كانت بنية الأراضي الزراعية قد

أثرت في التطفل وتنوع أشباه الطفيليات. ووجدوا في بعض المواقع أن الأراضي المعقدة التي تشتمل على حقول محاصيل خليطة مع موائل تعاقبية متوسطة أو متأخرة هي ذات نسب أعلى من التطفل وتنوع أشباه الطفيليات من الأراضي البسيطة (أراضي المحاصيل بصورة رئيسة) (انظر الفصل الحادي عشر). غير أن هذا النمط لم يكن متسقاً عبر كافة المواقع، وبالتالي لا يمكن تحديد التأثير الجلي الذي يحدثه تعقيد الأراضي في التطفل. وتتعارض هذه النتيجة الغامضة مع دراسة أجراها ثيس وتشارنتكي (1999)، اللذان وجدا أن الأراضي المعقدة لم تحفز التطفل ومكافحة خنفساء طلع اللفت. لكن رغم أن غنى الأنواع يزداد بصورة عامة مع تغاير الأنواع بشكل عام بحسبما تشير دراسات أخرى، كتلك التي أجراها فايبول وآخرون (2003)، إلا أن التغيرات في التنوع لا تحدث بشكل واضح تأثيرات في المكافحة الطبيعية للآفات.

من الدراسات المذكورة آنفاً، يتضح أنه إن كان علينا أن نفهم تأثير الإدارة الزراعية بصورة أفضل في تنوع مفصليات الأرجل (ومن ثم فهم تأثيرات أي من التغيرات في التنوع لمكافحة الآفات) نحن بحاجة إلى إطار عمل يصف الآليات البيئية التي من خلالها تسكن الأنواع مناطق معينة (ويلبي وتوماس 2002أ). ولقواعد التجميع تاريخ طويل في بيئة المجتمع، بينما يتمثل الهدف في التنبؤ بالأنواع التي ستوجد في موئل معين (كيدي 1992؛ كيلت وآخرون 1995؛ بيليا ولانكاستر 1999).

كي يوجد نوع ما في موقع معين، يجب أن يكون هذا النوع قادراً أولاً على الوصول إلى الموقع. وتحكم معوقات الانتشار أي الأنواع من تجميعة الأنواع الإقليمية التي ستدخل في تجميعة الأنواع المحلية، وأي الأنواع القادرة على الانتشار إلى الموقع موضع الدراسة (الشكل 10. 2). ومن بين الأنواع في تجميعة الأنواع المحلية، تعتبر الأنواع القادرة على التغلب على المعوقات البيئية في الموقع هي التي تحتل تجميعة الأنواع. وأخيراً، فإن الديناميكيات الداخلية للمجتمع، بما في ذلك العمليات داخل الأنواع وبين الأنواع هي التي تحكم تركيبة تجميعة الأنواع الفعلية. وإضافة إلى أن هذه العمليات تحكم وجود الأنواع في المجتمعات، تعمل على التأثير أيضاً في توافرها. وهذا ما يتيح استخدام إطار العمل لوصف العمليات المهمة التي توجه توزع وتوافر الأنواع إضافة إلى غناها.

رغم قابلية تطبيق إطار التجميع هذا على أي مجتمع، إلا أن صفات معينة للنظم الزراعية–البيئية قد تغير الأهمية النسبية لهذه الغربلة في العملية التي تحكم تنوع الأنواع مقارنة مع نظم زراعية–بيئية أخرى. ويؤدي الاضطراب على سبيل المثال إلى زيادة أهمية العمليات غير المتوازنة، كالانتشار والاستعمار، بالنسبة للعمليات المتوازنة، كالتفاعلات بين الأنواع (تشابين وآخرون 1997). وبسبب اضطراب النظم الزراعية البيئية بصورة



الشكل 10. 2 عمليات التجميع في المجتمع تسلط الضوء على الغربلة التسلسلية لانتشار الأنواع وبيئتها والديناميكيات الداخلية للمجتمع في التحول من تجميعة الأنواع الإقليمية إلى تجميعة الأنواع الفعلية. يمكن لإدارة النظام الزراعي–البيئي تعديل كل من هذه العمليات.

منتظمة نتيجة الحصاد أو الحراثة أو استخدام مبيدات الآفات، فقد تزداد أهمية معوقات الانتشار على اعتبار أن كثيراً من الأنواع تجبر على إعادة الاستعمار بعد هذه الاضطرابات. وتكمن قيمة استخدام مثل هذا الإطار لوصف عملية تجميع المجتمع في أن فهمنا لتأثير ممارسات الإدارة الزراعية قد يفهم من حيث الطريقة التي تعدل فيها الإدارة فلتراً أو أكثر من تلك التي تغطي عملية التجميع.

تتأثر معوقات الانتشار، على سبيل المثال، بشكل كبير بالتغيرات في بنية المشهد الطبيعي التي تحدث نتيجة التغير في استخدام الأراضي. وتعتبر مثل هذه التغيرات نوعية (أي تغيرات في الوفرة النسبية لأنواع مختلفة)، وكمية أيضاً (أي التغيرات في التنوع أو الوفرة الإجمالية). وتؤدي عملية التنمية الزراعية إلى زيادة في المساحة المزروعة بالنسبة للمساحة غير المزروعة. وبالتالي سيكون لمنطقة ما مساحة مصدرية أكبر لحشرات مرتبطة بمحصول ما، بمعنى أن أي موقع زراعي معين قد يستعمر بسهولة أكبر من قبل مفصليات أرجل مختصة. غير أن التأثير العكسي قد يكون صحيحاً لمفصليات أرجل أعم إن كانت

بحاجة إلى مصادر غير متوافرة في المنطقة المزروعة. وقد تؤدي التنمية الزراعية إلى زيادة متوسط مساحة الحقل، بحيث تصبح مراكز الحقول بعيدة عن مصادر الاستعمار. وورد تأثير النباتات المجاورة في نمط وعدد الأعداء الطبيعية التي تحتل موقعاً ما في كثير من المناسبات (واينهاوس وكوكير 1981؛ ألتيري وشميدت 1986أ، 1986ب؛ توماس وآخرون 1991، 1992؛ لانديس وآخرونز 2000؛ غور وآخرون. 2003)، وثمة دليل على أن وفرة وغنى أنواع الحشرات العامة هو أكبر في المشاهد الطبيعية المتنوعة (كارمونا ولانديس 1999). وبذلك يتغير تنوع الأنواع وتركيبتها مع تغيرات استخدام الأراضي من خلال تغيرات في عدد المصادر المستعمرة وعزلتها. ويجدر ذكره أننا نعرف الصفات الحيوية لمفصليات الأرجل، مثل نطاق الغذاء، أو حجم الجسم، التي ستحدد استجابة أنواع معينة للتغيرات في استخدام الأراضي. وإن استطعنا فهم الأهمية الوظيفية لهذه الصفات لمكافحة الآفات، فسنكون على الطريق الصحيح للتنبؤ باستجابة مكافحة الآفات للتغير في استخدام الأراضي.

تحمل الإدارة الزراعية تأثيراً كبيراً في الظروف البيئية في المواقع، وهي الغربلة الثانية في مخططنا. فعلى سبيل المثال، يؤدي تكثيف نظم إنتاج الأرز في الغالب إلى زيادة في عدد الدورات الزراعية في العام. (اعتباراً من هذه النقطة سنقدم أمثلة من إنتاج الأرز على اعتباره واحداً من نظم دراستنا الرئيسة. إلا أن تأثيرات أفكارنا وتفسيراتنا تمتد إلى نظم أخرى بشكل واضح). ويتيح هذا الانتقال إلى محاصيل متعددة للحشرات المختصة في النظام البيئي للأرز والبقاء في موقع محلي بين المحاصيل (يوفينزون 1994)، حيث يتعارض هذا مع ممارسات زراعية تقليدية بدرجة أكبر تشتمل على فترات بور مطولة، وتجبر فيها نسبة كبيرة من مجتمع مفصليات الأرجل على إعادة استعمار موقع مع بعد فترة البور. ويعرض التأثير الواضح لفترة البور من قبل مجتمعات الحشرات المرتبطة بالأرز في إندونيسيا، حيث تتباين ديناميكيات مجتمع الحشرات بشكل كبير بين المحصولين الأول والثاني (سيتل وآخرون 1996) على اعتبار أن المحصول الأول يأتي بعد فترة مطولة من البور، بينما يأتي المحصول الثاني مباشرة بعد الأول.

وكما هي الحال عليه بالنسبة لفترات البور، يمكن للمبيدات الحشرية تغيير المعوقات البيئية التي تجبر على إعادة استعمار نسبة كبيرة من مجتمع الحشرات، رغم حدوث ذلك خلال فترة زمنية أقل. وتعتبر النسب التفاضلية لإعادة استعمار مفترسات عامة وأنواع حشرية بعد استخدام مبيدات حشرية السبب الرئيس لمشكلات نطاط النبات البني (*Nilaparvata lugens*) عبر مساحات واسعة من جنوب شرق آسيا (هيونغ 1991؛ كوهين وآخرون. 1994؛ سيتل وآخرون 1996).

تؤثر الإدارة الزراعية أيضاً بالديناميكيات الداخلية للمجتمع، وهي الغربلة الثالثة

لإطار عملنا. وبدا أن التغيرات في نوعية الغذاء، التي تحدثها الأسمدة على سبيل المثال، تزيد الوفرة والضرر الذي يحدثه عدد من مجموعات الآفات وتنسب هذه التأثيرات إلى نسب بقاء أكبر، ونمو أسرع، وغنى أكبر بأنواع الآفات (أوي وشيبارد 1994). ويشير الدليل إلى أن هذه التأثيرات تمر عبر سلسلة الغذاء؛ وأظهر دي كراكير وآخرون (2000) أن العاشبات والأعداء الطبيعية تزيد وفرتها مع التسميد الآزوتي لحقول الأرز.

وإضافة إلى تباين النباتات مع الوقت بسبب الدورة الزراعية، فإن التنوع النباتي داخل محصول ما يؤثر في تنوع مفصليات الأرجل داخل المحصول. وبصفة عامة يرتبط التحول من النباتات المتنوعة إلى محصول وحيد افتراضي، وهذا ما يحدث مع رفع مستوى إدارة الأعشاب، مع انخفاض التنوع لكن ليس بالضرورة وفرة أنواع مفصليات الأرجل (آندو 1991؛ تونهاسكا وبيرني 1994). ومن الناحية النوعية، فإن وجود الأعشاب في حقل للأرز يزيد من وفرة العاشبات العامة بالنسبة للخاصة. وأظهر آفن وآخرون (1999) أن وفرة العاشبات العامة والمفترسات في حقول الأرز في غربي إفريقيا يرتبط إيجابياً بالكتلة الحيوية للأعشاب بينما ارتبط توافر العاشبات إيجابياً بالكتلة الحيوية للأرز.

إن هذا التحليل الموجز لتجميع المجتمع من حيث النظم الزراعية–البيئية يظهر إمكانية تأثير الإدارة الزراعية في كل من عمليات غربلة التجميع التي تحكم تنوع أنواع مفصليات الأرجل. أما التحديات القابعة أمامنا، إن كان علينا التنبؤ بتأثيرات إدارة مكافحة الآفات، فتتمثل في توضيح خصائص الصفة العامة التي تفسر الاستجابة إلى ممارسات الإدارة وتحري الأهمية الوظيفية لها، أو الصفات المرتبطة بوظيفة مكافحة الآفات.

تنوع الأعداء الطبيعية ووظيفة مكافحة الآفات

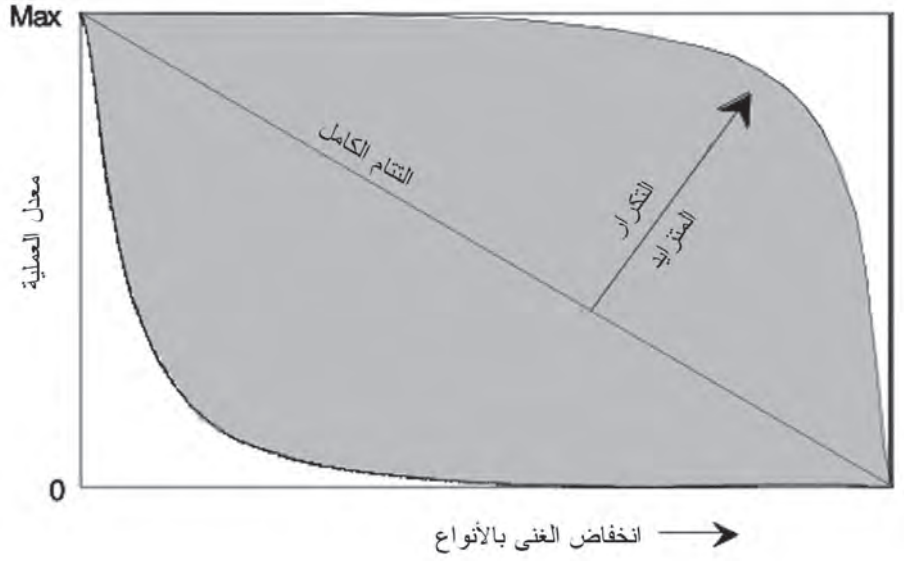
بعد مناقشتنا لإطار العمل البيئي لدراسة تجميع مجتمع مفصليات الأرجل في نظم زراعية–بيئية ومعرفتنا كيف يمكن لصفات معينة أن تكون عملية في التحكم باستجابة الإدارة الزراعية، ننتقل إلى السؤال التالي الذي يتناوله هذا الفصل، وهو كيف يمكن لتنوع الأنواع وتركيبتها أن تؤثر في وظيفة المكافحة الطبيعية للآفات.

حددت بضعة دراسات بعض الأنماط الواسعة التي تتنبأ باستجابات الأعداء الطبيعية إلى العاشبات في النظم الطبيعية وتلك الخاضعة للإدارة. فعلى سبيل المثال، يقدم داير وجينتري (1999) دليلاً على إمكانية مكافحة يرقات حرشفيات الأجنحة بطريقة أفضل باستخدام أشباه الطفيليات، بينما يمكن للمفترسات أن تكافح اليرقات الناعمة و الخفية. وعلى نحو مماثل، يقدم هاوكينز وآخرون (1997) بيانات تشير إلى أن المفترسات

والممرضات قد تسبب حالات موت أكبر للعاشبات الخارجية، بينما تعاني عاشبات نباتات داخلية معينة من الموت الذي تسببه أشباه الطفيليات. لكن بصورة عامة يبقى فهمنا للعلاقة بين التنوع الحيوي ووظيفة مكافحة الآفات ضعيفاً، كما لا تزال الآليات التي من خلالها تتفاعل الأعداء الطبيعية لتحديد مدى واستقرار مكافحة الآفات غير واضحة. فعلى سبيل المثال، كشف فايبول وآخرون (2003) في دراسة أجريت مؤخراً عن تأثير الأراضي، وتنوع الموائل، وإدارتها في تنوع الأنواع في نظم الحبوب عدم وجود علاقة مباشرة بين الغنى بأنواع الخنافس الأرضية، والخنافس الرواغة، والعناكب، على مستوى المزرعة أو في حقول فردية للحبوب، والمكافحة الحيوية. وخلصوا إلى أن غنى الأنواع بحد ذاته ليس بنفس أهمية التنوع الكبير لمجموعات المفترسات، كالمفترسات الأرضية أو المفترسات الورقية، والحشرات التي تربى في الربيع والصيف، والأنواع النشطة نهاراً وليلاً، لتحقيق كفاءة عامة للمكافحة الحيوية. أي أن مفتاح المكافحة الطبيعية الفعالة تتمثل في زيادة التكامل الوظيفي إلى المستوى الأقصى بين الأعداء الطبيعية لأنواع الآفات. ولسوء الحظ يعتبر فهمنا محدوداً بخصوص التكامل والعوامل التي تحدد الخصائص الناشئة لتجميعات المفترسات متعددة الأنواع (شميدت وآخرون 2003). ورغم وجود دليل عن تقسيم معنوي للموئل عبر الموائل الصغيرة والتكامل الوظيفي بين أنواع العناكب (سندرلاند 1999)، إلا أن بضعة دراسات أخرى على سبيل المثال أظهرت تكاملاً معنوياً بين الأعداء الطبيعية (سيندر ووايز 1999). وعلى نحو مماثل، ورغم وجود أمثلة عن التفاعلات المتبادلة بين المفترسات (كالمفترسات الورقية التي توضح استجابة منخفضة لدى فريسة المن، مما يزيد ضعفها أمام مفترسات ترعى في الأرض؛ سوسي ودينو 1998)، يمكن لعمليات من قبيل الافتراس داخل المجموعة أن تسبب اضطراباً شديداً في المكافحة الحيوية (روزينهايم وآخرون 1995؛ سيندر وأيفس 2001؛ فينكي ودينو 2004).

ومع الأخذ بعين الاعتبار أنماط التعقيد المدرجة هنا، نعتقد أن ثمة قيمة لاستكشاف العوامل البيئية التي تحدد مدى التكامل بين الأعداء الطبيعية وطبيعة العلاقة بين التنوع ووظيفة النظام البيئي بمزيد من التفصيل. ويمكن التفكير بالعلاقة النظرية الإيجابية الغنية بين التنوع الحيوي ووظيفة النظام البيئي، المماثلة للعلاقة التي توجد بشكل شائع في دراسات تجريبية، حيث يعتمد انحدار العلاقة على كمية التكامل بين الأنواع (الشكل 10. 3). فإن كان لكافة الأنواع تأثير متساو وغير متراكب في عملية معينة (تكامل تام)، فإن النقص الخطي في سرعة العملية سيحدث مع انخفاض الغنى بالأنواع. وفي الناحية الأخرى، في حال غياب التكامل (عندما تتكرر الأنواع من حيث الوظيفة المعنية [والكر 1992؛ لاوتن وبراون 1993])، فإن الأنواع المتبقية ستكون قادرة على تعويض الأنواع

المفقودة، وسيحدث فقد مفاجئ وكامل للوظيفة مع فقدان آخر نوع وظيفي. وبعيداً عن شكل العلاقة بين متوسط سرعة الوظيفة والتنوع، ظهر في وقت سابق أن تركيبة الأنواع غالباً ما تسهم بدور قوي في تحديد سرعة الوظيفة. وتزيد تأثيرات تركيبة الأنواع من التباين في العلاقة بين الغنى بالأنواع وسرعة العملية. وفي الحالة المتطرفة التي يؤثر فيها نوع وحيد بشكل أكبر بكثير في سرعة العملية من نوع آخر (كنوع أساسي)، نجد أن العلاقة الملاحظة ستأخذ أية منحى داخل إطار واسع من الاستجابة اعتماداً على ترتيب فقد الأنواع (سالا وآخرون 1996). وفي حال التفاعلات السلبية المعنوية بين الأنواع، من قبيل الافتراس داخل المجموعة، قد تزيد الوظيفة مع انخفاض الغنى بالأصناف. وفي مثل هذه الحالات من التأثيرات التركيبية القوية، سيكون غنى الأنواع عاملاً ضعيفاً للتنبؤ بسرعة العملية، كما ستكون ثمة حاجة إلى مزيد من استكشاف الاختلافات في الصفات بين الأنواع. ومع



الشكل 10–3 الاستجابة المفترضة لوظيفة النظام البيئي للانخفاض في الغنى بالأنواع (التنوع). إن كان وجود الأنواع بطريقة متكررة، عندها تميل الاستجابة إلى سلوك عتبي يحدث فيه انخفاضات معنوية في الوظيفة إذا ما تم الوصول إلى تلك العتبة فقط. أما إن كان وجود الأنواع بطريقة تكميلية، بدون أدوار متراكبة، عندما قد تكون الاستجابة خطية، مع انخفاض متزايد في وظيفة كل نوع فُقد. وإن كانت هوية النوع مهمة، عندها يمكن أن تأخذ الاستجابة مجالاً واسعاً من المناحي (تمثل بالمنطقة المظللة) اعتماداً على ترتيب فقد النوع.

الإشارة إلى وظيفة مكافحة الآفات، يشير الدليل الحديث إلى أن صفات تاريخ حياة الأنواع المعنية قد تستخدم أحياناً للتنبؤ بشكل العلاقة بين التنوع الحيوي ووظيفة النظام البيئي وإن كان ثمة احتمال لحدوث تأثيرات قوية (تباين كبير في الاستجابة) لتركيبة الأنواع (ويلبي وتوماس 2002ب).

فعلى سبيل المثال يمكن للاختلافات الرئيسة في تاريخ حياة الآفة، ككونها حشرات داخلية الأجنحة أو خارجية الأجنحة، أن تحدث تأثيراً رئيساً في عدد وتنوع الأعداء الطبيعية التي تهاجمها (ويلبي وتوماس 2002ب). وتخضع الحشرات داخلية الأجنحة إلى تغيرات مورفولوجية وسلوكية بين البيض، واليرقات، والخادرات، والبالغات، وغالباً ما تلعب مراحل الحياة هذه أدواراً بيئية مختلفة، حيث تستخدم أغذية مختلفة وتحتل مواقع مختلفة. وبالعكس، فإن الحشرات خارجية الأجنحة تخضع إلى تغيرات تدريجية بين مراحل الحياة، حيث غالباً ما تحتل مواقع متشابهة وتستخدم أغذية متشابهة. وكنتيجة لهذه الاختلافات، نتوقع وجود اختلافات في بنية الروابط بين أنماط هذه الحشرات وأعدائها الطبيعية. ويجب فصل معقد الأعداء الطبيعية المتفاعلة مع حشرات داخلية الأجنحة إلى مجموعات تهجم مراحل حياة معينة من العاشبات، ولا يتوقع من معظم الأعداء التي تتغذى على البالغات أن تتغذى على اليرقات أو الخادرات. وثمة دليل على أن هذا قد ينطبق على الحشرات داخلية الأجنحة (مثال باريون وآخرون. 1991؛ ميلز 1994؛ لونا وسانشيز 1999). لكن بسبب التشابه في احتلال الموقع والسلوك، فإن الأعداء الطبيعية التي تتغذى على حشرات خارجية الأجنحة من المتوقع أن تتغذى على الحوريات والبالغات على حد سواء. وبسبب بنية دورة الحياة، فإن معقد الأعداء الطبيعية التي تتغذى على حشرات داخلية الأجنحة سيظهر تكاملاً أكبر بين الأنواع من معقد الأعداء الطبيعية التي تتغذى على حشرات خارجية الأجنحة. وأظهرت دراسات المحاكاة أنه كلما كان التكامل أكبر بين الأعداء الطبيعية للحشرات داخلية الأجنحة، كلما نجم ذلك عن فقد تدريجي في وظيفة مكافحة الآفات مع نقص في تنوع أنواع الأعداء الطبيعية، بينما يجب أن تكون مكافحة الحشرات خارجية الأجنحة أكثر مقاومة عند وجود فقد مفاجئ في وظيفة مكافحة الآفات بعد الفقد الشديد في تنوع الأعداء الطبيعية. ويبدو أن هذه التنبؤات تتسق مع أنماط ظهور الآفات خلال تكثيف نظم إنتاج الأرز في آسيا (ويلبي وتوماس 2002ب).

أما الجوانب الأخرى لتاريخ حياة العاشبات فمن المحتمل أن تؤثر في غنى أو صفات معقد الأعداء الطبيعية، مع تأثيرات في وظيفة مكافحة الآفات. فعلى سبيل المثال، يؤدي الإخفاء المورفولوجي أو السلوكي إلى تحفيز روابط متينة لديناميكيات العشائر بين العاشب والعدو الطبيعي. وعليه، فمع العاشبات المخفية، تعتبر أشباه الطفيليات المختصة أكثر

أهمية من المفترسات العامة (ميموت وآخرون. 2000)، رغم أن العاشبات المخفية قد تهاجم من قبل عدد من أنواع أشباه الطفيليات العامة أكبر من أشباه الطفيليات الاختصاصية (هاوكينز 1990؛ هاوكينز وغروس 1992). وفي الجوهر، فإن هذه الروابط المتينة بين الأعداء الطبيعية والآفات الأكثر اختصاصاً تزيد من أهمية تأثيرات تركيبة الأنواع وتزيد من الشك حيال الاستجابة إلى الفقد العشوائي للأنواع.

يمكن لفترة حياة الحشرات العاشبة أن تحمل تبعات مهمة أيضاً في غنى وصفات معقد الأعداء الطبيعية. فكلما كانت فترة حياة النوع العاشب أقصر، كلما صغر عدد أنواع الأعداء الطبيعية التي تتراكب فينولوجياً مع العاشبات. ويبدو أن هذا التأثير يؤثر في غنى الأنواع الشبيهة بالطفيليات التي تهاجم العاشبات (كورنل وهاوكينز 1993). وبالتالي، فإن مكافحة آفة ما ذات فترة حياة أقصر يعتمد على مجموعة من الأعداء الطبيعية الأقل تكراراً، إما عبر دورة حياة في حالة الحشرات الخارجية الأجنحة أو داخل أطوار دورة الحياة في الحشرات داخلية الأجنحة. وفي أي من الحالتين، فإن مكافحة الحشرات الأقصر حياة تنخفض في فترة أبكر وسطياً استجابة لفقد أنواع الأعداء الطبيعية.

يتضح من هذه الأمثلة أن الصفات الأساسية لتاريخ حياة كائنات حية مشاركة يمكن أن تؤدي إلى تنبؤات مختلفة بالأهمية النسبية لتنوع وتركيبة الأنواع في تحديد وظيفة مكافحة الآفات. وهذا يمكننا من الانتقال إلى ما وراء الجدل فيما إن كانت تركيبة الأنواع أو تنوعها هي الصفة الأكثر أهمية لمجتمع الأعداء الطبيعية لنصل إلى موقع نستطيع منه التنبؤ بطرز الآفات المتشابهة لضمان أنواع أعداء طبيعية معينة لمكافحتها، والتي يمكن مكافحتها بصورة أفضل من خلال التجميع المتنوع للأعداء الطبيعية. ولفهم كيفية التأثير المحتمل للإدارة الزراعية في الإصابة بالآفات، يجب ربط هذه المعلومة بمناقشتنا السابقة لتجمع مجتمع مفصليات الأرجل في النظم الزراعية–البيئية.

الإصابة بالآفات وإدارة النظام الزراعي–البيئي

كيف يمكن للربط ما بين إطاري العمل البيئي أن يساعدنا على التنبؤ بوظيفة مكافحة الآفات الطبيعية استجابة لطرز مختلفة من إدارة النظم الزراعية–البيئية؟ بالنسبة لآفات خارجية الأجنحة غير المخفية كنطاطات النبات (Delphacidae) و نطاطات الورق (Cic-adellidae) يمكن التنبؤ بأن المكافحة بوساطة أعداء طبيعية أن تكون مقاومة لفقد أنواع الأعداء الطبيعية. إلا أنه قد يكون لتقنيات إدارة معينة كاستخدام مبيدات الحشرات تأثير كبير في تنوع الأعداء الطبيعية وقد يسفر عن تجمع غير وظيفي للأعداء الطبيعية. ويظهر

مثل هذا التأثير من خلال حالة خضعت لدراسة مستفيضة لنطاط النبات البني (*Nilapar-vata lugens*) في نظم بيئية مروية للأرز في آسيا، حيث تكافح حشرة النطاط البني عادة بشكل جيد بوساطة الأعداء الطبيعية، إلا أنها غالباً ما تصبح آفة بسبب مقاومتها بعد استخدام مبيدات الحشرات (كينمور وآخرون 1984؛ هيونغ 1991). لقد تم توضيح آلية هذه الظاهرة جيداً، ويبدو أن إقصاء مجموعة من المفترسات العامة بشكل كامل تقريباً، والتي تبقى بوجود الحشرات التي تعيش على الحتات عندما يندر النطاط البني، هو سبب لظهور النطاط البني كآفة (سيتل وآخرون. 1996). ويكون النطاط البني قادراً على النجاة من المكافحة إما بسبب نجاته من المعاملة بالمبيدات الحشرية إلى حد ما، على اعتباره واسع الانتشار، ويمكن له إعادة استعمار حقول الأرز بسرعة، أو بسبب سرعة النمو العالية لعشائره (هاينريتشز وموتشيدا 1984). وتتيح قدرة النطاط البني على التعامل مع معوقات الانتشار، والمعوقات البيئية، والحيوية بنجاح أكبر من أعدائه الطبيعية الهروب من المكافحة. وبالتالي يمكن الوصول إلى مكافحة فعالة له من خلال استخدام مبيدات حشرية وضمان إمدادات غذائية بديلة للمفترسات عندما تكون الآفات الحشرية نادرة.

يمكن التنبؤ بأن تكون مكافحة العاشبات داخلية الأجنحة حساسة لفقد تنوع أنواع الأعداء الطبيعية. ويمكن تجنب ظهور الآفات داخلية الأجنحة في المراحل المبكرة من تكثيف الأرز إن ضمنت الإدارة المحافظة على تنوع الأعداء الطبيعية. وكما أشير آنفاً، فإن ثمة مراجع كثيرة حول تأثيرات الأراضي غير المحروثة في وفرة الأعداء الطبيعية وتنوعها. وفيما يتعلق بإطار عملنا، فإن المساحات غير المحروثة القريبة من المحاصيل تقلص معوقات انتشار أنواع الأعداء الطبيعية التي تمضي جزءاً من دورة حياتها خارج موئل المحصول. وفي الوقت عينه، فإن القرب من موئل المحاصيل يزيد من فرصة استعمار المزيد من الحشرات المختصة. وبالطبع هذا يشمل أنواع العاشبات أيضاً، لكننا نفترض أن الظهور العادي للآفات يشتمل على اضطراب المكافحة بالأعداء الطبيعية، وبذلك فإن استعمار أنواع الآفات المحتملة قد لا يسبب مشكلة ما لم يواجه استعمار الأعداء الطبيعية الإعاقة.

بالنسبة للعاشبات المخفية، ثمة حاجة إلى استخدام مفصل أكثر لإطار التجميع بهدف التنبؤ بتأثير الإدارة في نوع أو مجموعات معينة من الأعداء الطبيعية. وتتعرض العاشبات المخفية إلى هجوم أشباه الطفيليات أكثر من المفترسات، ولهذا عدد من التأثيرات في استدامة تجمع الأعداء الطبيعية الوظيفية. وتعتبر أشباه الطفيليات أكثر تخصصاً من المفترسات، وبذلك ثمة احتمال أكبر بأن تعتمد على عدد صغير من الأنواع المضيفة. ومع المتخصصات ثمة تأثر محتوم بين الزيادات في وفرة العائل، مثلما يحدث مع ظهور آفة ما على سبيل المثال، واستجابة العدو الطبيعي. وهذا ما يزيد من احتمال وصول الآفات إلى

كثافات ضارة قبل أن يحدّ العدو الطبيعي من أعداد هذه الآفات. وعليه، فإن الهدف المهم لإدارة الآفات يتمثل في المحافظة على ديناميكات مستقرة لأشباه الطفيليات والمضيف. وهذا ما قد يشتمل على توفير غذاء تكميلي لأشباه الطفيليات، مثل مصادر الرحيق التي توفرها الأعشاب داخل المحصول أو بالقرب منه (خفض المعوقات البيئية)، وإدارة الأراضي (مساحات صغيرة للحقول، وعدم تزامن في الدورات المحصولية، واستخدام مبيدات الآفات) لضمان مصادر استعمار محلية (خفض معوقات الانتشار). وقد تحمل هذه الأخيرة أهمية خاصة للحشرات المختصة المعروف بأنها أشد حساسية لتقسيم الموئل وفقاً لموقعها الاغتذائي وحجم جسمها (تشارنتكي وبراندل 2004).

قد تتجسد الممارسة البديلة أو التكميلية في ضمان وجود معقد فعال للأعداء الطبيعية العمومية أو استخدام أصناف نباتية تمنح بعض المقاومة للآفات المستهدفة (توماس 1999)، والتي قد تبطئ أو تؤخر من بناء العشائر (بصورة أساسية من خلال توفير بعض حالات الموت الإضافية المستقلة عن الكثافة) مما يتيح للأنواع الرئيسة لأشباه الطفيليات التأسيس خلال فترة أبكر من دورة عشيرة الآفة. وقد نوقش مثل هذا النهج لمكافحة ذبابة تثأليل الأرز الإفريقي (*Orseolia oryzivora*)، إذ مع أن النوعين الرئيسين لأشباه الطفيليات معروفان بتسببهما في انخفاض كبير في أعداد ذبابة التثأليل، إلا أن تأثيرها المنظم غالباً ما يأتي في وقت متأخر جداً في الموسم لا يقي من حدوث الضرر الاقتصادي (ف. نويلين، تواصل شخصي، 2002). وعلى نحو مثير للاهتمام، فإن هذا الدور التكميلي للأعداء الطبيعية العمومية يزيد من أهمية تنوع الأعداء الطبيعية في النظام ككل، مع أن تنظيم عشائر الآفات قد يعتمد على بعض الأعداء المختصة فقط. وهذا ما يؤكد أهمية الرؤى الزراعية والبيئية في سياق مناسب ضمن النظام الذي تطبق فيه (في هذه الحالة يمثل السياق الاقتصادي لمكافحة الآفات، وليس بالضرورة السياق الديناميكي لعشيرة ما).

الاستنتاج

أدى هذا التطبيق للنظريات البيئية لتجميع التنوع الحيوي ووظيفته في التفاعلات ما بين الآفات والأعداء الطبيعية إلى الخروج بعدد من الفرضيات حول استجابة مكافحة الآفات لإدارة النظام الزراعي–البيئي. ويؤدي فحص شبكات الغذاء المبسطة إلى تنبؤات بكيفية استجابة الآفات ذات الصفات المعينة إلى فقد تنوع الأعداء الطبيعية. ويشير التحليل الذي أجريناه إلى أن الآفات التي تتم مكافحتها باستخدام أعداء عمومية على نحو واسع قد تظهر عتبة أو فقداً تدريجياً في المكافحة مع انخفاض تنوع الأعداء الطبيعية. وبالنسبة لهذه

الأنواع، قد تكون تقنيات الإدارة المصممة للحفاظ على تنوع الأعداء الطبيعية من خلال تعديل المعوقات الحيوية والبيئية ومعوقات الانتشار كافية بصفة عامة لمنع ظهور الآفة. وبالعكس، قد تشهد العاشبات التي تكافح بأعداء طبيعية مختصة استجابات لا يمكن التنبؤ بها من حيث الانخفاض في تنوع الأعداء الطبيعية. وفي هذه الحالات، فإن ثمة حاجة إلى فهم عمليات الانتشار والاستعمار الذي تقوم بها الآفات والأعداء الطبيعية للتنبؤ باستجابة مكافحة الآفة اتجاه فقد تنوع الأعداء الطبيعية. وتتيح لنا التعميمات الحيوية حول الأعداء الطبيعية المختصة التنبؤ بتأثيرات الإدارة الزراعية في معوقات الانتشار والمعوقات البيئية والأحيائية التي تحدد وفرتها.

وفي وجهة نظرنا، لا يمكن سوى من خلال ربط العمليات البيئية لتجميع ووظيفة التنوع الحيوي أن نجيب بفعالية عن أسئلة حول التأثير المحتمل الذي يحدثه النشاط البشري في وظيفة النظام البيئي عن طريق تأثيرات التنوع الحيوي. وبينا أنه يمكن لصفات معينة للأنواع أن تربط استجابتها بتغيرات يحدثها الإنسان في النظام البيئي مع صفاتها الوظيفية. ورغم أننا اقتصرنا في مناقشتنا على مكافحة الآفات، إلا أننا نعتقد أن نهجاً مماثلة قد تتيح لنا التنبؤ بدقة أكبر بتأثير الإدارة في عمليات أخرى للنظام البيئي. وقد يتيح لنا فحص الصفات الحيوية وتفاصيل عملية النظام البيئي والكائنات الحية المشاركة الانتقال من الجدل حول سيطرة تأثيرات التنوع أو تأثيرات التركيبة إلى التنبؤ بالظروف التي ستؤدي إلى سيطرة تأثيرات التركيبة أو التنوع.

كلمة شكر

هذا الفصل هو نتاج مشروع بحثي ممول من قسم التنمية الدولية (DFID) في المملكة المتحدة لفائدة البلدان النامية (R7570 برنامج بحوث وقاية المحاصيل). وليس بالضرورة أن تعبر الآراء الواردة في هذا الفصل عن وجهات نظر DFID.

References

Afun, J. V. K., D. E. Johnson, and A. Russell- Smith. 1999. Weeds and natural enemy regulation of insect pests in upland rice: A case study from West Africa. *Bulletin of Entomological Research* 89:391–402.

Altieri, M. A. 1991. Increasing biodiversity to improve insect pest management in agroecosystems. In D. Hawksworth, ed., *The Biodiversity of Microorganisms and Invertebrates: Its Role in Sustainable Agriculture*. Wallingford, uk: cab International.

Altieri, M. A. and L. L. Schmidt. 1986a. Cover crops affect insect and spider populations in apple orchards. *California Agriculture* 40:15–17.

Altieri, M. A. and L. L. Schmidt. 1986b. The dynamics of colonizing arthropod communities at the interface of abandoned, organic and commercial apple orchards and adjacent woodland habitats. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 16:29–43.

Andow, D. A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36:561–586.

Barrion, A. T., J. A. Litsinger, E. B. Medina, R. M. Aguda, J. P. Bandong, P. C. Pantua Jr., V. D. Viajante, C. G. de la Cruz, C. R. Vega, J. S. Soriano Jr., E. E. Camañg, R. C. Saxena, E. H. Tyron, and B. M. Shepard. 1991. The rice *Cnaphalocricis* and *Marasmia* (Lepidoptera: Pyralidae) leaffolder complexes in the Philippines: Taxonomy, bionomics and control. *Philippines Entomologist* 8:987–1074.

Belyea, L. R. and J. Lancaster. 1999. Assembly rules within a contingent ecology. *Oikos* 86:402–416.

Carmona, D. M. and D. A. Landis. 1999. Influence of refuge habitats and cover crops on seasonal activity- density of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in field crops. *Environmental Entomology* 28:1145–1153.

Chapin, F. S., B. H. Walker, R. J. Hobbs, D. U. Hooper, J. H. Lawton, O. E. Sala, and D. Tilman. 1997. Biotic control over the functioning of ecosystems. *Science* 277:500–504.

Cohen, J. E., K. Schoenly, K. L. Heong, H. Justo, G. Arida, A. T. Barrion, and J. A. Litsinger. 1994. A food- web approach to evaluating the effect of insecticide spraying on insect pest population- dynamics in a Philippine irrigated rice ecosystem. *Journal of Applied Ecology* 31:747–763.

Cornell, H. V. and B. A. Hawkins. 1993. Accumulation of native parasitoid species on introduced herbivores: A comparison of hosts as natives and hosts as invaders. *American Naturalist* 141:847–865.

de Kraker, J., R. Rabbinge, A. van Huis, J. C. van Lenteren, and K. L. Heong. 2000. Impact of nitrogenous- fertilization on the population dynamics and natural con

trol of rice leaffolders (Lep.: Pyralidae). *International Journal of Pest Management* 46:219–224.

Dyer, L. A. and G. Gentry. 1999. Predicting natural- enemy responses to herbivores in natural and managed systems. *Ecological Applications* 9:402–408.

Finke, D. L. and R. F. Denno. 2004. Predator diversity dampens trophic cascades. *Nature* 429:407–410.

Fridley, J. D. 2001. The influence of species diversity on ecosystem productivity: How, where, and why? *Oikos* 93:514–526.

Ghilarov, A. M. 2000. Ecosystem functioning and intrinsic value of biodiversity. *Oikos* 90:408–412.

Gurr, G. M., S. D. Wratten, and J. M. Luna. 2003. Multi- function agricultural biodiversity: Pest management and other benefi ts. *Basic and Applied Ecology* 4:107–116.

Hawkins, B. A. 1990. Global patterns of parasitoid assemblage size. *Journal of Animal Ecology* 59:57–72.

Hawkins, B. A., H. V. Cornell, and M. E. Hochberg. 1997. Predators, parasitoids, and pathogens as mortality agents in phytophagous insect populations. *Ecology* 78:2145–2152.

Hawkins, B. A. and P. Gross. 1992. Species richness and population limitation in insect parasitoid–host systems. *American Naturalist* 139:417–423.

Heinrichs, E. A. and O. Mochida. 1984. From secondary to major pest status: The case of insecticide- induced rice brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, resurgence. *Protection Ecology* 1:201–218.

Heong, K. L. 1991. Management of the brown planthopper in the Tropics. In *Migration and Dispersal of Agricultural Insects*, 269–279, Tsukuba, Japan, September 25–28, 1991.

Hooper, D. U. 1998. The role of complementarity and competition in ecosystem responses to variation in plant density. *Ecology* 79:704–719.

Horn, D. J. 1988. *Ecological Approach to Pest Management.* New York: Guilford.

Huston, M. A. 1997. Hidden treatments in ecological experiments: Re- evaluating the ecosystem function of biodiversity. *Oecologia* 110:449–460.

Keddy, P. A. 1992. Assembly and response rules: Two goals for predictive community ecology. *Journal of Vegetation Science* 3:157–164.

Kelt, D. A., M. L. Taper, and P. L. Meserve. 1995. Assessing the impact of competition on community assembly: A case- study using small mammals. *Ecology* 76: 1283–1296.

Kenmore, P. E., F. O. Cariño, C. A. Perez, V. A. Dyck, and A. P. Gutierrez. 1984. Population regulation of the rice brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) within

rice fi elds in the Philippines. *Journal of Plant Protection in the Tropics* 1:19–37.
Knops, J. M. H., D. Tilman, N. M. Haddad, S. Naeem, C. E. Mitchell, J. Haarstad, M. E. Ritchie, K. M. Howe, P. B. Reich, E. Siemann, and J. Groth. 1999. Effects of plant species richness on invasion dynamics, disease outbreaks, insect abundances and diversity. *Ecology Letters* 2:286–293.
Kruess, A. and T. Tscharntke. 1994. Habitat fragmentation, species loss, and biological control. *Science* 264:1581–1584.
Landis, D. A., S. D. Wratten, and G. M. Gurr. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45:175–201.
Lawton, J. H. and V. K. Brown. 1993. Redundancy in ecosystems. In E.- D. Schulze and H. A. Mooney, eds., *Biodiversity and Ecosystem Function,* 255–270. Berlin: Springer- Verlag.
Letourneau, D. K. and B. Goldstein. 2001. Pest damage and arthropod community structure in organic vs. conventional tomato production in California. *Journal of Applied Ecology* 38:557–570.
Loevinsohn, M. E. 1994. Rice pests and agricultural environments. In E. A. Heinrichs, ed., *Biology and Management of Rice Insects,* 487–513. New Delhi: Wiley Eastern. Loreau, M. and A. Hector. 2001. Partitioning selection and complementarity in biodiversity experiments. *Nature* 412:72–76.
Losey, J. E. and R. F. Denno. 1998. Positive predator–predator interactions: Enhanced predation rates and synergistic suppression of aphid populations. *Ecology* 79:2143–2152.
Luna, M. and N. Sánches. 1999. Parasitoid assemblages of soybean defoliator Lepidoptera in north- western Buenos Aires province, Argentina. *Agricultural and Forest Entomology* 1:255–260.
Memmott, J., N. D. Martinez, and J. E. Cohen. 2000. Predators, parasites and pathogens: Species richness, trophic generality and body sizes in a natural food web. *Journal of Applied Ecology* 69:1–15.
Menalled, F. D., P. C. Marino, S. H. Gage, and D. A. Landis. 1999. Does agricultural landscape structure affect parasitism and parasitoid diversity? *Ecological Applications* 9:634–641.
Mills, N. J. 1994. Parasitoid guilds: Defi ning the structure of the parasitoid communities of endopterygote insect hosts. *Environmental Entomology* 23:1066–1083.
Mooney, H., J. Lubchenco, R. Dirzo, and O. Sala. 1995a. Biodiversity and ecosystem functioning: Basic principles. In V. Heywood, ed., *Global Biodiversity Assessment,* 279–323. Cambridge, uk: Cambridge University Press.
Mooney, H., J. Lubchenco, R. Dirzo, and O. Sala. 1995b. Biodiversity and ecosystem

functioning: Ecosystem analyses. In V. Heywood, ed., *Global Biodiversity Assessment*, 347–452. Cambridge, uk: Cambridge University Press.

Naeem, S. 2000. Reply to Wardle et al. *Bulletin of the Ecological Society of America* 81:241–246.

Naeem, S., F. S. Chapin III, R. Costanza, P. R. Ehrlich, F. B. Golley, D. U. Hooper, J. H. Lawton, R. V. O'Neill, H. A. Mooney, O. E. Sala, A. J. Symstad, and D. Tilman. 1999. Biodiversity and ecosystem functioning: Maintaining natural life support pro cesses. Ecological Society of America. *Issues in Ecology* 4:1–12.

Naeem, S. and S. B. Li. 1997. Biodiversity enhances ecosystem reliability. *Nature* 390:507–509.

Naylor, R. L. and P. R. Ehrlich. 1997. Natural pest control services and agriculture. In G. C. Daily, ed., *Nature's Ser vices*, 151–174. Washington, dc: Island Press.

Ooi, P. A. C. and B. M. Shepard. 1994. Predators and parasitoids of rice insect pests. In E. A. Heinrichs, ed., *Biology and Management of Rice Insects*, 586–612. New Delhi: Wiley Eastern.

Petchey, O. L., P. T. McPhearson, T. M. Casey, and P. J. Morin. 1999. Environmental warming alters food- web structure and ecosystem function. *Nature* 402:69–72.

Pimentel, D. 1961. Species diversity and insect populations outbreaks. *Annals of the Entomological Society of America* 54:76–86.

Rosenheim, J. A., H. K. Kaya, L. E. Ehler, J. J. Marois, and B. A. Jaffee. 1995. Intraguild predation among biological- control agents: Theory and evidence. *Biological Control* 5:303–335.

Sala, O. E., W. K. Lauenroth, S. J. McNaughton, G. Rusch, and X. Zhang. 1996. Biodiversity and ecosystem functioning in grasslands. In H. A. Mooney, J. H. Cushman, E. Medina, O. E. Sala, and E. D. Schulze, eds., *Functional Roles of Biodiversity: A Global Perspective*, 129–149. New York: Wiley.

Schläpfer, F., B. Schmid, and I. Seidl. 1999. Expert estimates about effects of biodiversity on ecosystem pro cesses and ser vices. *Oikos* 84:346–352.

Schmidt, M. H., A. Lauer, T. Purtauf, C. Thies, M. Schaefer, and T. Tscharntke. 2003. Relative importance of predators and parasitoids for cereal aphid control. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 270:1905–1909.

Schwartz, M. W., C. A. Bringham, J. D. Hoeksema, K. G. Lyons, M. H. Mills, and P. J. van Mantgem. 2000. Linking biodiversity to ecosystem function: Implications for conservation ecology. *Oecologia* 122:297–305.

Settle, W. H., H. Ariawan, E. T. Astruti, W. Cahyana, A. L. Hakim, D. Hindayana, A. S. Lestari, and P. Sartanto. 1996. Managing tropical pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. *Ecology* 77:1975–1988.

Snyder, W. E. and A. R. Ives. 2001. Generalist predators disrupt biological control by

a specialist parasitoid. *Ecology* 82:705–716.

Snyder, W. E. and D. H. Wise. 1999. Predator interference and the establishment of generalist predator populations for biocontrol. *Biological Control* 15:283–292.

Sunderland, K. 1999. Mechanisms underlying the effects of spiders on pest populations. *Journal of Arachnology* 27:308–316.

Swift, M. J., J. Vandermeer, P. S. Ramakrishnan, J. M. Anderson, C. K. Ong, and B. A. Hawkins. 1996. Biodiversity and agroecosystem function. In H. A. Mooney, J. H. Cushman, E. Medina, O. E. Sala, and E. D. Schulze, eds., *Functional Roles of Biodiversity: A Global Perspective*, 261–297. New York: Wiley.

Thies, C. and T. Tscharntke. 1999. Landscape structure and biological control in agroecosystems. *Science* 285:893–895.

Thomas, M. B. 1999. Ecological approaches and development of "truly integrated" pest management. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 96:5944–5951.

Thomas, M. B., S. D. Wratten, and N. W. Sotherton. 1991. Creation of island habitats in farmland to manipulate populations of benefi cial arthropods: Predator densities and emigration. *Journal of Applied Ecology* 28:906–917.

Thomas, M. B., S. D. Wratten, and N. W. Sotherton. 1992. Creation of island habitats in farmland to manipulate populations of benefi cial arthropods: Predator densities and species composition. *Journal of Applied Ecology* 29:524–531.

Tilman, D., C. L. Lehman, and K. T. Thomson. 1997. Plant diversity and ecosystem productivity: Theoretical considerations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 94:1857–1861.

Tonhasca, A. and D. N. Byrne. 1994. The effects of crop diversifi cation on herbivorous insects: A meta- analysis approach. *Ecological Entomology* 19:239–244.

Tscharntke, T. and R. Brandl. 2004. Plant–insect interactions in fragmented landscapes. *Annual Review of Entomology* 49:405–430.

Wain house, D. and T. H. Coaker. 1981. The distribution of carrot fl y (*Psila rosae*) in relation to the fauna of fi eld boundaries. In J. M. Thresh, ed., *Pests, Pathogens and Vegetation: The Role of Weeds and Wild Plants in the Ecology of Crop Pests and Diseases*, 263–272. London: Pitman.

Walker, B. H. 1992. Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation Biology* 6:18–23.

Wardle, D. A. 1999. Is "sampling effect" a problem for experiments investigating biodiversity–ecosystem function relationships? *Oikos* 87:403–407.

Wardle, D. A., M. A. Huston, J. P. Grime, F. Berendse, E. Garnier, W. K. Lauenroth, H. Setälä, and S. D. Wilson. 2000. Biodiversity and ecosystem function: An issue in ecology. *Bulletin of the Ecological Society of America* 81:235–239.

Weibull, A. C., O. Östman, and A. Granqvist. 2003. Species richness in agroecosystems: The effect of landscape, habitat and farm management. *Biodiversity and Conservation* 12:1335–1355.

Wellnitz, T. and N. Poff. 2001. Functional redundancy in heterogeneous environments: Implications for conservation. *Ecology Letters* 4:177–179.

Wilby, A. and M. B. Thomas. 2002a. Are the ecological concepts of assembly and function of biodiversity useful frameworks for understanding natural pest control? *Agricultural and Forest Entomology* 4:237–243.

Wilby, A. and M. B. Thomas. 2002b. Natural enemy diversity and natural pest control: Patterns of pest emergence with agricultural intensifi cation. *Ecology Letters* 5:353–360.

Yachi, S. and M. Loreau. 1999. Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: The insurance hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the* USA 96:1463–1468.

فوائد التنوع الوراثي ومخاطره

د. جافريس. أ. براون. ف. إمبروس، ج. أوتشوا، م. صديقي، ي. كارامورا، ب. تروتمان، و م. فينتش

D. I. JARVIS, A. H. D. BROWN, V. IMBRUCE, J. OCHOA, M. SADIKI,

E. KARAMURA, P. TRUTMANN, AND M. R. FINCKH

اقتنع المزارعون لآلاف السنين بتفشي الآفات والأمراض التي تهدد محاصيلهم ومصادر معيشتهم. ويعد إرثهم الخاص من الأصناف أو السلالات المحلية المستأنسة متنوعاً وراثياً على نحو ملحوظ، سواء بين العشائر أو داخلها. والسؤال الذي يطرح نفسه تلقائياً هو إن كان صون هذا التنوع على مستوى المزرعة، لاسيما صون المورثات التي تؤثر في التفاعلات ما بين المضيف–الممرض، قد قدم للمزارعين استراتيجية فعالة ضد المرض، أو إن كان قد منح فرصة لتطور تنوع مناوئ في عشائر الممرضات. وبعبارة أخرى، هل يفيد التنوع الوراثي للمحصول في الحد من المرض مع الوقت؟ أو أنه خطر يفسح المجال أمام ظهور سلالات ممرضة خارقة؟

تلخص فرضيتان متناقضتان القضية الرئيسة الواجب حلها لتحقيق إدارة فضلى للتنوع الوراثي على مستوى المزرعة. ويمكن توضيحهما ببساطة من زاوية إن كان المزارع يعتمد على الزراعة المتنوعة، وتحقيق خليط من الطرز الوراثية التي تختلف في بنية المقاومة1، أو زراعة نباتات صنف محصولي وحيد 2 محمي بشكل ما من أشكال المقاومة.

تبعاً لفرضية فائدة التنوع، تعتبر القاعدة الوراثية المتنوعة للمقاومة مفيدة للمزارع على اعتبارها تحقق إدارة أكثر استقراراً للضغط الذي يحدثه المرض مما تحققه زراعة محصول وحيد. وهذا يعود إلى أن الجانب النظري والتجريبي يشير إلى كيفية انهيار مقاومة

محصول وحيد بسهولة وإخفاق كامل العشيرة، بينما سيحتاج الحقل المتنوع وراثياً إلى نسبة أقل من طرز المقاومة المختلفة للانهيار في المكان عينه عند الإصابة بضرر مرض مقارن.

أما الفرضية الأخرى، أو فرضية خطر التنوع، فتقول جدلاً أن زراعة صنف وحيد يحمل مورثات متعددة للمقاومة، أو في الحقيقة شكلاً مركباً لمقاومات عديدة وراثية رئيسة مختلفة وراثياً تمثل الخيار الأفضل الأكثر استقراراً على اعتبار أن عشائر الممرض تبقى منخفضة جداً. ويجب أن تكون الطفرات المشتركة المضاعفة أو المتعددة المطلوبة للتغلب على كافة المقاومات نادراً جداً. وبالمقارنة المبسطة، تتوقع هذه الفرضية بأن العشائر المضيفة الخليطة ذات الطرز الوراثية التي تختلف في مقاومتها لمجموعات مختلفة من الطرز الممرضة ستتيح لعشائر الممرضات المتنوعة التزايد، واحتمال ظهور طرز ممرضة جديدة لسلالات خارقة من خلال طفرات خطوة وحيدة، أو من خلال التأشيب. ولا يزال الجدل حول هذه الفرضية يحظى بكثير من المناقشة (موندت 1990، 1991؛ كولمر وآخرون 1991)، حيث من الصعوبة بمكان تحديد التهديد الذي تشكله السلالات الخارقة تجريبياً.

نناقش في هذا الفصل الدليل الذي يظهر أن تنوع الأصناف المحلية ينقص من الحساسية الوراثية اتجاه الممرضات. ويتمثل الهدف الأخير من هذا البحث في اكتشاف متى وكيف يكون لاستخدام الأصناف المحلية للمحاصيل والطرز الوراثية تأثير مفيد في الإصابة بالآفات والأمراض يصب في صالح المزارعين. ونناقش أي نمط من البحوث سيكون ضرورياً كي نقرر بين الفرضيتين ونحدد الاستخدام الأمثل للتنوع من أجل إدارة ضغوط الممرضات. وأخيراً، نلاحظ أن المزارع يحتل مركز مثلث المضيف–الممرض–البيئية وأن الأصناف المحلية للمحاصيل (السلالات المحلية) التي تدار لفترة طويلة، والنظم الزراعية المتدنية المدخلات تعد مستودعات للتباين الوراثي الناجم عن التفاعل الديناميكي بين المضيف، والآفة، والبيئية، والمزارع.

سرعة التأثر الوراثي والتوافق الوراثي

في الماضي وتحديداً في الثلاثينات من القرن المنصرم، أدرك علماء الزراعة التبعات التي قد تضر بزراعة مساحات واسعة بأصناف وحيدة متوافقة (مارشال 1977). وتعرف هذه الحالة بسرعة التأثر الوراثي المتزايدة لأنها تزيد من خطر الأوبئة المرضية.3 ويتوافق النقص المتوقع في سرعة التأثر الناجم عن زراعات متغايرة وراثياً مع فرضية فائدة التنوع. من ناحية أخرى، تؤثر الأمراض بشكل كبير في الإنتاج، ولاسيما في البلدان النامية. إذ يفقد حوالي 30% من الحصاد السنوي العالمي نتيجة الإصابة بالأمراض والآفات في

البلدان النامية (إوريكي وآخرون)، ومن الناحية السطحية، تتوقع فرضية خطر التنوع أن الأصناف التقليدية هي عرضة لهذه الخسارة وتشرح شدة المرض في البلدان النامية. غير أن الاستراتيجيات غير المناسبة أو المحددة لتطوير مورثات المقاومة التي تتجاهل التعقيدات البيئية والزراعية في النظم التقليدية تقع عند قاعدة هذه التعميمات.

تمثل مجاعة البطاطا بفعل دخول ممرض اللفحة المتأخرة (*Phytophthora infestans*) في منتصف الأربعينات من القرن التاسع عشر مثالاً خطيراً لسرعة التأثر الوراثي المرافق للتوافق الوراثي، حيث أدت إلى خسائر مدمرة في المحصول (شومان 1991). والمثال الآخر يكمن في الإصابة بالصدأ خلال الفترة 1979–1980 على قصب السكر الكوبي (الذي سببه *Puccinia melanocephala*) حيث كان صنف واحد يغطي 40% من مساحة قصب السكر، وأسفرت الإصابة عن خسائر بلغت 500 مليون دولار أمريكي (منظمة الأغذية والزراعة 1998:32). ودمرت لفحة أوراق الذرة الجنوبية (التي تسبب بها *Cochliobolus carbon-um*) ما قيمته 1 مليار دولار أمريكي من الذرة في الولايات المتحدة في السبعينات من القرن المنصرم (أولستروب 1972). وأدت حساسية خمسة أصناف تجارية رئيسة للموز اتجاه مرضsigatoka الأسود الفطري (الذي يسببه *Mycosphaerella fijiensis*) إلى خسائر في أمريكا الوسطى قدرت بحوالي 37% من غلال الموز لديهم (منظمة الأغذية والزراعة 1998). ورغم توافر إجراءات مكافحة المرض، إلا أنها كلفت أمريكا الوسطى وكولومبيا والمكسيك 350 مليون دولار أمريكي وسببت مشكلات صحية خطيرة للإنسان من خلال تعرضه لمبيدات الآفات. ويسبب فيروس موزاييك المنيهوت خسائر في الغلة تصل حتى 40% في بعض أجزاء إفريقيا، حيث يعتمد الكثيرون على المنيهوت كمصدر تغذوي مهم (أوتيم– نابي وثريش 1998). ومعظم نباتات تكاثر المطاط في العالم تنحدر من تهجينات تعتمد على تباين وراثي محدود جداً (أولدفيلد 1989). وللفحة الأوراق في أمريكا الجنوبية، التي يسببها *Microcyluc ulei*، تاريخ في تدمير مزارع المطاط في أمريكا الجنوبية، وتبقى العقبة الرئيسة أمام تنمية زراعة المطاط هناك ممثلة في التباين الكبير في لفحة الأوراق (ريفانو 1997). أما التهديد الحقيقي للفحة أوراق شجرة المطاط فيصب في آسيا، حيث ينتج فيها90 %من المطاط. وفي الوقت الراهن، تعتبر هذه المنطقة خالية من الأمراض، إلا أن نباتات التكاثر تعتبر شديدة الحساسية (كومبانون 1998؛ كينيدي ولوكس 1999).

ينجم كثير من الضرر عن تطور سلالات جديدة للآفات والممرضات التي تتغلب على مورثات المقاومة التي تنتشر في الوقت الراهن فوق مساحات واسعة. وعند إنتاج أصناف جديدة ذات مورثات جديدة للمقاومة، فإن مقاومتها قد تقتصر على بعض المواسم الزراعية بسبب نشوء طرز ممرضة جديدة. إلا أن استخدام المورثات قد يزيد أيضاً من تعقيد الممرض. فعلى سبيل المثال، وفي سيناريو يشير إلى فرضية خطر التنوع بشكل أكبر، كانت بعض السلالات المحلية للكينوا في الإكوادور مقاومة لعزلات منخفضة الشراسة للبياض الزغبي

الإطار 11. 1 نشر أصناف مقاومة جديدة والتحولات في القدرة الإمراضية في الإكوادور

جرى تتبع التطور في الصدأ الأصفر على القمح، والبياض الزغبي على الكينو (quinoa)، وصدأ الفاصولياء، وممرضات الفحومة بشيء من التفصيل في الإكوادور.

كانت بنية العشيرة لممرض الصدأ الأصفر (*Puccinia striiformis f. sp.tritici*) بسيطة جداً في مطلع السبعينات من القرن الماضي، بما في ذلك جزء شرس على كافة الأصناف التمايزية المستخدمة لتوصيف السلالة (INIAP 1974) . وفي مسح عام 1991، حدد أتشوا وآخرون (1998) الشراسة لمورثات مقاومة الصدأ الأصفر (Yr1، و Yr2، و Yr3، و Yr6 ، و Yr7، و YrA). ومنذ تلك الفترة حددت الشراسة للمورثة Yr9 ومورثات أخرى في العشيرة الإكوادورية. وفي الوقت الراهن، تغلبت الممرضات على كافة مورثات المقاومة الرئيسة المتاحة للمربين.

بدأت تربية الكينو اعتماداً على انتخاب السلالات في مطلع الثمانينات من القرن الماضي واستمرت حتى أوائل التسعينات من نفس القرن. واختبرت أصول وراثية محلية ومدخلة من بيرو وبوليفيا في مواقع عديدة، واعتمدت أربع أصناف: كوشاسكي، وإمبايا، وتونكاهاونا، وإنغابيركا. وكانت المقاومة للبياض الزغبي الذي يسببه فطر *Peronospora farinose f. sp. Chenopodii* معياراً رئيساً للانتخاب في هذا البرنامج. وفي دراسة لبنية عشيرة *P. farinose* خلال الفترة 1994–1995، وجدت أربع مجموعات للطرز الممرضة، والتي تختلف على نحو واضح في الشراسة بخطى وحيدة متعاقبة. ووجدت العزلة غير الشرسة (V1-group) مرة واحدة في سلالة محلية في أوتافالو. وكانت العزلات غير الشرسة كهذه أكثر شيوعاً في نظام الكفاف السابق المعتمد على الكينو قبل بدء التربية. ويحمل الصنف إمبايا عامل المقاومة R1، بينما يحمل الصنف إنغابيركا عامل المقاومة R2 (يعود بأصله إلى بيرو وبوليفيا)، ويفتقر الصنف تونكاهاون المعتمد مؤخراً إلى عامل المقاومة. ويعتبر عامل المقاومة R1 شائعاً في السلالات المحلية، أما R3 فأكثر شيوعاً في سلالات متقدمة. وكانت غربلة الأصول الوراثية لمقاومة عزلات الممرض في مجموعة V4 غير ناجحة حتى الآن (أوتشوا وآخرون 1999).

حدث تطور سريع في النظام الممرض للكينو بالبياض الزغبي خلال هذه الفترة القصيرة من بيئة التربية. ويفترض أن تكون عزلات الشراسة المنخفضة خلال هذه الفترة القصيرة والتي تبدوا أقل عدائية وأقل تعقيداً شائعة في النظم الزراعية–البيئية. وعلى النقيض من ذلك، فإن العزلات الشرسة أكثر شيوعاً في أصناف الكينو الحديثة، ربما بسبب المستويات الأعلى من العدائية. وفي ممرض الكينو بالبياض الزغبي، يبدو أنه تتساوى سرعة التكيف مع كفاءة متخصصات اغتذائية حيوية أخرى.

يعتبر صدأ الفاصولياء (*Uromyces appendiculatus*) والفحومة (*Colletotrichum lindemuthianum*) معوقين خطيرين على زراعة الفاصولياء القصيرة (bush bean) في الإكوادور. ومن بين 21 عزلة انتخبت وفقاً لتباينها، جرى تحديد 17 طرازاً وراثياً مختلفاً للصدأ. وكانت أربعة من أصل 20 عزلة تمايزية حساسة. إلا أن الأصناف المحلية والسلالات المحلية كانت أكثر فائدة في التمييز بين الطرز الممرضة التي تشير إلى تطور النبات العائل والممرض. ووجد أن معظم الأصناف التجارية الحديثة حساسة للصدأ (أوتشوا وآخرون 2002).

يتبع في الصفحة 296

يتبع من الصفحة 295

ومثلما هي النتائج بالنسبة للصدأ، فإن المتمايزات الشكلية كانت أقل كفاءة في التمييز بين طرز الفحومة الممرضة. ووجدت ست سلالات باستخدام مجموعة التمايز. إلا أنه جرى تمييز 12 نماطاً مختلفاً عند إدخال أصناف محلية وسلالات محلية. وبشكل عام مع صدأ الفاصولياء، كانت معظم الأصناف التجارية حساسة (فاليكوني وآخرون 2003).

ورغم أن المقاومة للصدأ والفحومة تشكل هدفاً مهماً عند تربية الفاصولياء، إلا أن النوعية الحبية هي الهدف المهيمن عند الاعتماد. ويعد الصنف الأكثر انتشاراً "باراغاتشي" حساساً جداً لكل من الصدأ والفحومة على حد سواء.

ولا يعد صنف "جيما" متكيفاً مع الوديان المنخفضة التي يشكل فيها الصدأ عقبة أمام زراعته، إلا أنه يزرع في مناطق معرضة للفحومة وهو صنف حساس لهذا الممرض. وظهر هذا التناقض الواضح لأن تربية الفاصولياء وانتخابها للمقاومة جرت خارج البلد، ولم يختبر سوى التكيف والغلة المحتملة قبل اعتماد الصنف. بدلاً من ذلك كان ثمة حاجة إلى برامج تربية لتطوير المقاومات المتعددة في الأصناف المناسبة للظروف المحلية.

التي كانت شائعة قبل استخدام المورثة. لكن، مع الزراعة المتزايدة للسلالات المحلية المقاومة، انتشرت سلالات الممرضات المطورة والتي كانت شرسة اتجاه المقاومة المفرطة الحساسية (أوتشوا وآخرون. 1999؛ الإطار 11. 1). ومن الصعوبة بمكان إرساء النتائج الوبائية الحقيقية لهذا التدخل بسبب عدم المعرفة بمدى زراعة السلالات المحلية المقاومة.

تكيف السلالات المحلية مع بيئة الممرض

يبدو أن الطرز المختلفة للمقاومة تنتشر في السلالات المحلية للمحاصيل (تيشوم وآخرون 2001). وهذا يعزى إلى التطور المشترك طويل الأجل بين الآفات وأنواع المضيف في مراكز التنوع الأولية والثانوية. وبالنسبة لكثير من أنواع المحاصيل، قد تتصادف مراكز تنوعها الوراثي مع مراكز تنوع الآفات أو الممرض (ليبيك 1970؛ آلين وآخرون 1999).

مع تنقل الإنسان حول العالم مع محاصيله، انتقلت معه الأصول الوراثية المقاومة وكذلك السلالات الشرسة للممرضات. وتتطور مورثات المقاومة استجابة لممرضات جديدة، لكن قد توجد بقاوة المقاومة الموجودة أصلاً في منطقة ما إن كانت المحاصيل متصلة تاريخياً مع المرض. وأدت هذه الظاهرة إلى حدوث مقاومة خارج المركز الأولي للتنوع، والمثال هو مقاومة التبقع الشوكولاتي (الذي يسببه *Botrytis fabae*) على الفول في الأنديز (هانونيك وروبيرتسون 1987). وكان وصول هذا المحصول إلى القارة الأمريكية أول مرة منذ عدة مئات من السنين، أما مركز تنوعه فيقع في الهلال الخصيب.

قد تشير الأنماط الجغرافية المميزة لمقاومة العائل المتعلقة بوجود الآفات والأمراض

إلى عملية التطور المشترك. وفي غربلة مجموعات الشعير العالمية، وجد كوالسيت (1975) أن المقاومة لفيروس تقزم واصفرار الشعير (BYDV) توجد بشكل كبير في إثيوبيا، التي تمثل مركز التنوع. واستنتج كوالسيت أن طفرات المقاومة لفيروس BYDV حدثت في إثيوبيا، وأن وجود المرض هو سبب للتصديق أن الانتخاب الطبيعي فضل أصناف الشعير المقاومة. وقام سوبراهمانيام وآخرون (1989) بغربلة مجموعة عالمية من الفول السوداني لمقاومة الصدأ الذي يسببه *Puccinia arachinidas* وتبقع الأوراق الذي يسببه *Phaeoisariopsis personata* . ووجدوا أن 75% من المدخلات المقاومة جاءت من منطقة تارابوتو في بيرو. وتعد بيرو مركزاً ثانوياً لتنوع الفول السوداني الذي تطور من مركز أولي للاستئناس في جنوبي بوليفيا.

وثمة دليل على أن السلالات المحلية متكيفة مع بيئتها الأحيائية، التي تشتمل على آفات وممرضات. ولاحظ ليبيك (1970)، وهارلان (1977)، وبودينهاجن (1983) أن أكبر أعداد مورثات مقاومة الأمراض تأتي من أصول محلية تعايش فيها العائل والممرض لفترات زمنية طويلة. ومع أن بعضاً من هذه العشائر قد تكون متدنية الغلة، إلا أن التباين الوراثي للمقاومة داخلها وبينها أعطى درجة ما من الضمان ضد خطر الأوبئة.

تجتمع قوى انتخابية أخرى مع ضغط الممرض والأهمية النسبية لمرض ما في بيئة العائل لتحديد شدة الانتخاب للمقاومة. فعلى سبيل المثال، يمكن أن تكون الإصابة الوبائية بلفحة الأرز أحياناً (التي يسببها *Pyricularia grisea*) مدمرة في المناطق المرتفعة من بوتان، حيث قد تأتي على كامل المحاصيل. وهذا يدل على أن اللفحة تمثل ضغطاً انتخابياً قوياً. مع ذلك، فإن مقاومة البرودة تمثل صفة حيوية قد تكون القوة الانتخابية المهيمنة في هذا النظام (ثينلاي 1998).

ويناقش الإطار 11. 2 بحوث جرت مؤخراً حول الأصناف المحلية للفول في المغرب كمصادر مقاومة لمرضين رئيسين يصيبان المجموع الورقي للمحصول، هما التبقع الشوكولاتي، ولفحة الأسكوكيتا. والنقطة المثيرة للاهتمام بصفة أساسية في هذا العمل هو غربلة جزء كبير مع عزلات محلية لممرضات في ظروف المختبر وظروف الحقل على حد سواء. ووجد أن عشائر العائل متعددة أشكال المقاومة، حيث أشار التحليل الوراثي إلى أنها متعدد المورثات وجزئية في حالة التبقع الشوكولاتي على الفول.

إضافة إلى مورثات المقاومة عينها، قد تنجم استجابات المقاومة في السلالات المحلية عن بعض الاختلافات المورفولوجية، أو من الصفات المرتبطة، أو من تأثيرات غير مباشرة. وكانت الطرز ذات الساق الصلبة في السلالات المحلية التركية للقمح مقاومة للدبور المنشاري، بينما لم تكن الطرز ذات الساق الجوفاء كذلك (داميان وآخرون 1997). وفي شرقي إفريقيا، ارتبطت الاستجابة للانتخاب لتحمل الأمطار الغزيرة بمقاومة الفحومة (تروتمان وآخرون 1993).

الإطار 11. 2 أصناف مغربية محلية كمصادر للمقاومة متعددة المورثات

يشكل التبقع الشوكولاتي، الذي يسببه فطر *Botrytis fabae*، المرض الورقي الأكثر تدميراً لمحصول الفول (*Vicia faba* L.) في المغرب. ويمكن لهذا الممرض أن يقلص الغلال بنحو 80%سنوياً في الظروف المثلى لتطور المرض. وقد عمل بوحسن وآخرون (2003 أ) على تحديد وذكر مصادر المقاومة في الأصول الوراثية المحلية. لذلك أجريت غربلة 136 مدخلا محلياً للفول لمقاومة فطر *B. fabae*. واختبرت الاستجابات في ظروف حقلية على أوراق منزوعة مع حقن اصطناعي باستخدام سلسلة محلية لـ *Botrytis*. وتم الكشف عن اختلافات معنوية بين الطرز الوراثية لرد الفعل اتجاه المرض في كلا الاختبارين، حيث أبدت تسعة مدخلات مقاومة واضحة في الحقل وفي المختبر على حد سواء، في حين أبدا مدخلان مقاومة شديدة. غير أنه لم يلاحظ وجود مقاومة كاملة، حيث استنتج المؤلفون أن هذه الطرز الوراثية تتسم بمقاومة جزئية، ربما عند المكافحة متعددة المورثات.

وحلل بوحسن آخرون (2003ب) المكونات الوبائية لهذه المقاومة الجزئية للتبقع الشوكولاتي باستخدام خمس سلالات مختلفة استنبطت من خمسة أصناف فول محلية مختلفة، أظهرت مستويات مختلفة من الحساسية الحقلية للمرض. ووجدوا أن مكونات قطر الآفة، وفترة الكمون، وعدد الأبواغ في الوريقة شاركت بشكل معنوي في توصيف المقاومة الجزئية. ولا يبدو أن لفترة الحضانة أي دور. هذا وقد اعتمد هذا العمل على عزلات محلية للفطر.

تعتبر لفحة الأسكوكيتا، التي يسببها فطر *Ascochyta fabae* Speg ، واحدة من الأمراض الوظيفية الرئيسة للفول حول العالم. ويمكن لهذا الفطر أن يضر بكامل الأجزاء الهوائية للنبات، مسبباً خسائر فادحة في المنتج كماً ونوعاً. وتعتبر المقاومة الوراثية واحدة من المكونات الرئيسة للمكافحة المتكاملة للمرض. ومن خلال شبكة تعاونية (FRYMED)، جرت غربلة الأصول الوراثية المحلية في شمالي إفريقيا لمعرفة مصادر المقاومة لهذا الممرض بهدف استنباط تجميعة مورثات مقاومة (خراط وآخرون. 2002). وتمت غربلة ما مجموعه 309 مدخلاً (منها 106 تعود بمنشئها إلى المغرب) في الحقل بعد حقن عزلة ممرض محلي FRY AFT04. وأعيد اختبار السلالات الأكثر مقاومة للتأكد من مقاومتها في الحقل وفي غرفة النمو تحت ظروف اصطناعية لعزلتين شرستين (AFT04 FRY و AFT37 FRY). وأدت هذه الاختبارات إلى تحديد 18 مدخلاً مقاوماً للفول. وأظهرت بعض المدخلات مقاومة أفضل على السوق أكثر منه على الأوراق، وتم الاحتفاظ بها للإبقاء على القاعدة الوراثية للمقاومة بأوسع ما يمكن. وتم تحديد كافة المدخلات تقريباً على أنها مقاومة أو مقاومة جزئياً وتنتمي إلى طرز ذات بذور صغيرة ومتوسطة، إلا أنها ذات تباين كبير من حيث مدة الدورة وبعض من الصفات المورفولوجية الأخرى. وأدخلت هذه الطرز المقاومة إلى مجموعة التجميعة الوراثية الخاصة بمرض الأسكوكيتا المحفوظة في معهد الحسن الثاني IAV، في الرباط، بالمغرب.

تمثل الهجن المركبة أو العشائر الكتلية المتباينة جداً من الناحية الوراثية نظماً تجريبية مثيرة للاهتمام يمكن أن تصف كيفية تطور العشائر لتواجه الضغوطات التي تسببها عشائر ممرضة مختلفة (براون 1999). وعمل ألارد (1990) على تحليل المناحي الزمنية في مقاومة السفعة (التي يسببها *Rhynchosporium secalis*) في هجن الشعير المركبة، وتوصل إلى أن ليس كافة أليلات المقاومة مفيدة، إذ أن بعضها يضر بالغلة، والقدرة على التكاثر، والتكيف. كما استنتج أيضاً أن الطرز الممرضة تختلف في قدرتها على التغلب على أليلات مقاومة متنوعة، وقدرتها على إصابة العائل وإلحاق الضرر فيه. وثمة جوانب عديدة متداخلة لنظام الممرضات بطرق تؤثر في ديناميكيات العشائر للعائل والممرض، بما في ذلك تكرار أليلات المقاومة في عشيرة العائل وأليلات الشراسة في عشيرة الممرض.

قد تسهم آليات عديدة في إحداث تغييرات على مستوى الإصابة المرضية أو شدتها (نقصها في العادة) لدى عشائر العائل ذات المقاومة المتنوعة (وولف وفينك 1997). ويدرج فيما يلي سبع من هذه الآليات، حيث تنطبق الآليات الأربع الأولى على كافة الخلائط والعشائر المتباينة بغض النظر عن تخصص الممرض في العائل موضع الدراسة. أما الآليات الثلاث الباقية فتنطبق على نظم العائل–الممرض مع مقاومة نوعية.

• المسافة الكبيرة بين النباتات ذات الطرز الوراثية الأكثر حساسية في العشيرة تنقص من كثافة الأبواغ واحتمال سقوط بوغ شرس على عائل حساس.

• تعمل النباتات المقاومة كحواجز تقي من انتشار الممرض

• يمكن لانتخاب طرز وراثية أكثر تنافسية ومقاومة في عشائر العائل أن تنقص من الشدة الكلية للمرض.

• يمكن لزيادة التنوع في عشيرة الممرض بحد ذاتها أن تنقص من المرض (ديليون ومونت 1994).

• عند حدوث تخصص للمرض في طرز وراثية للعائل، فإن تفاعلات المقاومة التي تحرضها أبواغ غير شرسة قد تمنع أو تؤخر الإصابة بأنواع شرسة مجاورة (مثل البياض الدقيقي على خلائط الشعير [تشين و وولف 1984] والصدأ الأصفر على القمح [لانو وآخرون. 1994؛ كالونيك وآخرون. 1996]).

• قد تُنقص التفاعلات بين سلالات الممرض (كالتنافس على نسيج العائل المتوافر) من شدة المرض

• تعتبر تأثيرات الحواجز متبادلة، أي قد تعمل نباتات طراز وراثي واحد للمضيف كحاجز أمام الممرض المختص في طراز وراثي مختلف؛ وأن نباتات هذا الطراز الأخير ستعمل كحاجز للممرض المختص في الطراز الوراثي الأول.

تنطبق هذه الآليات على الأمراض المنقولة عبر الهواء، والماء، والتربة. وعليه، قد تظهر خلائط الطرز الوراثية للمضيف التي تتباين من حيث استجابتها لطيف من الأمراض النباتية استجابة عامة لهذه الأمراض ترتبط مع مستويات المرض على المكونات الأكثر مقاومة في العشيرة. فضلاً عن ذلك، عندما تتأثر طرز وراثية معينة بالمرض، فإن غلال أفراد أخرى أكثر مقاومة تعوض عنها.

تطور الممرضات استجابة لإدارة مقاومة العائل

تختلف البيئة الأحيائية للسلالات المحلية عن البيئية اللاأحيائية من ناحيتين على الأقل. الناحية الأولى هي أن هذه البيئة تمثل بشكل محتمل هدفاً استجابياً متحولاً، قادراً على التغير للإيفاء بفرص تطورية جديدة والتوافق مع التغيرات التي تصيب العائل. وأما الناحية الناحية، فهي أن مكون الممرض مخفي جزئياً بحيث أن الأمراض المحتملة الواقعة تحت السيطرة حالياً في العشيرة قد لا تشكل تهديدات مثبتة. وعليه، فإن وجود ممرض خطير يتطلب أن يكون تطور المرض على نباتات مضيفة نوعية مثبتاً، بينما تكون إجهادات التربة والمناخ واضحة في منطقة ما من خلال بيانات فيزيائية أو حيوية.

يتمثل القلق الخطير في إمكانية قيام عشائر العائل المتغايرة وراثياً بالانتخاب لمقاومة السلالات الخارقة، الأمر الذي قد يؤدي إلى فقد متزامن في كافة المقاومات. إلا أن فكرة سيادة سلالة ممرضة ما قادرة على الهجوم على كافة الطرز الوراثية ستضعف بوجود عشائر للمضيف ذات تعقيد متزايد على اعتبار أن الفائدة الانتقائية للقدرة على الهجوم على أكثر من مضيف واحد تتناقص مع زيادة عدد الطرز الوراثية المختلفة (وولف وفينك 1997). من ناحية أخرى، فإن زيادة تنوع المقاومة قد تخفض من تكيف عشائر المحاصيل أو استخدامها أو قيمتها لدى المزارعين. وعليه، ثمة مستوى أمثل في تعقيد المضيف.

توجد استراتيجيات أخرى تتعلق بتأثير تطور السلالات الخارقة. فعلى سبيل المثال، يشير بعض الباحثين أنه داخل عشائر محلية قد تكون الاستراتيجية التطورية المثلى متمثلة في تطور أنماط تكميلية للتباين الوراثي لمقاومة المضيف وشراسة الممرض (مكدونالد وآخرون. 1989). وثمة مراجع مادية نظرية وعملية تتحرى مثل هذه الاستراتيجيات لعمل خلائط مقصودة، حيث لا يعرف سوى القليل عن هذا الجانب في السلالات المحلية التقليدية.

تدور مناقشات واسعة حول التأثيرات طويلة الأجل لانتشار مورثات المقاومة على البنية الوراثية لعشائر الممرض. وقد أكدت كثير من الدراسات الموجهة نحو النماذج التطورية المشتركة في النظم الزراعية على أهمية تكاليف الملاءمة المرتبطة بالمقاومة والشراسة. إلا أن مثل هذه التكاليف صعبة التوثيق. فإن كان للشراسة تكاليف تتلاءم مع الممرض،

عندها ستبطئ الخلائط التي تحمل مورثات مقاومة مختلفة من سرعة تطور الممرض، وستسيطر سلالات بسيطة على عشيرة الممرض. إلا أن النماذج الأخيرة تشير إلى أن الآليات غير كلفة الشراسة تحمل التأثير عينه (لانو وموندت 1996؛ فينك وآخرون. 1998).

كيف كانت استجابة الممرضات مع تعديل المزارعين للتنوع الوراثي في محاصيلهم؟ قد يكون لهذا السؤال المهم إجابات كثيرة مع وجود النظم المحصولية، إلا التعميم السائد هو أن التحولات التطورية في الممرض هي الأساس. ويعرض الإطار 11. 1 بعض الأمثلة من البحوث الأخيرة في الإكوادور التي تركز على الحالات المعقدة التي تنشأ في انتشار المورثات المقاومة. ويمكن أن يسبب الاستخدام دون الأمثل لأصناف مقاومة تحولات غير مقصودة وغير مرغوبة في شراسة الممرض والتي يجب أن تقابل باستخدام مصادر أكثر مقاومة.

استخدام التنوع الوراثي لإدارة الأمراض

قام المزارعون ومربو النبات على السواء بانتخاب واستخدام طرز وراثية تتسم بمقاومة للآفات والممرضات التي تصيب محاصيلهم، كما طوروا النظم الزراعية التي تقلص من الضرر الناجم عنها (فرانكيل وآخرون، 1995؛ فينك و وولف 1997؛ ثينالي وآخرون. 2000أ). ونناقش هنا ثلاثة أنواع من استخدام الطرز الوراثية: الاستخدام المباشر من قبل المزارعين، واستخدام المقاومة في الخلائط، والاستخدام في برامج التربية.

الاستخدام المباشر من قبل المزارعين

يدرك المزارعون التقليديون للاختلافات بين الأصناف من حيث حساسيتها لممرضات رئيسة ويعملون على استثمار هذه الاختلافات. ويقدم الإطار 11. 3 مثالاً عن استخدام المزارعين لتنوع الطرز الوراثية للتكيف مع مجموعة من الأمراض والآفات في الموز في أوغندا. وغالباً ما تضاف الحساسية اتجاه الأمراض إلى قائمة معقدة من المعايير التي تحدد اختيار المزارعين للبذور، حيث يعكس هذا الاختيار التوسط بين المعايير المتناقضة، أو قد يختار المزارعون عدة أصناف لتلبية احتياجاتهم المختلفة.

الإطار 11. 3. إدارة أمراض تبقع الأوراق في نظم إنتاج الموز في المناطق المرتفعة من شرقي إفريقيا

يقدر تنوع أصناف الموز في منطقة البحيرات العظمى الواقعة في شرقي إفريقيا بـ 100-150 صنفاً (كارامورا وكارامورا 1995). وتتشابك زراعة الموز بشكل كبير مع النسيج الاجتماعي–الثقافي للمجتمعات التي تستخدم الأسر فيها كل جزء من النبات. وتستخدم أصناف مختلفة كدواء وفي تنفيذ طقوس ارتبطت بثقافة المجتمع كالولادة، والموت، والزواج. وفي دراسة عرقية–نباتية، ذكر كارامورا وآخرون (2003) سبعة معايير يستخدمها المزارعون في انتخابهم للتربية، خمسة منها ارتبطت بالآفات والأمراض. إضافة إلى ذلك، فإن الممارسات المرتبطة بالثقافة ككقطع الخلفات، والزراعة العميقة، وقلع القرم بعد الحصاد تشكل إجراءات تمارس لإدارة الآفات والأمراض في نظم الكفاف القائمة على الموز.

وتشكل أصناف موز الأراضي المرتفعة في شرقي إفريقيا، AAA-EAHB (كارامورا 1999)، مجموعة فريدة في منطقة البحيرات العظمى في شرقي إفريقيا، والتي تعتبر الآن كمركز ثانوي لتنوع الموز (كارامورا وآخرون 1999). ورغم أن هذه المجموعة تسيطر على المحصول في تلك المنطقة (78%)، إلا أن ثمة مجموعات أخرى للموز اشتملت على موز bluggoe (ABB)، وموز الصحراء (AAA-Gros Michel) ، و (AB Sukali Ndiizi)، وموز الجنة (Gonja–AAB) التي تزرع في خلائط مع AAA-EAHB التي تتراوح من 30-40 صنفاً مختلفاً في المزرعة.

وفي هذه المنطقة، يتعرض المحصول إلى هجوم من عدد من الأمراض الفيروسية، والفطرية، والبكتيرية، وكذلك من الآفات، وجميعها تظهر تنوع الاستجابات التي يبديها المحصول. ويتمثل الإجهاد الرئيس بين هذه الإجهادات في معقد تبقع الأوراق: سيغاتوكا الأسود الذي يسببه Morelete *Mycosphaeralla fijiensis*، و المبغثرة المبقعة speckle *Cladosporium* الذي يسببه المُبَغْثَرَةُ المَنْسونِيَّة؛ و سيغاتوكا الأصفر، الذي يسببه Mycosphareallа alocisum Leach. وأحياناً، قد يهاجم المحصول في مناطق ذات ظروف دافئة ورطبة من قبل مرض التبقع العيني (*Drechslera* sp.).

درس توشيمريروي (1996) الإصابة بأمراض تبقع الأوراق وتوزعه في منطقة البحيرات العظمى، مع التركيز بصورة خاصة على الموز في المناطق المرتفعة. وأظهرت نتائجه طيفاً من الاستجابات عبر العشائر النباتية من حيث الأمراض المختلفة لتبقع الأوراق. ويلخص الإطار 11. 3 هذه الأمراض بالنسبة لـ M. musicola، حيث كانت إصابة أصناف AAA–EAHB في التجارب (إينتوندو، مبوازيروم، ناكيتيمبي) بمستواها الأدنى، بينما كان إصابة موز "البيرة"، صنف كاينجا، هي الأعلى. وفي مزرعة عادية في مناطق يسود فيها المرض، يشكل هذا الصنف في العادة أقل من 5% من مجموع النباتات (كارامورا وكارامورا 1995). وهذا ما قد يبقي لقاح المرض بمستوى منخفض في الحديقة ويقلص خسائر المزارعين إلى الحد الأدنى. وتتباين الاستجابة اتجاه مرض سيجاتوكا الأسود (M. fijiensis)) مع سيجاتوكا الأصفر. وتبدي أصناف ABB مستوى مرتفعاً من المقاومة، بينما يظهر AAA-EAHB حساس جداً.

يتبع من الصفحة 302

جدول الإطار 11. 3. الإصابة في سيجاتوكا الأصفر ورد فعل مجينات الموز اتجاه سيكاتوكا الأسود

الصنف	المجين	M. musicola	الإصابة	سيجاتوكا الأسود	الاستجابة
كاينجا	ABB	72%	حساس	0.1 ± 7.1	مقاومة
Gros Michel	AAA	19%		±0.3 5.2	
3 أصناف	AAA-EAHB	7%	مقاومة	--	
الكثير من الأصناف	AAA-EAHB	--		00 4.7±	حساسة
سوكالي نديزي	AB	--		0.1 5.4±	
موز الجنة	ABB	--		0.2 4.8±	

المصدر: توشيميريروي (1996)

* قيست الاستجابة وفق أصغر ورقة مبقعة (± الخطأ القياسي للمتوسط)، اعتبار ورقة القمع أو الورقة غير المتفتحة صفراً. وفي الأصناف الحساسة، تظهر الأعراض بسرعة على الأوراق الفتية، بينما في الأصناف المقاومة، الأوراق الأكبر هي التي تظهر عليها الأعراض.

يتبع في الصفحة 304

يتبع من الصفحة 303

وتشتمل النتائج الموصوفة هنا على أن التنوع داخل الأنواع يمكن أن يسهم في إدارة تبقع الأوراق في الموز. ومع قيام المزارعين بزراعة أصناف متعددة، فإنهم يعملون على حماية غلالهم من الخسائر الكلية التي قد تنجم عن التباين أو التغير في عشيرة الممرض، وبذلك يضمنون الأمن الغذائي والدخل للأسر. وفي منطقة البحيرات العظمى، يواجه المزارعون مشكلة المرض على مستويين. المستوى الأول أنهم يستفيدون من التباين بين المجينات. وتعتبر أصناف ABB حساسة لسيجاتوكا الأصفر، لكنها مقاومة لسيجاتوكا الأسود. والعكس صحيح بالنسبة لموز المناطق المرتفعة في شرقي إفريقيا. كما يختلف نطاق المرضين تبعاً للحرارة، حيث تصاب المناطق المرتفعة الأكثر برودة بسيجاتوكا الأصفر بينما المناطق الأكثر انخفاضاً ودفئاً فتصاب بسيجاتوكا الأسود.

أما المستوى الثاني، فقد يستخدم المزارعون التباين داخل المجموعة الفرعية مثل Lujugira-Mutika ، حيث أكثرها حساسية هي تلك ذات النضوج المبكر (9-12 شهراً)، بينما الأكثر مقاومة هي ذات العزوق الكبيرة والنضوج المتأخر (12-15 شهراً). وستنجو الأصناف التي تتسم بنضوج مبكر من موسم رطب واحد على الأقل، والذي ينتشر خلاله تبقع الأوراق، وتكون الغلال أعلى مما هو متوقع. وعلى مستوى النظام المحصولي، يميل المزارعون إلى زراعة أصناف حساسة لكنها مبكرة النضوج، بينما يعمد مزارعو المناطق المنخفضة إلى زراعة أصناف مقاومة أو متحملة.

سلالات متعددة وخلائط لمكافحة المرض

في كثير من مناطق العالم، ثمة تفضيلات محلية لدى المزارعين بزراعة خلائط أصناف توفر المقاومة لآفات وأمراض محلية وتعزز من استقرار الغلة (تروتمان وآخرون 1933). وعليه، يمكن للتنوع داخل الأصناف (من خلال خلائط الأصناف، أو السلالات المتعددة، أو النشر المبرمج لأصناف مختلفة في بيئة الإنتاج عينها) أن ينقص من الضرر الذي تحدثه الآفات والأمراض (الإطار 11. 4).

أما النهج الآخر المتوافر لدى المزارعين فهو استخدام خلائط من أصناف تقليدية وأصناف حديثة مقاومة للحد من الضرر الناجم عن الآفات والأمراض وبذلك الإبقاء على الأصناف التقليدية واستخدامها على مستوى المزرعة (زهو وآخرون 2000؛ الفصل 12). وأظهر بيندي وتروتمان (1992) وتروتمان وبيندي (1994) على امتداد ثلاثة مواسم أن إضافة صنف مقاوم إلى25– 50% من الفاصولياء المحلية الذي كان حساساً لتبقع الأوراق الزاوي (ALS) (الذي يسببه *Colletotrichum lindemuthianum*) قد عمل على حماية المكونات الحساسة في الخليط المحلي وزاد من الغلال بشكل معنوي فوق المستوى المتوقع.

الإطار 11. 4. شرقي إفريقيا: استخدام المزارعين للتنوع الوراثي للفاصولياء الشائعة للحد من المرض

تمثل منطقة البحيرات العظمى في شرقي إفريقيا مركز ثانوياً لتنوع محصول غذائي محلي رئيس، ألا وهو الفاصولياء الشائعة (*Phaseolus vulgaris*). تزرع الفاصولياء كخلائط وراثية، التي تفضل لأسباب تعود إلى غلالها الأعلى، واستقرارها الأكبر من حيث الإنتاج (فوس 1992). ويسهم المزارعون بجزء محوري في تطوير وتغيير التنوع الوراثي المتوافر لتحسين الإنتاج إلى المستوى الأمثل في بيئات شديدة التباين. ومن الناحية التقليدية، يتم انتخاب خليط لكل حقل والاحتفاظ به بشكل منفصل، حيث يعتبر كل من هذه الحقول فريداً من حيث الانحدار، والتعرض للشمس، وتعرض التربة للمطر، وعوامل أخرى. في بادئ الأمر، عندما يستقر المزارعون في منطقة ما أو يزرعون حقلاً جديداً، يقومون باستنباط خليط من خلال زراعة أكثر ما يمكن من المصادر المتباينة للبذور في كل حقل، وحصاد الأصناف الباقية، وتكرار العملية لمواسم وسنوات. وفي النهاية، تضاف معايير انتخاب أخرى لبلوغ أهداف أخرى من قبيل ما تفضله الأسر من حيث المذاق، واللون، والطبخ. وتضاف أصناف جديدة بشكل انتقائي إلى خلائط في مرحلة لاحقة فقط، وتحديداً بعد اختبارها بشكل منفصل. وبدون انتخاب المزارعين، تتغير تركيبة الخلائط بسرعة. وعليه، تأتي تركيبة خلائط المزارعين إما حصيلة الانتخاب الطبيعي أو نتيجة إدارة المزارعين. وتعتبر المستويات الأساسية للمقاومة لممرضات محلية متأصلة في هذه الخلائط، حيث يزيد مستوى المقاومة في مناطق تكون مواتية بنسبة أكبر للممرضات (تروتمان وآخرون. 1993). وبصورة خاصة، وفي ظروف متحكم بها، تمتلك الأصناف مقاومة لسلالات محلية لـ *Colletotrichum lindemuthianum*، وهو العامل المسبب لمرض قاتل في الغالب يسمى الفحومة (Anthracnose). ومع ذلك تتباين خلائط المزارعين من حيث عدد أنماط البذور (تنوع غنى الخليط) ونسبة أنماط المكون (التنوع في التساوي)، اعتماداً على المنطقة. وتزداد المقاومة للطرز الممرضة المحلية لـ *C. lindemuthianum* لدى أصناف من مناطق ذات ظروف تناسب الفحومة أكثر كلما زاد الارتفاع، وهذا ينطبق على عدد من الأصناف ذات المستويات المرتفعة من المقاومة. وتشتمل الطرائق الإضافية التي يدير من خلالها المزارعون المقاومة للأمراض على استخدام هندسة النبات، وإزالة البذور المتضررة عند الانتخاب، وتمييز استخدام التنوع الوراثي وفق الزمان والمكان.

يجب على الأصناف أن تقاوم الأمطار، إذ تعتبر المقاومة للأمطار والغلال المعيارين الأكثر أهمية لدى المزارعين عند انتخاب الأصناف. ورغم أن الأمراض بصفة عامة لا تُميز عموماً بشكل فردي، إلا أنها تتعلق بالأمطار. فالأمطار ترتبط بتعفن الأوراق أو الجذور (كما يبدو من منظور المزارعين)، وتتسبب بفقد الأوراق (تروتمان وآخرون 1996). وتفضل هندسة النبات التي تمكن النباتات من النجاة من تأثيرات الأمطار، حيث تنتخب أنماط معينة من قوة النبات اعتماداً على الظروف. كما ينشر المزارعون تنوعهم الوراثي باستخدام الخلائط في الموسم المطري الأول والثاني. وبشكل تلقائي يتم الاحتفاظ ببذور كل موسم لكل حقل. وتتداخل هذه الاستراتيجية مع الدورات الزراعية. إضافة إلى ذلك، يتم الإبقاء على الحقول صغيرة، وغالباً ما تزرع الفاصولياء

يتبع في الصفحة 306

يتبع من الصفحة 305

مع محاصيل أخرى كالموز، والبطاطا الحلوة، والذرة الصفراء. ويتمثل التأثير الكلي في تعزيز التباين الوراثي لإدارة الأمراض من خلال التباين في مكانه، أو تكراره، أو شدته، أو فترته. وبهذه الطرائق، يدعم المزارعون المحليون استخدام التنوع الوراثي المتوافر إلى ما وراء نشر المورثات التي تمنح صفة المقاومة لممرضات محلية داخل المحصول.

إلا أنه لم تزدد فوائد الغلال بدون ضغط من الأمراض. فتبقع الأوراق الزاوي يشكل عاملاً مهماً يحد من الغلة، ويمكن لمصدر جديد من المقاومة أن يحدث تأثيراً كبيراً في غلال الخلائط التقليدية. كما يمكن لهذه المقاومات واستخدامها في الخلائط أن تساعد على الحفاظ على الأصناف التقليدية والحد من إقصائها نتيجة زراعة محصول وحيد.

القصة أكثر تعقيداً من ذلك. إذ لم تكن فوائد الغلة من الخلائط المقاومة الجديدة في التجارب المتعددة المواقع محددة مثلما حدده تصنيف الشدة. وفي هذه المواقع، كان العامل المتفاعل المحتمل مرضاً آخر، وهو التبقع الورقي الدقيقي (الذي يسببه *Ramularia pha-seoli*) والذي كان الصنف المقاومة لتبقع الأوراق الزاوي حساساً له. وتبرز هذه النتائج المصاعب النمطية التي يواجهها المربون إذ يتعين عليهم انتخاب المقاومة لأمراض متعددة من بين صفات أخرى. واقترح وولف (1985) أن خلائط الأصناف قد تساعد على تحقيق هذا الهدف بفعالية أكبر، لأنها ستكون كافية إن كانت مكونات أخرى في الخليط مقاومة لأمراض مختلفة.

السلالات المتعددة هي خلائط لسلالات أو أصناف متشابهة وراثياً تختلف فقط في مقاومتها لطرز ممرضة مختلفة. وتستخدم في الحبوب في الولايات المتحدة (فينك و وولف 1997) وفي البن (*Cofea Arabica*) في كولومبيا. وهناك يعد صنف كولومبيا سلالة متعددة لسلالات البن ذات المقاومة المتباينة للصدأ (الذي يسببه *Hemilera vastatrix*) ويزرع فوق مساحة تنوف على 360,000 هكتار (مورينو–رويز وكاستيلو–زاباتا 1900؛ براونينغ 1997).

تقدم دراسات الأوبئة لعشائر الممرضات في خلائط الأصناف التجريبية والسلالات المتعددة اختباراً تجريبياً حول إمكانية إنقاص التغاير في مقاومة عشيرة سلالة محلية من انتشار المرض. وقام وولف (1985) بمراجعة ما يزيد على 100 ملاحظة من هذا الدليل التجريبي ووجد أن معدل الإصابة في المكون الأكثر حساسية في الخلائط الثنائية كان 25% من معدل الإصابة في القطع النقية. واقترب معدل الإصابة الكلية في خلائط

الأصناف من معدل المكون المقاوم المزروع وحده. كما وجد أن الخلائط أكثر كفاءة عموماً من السلالات المتعددة بسبب مستواها الأعلى من التغاير الوراثي.

أما الموضوع الآخر موضع الجدل والذي يدعم الخصائص التكيفية للمقاومة المتعددة فهو سيادتها في عشائر النباتات البرية. فقد قام بوردون (1987) بمراجعة الدليل الذي قدمته ثمانية أنواع للأعشاب والأشجار الحراجية بالإضافة إلى الشوفان، والغليسين، والنفل، حيث أظهرت أن العشائر النباتية غالباً ما تكون ذات أشكال متعددة في استجابتها للممرضات. وفي نظام *Linum marginale- Melampsora linii* البري، تقوم عشائر النباتات الطبيعية الأكثر مقاومة بإيواء عشائر الصدأ الأكثر شراسة (ثرال وبوردون 2003). ومع ذلك، تعد سيادة المرض في هذا النظام أدنى في عشائر العائل مع تنوع وراثي أكبر للمقاومة. وقدمت ملاحظات مشابهة جداً بالنسبة للسلالات المحلية للأرز ولفحة الأرز (ثينلاي وآخرون 2000 ب).

يمثل التنافس والتعويض التفاعلان الأكثر أهمية بين الطرز الوراثية داخل العشائر النباتية، حيث يؤثر كل منهما في الغلة واستقرارها. وفي غياب المرض، تميل الخلائط إلى إعطاء غلال حول متوسط المكونات، ومعدل عام أكبر قليلاً من المتوسط (فينك و وولف 1997). وقد تظهر الزيادات في غلة خلائط الطرز الوراثية جزئياً الفرق بين المكونات في الموائل (فينك ومونت 1992). ويمكن للتضاد الحيوي والتعاون غير المعروف المنشأ أن يلعب دوراً أيضاً.

تكون مستويات المرض في الخلائط دائماً أدنى من المستويات العادية لمكوناتها (بوردون 1987؛ بوردون وجاروز 1989). وفي حال وجود المرض، غالباً ما تعطي خلائط الأصناف غلالاً أكبر من متوسط غلال المكونات المزروعة في قطع نقية (فينك و وولف 1997). ورغم أن الارتباط بين شدة المرض والغلة غالباً ما يكون واضحاً في القطع النقية، إلا أنه ليس كذلك دائماً في الخلائط (فينك وآخرون 1999). وهذا يعود إلى أن الارتباط بين شدة المرض والغلة لنباتات مكون واحد في الخليط غالباً ما يكون ضعيفاً. وتتمثل أحد الأسباب المهمة لذلك في تأثيرات المرض في التفاعلات التنافسية بين الأصناف (فينك ومونت 1992؛ فينك وآخرون 1999).

التربية

بسبب القيمة التي تحملها مورثات المقاومة بالنسبة لبرامج التربية، قام كثير من الباحثين بغربلة عينات من البنك الوراثي لسلالات محلية وأقارب برية للمحاصيل، وكذلك عينات جمعت حديثاً من الحقل. ولدى تفسير نتائج مثل هذه الدراسات، من الأهمية بمكان أن نضع بعين الاعتبار الفترة التي جمعت فيها عينات البنك الوراثي، والأنماط الممرضة المستخدمة

لاختبار المقاومة (تيشوم وآخرون 2001). ويعتبر العامل الزمني مهماً بسبب تغير الممرض وعشائر المضيف مع الوقت في الحقل. وقد تظهر مجموعات المقارنة التي شكلت خلال فترات مختلفة تنوعاً مضللاً في الاستجابة، حيث لا تعرف مستويات التنوع الموجودة خلال فترة واحدة. ورغم أن استخدام الطرز المرضية غير المحلية في اختبار استجابة المقاومة لدى السلالات المحلية ذو صلة بأهداف التربية النوعية، إلا أن بيانات هذا الطراز قد لا تكون مفيدة في دراسة عمليات التطور المشترك في الموقع.

على اعتبار أن السلالات المحلية غالباً ما تكون متنوعة من حيث المقاومة، فإن من الأهمية بمكان أيضاً استخدام عينات كبيرة بما يكفي لإجراء غربلة ضد سلالات ممرضة متعددة. وغالباً تكون المقاومة محمولة على جزء محدد من السلالة المحلية (ثينلاي وآخرون 2000 ب). إضافة إلى ذلك، حتى المحاصيل ذات التزاوج الداخلي السائد ستهجن خارجياً بدرجة ما عند الاحتفاظ بها كسلالة متنوعة وبذلك قد تنعزل وتظهر تغيرات في المقاومة مع الوقت (فينك 2003).

عادة ما يبدأ استخدام المربين لأنماط المقاومة في السلالات مع غربلة الأصول الوراثية. فعلى سبيل المثال، قام ناجاسا (1987) بغربلة سلالات محلية للقمح الإثيوبي لاستجابتها إلى صدأ الأوراق (الذي يسببه *Puccinia recondite*) ووجد مقاومة متوسطة لعزلة كانت شرسة على ست مورثات. وبالتالي قام ديك وسيكس (1995) باختبار إن كانت مثل هذه المقاومة قابلة للانتقال ضمن برنامج لتربية القمح. وأظهرت الاختبارات التي تستخدم التهجينات والتهجينات الرجعية، أن المقاومة في القمح رباعي الصيغة الصبغية وسداسي الصيغة الصبغية لصدأ الأوراق وصدأ الساق (الذي يسببه *P. graminis* f. sp. *tritici*) كانت عملية.

وفي السلالات المحلية الإثيوبية للشعير، وجد أليمايهو وبارليفليت (1996) غياب إلى حد ما لمقاومة رئيسة خاصة بالسلالة وتكرار كبير في المستويات المتوسطة للمقاومة الجزئية لـ *Puccinia hordei*. وتشكل التربية لمقاومات كمية، أو جزيئية أو متعددة المورثات صعوبات في التربية الحديثة للنبات، حيث يمكن أن تساعد أحياناً من قبل واسمات وراثية مرتبطة. وبالعكس، تعتبر جهود التربية الواسعة في نظم تشاركية تضم المزارعين في حقولهم مشجعة كما هو موضح في الإطار 11. 5.

يمكن تناول المقاومة التي تعتبر قاعدتها الوراثية معقدة بطرائق مختلفة عن تربية النسب. ومنذ تمييز الممرضات "كأعداء متنقلة" (ستاكمان 1947)، دافع كثير من المربين عن استخدم تنوع مورثات المقاومة للتكيف مع عشائر الممرضات المتطورة إذا لم نقل الوقاية منها (كنهج سونيسن عام 1956 بعنوان "التربية التطورية للنبات"؛ لي بولك وآخرون 1994). ومن بين مفاهيم التربية الأخرى، يستفيد انتخاب العشائر، والهجن المركبة، والهجن العليا، والسلالات المتعددة من التنوع داخل الصنف (فينك و وولف 1997).

الإطار 11. 5 استجابة الأصناف المحلية للانتخاب التشاركي المتكرر في المغرب

أثبت تعزيز الأصول الوراثية في المغرب اعتماداً على الانتخاب المتكرر أنه نهج كفء لتحسين عشائر الفول، لاسيما من حيث الصفات الكمية (صادقي وآخرون 2000). وتستقطب هذه الاستراتيجية الاهتمام كطريقة للانتخاب التشاركي للنبات بهدف تحسين الأصول الوراثية المحلية للفول. واستكملت ثلاث دورات من انتخاب صفات متعددة في عائلة إخوة غير أشقاء لمكونات الغلة والمقاومة لـ *Botrytis fabae* تحت العدوى الطبيعية في عشيرة واسعة استنبطت من أصناف محلية (صادقي وآخرون 2000). وأظهر تقييم الاستجابة للانتخاب تحقيق مكاسب معنوية على صعيد الغلة وتحسن المقاومة لـ *Botrytis* بنسبة 54%. وحرضت أول دورة الاستجابة الأكبر لانتخاب كامل الصفات. ويظهر هذا النهج إمكانية المزارعين المحليين على تحسين أصنافهم محلياً من خلال زيادة تكرار الطرز الوراثية المقاومة للمرض والتي تضم مورثات المقاومة. ومع ذلك، فإن العشائر المحسنة لا تزال متنوعة بشكل يبعث على التقدير بالنسبة لصفات مرئية، وبالنسبة لرد الفعل اتجاه المرض عينه. ويتم انتخاب العشائر المحسنة مقابل عشائر محلية للممرض.

دور المزارعين في تشكيل التنوع الوراثي المتزامن التطور

يغير المزارعون التركيبة الوراثية لمحاصيلهم وكذلك البيئة الأحيائية واللاأحيائية في حقولهم وحولها، ويخلقون بذلك ضغوطات انتخابية واضحة في النظم الزراعية. كما تلاحظ أربعة أنواع من الإدارة الوراثية.

الانتخاب للتنوع الوراثي للمحصول

ثمة تأثير واضح وكبير لاختيار المواد الزراعية من قبل المزارعين في عشائر الممرضات. وتختلف المحاصيل من حيث الدرجة التي تشتمل فيها معايير انتخاب المزارعين للبذور بشكل صريح أو فعال لتجنب ضرر الممرضات. وبالنسبة للكثير من المحاصيل (كالفول، الإطار 11. 2؛ الموز، الإطار 11. 3؛ والفاصولياء العادية، الإطار 11. 4)، يحتل معيار الاستجابة للمرض مرتبة عليا في قرارات المزارعين. وفي محاصيل أخرى لا تظهر عليها أعراض مرضية واضحة، يكون انتخاب المقاومة غير مباشر عن طريق انتخاب عملي للغلة.

تعتمد تأثيرات انتخاب المزارعين للبذور على إمكانية حصولهم على مصادر وراثية،

وعلى تاريخ الزراعة في المنطقة. ولا تزال محاصيل السلالات المحلية التي تزرع في المنطقة التي استئنست فيها الأنواع قادرة على التفاعل مع أسلافها وأقاربها البرية إلى جانب الأعشاب، والآفات، والممرضات، والكائنات الحية المفيدة. ومن ناحية أخرى، قد ينخفض التنوع الوراثي للمحاصيل التي انتقلت عبر القارات وانفصلت عن أصلها، وقد تظهر علاقات متنوعة مع آفاتها. ومن الصعوبة بمكان التنبؤ بنتائج أي من الحالة المعينة. ويمكن لمعظم المحاصيل الازدهار بعيداً عن المعوقات التي تفرضها الآفات التي تتطور معها بشكل متزامن. وفي بعض الحالات نجد أن بعض المحاصيل قد طورت مقاومة بعيداً عن مركز استئناسها (مثل البيقية)، وربما يشتمل ذلك على انتخاب قام به المزارعون.

مساحة الحقل وموقعه

يؤثر موقع الحقل في تفاعل أنواع المحاصيل مع العشائر في حقول أخرى للمزارعين ونباتات مضيفة بديلة برية في النباتات الطبيعية المحيطة. ويعد احتمال التباين في الحقول الصغيرة المنعزلة أكبر من الحقول الأكبر مساحة، لذلك تشكل الحقول الصغيرة في كثير من النظم التقليدية لوحة فسيفسائية من التنوع الذي قد يقلص من فرصة الإصابات الوبائية على نطاق واسع. وقد زادت الحقول المجاورة من فرصة دفق المورثات بين العشائر لكل من المضيف والممرض. ويمكن للعشائر الطبيعية للأقارب البرية دعم تطور الممرض وإمكانية الممرضات التغلب على مقاومة المحصول (ألين وآخرون 1999). والمثال الأقصى هنا يتمثل في حركة سلالات الصدأ الشرسة من أقارب برية للقمح في منطقة هيمالايا إلى القمح المزروع في الهند، وباكستان، مما يؤدي إلى إصابة وبائية (جوشي 1986).

الترتيب المكاني للتنوع الوراثي للمحاصيل داخل الحقل

قد يعمد المزارعون إلى زراعة محاصيلهم كمحاصيل وحيدة الأصناف أو كخلائط في الأنواع، وكذلك قد يعمدون إلى زراعة أنماط متعددة لمحاصيل خلطية. وتؤثر كل من هذه الاستراتيجيات في سرعة ومستوى التفاعل ما بين العائل والممرض كما نوقش آنفاً.

المتغيرات الزمانية

تؤثر موسمية الحرارة والهطل المطري بالنسبة للحصاد والزراعة في التفاعلات ما بين العائل والممرض. ويمكن لممارسات المزارعين كالتبوير، والدورات الزراعية، وتعديل موعد

الزراعة، واستخدام أصناف ذات فترات نمو مختلفة، واستخدام محاصيل صائدة، ونشر مؤقت لمقاومات نوعية أن يبنى على الوضع الموسمي من أجل إدارة الآفات (ثروستون 1992).

تعتبر الدورات الزراعية أساسية في تحسين صحة المحصول بطرائق شتى (فينك 2003). ويمكن تقسيمها إلى تأثيرات زمنية تستمر فترة أطول من صغار الممرضات الموجودة في التربة أو على بقايا المحاصيل، وتأثيرات غير مباشرة عن طريق النشاط المكروبي في التربة، وتأثيرات كابتة مباشرة لمحاصيل معينة في ممرضات معينة. ورغم أن وجود الممرض مطلوب لإحداث المرض، إلا أن غياب الممرض غير مطلوب بالضرورة كي يتمتع المحصول بالصحة. إن التوازن بين الكائنات الحية المفيدة والضارة في حقيقة الأمر هو ما يحدد النتائج في العادة.

ثمة حاجة – كما يظهر في هذا الفصل – إلى تكميل وتوسيع استراتيجيات الإدارة المتكاملة للآفات هذه كإتباع دورات زراعية باستخدام وإدارة تنوع أصناف المحاصيل المحلية داخل الأنواع كمصدر رئيس. وبالنسبة للمزارعين ذوي الموارد الفقيرة في البلدان النامية، فإن تنوع المحاصيل المحلية وإدارتها قد يشكل واحداً من بعض الموارد والفرص المتاحة لمكافحة ضغوط الآفات والأمراض. وعليه، فإن فوائد التنوع الحيوي التي تنجم عن تطبيق هذا النهج، إلى جانب المحافظة على التنوع الحيوي الزراعي، ستشتمل على ضرر بيئي أقل، مع الحفاظ على الحشرات، والفطريات، والكائنات المجهرية في التربة، والتنوع الحيوي المائي للنظم البيئية المجاورة.

مناقشة وتحديات البحوث

رغم معرفة إمكانية استخدام التنوع الحيوي للمحاصيل في التخفيف من ضغط الآفات والأمراض، إلا أنه من المعروف أيضاً أن هذا النهج لا يناسب الظروف كافة. ويتمثل الهدف في تطوير معايير تحدد الزمان والمكان الذي يلعب فيه التنوع، أو قد يلعب، دوراً رئيساً في إدارة ضغوطات الآفات والأمراض. وستشكل هذه المعايير قاعدة الوسائل وعمليات صناعة القرار لدى المزارعين والعاملين في مجال التنمية بهدف تمكينهم من التبني المناسب لاستراتيجيات غنية بالتنوع لإدارة الآفات والأمراض.

وفيما يلي الأسئلة الرئيسة المطروحة كي تتوصل البحوث إلى هذه الإرشادات في استخدام التنوع الوراثي للمحاصيل:

- تنوع مقاومة العائل: بين أصناف المحاصيل التقليدية وداخلها، ما هو التباين الوراثي المتوافر لمقاومة عشائر الممرضات التي تأويها هذه المحاصيل؟

- التنوع والمقاومة الحقلية: هل ينقص تنوع المقاومة الموجود في محصول ما فعلياً من ضغط الآفات والأمراض وسرعة التأثر، على المدى القصير بأقل حد؟
- تنوع الطراز الحيوي: كيف تتباين بنية عشيرة الممرضات عبر النظم والمكان؟

تعتمد الإجابة عن هذه الأسئلة على البيانات المجموعة لتوصيف النباتات المضيفة، والآفات، والممرضات، والبيئات المحيطة من خلال قياسات حقلية مباشرة إلى جانب المعلومات التي يتم الحصول عليها من المزارعين.

بصورة عامة، يأتي تطور المرض في عشائر النبات والتطور المتزامن للمقاومة والشراسة حصيلة تفاعل بين ثلاثة عوامل: المضيف، والآفة أو الممرض، والبيئة، التي تمثل كمثلث المرض (بوردون 1987). يمكن للتطور المتزامن للمضيف والممرض في نظم محصولية تقليدية أن يمثل كمثلث بشكل عام مع مجتمعات طبيعية أو مع هجن مركبة. لكن بالنسبة للسلالات المحلية في النظم التقليدية، من الأهمية بمكان إضافة المزارعين إلى هذا النموذج بسبب الدور الحاسم الذي يلعبونه في الانتخاب (فينك و وولف 1997).

الاستنتاج

يعد فهم القوى المترابطة في العمل بين المزارعين، ومحاصيلهم، والبيئة، وأنواع المضيف والآفات في نظم زراعية–بيئية جوهرياً لتطوير آليات فعالة لمكافحة الأمراض اعتماداً على المحافظة المثلى على التنوع الوراثي للمحصول وإدارته في بيئات شديدة التباين. ويعتمد المزارعون ذوو الموارد الفقيرة على تنوع أصناف محاصيل محلية للتكيف مع كافة العوامل التي من شأنها تخفيض الغلة. ويعتبر وضع استراتيجيات بديلة لتلبي احتياجاتهم، كاعتماد أصناف متجانسة تربى على نطاق واسع وتجمع العديد من صفات المقاومة ("التربية الهرمية")، مسألة مكلفة. ومن غير المحتمل أن تكون هذه الأصناف متكيف مع بيئات هامشية أو شديدة التباين، حيث يحتم استبدالها مع ظهور أمراض أو طرز ممرضة جديدة تهاجمها. وتعجز معظم البلدان النامية عن تمويل مثل هذه التربية المتواصلة لصونها. وفي هذه البلدان أخذ القطاع العام بالانكماش، في الوقت الذي تكون فيها البيئات شديدة التباين، إضافة إلى المناخ الأمثل بالنسبة إلى معظم الممرضات. وعليه، من الضرورة بمكان صون تنوع المقاومة واستخدامه بالشكل الأمثل على مستوى المزرعة لضمان الإنتاج الحالي والخيارات المستقبلية للمزارعين. ولا تتعارض حالات الانتشار غير المناسبة مع هذا المبدأ الأساسي. فالتنوع لا يشكل خطراً بحد ذاته، وليس بالضرورة أن يكون مفيداً. بل أن المهمة تتمثل في تحديد المتثابتات الوراثية والبيئية والزراعية الرئيسة ذات التأثير عندما يفيد المزارعون من استخدامها وينقصون من سرعة تأثر محاصيلهم بالأمراض والآفات.

كلمة شكر

يعرب المؤلفون عن شكرهم لمرفق البيئة العالمي التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومنظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة، ولحكومتي سويسرا (الوكالة السويسرية للتنمية والتعاون)، وألمانيا (Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammen-arberit/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit)
على دعمهم المالي لبعض من الدراسات الواردة في هذا الفصل.

الحواشي

1. تبسيطاً للأمور لم نُدخل العديد من الأنواع كاستراتيجية تنوع صارمة على اعتبار أن مكون أنواع النظام المتعدد المحاصيل قد يكون متجانساً عموماً. وقد يعد هذا المكون مضيفاً لأمراض مختلفة تماماً ومع ذلك قد يكون حصيناً لأخرى تضر بمكون آخر. وتظهر فوائد المقاومة من مثل هذه الاستراتيجية من خلال تأثيرات مادية (كمصائد الأبواغ، وكثافة العائل) بدلاً من التأثيرات الوراثية (كالمقاومة التفريقية).

2. يشير مصطلح زراعة محصول وحيد في العادة إلى الاستخدام المتواصل لنوع محصول وحيد فوق مساحة واسعة. إلا أن هذا المصطلح بمفرده غير كاف بالنسبة لخبير الأمراض، لأنه قد ينطبق على مستوى النوع، أو الصنف، أو المورثة. فإن كانت كافة الأصناف المتاحة داخل النوع تمتلك مورثة المقاومة عينها، فإن النظام سيكون في الواقع هو نظام زراعة محصول وحيد يحمل مورثة المقاومة (فينك و وولف 1997).

3. تعرف سرعة التأثر الوراثي بأنها "الحالة التي تنجم عن كون المحصول المزروعة على نطاق واسع حساساً دائماً لخطر الآفات، أو الممرضات، أو البيئة بسبب تركيبته الوراثية، مما يخلق إمكانية حدوث خسائر واسعة في المحصول (منظمة الأغذية والزراعة 1998:30). وتعكس سرعة التأثر إمكانية حدوث ضرر يفوق الضرر الفعلي.

References

Alemayehu, F. and J. E. Parlevliet. 1996. Variation for resistance to *Puccinia hordei* in Ethiopian barley landraces. *Euphytica* 90:365–370.

Allard, R. W. 1990. The Genetics of host–pathogen coevolution: Implications for genetic resource conservation. *Journal of Heredity* 81:1–6.

Allen, D. J., J. M. Lenne, and J. M. Walker. 1999. Pathogen biodiversity: Its nature, characterization and consequences. In D. Wood and J. Lenne, eds., *Agrobiodiversity*. *Characterization, Utilization and Management*, 123–153.

Wallingford, uk: cab International.

Bouhassan, A., M. Sadiki, and B. Tivoli. 2003a. Evaluation of a collection of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes originating from the Maghreb for resistance to chocolate spot (*Botrytis fabae*) by assessment in the field and laboratory. *Euphytica* 135:55–62.

Bouhassan, A., M. Sadiki, B. Tivoli, and N. El Khiati. 2003b. Analysis by detached leaf assay of components of partial resistance of faba bean (*Vicia faba* L.) to chocolate spot caused by *Botrytis fabae Sard*. *Phytopathologia Mediterranea* 42:183–190.

Brown, A. H. D. 1999. The Genetic structure of crop landraces and the challenge to conserve them in situ on farm. In S. Brush, ed., *Genes in the Field: On Farm Conservation of Crop Diversity*, 29–48. Boca Raton, fl: Lewis Publishers.

Browning, J. A. 1997. A unifying theory of the Genetic protection of crop plant populations from diseases. In I. Wahl, G. Fischbeck, and J. A. Browning, eds., *Disease Resistance from Crop Progenitors and Other Wild Relatives*. Berlin: Springer Verlag.

Buddenhagen, I. W. 1983. Breeding strategies for stress and disease resistance in developing countries. *Annual Review of Phytopathology* 21:385–409.

Burdon, J. J. 1987. *Diseases and Plant Population Biology.* Cambridge, uk: Cambridge University Press.

Burdon, J. J. and A. M. Jarosz. 1989. Disease in mixed cultivars, composites, and natural plant populations: Some epidemiological and evolutionary consequences. In A. H. D. Brown, M. T. Clegg, A. L. Kahler, and B. S. Weir, eds., *Plant Population Genetics, Breeding and Genetic Resources*, 215–228. Sunderland, ma: Sinauer Associates.

Calonnec, A., H. Goyeau, and C. de Vallavieille- Pope. 1996. Effects of induced resistance on infection efficiency and sporulation of *Puccinia striiformis* on seedlings in varietal mixtures and on field epidemics in pure stands. *European Journal of Plant Pathology* 102:733–741.

Chin, K. M. and M. S. Wolfe. 1984. The spread of *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* in mixtures of barley varieties. *Plant Pathology* 33:89–100.

Compagnon, P. 1998. *El caucho natural, Biologia- Cultivo- Producción*, 142–1559. Paris: Consejo Mexicano del Hulei y cirad.

Damania, A., B. L. Pecetti, C. O. Qualset, and B. O. Humeid. 1997. Diversity and geographic distribution of stem solidness and environmental stress tolerance in a collection of durum wheat landraces from Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution* 44:101–108.

Dileone, J. A. and C. C. Mundt. 1994. Effect of wheat cultivar mixtures on popula-

tions of *Puccinia striiformis* races. *Plant Pathology* 43:917–930.

Dyck, P. L. and E. E. Sykes. 1995. Inheritance of stem rust and leaf rust resistance in some Ethiopian wheat collections. *Euphytica* 81:291–297.

Falconi, E., J. B. Ochoa, E. Peralta, and D. Daniel. 2003. *Virulence Pattern of* Colletrotrichum lindemuthianum *in Common Bean in Ecuador*. Bean Improvement Cooperative (bic). East Lansing: Michigan State University.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1998. *The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rome: fao.

Finckh, M. R. 2003. Ecological benefits of diversification. In T. W. Mew, D. S. Brar, S. Peng, D. Dawe, and B. Hardy, eds., *Rice Science: Innovations and Impact for Livelihood*, Proceedings of the International Rice Research Conference, September 16–19, 2002, 549–564. Beijing: International Rice Research Institute, Chinese Academy of Engineering and Chinese Academy of Agricultural Sciences.

Finckh, M. R., E. S. Gacek, H. J. Czembor, and M. S. Wolfe. 1999. Host frequency and density effects on disease and yield in mixtures of barley. *Plant Pathology* 48:807–816.

Finckh, M. R., E. S. Gacek, H. J. Nadziak, and M. S. Wolfe. 1998. Suitability of cereal cultivar mixtures for disease reduction and improved yield stability in sustainable agriculture. *Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry* 1:571–576.

Finckh, M. and C. Mundt. 1992. Plant competition and disease in genetically diverse wheat populations. *Oecologia* 91:82–92.

Finckh, M. and M. S. Wolfe. 1997. The use of biodiversity to restrict plant diseases and some consequences for farmers and society. In L. E. Jackson, ed., *Ecology in Agriculture*, 203–237. San Diego, ca: Academic Press.

Frankel, O. H., A. H. D Brown, and J. J. Burdon. 1995. *The Conservation of Plant Biodiversity*. Cambridge, uk: Cambridge University Press.

Hanounik, S. B. and L. D. Robertson. 1987. New sources of resistance in *Vicia faba* L. to chocolate spot caused by *Botrytis faba. Plant Disease* 72:696–698.

Harlan, J. R. 1977. Sources of genetic defense. *Annals of New York Academy of Sciences* 287:345–356.

INIAP. 1974. *Annual Report.* Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (iniap). Quito, Ecuador: Department of Plant Pathology.

Joshi, L. M. 1986. Perpetuation and dissemination of wheat rusts in India. In L. Joshi, D. Singh, and K. D. Srivastava, eds., *Problems and Progress of Wheat Pathology*. New Delhi: South Asia Malhorta Press.

Karamura, D. A. 1999. *Numerical Taxonomic Studies of the East African Highland*

Bananas (Musa AAA–East Africa) in Uganda. PhD thesis, University of Reading, uk.

Karamura, D. A., S. Mgenzi, E. Karamura, and S. Sharrock. 2003. Exploiting indigenous knowledge for the management and maintenance of *Musa* diversity. *African Crop Science Journal* 12:67–74.

Karamura, E., E. Frison, D. Karamura, and S. Sharrock. 1999. Banana production systems in eastern and southern Africa. In C. Picq, E. Foure, and E. Frison, eds., *Bananas and Food Security*, 401–412. International Symposium, November 10–14, 1998, Cameroon. Montpellier, France: inibap.

Karamura, E. B. and D. A. Karamura. 1995. Banana morphology. Part II. The aerial shoot: In S. Gowen, ed., *Bananas and Plantains*, 190–205. London: Chapman and Hall.

Kennedy, D. and M. Lucks. 1999. Rubber, blight, and mosquitoes: Biogeography meets the global economy. *Environmental History* 4:369–383.

Kharrat, M., M. Sadiki, R. Esnault, B. Tivoli, A. Porta Puglia, and M. R. Hajlaoui. 2002. *Identification of Sources of Resistance to* Ascochyta *Blight in Faba Bean*. Grain Legumes in the Mediterranean Agriculture (legumed). Paris: aep.

Kolmer, J. A., P. L. Dyck, and A. P. Roelfs. 1991. An appraisal of stem rust resistance in North American hard red spring wheats and the probability of multiple mutations to virulence in populations of cereal rust fungi. *Phytopathology* 81:237–239.

Lannou, C. and C. C. Mundt. 1996. Evolution of a pathogen population in host mixtures: Simple race–complex race competition. *Plant Pathology* 45:440–453.

Lannou, C., C. de Vallavieille- Pope, and H. Goyeau. 1994. Induced resistance in host mixtures and its effect on disease control in computer- simulated epidemics. *Plant Pathology* 44:478–489.

Le Boulc'h, V., J. L. David, P. Brabant, and C. de Vallavieille- Pope. 1994. Dynamic conservation of variability: Responses of wheat populations to different selective forces including powdery mildew. *Genetics Selection Evolution* 26:221–240.

Leppik, E. E. 1970. Gene centers of plants as a source of disease resistance. *Annual Review of Phytopathology* 8:323–344.

Marshall, D. R. 1977. The advantages and hazards of genetic homogeneity In P. Day, ed., The genetic basis of epidemics in agriculture. *Annals of the New York Academy of Sciences* 287:1–20.

McDonald, B. A., J. M. McDermott, S. B. Goodwin, and R. W. Allard. 1989. The population biology of host–parasite interactions. *Annual Review of Plant Pathology* 27:77–94.

Moreno- Ruiz, G. and J. Castillo- Zapata. 1990. The variety Colombia: A variety of coffee with resistance to rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.), *Cenicafe Chinchiná–*

Caldas. Colombia Technical Bulletin 9:1–27.
Mundt, C. C. 1990. Probability of mutation to multiple virulence and durability of resistance gene pyramids. *Phytopathology* 80:221–223.
Mundt, C. C. 1991. Probability of mutation to multiple virulence and durability of resistance gene pyramids: Further comments. *Phytopathology* 81:240–242.
Negassa, M. 1987. Possible new genes for resistance to powdery mildew, *Septoria*, glume blotch and leaf rust of wheat. *Plant Breeding* 98:37–46.
Ochoa, J., H. D. Frinking, and T. H. Jacobs. 1999. Postulation of virulence groups and resistance factors in the quinoa/downy mildew pathosystem using material from Ecuador. *Plant Pathology* 48:425–430.
Ochoa, J., J. Lowers, and L. Broers. 1998. Analysis of virulence and evolution of the Ecuador ian population of stripe rust in wheat. *Fitopatología* 33:160–164.
Ochoa, L. B., E. Cruz, and D. Daniel. 2002. *Physiological Variation of Bean Rust in Ecuador*. Bean Improvement Cooperative (bic). East Lansing: Michigan State University.
Oerke, E. C., H. W. Dehne, F. Schönbeck, and A. Weber. 1994. *Crop Production and Crop Protection, Estimated Losses in Major Food and Cash Crops*. Amsterdam: Elsevier.
Oldfield, M. L. 1989. *The Value of Conserving Genetic Resources*. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
Otim- Nape, G. W. and J. M. Thresh. 1998. The current pandemic of cassava mosaic virus disease in Uganda. In D. G. Jones, ed., *The Epidemiology of Plant Diseases*, 423–443. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
Pyndji, M. M. and P. Trutmann. 1992. Managing angular leaf spot development on common bean in Africa by supplementing farmer mixtures with resistant varieties. *Plant Disease* 76:1144–1147.
Qualset, C. O. 1975. Sampling germplasm in a center of diversity: An example of disease resistance in Ethiopian barley. In O. H. Frankel and J. G. Hawkes, eds., *Crop Genetics Resources for Today and Tomorrow*, 81–96. Cambridge, uk: Cambridge University Press.
Rivano, F. 1997. South American leaf blight of Hevea. 1. Viability of *Microcyclus ulei* pathogenicity. *Plantations, Recherche, Developpement* 4:104–114.
Sadiki, M., L. Belqadi, S. Mehdi, and A. El Alami. 2000. Sélection de la fève pour la résistance polygénique aux maladies par voies d'amélioration des populations. *Petria* 10:203–262.
Schumann, G. L. 1991. *Plant Diseases: Their Biology and Social Impact*. St. Paul, mn: aps Press.
Stakman, E. C. 1947. Plant diseases are shifting enemies. *American Scientist*

35:321–350.

Subrahmanyam, P., V. Ramanatha Rao, D. McDonald, J. P. Moss, and R. Gibbons. 1989. Origins of resistances to rust and late leaf spot in peanut (*Arachis hypogea,* Fabaceae). *Economic Botany* 43:444–455.

Suneson, C. A. 1956. An evolutionary plant breeding method. *Agronomy Journal* 48:188–191.

Teshome, A., A. H. D. Brown, and T. Hodgkin. 2001. Diversity in landraces of cereals and legume crops. *Plant Breeding Reviews* 21:221–260.

Thinlay, X. 1998. *Rice Blast, Caused by* Magnaporthe grisea, *in Bhutan and Development of Strategies for Resistance Breeding and Management*. Dissertation ETH No. 12777. Zürich: Swiss Federal Institute of Technology.

Thinlay, X., M. R. Finckh, A. C. Bordeos, and R. S. Zeigler. 2000a. Effects and possible causes of an unprecedented rice blast epidemic on the traditional farming system of Bhutan. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78:237–248.

Thinlay, X., R. S. Zeigler, and M. R. Finckh. 2000b. Pathogenic variability of *Pyricularia grisea* from the high- and mid- elevation zones of Bhutan. *Phytopathology* 90:621–628.

Thrall, P. H. and J. J. Burdon. 2003. Evolution of virulence in a plant host–pathogen metapopulation. *Science* 299:1735–1737.

Thurston, H. D. 1992. *Sustainable Practices for Plant Disease Management in Traditional Systems.* Boulder, co: Westview Press.

Trutmann, P., J. Fairhead, and J. Voss. 1993. Management of common bean diseases by farmers in the Central African highlands. *International Journal of Pest Management* 39:334–342.

Trutmann, P. and M. M. Pyndji. 1994. Partial replacement of local common bean mixtures by high yielding angular leaf spot resistant varieties to conserve local genetic diversity while increasing yield. *Annals of Applied Biology* 125:45–52.

Trutmann, P., J. Voss, and J. Fairhead. 1996. Indigenous knowledge and farmer perception of common bean diseases in the central African highlands. *Agriculture and Human Values* 13:64–70.

Tushemereirwe, W. K. 1996. *Factors Infl uencing the Expression of Leaf Spot Diseases of Highland Bananas in Uganda*. PhD thesis, University of Reading, United Kingdom.

Ullstrup, A. J. 1972. The impacts of the southern corn leaf blight epidemics of 1970–1971. *Annual Review of Phytopathology* 10:37–50.

Voss, J. 1992. Conserving and increasing on- farm genetic diversity: Farmer management of varietal bean mixtures in Central Africa. In J. Lewinger Moock and R. E.

Rhoades, eds., *Diversity, Farmer Knowledge, and Sustainability,* 34–51. Ithaca, ny: Cornell University Press.

Wolfe, M. S. 1985. The current status and prospects of multilane and variety mixtures. *Annual Review of Phytopathology* 23:251–273.

Wolfe, M. S. and M. R. Finckh. 1997. Diversity of host resistance within the crop: Effects on host, pathogen and disease. In H. Hartleb, R. Heitefuss, and H. H. Hoppe, eds., *Plant Resistance to Fungal Diseases,* 378-400. Jena, Germany: Fischer Verlag.

Zhu, Y., H. Chen, J. Fan, Y. Wang, Y. Li, J. Chen, J. Fan. S. Yang, L. Hu, H. Leung, T. W. Mew, P. S. Teng, Z. Wang, and C. C. Mundt. 2000. Genetic diversity and disease control in rice. *Nature* 406:718–722.

12 تنويع أصناف المحاصيل لمكافحة الأمراض

ي. ي. زهو، ي. ي. وانغ، و ج. هـ. زهو

Y. Y. ZHU, Y. Y. WANG, AND J. H. ZHOU

لعبت الممارسات الزراعية الحديثة الراهنة ذات المدخلات والمخرجات العالية دوراً بالغ الأهمية في تعزيز إنتاجية الأرز لتلبية الطلب المتزايد على الغذاء وأسهمت بشكل معنوي في الأمن الغذائي في الصين (لوو 1996 أ. 1996ب).

مع ذلك، عملت هذه الزراعة المكثفة، والتي تعتمد بشكل عام على أصناف محسنة ومرتفعة الغلة في أراض واسعة لزراعة الأرز، وكذلك الاستخدام طويل الأجل لكميات من الأسمدة الكيماوية ومبيدات الآفات، على تدهور النظم البيئية للأرز، وتحويل بيئات الإنتاج الزراعي إلى بيئات سريعة التأثر. ونتيجة لذلك، أصبحت الإصابة المرضية أكثر شيوعاً وازدادت سرعة تطور الممرضات. كما أضحت دورات الأوبئة وتفشي الأمراض أكثر تكراراً (شيجيهيسا 1982؛ بونمان وآخرون. 1992؛ داي وآخرون. 1997؛ زهو وآخرون. 2000 أ، 2000ب). وقد تسببت كافة هذه العوامل في انخفاض معنوي في غلة المحصول.

تعتبر لفحة الأرز، التي يسببها فطر *Pyricularia oryzae* Sacc (الطور الجنسي لـ *Magnaporthe grisea* Barr) ، أحد الأمراض الوبائية التي شكلت عاملاً معيقاً لإنتاج الأرز في محافظة يونان الواقعة جنوب غربي الصين. ولم تكن المدخلات المرتفعة من الأسمدة الكيماوية ومبيدات الآفات فعالة في مكافحة لفحة الأرز. بل على العكس، فقد أدت إلى تدهور النظم البيئية، وأعاقت تحقيق زيادة أكبر في إنتاجية الأرز. ويناقش هذا الفصل كيفية استخدام انتشار التنوع الحيوي لمكافحة لفحة الأرز، حيث تم فيه تبني زراعة خليط لأصناف أرز مختلف (الإطار 12. 1)، وكيفية دراسة التنوع الوراثي لفطر اللفحة (شيجيهيسا 1982؛ ستاسكاويش وآخرون 1995؛ بايكر وستاسكاويش 1997).

الإطار 12. 1 زراعة خليط من الأصناف في الصين

عند زراعة أصناف غروية تقليدية حساسة للفحة مع أرز هجين حديث ومقاوم، جاءت النتيجة في خفض الإصابة المرضية بنسبة 94% في الأصناف الحساسة. وكانت غلة الأرز الغروي في وحدة المساحة في مزارع خليطة أعلى بنسبة 84% من مزارع المحصول الوحيد، وانخفضت غلة الأرز الهجين بنسبة 1% في الحقول الخليطة (زهو وآخرون 2000أ)، مما أدى إلى زيادة الدخل لدى المزارعين. وقد استقطبت بساطة وفعالية هذا النهج المزارعين للمشاركة فيه بصورة فعالة. وأضحت الصفوف المزروعة بشكل تبادلي بأصناف أرز قصير وطويل صفة بارزة لكثير من حقول الأرز في يونان ومحافظات أخرى في الصين، وأخذ استخدام استراتيجية التنويع هذه بالاتساع بشكل سريع، مما أدى إلى تغيير في المشهد الطبيعي الريفي بشكل كبير. ومنذ عام 1998 وحتى 2002، اتسعت المساحة المزروعة بالمحاصيل الخليطة في الصين. فمع زيادة المساحة المزروعة بمحاصيل خليطة، ازداد عدد الأصناف المستخدمة في الخلائط. وبدأ المزارعون بزراعة خليطة لأصناف أرز حديثة مع أصناف أرز أخرى تقليدية عالية النوعية إلا أنها حساسة للفحة، وحصلوا على متوسط غلة حبية تراوح من 0.5 إلى 1.0 طن/هـ. ويمكن أن ينسب التبني السريع لخطة التنويع إلى حملة إرشاد منظمة ضمت مسؤولين على مستوى المقاطعة والقرية، وباحثين، ومرشدين زراعيين. وتأكدت شبكة الإرشاد من تدريب المزارعين، توفير كميات كافية من البذور عند موعد الزراعة. ودعم هذا التوسيع بالأرباح (حيث ازداد متوسط الدخل إلى 150 دولار أمريكي/هـ للمزارع)، وتفضيل المزارعين لأصناف معينة عالية النوعية للاستهلاك. وكان نظام الإنتاج ذو صلة أيضاً بالمحافظة الوراثية على الأصناف التقليدية عالية النوعية على مستوى المزرعة، والتي زرعت لأكثر من 40 عاماً بسبب حساسيتها للأمراض، إلا أنها أعيدت إلى ساحة الإنتاج.

امتد مفهوم التنويع ليشمل محاصيل رئيسة أخرى لمكافحة الآفات والأمراض في يونان، لاسيما تلك التي تصيب القمح (*Triticum aestivum*)، والشعير (*Hordeum vulgare*)، والفول (*Vicia faba*). وكجزء من دورة زراعة الأرز–القمح، زرع القمح والفول خلال موسم الشتاء فوق أكثر من 250,000 هكتار في يونان. ويعد الصدأ المخطط على القمح، الذي يسببه فطر *Puccinia striiformis*، مرضاً رئيساً يسبب خسائر كبيرة في الغلة تصل إلى 20%. ويعتبر الفول محصولاً نقدياً مهماً يزرع في الموسم عينه مع القمح، إلا أن غلاله غالباً ما تنخفض بسبب الضرر الخطير للأوراق والساق بسبب يرقانات ذبابة الفاصولياء (*phaseoli Ophiomyia*). وزرع القمح مع الفول، مما أدى إلى خفض الإصابة بصدأ الساق بنسبة 24% في خمسة مواقع في يونان. كما انخفض الضرر الذي تسببت به يرقانات ذبابة الفاصولياء. وعملت الزراعة الخليطة للمحصولين على الحفاظ على الغلة عينها للقمح كما في زراعته كمحصول وحيد، بينما ازدادت غلال الفول. ومع نهاية عام 2002، اتسعت في محافظة يونان المساحات المزروعة بأنواع خليطة من المحاصيل (قمح وفول، شعير وفول، لفت زيتي وفول، وبطاطا وذرة صفراء، ذرة صفراء وفول سوداني).

يتبع في الصفحة 322

يتبع من الصفحة 321

رغم أن الحاجة لا تزال موجودة لتوضيح الآليات التفصيلية التي تحدد انخفاض الإصابة بالآفات والأمراض في زراعة محاصيل خليطة، إلا أن بياناتنا تشير إلى إمكانية الجمع ما بين أصناف الأرز الحديثة والتقليدية لتحقيق إنتاجية مرتفعة، وتأمين غذاء عالي النوعية، ودخل للسكان الريفيين. ومع إعادة إدخال أصناف تقليدية إلى نظام بيئي إنتاجي ومتنوع بما يكفي، فإنه يمكن لعملية المحافظة عليها في الموقع أن تكون متجانسة مع نظم إنتاج مكثف. وقد انتشر مفهوم التنويع كوسيلة لدعم الإنتاج إلى بلدان أخرى تزرع الأرز. ففي الفلبين، أظهرت تجارب حقلية أن خلائط الأصناف قد تقلص من الإصابة بفيروس tungro، وهو مرض فيروسي خطير في المناطق الاستوائية. كما يتم التخطيط لتنويع التجارب لمكافحة اللفحة في دلتا ميكونغ ووسط فيتنام، حيث فقدت المحاصيل المزروعة بشكل شائع قدرتها على مقاومة الأمراض. وستدعم النتائج الإيجابية المجنية من هذه النظم البيئية المختلفة التنويع بشكل أكبر كاستراتيجية مهمة في الزراعة الحديثة.

التنوع الوراثي لأصناف الأرز في الزراعة الخليطة

تعرف محافظة يونان، الواقعة في جنوب غربي الصين، بغنى تنوعها الحيوي، وتميز بأنها جزء من المركز الأصلي للأرز المزروع (*Oryza sativa* L.). (تشينغ 1976؛ أوكا 1988؛ شي وآخرون. 1999). وتمتلك يونان مصادر وراثية غنية للأرز، وحددت فيها مورثات جديدة للمقاومة بين أصناف الأرز المحلية (بان وآخرون 1998).

أظهر تحليل تسلسل 30 مورثة مقاومة مستنسخة (R) والتسلسل المتنبأ به للحمض الأميني أن مورثات R تصنف ضمن خمس مجموعات اعتماداً على صفاتها الجزيئية الشائعة (باركر وستاسكاويش 1997). ومع الأخذ بعين الاعتبار التسلسلات المحفوظة للمورثات، فإنه يمكن تصميم المشارع (أو المشارع المتنكسة) لعزل قطع الـ DNA مع تسلسلات تتوافق مع النمط المحفوظ لمورثات R من أنواع نباتية مختلفة. ويوفر تحليل مضاهي مورثات المقاومة (RGA) نهجاً فعالاً لتقييم التنوع الوراثي، وتحديد مورثات المقاومة المرشحة. وتستخدم واسمات RGA لتوصيف الأصول الوراثية وسلالات التربية في الأرز (تشين وآخرون 1998).

جُمع ما مجموعه 137 صنفاً للأرز من مناطق بيئية مختلفة للأرز في محافظة يونان. واشتملت على أصناف تقليدية وهجينة، وأنماط *Indica* و *Japonica*، وأخرى غروية وغير غروية، وأصناف أرز أراضي مرتفعة. وتمثلت أهداف الدراسة في:

• تقييم تنويع أصناف الأرز في محافظة يونان باستخدام تحليل التفاعل السلسلي البوليمرازي (PCR) لمضاهي مورثات المقاومة.
• البحث عن واسمات DNA ذات الصلة بمقاومة أمراض لفحة الأرز
• توفير قاعدة جزيئية لتربية مقاومة أمراض الأرز والاستخدام الكفء لأصناف أرز محلية

تضخيم التفاعل السلسلي البوليمرازي لتحليل مضاهي مورثات المقاومة

استخدمت ثلاثة أزواج مشارع لـ RGA (S1/AS3) ، و XLRR لـ/XLRR rev، و Pto–Kin1/Pto–kin2) في هذه الدراسة (الجدول 12. 1). وصممت تسلسلات مشارع PCR اعتماداً على الأنماط المحفوظة لمورثات مقاومة للمرض لمورثة LLR) Xa21) لـ XLRR لـ /XLRR rev و تشفير تسلسل DNA لكيناز البروتين في مورثة Pto لـ Pto-kin2 و مورثة N (NBS–LRR) لـ S1/AS3. وباستخدام هذه الأزواج من المشارع يصبح من الممكن مسح هذه الأنواع الثلاثة من التسلسلات في كامل DNA المجين وإيجاد القطع ذات مورثات المقاومة المرتبطة بـ NBS-LRR، و LRR، و Pto. وقد تبنى تشين وآخرون (1998) إجراءات تضخيم PCR، والرحلان الكهربائي لهلام بولي أكريلاميد المتمسخ، والتلوين بالفضة.

التحليل العنقودي

لتحديد العلاقة الوراثية بين أصناف الأرز، عوملت كافة الحزم المضخمة كعلامات وراثية سائدة. وأجري تحليل عنقودي اعتماداً على بيانات ثنائية باستخدام معدل مجموعة أزواج

الشكل 12. 1 التعدد الشكلي لـ 137 صنف أرز اعتماداً على مشارع مضاهي مورثات المقاومة

المشرع	التسلسل 5' – 3'	عدد الحزم المضخمة	الحزم متعددة الأشكال العدد	%
S1	GGTGGGGTTGGGAAGACAACG	82	48	58.5
AS3	IAGIGCIAGIGGIAGICC			
XLRR لـ	CCGTTGGACAGGAAGGAG	41	23	56
XLRR rev	CCCATAGACCGGACTGTT			
Pto-kin1	GCATTGGAACAAGGTGAA	52	28	54
Pto-kin2	AGGGGGACCACCACGTAG			
الإجمالي		175	99	57

غير موزونة من أجل قاعدة الإلغام (الرابطة) وعدم التوافق في النسبة المئوية لقياس المسافة في طريقة STATISTICA الرابطة (تعنقد شجري) (المادة 4. 5).

الكشف عن التعدد الشكلي لـ *DNA* بوساطة *RGA-RCR*

كشفت أنماط حزم RGA التي أنتجتها أزواج المشارع الثلاثة درجة عالية من التعدد الشكلي داخل الأصناف. وتراوح إجمالي عدد الحزم المسجلة بين أصناف الأرز هذه التي نتجت عن ثلاثة مشارع من 20 زوجاً قاعدياً إلى 2 كيلو زوجاً قاعدياً، ويظهر متوسط تعددها الشكلي في الجدول 12. 1. وكانت 350 حزمة زوج قاعدي مشتقة من XLRR لـ / XLRR rev نوعية لأصناف *Japonica*. وقد يكون التفريق *Indica* و *Japonica* بين مضاهيات مورثات المقاومة نتيجة تفاعل طويل وتطور متزامن لممرضات الأرز في ظروف بيئية مختلفة.

تحليل الاختلاف

يعكس توزع وتطور مضاهي مورثات المقاومة في مجينات النبات جزئياً مقاومة المرض في أنواع النبات. وأنجز تحليل عنقودي اعتماداً على بيانات ثلاثة أزواج مشارع باستخدام معدل مجموعة أزواج غير موزونة لقاعدة الإلغام (الرابطة) وعدم التوافق في نسبة قياسات المسافة في طريقة الضم (عنقدة شجرية). وبصورة عامة، لوحظ تعدد شكلي لمضاهي مورثات المقاومة بين الأصناف المختبرة. وقسمت الأصناف إلى ثلاثة مجموعات للسلالات على أساس بيانات تحزم مضاهي مورثات المقاومة بنسبة اختلاف تبلغ 96%. وكانت الأصناف في المجموعة الأولى هي *Japonica* وبعض السلالات المحلية. وكانت معظم الأصناف في المجموعة الثانية تنتمي إلى *Indica*، إلى جانب بعض أصناف *Japonica* مثل زونزا 29، وزونزا 36، وليمينغ 251، وجينغو 92، وهوانغكينو. ويعرف أن زونزو 29 وزينوز 36 هما صنفا أرز *Japonica* هجين، إلا أن نسبهما يعود إلى *Indica*. أما الأصناف في المجموعة الثالثة فتعود إلى *Indica*. وتراوح الاختلاف بين الأصناف التقليدية والأمهات والآباء عينها من 8 % إلى 70%. وربما ينجم هذا التفريق عن الانتقاء الاتجاهي والانتقاء التثبيتي أثناء تربية الأرز.

كشفت أنماط تحزم مضاهي مورثات المقاومة والأشكال الشجرية من التحليل العنقودي درجة أعلى للتعدد الشكلي في أرز *Indica* من بين أرز *Indica* و *Japonica*. وقد يمثل هذا إحدى الأسباب وراء كون إخماد مرض لفحة الأرز من خلال الزراعة الخليطة أو الدورات

الزراعية لأصناف *Indica* أو بين أصناف *Indica* و *Japonica* أكثر كفاءة من تلك بين أصناف *Japonica* (زهو وآخرون 1999أ).

التنوع الوراثي للفحة الأرز في المحاصيل الخليطة

جُمع ما مجموعه 251 عزلة من الحقول المزروعة بمحصول وحيد ومحاصيل خليطة في مقاطعة شيبينغ عام 1999 و2000 واختبرت من حيث الإصابة بالممرضات اعتماداً على بياناتها الخاصة بتعنقد الـ DNA (24 عزلة من حقول خليطة، و28 عزلة من محاصيل مزروعة بمحصول وحيد هجين، و10 عزلات من حقول مزروعة بمحصول وحيد غروي). واستخدم مشرعان (pot2–1:5′ 'CGGAAGCCCTAAAGCTGTT3 و 'pot2-2:5 CCCTCATTCGTCACACGTTC3′) في تحليل التنوع الوراثي.

وتم توليد أنماط تحزيم واضحة باستخدام مشرعين إلى جانب ظروف مضاهي مورثات المقاومة التي فضلت تضخيم القطع الطويلة. وتراوحت الحزم المضخمة في الطول من 400 زوج قاعدي إلى أكثر من 23 كيلو زوجاً قاعدياً، مع 83.7 %حزماً متعددة الأشكال. وأنشئ مخطط شجري من بيانات Pot2 لبصمة مضاهي مورثات المقاومة المتكررة والمعتمدة على العناصر.

جرى تجميع 113 عزلة من عام 1999 ضمن أربع سلالات وراثية (G1 و G2، و G3 و G4)، و138 عزلة في عام 2000 جمعت ضمن ست سلالات وراثية على مسافة ارتباط 0.65 (G1′، و G2′، و G3′، و G4′، و G5′، و G6′). واشتملت كل سلالة على أنماط زراعية وعزلات مختلفة. وضمت 134 G1 (G1′) عزلة، كانت 95 عزلة منها من حقول مزروعة بمحاصيل وحيدة هجينة و39 عزلة أخرى كانت من حقول مزروعة بمحاصيل خليطة. وكان ثمة 11 عزلة في المجموعة G2 من حقول مزروعة بمحاصيل وحيدة غروية و20 عزلة من تلك الحقول المزروعة بمحاصيل خليطة. واشتملت مجموعة G4) G4′) على 57 عزلة، 55 منها كانت من حقول مزروعة بمحاصيل وحيدة غروية وعزلتين فقط من حقول مزروعة بمحاصيل خليطة. وكان ثمة 4 عزلات تنتمي إلى G5′ و G6′ منها عزلتان في G5 كانت من حقول مزروعة بمحاصيل خليطة و عزلتان في G6 كانت من حقول مزروعة بمحاصيل وحيدة غروية.

وكان عدد السلالات الوراثية أقل وكانت الأكثر سيادة بشكل واضح في حقول مزروعة بمحصول وحيد مقارنة بالحقول المزروعة بمحاصيل خليطة. وكانت السلالة G1) G1′) هي السائدة في نظام المحصول الوحيد الغروي. ولم توجد تغيرات كبيرة في تركيبة السلالة الوراثية بين عامي 1999 و2000. وخلق تنوع أصناف الأرز بيئة تساعد على استقرار الممرضات.

تركيبة السلالة الفسيولوجية لعزلات لفحة الأرز من حقول مزروعة بمحصول وحيد ومحاصيل خليطة

قسمت 62 عزلة عام 2000 إلى سلالات فسيولوجية مختلفة اعتماداً على رد فعلها المقاوم أو الحساس في سبعة أصناف مختلفة. ووجد أن 7 سلالات تنتمي إلى 6 مجموعات (ZB، و ZC، و ZD ، و ZE، و ZF ، و ZG) في حقول محاصيل خليطة، وتنتمي أربع سلالات إلى 4 مجموعات (ZC، و ZD، و ZE، و ZG) في حقول مزروعة بمحاصيل وحيدة غروية، و10 سلالات تنتمي إلى 3 مجموعات (ZA، و AB، و ZC) في حقول مزروعة بمحاصيل وحيدة هجينة. وكان عدد المجموعات أكبر في حقول مزروعة بمحاصيل خليطة منه في تلك المزروعة بمحاصيل وحيدة، وهذا دليل على الانتقاء التثبيتي للممرض. وكان تكرار السلالات السائدة (ZB13) في حقول مزروعة بمحاصيل وحيدة هجينة 50.0%، بينما كان تكرار السلالة السائدة (ZG1) في حقول مزروعة بمحاصيل وحيدة غروية 70.0%، مما أدى إلى انتقاء اتجاهي على السلالة الشرسة. ويستنتج أن تنوع أصناف الأرز قد خلق بيئة قلصت الانتقاء الاتجاهي، وعملت على الحدّ من قدرة أية ممرض وحيد على التحول إلى ممرض شرس.

تأثير الرطوبة النسبية ومساحة سطح الأرز في الغلة

اعتمدت الخسارة في غلة الأرز نتيجة الإصابة باللفحة على الصنف، وتقنيات الزراعة، والظروف المناخية. وقد نفذت كثير من الدراسات على عوامل بيئية ومناخية تؤثر في لفحة الأرز (كونغ وزهور 1989؛ يو وآخرون 1994؛ هيي وآخرون. 1998؛ دينغ وآخرون 2002). وقد أظهرت هذه الدراسات تأثر قدرة الممرضات على التبوغ ومقاومة الأرز بشكل كبير بفعل الحرارة، والرطوبة، والهطل المطري، والضباب، والندى، والضوء. ووجد أنه عندما كانت الحرارة أعلى من 20°س، المترافقة مع قطرات الندى والضباب في الصباح أو المساء، يكون تبوغ ممرض اللفحة الأسرع (دونغ وآخرون. 2001). ولم تنتج غبيرات اللفحة ما لم تكون الرطوبة النسبية أعلى من 93%، وكلما كانت الرطوبة أعلى، كلما كان إنتاج الغبيرات أكبر وأسرع. واعتمد تطور الأبواغ على وجود قطيرات الماء، مع رطوبة نسبية حدية (RH) أعلى من 96%. وفي غياب قطيرات الماء، وعندما كانت الرطوبة النسبية 100%، لم تنتشر سوى 1.5% من الغبيرات (كيو 1975). وذكر زو وآخرون (1979) أن كثيراً من الأبواغ الفطرية لم تنتشر سوى عندما اقتربت الرطوبة من الإشباع، لكنها ستنتشر بشكل أفضل مع قطرات الماء. واستنتج يانغ وآخرون (2000) أن قدرة الممرض على الانتشار والسيطرة

تأثرت بشكل واضح بالرطوبة وأن أبواغ الفطريات استطاعت الانتشار بسهولة وأن تصبح معدية بوجود الرطوبة المشبعة.

خلال السنوات الأخيرة، امتدت خلائط أصناف الأرز لمكافحة لفحة الأرز فوق أكثر من 350,000 هكتار، مما أعطى فوائد اقتصادية واجتماعية وبيئية في محافظات يونان، سيتشوان، وهونان في الصين (زهو وآخرون 2000 ب). ولدراسة تأثيرات عوامل رئيسة مشاركة في مكافحة لفحة الأرز في المحاصيل الخليطة، أجري مسح للرطوبة النسبية في الحقل والمساحة السطحية لهضبة أرز لمعرفة قطرات الرطوبة، حيث يمكن لهذا المسح أن يوفر قاعدة نظرية لمكافحة اللفحة من خلال زراعة محاصيل أرز خليطة.

استخدم في هذه الدراسة صنف هجين قصير الساق (شانيو63) وصنفين غرويين طويلي الساق (هانغكينو وزينو) (الجدول 12. 2). وحمل الصنفان الغرويان طويلا الساق بصمات مورثات مقاومة متشابهة (مسافة تشابه تصل إلى 91%)، لكن كان ثمة اختلاف كبير في بصمات مورثات المقاومة بين الصنفين الغرويين والصنف الهجين (مسافة تشابه 59%) (زهو وآخرون 1999ب).

عند زراعة أصناف غروية طويلة الساق بشكل تبادلي مع أصناف هجينة قصيرة الساق، كانت المساحات السطحية المغطاة بقطيرات الرطوبة على هضبة الأرز أصغر بكثير. وفي عام 2000، كان معدل المساحة السطحية لهضبة الأرز المغطاة بقطرات الرطوبة المزروعة بأصناف محاصيل وحيدة غروية طويلة الساق أكثر من ضعفي المساحة المزروعة بالمحاصيل الخليطة. وتم الحصول على نتائج مشابهة عام 2001.

عند خلط أصناف غروية طويلة الساق مع صنف هجين قصير الساق، كانت الرطوبة النسبية للبيئة الضيقة في الحقل أدنى بكثير في عامي 2000 و2001 (الجدول 12. 3).

انخفضت الإصابة باللفحة ودليل شدتها في الأصناف الغروية داخل القطع الخليطة، بدون اختلافات معنوية بين تأثيرات زراعة محصول وحيد أو محاصيل خليطة في مكافحة اللفحة بالنسبة لصنف الأرز الهجين شانيو63.

الجدول 12. 2 أصناف الأرز وصفاتها الزراعية

الصنف	الطراز	المقاومة للفحة	فترة النمو (يوما)	ارتفاع النبات (سم)	وزن الـ 1000 حبة	الحبوب/ السبلات	الغلة (كغ/هـ)
شانيو63	*Indica*	مقاوم	158	120	30.3	143	10,250
هوانغكينو	غروي	حساس	168	160	30	205	3,975
زينو	غروي	حساس	165	155	28	198	3,675

الجدول 12. 3 الرطوبة النسبية في المحاصيل الخليطة والمحاصيل الوحيدة

العام	الطراز	الصنف	مجال الرطوبة النسبية (يوماً)			
			100%	95%-100%	90%-95%	90%
2000	محصول وحيد	H	24	11	11	12
	خليط	H/S	2	14	22	20
	محصول وحيد	Z	19	13	6	20
	خليط	Z/S	6	17	12	23
2001	محصول وحيد	H	19	12	7	20
	خليط	H/S	0	9	21	28
	محصول وحيد	Z	18	7	8	25
	خليط	Z/S	1	12	1	29

H= هوانغكينو في زراعة محصول وحيد؛ H/S = هوانغكينو مع شانيو63؛ Z= زينو في زراعة محصول وحيد؛ Z/S= زينو مع شانيو63.

محتوى أصناف الأرز من السيليكا

يعد الأرز نباتاً أنموذجياً لحمض السيليسيك. ويعد السيليسيوم العنصر المعدني الأكثر وفرة في النسبة المئوية لمحتواه والمحتوى الكلي منه (تشين وآخرون 1998؛ تشين 1990). ويعد السيليكا مهماً في النباتات على اعتباره يقسي الخلايا ويجعل اختراقها من قبل الممرضات عملية صعبة. وعندما تفتقر نباتات الأرز للسيليسيوم تزداد حساسيتها بشكل كبير للأمراض والحشرات، مثل لفحة الأرز، والتبقع البني على الأرز، وتعفن ساق الأرز (*Scle-rotium oryzae*، و S. *oryzae* var. *irreyulare*)، وحدود ساق الأرز، والحشرات النطاطة على الأرز. إضافة إلى ذلك، تذبل الأوراق السفلية للأرز بسهولة، ليمتد هذا الذبول تدريجياً إلى الأوراق العلوية؛ وتتأخر مرحلة (فترة) ظهور السنابل ليومين إلى ثلاثة أيام؛ وتصاب الحبوب بسهولة بالتبقع البني ولفحة العنق؛ وتصبح السوق أضعف ويسهل ضجعانها (شوي وآخرون. 1999؛ هو وآخرون. 2001؛ تشين وآخرون. 2002). ويسهم السيليسيوم في مقاومة لفحة الأرز (كين 1979)، حيث يشكل السيليسيوم المترسب في النسيج البشروي للأرز خلايا سيليسية وطبقة متقرنة ثنائية السيليسيوم تعمل كحاجز ميكانيكي يمنع الإصابة بالممرضات وامتدادها (يوشيدا وكيتاغيشي 162؛ ناندا وغانجوبادهياي 1984). ويؤثر محتوى السيليسيوم في الأرز مباشرة في المقاومة للأمراض، والحشرات، والضجعان، فضلاً عن أنه يحسن من شكل النبات ويزيد الغلة (هو وآخرون. 2001). وقد نفذت كثير من الدراسات على العنصر الغذائي السيليسي للتربة والمحصول، بما في ذلك تأثير استخدام سماد سيليسي في مقاومة المرض والغلة (يي 1992؛ هو وآخرون 2001).

وبسبب عرض إمكانية تأثير التنويع في المحاصيل داخل الحقل في مكافحة لفحة الأرز (زهو وآخرون 2000أ)، امتدت هذه التقانة التي تعتمد على زراعة محاصيل خليطة واسعة النطاق إلى 10 محافظات في الصين، بما فيها محافظة يونان. وتتعزز مقاومة الأمراض في أصناف حساسة عالية النوعية في حقول الأرز الخليطة بشكل كبير، حيث يترافق ذلك مع انخفاض في استخدام مبيدات الفطريات وضجعان أصناف طويلة، وزيادة في الغلال الحبية للأرز الغروي عالي النوعية، في الوقت الذي يمكن تحقيق فوائد بيئية فيه (زهو وآخرون 2000أ).

لفهم آلية خلائط تنويع المحاصيل لإدارة اللفحة والضجعان، تم اختيار صنفين رئيسين تقليديين لتوسيع الخلائط لدراسة محتواهما من السيليسيوم في الزراعة الخليطة وزراعة محصول وحيد. واستطاعت النتائج إعطاء أساس علمي لتوليفات الأصناف الفعالة في تجارب التنويع لإدارة اللفحة والضجعان.

واشتمل صنفان تقليديان على صنف غروي طويل الساق وصنف أرز الأراضي المرتفعة طويل الساق وعالي النوعية لكنه حساس للفحة وسهل الضجعان. كما أدخل صنف هجين قصير الساق وعالي النوعية ومقاوم للفحة. واختير حقل متوسط الغنى بالخصوبة لهذه التجربة في قرية دونغهونغ، مقاطعة مايل، بمحافظة يونان. ووردت معاملة التجربة وإعداد قطعة الأرض في زهو وآخرون (2000ب). كما خضعت كافة القطع لإدارة العاملين في البحوث وعوملت بنفس الطريقة التي عوملت بها الأصناف الخليطة المحيطة بدون استخدام المبيد الفطري.

جمعت عينات لتحليل شكل وعدد الخلايا السيليسية باستخدام مجهر إلكتروني تفريسي (SEM). وجمعت عينات أخرى لقياس المحتوى من السيليكا.

جرى تقييم لفحة عنق الأرز قبل سبعة أيام من موعد الحصاد. وفحصت كل عينة من عينات العثاكيل بصرياً من قبل شخص خبير لتقييم النسبة المئوية للفروع الميتة بسبب إصابتها بـ *Magnaporthe grisea*، وأعطي فيها كل عثكول تصنيفاً بين 0 و5، حيث تشير شدة المرض 0 إلى عدم وجود المرض، بينما 5 تشير إلى موت 100 من فروع العثاكيل. ولخصت شدة المرض داخل كل قطعة كـ

$$\{[(N_1 \times 1)+(N_2 \times 2)+(N_3 \times 3)+(N_4 \times 4)+(N_5 \times 5))]/\sum N_0 \ldots N_5\} \times 100$$

حيث $N_0 \ldots N_5$ يرمز لعدد السوق في كل فئة مرضية ذات صلة.

جرى تحويل سوق الأرز التي تم تنظيفها إلى رماد لتحليل محتواها من السيليكا. وكان متوسط المحتوى من السيليكا في الأصناف التقليدية في الزراعة الخليطة أعلى من تلك في نظام المحصول الوحيد (الجدول 12. 4). وكان الاختلاف في المحتوى من السيليكا بين الخلائط ونظام المحصول الوحيد معنوياً باستثناء ميليزيانغو في مرحلة النضوج.

وبالنسبة للتحليل بالمجهر الإلكتروني التفريسي، تم تجهيز عينات (رافيل وآخرون. 1983)، ومن ثم فحصها في KYKY-1000B SEM (قوة مضخمة (800 ×)، وجهد تسريع

الجدول 12. 4 محتوى سوق الأرز من السيليكا (%)

الصنف	مرحلة النمو	الطراز	التكرار	التكرار2	التكرار 3	المتوسط	زيادة النسبة	اختبار T ($t_{0.05}$=2.78)
هوانغكينو	مرحلة ما قبل الإزهار	محصول وحيد	8.11	7.58	7.22	7.63	14.68	*3.89
		محاصيل خليطة	8.64	8.61	8.99	8.75		
	نضوج	محصول وحيد	7.52	7.51	8.05	7.69	11.83	*3.14
		محاصيل خليطة	8.28	8.48	9.04	8.60		
ميليكيانغو	مرحلة ما قبل الإزهار	محصول وحيد	6.4	6.37	6.89	6.55	14.81	*3.13
		محاصيل خليطة	7.03	7.91	7.63	7.52		
	نضوج	محصول وحيد	6.63	5.48	5.55	5.89	16.47	1.89
		محاصيل خليطة	6.28	6.8	7.51	6.86		

* مختلفة معنويا عند مستوى 0.05

18 ك ف) لمراقبة شكل وعدد الخلايا السيليسية.

ووجد ثمة تأثيرات ظاهرة في شكل وعدد الخلايا السيليسية الجليدية داخل الحقول الخليطة. وأظهر (800×) SEM أن شكل وعدد الخلايا السيليسية للأصناف التقليدية في الزراعة الخليطة كانت مختلفة جداً عن تلك في نظام زراعة محصول وحيد. وكانت الخلايا السيليسية للأصناف التقليدية في الزراعة الخليطة أكبر، وأكثر عدداً من تلك في أصناف المحاصيل الوحيدة.

لفحة الأرز، والضجعان، والغلال في الحقول الخليطة

قد يكون خليط الأصناف التقليدية والحديثة فعالاً في مكافحة لفحة الأرز، حيث كانت الإصابة، ودليل شدة لفحة العنق، ونسبة الضجعان في الأصناف التقليدية أدنى بشكل معنوي (الجدول 12. 5). وكشفت نتائج مسح خلال الفترة 2002-1998 أن الإصابة المرضية لأصناف تقليدية مزروعة كمحصول وحيد تراوحت بين –5.73 100%، بينما تراوح دليل المرض بين 0.011–0.804. أما تلك بالنسبة للمحاصيل الخليطة فقد كانت فقط –1.14 58.79%، و 0.0024–0328 على التوالي. وبالنسبة لأصناف حديثة، تراوحت الإصابة المرضية في زراعة محصول وحيد بين 1.3–81.9 %، وتراوح دليل المرض بين 0.0026=0.486، أما بالنسبة لمحاصيل خليطة، فكانت–1.27 65.1%، و0.0045–0.297، مع انخفاض بنسبة 36.75% و39.82% على التوالي.

بسبب الاختلافات البيئية في مناطق الزراعة واختلاف المقاومة لدى الأصناف، وجد تباين كبير بين المناطق المختلفة وتوليفات الأصناف المختلفة من حيث التأثير في مكافحة اللفحة. غير أن زراعة محاصيل خليطة تحمل تأثيراً إيجابياً في الإصابة باللفحة لدى مقارنتها بزراعة محصول وحيد.

وفي نظام الزراعة الخليطة، بلغ إجمالي الغلة 8,577.9 كغ/هـ، وهذا ما اشتمل على متوسط غلة الأصناف الحديثة والأصناف التقليدية، وبلغ متوسط غلة الأصناف الحديثة 8,060.5 كغ/هـ، في حين وصلت غلة الأصناف التقليدية إلى 3.633 كغ/هـ. وعليه، كان إجمالي غلة الزراعة الخليطة بمحاصيل حديثة وتقليدية على السواء أعلى من زراعة محصول وحيد إما بأصناف حديثة أو تقليدية.

توسيع نطاق زراعة المحاصيل الخليطة

نفذت عملية توسيع زراعة محاصيل خليطة على نطاق واسع منذ عام 1998، وجرى انتخاب المزيد والمزيد من الأصناف لعمل توليفات (الجدول 12. 6). وفي عام 1998

الجدول 12. 5 نسبة لفحة الأرز والضجعان

الصنف	الطراز	الضجعان		لفحة العنق			
		النسبة (%)	المقاومة (%)	الإصابة (%)	معدل الانخفاض (%)	دليل الشدة	معدل الانخفاض (%)
هوانغيكنو	محصول وحيد	99.38	0.62	**56.02	77.26	**43.61	82.69
	محاصيل خليطة	0	100	**12.47		**7.55	
ميليكيانغو	محصول وحيد	97.68	2.32	**66.2	80.80	**42.7	81.01
	محاصيل خليطة	0	100	**12.71		8.11	

** مختلفة معنويات عند مستوى 0.01

الجدول 12. 6 عدد الأصناف المستخدمة في زراعة محاصيل خليطة في محافظة يونان

الأصناف	1998	1999	2000	2001	2002
تقليدية	2	4	40	62	94
حديثة	2	3	12	15	20
توليفة	4	8	65	121	173

جرى توسيع زراعة خلائط الأرز لمكافحة اللفحة في باكسينغ، وماوهي، وباوكسيو، ويافانغزي، وتاوتشون في مقاطعة شيبينغ فوق مساحة تبلغ 812 هكتار. وفي عام 1999 أجريت زراعة الخلائط في ست مقاطعات، بما فيها مقاطعات شيبينغ، وجيانشوي، وهونغهي فوق مساحة 3.534 هـ. واتسعت إلى 34,740 هـ في 40 مقاطعة عام 2000، وإلى 84,467 هـ في عام 2001، و 136,189 هـ عام 2002. وزاد إجمالي المساحة في 15 منطقة في محافظة يونان إلى 259,742 هـ من عام 1998 حتى عام 2002.

توليفات الأصناف

اعتمدت توليفة الأصناف على تحليل شامل لخلفية مقاومة الأصناف، والصفة الزراعية، والقيمة الاقتصادية، وظروف الزراعة المحلية، والعادات التي يتبعها المزارعون في الزراعة. وكان عرف الانتخاب لخلفية المقاومة بحيث يكون التشابه الوراثي أدنى من 70%، باستخدام تحليل مضاهي مورثات المقاومة RGA. وجمعت الأصناف الطويلة مع الأصناف القصيرة اعتماداً على الحاجة كي يكون الاختلاف بالطول أكثر من 30 سم، وألا يكون الاختلاف في موعد النضوج أكثر من 10 أيام. ولتعزيز مشاركة المزارعين، يتعين على الزراعة الخليطة إعطاء تأثير اقتصادي تكميلي والإيفاء بالحاجة إلى غلة مرتفعة ونوعية عالية. وانتخبت أصناف تقليدية لخلطها مع أصناف حديثة اعتماداً على ظروف زراعة محلية من قبيل الري، والخصوبة، وإنتاجية التربة، والارتفاع. وفي الوقت عينه، اختيرت الأصناف التي يفضلها المزارعون في زراعات خليطة بحيث تتوافق مع عادات الزراعة المحلية.

إجراءات الزراعة

للحصول على حصاد مناسب، كان ثمة حاجة كي يكون موعد الحصاد نفسه بالنسبة لمحاصيل مختلفة. وعليه، جرى تعديل موعد الزراعة وفقاً لفترة نمو أصناف مختلفة.

فعلى سبيل المثال، زرعت الأصناف التقليدية الطويلة والعالية النوعية نوداو، وزيانغداو، ويوانزهيمي قبل 10 أيام من زراعة الأصناف الحديثة الهجينة مرتفعة الغلة. وزرعت الغراس المأخوذة من أحد المشاتل في الحقول خلال شهري نيسان وأيار. وانتخبت قطع المسح عشوائياً لتسجيل الإصابة باللفحة وغلال الأرز في كل منطقة. واستخدم نظام تسجيل اللفحة الموصوف في المقياس الوطني الصيني (مصدر غير معروف 1996) وجاءت الغلال كنتيجة فعالة.

التدريب

على اعتبار أن المزارعين هم المنفذون بصفة رئيسة للزراعات الخليطة، كان من الأهمية بمكان رفع التوعية بينهم بحيث يتمكنون من تبني تقنيات الزراعة ذات الصلة بكل إرادة.

وخلال اجتماعات زراعية انعقدت على مستويات حكومية شتى، تم تدريب شخصيات قيادية على مستوى القرية على التأثيرات الاجتماعية والبيئية لزراعات المحاصيل الخليطة بغية كسب دعمهم. وفي الوقت عينه، جرى إدخال الطرائق، والإجراءات الرئيسة، والنقاط الأساسية لتقنيات الزراعة، والتدابير المحورية لتوسيعها لتمكينهم من أن يصبحوا مشرفين تقنيين. وكان التقنيون الزراعيون الشخصيات الأساس للقيام بالتدريب التقني. وجرى تأسيس ثلاث وتسعين محطة تدريب للتقنيين الزراعيين في 15 مقاطعة داخل محافظة يونان. بعد ذلك نظم هؤلاء التقنيون الزراعيون مزارعي إحدى القرى لتدريبهم من خلال مدارس للمزارعين في جلسات ليلية أو خلال أوقات فراغهم. وأثناء فترة الشتل والتحويل، عرضت العملية الحقيقية للتقنيات في الحقل أمام مسؤولين في القرية ومزارعين ممثلين. بعدها تسلم مزارعون مهرة زمام تنفيذ العمل. واستخدمت الإذاعة والتلفاز والملصقات على نطاق واسع للتعريف بالتقنية. وجرى تأسيس ثلاث وثلاثين محطة عرض، وثلاث محطات تلفزيونية، و29 محطة لإنتاج الأقراص المدمجة المرئية في دالي، وكونمينغ، وديهونغ، وليجيانغ، ولينتشانغ، وسيماو، وزهاوتونغ، وتشوزيونغ، ولوكسي، وزيانغونغ، وبينتشوان عام 2002. وتمت طباعة ثلاثمائة واثنين وثمانين ألف نسخة من ملفات التدريب، إضافة إلى إنتاج 836 موضوعاً لبرامج تلفزيونية، وملفات "باوربوينت"، إلى جانب تنظيم 5,871 دورة تدريبية في محافظة يونان. وبلغ إجمالي متلقي التدريب 929,000 مزارع.

حملت حقول العروض أهمية بالغة على صعيد عملية التوسيع. وبين عام 1998 و2002، جرى تأسيس 64,133 هكتاراً من هذه الحقول في 90 مقاطعة تابعة لـ 15 محافظة. وفي مقاطعات ميلي، وجيانشوي، وتينغتشونغ، أسس 6,667 هكتاراً في حقول العروض المتواصلة حول الزراعة العادية، وهذا ما عزز بشكل كبير من عملية التوسيع.

الاستنتاج

تخلص هذه النتائج أن تنويع أصناف المحاصيل يشكل حلاً فعالاً لسرعة تأثر المحاصيل المزروعة بشكل وحيد بالمرض. وتشير الناحية النظرية وكذلك الملاحظة العملية إلى أن التغاير الوراثي يعطي إمكانية كبت المرض بشكل أكبر عند استخدامه فوق مساحات واسعة. ولاقت نتائجنا الدعم من فكرة أن تنويع أصناف المحاصيل يوفر نهجاً بيئياً لمكافحة المرض، الذي من شأنه الإسهام في استدامة إنتاج المحاصيل في الوقت الذي يتقلص فيه استخدام المبيدات الفطرية. كما تظهر نتائجنا أيضاً أن الجهود الجماعية التي تقوم بها مجموعات العلماء، والمؤسسات، والمزارعين تعد محورية في تطوير ونشر تقانة تنويع فعالة. ويعتمد التبني الواسع النطاق لتقانة التنويع على بساطة التقنية، وفعاليتها، وقدرتها على جني فوائد اقتصادية واضحة للمزارعين.

من ناحية أخرى، لم يعطِ تنويع أصناف المحاصيل كافة إجابات عن مشكلات مكافحة الأمراض وإنتاج غلال مستقرة في الزراعة الحديثة. ولا تزال الحاجة قائمة إلى مزيد من البحوث لإيجاد الحزم الفضلى لأغراض مختلفة ولتربية أصناف ذات استخدام نوعي في الزراعات الخليطة.

References

Anonymous. 1996. *Rules for Investigation and Forecast of the Rice Blast.* The State Standard of the People's Republic of China, No. Gb/t 15790–1995, 1–13. Beijing: China Standard Press.

Baker, J. and Z. J. Staskawicz. 1997. Signaling in plant–microbe interactions. *Science* 276:726–733.

Bonman, J. M., G. S. Khush, and R. J. Nelson. 1992. Breeding rice for resistance to pests. *Annual Review of Phytopathology* 30:507–528.

Chen, J., G. Mao, G. P. Zhang, and H. D. Guo. 2002. Effects of silicon on dry matter and nutrient accumulation and grain yield in modern Japonica rice (*Oryza sativa* L). *Journal of Zhejiang University (Agriculture & Life Sciences)* 28(1):22–26.

Chen, X. M., R. F. Line, and H. Leung. 1998. Genome scanning for resistance- gene analogs in rice, barley and wheat by high- resolution electrophoresis. *Theoretical and Applied Genetics* 97:345–355.

Chen Y. Q. 1990. Characteristics of silicon uptaking and accumulation in rice. *Journal of Guizhou Agricultural Sciences* 6:37–40.

Cheng, T. T. 1976. The origin, evolution, cultivation, dissemination, and diversifi cation of Asian and African rice. *Euphytica* 5:425–441.

Dai, S. F., Z. H. Ye, Y. Z. Cao, and Y. Y. Guo. 1997. Disaster- causing characters and

disaster- reducing strategies of crop pests in China. *Chinese Journal of Applied Ecology* 10:119–122. [in Chinese]

Ding, K., G. Tan, Z. Gao, and B. Ji. 2002. Effects of ecological factors on infection process of *Pyricularia grisea*. *Chinese Journal of Applied Ecology* 13(6): 698–700.

Dong, J., H. L. Li, J. M. Wang, A. Y. Ding, J. Chen, J. H. Zhu, W. Wang, B. D. Li, and Y. Q. He. 2001. *Agricultural Plant Pathology* (northern edition), 2–7. Beijing: China Agricultural Press.

He, M., D. Lu, and J. Mao. 1998. The effect of key ecological factors on rice blast disaster. *Journal of Southwest Agricultural University* 20(5):392–395.

Hu, R., S. Fang, and G. Q. Chen. 2001. Effects of silicon ion the physiological targets and yield of modern rice. *Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sciences)* 27(5):335–338.

Kong, P. and R. Zhou. 1989. The multi-effect and modeling of dew temperature and time and nitrogen application on infection on *Pyricularia grisea. Acta Phytopathologica Sinica* 19(4):223–227.

Lu, L. S. 1996a. Agriculture and agricultural science and technology in the 21st century. *Science and Technology Review* 12:1–8. [in Chinese]

Lu, L. S. 1996b. The current status, perspectives and strategy of modern agriculture development. *Science and Technology Review* 2:41–44. [in Chinese]

Nanda, H. P. and S. Gangopadhyay. 1984. Role of silicated cells in rice leaves on brown spot disease. *International Journal of Tropical Plant Disease* 2:89–98.

Oka, H. I. 1988. *Origin of Cultivated Rice*. Tokyo: Japan Scientifi c Societies Press.

Pan, Q. H., L. Wang, T. Tanisaka, and H. Ikehashi. 1998. Allelism of rice blast resistance genes in two Chinese rice varieties and identification of two new re sistance genes. *Plant Pathology* 47:165–170.

Qin, S. 1979. The analysis about the effects of rice resistance diseases and increasing yield using silicon fertilizer. *Zhejiang Agricultural Sciences* 5:12–15.

Qiu, W. 1975. *Agricultural Plant Pathology,* 1–11. Beijing: Agricultural Press.

Revel, J. P., T. Bernard, G. H. Haggis, and S. A Bhatt. 1983. Science of biological specimen preparation for microscopy and microanalysis. In *Proceedings of the 2nd Pfefferkorn Conference*. O'Hare, il: sem Inc.

Shi, Z. M., S. C. Qin, and S. H. Jiang. 1999. *Famous Flowers from Yunnan*. Kunming, Yunnan, China: Yunnan Science and Technology Press. [in Chinese]

Shigehisa, K. 1982. Genetics and epidemiological modeling of breakdown of plant disease resistance. *Annual Review of Phytopathology* 20:507–528.

Shui, M., D. Chen, S. C. Qin, and S. H. Jiang. 1999. The silicification of young tissues of rice and relationship with its resistance to blast of rice. *Plant Nutrition and*

Fertilizer Science 5(4):352–358.

Staskawicz, B. J., F. M. Ausubel, J. Baker, J. G. Ellis, and J. D. G. Jones. 1995. Molecular genetics of plant disease resistance. *Science* 268:661–667.

Xu, Z. G., X. B. Zhen, H. F. Li, H. S. Shang, and W. Z. Liu. 1979. *Common Plant Pathology,* 2nd ed., 2–7. Beijing: China Agricultural Press.

Yang, X. M., G. Q Li, X. Li, J. G. Wang., L. Li. 2000. *Plant Ecological Phytopathology,* 51–52. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press.

Ye, C. 1992. The relationship between soluble- silicon in soil, yield grain and rice physiology. *Journal of Agricultural Science Translation Series* (1):24–27.

Yoshida, S. and K. Kitagishi. 1962. Histochemistry of silicon in rice plant. *Soil Science and Plant Nutrition* 8(1):30–41.

Yu, L., J. Y. Zhang, and W. J. Fan. 1994. The effect and forecast of weather factors on rice blast. *Heilongjiang Weather* (2):35–36.

Zhu, Y. Y., J. X. Fan, Y. H. Wang, and S. F. Yu. 1999a. Demonstration trial of mixture variety culture for rice blast management. In S. Yu, ed., *Symposium of the Key Laboratory for Plant Pathology of Yunnan Province,* Vol. 2, 93–100. Kunming, Yunnan, China: Yunnan Science and Technology Press. [in Chinese]

Zhu, Y. Y., Y. Y. Wang, H. R. Chen, J. H. Fan, J. B. Chen, and Y. Li. 1999b. Exploiting crop genetic diversity for disease control: A large- scale fi eld test. In *Articles Collection of Key Laboratory for Plant Pathology of Yunnan Province,* 75–80. Kunming, Yunnan, China: Yunnan Science and Technology Press.

Zhu, Y. Y., H. R. Chen, J. H. Fan, Y. Y. Wang, Y. Li, J. B. Chen, J. X. Fan, S. S. Yang, L. P. Hu, H. Leung, T. W. Mew, P. S. Teng, Z. H. Wang, and C. C. Mundt. 2000a. Genetic diversity and disease control in rice. *Nature* 406:718–722.

Zhu, Y. Y., H. R. Chen, J. H. Fan, Y. Y. Wang, Y. Li, J. B. Chen, Z. S. Li, J. Y. Zhou, J. X. Fan, S. S. Yang, M. G. Liang, L. P. Hu, C. C. Mundt, E. Borromeo, H. Leung, and T. W. Mew. 2000b. Current status and prospects of mixture planting for the control of rice blast in Yunnan [A]. In T. W. Mew, E. Borromeo, and B. Hardy, eds., *Impact Symposium on Exploiting Biodiversity for Sustainable Pest Management,* 21–23. Kunming, Yunnan, China: International Rice Research Institute.

13 إدارة التنوع الحيوي في المشاهد الطبيعية الزراعية المعقدة مكانياً وزمانياً

هـ . بروكفيلد و سي. بادوتش

H. BROOKFIELD AND C. PADOCH

يقوم المزارعون بإدارة التنوع الحيوي. فمن ناحية، قد يقلصون هذا التنوع إلى الحد الأدنى عن طريق زراعة آلاف الهكتارات بمحصول وحيد مقوى كيماوياً ومحمي، أو قد يخلقون من الناحية الأخرى قطع أراض متنوعة مزروعة بمحاصيل وأشجار متنوعة تختلط مع أشجار السياجات والحراج. ويختلف هذا الفصل بشكل كبير عن الموضوع الذي نوقش في الفصل السابق، إذ يتناول هذا الفصل إدارة التنوع الحيوي على نطاق كافة المزارعين والمناطق الزراعية، كما لا يشتمل على التنوع الحيوي الزراعي وحسب، بل يغطي التنوع الحيوي الطبيعي والتنوع الحيوي الخاضع للإدارة.

ويستعرض هذا الفصل أيضاً التنوع الحيوي في الأراضي الزراعية على نطاق زماني أوسع نوعاً ما. ومن خلال تدوير المحاصيل وتعديل وإدارة نموها الطبيعي مجدداً بعد الزراعة، يضمن المزارعون إنتاجاً متواصلاً للمحاصيل. ويستفيد المزارعون من التغيرات الموسمية في حالة المياه والأراضي لإدخال أو تشجيع معقدات نباتية قادرة على البقاء والازدهار في مواسم مختلفة. ويتكيف بعض هذه النباتات مع مشكلات مختلفة كتدهور التربة، والملوحة، والغمر من خلال تغيير ممارسات الإدارة للتعويض، الأمر الذي يخلق صورة فسيفسائية لاستخدام الأراضي تتسم بتكيف أفضل مع الديناميكيات البيئية. وتؤثر كافة هذه التعديلات في التنوع الحيوي على نطاق المشهد الطبيعي، حيث يكمن الهدف من هذا الفصل في تقييم التغيرات الأوسع نطاقاً ومناقشة بعض الجهود العلمية التي بذلت لفهم هذه التغيرات وقياسها.

المشهد الطبيعي الزراعي

ركز كثير من العمل الذي أجري مؤخراً على التنوع الحيوي على القطع الصغيرة والتحليلات المفصلة. ومن ناحية أخرى، غالباً ما نفذت أعمال تحرٍ لأغراض الحفاظ على التنوع الحيوي في مناطق واسعة اعتقد أنها ذات قيمة خاصة حيث جرى اقتراح واستخدام نظم لحمايتها. وفي دراسة أكثر اختصاصاً للتنوع الحيوي الزراعي، يعد الانتخاب الذي يقوم به المزارعون، عن قصد أو بشكل عفوي، عنصراً مهماً. وعليه، فإن المزارعين وحقولهم، وبساتينهم، وحدائقهم، وأراضيهم البور، ومراعيهم قد أصبحت وحدات مهمة لأخذ العينات ودراستها. كما يعتبر المزارعون أنفسهم مجموعات بشرية متنوعة أيضاً.

يكون التنوع الحيوي في قطع الأراضي، وتقع الحقول في المزارع، وتوجد المزارع في المجتمعات الريفية. فإن كنا مهتمين بصون التنوع الحيوي على مستوى المزرعة، فعلينا أن ننظر إلى مناطق تكون فيها العشائر الخليطة مفيدة، ويتقاطع فيها دفق المورثات، وتخضع للتغيير والاستبدال. وتجتمع كافة هذه النقاط معاً في مكان ما بين قطعة الأرض، أو الحقل، أو المنطقة الكبيرة. وهنا تظهر بنية التنوع، وهو المكان الذي تعمل فيه عمليات التوليد، وفيه يمكن ملاحظة العلاقات المتبادلة وفهمها. إنه المشهد الطبيعي، لكننا بحاجة إلى تعريفه بمصطلحات أكثر إيجابية قبل أن نبدأ.

لا يمكن تعريف المشهد الطبيعي ككيان علمي، مقارنة بمعناه النوعي كما يُرى من وجهة نظر معينة. فقد دخل المصطلح إلى اللغة الإنجليزية من جغرافية ألمانية تعود إلى أواخر القرن التاسع عشر، تم فيه تحليل *Naturlandschaft* و*Kulturlandschaft* لمناطق معينة بطريقة متكاملة أحياناً. واعتمد التحليل على الخرائط، واليوم يعتمد على الاستشعار عن بعد، إلا أن التعريف يبقى مرتبطاً بما هو مرئي على مستوى الأرض، وهكذا تعرف وحدات المشهد الطبيعي ضمن المجال الطبوغرافي للنطاقات، حيث أضحت مهمة في علم البيئة منذ السبعينات من القرن المنصرم من خلال تطور فكرة القطع والشكل الفسيفسائي للقطع. وعرّف فورمان (1995:13) على نحو مفيد المشاهد الطبيعية بأنها مناطق يتكرر فيها خليط من النظم البيئية المحلية واستخدامات الأراضي بشكل متشابه فوق مساحة واسعة. وباستخدام الدليل التجريبي للكتابات عن البيئة والغطاء الأراضي نجد أن مساحات المشاهد الطبيعية قد تتراوح من بضعة كيلومترات مربعة إلى عدة مئات منها، مع مساحات متناثرة مسكونة ذات تاريخ مشهد طبيعي ضعيف الوصف. حتى المساحات الأصغر تحتوي على تنويع بيئي ضئيل، وغالباً ما يكون ديناميكياً. أما النظم المتنوعة للإدارة، المتكيفة مع هذا التنوع، فتخلق نمط استخدام الأراضي.

وبعيداً عن العلم الصرف، يتمثل الهدف العام من وراء تحليل التنوع الحيوي على

مستوى المشهد الطبيعي في قياس أو تقدير التغيير الناجم عن الاستخدام البشري والتغير في ظروف ذلك الاستخدام. وأضحى ذلك يحمل أهمية خاصة بسبب التغيرات الهائلة الآخذة في الحدوث منذ القرن التاسع عشر، وبخاصة منذ عام 1950. لقد كان النمو السكاني القوة المحركة الرئيسة للتغيير، مع زيادة في إجمالي عدد السكان من 1.25 مليار نسمة إلى ما ينوف على 6 مليارات نسمة منذ عام 1850. وحدثت تغيرات هائلة على صعيد التقانات الزراعية في عام 1950 وحده، اقترنت بإحراز نجاح باهر على صعيد الإنتاج، لكن رافق ذلك نتائج بيئية خطيرة. وثمة حكمة عامة من حدوث خسائر فادحة في الأنواع والتنوع الوراثي في مناطق تنعم بتقانات زراعية حديثة فيها أو تغيب عنها.

تطلب الأمر أقل من 30 عاماً قبل أن تصبح تبعات ما أطلق عليها التقانة الزراعية التقليدية، من حيث التلوث، وفقد التربة وتدهورها، وقطع الغابات، وتحقيق التجانس في المشهد الطبيعي، والانجراف الوراثي، وافتقار المناطق غير المناسبة للمكننة واستخدام المواد الكيماوية فيها، مسائل تخلق مخاوف خطيرة بين صناع السياسات وبين قلة من المزارعين. وفي المناطق الأكثر تغيراً بفعل التقانات الجديدة، فاقت هذه المخاوف تلك السابقة، ولا تزال واسعة النطاق بسبب تكثيف الاستخدام البشري لهذه التقانات.

في أوروبا التي يحمل فيها 3% فقط من المشهد الطبيعي ما يمكن وصفه بالنباتات الطبيعية، وحيث تخضع 44 % منها للإدارة في المزارع، أضحى تدهور الأراضي وتغيرات أخرى مسائل قلق عام مع مطلع 1980. وفي التسعينات من القرن المنصرم، أدت هذه المخاوف إلى إرساء ما أصبح اليوم تغيرات رئيسة في السياسة الزراعية العامة في الاتحاد الأوروبي، حيث أضحت تشتمل على مقاييس أساسية جديدة للإدارة البيئية، التي ستطبق على كافة المزارع التي تتلقى الدعم، وبخاصة برامج زراعية–بيئية ممولة، تستخدم الآن في كافة البلدان الأعضاء، مع مستويات مختلفة جداً من المشاركة (بيور 2003). وتشارك مزرعة واحدة تقريباً من بين سبع مزارع في هذه المقاييس، وتخضع 17% من أراضي المزارع في الاتحاد الأوروبي خلال الفترة السابقة لـ 2004 إلى نمط ما من برنامج زراعي–بيئي (بورو 2003). ومع خضوع قرابة كامل المنطقة الأوروبية لاستخدام الأراضي من قبل البشر، يجب إيجاد حلول من خلال إدارة استخدام الأراضي. وبينما لا تشتمل بعض البرامج الزراعية–البيئية سوى على تقليص كثافة الحيوانات، تعتبر أخرى بناءة أكثر، وتسعى فئة ثالثة إلى خلق أو إعادة خلق صفوف سياجات وخمائل لربط المناطق المتبقية مع أنواع حراجية وقطع المناطق التي أزيلت منها الأشجار بشكل كامل والتي اتسعت بشكل كبير منذ عام 1950. ويتسم الهدف في استعادة قياس التنوع في قطع موائل مناسبة فسيفسائية على مستوى المشهد الطبيعي.

توصيف التنوع الحيوي على مستوى المشهد الطبيعي: أوروبا والبلدان النامية

رغم قلة الجدل حول حقيقة اختفاء التنوع، إلا أن رصد التغيرات بدقة لا يزال يشكل تحديات أمام الباحثين. ويستعد الأوروبيون لإنفاق جزء من ضرائبهم على استعادة بيئتهم الزراعية، والدفع للمزارعين المشاركين في برامج زراعية–بيئية للقيام بذلك. وهذا ما يولد حاجة للرصد، حيث لعديد من السنوات، كان ثمة جهد متزايد لإيجاد طرائق لتوصيف ورصد التغيرات في التنوع الحيوي على مستوى المشهد الطبيعي. ورغم أن أوروبا مختلفة جداً عن البلدان النامية التي تشكل محور التركيز الرئيس في هذا المجلد، إلا أن الاستخدام الفسيفسائي المعقد نوعاً ما للأراضي التي لاتزال تصف جزءاً كبيراً في تلك القارة تجعلها أشبه بهذه البلدان أكثر من المشاهد الطبيعية في أمريكا الشمالية على سبيل المثال. وبذلك تجدر دراسة بعض من هذه الأعمال التي أجريت معظمها في ألمانيا.

استكشف طيف من الطرائق، تركزت بعضها حول جرد التنوع الحيوي النباتي في الأراضي التي استخدمت بطرائق مختلفة، وعلى نحو لا يثير الدهشة، خلصت إحدى هذه الدراسات التي أجريت على منطقة تم التخلي فيها عن الزراعة على مراحل منذ الخمسينات من القرن المنصرم أن التنوع الحيوي قد ازداد مع عدد السنوات التي توقفت فيها الزراعة (فالدهارت وأوتي 2003). وبغية تجنب صرف الكثير من الوقت والمال في عمليات الجرد هذه، بذلت جهود كبيرة في البحث عن أنواع مؤشرة يمكنها تحديدها مباشرة واستخدامها لرصد التغيير. وتم التركيز بصفة خاصة على الوحيشات الحشرية، كالخنافس، التي يمكن وضعها في المصائد بسرعة (دويلي 1997؛ بوخس 2003). وتعتبر عملية أخذ العينات مشكلة رئيسة، وقد ركزت بعض النهج بشكل خاص على التصنيف الفرعي للمشهد الطبيعي إلى مناطق تبعاً لنمط الموئل. ويمكن لتركيبة المشهد الطبيعي، بما في ذلك الطبيعة والنطاق الفسيفسائي، أن يكون مؤشراً بديلاً قيماً، مع الأخذ بعين الاعتبار تأثير المصفوفة التي تحيط بالمواقع الخاضعة للإدارة في الغنى بالأنواع (داوبر وآخرون 2003).

أجريت إحدى الدراسات التي استخدمت توليفة من صور القمر الاصطناعي لاندسات وخرائط مفصلة للمواطن الحيوية قبل بضع سنوات، لتطوير عينة طبقية (أوسينسكي 2003). واستخدم مشروع أخذ عينات لمناطق بيئية بيانات الغطاء الأرضي التي تم الحصول عليها من السواتل لتطوير تصنيف أولي لـ 28 فئة أرضية لألمانيا، رسمت خلالها عينات بمساحة 1 كم^2 (للأراضي الزراعية فقط) لإجراء تحليل مفصل للمواطن الحيوية فيها (هوفمان–كرومل وآخرون 2003). ونفذ العمل في منتصف التسعينات من القرن الفائت في الوقت عينه

تقريباً الذي أجري فيه مسح واسع النطاق للريف البريطاني استخدم نهجاً مماثلاً للبحث عن معلومات على مستوى الريف اعتماداً على مواقع تمثيلية (هاينس–يونغ وآخرون 2000). واقترح أوبرمان (2003) طريقة غير مباشرة إلا أنها كانت تشاركية شاملة لتقييم الإدارة البيئية لمزارع معينة من خلال وجود بعض الأنواع المؤشرة – نبيتات ووحيشات – لكن بشكل أساسي من خلال مواصفات فيزيائية لمكان المزرعة وإدارتها.

وفي مراجعة مقارنة للعمل الذي أجري مؤخراً في ألمانيا وسويسرا، ركز فالدهارت (2003) وفالدهارت وآخرون (2003) على قيمة الجمع ما بين مؤشرات الكائنات الحية ومؤشرات المشهد الطبيعي، حيث يعد هذا الطريق للمضي نحو الأمام. إلا أن البحث عن مؤشرات يثير الكثير من المشكلات، إلى جانب الكلفة المرتفعة للطرائق المقترحة لأخذ العينات وتقييمها. وتعد مجموعات الأنواع والمناطق المرجعية التي أخذت بعين الاعتبار في كثير من جوانب هذا العمل صغيرة، حيث لا تزال الطريق طويلة أمام البحث عن نوع مؤشر يمكن استخدامه لرصد التقدم في العمل الزراعي–البيئي. ولا تزال كافة الجهود الأوروبية، رغم مستواها المكثف من المدخلات العلمية على المستوى الإقليمي، في مرحلة مبكرة، وذلك رغم جمع كم هائل من المعلومات القيمة. إن الهدف بعيد الأمد لوضع مجموعة من المؤشرات للمشاهد الطبيعية الزراعية ذات الصلاحية الدولية، وفقاً لاقتراح OECD 1997))، لا يزال بعيد المنال دون أن يختلف عن الفترة التي اقترح فيه أول مرة.

من النادر تحري المؤشرات البديلة في البلدان النامية في ضوء الطيف الهائل من النظم الزراعية، والمناخات، والظروف الأحيائية واللاأحيائية. ورغم الأهمية المحتملة لتنوع الموائل والأنماط، إلا أن تفسيرها من الاستشعار عن بعد والتحقق الأرضي يتطلب مهارات وموارد لا تتوافر سوى في بعض من هذه البلدان. ولاتزال مسوحات أراضي العينات على أرض الواقع بانتظار تقديم معظم المعلومات. ورغم القدرة المحدودة للقياسات الكمية للتنوع الحيوي الموجودة في المراجع على التفسير، والتي وضعت معظمها منذ سنوات عديدة، إلا أن 50 % منها أو أكثر تبقى الوسائل الوحيدة المتاحة لتصنيف التنوع الحيوي سواء في المناطق ذات الاستخدام الزراعي أو تلك الطبيعية منها (ويتايكر 1972؛ ماغوران 1988).

انطلق مشروع بعنوان السكان وإدارة الأراضي والتغير البيئي (PLEC) في 12 بلداً مصاحباً لفرضية بأن الإدارة الزراعية باستخدام استراتيجيات التنوع قد تدعم التنوع الحيوي بل وتعززه. ولاقت هذه الفكرة الدعم في أوروبا، حيث أن فترة 1000 عام من الزراعة، ولغاية تطوير التقانات الحديثة في الخمسينات من القرن الماضي، قد أثرت في خلق موائل فسيفسائية ديناميكية أو قطع أراض النطاق الأحيائي، ولم تعزز من تنوع المحاصيل وحسب، بل زادت أيضاً من التنوع الهيكلي والوظيفي.، وربما عززت من التنوع الوراثي أيضاً بين النباتات والحيوانات (فالدهارت وآخرون 2003). وبالنسبة لمشروع

PLEC الذي اضطلع بمسؤولية إعداد جرد للتنوع الحيوي، كان من الضرورة بمكان تسجيل التنوع في كافة مناطق مواقع العروض، ووضع برنامج لأخذ العينات ليصار إلى تنفيذه عام 1999 (زارين وآخرون 2002)، جاء في أعقابه تصميم لقاعدة البيانات (كوفي 2000)، وإرشادات مفصلة حول حساب المؤشرات الأكثر صلة بتنوع α (وملخص عن المساحة γ)، وβ^1 (كوفي 2002). وقد اهتم مشروع السكان وإدارة الأراضي والتغير البيئي فقط بتنوع النباتات الوعائية، ولم يهتم بأي مستوى للوحيشات.

لم يكن أخذ العينات العشوائي الطبقي الكامل– حتى أكثر من أوروبا – مجدياً لوجستياً، وعليه، كان الإجراء الذي اتبعناه لأخذ العينات أكثر انتقائية من كونه عشوائي. ومرت العملية بثلاث مراحل. ففي كل بلد من البلدان الـ 12، اختيرت منطقة واحدة إلى سبع مناطق من المشاهد الطبيعية (مناطق مواقع العرض) لتمثيل أراضي القرى المحددة أو مجموعات المزارعين الذي جرى التواصل معهم، حيث وجهت الدعوة للمشروع للعمل. وتراوحت المساحة المختارة من أقل من 10 كم^2 إلى مساحة عظمى نظرية (لم يتم بلوغها) تقدر بـ 100 كم^2، لكنها تقع في الغالب ضمن حزم المقطع العرضي الذي تمت أعمال الاستطلاع فيه قبل الانتخاب النهائي. وداخل هذه المشاهد الطبيعية، جرى تحديد فئات واسعة من استخدام الأراضي وتمييزها من خلال غطاء أرضي شائع سطحياً. وعلى اعتبار أننا كنا نعمل بشكل كبير في مناطق كانت تمارس فيها الدورات الزراعية قديماً ومؤخراً، وللتأكيد على أن الغطاء الأرضي غير دائم، فقد أطلقنا على هذه المناطق اسم مراحل استخدام الأراضي. وتم في 12 بلداً تحديد 27 من هذه المراحل، التي يمكن اختزالها لأغراض مقارنة إلى سبع فئات رئيسة، بما فيها الحدود (بينيدوفاسكيز وآخرون. 2003أ).

وداخل الفئات الأكبر، بحثنا عن أنماط المواصفات، أو سعينا إلى تجميع الموائل أو المواطن الحيوية. وبسبب التركيز على تعريفها من خلال ممارسات إدارة المزارعين، أطلقنا عليها اسم الأنماط الحقلية، رغم أنها تشتمل أيضاً على مراحل مختلفة من البور الخاضع للإدارة وغير الخاضع لها، وكذلك مراحل من الغابات. واختيرت المنطقة الفعلية لأخذ العينات داخل هذه الأنماط الحقلية، وجمعت عنها معلومات أخرى بطريقة منحازة مع التركيز على التنوع الظاهري الأعظم أو على الأراضي التي تعمل عليها أسر محددة (غو وآخرون 2002). وضمن هذه المناطق حددت عينات مربعية بهدف جرد الأنواع. وجمعت تفاصيل عن الممارسات الإدارية في كامل الحقل المأخوذ كعينة حول مربعية جرد التنوع الحيوي في الوقت عينه (بروكفيلد وآخرون 2002). كما أخذت عينات من الحدائق المنزلية ومن الحدود الفاصلة بين الحقول بشكل منفصل وعوملت بطرائق مختلفة (زارين وآخرون. 2002).

أجري تقييم التنوع الحيوي ضمن مشروع السكان وإدارة الأراضي والتغير البيئي (PLEC) على أرض الواقع، بمساعدة جزئية أحياناً من صور جوية وصور الاستشعار

عن بعد. وصمم النظام للاستفادة القصوى من الموارد البشرية والمالية المحدودة. وهدف مشروع PLEC إلى دراسة إدارة المزارعين وتأثيرات هذه الإدارة، حيث يجب تنفيذ مثل هذا العمل بالتعاون الوثيق مع المزارعين. وفي منطقة صغيرة لا تتجاوز بضعة كيلومترات مربعة عند المنحدرات العلوية لجبل ميرو في تنزانيا، ووجد كايهورا وآخرون (2002) ترتيب التفاصيل الذي يرد ملخص عنها في الإطار 13. 1 ولاحظوا أنه على اعتبار أن الزراعة تتم ثلاث مرات في العام في هذه المنطقة، فإن تركيبة المحاصيل في الحقول قد تتغير كل بضعة أشهر. وكانت تركيبة المحاصيل معياراً مهماً لتمييز الأنماط الحقلية، كما سُجل كم هائل من المعلومات اشتملت على معلومات عن ملكية الأراضي، وعمر المزارعين، وثروتهم، والانحدار، ومعدل الخصوبة، ودليل نقص الآزوت، والفوسفور، والبوتاسيوم، ونمط الحراثة، وأساليب الحراثة، والحيوانات التي تربى، والطرائق المستخدمة لمكافحة الآفات والأعشاب، والطرائق المستخدمة لإدارة الانجراف، ورطوبة التربة، والصرف. وكشف المزيد من التحري على مستوى المزرعة، داخل 12 من الأنماط الحقلية التي شوهدت في عام 1999، عن وجود 10 محاصيل مختلفة غذائية ونقدية، و6 طرز للأشجار، وأكثر من 10 نباتات طبية استخدمت في علاج ما يزيد على 30 مرضاً، و17 طرازاً للمشاتل، وشتلات للإكثار والبيع، و6 محاصيل خضروات، و18 شجرة مثمرة، و7 نباتات زينة (كايهورا 2002:136) وبهذا يعطي تنوع الإدارة خلفية عن التنوع الحيوي الزراعي.

يحتل النطاق موقعاً مهماً، إذ قد يكون من الصعوبة بمكان تمييز أنماط الموائل أو الأنماط الحقلية من مراحل استخدام الأراضي عند تكرارها فوق مساحات واسعة. رغم إمكانية تمييزها من خلال تركيبة الأزهار المختلفة، إلا أنها تحدد دائماً من خلال الاختلافات في إدارة المزارعين. وفوق مساحة كبيرة من جنوب شرقي آسيا تشكل حقول البرك المروية، والحقول الجافة التي تزرع وتبور بشكل تبادلي، والغابات الزراعية أو الحراجية المزروعة أو الخاضعة للإدارة، والحدائق المنزلية الخاضعة لإدارة مكثفة أربعة فئات رئيسة فقط من الطراز الحقلي، وكل منها تشكل طريقة لاستخدام الأراضي، إلا أنه يمكن تقسيم كل منها إلى أقسام فرعية من حيث محتوى المحصول أو إدارته. وعلى نحو مماثل، يمكن تصنيف كافة الأراضي باستثناء مساحات صغيرة من الغابات والأراضي القفر غير المزروعة إلى ثلاثة مراحل لاستخدام الأراضي: الحقول الداخلية التي تزرع على مدار العام وكل عام، والحقول الخارجية الأوسع والأراضي البور المرتبطة بها، والمساحات الصغيرة للغابات الزراعية المزروعة والخاضعة للإدارة. وعلى مستوى قرية واحدة في فاوتا دجالون يمكن تقسيم الأراضي والحدود بينها أكثر إلى مزيد من الطرز الحقلية. ويعتبر مستويا التصنيف ساريين، وكلاهما متعلقان بكامل المشهد الطبيعي. أما ما يتم اختياره فيعتمد على أهداف التوصيف.

الإطار 13. 1 وصف مراحل استخدام الأراضي والأنماط الحقلية في أولغيلاي/نجيرسي، آروميرو، تنزانيا

جدول الإطار 13. 1

مراحل استخدام الأرض	الطراز الحقلي	وصف الطراز الحقلي
غابة طبيعية	الأقل اضطراباً	سفوح علوية لجبل ميرو؛ لا يمكن الوصول إليها بسبب شدة الانحدار والوديان العميقة المشقوقة. الانحدارات من 85 % إلى 50 % ؛ مناخ استوائي رطب؛ بعض الحيوانات البرية؛ ومنطقة نظامية
	مضطربة نوعاً ما	منحدرات سفوح علوية لجبل ميرو؛ مستخدمة للأخشاب، والحطب، ونباتات طبية؛ بعيدة عن القرية والانحدار يعيق الإفادة منها. انحدارها بين 15 % و35 %؛ مناخ استوائي رطب مع بعض الحيوانات البرية؛ ومنطقة نظامية
	شديدة الاضطراب	قمم هضاب قمعية الشكل تستخدم أحياناً للترفيه: تستخدم للأخشاب والحطب، والنباتات الطبية. القرية تتحكم بقطع الأشجار، لكن معظم الأشجار والشجيرات الاقتصادية قد قطعت في وقت سابق.
غابات مزروعة	صنوبر مع زراعة محاصيل مؤقتة	أشجار صنوبر مزروعة بعد قطع الغابات الطبيعية؛ تزرع فيها الذرة الصفراء والفاصولياء في دورة مع الملفوف والبطاطا؛ توليفات المحاصيل وتسلسلها تختلف بين المزارعين والفصول. الانحدار من10 % إلى20 %.
	سرو مع زراعة محاصيل مؤقتة	زراعة أشجار السرو، ونظم محاصيل مشابهة لمزارع الصنوبر
	مزارع أوكاليبتوس	قطع الغابات الطبيعية وزراعتها بأشجار الأوكاليبتوس فقط

يتبع في الصفحة 346

يتبع من الصفحة 345

مراحل استخدام الأرض	الطراز الحقلي	وصف الطراز الحقلي
زراعات حراجية	محاصيل وأشجار	خلائط معقدة من المحاصيل والأشجار تعتمد على مساحة المزرعة، والموسم، وتفضيل المزارعين؛ زراعة البن والموز وأشجار أخرى مع الذرة الصفراء والفاصولياء تعتبر نموذجية. شدة الانحدار مختلفة.
	ذرة صفراء وفاصولياء مع أشجار	زراعة الذرة الصفراء والفاصولياء كمحاصيل خليطة، مع زراعة أشجار كأسيجة على محيط أو حدود المزرعة؛ تحتل المحاصيل الأكثر اقتصادية المساحة الأكبر
	البطاطا في دورة مع الخضار	زراعة بطاطا تجارية في الموسم الأول، يعقبها زراعة ملفوف وبور في الموسم الثالث من العام
	ذرة صفراء	زراعة الذرة الصفراء كمحصول وحيد
	بطاطا	زراعة البطاطا كمحصول تجاري وحيد
	حدود المزرعة	سياجات الحدود والتقطيعات تكون باستخدام أشجار وشجيرات ونباتات متسلقة. للأنواع استخدامات متعددة، لكن معظمها ذات أشواك للحد من التعدي
	حدود قطعة الأرض	بنى تفصل أنماط الحقول داخل المزرعة، بما في ذلك بقايا المحاصيل وأكوام الأعشاب على امتداد الحدود، ونباتات زاحفة، وشجيرات ذات قيمة اقتصادية. يمكن إزالتها ونشرها لتحسين خصوبة التربة
	الحدائق المنزلية	تقع بالقرب من المنزل وتزرع بخضار محلية وأخرى مدخلة. معظمها على مساحات منبسطة أو منحدرات خفيفة وتكون مروية.

يتبع من الصفحة 346

مراحل استخدام الأرض	الطراز الحقلي	وصف الطراز الحقلي
مصادر مائية	مستجمعات صغيرة	قطع محددة بمساحة أقل من 30 م^2 تحمي نقاط سيح المياه؛ مزروعة بأشجار حولية وأشجار موز. لا يوجد قطع للأشجار؛ التعدي يقتصر على جلب المياه؛ ملكية مشاعية.
بور	بور متجدد	قطع مشاعية أو شخصية تترك غير مزروعة لاستعادة الخصوبة. منحدرات شديدة إلى متوسطة.
	مراع، أو ترفيه، أو بور	تترك الأراضي بوراً، أو كأماكن لترفيه الأسر؛ كما قد ترعى فيها الماعز.
	حقول لتجميع الحيوانات وحش الأعشاب	مراعي تجمع فيها الأبقار للرعي أو الخدمة (بالنسبة للثيران)؛ كما قد يحش فيها العشب لاستخدامه كعلف.

المصدر: كايهورا وآخرون. (2002:155)

المزارعون ومستخدمون آخرون للتنوع الحيوي

سواء أكان المشهد الطبيعي منطقة واسعة أم قطاع يشتمل على مجتمع واحد فقط، فإن المزارعين يشكلون فيه وحدات يدار من خلالها معظم التنوع فيه لصالح الإنتاج. ونادراً ما يدير المزارعون طرازاً حقلياً واحداً أو مرحلة واحدة لاستخدام الأراضي. وغالباً ما يضمون مساحات الغابات، وأراضي الغابات المزروعة، ومياه وكذلك أراضي صالحة للزراعة ومراع، وكذلك الحدود التي تفصل بين هذه الأنماط. وقد تخضع الأراضي البور للإدارة أو قد لا تخضع لها، كما توفر في الغالب مصادر للحصاد. ويجب ألا تقتصر إدارة وتسجيل التنوع الحيوي على مستوى المشهد الطبيعي على موافقة صاحب الأرض أو مستخدمها، بل يجب أن تشتمل على تعاونه الفاعل أيضاً. وحتى في المساحات ذات الملكية المشاعية، ثمة الكثير مما يمكن تعلمه من أولئك المستخدمين للموارد.

استخدمنا في مشروع السكان وإدارة الأراضي والتغير البيئي مفهوم التنوع الحيوي الزراعي على نطاق واسع بعدما اقترحه أول مرة بروكفيلد وبادوتش (1994)، وتجاوزنا التقسيم الطبيعي مقابل الثقافي لمعظم دراسة المشهد الطبيعي لنغطي التنوع الحيوي الزراعي المتشابك، وتنوع الإدارة، والتنوع الفيزيائي الحيوي ووضعها في سياق بعد رابع أطلقنا عليه اسم التنوع التنظيمي (بروكفيلد 2001؛ بروكفيلد وآخرون. 2002)، وهو مصطلح يحتاج إلى شرح. وسواء أسست المزرعة لجني المال أم لهدف آخر، فإنها تمثل

مشروع عمل يرتبط بمجموعة واضحة من العلاقات مع مشروعات موازية وبمستويات أعلى من المجتمع، والسلطات، والاقتصاد الإقليمي والوطني والعالمي. وكما هي الحال بالنسبة لمشروعات أخرى، فإن هذا المشروع يمثل نظاماً اجتماعاً واقتصادياً تحتويه نظم اجتماعية واقتصادية أكبر. والمشغلون للأراضي هم مديري الأراضي بحسب المصطلح الذي استخدمه بلايكي وبروكفيلد (1987). وحتى إن كان عليهم العمل ضمن نظام ما يحدد المحاصيل والحيوانات التي سينتجون، فإن على المزارعين والأسر العاملة في الزراعة أن تتخذ قرارات سنوية وشهرية ويومية مطلوبة للحصول على ذلك الإنتاج. وثمة اختلاف كبير بين مزرعة وأخرى، كما تختلف الموارد والمهارات لدى مشغلي المزرعة بشكل كبير.

إن هذا الجانب يعد محورياً بالنسبة للتنوع. إذ يشتمل على التنوع بالطريقة التي يتم امتلاك أو استئجار المزرعة من خلالها وتشغيلها، وفي الاستخدام المعتمد على توافر الموارد، والقوى العاملة في المزرعة. وتشتمل العناصر على العمالة، وحجم الأسرة، والاختلاف في توافر الموارد لدى الأسر، والاعتماد على التوظيف خارج المزرعة. ومن بين العناصر المشمولة أيضاً مجموعة الأعمار والعلاقات بين الجنسين على صعيد العمل في المزرعة، والاعتماد على المزرعة بدلاً من الموارد الخارجية للدعم، والتوزع المكاني للمزرعة، وكمية المعونات المتبادلة التي تمارس بين المزارع، والاختلاف بين المزارعين من حيث حصولهم على الأرض. وثمة أهمية بالغة لحيازة الموارد، وظروف الحصول عليها، وما يصفه ليبتش وآخرون (1999) بالمستحقات البيئية. ويشارك التنوع التنظيمي في الإدارة الكلية للموارد، بما في ذلك إدارة الأراضي، والمحاصيل، واليد العاملة، ورأس المال، ومدخلات أخرى.

ومهما كانت ظروف الحيازة، نجد أن المهارات المطلوبة لتنظيم بسيط لقوى العمل خلال فترات ذروة الطلب قد بخست قدرها في المراجع العامة حول التنمية الزراعية. وكان التحول من زراعة محصول واحد إلى محصولين أو ثلاثة محاصيل في الموسم تبعاً لما جاءت به ابتكارات الثورة الخضراء خلق طلباً هائلاً على هذه المهارات. مع ذلك، لم يتلق المزارعون سوى القليل من التوجيه والتعليمات حول كيفية إدارة مواردهم وقوى العمل في مثل هذه الأوقات، بل تعلموا ذلك بأنفسهم. وغير المزارعون تنظيم عملهم ومواردهم بحسب الظروف، وأحياناً خلال فترة قصيرة جداً، وكانت استجابتهم سريعة للإشارات الداعية إلى إيجاد طرائق جديدة تجمع ما بين عوامل الإنتاج.

غالباً قد لا يكون المزارعين الخبراء الذين يقومون بذلك بالطريقة الفضلى شخصيات قيادية سياسية أو اجتماعية في مجتمعاتهم. ووجد مشروع السكان وإدارة الأراضي والتغير البيئي في الصين مثالاً واضحاً عن خبير مبتكر اسمه السيد لي داي، كان فلاحاً وصياداً سابقاً. وفي الثمانينات من القرن الماضي، أضحى مهتماً في إجراء تجارب على استئناس نوع أخشاب نادرة وقيمة في الوقت عينه وجدت في الغابة كـ *Phoebe puwenensis*. ورغم غياب وسائل نباتية معروفة، إلا أنه نجح خلال عامين في زراعة شتلات قابلة للحياة.

بعدها حول 0.13 هكتار من الأراضي التي كانت مزروعة بالذرة الصفراء التي خصص بها أثناء عملية خصخصة الأراضي ذات الملكية المشتركة عام 1983 إلى مزرعة أشجار خليطة. وبدعم من مشروع السكان وإدارة الأراضي والتغير البيئي، نشر هذه التقانة إلى 95 مزارعاً في القرية (داو وآخرون 2003).

خلال السنوات القليلة الأخيرة في قرية باوبا نيوغينيا عدلوا نظام زراعة الكفاف لديهم لإدخال محاصيل نقدية. ويزرع عدد منهم شتلات الكاكاو أو القهوة في الحديقة خلال السنة الأولى والثانية من زراعة اليام. وحتى حوالي عام تسعين من القرن الفائت، كان المحصول النقدي الوحيد في المنطقة هو قهوة روبستا ، الذي أدخل من قبل خدمات الإرشاد في الستينات من القرن الماضي، وزرعت في قطع صغيرة بمعدل 150 شجرة في القطعة، وأحيطت بغابة ثانوية ومظللة بشجر الليوسينا (*Leucena*). ولم يزرع سوى القليل جداً من شجيرات البن بعد الحماس الذي ظهر في البداية خلال الستينات من القرن الماضي، وذلك عندما زرعت كافة الأسر قطعة واحدة على الأقل وغالباً قطعتين بهذه الشجيرات. لكن بين عامي 1990 و2001، زُرعت أكثر من 70،000 شجرة كاكاو. وفي هذه الحالة، يجري تعديل نظام الزراعة المتحول استجابة لظروف مستجدة، حيث انتشرت في المرحلة الأخيرة القديمة من عمر الزراعة على امتداد ثلاث سنوات الأعشاب في القطع، لكنها كوفحت في الفترة الحديثة من خلال إدخال البطاطا الحلوة. واقتلعت أنواع أشجار البور والأعشاب الطويلة، وزرعت غليريسيديا لتظليل الكاكاو. وبذلك تحولت حديقة الأغذية إلى حديقة محاصيل نقدية. ويقول المزارعون أنه خلال فترة 20 عاماً، سيلغون زراعة الكاكاو ويزرعون بدلاً عنه محاصيل غذائية مرة ثانية. ويعرف هؤلاء المزارعين أن الأراضي التي أزيلت منها نباتات الكاكاو وغليريسيديا أو الليوسينا تعطي محاصيل غذائية وكذلك بور غابات لفترة 20 عاماً. وعليه، لن تؤدي هذه الممارسة إلى انخفاض في إنتاج الغذاء. لكن سيكون – خلال فترة 20 عاماً – ثمة انخفاض معنوي في أنواع البور التعاقبية الطبيعية، والتي تستخدم كثير منها من قبل أولئك الجامعين لها. ويدرك المزارعون هذه المشكلة لكنهم يعتقدون أن الخسارة لكن تكون فادحة على اعتبار أنه لن يتم تحويل كل موقع تزال فيه المحاصيل الغذائية إلى زراعة الكاكاو أو البن. ولن تتوافر لديهم العمالة لحصاد وتصنيع هذه الكمية من الكاكاو أو البن (سوي وآلن 2003).

يمكن سرد كثير من الأمثلة الأخرى من هذا النوع. أما الحالة الأشهر في التاريخ المعاصر فتتمثل في خلق صناعة تصدير رئيسة في جنوبي غانا، وغربي إفريقيا، من خلال تشغيل مزارعين مهاجرين أسسوا مساحات كبيرة من الكاكاو في الغابة الثانوية في ذلك البلد بين عامي 1890–1920 وطوروا نظماً جديدة لحيازة الأراضي بهدف تسهيل استعمارهم للأراضي التي يشتريها الآخرون (هيل 1963). ونصف لاحقاً في هذا الفصل كيفية استجابة المزارعين في منطقة الأمازون البرازيلية لمؤشرات الأسعار عن طريق تحويلهم نظام

الإطار 13. 2 التنوع الحيوي الزراعي واستراتيجيات مصادر المعيشة للريفيين الذين يعانون من فقر مدقع في بنغلاديش

تعرف حقيقة اعتماد السكان الفقراء على الأغذية غير المزروعة لبقائهم وكمصادر لمعيشتهم جيداً في قرى الريف في بنغلاديش. لكن ما هي طبيعة هذا الاعتماد؟ تعمل دراستنا على استكشاف استخدام الشريحة الأشد فقراً للأغذية والنباتات التي يجمعونها من الأراضي، والمياه، والغابات في المناطق التي يعيشون فيها. ولدى سؤالنا للقرويين "أين الفقراء؟" جاء الرد بكلمة "تشاك" التي تعني في الحقول المزروعة التي يملكها الآخرون، أو خارج الحقول على أطراف الطريق. ومن شهر بهادرا إلى كارتيك ينشغلون في حصاد حقول قصب السكر للمزارعين. وفي أشهر آغارهيان وبوش وماغ ينشغلون في حصاد البطاطا وتحضير شتلات حقول الأرز للمزارعين. وقد يحصلون على حفنة من المال لقاء هذا العمل يصرفونها على شراء الزيت والملح وتغطية نفقات مدرسية، وسداد الديون. لكنهم يأخذون البطاطا كدفعة جزئية ويجمعون التبن الذي لم يعد مطلوباً لتغطية أراضي حقول البطاطا وجلبه إلى المنزل لاستخدامه كوقود. ويقطفون أوراق الجوتة في حقول المزارعين لاستخدامها كغذاء ويجمعون الخضروات الورقية غير المزروعة على امتداد حقول الأرز، حيث يبيعون بعضها. كما يبيعون البيض الذي تعطيه دجاجاتهم الحرة لشراء الأرز، بينما يجمعون أسماكاً صغيرة في المسطحات المائية لتناولها كوجبة يومية. تلك كانت مصادر معيشتهم.

ما هي الاستجابة المناسبة للتحديات لضمان حصولهم على مصادر الغذاء هذه؟ لا يمكن للتنمية الزراعية المعتمدة على بعض المحاصيل أن تعوض هؤلاء الفقراء المدقعين بالشكل الكافي عن خساراتهم في الحصول على مصادر غذائية غير مزروعة تسببها ممارسات زراعية من قبيل الاستخدام الواسع لمبيدات الآفات وزراعة محصول وحيد. كما لا يمكن تعويضهم عن الانجراف في نظم الملكية العامة والقوانين الاجتماعية التي تمكن الناس من استخدام هذه المصادر الغذائية. ويشير تحليل إسهامات الأغذية غير المزروعة في الأمن الغذائي في بنغلاديش إلى أن المستوى المناسب لتعزيز الحصول على هذه المصادر الغذائية يتمثل في طبيعة المجتمع، وليس من خلال أنواع النباتات الفردية، أو المزرعة، أو الحديقة. ويمكن ببساطة من خلال تحفيز نظم الزراعة المعتمدة على التنوع الحيوي وحماية أراضي القرية من مبيدات الآفات وإغلاق الأراضي العامة، ضمان مصدر هائل من الأغذية غير المزروعة. ويمكن أن يطلق على مثل هذه الاستراتيجية زراعة الطبيعة، مقارنة بتعريفات الزراعة بشكل أدق اعتماداً على نباتات مزروعة في حقول مزروعة. ويجب متابعة التحسينات في سياق استراتيجية أوسع لزيادة قدرات المجتمعات على خلق الظروف المطلوبة لنظم الأغذية المتنوعة حيوياً والمحافظة عليها. وفي النهاية لا يزرع التنوع الحيوي إلا أنه يغذى في نظم زراعية–بيئية متنوعة حيوياً.

المصدر: فريدة أختر، مركز بحوث سياسات بدائل التنمية، بنغلاديش.

محصول حقلي إلى نظام زراعة حراجية. وتعمل نشاطات من هذا النوع على تغيير التنوع الحيوي في كامل المشاهد الطبيعية.

ثمة مستخدمون آخرون للتنوع الحيوي غير المزارعين. إذ قد يستخدم الرعاة المتنقلون أراض مختلفة في أوقات مختلفة من العام، ويشارك بعضهم من خلال عقود مع مزارعين لرعي حيواناتهم على الأراضي البور، حيث تنتشر هذه الممارسة في مناطق السافانا في غربي إفريقيا. وأظهر تولمين (1992) كيف عمدت الأسر في إحدى قرى بامبارا الواقعة شمالي مالي إلى حفر الآبار باليد في السبعينات والثمانينات من القرن المنصرم لاستقطاب رعاة فولاني المهاجرين، حيث تحصر حيواناتهم داخل حقول مالكي الآبار لإمدادها بالسماد، الأمر الذي يمكنهم من توسيع زراعتهم. إلا أن القرويين يعملون على إبقاء الرعاة عملاء لهم، حيث أنه إن استقر رعاة الفولاني في مناطق مجاورة غير تابعة لهم، فإنهم قد يحفرون آباراً خاصة بهم. أما عملية الحفاظ على أمن هذا المصدر فتتطلب الكثير من التنظيم بين سكان بامبارا.

يوجد بين السكان المقيمين البعض ممن يملك مساحة صغيرة جداً من الأراضي أو قد لا يملك أياً منها. وقد يعتمدون على مصادر الأراضي العامة أو على أي مكان في الطبيعة. أما غذاؤهم الذي يعتمدون عليه فقد لا يكون مزروعاً البتة. ويصف الإطار 13. 2 المشتق من ملخص لورقة عرضتها في مونتريال فريدة أختر من مركز بحوث سياسات بدائل التنمية في بنغلاديش بشكل واضح كيفية اعتماد الشريحة الأشد فقراً من الفقراء على تنوع المشهد الطبيعي.

البعد الزماني

يعيش التنوع الحيوي، سواء وجد داخل النظم الزراعية–البيئية أم خارجها، حالة من التذبذب الدائم. وقد تكون التباينات الموسمية للمناطق المعتدلة، ودوراتها الزراعية المنظمة، والتسلسل قصير الأجل بين الزراعة والبور أنماطاً مألوفة للتباين الزماني في الزراعة في الشمال. إلا أن التعقيدات الزمانية لنظم أصحاب الحيازات الصغيرة في المناطق الاستوائية غالباً ما تكون غير مألوفة، أو قد لا يفهمها العلماء كما يجب، وغالباً ما تتجاهلها الحكومات أو تمنعها.

ومن بين معظم أنماط أصحاب الحيازات الصغيرة التي خضعت لدراسات شائعة، والتي تشتمل نمطياً على تغيرات معقدة في الإدارة من الناحية الزمانية، ومستويات مرتفعة من التنوع الحيوي، تأتي نظم القطع الصغيرة المؤقتة أو نظم الزراعة المتحولة. إن هذه الأشكال من زراعات الأسر التي تنتشر بين المناطق الاستوائية – وربما على نطاق شبه عالمي –

هي أشكال شديدة التباين، إلا أنها تشتمل على تنظيف الحقول من خلال قطع وحرق مرحلة الزراعة المكثفة القصيرة وتبديلها بسنوات من بور الغابات أو الشجيرات. وإلى فترة ليست بالبعيدة، لم تكن مرحلة نظم زراعة قطع صغيرة توصف بإدارة أكثر كثافة للمحاصيل – أو مرحلة "البور"، تفهم بأنها فترة هجر مؤقتة. وساد افتراض أنه خلال هذا الجزء من الدورة، التي تجرى فيها معظم عمليات زراعة وتعشيب وحصاد جلّ المحاصيل، تتوقف كافة عمليات الإدارة الفاعلة للنباتات والحيوانات، وتصبح الفوائد الاقتصادية المباشرة التي تجنى من القطعة مهملة. في الواقع غالباً ما تحول الحقول البور إلى نباتات طبيعية بالكامل.

أظهرت الأبحاث التي أجريت خلال العقود الأخيرة، لاسيما في أمريكا الجنوبية وجنوب شرق آسيا، العكس. فقد عرضت دراسات متزايدة أن الكثير من نظم الزراعة المتحولة قد وصفت بدقة أكبر كزراعة حراجية دورية، وأنه رغم أن إدارة القطع المؤقتة قد تتغير بشكل كبير مع الوقت، إلا أن كثيراً من القطع لم تهجر فعلياً قط. حتى عندما يبدو جزء كبير من النباتات برية أو تلقائية، قد تتواصل الإدارة الفاعلة والماهرة، والتي تتسم بالذكاء، مما يعطي شكل الأنواع النباتية والحيوانية وتكرارها في الموقع. ومن الصعوبة بمكان أو من المستحيل تحديد أي النباتات في قطعة بور معينة قد زرعت فعلياً أو لم تزرع. ورغم أن الأنواع التي أخذت منها العينات قد لا تتغير، إلا أن نسبة النباتات البرية/المزروعة قد تتحول كتجدد طبيعي وتنضم إلى نباتات مزروعة أو تحل محلها خلال أشهر أو سنوات يدار فيها البور بذكاء.

تظهر ضغوطات اقتصادية ويتزايد عدد السكان الريفيين في المناطق الاستوائية الآسيوية وفي بقاع أخرى من العالم تعد فيها القطع المؤقتة طريقة شائعة لكسب العيش. وتخضع إدارة القطع المؤقتة – البور إلى تغيرات هائلة استجابة لهذه التحولات. وتصبح إدارة كافة مراحل هذه الدورة أكثر كثافة ووضوحاً، مع ملاحظة زيادة في الأنواع الموجهة نحو السوق. وتبقى الأشكال التي تأخذها هذه التحولات الداخلية لنظم القطع المؤقتة– البور متباينة، وغالباً ما تسيطر على الزراعات الحراجية أشجار المطاط، أو أشجار مثمرة، أو أشجار أخشاب سريعة النمو. وتشتمل نظم أخرى، أكثر كثافة، لكنها تبقى نظماً معقدة ودورية – على بور تسيطر عليه شجيرات قيمة من الناحية الاقتصادية وحتى بقوليات عشبية (كايرنز 2006).

كيف يمكننا قياس التنوع الحيوي بدقة في نظم من قبيل نظم الزراعات الحراجية الدائمة التغير؟ ويساعد أخذ المشهد الطبيعي الأوسع كوحدة للبحوث وإدخال حقول "وأراض بور" خاضعة لمستويات إدارة مختلفة وبأعمار متباينة الباحثين على الحصول على كم جيد من الغنى والتعقيد في مثل هذه الأنماط الزراعية. وتعد عملية أخذ عينات جديدة مرغوبة لمعرفة المتغيرات الموسمية ومتغيرات أخرى. ووجد مشروع السكان وإدارة الأراضي والتغير البيئي

أنه يتعين على الباحثين في كل منطقة أن يتحلوا بالمرونة في طرائقهم، وتنويعها لتناسب الظروف المحلية. كما يتعين عليهم فهم المعوقات التي تحدّ من حصولهم على البيانات عند تعذر إجراء بحوث طويلة الأجل أو إعادة أخذ العينات.

تأخذ التعقيدات الزمانية أشكالاً كثيرة مما يخلق الكثير من المصاعب للباحثين. وفي سهول محيطة بنهر الأمازون معرضة للفيضانات، توجد عديد من المواقع البحثية التابعة لمشروع السكان وإدارة الأراضي والتغير البيئي، حيث تمر قطع الأراضي سنوياً بمراحل يابسة ومائية. وتغمر قطع أراضي المزارعين بمياه النهر أثناء الفيضانات السنوية، والتي تصبح بارتفاع 10 أمتار عند الجزء العلوي من النهر في بيرو. أما الحقول التي تظهر بعد انحسار مياه الفيضانات بعد عدة أشهر فتتغير ليس من حيث الغطاء النباتي وحسب، لكن غالباً من حيث المساحة، ونمط التربة، وصفات أخرى تحدد الاستخدامات الزراعية الراهنة والمستقبلية لها. ومما يعقد المسألة أمام الباحثين أنه عندما تكون القطعة مغمورة بالمياه، يتغير تنوعها الحيوي بشكل كبير، وفقد قدرتها في الغالب على الإنتاجية، لكنها لا تمر سوى بمرحلة مائية مختلفة. ويقوم كثير من مزارعي السهولة المعرضة للفيضانات في موقع مويوي في بيرو تابع لمشروع السكان وإدارة الأراضي والتغير البيئي على سبيل المثال بإدارة النباتات على ضفاف التيار المائي وضفاف البحيرة، بما في ذلك الأشجار المثمرة، لا لإنتاج الثمار للاستهلاك البشري وحسب في الفترة اليابسة وحسب، بل أيضاً لجذب الأسماك أثناء موسم الفيضانات (بينيدو – فاسكيز وآخرون. 2003ب). ومن الصعوبة بمكان أن يرى الباحثون الزراعيون إدارة المرحلة المائية والأرضية متعددة الأغراض التي طورها المزارعون الأمازونيون، ولا يقدرونها سوى قليلاً، وبالتأكيد فإنه من الصعوبة بمكان قياس مكونات التنوع الحيوي فيها.

وتعتبر تعددية الوظائف، والإدارة المتزامنة للزراعة والزراعة الحراجية، والمصادر الحراجية في حقل واحد شائعة في مشروعات أصحاب الحيازات الصغيرة عبر المناطق الاستوائية. ورغم شمولية هذه النـُهـُج، إلا أنه من النادر أن ترد في المراجع ولا تشاهد من قبل معظم الباحثين على ما يبدو. ويقوم كثير من المزارعين بإدارة محاصيل حولية في حقولهم لحصادها في بضعة أشهر، مع الميل إلى زراعة شتلات أشجار سيصار إلى قطعها بعد 30 عاماً أو ما يقارب. وقد تكون شتلات الأشجار متطوعة تلقائية أو تزرع بشكل مقصود أو قد تنقل من غابات أو حدائق مجاورة. وبينما تتم زراعة المحاصيل وتعشيبها وحصادها، قد تتلقى الأشجار الأبطأ نمواً اهتماماً أكبر نوعاً ما من التنظيف السطحي والتقليم بين حين وآخر. وتجعل الطبيعة المتواصلة للزراعة غير المعتمدة على الآليات من قبل أصحاب الحيازات الصغيرة في المناطق الاستوائية مثل هذا التنوع مسألة ممكنة. وإن المعرفة التي يتحلى بها المزارعون المحليون حول صفات النمو لدى كثير من الكائنات الحية وتوليفاتها، وكذلك حول القدرات النوعية ومعوقات كل زاوية من حقولهم، تجعل من

هذه الإدارة المعقدة مسألة مربحة. ويعرض الإطار 13. 3 النتيجة النهائية لعملية الإدارة هذه في سهول الفيضانات الأمازونية في البرازيل، حيث تبدأ في مرحلة القطع المؤقتة عن طريق زراعة أو تغذية شتلات أشجار قيمة، مروراً بمرحلة البور، وانتهاءً بإدخالها النهائي في الغابة المطورة.

من السهولة بمكان سوء تفسير الديناميكية، لاسيما في نظم تعد غنية بالتنوع يديرها مزارعون أو مجتمعات تعتبر هامشية من الناحية السياسية أو مهمة من الناحية الثقافية. ويوضح عمل المختصَين في علم البشريات فايرهيد وليتش (1996) في غينيا هذه النقطة من خلال ما أضحى اليوم قضية مشهورة. إذ وصفا حالة تم الاتفاق فيها بشكل عام على أن الحقول والغابات وأراضي الأعشاب في محافظة كيسيدوغو تسودها حالة من التغيير اليوم كما كانت منذ فترة طويلة. غير أن الفهم الرسمي والمحلي لاتجاه هذه التغيرات، وفهم الطبيعة الأساسية للتفاعلات ما بين الإنسان والغابات في كيسيدوغو منفصلين تماماً. فإن كان الجدل المحلي مقبولاً بخصوص أن معظم الجزر الحراجية الكبيرة والمتنوعة التي ترسم المشهد الطبيعي هي بمعظمها من عمل الإنسان، فإن قياسات التنوع الحيوي الزراعي الإقليمي والأفكار حول تلاعب الإنسان بالطبيعة المحلية يتعارضان بشكل رئيس مع تلك الأفكار المقترحة في حال التأكد من السيناريو المنافس لقطع الغابات المتقدم. وبالاستفادة الفعالة من الدليل الحديث الذي تعرضه الصور الجوية والاستشعار عن بعد، وكذلك من الوصف السابق، أكد فايرهيد وليتش على صحة التفسيرات المحلية.

في مكان آخر من العالم، أظهر ين (2001) كيف عدّل مزارعو القطع المؤقتة المتبقين في يونان، بالصين، بشكل كبير من نظمهم، حيث قام بعضهم بذلك مؤخراً، والبعض الآخر منذ فترة بعيدة. وتغيرت المحاصيل وأساليب الزراعة، حيث قصرت الدورات الزراعية ووجدت وسائط لدعم الخصوبة ضمن هذه الدورات المختزلة، كما تم إدخال محاصيل نقدية، أو استخدام نباتات لكسب المال النقدي كانت تستخدم سابقا للكفاف وحسب، إلى جانب إدخال زراعة المدرجات الجبلة. ومع ذلك، ورغم المهارة الكبيرة في التكيف في الماضي والحاضر، إلا أن كثيراً من المسؤولين وبعض العلماء لا يزالون يقرون بوجوب استبدال كافة مزارعي القطع المؤقتة الذين يتبعون طرائق بدائية. ومن خلال التقدير الحديث للفوائد البيئية للزراعة الحراجية فقط بدأ فهم جديد للمهارات التقليدية في الظهور ولو بشكل متأخر.

غالباً ما يحدث تغير في نظم زراعية بيئية لدى أصحاب الحيازات الصغيرة بخطى مطردة وغير مترابطة على ما يبدو (دوليتل 1984؛ بادوتش وآخرون. 1998) وهذا ما يضيف أيضاً درجة من التعقيد والغموض. إن معوقات العمالة البشرية وموارد أخرى متاحة لدى الأسر الريفية من أجل إحداث تغيرات بيئية أساسية يجعل من الضرورة بمكان خلق نُهج طويلة الأجل للمزارع حيثما تكون. وقد يستغرق إيجاد أرض صالحة للزراعة، فيما يعرف ببيئيات هامشية من الناحية الزراعية، سنوات وكثير من العمليات التي تتطلب عمالة

الإطار **13. 3** التنوع الحيوي في مرحلة الغابة في موقعين في الأمازون السفلي في البرازيل

وجدنا في موقعين أن مناطق الغابات التي تعد جزءاً من حيازات الأراضي لدى أصحاب الحيازات الصغيرة تأتي نتيجة خيارات إدارة متعاقبة بدأت في مرحلة الحقل واستمرت إلى مرحلتي البور والغابة. وتظهر عمليات الجرد التي أجريت على عينة من 10 هكتارات (5 هكتارات في مازاغاو، و5 هكتارات في إيبيكسونا) كثافة كبيرة للأنواع (جدول الإطار 13. 3).

وفي كلا الموقعين احتوت الغابات على مستويات مرتفعة من الغنى بالأنواع والتساوي فيها. غير أن متوسط عدد الأنواع التي وجدت في غابات مازاغاو (51) كان أعلى بقليل من المتوسط الذي في وجد إيبيسكونا (36). وبالعكس، فقد احتوت الغابات المأخوذة كعينات في إيبيكسونا على كم أكبر من الأشجار (بمتوسط 1,117 شجرة) من الغابات المأخوذة كعينات مازاغاو (بمتوسط 041،1). وتعكس هذه النتائج تاريخ ممارسات الإدارة واستخراج الموارد من قبل أصحاب الحيازات الصغيرة في كلا الموقعين. وفي مازاغاو يلتزم السكان أكثر بأنشطة الغابات، ويميلون إلى إغناء غاباتهم بشكل دائم بأنواع مرغوبة للأخشاب وأخرى طبية ومثمرة. أما المزارعون في إيبيكسونا فأكثر التزاماً بالزراعة الحراجية وجمع الثمار ومنتجات طبية من إنتاج الأخشاب.

ورغم الاختلافات في استخدامات الغابات والإدارة التي يمارسها السكان في مازاغاو وإيبيكسونا، إلا أن الغابات تظهر تنوعاً كبيراً جداً أو دليل شانون. واعتماداً على دلائل التنوع المقدر، نجد أن للغابات في مازاغاو قيماً أعلى (متوسط H'=2.59) من الغابات في إيبيكسونا (متوسط H'=1.77) . وتتشابه هذه النتائج بشكل كبير مع دليل شانون المقدر الخاص بالمناطق الحراجية ومناطق أخرى في سهل فارزيا المعرض للفيضانات عن مصب النهر (آندرسون وإيوريس 1992).

جدول الإطار 13. 3. التنوع في عينات الغابات لمقارنة عدد الأنواع وعدد الأفراد ودليل شانون (H)

مازاغاو				إيبكسونا			
قطع العينات	عدد الأنواع	عدد الأفراد	H	قطع العينات	عدد الأنواع	عدد الأفراد	H
1	48	892	2.96	6	26	623	1.66
2	55	1,096					
	2.66	7	41	1,032	1.91		
3	54	1,118	2.43	8	38	1,610	1.68
4	45	778	2.66	9	43	1,696	1.80
5	55	1,322	2.26	10	34	923	1.80

يتبع في الصفحة 356

يتبع من الصفحة 355

رغم أن الغابات في مازاغاو أغنى بالأنواع من غابات إبيكسونا، إلا أن النوعين الأكثر قيمة اقتصادية (*Euterpe oleraceae* و *Calycophyllum spruceanum*) هما أحد الأنواع السائدة والوفيرة في كلا الموقعين. وهذا يشير إلى أن السكان يشجعون تأسيس وزراعة هذين النوعين إلى جانب أنواع أخرى في غاباتهم. وعلى نحو مماثل، يشير وجود الأنواع الخشبية والطبية والمثمرة إلى كثافة وتكرار الإدارة من قبل السكان المحليين في كلا الموقعين. كما تشير بيانات الجرد إلى أن السكان يعملون على المحافظة على عدد قليل من أفراد أنواع عديدة غير تجارية. ومن بين هذه الأنواع توجد بعض الأنواع الرائدة من قبيل *Cecropia palmate* و *Croton* sp. التي تلعب دوراً مهماً في جذب حيوانات الطرائد.

يظهر دليل قيمة الأهمية المقدرة أن 8 أنواع من أهم 10 أنواع وجدت في الغابات في مازاغاو وإبيكسونا تعطي منتجات تجارية. وكما في حالة إدارة البور، يعمل السكان أيضاً على تعديل وتطوير تقانات إدارة جديدة تتوافق مع ظروف بيئية واقتصادية. ويتم الحفاظ على وفرة وسيادة أنواع مهمة اقتصادياً من قبل أصحاب الحيازات الصغيرة من خلال تطبيق خيارات إدارة تحفز تجدد الأنواع في ظل ظروف جديدة ضوئية وبيئية. فعلى سبيل المثال، يجري جل المزارعين عمليات تسبق الحصاد لتجنب الضرر الزائد للغابات، وبذلك يحسنون الإنتاج إلى المستوى الأمثل. ومن بين أحدث عمليات ما قبل الحصاد المبتكرة يأتي نثر بذور أو زراعة شتلات أنواع قيمة قبل قطع الأخشاب. وتجمع معظم البادرات من أجزاء أخرى من الغابات، إلا أن شتلات مكثفة (*Carapa guianensis*) تنتج بشكل رئيس في الحدائق المنزلية.

المصدر: بينيدو–فاسكيز وآخرون. (2003C:69-71)

كبيرة. فعلى سبيل المثال، يستغرق تحويل مستنقعات الخث إلى بساتين جوز هند منتجة أو حدائق نفافاليون على سواحل محافظة غرب كاليمانتان في أندونيسيا سنوات من حفر القنوات، والمصارف، وخلق وتدمير عديد من أشكال زراعة الأرز قبل تأسيس بستان مربح. وقد يشتمل المشهد الطبيعي الأنموذجي لمثل هذه المنطقة على عديد من البقاع المتباينة الاستخدامات، والإدارة، والتنوع. وتشكل جميع مكونات هذا المشهد الفسيفسائي الطبيعي جزءاً من نظام متنوع، ومعقد، وديناميكي لزراعة الأشجار لدى أصحاب الحيازات الصغيرة.

في داخل مستنقعات الخث في كاليمانتان، يحدث تغير من نظام إلى آخر في عملية غير متواصلة، ومتزايدة، ومحيرة بصرياً. وقد قام باودتش وآخرون بتوثيق كيفية انتقال القرويين في دایاك من زراعة قطع مؤقتة بمحصول أرز المرتفعات إلى زراعة الأرز المروي (بادوتش وآخرون 1988). وتخلق عملية التغيير مراحل متوسطة عديدة، كثير منها متنوعة، وجميعها تختلف في الإنتاجية والمظهر. وتنطوي دراسة التنوع الحيوي الزراعي في مثل هذه النظم الديناميكية على تحديات أمام العلماء الذي يسعون إلى تمثيل غنى هذه النظم بدقة.

الاستنتاج

يخلق التنوع الحيوي على نطاق المشهد الطبيعي عدداً من التحديات على صعيد القياس والتفسير. وعلى اعتبار أن المسح الشامل مستحيل من الناحية اللوجستية على هذا النطاق، فإن طبيعة إطار أخذ العينات تحمل أهمية محورية، وتخلق عدداً من المصاعب، لاسيما في تعريف العينات المغطاة. ويتم على نحو دائم تقريباً إدخال عنصر هادف. وفي مشروع السكان وإدارة الأراضي والتغير البيئي (PLEC)، قمنا باختيار حقول ضمن أنماط الحقول ومربعيات عينات شاملة ضمنها، وكذلك حدائق منزلية كاملة. وفي العمل الأوروبي، بذلت جهود لإيجاد مؤشرات للتغلب على مشكلة نطاق المسوحات على مستوى المشهد الطبيعي، لكن أياً منها لم تكن قابلة للتطبيق على المستوى العالمي. وعلى اعتبار أن الهدف يكمن في تقييم نجاح التحسينات في الإدارة، يبدو أن الطريق المحتمل يتمثل في توليفة من المؤشرات الأحيائية ذات الجوانب الهيكلية لمصفوفة الزراعة وصفات إدارة نوعية. وهذا النهج المعدل قابل للتطبيق في بلدان نامية.

مهما كانت صعوبة القياس بطريقة مجدية علمياً، يعد تقدير التنوع الحيوي الزراعي على نطاق المشهد الطبيعي ضرورياً لفهم كثير من نقاط القوة في الزراعة لدى أصحاب الحيازات الصغيرة لاسيما في البلدان النامية. ويوجد جزء كبير من التنوع الخاضع للإدارة في هذه النظم، إذا لم يخطط له مباشرة، في المناطق الهامشية للحقول، على امتداد المسالك، وبين المنازل، وفي المسطحات المائية. وبشكل منتظم تحصد هذه البقاع من النباتات، ومن ثمارها ما يؤكل ومنها ما يباع، ومنها ما يستخدم لتلبية عدد كبير من الاحتياجات الاقتصادية. وعندما يحرم المزارعون من هذه الموارد غير المرئية، عندها غالباً ما تنخفض وجباتهم الغذائية ودخلهم، وتضيع في الغالب قدرتهم على التعامل مع الاضطرابات المناخية أو الاقتصادية.

ثمة أسئلة مهمة يثيرها العنصر الزماني لإدارة التنوع الحيوي من قبل المزارعين. وقد نوقش التعاقب ما بين المرحلة المائية واليابسة في سهول الفيضانات التي تغمر سنوياً بشيء من التفصيل، إلا أن المسألة الأكبر تتمثل في الإدارة الهادفة للأراضي عند أحد مراحل استخدام الأراضي لتخلق تنوعاً حيوياً معدلاً في مرحلة لاحقة لاستخدام الأراضي، أو التنوع الحيوي المختلف الذي ينجم عن تغيرات مقصودة في استخدام الأراضي. وتعتبر هذه التعاقبات محورية في فهم الإدارة على مستوى المشهد الطبيعي، وتكشف مدى كبر التأثير الذي تعطيه الإدارة في التنوع الحيوي. وناقش هذا الفصل تعديل التنوع الحيوي من خلال إدارته إما المقصودة للتأثير بالتنوع الحيوي أو بشكل غير مباشر من خلال تغيرات تحددها الحاجة فقط إلى الإنتاج. ويظهر التقلب الدائم في التنوع الحيوي كاستنتاج

محوري، ويشكل مسألة تشكك في كافة الأفكار التي تتحدث عن الأحوال "الساكنة" للنبات، والتجمعات النباتية، والطبيعة الخاضعة للإدارة.

حاشية

1. تنوع ألفا هو تنوع داخل موقع أو مربع (أي التنوع المحلي)، أما تنوع بيتا فهو التغير في تركيبة الأنواع من موقع إلى آخر (أي نتاج الأنواع)، وتنوع غاما هو التنوع في المشهد الطبيعي أو في كافة المواقع المجتمعة (أي التنوع الإقليمي).

References

Anderson, A. and E. Ioris. 1992. The logic of extraction: Resource management and resource generation by extractive producers in the estuary. In K. Redford and C. Padoch, eds., *Conservation of Neotropical Forests*, 175–199. New York: Columbia University Press.

Blaikie, P. M. and H. Brookfield. 1987. *Land Degradation and Society.* London: Routledge.

Brook field, H. 2001. *Exploring Agrodiversity*. New York: Columbia University Press.

Brook field, H. and C. Padoch. 1994. Appreciating agrodiversity: A look at the dynamism and diversity of indigenous farming practices. *Environment* 36(5):6–11, 37–45.

Brook field, H., M. Stocking, and M. Brookfield. 2002. Guidelines on agrodiversity assessment. In H. Brookfield, C. Padoch, H. Parsons, and M. Stocking, eds., *Cultivating Biodiversity: Understanding, Analysing and Using Agricultural Diversity*, 41–56. London: itdg Publishing.

Büchs, W. 2003. Biotic indicators for biodiversity and sustainable agriculture: Introduction and background. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98:1–16.

Bureau, J.- C. 2003. *Enlargement and Reform of the EU Common Agriculture Policy: Background Paper* [mimeo]. Washington, dc: Inter- American Development Bank.

Cairns, M. 2006. *Voices from the Forest: Farmer Solutions Towards Improved Fallow Husbandry in Southeast Asia.* Washington, dc: Resources for the Future Press.

Coffey, K. 2000. *PLEC Agrodiversity Database Manual*. New York: New York Botanical Garden for the United Nations University.

Coffey, K. 2002. Quantitative methods for the analysis of agrodiversity. In H.

Brookfield, C. Padoch, H. Parsons, and M. Stocking, eds., *Cultivating Biodiversity: Understanding, Analysing and Using Agricultural Diversity,* 78–95. London: itdg Publishing.

Dao, Z., H. Guo, A Chen, and Y. Fu. 2003. China. In H. Brookfield, H. Parsons, and M. Brookfield, eds., *Agrodiversity: Learning from Farmers Across the World,* 195–211. Tokyo: United Nations University Press.

Dauber, J., M. Hirsch, D. Simmering, R. Waldhardt, A. Otte, and V. Wolters. 2003. Landscape structure as an indicator of biodiversity: Matrix effects on species richness. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98:321–329.

Doolittle, W. E. 1984. Agricultural change as an incremental pro cess. *Annals of the Association of American Geographers* 82:369–385.

Duelli, P. 1997. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: An approach at two different scales. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 62:81–91.

Fairhead, J. and M. Leach. 1996. *Misreading the African Landscape: Society and Ecology in a Forest–Savanna Mosaic*. Oxford, uk: Clarendon Press.

Forman, R. T. 1995. *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions.* Cambridge, uk: Cambridge University Press.

Guo, H., C. Padoch, Y. Fu, Z. Dao, and K. Coffey. 2002. House hold- level biodiversity assessment. In H. Brookfield, C. Padoch, H. Parsons, and M. Stocking, eds., *Cultivating Biodiversity: Understanding, Analysing and Using Agricultural Diversity,* 70–125. London: itdg Publishing.

Haines- Young, R. H., C. Barr, H. Black, D. Briggs, R. Bunce, R. Clarke, A. Cooper, F. Dawson, L. Firbank, R. Fuller, M. Furse, M. Gillespie, R. Hill, M. Hornung, D. Howard, T. McCann, M. Morecroft, S. Petit, A. Sier, S. Smart, G. Smith, A. S. Stott, R. Stuart, and J. Watkins. 2000. *Accounting for Nature: Assessing Habitats in the U.K. Countryside.* London: Department of Environment, Transport and Regions.

Hill, P. 1963. *The Migrant Cocoa- Farmers of Southern Ghana: A Study in Rural Capitalism.* Cambridge, uk: Cambridge University Press.

Hoffmann- Kroll, R., D. Schäfer, and S. Seibel. 2003. Landscape indicators from ecological area sampling in Germany. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98:363–370.

Kaihura, F. B. S. 2002. Working with expert farmers is not simple: The case of plec Tanzania. In H. Brookfield, C. Padoch, H. Parsons, and M. Stocking, eds., *Cultivating Biodiversity: Understanding, Analysing and Using Agricultural Diversity,* 132–144. London: itdg Publishing.

Kaihura, F. B. S., P. Ndondi, and E. Kemikimba. 2002. Agrodiversity assessment and analysis in diverse and dynamic small- scale farms in Arumeru, Arusha, Tanzania.

In H. Brookfield, C. Padoch, H. Parsons, and M. Stocking, eds., *Cultivating Biodiversity: Understanding, Analysing and Using Agricultural Diversity,* 153–166. London: itdg Publishing.

Leach, M., R. Mearns, and I. Scoones. 1999. Environmental entitlements: Dynamics and institutions in community- based natural resource management. *World Development* 27:225–247.

Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement.* Princeton, nj: Princeton University Press.

OECD. 1997. *Environmental Indicators for Agriculture,* Vol. 1, *Concepts and Framework*. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development Publications Service.

Opperman, R. 2003. Nature balance for farms: Evaluation of the ecological situation. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98:463–475.

Osinski, E. 2003. Operationalisation of a landscape- oriented indicator. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98:371–386.

Padoch, C., E. Harwell, and A. Susanto. 1998. Swidden, sawah and in- between: Agricultural transformation in Borneo. *Human Ecology* 26:3–20.

Pinedo- Vasquez, M., K. Coffey, L. Enu- Kwesi, and E. Gyasi. 2003a. Synthesizing and evaluating plec work on biodiversity. *PLEC News and Views NS* 2:3–8.

Pinedo- Vasquez, M., P. P. del Aguila, R. Romero, M. Rios, and M. Pinedo- Panduro. 2003b. Peru. In H. Brookfield, H. Parsons, and M. Brookfield, eds., *Agrodiversity: Learning from Farmers Across the World,* 232–248. Tokyo: United Nations University Press.

Pinedo- Vasquez, M., D. G. McGrath, and T. Ximenes. 2003c. Brazil (Amazonia). In H. Brookfield, H. Parsons, and M. Brookfield, eds., *Agrodiversity: Learning from Farmers Across the World,* 43–78. Tokyo: United Nations University Press.

Piorr, H.- P. 2003. Environmental policy, agri- environmental indicators and landscape indicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98:17–33.

Sowei, J. and B. Allen. 2003. Papua New Guinea. In H. Brookfield, H. Parsons, and M. Brookfield, eds., *Agrodiversity: Learning from Farmers Across the World,* 212–231. Tokyo: United Nations University Press.

Toulmin, C. 1992. *Cattle, Women and Wells: Managing House hold Survival in the Sahel*. Oxford, uk: Clarendon Press.

Waldhardt, R. 2003. Biodiversity and landscape: Summary, conclusions and perspectives. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98:305–309.

Waldhardt, R. and A. Otte. 2003. Indicators of plant species and community diversity in grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98:339–351.

Waldhardt, R., D. Swimmering, and H. Albrecht. 2003. Floristic diversity at the habitat scale in agricultural landscapes of central Europe: Summary, conclusions and perspectives. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98:79–85.

Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21:213–251.

Yin, S. 2001. *People and Forests: Yunnan Swidden Agriculture in Human-Ecological Perspective*. Kunming, Yunnan, China: Yunnan Education Publishing House.

Zarin, D. J., H. Guo, and L. Enu- Kwesi. 2002. Guidelines for the assessment of plant species diversity in agricultural landscapes. In H. Brookfield, C. Padoch, H. Parsons, and M. Stocking, eds., *Cultivating Biodiversity: Understanding, Analysing and Using Agricultural Diversity,* 57–69. London: itdg Publishing.

14 التنوع والابتكار في نظم أصحاب الحيازات الصغيرة استجابة للتغيرات البيئية والاقتصادية

ك. ريركاسيم، و م. بينيدو–فاسكيز

K. RERKASEM AND M. PINEDO- VASQUEZ

في عالم تنتج فيه معظم المنتجات الزراعية صناعياً، يندرج المزارعون أصحاب الحيازات الصغيرة في المناطق الاستوائية بين المجموعات القليلة التي لا تزال تزرع وتدير محاصيل شديدة التنوع ومصادر حيوية أخرى في الأراضي التي يملكون. وقد حدد الخبراء الأنواع والأصناف الأكثر ندرة للمحاصيل في حقول المزارعين الصغيرة، ودعوا إلى المحافظة عليها. وتُعرف المخاطر التي تتعرض لها الزراعة العالمية جراء فقد تنوع المحاصيل والمرونة التي تمنحها بشكل جيد، كما أرسيت أسس برامج المحافظة على هذه الموارد التي لا تقدر بثمن في الموقع وخارج الموقع. لكن، واعتماداً على مشروع السكان وإدارة الأراضي والتغيرات البيئية (PLEC)، نقول أن الإسهامات المهمة لأصحاب الحيازات الصغيرة لا تلخص بمجموعة من المحاصيل والأصناف النادرة التي توجد في مزارعهم. وقد أوجد المزارعون أصحاب الحيازات الصغيرة واستمروا في تطوير كم هائل من نظم استخدام الموارد المعقدة والمتنوعة والتي تعتبر موارد مهمة ومهددة أيضاً. ويعكس التنوع الحيوي المعنوي لنظم الإنتاج هذه الموارد الحيوية والتقانية ويكامل بينها. وستحرز المحافظة على التنوع الحيوي الزراعي تقدماً كبيراً إذا ما تم توثيق نظم استخدام الموارد التي تعطي منتجات قيمة، واختبارها، وتحسينها، وتحفيزها بمثل فعالية منتجاتها.

في هذا الفصل نبحث في نظم استخدام الموارد هذه وكيف يقوم صغار المزارعين بإيجادها وتغييرها بشكل دائم. ونركز بشكل خاص على تقانات الإنتاج والإدارة لدى أصحاب الحيازات الصغيرة التي تقع خارج الفئات الدقيقة المحلية أو غير المحلية، والتقليدية

أو الحديثة. وتظهر التجارب الحقلية أن طيفاً واسعاً من أصحاب الحيازات الصغيرة يعملون على المحافظة على نظم ذات قيمة كبيرة للتنوع، وغالباً من المستحيل أو من غير المجدي تصنيف تقانات أصحاب الحيازات الصغيرة إلى هذه الفئات. ويخلق طيف تقانات استخدام الموارد المعقدة والمتنوعة، وممارسات المحافظة عليها التي نناقشها بيئات تشكل موئلاً لعدد بالغ التنوع من المحاصيل وكائنات حية مزروعة أو خاضعة للإدارة وتحافظ عليها. ونعرف أن المستويات المرتفعة من التنوع الحيوي الزراعي وأشكال أخرى للتنوع الحيوي التي تدار من قبل أصحاب الحيازات الصغيرة تأتي بين أكثر الأصول الاقتصادية أهمية لدى صغار المزارعين في العالم. كما نشير إلى أن التنوع الحيوي الزراعي لدى أصحاب الحيازات الصغيرة يعكس ويدعم أيضاً قدراتهم للاستجابة بشكل تقني واقتصادي والتحول إلى العدد الكبير من العمليات البيئية والاجتماعية التي تصف بيئاتهم ومجتمعاتهم سريعة التغيير.

ولدعم هذا التعميم، نقوم بعرض وتحليل ومناقشة بعض من البيانات التجريبية حول تقانات الزراعة الديناميكية، والزراعة الحراجية، وإدارة الغابات– وكذلك بيانات حول ممارسات المحافظة عليها – من مواقع عروض المشاهدة الخاصة بمشروع السكان وإدارة الأراضي والتغيرات البيئية (PLEC) عبر المناطق الاستوائية. وينفذ مشروع PLEC في الأراضي التي يملكها صغار المزارعين في الصين، وبوبا نيوغينيا، وتنزانيا، وكينيا، وأوغندا، وغانا، وغينيا، والمكسيك، وجامايكا، وبيرو، والبرازيل (انظر الفصل 13). ويركز نهج PLEC على تنوع وديناميكية استراتيجيات المزارعين والتنوع الحيوي الزراعي الناتج عنها، ولا ينظر إليها كمنتجات تقليدية ذات تاريخ طويل من خبرة المجتمع وحسب، بل أيضاً كنتائج تتسم بإبداع فردي وقرارات فردية اتخذت في وجه التغيرات البيئية والاجتماعية– السياسية والاقتصادية التي لا تفتر. وتنشأ التغيرات التي نناقشها هنا من أسباب عديدة – غالباً من معقد من الأسباب – وتتباين في فترتها، وشدتها، ونمطها. ونركز على التغيرات والاستجابات على المستوى المحلي. أي أننا لا نستعرض استجابات لكوارث هائلة حظيت باهتمام عالمي، ولا نعمم فيما يتعلق بردود فعل أصحاب الحيازات الصغيرة من خلال مصطلح عام "كالعولمة"، مع أن عديداً من أمثلتنا تُظهر ما يمكن تصنيفه تحت "كارثة"، بمعنى أنه "حدث كارثي مفاجئ أو أكثر يحدث ضرراً فادحاً، أو خسارة كبيرة، أو دماراً هائلاً" (قاموس ميريام–ويبستر المتوافر على الشبكة)، وتُصف التقلبات في الأسعار والأسواق ذات الروابط العالمية. ويظهر انهيار عديد من القرى في دوامات مياه الأمازون ككارثة، كما هي الحالة بالنسبة لوصول مرض جديد يأتي على المصدر الرئيس للأموال النقدية داخل المجتمع أو يخفض أسعار محصول البن المهم. غير أن دراسات الحالات التي نناقشها التي تظهر أحداثاً طارئة وكارثية تشاهد على نطاق محلي وتوصف باهتمام ليس على المستوى العام وحسب، بل على المستوى الخاص أيضاً. وإن عدم رؤية الويلات

التي ندرجها لا يعكس وجودها على النطاق الضيق والريفي فقط، بل يعكس أيضاً المرونة والتنوع الأساسيين لدى أصحاب الحيازات الصغيرة من خلال الزراعة الناجحة في ظل ظروف كهذه.

قد تكون نظم الحيازات الصغيرة متغيرة، وفردية، وخاصة بموقع محدد. لكننا نشدد على أن مثل هذه النظم عادة ما تكامل بدلاً من أن تفصل بين كثير من أنماط تقانات استخدام الموارد وممارسات المحافظة عليها. ولا تزال التقانات المتنوعة التي تهدف إلى استثمار الموارد إلى جانب المحافظة عليها بين أصحاب الحيازات الصغيرة بعيدة عن التقدير. كما يمكن أن نخلص إلى استنتاج من خلال بعض الملاحظات والتوصيات العامة بخصوص استراتيجيات البحوث والتنمية. ونعتقد بشكل قوي أننا إن هدفنا إلى مساعدة البلدان الفقيرة على استخدام التنوع الحيوي فيها بصورة مستدامة وتحسين ظروف بعض من أشد المزارعين فقراً، فإننا بحاجة إلى تقييم وإدخال الموارد التقانية والمحافظة عليها بطريقة تبرز المستويات المرتفعة من التنوع الحيوي الزراعي الذي وجد في الطبيعة المنتجة التي قام بهندستها وإدارتها أصحاب الحيازات الصغيرة منذ قرون وحتى الوقت الراهن.

التنوع الحيوي الزراعي: العمليات والمنتجات

ساعد التركيز على المنتجات بدلاً من العمليات بدون شك على حجب ديناميكية النظم التي طورها أصحاب الحيازات الصغيرة. وعلى نحو مماثل، نجد أن التركيز على الثبات والتكيف طويل الأجل الذي وضعه كثير من الباحثين – الذين منهم من أكثر من يقدر أصحاب الحيازات الصغيرة –ينطوي على أن هذه النظم لا تتغير البتة. نحن نقدر بالتأكيد أهمية الرؤية طويلة الأجل لكثير من القرويين وتأسيس تجربة طويلة الأجل تصف إنتاج أصحاب الحيازات الصغيرة. لكننا نؤكد في الوقت عينه على أن قدرة صغار المزارعين على توليد تقانات واستراتيجيات مبتكرة قد تشكل الأصول الأكثر أهمية لديهم لمواجهة المشكلات واغتنام الفرص التي تخلقها التغيرات البيئية والاقتصادية. وغالباً ما يشكل التنوع، الحيوي والتقاني على السواء، مفتاح القدرة على التكيف. وتعتبر الطرائق الكثيرة المتكاملة "التي يستخدم فيها المزارعون التنوع الحيوي للبيئة من أجل الإنتاج، بما في ذلك اختيارهم للمحاصيل، وإدارة الأرض والأحياء والمياه بصفة كلية،" أو "التنوع الحيوي الزراعي" (بروكفيلد وبادوتش 1994:8) أساسية في السماح لأصحاب الحيازات الصغيرة بالتعامل مع هذه التغيرات، الإيجابية منها والسلبية، ضمن محيطهم الاجتماعي والطبيعي.

عكف الباحثون لفترة طويلة على دراسة التكيف والابتكار التقاني في نظم الإنتاج لدى مجتمعات أصحاب الحيازات الصغيرة استجابة للتغيرات (فيدر و أومارا 1981). فعلى

سبيل المثال، قد يكون العمل الأكثر تأثيراً على مستوى الحقل خلال العقود الأربعة الفائتة – ظروف النمو الزراعي لـ بوسيروب – قد أسس علاقة بين تكثيف استخدام الأراضي ونمو السكان (بروكفيلد 2001). لكن مع بعض الاستثناءات الملحوظة (ريتشاردس 1993؛ سكونز وتومبسون 1994)، قام معظم الباحثين بتغييرات تقانية بين أصحاب الحيازات الصغيرة لتحقيق تغير تطوري طويل الأجل، أو بدلاً من ذلك القيام بشكل قسري ومفاجئ بالتخلي عن النظام أو تدهوره أو انهياره. ونركز بدلاً من ذلك على التغير والتكيف الذي كان ويجب أن يكون ثابتاً في الإنتاج لدى صغار المزارعين إن كان لديهم النية في الاستمرارية وكذلك نركز على التنوع الحيوي الزراعي الذي كان وسيلة أساسية قابلة للتعديل لدى المزارعين.

تظهر بيانات التنوع الحيوي الزراعي الغنية التي جمعها باحثون في مشروع PLEC على مدى عدة سنوات أن المزارعين مستمرون بابتكار وتكييف التقانات للإفادة من الفرص وحل المشكلات (انظر بروكفيلد وآخرين 2002، 2003 للحصول على مثال أوسع من هذه البيانات). وسنقوم بتقديم مخطط لأمثلة عديدة لتوضيح التنوع الكبير في النظم المستخدمة والتغلب على الصعوبات. فعلى سبيل المثال، طور مزارعون في منطقة الأمازون البرازيلية نظام زراعة حراجية عرف باسم *banana emcapoeirada* يتيح لهم إنتاج الموز رغم إصابته بمرض بكتيري قضى على الموز المزروع في نظم مزارع محصول وحيد (بينيدو–فاسكيز وآخرون 2002ب). وعملت زيادة الطلب في السوق على الخضروات البرية وتغيير سياسيات الأراضي على تحفيز فقراء المزارعين في شمالي تايلاند على تطوير نظام الزراعة الحدودية (ريركاسم وآخرون. 2002). ودفع انخفاض أسعار البن في كينيا المنتجين إلى تطوير نظام عنقودي مع الحفاظ على قطع البن بمساحات مناسبة (كانغارا وآخرون 2003). وتعامل المزارعون مع الكارثة المحتملة لانجراف ضفاف النهر في بيرو، حيث طوروا "تقليد التغيير" لإنتاج محاصيل وإدارة محيطهم الاقتصادي والفيزيائي الحيوي الديناميكي (بينيدو–فاسكيز وآخرون 2002 أ).

التنوع الحيوي الزراعي والتباين في استجابات المزارعين للتغيرات

منذ عقدين تقريباً، أحدثت حرائق الغابات في عام النينيو ضرراً بالغاً أصاب الكاكاو و ثمار أخرى مزروعة في حقول صغار المزارعين في غانا. وضربت الإصابة في مشهد طبيعي اقتصادي كانت فيه الكاكاو محصولاً مالئاً: كان سعر الكاكاو منخفضاً، وكان معظم المزارعين الغانيين يعيشون مرحلة انتقالية سريعة من الازدهار إلى الركود في اقتصاد الكاكاو. وفي مطلع التسعينات من القرن الماضي، بدأ علماء PLEC بتقييم القرى الغانية المختارة. ووجدوا أن معظم المزارعين قد عملوا على المحافظة على التنوع الضروري لهم

من أجل تحويل نظام إنتاجهم إلى دورات تزرع فيها محاصيل الذرة الصفراء والمينهوت (غياسي وآخرون 2003). وتحولت مساحة واسعة من المناطق الريفية في غانا من مشهد طبيعي تسوده مزارع الكاكاو إلى مشهد طبيعي فسيفسائي تشكله مزارع صغيرة زرعت فيها نباتات شديدة التنوع. وواصل المزارعون في المشهد الطبيعي الإنتاجي هذا إضافة المنتجات، بما في ذلك الدجاج وحتى الحلزون. كما أعيد التنوع الكبير لليام بعدما اختفى تقريباً بفعل ازدهار زراعة الكاكاو (الإطار 14. 1).

لقد أثبت تحول المزارعين الغانيين من زراعة محصول وحيد إلى "التنوع الحيوي" أنه تحول مهم على الصعيد الاقتصادي للكثيرين بعدما هوت أسعار الكاكاو، ودمرت سلسلة الحرائق أراضي الكاكاو في عام النينيو (غياسي وأويتو 1997). إلا أن للمشهد الطبيعي الناتج والمتنوع الإنتاج وظائف مهمة أخرى، إذ ساعد المزارعين على تقليص خطر الحرائق وأسس الغطاء الخضري وصانه، وهذا بدوره استعاد عدداً من خدمات النظام البيئي التي تأثرت تأثراً بالغاً بفعل مزارع الكاكاو.

إن التغيرات في المنتجات ونظم الإنتاج كاستراتيجية للتغلب على افتقار الأسواق لمحاصيل نقدية ومنتجات حراجية في مجتمعات همونغ في المناطق المرتفعة من تايلاند يشكل مثالاً آخر حول كيفية اعتماد المزارعين على التنوع الحيوي الزراعي للاستفادة من التغيرات. ويزرع مزارعو همونغ الملفوف تجارياً باستخدام نظام دورات زراعية معقد (ريركاسيم وآخرون 2002). وتمكن الوظيفة المحورية لمثل نظام الدورات الزراعية هذا مزارعي همونغ من الحفاظ على مستويات مرتفعة من التنوع الحيوي الزراعي من خلال إعادة ترتيب محاصيلهم على النطاقين الزماني والمكاني للوصول إلى إنتاج مثالي وكفاءة في العمالة وتقليص التأثيرات المناوئة التي تحدثها الأسمدة ومبيدات الآفات في حقولهم وكذلك في البيئات المحيطة. وتساعد المنتجات المتعددة في نظام الدورات الزراعية المزارعين على التعامل مع التقلبات في أسعار الملفوف وتحقيق الأرباح حتى خلال انخفاضها في الأسواق (ريركاسيم وآخرون 2002).

إن تحديد وتوثيق التباين في الطرائق التي يستجيب خلالها أصحاب الحيازات الصغيرة إلى التغيرات في مشروع PLEC قد أعطى طيفاً غنياً من التقانات والممارسات لإنتاج المحاصيل وإدارتها وحفظها إضافة إلى أشكال أخرى من التنوع الحيوي على مستوى المزرعة، والأسرة والمشهد الطبيعي. ووجدنا أنه رغم الاختلافات الكبيرة في الاستجابات التقانية لصغار المزارعين، إلا أنهم سعوا للابتعاد دائماً عن الحلول التي اقترحها الخبراء. والمثال عن هذا التباين يتجسد في نظام متعدد الطبقات والاستخدامات وضعه صغار المزارعين في الصين لإعادة تشجير المنحدرات ومناطق أخرى قطعت فيها الغابات (غو وآخرون 2003).

الإطار 14. 1 نظم الدورات الزراعية في غانا

تساعد الدورات الزراعية المزارعين على زراعة المزيد من أنواع وأصناف المحاصيل في حقولهم الزراعية وحقول التنوع الحيوي (الإطار 14. 1). وفي الوقت الراهن، يقوم المزارعون بزراعة ما

الممارسات أو النظام	الصفات الرئيسة والفوائد
دورات زراعية شجيرات–بور، باستخدام النار لتنظيف الأراضي	وسيلة لاستعادة خصوبة التربة والمحافظة على النباتات في البرية
حراثة بأدنى مستوى واستخدام مضبوط للنار لتنظيف الغطاء النباتي	أدنى اضطراب للتربة والأحياء
محاصيل خليطة، دورات زراعية، وزراعة خليطة	استخدام أعظم للعناصر الغذائية في التربة؛ والمحافظة على التنوع الحيوي للمحاصيل؛ وتوزيع مخاطر الفقد الكامل للمحصول؛ تعزيز تنوع الطرز الغذائية والتغذية؛ يناسب تجديد التربة
زراعة حراجية خليطة: زراعة محاصيل بين الأشجار الباقية في الموقع	المحافظة على الأشجار؛ تجديد خصوبة التربة من خلال مخلفات الكتلة الحيوية. بعض الأشجار تزيد من القدرة الإنتاجية للتربة من خلال تثبيت الآزوت
أوبروكا، ممارسة زراعية بدون حرق تشتمل على تغطية الأراضي عن طريق ترك النباتات المتساقطة للتحلل في الموقع	صون خصوبة التربة من خلال المحافظة على المكروبات وتحريضها، وإضافة الدبال عن طريق تحلل النباتات؛ المحافظة على أصرام النباتات، بما في ذلك تلك الموجودة في التربة عن طريق تجنب الحرق.
استخدام مخلفات الأسر والأسمدة العضوية في حدائق المنزل	الإبقاء على إنتاجية التربة
استخدام *Neubouldia laevis* كدعائم حية لليام	نظام التجذير العمودي الأساسي لـ *Neubouldia laevis* يفضل توسع درنات البطاطا، وتوفر الظلة النباتية الظل وبقايا الأوراق كغطاء ودبال. كما يظن أن *Neubouldia laevis* يثبت الآزوت.

يتبع في الصفحة 368

يتبع من الصفحة 367

الممارسات أو النظام	الصفات الرئيسة والفوائد
حصاد تبادلي للمحاصيل	ضمان توافر الغذاء على المدى الطويل
تخزين المحاصيل، وبخاصة بعض أنواع اليام، في التربة من أجل حصادها مستقبلاً	تعزيز الأمن الغذائي وتأمين مخزون البذور
الحفاظ على الغابات في الحدائق	المحافظة على أنواع الغابات؛ ومصادر النباتات الطبية على المدى القصير؛ وتفضيل تربية النحل، والحلزون، وزراعة محاصيل محبة للظل كاليام

المصدر: غياسي وآخرون. (2003).

معدله 13 صنفاً من المنيهوت و140 صنفاً من اليام في أراضيهم. وتساعد الدورات الزراعية المعقدة أيضاً المزارعين على إدخال عديد من الأصناف المثبتة للآزوت كاللوبياء، والذرة الصفراء، والفلفل الحار، والخضروات، والبقوليات مع أنواع مثمرة كالمانجو، والأفوكادو، والحمضيات، وجوز الهند، والأقحوان *(hrysophyllum albidum)*.

يشارك أصحاب الحيازات الصغيرة في جنوب غربي الصين في برامج التشجير التي تسمح بها الدولة، حيث تحفز هذه البرامج زراعة نوعين سريعي النمو تعود ببعض الفوائد على المزارعين. بينما عمل صغار المزارعين على إدخال عديد من أنواع الأشجار المحلية كجزء من نظام متعدد الطبقات ومتعدد الاستخدامات. ولوحظ أن إضافة أنواع الأشجار المحلية حمل صفة خاصة على اعتبار أن موعد الدورات الزراعية لحصاد هذه الأنواع أطول بثلاث مرات من تلك التي أوصى بها مزارعي الغابات. ومن خلال العمل الميداني، وجد باحثو PLEC أن المزارعين الذين يقومون بزراعة أنواع محلية لا ينتظرون حتى نهاية دورة الأشجار المحلية لجني الفوائد (داو وآخرون 2001). والأنواع المحلية تؤمن موائل للحشرات والنباتات العشبية التي تفضل نمو الفطر وخضار برية، كما تساعد على تربية الدجاج. وبالعكس، فإن المناطق المشجرة فقط بالأنواع التي أوصى بها مزارعو الغابات احتوت على عدد متدن جداً من الحشرات، ولم توفر موائل لنمو الفطر والخضار البرية. ويمثل هذا المثال المأخوذ من الصين إحدى حالات كثيرة جرى توثيقها من قبل أعضاء مشروع PLEC الذين لاحظوا وسجلوا التقانات التي طورت محلياً استجابة للتغيرات المفروضة. إن

الإطار 14. 2 نظام التشجير متعدد الطبقات والاستخدامات في بايهاولينغ، باوشان، الصين

يشكل نظام التشجير متعدد الطبقات والاستخدامات الذي طوره مزارعون صينيون تقدماً في نظم الزراعة الحراجية التقليدية لديهم. وتشتمل بعض من معظم أنواع الأشجار الشائعة المزروعة أو المحمية على ما يلي:

- *Phoebe puwenensis*، نوع للأخشاب سريع النمو يتجدد طبيعياً
- *Alnus nepalensis* ، نوع يزرع بشكل شائع في حقول الزراعة الحراجية، يوفر غطاءاً للتجديد الطبيعي لأنواع الأشجار في قطع أعيد تشجيرها
- *Toona sianensis*، نوع للأخشاب والخضار البرية
- *Toona ciliate*، نوع أخشاب قاسية بطيئة النمو
- *Cunninghamia lanceolate*، نوع للأخشاب والحطب
- *Punica granatum*، نوع للأخشاب والحطب
- *Pinus armandii*، نوع للأخشاب سريع النمو
- *Lindera communis*، نوع للأخشاب سريع النمو
- *Trachycarpus fortunei*، نوع للأخشاب سريع النمو، ينتج أيضاً أزهاراً صالحة للأكل
- *Paris* sp. نوع أخشاب ويستخدم طبياً

مع تأسيس هذه الأنواع، يعمل المزارعون على إغناء أراضيهم بزراعة الجوز، والكستناء، وأصناف عديدة من أصناف الإجاص، وعدد من النباتات الطبية مثل *Dendrobium candidum*، وهو نوع سحلبي طبي. وفي عملية إغناء غاباتهم يقومون بخلق مساحات صغيرة (بأبعاد في العادة 1.5 × 3م) حيث يزرعون أو يحمون الخضروات البرية فيها. فضلاً عن ذلك، فإن فروع الأنواع المنتجة للأخشاب تخزن عند أسفل أكبر الأشجار لإنتاج الفطر. وتحتوي القطع المعاد تشجيرها باستخدام نظام متعدد الطبقات والاستخدامات 73 نوعاً، تحمل 52 (71%) منها أهمية اقتصادية.

المصدر: داو وآخرون (2001، 2003).

نشر التقنيات التي يستخدمها المزارعون التشيليون في تشجير أراضيهم بأنواع محلية قد سهلت كثيراً من إدخال مزارعين صغار آخرين في برامج التشجير. وتوضح هذه الحالة أيضاً تأكيدنا بأن التركيز على ممارسات طورها المزارعون ليست نظرة متخلفة ولا تقتصر على ممارسات تقليدية. فكثير من المزارعين الفقراء ديناميكيون وتقدميون.

وجدنا أن فقراء المزارعين يواظبون على إيجاد تقانات جديدة وتزويد المجتمع بها بحيث تعطي فوائد قصيرة الأجل وأخرى طويلة الأجل، ويقومون بذلك بدون تغيير جذري في عمليات بيئية مهمة مثلما تفعل معظم نظم الإنتاج الحديثة. ولدى الإبقاء على قطع صغيرة من الأراضي المزروعة بنباتات في مراحل مختلفة من التعاقب وارتباط هذه القطع بحقول زراعية، نجد أن المزارعين الفقراء غالباً ما يعملون على المحافظة على خدمات مهمة يقدمها النظام البيئي، ويعملون كذلك على المحافظة على التربة والمياه وكذلك التنوع الحيوي. وتقدم هذه النظم المطورة محلياً حلولاً عملية يمكن الحصول عليها مباشرة لمشكلات تبدو مدمرة تخلقها الأمراض والتغير البيئي السريع. ويظهر مثالان من عمل مشروع PLEC في أمازونيا كيفية استفادة المزارعين من التنوع الحيوي الزراعي ومعرفتهم بوظائف وخدمات النظام البيئي للتغلب على ما يبدو أنه كوارث وشيكة.

كانت كثير من القرى في سهول الفيضانات المدية عند مصب الأمازون المصدر الرئيس للموز حتى وقت قريب. ولم يزود المزارعون أصحاب الحيازات الصغيرة في المنطقة أسواق المدن في ولاية أمابا بالموز وحسب، بل قاموا بتصديره إلى مدينة بيليم الأمازونية الكبيرة. إلا أنه خلال الأعوام العديدة السابقة دمر إنتاج الموز في المنطقة بشكل كامل تقريباً عند إصابته بمرض موكو، الذي يعرف محلياً باسم *febre de banana*. ويمكن مكافحة المرض، الذي يعد شائعاً في كثير من المناطق المنتجة للموز، من خلال حملة مكثفة وباهظة التكاليف لتدمير النباتات المصابة، وتطهير كافة الأدوات، والفحص الدائم للنباتات كافة (ستيفر وسيموندس 1987). ولا تعتبر إجراءات المكافحة هذه مجدية اقتصادياً بالنسبة لمنتجي الموز المحليين، حيث طور القرويون المحليون أو ما يعرفون باسم بـ *ribeirinhos*، نظاماً للزراعة الحراجية، يعرف محلياً باسم نظام *banana emcapoeirada*، يقوم خلاله المزارعون بإدارة المرض، دون أن يقضون عليه.

يشكل نظام الزراعة الحراجية *emcapoeirada* تكيفاً جديداً لإحدى النظم التي تجمع ما تقنيات الزراعة الحراجية وممارسات إدارة الغابات. وتتوافر كثير من المناقشات حول نظم الزراعة الحراجية الأمازونية، بما في ذلك كيفية تكييف الأمازونيون للأنماط التقليدية مع الاحتياجات والفرص الحديثة (بادوتش 1988؛ إيرفين 1989؛ بوسي 1992). غير أن هذه الدراسات لا تختبر نظم الزراعة الحراجية كموارد لمكافحة الأمراض النباتية من قبيل *febre de banana*.

وفي أمابا يقوم المزارعون اليوم بزراعة الموز ويشجعون على التجدد الطبيعي وزراعة السوروروكا وباريري، وهما نوعين بريين محليين لعائلة الموزيات. وذكر القرويون أن هذين النوعين لا يتنافسان مع الموز. بل يحميان أراضي الموز من انتشار المرض. وبعيداً عن هذين النوعين، تشتمل قطع موز *emcapoeirada* على عدد كبير من نباتات أخرى التي

تأخذ شكل الغابة. ومنذ اعتماد النظام، زادت غلال الموز في الهكتار بنسبة 500 % (الجدول 14. 1).

وعلى الضفة الأخرى من نهر الأمازون، يعتبر قطاع ميويوي جزءاً من سهول الفيضانات ذات الديناميكية الكبيرة في بيرو (كاليولا وآخرون 1993). وتشتمل المنطقة على مشاهد طبيعية متغايرة تشتمل على تنوع كبير في المستوطنات البشرية، وتشكيلات الأراضي، والمسطحات المائية، والغطاء الخضري. واعتماداً على فحص ثلاث مجموعات من صور لاندسات، نجد أن ثمة تغيرات كبيرة في اتجاه النهر وموقع الصفات البنيوية قد حدثت منذ عام 1987 وحتى 2000 (بينيدو–فاسكيز وآخرون. 2002أ). وخلال هذه الفترة، تشكلت بحيرة جديدة، وترسبت قناة ثانوية، وغير نهر الأمازون من مساره بشكل كبير، مقلصاً بذلك من مساحة جزيرة بادري الكبيرة المأهولة. وانتقلت قريتان من بين خمس قرى تقع على الجزيرة إلى الضفة الأخرى من النهر، وأسست قريتان جديدتان، بينما فقد كثير من المزارعين حقولهم، كما سببت التغيرات في المساحة وفي عدد أشكال الأراضي والجداول العديد من التحولات الاقتصادية المهمة الأخرى.

الجدول 41. 1 الزيادة في غلة وأصناف الموز المستخدمة في نظام الزراعة الحراجية *banana emcapoeirada*

العام	الغلة (قرط/هكتار)	أصناف الموز المزروعة
1997	63	3 (أصناف محلية متحملة للظل)
1998	165	3 (أصناف محلية متحملة للظل)
1999	247	5 (3 محلية وصنفين مستقدمين من منطقة سانتاريم)
2000	284	6 (ثلاثة محلية و 2 من منطقة سانتاريم وواحد من أوبيدوس)
2001	332	9 (3 محلية، و2 من سانتاريم، و 1 من أوبيدوس و3 من إيمبارابا)
2002	378	9 (3 محلية، و 2 من سانتاريم، و 1 أوبيدوس، و 3 إيمبارابا)

يستخدم نظام إنتاج الموز، المعروف محلياً باسم *banana emcapoeirada*. في الوقت ذاته مع إدارة أنواع الأخشاب.

وتشتمل هذه على تغيرات في عشائر الأسماك وزيادة في تراكمات الطمي خلال الموسم الجاف وعند الحواجز المرتفعة.

ولم تقتصر استجابة القرويين لهذه التغيرات الشديدة على نقل القرى، بل اشتملت على تنويع مجال الزراعة الواسع عندهم. فقد زرعوا الأرز وعدد من محاصيل حولية أخرى في سرير البحيرة الجاف وعند المساحة الممتدة على طول الحواجز المنخفضة. واستخدموا الحواجز المرتفعة الناشئة لزراعة أشجار مثمرة ومحاصيل زراعة حراجية أخرى. ويعتبر الغنى بالتنوع الحيوي الزراعي (كإمكانية زراعة 18 صنفاً من الفاصولياء في ظروف زراعة شديدة التنوع) والتقانات (كما ورد بأنها 12 نظاماً زراعياً مختلفاً [بادوتش ودي جونغ 1989]) لاستثمار أشكال الأراضي الكثيرة المصادر الأكثر أهمية للقرويين في هذه البيئة الديناميكية.

وإلى جانب التغيرات التي تؤثر في الزراعة، يمكن لتيار قوي إزالة النباتات على امتداد الجدول الجديد، مما يشكل عدداً من أقنية الجداول الصغيرة الجديدة التي تسهل الوصول إلى موارد الغابات داخل الجزيرة الكبيرة. وأدى الوصول المتزايد إلى هذه المنطقة إلى زيادة في استخراج الأتوتشو (*Hura crepitans*) وأنواع خشبية أخرى. وهذا بدوره حفز القرويين على التحكم بالوصول إلى الموارد واستخراجها. فعلى سبيل المثال، وضعت أسس المجتمع لمنع الدخلاء من قطع الأخشاب ضمن حدود المجتمع، وقيد السكان قطعهم للأخشاب بأربعة أشجار بالغة (بقطر على مستوى الصدر يزيد عن 55 سم) في العام. وتوضح هذه التحولات في التحكم على مستوى القرية كيفية استجابة شعب الريبيرينيوس، بحسبما يسمى القاطنون على ضفاف الأمازون في بيرو، بفعالية للتغيرات ليس من خلال تنويع تقنيات الاستثمار وحسب، بل تحويل القواعد الاجتماعية بما يناسب الفرص الجديدة للاستثمار.

تقدير التغيير والوراثة

ثمة أسباب كثيرة حول الصعوبة التي يجدها الباحثون والتقنيون لتقدير نظم إنتاج فقراء المزارعين حتى إن كانت مربحة وغنية بالتنوع الحيوي. وتتمثل المشكلة العامة في أن الكثير من التقانات التي طورها المزارعون في المناطق الاستوائية خلطت ما بين الفئات والمفاهيم لدى أولئك الذين يدرسون الابتكارات الزراعية ويطورونها وينشرونها. وحتى بعض المصطلحات العامة التي تصف كيفية تنظيم المزارعين لمحاصيلهم (كزراعة محصول وحيد، أو زراعة محاصيل متعددة، أو الزراعة البينية) تكشف القليل عن التنوع الموجود في كثير من مزارع أصحاب الحيازات الصغيرة (سكونز وتومبسون 1994). ومن الصعوبة

بمكان تكوين رؤى حول الاستجابات المحلية للتغيير بدون ملاحظة التنوع التقني لما يبدو أنه مهام قياسية كتنظيف، وتحضير الحقول، وحراثتها، وزراعتها، وتعشيبها، ووقايتها، وكذلك حصادها، وتبويرها (أغراوال 1997). ويمكن لهذه الفئات من أنشطة المزرعة أن تُخفي بقدر ما تُظهر.

ويبدو أن كثيراً من نظم الحيازات الصغيرة التي روجها مشروع PLEC غير مرئية أو لا يمكن استيعابها من قبل خبراء الزراعة لعديد من المواسم. وقد يكون التنوع الحيوي الزراعي عينه مبهماً من حيث رؤيته ومفهومه. وتعتبر النظم المتنوعة من الناحية الحيوية عسيرة على الفهم لاسيما بالنسبة لأولئك الذين تدربوا للبحث عن الترتيب والبساطة والانسجام في التعهدات الزراعية. وكانت كثير من نظم الإدارة التي روجها PLEC صعبة التعريف كنظم خاضعة للإدارة. كما يمكن إساءة فهم الديناميكية بسهولة. ومن بين العاملين في مجال التنمية المهتمين بالبيئة والذين يشددون الآن على الرغبة في تحقيق إنتاج مستدام، يمكن للديناميكية أن تلتبس مع التدهور. كما تجمع تقانات أصحاب الحيازات الصغيرة أجزاء من تلك المحلية والمستعارة في هجين خليط غير متوقع (غوبتا 1998). وعليه، غالباً ما يتم تجاهل تقانات الإنتاج هذه أو انتقادها من قبل المدافعين عن الأصالة والمحلية وكذلك من قبل مناصري التقانات الحديثة.

تعتبر توليفة الحديث والقديم، المحلي والدخيل، صفة لكافة ممارسات المعرفة وكافة ممارسات إدارة الموارد بالطبع. إلا أنه في عالمنا الخاص "بحزم الإنتاج" وعالم إيديولوجية مناصري الحداثة (ومناصري المحافظة)، فإن هذه النظم الخليطة لا تلقى التقدير بشكل واضح، وغالباً ما تكون مغمورة. ولا تزال هذه التقانات تعكس المعرفة العميقة التي طورت محلياً حول ترب ومسطحات مائية ومناخات وتنوع حيوي وكذلك إدارة عمليات بيئية محددة (الإطار 14، 3)، لكنها إما خضعت للتحديث أو هجنت مع معرفة وممارسات تعلمها المزارعون خارج قراهم (فايرهيد 1993).

تدخل النظم الهجينة بشكل عام مستويات أعلى بكثير من التنوع الحيوي إلى ما يسمى نظم المحصول الوحيد. ويشتمل أحد الأمثلة التي جرى تمييزها مؤخراً على نظم تسمى "مطاط الغابات" من قبل باحثين في المركز الدولي لبحوث الزراعات الحراجية في جنوب شرقي آسيا. وتجمع نظم الإنتاج هذه زراعة أشجار المطاط مع إدارة كثير من الأنواع الأخرى في قطع تحاكي غابات طبيعية وتوفر كثيراً من خدمات النظم البيئية في الغابات. ويمثل مطاط الغابات نتاج نمطين من أكثر الأنماط شيوعاً لتشكيل النظم الهجينة، هما المعرفة التكاملية التي جرى اكتسابها عند الانخراط في العمالة المأجورة بعيداً عن مزارع أصحاب الحيازات الصغيرة وتكييف نظم الإنتاج وتقانات حديثة جاءت بها وكالات مختصة بالتنمية.

الإطار 14. 3 مكونات النظام البيئي كوسائل للممارسات المرتبطة بالثقافة في المحافظة على التنوع الحيوي الزراعي في الموقع

هدفت هذه الدراسة إلى فهم تأثير مكونات النظام البيئي في عوامل اجتماعية ثقافية تؤثر في صناعة القرار لدى المزارعين في الإدارة اليومية للمصادر الوراثية للنباتات لديهم. وكانت ستة أنواع مزروعة محور الدراسة: الذرة الرفيعة (*Sorghum bicolor*)، والدخن (*Pennisetum glaucum*)، والفول السوداني (*Arachis hypogeae*)، واللوبياء (*Vigna unguiculata*)، والباميا (*Abelmoschus esculentus*)، وفابيراما أو بطاطا فرا فرا (*solenostemon rotundifolius*).

نفذت الدراسة في ثلاث مناطق زراعية بيئية مختلفة في بوركينا فاسو: المنطقة الشمالية، التي تحظى بمعدل هطل مطري أقل من 500 مم، في قرية أواهيغويا؛ والمنطقة الوسطى الشمالية، التي تحظى بهطل مطري من أقل من 400 مم إلى أقل من 600 مم، في قرية توجوري؛ والمنطقة الجنوبية الشرقية، التي تحظى بهطل مطري أعلى من 1000 مم، في قرية ثيوجو.

قدم فريق متعدد الاختصاصات استبياناً إلى المزارعين في ثلاثة مواقع. واختير موقع واحد في كل منطقة زراعية بيئية بحسب المعايير التالية: أهمية الزراعة بالنسبة للسكان المحليين، ودرجة الانجراف الوراثي الحالي، ودور الأنواع المدروسة في حياة السكان المحليين، وتأثير البيئة في حفظ التنوع الحيوي الزراعي، وأهمية التكافل الاجتماعي في التنمية الزراعية. ومثلت البيانات التي جمعت في المواقع الثلاثة ملاحظات المزارعين حول تطوير النباتات (الفينولوجيا)، وسلوك الحيوانات (علم السلوك الحيواني)، وحركة النجوم، والتغيرات الجوية ذات الصلة بتنبؤاتهم حول طبيعة المواسم المطرية والزراعية القادمة.

تم اعتبار مجموعتين من العلامات الخاصة بالموسم القادم من قبل المزارعين: المراحل المختلفة لتطور النبات وعلامات ذات صلة بسلوك الحيوانات، من قبيل مظهر طيور معينة أو فترة تغريدها، وحركات ونقيق الضفادع (انظر الجدول 14. 3). وتستخدم هذه العلامات للتنبؤ بالموسم المطري القادم. أما المجموعات القادمة الأكثر استخداماً فتتمثل في حركة نجوم معينة مثل "la petite ours" واتجاه وتوجه الرياح، والعودة إلى التقويم القمري التقليدي، وتنبؤ الشخص المسؤول في العادة (المسمى تينجسوبا) من المجموعة العرقية جنيجنونسيس.

يعد فهم دور مكونات النظام البيئي كأساس للتنبؤ محورياً بالنسبة لمزارع بوركينابي. وعلى اعتبار أن مكونات النظام الزراعي–البيئي شديدة التباين، فإن المزارعين يفهمون الحاجة إلى التعامل مع التنوع والمحافظة عليه بحسب تفسيرهم للعلامات الطبيعية، حيث بناءً عليها يوصون بالأصناف التي ستزرع، ويختارون طرائق الزراعة المستخدمة، ويحددون مواعيد الزراعة، ويتنبؤون إن كان المحصول سيكون جيداً أم سيئاً. وتسهم هذه الممارسات بدور كبير

جدول الإطار 14. 3. علامات بيئية يستخدمها المزارعون للتنبؤ بالموسم الماطر في غانا

يتبع من الصفحة 374

	النباتات	الحيوانات	النجوم والطقس	الطقوس
علامات تشير إلى موسم مطري جيد	إزهار جيد لأشجار الكابوك (Ceiba pentandra)	تغريد مطول من طيور فروكو وفالوغو	أول هطل مطري في وقت متأخر من الليل	بحسب تنبؤات صانعي الأمطار.
	بزوغ جيد للبذور	تدير طيور والي (اللقلق) رؤوسها في أعشاشها باتجاه باتجاه الغرب. ويبني طائر طابا أعشاشه على قمم الأشجار . طائر لقلق واحد يحوم جيئة وذهاباً في القرية	تهب رياح شديدة من الجنوب إلى الشمال.	تنبؤات أسياد الأراضي.
	إثمار متساو لـ Xemenia americana، و Ficus platyphylla، و Diospiros mespiliformis، و Vitelaria paradoxa، و Sclerocarya birrea، و Heeria insignis (lebnore)، و Lennea microcarpa.	ظهور طائر طابا	آذار شهر دافئ جداً. يكون الطقس بارداً جداً من كانون الأول/ ديسمبر ولمدة ثلاثة أشهر.	
	أمطار غزيرة في يوم بيجا (معرض تقليدي)	طائر الأطرغلة ينظر باتجاه الغرب	ظهور سراب الماء خلال النهار	
	ظهور أوراق جيد للنخيل (Borassus (palm, Borassus aethiopum Mart	صيد جيد لطيور غينيا البرية والورل.	تمطر في كل مكان من الهطل الأول. وتجري المياه من الغرب إلى الشرق (في قرية كوجني).	
		وصول الخنافس الحمراء إلى القرية		
		وفرة في ونونوندو		
		النمل الأبيض يبني الكثير من المستعمرات. تحفر الجنادب وتعيد إغلاق الفتحات التي تعملها من كانون الثاني إلى شباط		
		ظهور ثلاثة طرز ليانياكي		

يتبع في الصفحة 376

يتبع من الصفحة 375

	النباتات	الحيوانات	النجوم والطقس	الطقوس
علامات تشير إلى موسم مطري سيئ	نباتات حدائق الأسواق تنمو بشكل ضعيف	من عشها، تنظر طيور الوالي إلى الشرق	يستمر الموسم البارد (الشتاء) أقل من 3 أشهر. تهب الرياح من كافة الجهات (جنون الرياح)	بحسب تنبؤات صانعي الأمطار.
	ذبول الأوراق الأولى للنخيل و Heeria insignis) lebnore)	تغريد طيور فروكو مقطع	تهب رياح الخماسين من الشمال إلى الجنوب	تنبؤات أسياد الأراضي.
	إنتاج ضعيف وغير منسجم لـ karite، و raisinier، و Kuna(s)، و nobga (Sclerocarya birrea)	تغريد الفلالاكو أقل		
	طائر الأطرغلة يرقد على بيضه وينظر باتجاه الشرق	تتدفق مياه سهول الفيضانات من الشرق إلى الغرب		
	إثمار جيد للتمر الهندي والتين، مع بقاء أوراقهما	الكثير من طيور اللقلق في القرية	عاصفة رعدية شديدة مع الأمطار الأولى	
	سقوط قبل الأوان لثمار raisinier و karite .	أعشاش الطيور موجهة نحو الغرب، صيد جيد للحجل	تحمل كثير من الرياح بغبار أحمر مع بداية الموسم الماطر	
	إزهار ضعيف لأشجار kapok	السلاحف تنظر باتجاه الشرق. وينظر طائر الأطرغلة إلى الشرق		
		تظهر الكثير من السلاحف في الحقول		
		ظهور مبكر للجراد. الجنادب لا تغلق الفتحات التي عملتها. ينتقل النمل الأبيض إلى الأشجار.		
	مرور متكرر لـ Mimimanas			

يتبع في الصفحة 377

يتبع من الصفحة 376

في التحكم بالمحيط الزراعي–البيئي من خلال المعرفة بالظروف المناخية، والتربة، والعوامل الأحيائية، حيث يظهر هذا أن النظم المحلية للإدارة البيئية التي تضمن صون التنوع الحيوي الزراعي موجودة. وللمزارعين معاييرهم الخاصة بالإدارة، حيث يستخدمونها بصورة مختلفة وفقاً للمنطقة، والمجموعة العرقية، والبيئة، والثقافة، وكذلك تبعاً للأعراف، والنشاطات الزراعية. وتضمن هذه الطرائق صون التباين الوراثي لنباتات المحاصيل بطريقة تطورية، وهذا ما يضمن أيضاً دفق المورثات بين الأصناف المحلية وأقاربها البرية. وعليه، فمن المهم المحافظة على المصادر الوراثية النباتية على مستوى المزرعة للحفاظ على مكونات النظام البيئي كالأشجار والحيوانات. وعليه، لا يمكن فصل النظام البيئي عن حياة المزارعين.

المصدر: ساوادوجو وآخرون (2005).

الاستجابة لأولويات الحفظ

أظهر أصحاب الحيازات الصغيرة قدرة على الاستجابة السريعة والمناسبة للمشكلات الجديدة والفرص، سواء على صعيد البيئة، أو الاقتصاد أو السياسة (أغراوال 1997). وقد تشتمل استجاباتهم على تنويع خليط الموارد المستخدمة، وموقع نشاطاتهم الاقتصادية، وأنماط إقامتهم، وتنظيم عملهم، وكافة عناصر التنوع الزراعي. وفي بعض المناطق التي أخذت فيها أولويات المحافظة على التنوع الحيوي شكل مناطق محمية، ساعد التنوع الزراعي أيضاً أصحاب الحيازات الصغيرة على التكيف. وإن تعدد الخيارات الاقتصادية التي يحددها ويوجدها المزارعون المحليون سمحت لهم بالاستجابة بفعالية للتغيرات التي تفرضها برامج المحافظة، بما في ذلك توزيع مناطقهم، والقيود المفروضة على استخدامهم للموارد، والزيادات في العشائر البرية.

تأخذ أهمية نظم الإنتاج لدى أصحاب الحيازات الصغيرة بالنسبة للمحافظة على التنوع الحيوي أشكالاً كثيرة. غير أن محاولات تفسير وفهم قيمة المحافظة على تقانات صغار المزارعين غالباً ما أعطت لهذه التقانات قيمة زائدة أو اعتبرتها بسيطة جداً. فعلى سبيل المثال، بنى كثير من الخبراء استنتاجاتهم حول قيمة المحافظة على نظام للإنتاج فقط على مستويات تنوع المحاصيل التي يتم إدخالها (برش 2000؛ هاملين وساليك 2003). وتظهر البيانات المجموعة حول التنوع الزراعي والمراقبات الحقلية أنه في كثير من الأمثلة لا يمكن لقيمة المحافظة على التنوع الزراعي أن تقاس ببساطة من خلال عد المحاصيل،

خاصة وأنها قد تتغير بشكل متكرر، حيث يوضح المثال السابق من الصين هذه النقطة بشكل جلي.

تحمل نظم التشجير التي أوجدها المزارعون قيماً على المستوى الاقتصادي وكذلك على مستوى التنوع الحيوي أعلى من تلك النظم التي اقترحها العاملون الحكوميون بالحراج. ويجب الأخذ بعين الاعتبار العدد المضاف من أنواع أشجار الأخشاب المزروعة والزيادة غير المباشرة في التنوع النباتي والحيواني المرتبط بها. ويبقى التعقيد عينه صحيحاً لدى قياس الدخل أو القيمة الاقتصادية في هذه النظم، حيث غالباً ما يصعب قياس هذه القيم بدقة وكذلك يصعب تحديدها.

يمكن قياس قيمة المحافظة على التنوع الزراعي في مجتمعات الحيازات الصغيرة في خلق وصون وإدارة موائل عند حدود الحقول، والبور، والغابات، والجداول. وجرى تدوين وتوثيق عدد من النظم الزراعية الغنية بالتنوع الحيوي الزراعي حيث تزرع محاصيل على مساكب وعلى امتداد الحدود بين الحقول المروية في الصين، وتنزانيا، كينيا، ومواقع أخرى لمشروع PLEC. ويتم تقدير الأهمية الاقتصادية والبيئية لهذه النظم من قبل المجتمعات المحلية إلا أنها لا تعرف لدى الأجانب. وفي بعض الحالات تُغفل أهمية نظم زراعة المحاصيل عند التخوم هذه لأن هذه النظم قد لا تكون مصادر مهمة للدخل خلال سنوات الوفرة. إلا أن فائدتها تظهر في السنوات العجاف التي يكون فيها الحصاد الزراعي متدنياً. وفي حال اشتمل تحليل هذه النظم على قيمتها الاجتماعية والبيئية إضافة إلى قيمتها الاقتصادية، عندها ستضح أهميتها مباشرة.

الاستنتاج

وضعنا مخططاً لبعض فقط من أكثر الأسباب أهمية لكون عمليات صون التنوع الحيوي لدى أصحاب الحيازات الصغيرة، وليس المنتجات فقط، حظيت بأولوية لدى أكثر من 200 باحث شاركوا في مشروع السكان وإدارة الأراضي والتغيرات البيئية (PLEC). وركزنا على التنوع والديناميكية التي تصف هذه النظم، إذ يعمل صغار المزارعين ومجتمعاتهم بشكل مشترك على صون المشاهد الطبيعية المستخدمة للإنتاج حيث قد تحمل قطع الغابات الأهمية عينها التي تحملها الحقول الزراعية بالنسبة لمصادر المعيشة، والمحافظة على الأصناف وأشكال أخرى من التنوع الحيوي. وركزنا على دور التقانات والمنتجات المتنوعة في صون قدرة أسر الحيازات الصغيرة على الاستجابة بفعالية إلى الفرص والمشكلات الجديدة.

قد يبدو أن تركيزنا على أهمية تنوع المشاهد الطبيعية المنتجة، والصفة الهجينة للنظم، والتغيير يتناقض مع بعض المخاوف الحديثة لدى الكثيرين داخل مجتمع التنوع الحيوي.

ورغم عدم خلافنا بأن تقسيم النظام البيئي، والإنتاج غير المستدام، وتدمير النظم والأنواع التقليدية أو المحلية تشكل مشكلات ضاغطة في بعض الحالات، إلا أنه لا يجب إساءة تطبيق أو فهم هذه المفاهيم. وتعتبر كثير من النظم التي وصفها علماء PLEC وحفزوها حديثة جداً بالنسبة لأولئك المهتمين بالمحافظة على الثقافة، وجد تقليدية بالنسبة لأولئك المهتمين بالحداثة، وموجهة نحو الإنتاج بشكل زائد بالنسبة لمناصري المحافظة. وأنها تتحدى فئات العلماء وتتجنب فهم الباحثين. ومع ذلك، وفيما يبدو أنه انعدام للترتيب، تعمل هذه النظم على المحافظة على التنوع الحيوي الذي لا تزال الزراعة الأكثر حداثة تعتمد عليه، وتلبي احتياجات المليارات من السكان، وتسمح لهم بالتكيف مع البيئة المتغيرة. ويتعين على سياساتنا وبرامجنا بذل الجهود على الأقل كي لا ندمر هذا المورد الأكثر أهمية.

كلمة شكر

نود تقديم شكرنا لكريستين بادوتش لتعليقاتها وملاحظاتها النقدية. وقد حصلنا على كثير من المعلومات الواردة في هذا الفصل والتي جرى تحليلها فيه من زملائنا في مشروع PLEC. نحن ممتنون جداً لهم ونأمل بأن نكون قد مثلنا عملهم جيداً. كما نعرب عن شكرنا لجامعة الأمم المتحدة على تقديم الدعم المالي والإداري. واستطعنا القيام بالعمل الميداني بدعم ما لي من المرفق العالمي للبيئة. كل الشكر للمراجعين وللمحرر على تعليقاتهم القيمة.

References

Agrawal, A.1997. *Community in Conservation: Beyond Enchantment and Disenchantment*. Gainesville, fl: Conservation & Development Forum.

Brookfi eld, H. 2001. *Exploring Agrodiversity*. New York: Columbia University Press.

Brookfi eld, H. and C. Padoch. 1994. Appreciating agrodiversity: A look at the dynamism and diversity of indigenous farming practices. *Environment* 36(5):6–11, 37–45.

Brookfield, H., C. Padoch, H. Parsons, and M. Stocking. 2002. *Cultivating Biodiversity:The Understanding, Analysis and Use of Agrodiversity*. London: itdg Publications.

Brookfi eld, H., H. Parson, and M. Brookfi eld. 2003. *Agrodiversity: Learning from Farmers Across the World*. Tokyo: United Nations University Press.

Brush, S. 2000. *Genes in the Field: On- Farm Conservation of Crop Diversity*. Rome: ipgri; Ottawa: idrc; Boca Raton, fl: Lewis Publishers.

Dao, Z., X. H. Du, H. Guo, L. Liang, and Y. Li. 2001. Promoting sustainable agriculture: The case of Baihualing, Yunnan, China. *PLEC News and Views* 18:34–40.

Dao, Z., H. Guo, A. Chen, and Y. Fu. 2003. China. In H. Brookfi eld, H. Parson, and M. Brookfi eld, eds., *Agrodiversity: Learning from Farmers Across the World,* 195–211. Tokyo: United Nations University Press.

Denevan, W. M. and C. Padoch. 1988. Swidden–fallow agroforestry in the Peruvian Amazon. *Advances in Economic Botany* 5.

Fairhead, J. 1993. Representing knowledge: The "new farmer" in research. In J. Pottier, ed., *Practicing Development: Social Science Perspectives,* 187–204. London: Routledge.

Feder, G. and G. T. O'Mara. 1981. Farm size and the adoption of green revolution technology. *Economic Development and Cultural Change* 30:59–76.

Guo, H., Z. Dao, X. H. Du, L. Liang, and L. Yingguang. 2003. China. In H. Brookfi eld, H. Parson, and M. Brookfi eld, eds., *Agrodiversity: Learning from Farmers Across the World,* 195–211. Tokyo: United Nations University Press.

Gupta, A. 1998. *Postcolonial Developments: Agriculture in the Making of Modern India*. Raleigh, nc: Duke University Press.

Gyasi, E. A., W. Oduro, L. Enu- Kwesi, G. T. Agyepong, and J. S. Nabila. 2003. Ghana sub- cluster fi nal report. In H. Brookfi eld, H. Parson, and M. Brookfi eld, eds., *Agrodiversity: Learning from Farmers Across the World,* 79–109. Tokyo: United Nations University Press.

Gyasi, E. A. and J. I. Uitto, eds. 1997. *Environment, Biodiversity and Agricultural Change in West Africa*. Tokyo: United Nations University Press.

Hamlin, C. C. and J. Salick. 2003. Yanesha agriculture in the Upper Peruvian Amazon: Per sis tence and change fi fteen years down the "road." *Economic Botany* 57:163–180.

Irvine, D. 1989. Succession management and resource distribution in an Amazonian rain forest. *Advances in Economic Botany* 7:223–237.

Kalliola, R., M. Puhakka, and W. Danjoy. 1993. *Amazonía Peruana: Vegetación húmeda tropical en el llano subandino*. Jyvaskyla, Finland: Gummers Press.

Kang'ara, J. N., E. H. Ngoroi, C. M. Rimui, K. Kaburu, and B. Okoba. 2003. Kenya. In H. Brookfi eld, H. Parson, and M. Brookfi eld, eds., *Agrodiversity: Learning from Farmers Across the World,* 154–168. Tokyo: United Nations University Press.

Padoch, C., J. Chota Inuma, W. de Jong, and J. Unruh. 1985. Amazonian agroforestry: A market- oriented system in Peru. *Agroforestry Systems* 3:47–58.

Padoch, C. and W. de Jong. 1987. Traditional agroforestry practices of native and ribereño farmers in the lowland Peruvian Amazon. In H. L. Gholz, ed., *Agroforestry:*

Realities, Possibilities and Potentials, 179–194. Dordrecht, The Netherlands: Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers.

Padoch, C. and W. de Jong. 1989. Production and profi t in agroforestry: An example from the Peruvian Amazon. In J. Browder, ed., *Fragile Lands of Latin America,* 102–113. Boulder, co: Westview Press.

Padoch, C., and W. de Jong. 1995. Subsistence- and market- oriented agroforestry in the Peruvian Amazon. In T. Nishizawa and J. I. Uitto, eds., *The Fragile Tropics of Latin America: Sustainable Management of Changing Environments,* 226–237. New York: United Nations University Press.

Pinedo- Vasquez, M., J. Barletti Pasqualle, D. Del Castillo Torres, and K. Coffey. 2002a. A tradition of change: The dynamic relationship between biodiversity and society in Sector Muyuy, Peru. *Environmental Science & Policy* 5:43–53.

Pinedo- Vasquez, M., C. Padoch, D. McGrath, and T. Ximenes. 2002b. Biodiversity as a product of smallholders' strategies for overcoming changes in their natural and social landscapes. In H. Brookfi eld, C. Padoch, H. Parsons, and M. Stocking, eds., *Cultivating Biodiversity: The Understanding, Analysis and Use of Agrodiversity,* 167–178. London: itdg Publications.

Posey, D. 1992. Interpreting and applying the "reality" of indigenous concepts: What is necessary to learn from the natives? In K. Redford and C. Padoch, eds., *Conservation of Neotropical Forests: Working from Traditional Resource Use,* 21–34. New York: Columbia University Press.

Rerkasem K., N. Yimyam, C. Korsamphan, and B. Rerkasem. 2002. Agrodiversity lessons in mountain land management. *Mountain Research and Development* 22:4–9.

Richards, P. 1993. Cultivation: Knowledge or per for mance? In M. Hobart, ed., *An Anthropological Critique of Development: The Growth of Ignorance,* 61–78. London: Routledge.

Sawadogo, M., J. Ouedrago, M. Belem, D. Balma, B. Dossou, and D. Jarvis. 2005. Influence of ecosystem components on cultural practices affecting the in situ conservation of agricultural biodiversity. *Plant Genetic Resources Newsletter* 141: 19–25.

Scoones, I. and J. Thompson. 1994. Knowledge, power and agriculture: Towards a theoretical understanding. In I. Scoones and J. Thompson, eds., *Beyond Farmers First: Rural People's Knowledge, Agriculture Research and Extension Practice,* 16–32. London: Intermediate Technology Publications Ltd.

Stiver, R. H. and N. W. Simmonds. 1987. *Bananas*. Tropical Agriculture Series. Rome: fao.

15 التنوع الحيوي الزراعي، والنظام الغذائي، وصحة الإنسان

ت. جونز

T. JOHNS

يعتبر التنوع الحيوي النباتي أساسياً لصحة الإنسان. فالنباتات توفر العناصر الغذائية والطبية، وتشكل مكونات النظم البيئية القوية، كما تسهم في الرفاه الاجتماعي–الثقافي. وتتوافق القيم التقليدية والمفاهيم العلمية مع ضرورة تنوع الوجبات الغذائية، لاسيما الفاكهة والخضار، للتمتع بالصحة. وفي وجه التغييرات الاقتصادية والبيئية، تشكل البساطة الزائدة في الوجبات الغذائية لدى شريحة كبيرة من الناس – بحيث تقتصر على عدد محدود من الأغذية مرتفعة الطاقة – معوقات صحية غير مسبوقة. كما تتضاءل في الوقت عينه المعرفة الثقافية بخصائص النبات. الأمر الذي يؤدي إلى أن المعرفة بالتنوع الحيوي واستخدامه تبقي على الدروس التكيفية المستقاة من الماضي، وتوفر الموارد الضرورية للصحة الراهنة والمستقبلية.

تشكل الاعتبارات التغذوية والصحية رابطة قوية بين ضرورات ضمان الرفاه البشري والمحافظة على التنوع الحيوي. وبناءً عليه، يؤدي المنظور التغذوي إلى رسم طرائق التفكير بالمصادر الوراثية النباتية (PGRS)، إذ يمكن أن تتبوأ التغذية موقعاً بارزاً في جهود المحافظة على المصادر الوراثية النباتية واستخدامها. ورغم أن الروابط بين التنوع الحيوي الزراعي، والتنوع في الوجبات، والصحة تبدو منطقية من حيث المبدأ، إلا أن البيانات التجريبية حول صلاحية النهج الصحية القائمة على الأغذية بحاجة إلى إقناع صناع القرار بعدم كفاية العلاقات من الناحية العملية. وتعتبر مثل هذه البيانات أساسية لتنفيذ استراتيجيات تحفز حفظ المصادر الوراثية النباتية من خلال تعزيز استخدامها وقيمتها

للمنتجين والمستهلكين في البلدان النامية. والأكثر أهمية من هذا هو أن البحوث التجريبية والتشاركية على الروابط بين تنوع الوجبات الغذائية، والصحة، والتنوع الحيوي يمكن أن توفر أرضية لتصميم برامج تمكّن البلدان النامية من الاستجابة بفعالية للمشكلات الراهنة والتغيرات المستقبلية في النظم الغذائية، والبيئة، وأنماط الأمراض.

تنوع الوجبات الغذائية الصحة

تدعم مجموعة من الدراسات الوبائية الحكمة التقليدية التي تتجسد في الإرشادات الغذائية المتعلقة بفوائد وجبة غذائية متنوعة (جونز 2003؛ جونز وثابيت 2004). فعلى سبيل المثال، ينخفض خطر الوفاة الذي يواجه امرأة أمريكية (بمتوسط عمر 61 عاماً) استهلكت عدداً أكبر من الأغذية الموصى بها (كينت وآخرون 2000). فاحتمال وفاة نساء في الشريحة الربعية الأعلى (حصلن على درجة تنوع متوسطة 15) خلال فترة 5.5 سنة تبلغ 0.69 بمقارنة بالشريحة الربعية الأدنى (درجة تنوع 7). وإن ربط تنوع الوجبات الغذائية بطول العمر وانخفاض معدلات الأمراض التنكسية المزمنة كالأمراض القلبية الوعائية، والسكري، والسرطان لدى الرجال والنساء ظهر في عمل سابق لـ كينت وآخرين (1995).

وفي دراسة إيطالية، ارتبط التنوع في الوجبات، وبخاصة في الخضار والفواكه، بالإصابة الأقل بسرطان المعدة (لافيشيا وآخرون 1997). وهذا ما يتوافق مع علاقة فوائد وجبات منطقة المتوسط مع انخفاض خطر الإصابة بأمراض تنكسية مزمنة عند استهلاك الخضار والفواكه (تريتشوبولو وفازيلوبولو 2000). وعلى نحو مماثل، يظهر دريونوسكي وآخرون (1996) أن الوجبات الغذائية الفرنسية مع أنها ذات نسبة أعلى بالدهون من تلك في الولايات المتحدة، وبالتالي أخفض من حيث دلائل النوعية، إلا أن تنوعها بصفة عامة هو المسؤول عن فوائدها المعترف بها.

ثمة بيانات أقل تدعم إسهام تنوع الوجبات في الصحة داخل البلدان النامية (جونز 2003). إلا أن تنوع الوجبات ارتبط بتحسن نمو الأطفال بعمر سنة إلى ثلاث سنوات في كينيا (إونيانغو وآخرون 1998). وفي مالي، عرض هاتلوي وآخرون (1998) علاقة ارتباط قوي للتنوع في الفواكه والخضار مع الكفاية التغذوية العامة والعناصر الغذائية النوعية كفيتامين A وفيتامين C.

من بين الدراسات المختلفة، تسبب القياسات غير المتسقة للتنوع من خلال مؤشرات عدد الأغذية الفردية وأعداد الأغذية عالية النوعية صعوبة في المقارنات والاستنتاجات العامة. ومع ذلك، فإن البيانات المجموعة من نُهُج مختلفة تدعم بشكل دائم الفرضية بأن التنوع في الفاكهة والخضار يسهم في التغذية والصحة.

الوظيفة التي تؤديها الأغذية عند تنوع الوجبات

يمكن أن تنسب نوعية الوجبات الغذائية، على اعتبارها تسهم في فوائد صحية نتيجة تنوع الوجبات، جزئياً إلى محتواها من العناصر الغذائية، ولكن دون أن تنحصر بها. فالنوعية التغذوية للوجبات تتحسن مع استهلاك غذاء أكثر تنوعاً (هاتلوي وآخرون. 1998؛ جونز 2003). إلا أن المحتوى من الفيتامينات، والمعادن، والبروتين، والطاقة وحده لا يفسر الفوائد المرتبطة بالوجبات المتوسطية والكورية (كيم وآخرون 2000) أو الوجبات الأخرى. كما تسهم العناصر غير الغذائية المتنوعة من قبيل الكيماويات النباتية والألياف، وكذلك نوعية مصادر الطاقة، بدور مهم أيضاً (تريتشوبولو وفاسيلوبورو 2000).

حفزت مثل هذه الرؤى العلمية الاهتمام بما يسمى الأغذية الوظيفية (جونز وروميو 1997؛ هاسلر 1998؛ ميلنر 2000)، ونسبة أكبر في البلدان المتقدمة حيث يجري الاهتمام بها بفعل الطلب من قبل المستهلك والمبادرات التجارية. ويعطي ترخيص مؤسسة "الأغذية لاستخدام صحي محدد" في اليابان التي أطلقت عام 1991 (آراي 2000؛ آراي وآخرون 2001) وموافقة "إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA)" على الادعاءات الصحية وفق قانون الوسم والتعليم الغذائي الصادر عام 1990 (www.cfsan.fda.gov/~dms/lab-hlth.html) (روس 2000)، ضوءاً أخضر وتشجيعاً للاعتراف بقدرة الأغذية على العناية بالصحة إلى جانب إسهامها في التغذية الأساسية. وعلى التوازي، فإن كثيراً من الوجبات المكملة والمنتجات الطبيعية للعناية بالصحة التي بيعت بشكل جرعات، ومن قبيل الثوم وبذور العنب، تستهدف أمراضاً وحالات مرتبطة بالوجبة الغذائية (بلومينثال وآخرون 2000). وتشتق مثل هذه المنتجات من أغذية تقليدية ومصادر عشبية وتسهم معاً في انتشار متزايد للتنوع النباتي الذي يتقبله المستهلكون في البلدان المتقدمة.

تتمتع كثير من هذه المنتجات بسمعة واستخدام راسخ ومديد في بقاع شتى من العالم. وتشتمل الأمثلة المشتقة من الغذاء والشراب على سلع رئيسة مثل الصويا، والشاي، والكتان، والطماطم وكذلك على أنواع محلية الإنتاج من قبيل *Vaccinium* (التوت البري والعنب الجبلي والعنب البري). وميكا (*Lepidium meynii*) (جونز 1981؛ كيوروس وألياجا كارديناس 1997)، القراص اللاسع (*Aspalanthus* sp.) (ستاندلي وآخرون 2001)، وأوراق التين الشوكي (*Opuntia ficus-indica*)، وزيت السمك، وأغذية بحرية أخرى.

يدرج الجدول 15. 1 أمثلة عن الأغذية الوظيفية المهمة تجارياً. ويمكن في كثير من الحالات للأنشطة الوظيفية أن تنسب إلى مكونات كيماوية نوعية (جونز وروميو 1997). فعلى سبيل المثال، تشكل الكثير من المواد الفينولية (مثل فلافونويد) والمواد شبه الكاروتينية، ومواد كيماوية نباتية أخرى مضادات أكسدة تلعب أدواراً مهمة في استقلاب الشحوم، وكعوامل مضادة للتطفير.

الجدول 15. 1 أمثلة عن الأغذية والمشروبات و التوابل الوظيفية المأخوذة من مصادر نباتية

النبات	التأثير الفسيولوجي	المكونات الفعالة المعروفة	المرجع
البطيخ المر	خافض للسكر		مارلز وفارنسورث (1995)
العنبية، العنبية الجبلية	مضاد أكسدة	بوليفينول	وانغ وآخرون (1999)
البروكولي و كثير من خضروات الفصيلة الصليبية	مضادة للسرطان	ليمونويدس	مونتاناري وآخرون (1997)
التوت البري	التهابات المسالك البولية	برونثويسانيدس	هويل وآخرون (1998)
الحلبة	خافض للسكر		مارليس وفارنسورث (1995)
بذور الكتان	مضادة للسرطان، مودق، خافض للكولسترول	طليعة اللينان، حمض ألفا لينولينيك	هاسلر (1998)، بلومينثال وآخرون (2000).
الثوم	خافض للشحوم، خافض ضغط، مضاد بكتريا	ثيوسولفينات	هاسلر (1998) وبرومينثال وآخرون (2000)
الشوفان	خافض كولسترول	بيتا كلوكان	هاسلر (1998)
زيت الزيتون	خافض لخطر الإصابة بالأمراض القلبية الوعائية	حمض أوليك، بوليفينول	فيسيولي وغالي (1998)
أوراق التين الشوكي	مضاد سكري	ألياف قابلة للانحلال	تريجو غونزاليز، وآخرون (1996)
بزر قطوناء	مضاد تطفير، مضاد أكسدة	بوليفينول	ستاندلي وآخرون (2001)
الصويا	خافض كولسترول، وخافض لخطر الإصابة بالأمراض القلبية الوعائية	بروتين الصويا، إيزوفلافونيس	هاسلر (1998)
الشاي	مضاد أكسدة	بوليفينول	مختار وأحمد (2000)
الزعتر	مضاد أكسدة، مضاد للتشنجات القصبية	فينول: ثيمول، كارفاكول	ناكاتاني (1997)؛ بلومينثال وآخرون(2000)

يتبع من الصفحة 385

النبات	التأثير الفسيولوجي	المكونات الفعالة المعروفة	المرجع
البندورة (الطماطم)	مضادة أكسدة، مضادة سرطان	ليكوبين	هاسلر (1998)
الخمر والعنب	مضاد أكسدة، خافض للإصابة بالأمراض القلبية الوعائية	بوليفينول	هاسلر (1998)

وتخفض هذه النشاطات من خطر الإصابة بالأمراض القلبية الوعائية، والسرطان، وأمراض أخرى. وتشتمل العوامل الأخرى المضادة للأكسدة على الإندول وإيزوثيوسينات من خضروات الفصيلة الصليبية، وعلى الأستروجين النباتي كإييزوفلافونويد ولينان المتحصل عليهما من الصويا والكتان على التوالي. ويبدو أن الفيتوستيرول، الدائمة الوجود في النباتات، والثيوسولفينات (أليسين ومشتقاته) من أنواع تنتمي إلى الجنس *Allium* تخفض خطر مرض القلب التاجي من خلال خفض الشحوم في الدم. إضافة إلى ذلك، فإن طبيعة تركيبة الشحوم في الغذاء، ولاسيما طول السلسلة وحالة الأحماض الدسمة غير المشبعة، قد تحمل تأثيرات صحية. ويسهم حمض الأوليك، وهو حمض دسم أحادي غير مشبع من 18 كربون، في الفوائد الصحية التي يوفرها زيت الزيتون. وللأحماض الدسمة متعددة اللاتشبع طويلة السلسلة التي تنتجها الأغذية الحيوانية عدد من الأدوار الاستقلابية المهمة ذات العلاقة بالصحة، والتي تتأثر باستقلابها للإيكوزانوات (سيموبولوس 1994). وتسهم ألياف الوجبات الغذائية، لاسيما الألياف القابلة للانحلال، بالدور الذي تلعبه منتجات الحبوب من قبيل الشوفان وبذر القطوناء وكثير من الفاكهة والخضروات في خفض خطر الإصابة بالمرض القلبي التاجي والسرطان. وتعمل الألياف القابلة للانحلال وغير القابلة للانحلال، والكيماويات النباتية المثبطة للهضومية، وطبيعة كربوهيدات معينة على تحسين ضبط السكر وخفض فرط شحميات الدم لدى مرضى السكري (جونز وتشابمان 1995؛ ماكينتوش وميلر 2001).

تتباين آلاف الكيماويات النباتية التي تشتمل على أنماط تركيبات متنوعة ومركبات فردية داخل النبات ومن نبات إلى آخر. وتوصف بعض الأغذية بشكل كامل بحسب طيف مكوناتها الكيماوية الوظيفة التي تقوم بها، لكن مع زيادة البيانات، تزداد قائمة الأغذية الوظيفية ومكوناتها المرتبطة بها. ويمكن للبحوث المركزة على نباتات تقليدية متنوعة تستهلك كغذاء ودواء في بلدان نامية، كالخضروات الورقية (تشويا وإيزاغويري 1999؛ تريتشوبولو وآخرون 2000)، بعيداً عن توسيع قائمة الأنواع الأكثر شهرة الواردة في الجدول 15. 1، أن تحسن بشكل كبير من فهمنا لأهمية نظم الكفاف التقليدية (جونز وثابيت 2004).

التغيرات العالمية والوجبات والصحة

تحمل عمليات التغيير السريع في البلدان الصناعية والنامية على السواء التي تغير بصورة سريعة في العلاقات ما بين الإنسان والنظم البيئية التي يعيش فيها تأثيرات تطال الوجبات الغذائية. وغالباً ما تمثل نظم الكفاف التقليدية تفاعلات مضبوطة وفريدة في الموارد البشرية تضمن تلبية الاحتياجات الغذائية والصحية (جونز 1996؛ كونلاين وريسيفيور 1996). ويؤثر التفكك في الصحة البيئية بدوره في أنماط صحة الإنسان، وأمراضه، وحالته التغذوية (جونز وإيزاغويري 2000). ويأتي عدم كفاية الأغذية، بما في ذلك فقد التنوع، نتيجة رئيسة للتغيير حيث تؤدي مباشرة إلى تحديات تواجه صحة الإنسان. وإن تدهور الوجبة الغذائية إلى جانب الإجهادات البيئية تشكل تحدياً أمام صحة المجتمعات البشرية بطريقة غير مسبوقة، وهذا يشمل سوء التغذية، والمناعة والعدوى، والسموم البيئية، والإجهاد الأكسيدي.

سوء التغذية

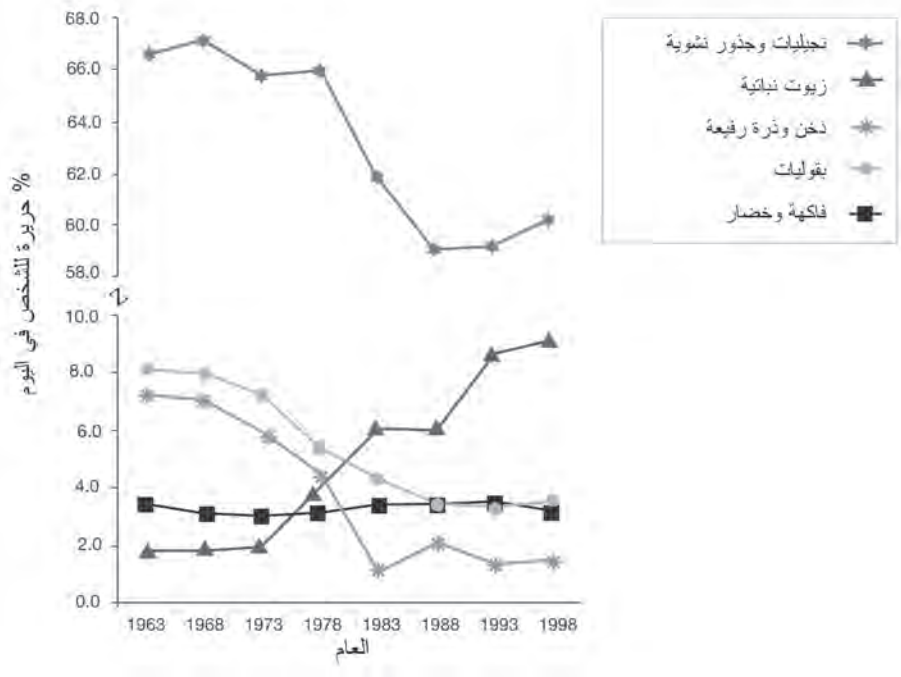
تؤدي الزيادة المفرطة في السكان والعوامل المؤدية إلى تدمير النظام البيئي والتنوع الحيوي التي من شأنها تقويض القدرة على إنتاج الغذاء إلى نقص في المدخول أو الاستهلاك من الأغذية الفقيرة بالقيمة الغذائية، مما قد ينجم عنه الإصابة بسوء التغذية بالطاقة البروتينية. وقد يعكس سوء التغذية بالعناصر الغذائية الصغرى حالة من الاضطراب في الأنماط التقليدية للكفاف، مما يؤدي إلى انخفاض في الحصول على مصادر حيوية نوعية واستهلاكها.

تجمع أنماط الكفاف التقليدية نفقات الطاقة على تأمين الغذاء وأنشطة أخرى مع استهلاك الأغذية ذات كثافة منخفضة بالطاقة. وإلى جانب الاستهلاك المفرط للطاقة، قد يؤدي الاعتماد المتزايد على الأغذية المصنعة إلى تأثيرات في الصحة من خلال خفض استهلاك العناصر الغذائية والمكونات الوظيفية التي تحمي الصحة بصورة أفضل (جونز 1999).

تعتبر البيانات المتعلقة بأنماط الوجبات الغذائية لمعظم السكان غير كافية لإجراء تحولات في تنوع استهلاك الفرد للفاكهة والخضار مع مرور الوقت. إلا أن مناحي الاستهلاك الوطني في كثير من الحالات تعد عميقة بما يكفي لتبرز ظاهرة الأمراض الجديدة كالسكري ومرض القلب التاجي (بوبكين وآخرون 2001ب). وتظهر تقارير التوازن الغذائي (.apps fao.org/) لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة في عديد من بلدان شرقي إفريقيا خلال فترة الـ 35 سنة المنصرمة، وأكثرها خطورة في كينيا، انخفاضاً كبيراً في استهلاك الفرد

للبقوليات التي تحقق توازناً من خلال الزيادة في استهلاك الطاقة من الزيوت القابلة للاستهلاك (الشكل 15. 1). ومع الأخذ بعين الاعتبار الفوائد التغذوية (الحديد، والألياف، والبروتين) والوظيفية المعترف بها (ميلنر 2000) للفاصولياء والبقوليات الحبية، تظهر أهمية تأثير النقص في العناصر الغذائية الصغرى والنقص المحتمل في البروتين والأمراض الناجمة عن الاستهلاك المفرط للطاقة في الصحة العامة، رغم التأثيرات التي يحققها تنوع الفاكهة والخضار.

في الظروف العادية، تعطي التدخلات التقليدية في النقص التغذوي، بما في ذلك استخدام المكملات والتقوية السريرية والغذائية في الأغذية المصنعة (آلين وغيليسبي 2001)، بالرغم من كونها فعالة عند مراقبتها ورصدها بشكل كاف، حلولاً ناقصة لسكان البلدان النامية نتيجة أسباب اقتصادية وتقنية وثقافية. علاوة على ذلك، قد تحدث استجابات عنصر مغذ واحد لحالات عوز يمكن تحديدها، رغم عدم ملاءمتها مباشرة، على حساب حالات عوز متعددة عادة ما تكون أكثر غموضاً وتخفق في تحقيق التوازن الضروري للصحة على المدى البعيد.



الشكل 15. 1. مقارنة بين الغذاء الكيني المتوافر للاستهلاك خلال الفترة بين 1963–1998. تعرض معدلات ثلاثة أعوام (السنة +/- 1) (من تقارير التوازن الغذائي لمنظمة الأغذية والزراعة، apps.fao.org/default.jsp).

يمكن دعم الحلول المعتمدة على الغذاء – إلى جانب زيادة توافر واستهلاك فيتامين A، وفيتامين C، والفولات، وعناصر غذائية صغرى أخرى– على نحو معقول (آلن وغيليسبي 2001)، لاسيما إن كانت مناسبة من الناحيتين البيئية والثقافية. غير أن تقييم برامج التدخلات المعتمدة على الغذاء كان غير كاف، ويجب أن يحتل الأولوية في أية جهود رامية إلى استخدام المصادر الوراثية النباتية لهذا الغرض.

المناعة والعدوى

ترتبط عوامل المرض ذات المنشأ البيئي بالوضع التغذوي، الذي بدوره يلعب دوراً حاسماً في شدة المرض وانتشاره. ويمكن لاضطراب النظم البيئية الطبيعية أن تزيد من معدلات الأمراض المعدية من خلال زيادة التعرض للأمراض المحمولة بالنواقل كالملاريا، والليشمانيا، وحمى الدنج (شبيلمان وجايمس 1990)، أو من خلال تأثيرات في العوامل المرتبطة بالكثافة كالمستوى الصحي والانتقال المباشر من شخص إلى آخر. وتعكس مشكلات الصحة العامة الرئيسة ذات الأهمية العالمية كالسل، والأمراض المعدية– المعوية، والكيسة المذنبة، والأمراض التنفسية التفاعل ما بين العوامل التغذوية والبيئية (بلات 1996). وقد يسفر سوء التغذية عن عوز في العناصر الغذائية الصغرى، كفيتامين A والحديد، التي تؤثر في جهاز المناعة وتسبب مثل هذه الأمراض وأمراض أخرى (تومكينز 2000)، كالإصابة بفيروس النقص المناعي البشري، ومتلازمة نقص المناعة المكتسبة (الأيدز). وكان فهم تأثير الخصائص الوظيفية المحتملة (كمنبهات المناعة، أو مضادات الأكسدة) في هذه الوجبات التقليدية والأدوية أدنى بكثير.

الحالة الأكسيدية

تلعب الحالة الأكسيدية دوراً مهماً في كثير من الحالات المرضية، بما في ذلك الأمراض المزمنة كالسكري، والأمراض القلبية الوعائية، والسرطان كعامل عرضي ونتيجة ضائرة. وينقص التلوث البيئي بفعل مواد كيماوية صناعية وزراعية كالمعادن الثقيلة أو الكلور العضوي، والنيوكليدات المشعة من القيمة التغذوية (كونلاين وتشان 2000)، ويحمل تأثيرات محلية وعالمية في الوجبات الغذائية والصحة، بما في ذلك مسهامات خطرة في الإجهاد الأكسيدي. وتشكل مضادات الأكسدة خارجية المنشأ، لاسيما الفيتامينات التغذوية والعناصر غير التغذوية، مكوناً أساسياً للدفاع الطبيعي ضد الإجهاد الأكسيدي. وإن نقص التنوع في استهلاك الوجبات النباتية يؤدي إلى نتائج سلبية، بينما يؤدي زيادة استخدامها إلى حلول إيجابية.

التحضر والتحول الغذائي

يحدث سكان المدن تأثيرات متزايدة في البيئة من خلال طلب الأسواق، وعن طريق الاستيطان في مناطق طبيعية وزراعية، ومن خلال التلوث المرتبط بالنمو الصناعي إلى جانب فضلات المدن. وفي هذه الحالة يكون تأثر فقراء المدن مضاعفاً من خلال حالات العوز في وجباتهم الغذائية والنتائج السلبية للعيش في ظروف غير صحية.

في الوقت الذي توفر فيه الأمن للأعداد المتنامية من السكان على صعيد الطاقة، يبرز التحول الغذائي (بوبكين وآخرون. 2001أ؛ تشوبرا آخرون 2002؛ بوبكين 2002) من خلال الزراعة ذات المدخلات المرتفعة، والغلة العالية، وكذلك النقل لمسافات بعيدة لزيادة توافر وإمكانية الحصول على كربوهيدرات محسنة (قمح، أرز، سكر)، وزيوت صالحة للأكل (منظمة الصحة العالمية 2003). إضافة إلى ذلك، تحفز عولمة الثقافة والتجارة اتباع الغرب في النظم والوجبات الغذائية داخل البلدان النامية. ويعتمد السكان الحضريون على شراء الطعام أكثر مما يفعل سكان الريفي في الوقت الذي تنخفض فيه إمكانية حصولهم على أغذية برية ومزروعة محلياً. ويحدد اختيار ما يتم شراؤه من طعام بتوافره والقدرة على شرائه، وعليه، قد يصبح الفقر في المدن حاجزاً أمام تنويع الوجبة الغذائية أكبر مما يكون في نظم الكفاف التقليدية. وعلى نحو مماثل، يصبح المنتجون الريفيون أكثر ارتباطاً بالأسواق الحضرية للحصول على مصادر معيشتهم، ويمكن أن يؤدي غياب الطلب على المنتجات التي لا يملك المستهلكون قدرة على شرائها إلى تقليص حجم السوق وجعل الإنتاج أقل جدوى اقتصادية.

التحول الغذائي

يتوافق استهلاك وجبة غذائية مشتقة من نباتات عالية الطاقة وأغذية ذات منشأ حيواني مع نفقات متدنية الطاقة. وإن زيادة التنوع، بما في ذلك تنوع الفاكهة والخضروات، المتوافرة عموماً لدى سكان المناطق الحضرية، لا يمكن أن يترجم بالضرورة إلى استهلاك (بومبكين وآخرون 2001ب)، لاسيما لدى الفقراء. وتتوافر الأغذية المصنعة للشراء من خلال نظم أسواق معاصرة، ورغم تنوعها من حيث الاسم والتركيبة، إلا أنها قد تكون محدودة النوع الحيوي الفعلي، حيث غالباً ما يرتبط ذلك باستخدام أغذية مستوردة بديلة عن الأغذية المحلية.

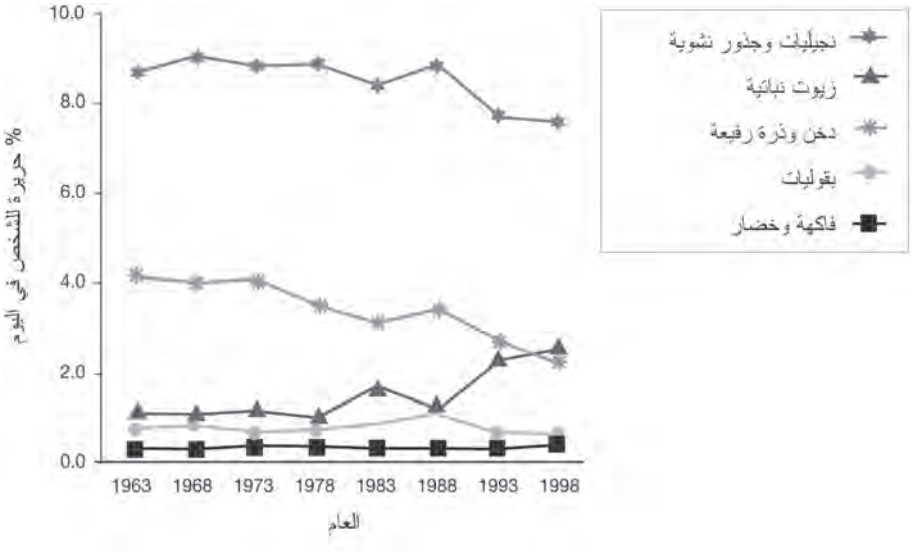
يؤدي هذا التحول الغذائي إلى ظهور أوبئة كالسكري من النمط الثاني، والأمراض القلبية الوعائية، والسمنة، والسرطان، وأمراض أخرى مزمنة غير سارية، حتى في البلدان الفقيرة (بوبكين وآخرون. 2001أ؛ تشوبرا وآخرون. 2002؛ بوبكين 2002؛ منظمة الصحة العالمية

2003). ويزداد تعقيد واختلاط تبعات الوجبات المرتفعة الكربوهيدات والدهون لدى الشريحة الضعيفة في البلدان النامية، حيث يشكل تغير الوجبات الغذائية، إلى جانب الفقر والنسب المرتفعة من الأمراض المعدية ونقص التغذية عبئاً مضاعفاً (بوبكين وآخرون 2001أ؛ بوبكين 2002). ويؤدي تناول الأغذية الرخيصة التي يرافقها انخفاض في التنوع والنوعية التغذوية إلى ظهور أنماط من السمنة، لاسيما لدى النساء، فضلاً عن نقص في التغذية لدى الأسر (دوك وآخرون. 2000). وقد يزيد سوء التغذية المبكرة لدى الأطفال (البرمجة الجنينية) إلى زيادة في التعرض للإصابة بالسكري وحالات أخرى مع تقدم العمر (بوبكين وآخرون. 2001أ). ومن المتوقع أن يتسارع ظهور أمراض وبائية مزمنة غير سارية في بلدان يسودها سكان مسنين. وتؤكد استراتيجية منظمة الصحة العالمية الخاصة بالغذاء والنشاط المادي والصحة (منظمة الصحة العالمية 2003) محورية النهج المعتمدة على الغذاء لمكافحة الأمراض غير السارية.

تشير بعض الدراسات التي أجريت في مدن إفريقية إلى مناحٍ مماثلة لتلك التي أدركت جيداً في آسيا وأمريكا اللاتينية: انخفاض في نفقات الطاقة إلىً جانب زيادة في الاعتماد على أغذية مقلية مشتقة من مصادر نشوية كالمنيهوت، والقمح، والبطاطا، وانخفاض في استهلاك الفاكهة والخضروات الطازجة (مينين وآخرون. 2000). وغالباً ما تأخذ هذه المنتجات لدى الشريحة الأشد فقراً من السكان والأكثر عرضة للتأثر شكل أغذية الشارع (فان تريت وآخرون 2001) ذات الكثافة التغذوية المنخفضة. ونتيجة لذلك، تترافق حالات الاستهلاك المفرط من الطاقة في إفريقيا لدى شرائح واسعة من السكان مع نقص غذائي معهود وأمراض معدية (بورني وآخرون 2002؛ جونز 2003).

تظهر السنغال زيادة أكبر في استهلاك الزيوت الصالحة للأكل مقارنة مع كينيا (الشكل 15. 1)، حيث ازدادت الحريرات المتوافرة من الزيوت الصالحة للأكل والدسم بين عامي 1963 و1998 من 8 % إلى 20 % (الشكل 15. 2). ورغم أن الدهون المتزايدة مفيدة في الوجبات الفقيرة لزيادة الطاقة وتسهيل توافر فيتامين A، إلا أن الزيادة في إجمالي الحريرات المتوافرة من الدهون في الوجبة الغذائية السنغالية من 18 % إلى 29%، أي إلى مستويات تعادل ما توصي به البلدان المتقدمة، تشير إلى أن عدداً كبيراً من السكان يستهلكون أكثر مما يوصى به. وفي الوقت عينه، يبدو أن ثمة انخفاض إلى النصف (وبنسبة أعلى حتى في كينيا) في استهلاك النجيليات التقليدية كالدخن والذرة الرفيعة، والأغذية، بحيث أنه على الرغم من أنها دون المستوى الأمثل في محتواها من العناصر الغذائية، وهضوميتها، واستساغتها، إلا أنها توفر مضادات أكسدة محتملة (سريبريا وآخرون 1996) وفوائد خافضة للسكر تنسب إلى نجيليات مستقدمة كالقمح والأرز والذرة الصفراء.

ومع التحضر في إفريقيا جنوب الصحراء بحسب توقعات برنامج الاستيطان البشري التابع للأمم المتحدة (www.unchs.org/unchs/english/stats/tables.htm) بنسبة 4 %



الشكل 15. 2 مقارنة بين الأغذية السنغالية المتوافرة للاستهلاك خلال الفترة 1963–1998. تعرض معدلات ثلاثة أعوام (السنة +/- 1) (من تقارير التوازن الغذائي لمنظمة الأغذية والزراعة، apps.fao.org/default.jsp).

في العام، لتقترب من نسبة 50 % من سكان المنطقة خلال فترة الـ 15 عاماً القادمة، فإن ثمة حاجة في الواقع إلى حلول تتنبأ بالتأثيرات التغذوية والصحية لهذا المنحى. ويؤدي الاستخدام الأكبر للتنوع الحيوي النباتي هنا وعلى المستوى العالمي اعتماداً على تقييم علمي للخصائص النباتية، وبرامج الدعم الثقافي، والتعليم الغذائي، والعمليات المبتكرة، والتسويق إلى فتح مسارات محتملة للوصول إلى تأثيرات التغيير.

أهمية تنوع المحاصيل والأنواع المهملة والتي استخدامها دون المستوى المطلوب

الانجراف في تنوع المحاصيل الغذائية

بينما يستخدم ما يربو على 7000 نوع نباتي بشكل تقليدي كغذاء، توفر اليوم ثلاثة أنواع – الأرز والقمح والذرة الصفراء – 60 % من إجمالي الحريرات المستهلكة في الوجبات الغذائية البشرية (إيزاغويري وآخرون 1999). وتركز الزراعة العالمية الحديثة بشكل نموذجي على غلال بعض المحاصيل، إذ تمخضت سنوات من بحوث التربية عن أصناف مرتفعة الغلة، ومقاومة للجفاف لعدد صغير من أنواع الأغذية البارزة. وأدت القوة الصرفة

للجهود الزراعية المطبقة على ثلاثة محاصيل رئيسة إلى انخفاض استهلاك حبوب أكثر تنوعاً. وترافق ذلك مع انخفاض في تنوع أنواع الخضروات والفاكهة المستهلكة، حيث يعطي التغير الثقافي والتحضر شكل هذا المنحى (تشويا وإيزاغويري 1999). إضافة إلى ذلك، ترتبط كثير من الأغذية التقليدية اليوم بالفقر أو التخلف، حيث تكون النتيجة في اضطراب الأنماط الغذائية وفقد التنوع في الوجبات. ولا يعرف سوى القليل عن تأثير تغيرات الوجبات الغذائية هذه في تغذية الإنسان وصحته.

الأنواع المهملة وذات الاستخدام دون المستوى

لدى الأخذ بعين الاعتبار مبادئ تنويع الوجبات التي تلقى دعماً جيداً، نجد أن الأغذية المتنوعة تسهم بدون شك في الوجبة الغذائية المتوازنة لدى المجتمعات المحلية (بادولوسي 1999). ففي إفريقيا على سبيل المثال، تشتمل الأنواع المهملة وذات الاستخدام دون المستوى (NUSs) والتي تحمل أهمية محلية كوجبة غذائية على محاصيل حبوب النجيليات من قبيل فونيو (*Digitaria exilis*)، والجذور، والدرنات كاليام، والبقوليات الحبية، والبذور الزيتية مثل الفول السوداني بامبارا (*Vigna subterranean*) (هيلر وآخرون 1997)، والخضروات التي تؤكل أوراقها (تشويا وإيزاغويري 1997)، وفاكهة استوائية كالخوخ الإفريقي (*Dacryodes deulis*) أو المانجو (*Irvigia gabonesis*).

رغم إمكانية تقدير أهمية التنوع والحكمة الموروثة في النظم التقليدية التي تشتمل على الأنواع المهمة وذات الاستخدام دون المستوى حتى بدون معرفة العناصر الغذائية النوعية التي تؤلف مكونات الوجبة الغذائية، فإن البيانات الموجودة حول بعض الأنواع توفر رؤى مفيدة حول الطرائق التي تسهم بها في الصحة. فعلى سبيل المثال، تحمل شجرة تبلدي (*Adansonia digitata*)، التي تؤكل أوراقها الفتية وثمارها، أهمية محلية في الوجبة الغذائية في عديد من البلدان الإفريقية (ضيوف وآخرون 1999)، حيث يصنع من لب الفاكهة والأوراق الجافة، التي تضاف إلى العصيدة، صلصة تسكب مباشرة فوق الأطباق المطهوة (ضيوف وآخرون 1999؛ ماوندو وآخرون 1999)، وهي ذات مصدر جيد للكالسيوم (ويست وآخرون 1988؛ غلو وآخرون 1997؛ بوكاري وآخرون. 2001). إلى جانب ذلك فهي تجمع الحديد وفيتامين C بكميات يمكن أن تتفاعل لتزيد من امتصاص الحديد وتمنع الإصابة بفقر الدم. وحتى بدون دراسات شاملة، نعرف أن الخضروات التي تؤكل أوراقها بصورة عامة تسهم بشكل مهم في طليعة الفيتامين A، وفيتامين C، والفولات، والحديد، والكالسيوم، والألياف، والبروتين (ويست وآخرون 1988؛ أويسو وجونز 1996؛ تشويا وإيزاغويري 1999)، رغم الجدل مؤخراً حول التوافر الحيوي لطليعة فيتامين A (سلمونز وبولوكس 1997؛ دي بي وآخرون 1998).

القيمة التغذوية للأنواع والأصناف التقليدية الصالحة للأكل

رغم تجاهل التنوع الحيوي البري والمزروع في معظم المناطق النامية في مسوحات الوجبات الغذائية، وفي التحليلات التركيبية، وتقارير التوازن الغذائي لمنظمة الأغذية والزراعة، والسياسات واتخاذ القرار (جونز 2003)، إلا أن مثل هذه الموارد تسهم بلا شك بشكل رئيس في كفاية الوجبات الغذائية (تشويا وإيزاغويري 1999؛ بورلينغايم 2000؛ جونز 2003؛ كوهنلاين وجونز 2003). وأرست الدراسات التي أجريت على الحدائق المنزلية روابط بين التنوع والوضع التغذوي (مارش 1998؛ جونز 2003). وفي بعض الحالات تعرض إسهامات أنواع مجتمعة للحصول على عناصر غذائية نوعية بشكل واضح (أوغلي وآخرون 2001أ، 2001ب)، ولكثير من الأنواع المحلية خصائص تغذوية استثنائية (رودريغز – أمايا 1999؛ جونز 2003).

حظي توثيق إسهام التنوع داخل الأنواع في التغذية والصحة بقليل من الاهتمام ولم تغطه سوى بعض المراجع التحليلية. وتعرض بحوث قائمة على المزارع ثروةً من المعرفة التقليدية والمعتقدات المتعلقة بالصحة، والخصائص الحسية وتلك المتعلقة بالمطبخ لأصناف محاصيل محلية (منظمة الأغذية والزراعة 2001). ورغم أن غربلة محاصيل رئيسة (فاسيل وآخرون، 2000؛ غراهام وروسير 2000؛ منظمة الأغذية والزراعة 2001؛ جونز 2003؛ جونز وثابيت 2004) هي غربلة ناقصة، إلا أنها توثق بوضوح التباين الواسع في الخصائص التغذوية والوظيفية التي تحمل بدون شك تأثيرات في والوضع التغذوي لدى السكان والمستهلكين الفرديين (إضافة إلى فائدتها بالنسبة لمربي النبات). أما توثيق التباين الوراثي المحتمل لتركيبة العناصر الغذائية ضمن الأنواع المهمة وذات الاستخدام دون المستوى (كلاديرون وآخرون 1991؛ تشويا وإيزاغويري 1999؛ بورليغايم 2000) فكان بمستوى أقل.

التنوع داخل الأنواع

يحمل التباين داخل الأنواع في تركيبة العناصر الغذائية واللاغذائية في نباتات المحاصيل أهمية خاصة من منظور المحافظة على التنوع الحيوي النباتي واستخدامه. ورغم تجميع بعض البيانات بشكل منتظم، إلا أن التباين في تركيبة بيتا كاروتين في البطاطا الحلوة (هوانغ وآخرون 1999؛ سيبوليبا وآخرون 2001) وشبيه الكاروتين في الذرة الصفراء (كوريليتش وجوفيك 1999) يقدم أمثلة عن المجال المحتمل للتنوع الوظيفي الموجود داخل الأنواع.

ضمن نظم الأغذية الزراعية التقليدية، تشكل البطاطا حالة مثيرة للاهتمام. فسكان

الأنديز يحافظون على عدد كبير من الطرز الوراثية المميزة في المزرعة وفي وجباتهم الغذائية، والتي تختلف بشكل ملفت في صباغي بوليفينول وزانثوفيل (لوتين وزياثانثين)، وأشباه الكاروتين (براون وآخرون. 1993)، وتحمل خصائص وظيفية معروفة وهي ذات تأثيرات صحية.

التنوع الوظيفي في سياق عالمي آخذ في التطور

غالباً ما تشتمل المفاهيم التقليدية للوجبة الغذائية على ارتباطات بالصحة، والتي لا تشير بصورة عامة إلى العناصر الغذائية بل إلى الصفات الوظيفية النوعية. ويمكن فهم بعض المفاهيم التقليدية كالمواد التي تعطي الطاقة والقوة من الزاوية التغذوية. أما الصفات الغذائية الأخرى ذات الصلة بخصائص فسيولوجية ودوائية فيمكن دعمها من قبل التحريات العلمية في هذه المجالات.

قد تتجاوز كثير من فوائد العناصر غير المغذية تلك التي يمكن أن تنسب إلى العناصر المغذية. فعلى سبيل المثال، تؤدي وجبات الخضروات التي تقدم إسهامات متواضعة في تحسين حالة فيتامين A إلى زيادات معنوية في مستويات مصل لوتين (دي بي وآخرون 1998)، وهو مضاد أكسدة اتسع إدراك فوائده الوقائية من الإصابة بأمراض العين (سوميربيرغ وآخرون 1998؛ براون وآخرون. 1999؛ جايل وآخرون 2001)، وكذلك بالأمراض القلبية–الوعائية، والسرطان، وبأهميته الصحية في البلدان النامية. ولهذه الرؤى أهمية محتملة في البلدان الاستوائية كتلك البلدان في إفريقيا، التي يمثل فيها الساد سبباً رئيساً للإصابة بالعمى (ليوالين وكورترايت 2001). ورغم أن تجميع بيانات حول زانثوفيل (هولدين 1999؛ أونيل وآخرون 2001) يشير إلى غنى الخضروات الورقية بأشباه الكاروتين هذه، إلا أن ثمة دعوة إلى توسيع هذه التحليلات لتغطي أغذية نباتات محلية. وفي ضوء هذا النشاط الوظيفي المهم، يبدو أن الاهتمام الطموح باعتبار الخضروات الورقية وأغذية نباتية أخرى كمصادر محدودة لفيتامين A (سلمونز وبولوكس 1997؛ دي بي وآخرون. 1998) لا يزال اهتماماً قاصراً.

تشتمل الوظائف المرتبطة بالصحة للنباتات التي تدخل في وجبات غذائية محلية على التضاد الحيوي، وتنبيه المناعة، وعمل الجهاز العصبي، وعلاج الإدمان، ومضادات الالتهاب، ومضادات النقرس، ومضادات الأكسدة، والسكري، وخصائص خافضة للشحوم. وتناول العمل النباتي العرقي والتحليلي في مركز التغذية والبيئة للسكان المحليين وجامعة مكجيل، من بين كثير من المجموعات الأخرى، عدداً من هذه الفوائد الصحية الوظيفية للنباتات الغذائية التقليدية.

فعلى سبيل المثال، ينسب أفراد اللو في غربي كينيا وتنزانيا العمل ضد الاضطرابات المعدية والمعوية إلى خضروات ورقية تشكل مكوناً مهماً لوجبتهم التقليدية. ومن هؤلاء، تقوم سولانوم نيغروم بشكل خاص بنشاط قوي ضد الطفيلي الأوالي الجياردية اللمبلية (جونز وآخرون 1995). إضافة إلى ذلك، تحدثنا عن أنشطة مضادات الأكسدة للفينولات (ليندهورست 1998) ونشاط الصابونينات الرابطة للكولسترول (تشابمان وآخرون 1997؛ جونز وآخرون 1999) في الجذور واللحاء التي يضيفها سكان قبائل الماساي إلى الحساء والحليب الدسمين، والنشاط الذي قد يخفض الشحوم للعلكة التي يمضغها أفراد الماساي (جونز وآخرون 2000)، والنشاط المضاد للأكسدة للمعالجة التبتية لأمراض القلب (أوين وجونز 2002)، والعلاجات المضادة للسكري لدى السكان المحليين لغابات بوريل في شرقي أمريكا الشمالية (مكيون وجونز 2002). كما حددنا نشاط أكسيداز زانثين في العلاجات التقليدية للنقرس والأعراض ذات الصلة به في هذه المنطقة الأخيرة (أوين وجونز 1999)، وفي النشاطات الغذائية للماساي (نتائج غير منشورة).

وبسبب إمكانية نسب هذه التأثيرات الوظيفية في صحة الإنسان إلى المكونات النباتية– الكيماوية لهذه النباتات، فإن تنوع الوظيفة والتركيبة الكيماوية تضيف أبعاداً جديدة للتنوع الذي يلازم الطعام والنباتات الطبية المستخدمة حول العالم.

ورغم إمكانية الحصول على الدخل من الاتجار ببعض الأغذية التقليدية والمنتجات الطبية، تحمل الوظيفة بصورة عامة أهمية مختلفة في تلبية احتياجات جل السكان في البلدان النامية مما تفعل في أوروبا، أو أمريكا الشمالية أو اليابان. وسواء كانت أنواع كفاف ريفي أو أنها تدخل في وجبات سكان المدن، فإن وظيفة هذه الأنواع التي تحمل أهمية ثقافية تحمل أهمية حيوية واجتماعية مباشرة في صحة السكان الراهنة والمستقبلية في البلدان النامية، وتضمن دعماً للبحوث والبرامج المناسبة لهذا السياق.

تكييف الوجبة الغذائية وتحسينها إلى المستوى الأمثل

إن الاستخدام الرشيد لمصادر الوجبة الغذائية وتطبيق المعرفة المتعلقة بقيمتها يمكن أن يعرّف سياق التكيف الأمثل مع التغيرات التي تواجه السكان حول العالم (جونز وإيزاغويري 2002). ومع الأخذ بعين الاعتبار قوة التحولات وطبيعتها غير المسبوقة التي تحدث في أساليب الحياة، يظهر أن الرؤى العلمية للعلاقات بين البيئة، والوجبة الغذائية، والصحة والنتائج المناوئة للتغير الراهن والتقييم العلمي لخصائص الطعام النباتي والحيواني تشكل وسائل أساسية للوصول إلى حلول جديدة للمشكلات المعاصرة. لكن في عملية التكيف هذه، تعتبر الدروس المستقاة من الماضي والممثلة بثروة من المعرفة المحلية بالموارد الحيوية

والنظم البيئية، وكذلك بتنوع الموارد عينها، دروساً أساسية. وبهذا الخصوص، لا بد أن يحظى توثيق التنوع الحيوي الثقافي العالمي ودراسته بأولوية قصوى.

خلق روابط بين التغذية والصحة والمحافظة على المصادر الوراثية النباتية

تقدم التغذية والصحة العديد من المعابر المحتملة نحو برامج المصادر الوراثية النباتية والأنشطة المتعلقة بها، ويمكن أن تتقدم الروابط بين التغذية والمصادر الوراثية النباتية على عدة جبهات. ومع الأخذ بعين الاعتبار ضرورة ضمان الرفاه البشري مع الحفاظ على التنوع الحيوي، نجد أن المحافظة على التنوع الحيوي واستخدامه وكذلك الاحتياجات البشرية المحلية والعالمية توفر نُهجاً واضحة وكاملة. ففي السابق، كان بالإمكان تعريف الأنشطة المرتبطة بالتغذية ضمن استراتيجيات المحافظة على التنوع الحيوي واستخدامه داخل الموقع وخارج الموقع. وبدورها يمكن للاحتياجات التغذوية والصحية لدى المزارعين والمستهلكين وكذلك القضايا العلمية وقضايا الصحة العامة أن توجه أنشطة المصادر الحيوية النباتية.

مع الإدراك الأوسع لأولويات التغذية والصحة في العلوم الزراعية والبيئية، ودور التنوع الحيوي النباتي في مجتمع الصحة الدولي، يمكن للعلماء والمؤسسات المشاركين في الزراعة، والمحافظة على البيئة، والصحة أن يتناولوا المشكلات المعاصرة بصورة أفضل من خلال خلق فرص للتعاون والإفادة منها.

تحديد الأولويات في بحوث التغذية والصحة

في الجوانب المتعلقة بالصحة، تقدم المصادر الوراثية النباتية منظوراً مفيداً حول عدد من الجوانب المتعلقة بالعلوم والصحة العامة التي تحمل أهمية في الوقت الراهن، بما في ذلك نقص العناصر الصغرى، والاستراتيجيات المعتمدة على الأغذية لمعالجة حالات العوز الموازية؛ والتوافر الحيوي لفيتامين A، الحديد، وعناصر غذائية أخرى من الفاكهة والخضروات؛ والتغذية والأمراض؛ والتحول الغذائي؛ والنباتات الطبية كوسائط فسيولوجية للصحة.

ضمن نطاق الأولويات الصحية هذه، من المحتمل للأنشطة البحثية التي تربط التغذية بالمصادر الوراثية النباتية (جونز 1999؛ 2002) التي قد تنشأ أن تشتمل على تحليل مخبري يحدد أصناف المحاصيل ومحاصيل ثانوية ذات أصول تغذوية انتقائية (انظر بوث وآخرين 1994)؛ وقواعد بيانات تتعلق بالتركيبة مع التركيز على التنوع داخل

الأنواع؛ ونشاطات على مستوى المزرعة وأخرى معتمدة على المجتمع المحلي تركز على المعرفة المحلية لخصائص المصادر النباتية المتعلقة بالصحة؛ وتشكيلة وتركيبة المعايير والمؤشرات لتقييم نوعية المستهلك (مثل الخصائص الحسية، والتغذوية، والمطبخية، والسمية، والدوائية) لنهج حفظ واستخدام المصادر الوراثية النباتية داخل الموقع وخارجه الموقع؛ ومؤشرات التنوع في الوجبات لإرساء أهمية المصادر الوراثية النباتية والتي تعمل كمؤشرات بسيطة ومتدنية الكلفة للوضع التغذوي ضمن سياق البلدان النامية (هاتلوي وآخرون. 1998)؛ وبحوث الصحة العامة (منظمة الصحة العالمية 2003).

وعلى اعتبار أن الفقر يمثل المحدد الوحيد الأكثر أهمية لسوء التغذية والمرض، فإن فهم التعاون بين المحافظة على التنوع الحيوي والاقتصاد والتغذية بصورة أفضل يعد أساسياً (جونز وثابيت 2004).

الاستنتاج

يسهم تنوع المصادر النباتية بدور رئيس في تمكين الإنسان من تلبية احتياجاته التغذوية والصحية والاجتماعية–الثقافية. ويتساوى التنوع الحيوي مع التنوع في الوجبات الغذائية، وهذا بدوره يتساوى مع الصحة. وفي العالم المعاصر، حيث يؤثر التغير العالمي في البيئة التقليدية بطرائق تهدد التنوع الحيوي وفي نفس الوقت يقوض كفاف الإنسان، تشكل الصحة دافعاً حيوياً لإدارة التنوع الحيوي والمحافظة على المصادر الوراثية النباتية.

قد تساعد المصادر النباتية المترافقة مع الحكمة الحيوية الثقافية المتأصلة في النظم التقليدية على تناول مشكلات خطيرة متعلقة بانعدام الأمن الغذائي ونقص التغذية تواجه البلدان النامية. وفي الوقت عينه، يعد التنوع الحيوي النباتي مصدراً أساسياً عند تكيف المجتمعات مع التغيرات، ولاسيما تلك التغيرات المرتبطة بالتحضر. وبهذا الخصوص، تعتبر الروابط الريفية–الحضرية ذات أهمية حاسمة. وتوفر الوظائف التغذوية والصحية المتنوعة التي تقدمها النباتات في الثقافة التقليدية، وكذلك المعرفة المحلية بالتنوع النباتي، حلولاً قيمة محتملة تمكن التنوع الحيوي من معالجة مشكلات فريدة تواجه المجتمع المعاصر.

تركز المبادرات الدولية الرئيسة في مجال التغذية والأمن الغذائي والزراعة بشكل نمطي على صفات وحيدة للغذاء أو على بعض الأنواع والطرز الوراثية. ورغم إمكانية فهمها عند الأخذ بعين الاعتبار شدة المشكلات التي يخلقها عوز العناصر الغذائية الصغرى وانعدام الأمن الغذائي لدى شريحة واسعة من السكان، إلا أن مثل هذه النُهج تغفل الطبيعة المعقدة للعلاقات ما بين الإنسان والبيئة والطبيعة متعددة العوامل للأمراض البشرية والصحة. ويعد تنوع الوجبات الغذائية قياساً مباشراً للنوعية الغذائية. وعليه، فإن التركيز المفرط

على النوعية والعناصر الغذائية الوحيدة أو على عدد محدود من الأغذية في برامج التقوية الحيوية أو التعديل الغذائي قد يكون قاصراً جداً. وقد تخفق النتائج الإيجابية المباشرة أو قد تعطي نتائج عكسية على المدى البعيد، إذ أنها قد تحد من تعقيد التنوع الوظيفي للوجبات الغذائية وقد تسفر عن حالات مرضية.

إلى ذلك، قد يؤدي النجاح قصير الأجل على صعيد تلبية الاحتياجات الغذائية إلى نتائج سلبية تتعلق بجرف التنوع الحيوي، والمعرفة المحلية وفائدتها، والقيم الاجتماعية– الثقافية التي تدعم صونها. وبدوره يسهم التنوع فقط في خلق مشكلات صحية رئيسة كمرض السكري. وضمن الخيارات الاقتصادية والتقانية المحدودة في البلدان النامية، فإن نتائج التحول في بساطة الوجبات الغذائية قد تتضخم مع الحدّ من قدرة السكان على التكيف مع الظروف المتغيرة. ويؤدي التركيز على حلول تقانية إلى الاعتماد على التقانات التي قد لا تكون متوافرة لمعالجة المشكلات الناتجة. وبدون تقليص الفقر أو الاهتمام بالعوامل الاقتصادية التي تحد من توافر الوجبات الغذائية المتنوعة، فلا يمكن الاستمرار بالفوائد التي تأتي بها النظم التقليدية للغذاء. ومن خلال نهج شامل فقط لدعم التنوع الغذائي الداعم للتوافر الواسع للمحاصيل المتنوعة والنباتات الصالحة للأكل يمكن رفع مستوى الوضع التغذوي والصحي للسكان بطريقة مستدامة.

توفر المصادر الوراثية النباتية الداخلة في وجبات الإنسان والأدوية، والمعرفة المدمجة في الثقافة كمكون أساسي للتعقيد في النظم البيئية البشرية حاجزاً زمنياً أمام التغيير المدمر. أما النهج التقريبية فلا توفر حلولاً مثالية ولا نهائية. فالصحة المطلوبة من قبل جميع سكان العالم هي أكثر بكثير من مجرد غياب المرض والعجز (منظمة الصحة العالمية 1946). ومع إدراك أن الصحة البشرية هي حالة من العافية الجسدية، والعقلية، والاجتماعية، نجدها ترتبط بشكل رئيس مع صحة النظم البيئية التي نعيش فيها. لهذه الغاية، تعتبر المصادر الوراثية النباتية ذات فائدة عميقة وقيمة متأصلة.

كلمة شكر

نشكر المجلس الكندي لبحوث العلوم الطبيعية والهندسة، والمعهد الدولي للمصادر الوراثية النباتية، و Fond Québécosis de la Rechereche sur la Nature et les Technologies، و Fonds de la Recherche en Santé du Québec على توفير الدعم المالي لهذا العمل. ونشكر بابلو يوازغويري، وميكل غرم، وآخرين في المعهد الدولي للمصادر الوراثية على إسهاماتهم في تطوير الأفكار التي استكشفناها في هذا الفصل.

References

Allen, L. H. and S. R. Gillespie. 2001. *What Works? A Review of the Efficacy and Effectiveness of Nutrition Interventions.* Geneva: acc/scn.

Arai, S. 2000. Functional food science in Japan: State of the art. *Biofactors* 12:13–16.

Arai, S., T. Osawa, H. Ohigashi, M. Yoshikawa, S. Kaminogawa, M. Watanabe, T. Ogawa, K. Okubo, S. Watanabe, H. Nishino, K. Shinohara, T. Esashi, and T. Hirahara. 2001. A mainstay of functional food science in Japan: History, present status, and future outlook. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* 65:1–13.

Blumenthal, M., A. Goldberg, and J. Brinckmann. 2000. *Herbal Medicine: Expanded Commission E Monographs.* New York: American Botanical Council.

Booth, S., T. Johns, J. A. Sadowski, and N. W. Solomons. 1994. Phylloquinone as a biochemical marker of the dietary intake of green leafy vegetables of the K'ekchi people of Alta Verapaz, Guatemala. *Ecology of Food and Nutrition* 31:201–209.

Boukari, I., N. W. Shier, X. E. Fernandez R., J. Frisch, B. A. Watkins, L. Pawloski, and A. D. Fly. 2001. Calcium analysis of selected western African foods. *Journal of Food Composition and Analysis* 14:37–42.

Bourne, L. T., E. V. Lambert, and K. Steyn. 2002. Where does the black population of South Africa stand on the nutrition transition? *Public Health Nutrition* 5(1A):157–162.

Brown, C. R., C. G. Edwards, C. P. Yang, and B. B. Dean. 1993. Orange flesh trait in potato: Inheritance and carotenoid content. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 118:145–150.

Brown, L., E. B. Rimm, J. M. Seddon, E. L. Giovannucci, L. Chasan- Taber, D. Spiegelman, W. C. Willet, and S. E. Hankinson. 1999. A prospective study of carotenoid intake and risk of cataract extraction in us men. *American Journal of Clinical Nutrition* 70:517–524.

Burlingame, B. 2000. Wild nutrition. *Journal of Food Composition and Analysis* 13:99–100.

Calderon, E., J. M. Gonzalez, and R. Bressani. 1991. Caracteristicas agronomicas, fi sicas, quimicas y nutricias de quince variedades de amaranto. *Turrialba* 41:458–464.

Chapman, L., T. Johns, and R. L. A. Mahunnah. 1997. Saponin- like in vitro characteristics of extracts from selected non- nutrient wild plant food additives used by Maasai in meat and milk based soups. *Ecology of Food and Nutrition* 36:1–22.

Chopra, M., S. Galbraith, and I. Darnton- Hill. 2002. A global response to a global problem: The epidemic of overnutrition. *Bulletin of the World Health Organi*

zation 80:952–958.

Chweya, J. A. and P. B. Eyzaguirre, eds. 1999. *The Biodiversity of Traditional Leafy Vegetables.* Rome: ipgri.

de Pee, S. C., W. West, D. Permaesih, S. Martuti, and J. G. A. J. Hautvast. 1998. Orange fruit is more effective than are dark- green, leafy vegetables in increasing serum concentrations of retinol and beta- carotene in schoolchildren in Indonesia. *American Journal of Clinical Nutrition* 68:1058–1067.

Diouf, M., M. Diop, C. Lo, K. A. Drame, E. Sene, C. O. Ba, M. Gueye, and B. Faye. 1999. Sénégal. In J. A. Chweya and P. B. Eyzaguirre, eds., *The Biodiversity of Traditional Leafy Vegetables,* 111–154. Rome: ipgri.

Doak, C. M., L. S. Adair, C. Monteiro, and B. M. Popkin. 2000. Overweight and underweight coexist within house holds in Brazil, China and Russia. *Journal of Nutrition* 130:2965–2971.

Drewnowski, A., S. A. Henderson, A. B. Shore, C. Fischler, P. Preziosi, and S. Hercberg. 1996. Diet quality and dietary diversity in France: Implications for the French paradox. *Journal of the American Dietetics Association* 96:663–669.

Eyzaguirre, P. B., S. Padulosi, and T. Hodgkin. 1999. IPGRI's strategy for neglected and underutilized species and the human dimension of agrobiodiversity. In S. Padulosi, ed., *Priority- Setting for Underutilized and Neglected Plant Species of the Mediterranean Region,* 1–19. Rome: ipgri.

FAO (Food and Agriculture Or ga ni za tion of the United Nations). 2001. *Specialty Rices of the World: Breeding, Production and Marketing.* Rome: fao.

Fassil, H., L. Guarino, S. Sharrock, Bhag Mal, T. Hodgkin, and M. Iwanaga. 2000. Diversity for food security: Improving human nutrition through better evaluation, management, and use of plant genetic resources. *Food Nutrition Bulletin* 21:497–502.

Gale, C. R., N. F. Hall, D. I. Phillips, and C. N. Martyn. 2001. Plasma antioxidant vitamins and carotenoids and age-related cataract. *Ophthalmology* 108: 1992–1998.

Glew, R. H., J. VanderJagt, C. Lockett, L. E. Grivetti, G. C. Smith, A. Pastuszyn, and M. Millson. 1997. Amino acid, fatty acid, and mineral composition of 24 indigenous plants of Burkina Faso. *Journal of Food Composition and Analysis* 10:205–217.

Graham, R. D. and J. M. Rosser. 2000. Carotenoids in staple foods: Their potential to improve human nutrition. *Food Nutrition Bulletin* 21:405–409.

Hasler, C. M. 1998. Functional foods: Their role in disease prevention and health promotion. *Food Technology* 52:63–70.

Hasler, C. M., S. Kundrat, and D. Wool. 2000. Functional foods and cardiovascular

disease. *Current Atherosclerosis Reports* 2:467–475.

Hatløy, A., L. E. Torheim, and A. Oshaug. 1998. Food variety: A good indicator of nutritional adequacy of the diet? A case study from an urban area in Mali, West Africa. *European Journal of Clinical Nutrition* 52:891–898.

Heller, J., F. Begemann, and J. Mushonga, eds. 1997. *Bambara Groundnut* Vigna subterranea *(L.) Verdc.* Rome: ipgri.

Holden, J. M. 1999. Carotenoid content of U.S. foods: An update of the database. *Journal of Food Composition and Analysis* 12:169–196.

Howell, A. B., N. Vorsa, A. Der Marderosian, and L. Y. Foo. 1998. Inhibition of the adherence of p-fi mbriated *Escherichia coli* to uroepithelial-cell surfaces by proanthocyanidin extracts from cranberries. *New England Journal of Medicine* 339:1085–1086.

Huang, A. S., L. Tanudjaja, and D. Lum. 1999. Content of alpha-, beta- carotene, and dietary fi ber in 18 sweetpotato varieties grown in Hawaii. *Journal of Food Composition and Analysis* 12:147–151.

Johns, T. 1981. The añu and the maca. *Journal of Ethnobiology* 1:208–212.

Johns, T. 1996. Phytochemicals as evolutionary mediators of human nutritional physiology. *International Journal of Pharmacognosy* 34:327–334.

Johns, T. 1999. The chemical ecology of human ingestive behaviors. *Annual Review of Anthropology* 28:27–50.

Johns, T. 2002. Plant ge ne tic diversity and malnutrition: Practical steps for developing and implementing a global strategy linking plant genetic resource conservation and nutrition. *African Journal of Food and Nutritional Sciences* 2(2):98–100.

Johns, T. 2003. Plant biodiversity and malnutrition: Simple solutions to complex problems. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 3:45–52.

Johns, T. and L. Chapman. 1995. Phytochemicals ingested in traditional diets and medicines as modulators of energy metabolism. In J. T. Arnason and R. Mata, eds., *Phytochemistry of Medicinal Plants,* Recent Advances in Phytochemistry 29, 161–188. New York: Plenum.

Johns, T. and P. B. Eyzaguirre. 2000. Nutrition for sustainable environments. *SCN News* 21:24–29.

Johns, T. and P. B. Eyzaguirre. 2002. Nutrition and the environment. In *Nutrition: A Foundation for Development.* Geneva: acc/scn.

Johns, T., G. M. Faubert, J. O. Kokwaro, R. L. A. Mahunnah, and E. K. Kimanani. 1995. Anti- giardial activity of gastrointestinal remedies of the Luo of East Africa. *Journal of Ethnopharmacology* 46:17–23.

Johns, T., R. L. A. Mahunnah, P. Sanaya, L. Chapman, and T. Ticktin. 1999. Saponins

and phenolic content of plant dietary additives of a traditional subsistence community, the Batemi of Ngorongoro District, Tanzania. *Journal of Ethnopharmacology* 66:1–10.

Johns, T., M. Nagarajan, M. L. Parkipuny, and P. J. H. Jones. 2000. Maasai gummivory: Implications for Paleolithic diets and contemporary health. *Current Anthropology* 41:453–459.

Johns, T. and J. T. Romeo, eds. 1997. *Functionality of Food Phytochemicals,* Recent Advances in Phytochemistry 31. New York: Plenum.

Johns, T. and B. R. Sthapit. 2004. Biocultural diversity in the sustainability of developing country food systems. *Food and Nutrition Bulletin* 25:143–155.

Kant, A. K., A. Schatzkin, B. I. Graubard, and C. Schairer. 2000. A prospective study of diet quality and mortality in women. *JAMA* 283:2109–2115.

Kant, A. K., A. Schatzkin, and R. G. Ziegler. 1995. Dietary diversity and subsequent cause- specifi c mortality in the nhanes i epidemiologic follow- up study. *Journal of the American College of Nutrition* 14:233–238.

Kim, S., S. Moon, and B. M. Popkin. 2000. The nutrition transition in South Korea. *American Journal of Clinical Nutrition* 71:44–53.

Kuhnlein, H. V. and H. M. Chan. 2000. Environment and contaminants in traditional food systems of northern indigenous peoples. *Annual Review of Nutrition* 20:595–626.

Kuhnlein, H. V. and T. Johns. 2003. Northwest African and Middle Eastern food and dietary change of indigenous peoples. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 12:344–349.

Kuhnlein, H. V. and O. Receveur. 1996. Dietary change and traditional food systems of indigenous peoples. *Annual Review of Nutrition* 16:417–442.

Kurilich, A. C. and J. A. Juvik 1999. Quantifi cation of carotenoid and tocopherol antioxidants in *Zea mays. Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47:1948–1955.

La Vecchia, C., S. E. Munoz, C. Braga, E. Fernandez, and A. Decarli. 1997. Diet diversity and gastric cancer. *International Journal of Cancer* 72:255–257.

Lewallen, S. and P. Courtright. 2001. Blindness in Africa: Present situation and future needs. *British Journal of Ophthalmology* 85:897–903.

Lindhorst, K. 1998. *Antioxidant Activity of Phenolic Fraction of Plant Products Ingested by the Maasai.* MSc thesis, McGill University, Montreal, Canada.

Marles, R. J. and N. R. Farnsworth. 1995. Antidiabetic plants and their active constituents. *Phytomedicine* 2:137–189.

Marsh, R. 1998. Building traditional gardening to improve house hold food security. *Food, Nutrition and Agriculture* 22:4–14.

Maundu, P. M., G. W. Ngugi, and C. H. S. Kabuye. 1999. *Traditional Food Plants of Kenya.* Nairobi: National Museums of Kenya.

McCune, L. M. and T. Johns. 2002. Antioxidant activity in medicinal plants associated with the symptoms of diabetes mellitus used by the indigenous peoples of the North American boreal forest. *Journal of Ethnopharmacology* 82:197–205.

McIntosh, M. and C. Miller. 2001. A diet containing food rich in soluble and insoluble fiber improves glycemic control and reduces hyperlipidemia among patients with type 2 diabetes mellitus. *Nutrition Reviews* 59:52–55.

Mennen, L. I., J. C. Mbanya, J. Cade, B. Balkau, S. Sharma, S. Chungong, and J. K. Cruickshank. 2000. The habitual diet in rural and urban Cameroon. *European Journal of Clinical Nutrition* 54:150–154.

Milner, J. A. 2000. Functional foods: The us perspective. *American Journal of Clinical Nutrition* 71:1654S–1659S.

Montanari, A., W. Widmer, and S. Nagy. 1997. Health promoting phytochemicals in citrus fruit and juice products. In T. Johns and J. T. Romeo, eds., *Functionality of Food Phytochemicals,* Recent Advances in Phytochemistry 31, 31–52. New York: Plenum.

Mukhtar, H. and N. Ahmad. 2000. Tea polyphenols: Prevention of cancer and optimizing health. *American Journal of Clinical Nutrition* 71:1698S–1702S.

Nakatani, N. 1997. Antioxidants from spices and herbs. In F. Shahidi, ed., *Natural Antioxidants: Chemistry, Health Effects, and Applications,* 64–75. Champaign, il: aocs Press.

Ogle, B. M., N. N. X. Dung, T. T. Do, and L. Hambraeus. 2001a. The contribution of wild vegetables to micronutrient intakes among women: An example from the Mekong Delta, Vietnam. *Ecology of Food and Nutrition* 40:159–184.

Ogle, B. M., P. H. Hung, and H. T. Tuyet. 2001b. Significance of wild vegetables in micronutrient intakes of women in Vietnam: An analysis of food variety. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 10:21–30.

O'Neill, M. E., Y. Carroll, B. Corridan, B. Olmedilla, F. Granado, I. Blanco, H. Van den Berg, I. Hininger, A.- M. Rousell, M. Chopra, S. Southon, and D. I. Thurnham. 2001. A European carotenoid database to assess carotenoid intakes and its use in a fi ve- country comparative study. *British Journal of Nutrition* 85:499–507.

Onyango, A., K. Koski, and K. Tucker. 1998. Food diversity versus breastfeeding choice in determining anthropometric status in rural Kenyan toddlers. *International Journal of Epidemiology* 27:484–489.

Owen, P. and T. Johns. 1999. Xanthine oxidase inhibitory activity of northeastern North American plant remedies for gout. *Journal of Ethnopharmacology*

64:149–160.

Owen, P. and T. Johns. 2002. Antioxidants in medicines and spices as cardioprotective agents in Tibetan highlanders. *Pharmaceutical Biology* 40:346–357.

Padulosi, S., ed. 1999. *Priority- Setting for Underutilized and Neglected Plant Species of the Mediterranean Region.* Rome: ipgri.

Platt, A. E. 1996. *Infecting Ourselves: How Environmental and Social Disruptions Trigger Disease.* Washington, dc: Worldwatch Institute.

Popkin, B. M. 2002. An overview of the nutrition transition and its health implications: The Bellagio meeting. *Public Health and Nutrition* 5:93–103.

Popkin, B. M., S. Horton, and S. Kim. 2001a. The nutrition transition and prevention of diet- related diseases in Asia and the Pacific. *Food and Nutrition Bulletin* 22:S1–58.

Popkin, B. M., S. Horton, S. Kim, A. Mahal, and J. Shuigao. 2001b. Trends in diet, nutritional status, and diet- related non- communicable diseases in China and India: The economic costs of the nutrition transition. *Nutrition Reviews* 59:379–390.

Quiros, C. F. and R. Aliaga- Cardenas. 1997. Maca. *Lepidium meyenii* Walp. In M. Hermann and J. Heller, eds., *Andean Roots and Tubers: Ahipa, Arracacha, Maca and Yacon,* 173–197. Rome: ipgri.

Rodriquez- Amaya, D. B. 1999. Latin American food sources of carotenoids. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion* 49:74S–84S.

Ross, S. 2000. Functional foods: The Food and Drug Administration perspective. *American Journal of Clinical Nutrition* 71:1735S–1738S.

Simopoulos, A. P. 1994. Fatty acids. In I. Goldberg, ed., *Functional Foods: Designer Foods, Pharmafoods, Nutraceuticals,* 355–392. New York: Chapman and Hall.

Solomons, N. W. and J. Bulux. 1997. Identifi cation and production of local carotenerich foods to combat vitamin A malnutrition. *European Journal of Clinical Nutrition* 51:S39–S45.

Sommerburg, O. E., J. E. Keunen, A. C. Bird, and F. J. van Kuijk. 1998. Fruits and vegetables that are sources for lutein and zeaxanthin: The macular pigment in human eyes. *British Journal of Ophthalmology* 82:907–910.

Spielman, A. and A. A. James. 1990. Transmission of vector- borne disease. In K. S. Warren and A. A. F. Mahmoud, eds., *Tropical and Geographical Medicine.* New York: McGraw- Hill Information Ser vices Company.

Sripriya, G., K. Chandrasekharan, V. S. Murty, and T. S. Chandra. 1996. ESR spectroscopic studies on free radical quenching action of finger millet (*Eleusine coracana*). *Food Chemistry* 57:537–540.

Ssebuliba, J. M., E. N. B. Nsubuga, and J. H. Muyonga. 2001. Potential of orange and yellow fleshed sweetpotato cultivars for improving vitamin A nutrition in

central Uganda. *African Crop Science Journal* 9:309–316.

Standley, L., P. Winterton, J. L. Marnewick, W. C. A. Gelderblom, E. Joubert, and T. J. Britz. 2001. Infl uence of pro cessing stages on antimutagenic and antioxidant potentials of rooibos tea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49:114–117.

Tomkins, A. 2000. Malnutrition, morbidity and mortality in children and their mothers. *Proceedings of the Nutrition Society* 59:135–146.

Trejo- Gonzalez, A., G. Gabriel- Ortiz, A. M. Puebla- Perez, M. D. Huizar- Contreras, M. del R. Munguia- Mazariegos, S. Mejia- Arreguin, and E. Calva. 1996. A purifi ed extract from prickly pear cactus (*Opuntia fuliginosa*) controls experimentally induced diabetes in rats. *Journal of Ethnopharmacology* 55:27–33.

Trichopoulou, A. and E. Vasilopoulou. 2000. Mediterranean diet and longevity. *British Journal of Nutrition* 84:S205–S209.

Trichopoulou, A., E. Vasilopoulou, P. Hollman, C. Chamalides, E. Foufa, T. Kaloudis, D. Kromhout, P. Miskaki, I. Petrochilou, E. Poulima, K. Stafi lakis, and D. Theophilou. 2000. Nutritional composition and flavonoid content of edible wild greens and green pies: A potential rich source of antioxidant nutrients in the Mediterranean diet. *Food Chemistry* 70:319–323.

Uiso, F. C. and T. Johns. 1996. Consumption patterns and nutritional contribution of *Crotalaria brevidens* in Tarime District, Tanzania. *Ecology of Food and Nutrition* 35:59–69.

Van t' Riet, H., A. P. den Hartog, A. M. Mwangi, R. K. N. Mwadime, D. W. J. Foeken, and W. A. van Staveren. 2001. The role of street foods in the dietary pattern of two low- income groups in Nairobi. *European Journal of Clinical Nutrition* 55:562–570.

Visioli, F. and C. Galli. 1998. The effect of minor constituents of olive oil on cardiovascular disease: New fi ndings. *Nutrition Reviews* 56:142–147.

Wang, M., J. Li, Y. Shao, T. C. Huang, M. T. Huang, C. K. Chin, R. T. Rosen, and C. T. Ho. 1999. Antioxidative and cytotoxic components of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). In F. Shahidi and C.- T. Ho, eds., *Phytochemicals and Phytopharmaceuticals*, 271–277. Champaign, il: aocs Press.

West, C. E., F. Pepping, and C. R. Temalilwa. 1988. *The Composition of Foods Commonly Eaten in East Africa.* Wageningen, The Netherlands: Wageningen Agricultural University.

WHO. 1946. Preamble to the Constitution of the World Health Organizationas adopted by the International Health Conference, New York, June 19–22, 1946. WHO. 2003. *WHO Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health.* Geneva: who.

قيمة السلالات المحلية للأرز في نيبال

د. غاوتشان و م. سمايل

D. GAUCHAN AND M. SMALE

تعتبر نيبال مركزاً مهماً لتنوع الأرز الآسيوي *Oryza sativa*. ولربما زرع هذا المحصول أول مرة في منطقة متنوعة جغرافياً وثقافياً تمتد من نيبال إلى شمالي فيتنام (فاوغهان وتشان 1992). ولا تزال أصناف الأرز الخاصة بالمزارعين (المشار إليها هنا بالسلالات المحلية) تحتل أكثر من 30 % من إجمالي مساحة الأرز المزروعة في نيبال (APSD 2001). وتعتبر هذه الأصناف أكثر تغايراً وراثياً من الأصناف الحديثة التي تربى لاتساق قامتها وتنتخب على أساس معايير أداء محددة، حيث غالباً ما تكون متكيفة مع احتياجات بشرية محلية وموائل بيئية معينة (سيموندس 1979). ويحتفظ المزارعون بما يقدر بـ 2000 سلالة محلية للأرز في بقاع مختلفة من نيبال إلى جانب أقاربها البرية والعشبية (شريثا وفاوغهان 1989؛ أبدهاي وغوبتا 2000). وقد تطورت السلالات المحلية استجابة للتغيرات الواسعة التي أصابت التربة، وكذلك التغيرات الطبوغرافية والمناخية التي ترافقت مع انتخاب حذر للبذور من جانب المزارعين وممارسات إدارتها. وفي بعض المواقع أسهم الانعزال عن الأسواق في خلق حاجة لدى المزارعين للاعتماد على مصادرهم الخاصة من البذور وحصادهم لتلبية الاحتياجات الغذائية، وتعزيز هذه العملية.

إن عملية المحافظة على السلالات المحلية على مستوى المزرعة تشتمل على قرار المزارعين بالاستمرار في زراعة سلالات محلية وإدارتها في نظم زراعية–بيئية ومجتمعات تطورت فيها، كتلك في نيبال. ويختار المزارعون المحافظة على هذه السلالات المحلية التي يعطونها قيمة من خلال زراعة بذورها، وانتخاب بذورها من الحصاد أو تبادلها مع مزارعين

آخرين وزراعتها مجدداً (انظر الفصل الرابع). وتحدد خياراتهم أيضاً إمكانية الاستمرار في زراعة المصادر الوراثية ذات القيمة الاجتماعية لتحسين المحاصيل في الموقع. وقد يختار المزارعون الكفّ عن زراعة سلالات محلية إن كانت التغيرات في الإنتاج أو بيئة التسويق تسبب لهم فقد قيمتها النسبية.

يتخذ مربو النبات المحترفون قرارات تؤثر في المحافظة على التنوع الحيوي للمحاصيل على مستوى المزارع. ويقوم مربو النبات بانتخاب وتهجين مواد بهدف استنباط أصناف جديدة، حيث تشكل خياراتهم طيفاً من المصادر الوراثية يُقدم إلى المزارعين كأصناف جديدة اعتمدت من قبل نظم تجارية للبذور. ويمكن للمربين توسيع خيارات المزارعين من خلال إدخال مواد وراثية جديدة أو مؤشبة لتلبية احتياجاتهم بصورة أفضل أو لتكميل تلك المزروعة أصلاً. وتحمل كل من المصادر الوراثية المخزنة خارج الموقع وتلك المزروعة داخل الموقع أهمية لعملية تحسين المحاصيل التي تعطي قيمة اجتماعية من خلال تعزيز الإنتاجية وخفض أسعار الأغذية.

لا يمكن المحافظة على كافة السلالات المحلية على مستوى المزارع، كما لا يمكن لكافة المزارعين المحافظة عليها بسبب الكلفة التي تنطوي عليها هذه العملية، بما في ذلك تكاليف البرنامج المباشر، والتكاليف المتعلقة بالفرص الضائعة. وتعد نيبال إحدى البلدان الأدنى دخلاً في العالم من حيث إجمالي الناتج القومي (البنك الدولي 2003). ويتمثل التحدي القابع أمام حكومة نيبال في خلق حوافز لصون التنوع الحيوي للأرز لما فيه فائدة المزارعين اليوم وفائدة المجتمع مستقبلاً. ورغم عدم إمكانية التنبؤ بالاحتياجات المستقبلية بشكل دقيق، إلا أن تقييمات الخبراء لمربي الأرز تعطينا احتمالات معقولة، إلا أن لمربي الأرز، كما للمزارعين، وجهات نظرهم المختلفة.

يستخدم هذا الفصل بيانات توصل إليها مسح لعينات مفصلة أخذت عن بحوث في نيبال لتحري العلاقة بين خيارات المزارعين والمربين للمحافظة على التنوع الحيوي للأرز في الموقع. وتعتبر كثير من معايير المربين لاختيار أي المواد التي سيحافظون عليها معايير متقدمة. ويربط النهج المفاهيمي المأخوذ عن نموذج اقتصاد جزئي لعملية اتخاذ القرار عند المزارعين احتمال استمرار المزارعين بزراعة مجموعات الاختيار التي تحددها هذه المعايير بعوامل تفسيرية قد تتأثر باستثمارات وسياسات عامة. وفي حال كانت العوامل التفسيرية هي عينها بغض النظر عن مجموعة الاختيار، عندها يمكننا استنتاج حياديتها بالنسبة لمعايير الاختيار. أما إن اختلفت، فإن تعزيز الآراء بالحفاظ على مجموعة خيار واحدة قد تقلص من الآراء للمحافظة على مجموعات أخرى، وهذا ينطوي السياسات المتبعة.

تحرت بعض الدراسات التجريبية العلاقات في نمط ما من التنوع مقارنة بآخر حيث تحفز السياسات التغيرات في متغير تفسيري، من قبيل الاستثمارات في التعليم والبنى التحتية (فان دوسين 2000؛ بينين وآخرون. 2003؛ سمايل وآخرون. 2003). واعتمدت

التحليلات على مؤشرات لم تأخذ بعين الاعتبار الاختلافات المحتملة في القيمة الاجتماعية بين الأصناف. وفي التحليل المعروض هنا، نربط بوضوح تفضيلات مربي الأرز والقائمين على المحافظة بتفضيلات المزارعين. وتعكس خيارات مربي الأرز والقائمين على المحافظة آراءهم حول القيمة المحتملة لدى المجتمع للسلالات المحلية التي لا تزال تزرع من قبل المزارعين. وتكشف خيارات المزارعين تفضيلاتهم في وجه معوقات اقتصادية وفيزيائية عديدة، الأمر الذي يشير إلى القيمة الخاصة للأصناف. ويعرض مرجع عن النتائج التي تمخضت عنها الدراسات والتي طبقت فيها طرائق مماثلة على دراسة محاصيل أخرى وسياقات اقتصادية.

يقدم القسم التالي وصفاً لمواقع الدراسة والطرائق المستخدمة لجمع البيانات. كما يلخص بعد ذلك النهج المفاهيمي والطرائق الاقتصادية–الإحصائية، ومن ثم يعرض الإحصائيات الوصفية والنتائج. أما الاستنتاجات فتأتي في القسم الأخير.

مواقع الدراسة

تركز هذه البحوث على موقعين من المواقع البيئية الثلاثة للمشروع الذي انطلق في نيبال بعنوان "المحافظة على التنوع الحيوي الزراعي على مستوى المزرعة في الموقع". ويشتمل الموقع البيئي على منطقة مسقط للمياه تشتمل على مجموعة من المجتمعات أو القرى. واشتملت المعايير المستخدمة لانتخاب مواقع بيئية على أهمية الأرز وتنوع وراثي آخر لمحاصيل مستهدفة للمحافظة عليها على مستوى المزرعة، وعلى الصفات الزراعية–البيئية، وكذلك البنى التحتية للأسواق. ويمثل الموقع البيئي كاسكي منطقة فيزيوغرافية هضبية في البلد ذات مستوى متوسط من البنى التحتية للأسواق. ويوجد الموقع البيئي بارا في تيراي (أراض منخفضة) وفيه بنى تحتية للأسواق أكثر تطوراً. وفي كلا الموقعين البيئيين، يعد الأرز محصولاً رئيساً في الاقتصاد الغذائي، ويزرع عبر طيف من الظروف البيئية الصغرى في المزرعة، وغالباً ما توجد بيئات الأراضي المرتفعة، والمنخفضة، والمستنقعات في المزرعة عينها، حيث يقوم المزارعون بشكل تلقائي بزراعة العديد من الأصناف التي توافق أنماط الأراضي، والتربة، والرطوبة، وتسلسل المحاصيل. وعلى مستوى الموقع البيئي، يقوم المزارعون الذين أخذوا كعينات بصون ما مجموعه 50 و23 صنف أرز في الموقعين البيئيين الهضبي والأرض المنخفضة على التوالي (الجدول 16. 1).

كما هو متوقع، وجد أكبر عدد من السلالات المحلية للأرز (39) ونسبة المساحة المخصصة للسلالات المحلية (72.5) في الموقع البيئي الهضبي. ورغم تعايش الأصناف الحديثة والسلالات المحلية في كلا الموقعين البيئيين، إلا أن كل المساحة في الأراضي المنخفضة تقريباً مخصصة للأصناف الحديثة (96%). ويعمد المزارعون الذين أخذوا

الجدول 16. 1 تنوع زراعة الأرز لدى المزارعين في الموقعين البيئيين بارا وكاسكي في نيبال.

أنماط الزراعة على مستوى الموقع البيئي	بارا (أراض منخفضة)	كاسكي (هضاب)
إجمالي عدد الأصناف	23	50
إجمالي عدد السلالات المحلية	5	39
إجمالي عدد الأصناف الجديدة	18	11
النسبة المئوية لمساحة الأرض المستخدمة للسلالات المحلية	4	72.5
النسبة المئوية لمساحة الأرض المستخدمة للأصناف الحديثة	96	27.5

كعينة إلى زراعة الموقع البيئي في الأراضي المنخفضة بأعداد أكبر من الأصناف الحديثة (18) مقارنة مع الموقع الهضبي (11). ويبلغ إجمالي عدد أصناف الأرز في الهضاب ضعفي العدد الموجود في الأراضي المنخفضة.

مصدر البيانات

مسحٌ كعينة للأسر الزارعة للأرز

تبني بحوث وتحليل المسح المأخوذ كعينة على سنوات عديدة من البحوث المكثفة بمشاركة المزارعين كجزء من المشروع الوطني النيبالي للحفظ في الموقع. وبادئ ذي بدء أدرج فريق المسح كافة الأسر البالغ عددها 1,856 أسرة في الموقعين. ومن خلال التواصل مع المحليين، عرف الفريق أن بعض الأسر لم تعد تعمل في الزراعة، وبعضها لم تعد موجودة في المستوطنة الأصلية لها، وفريق ثالث لم يعد يزرع الأرز. وأخذت عينة عشوائية تمثل 17.25% من الأسر النشطة في مجال الزراعة وزراعة الأرز، حيث بلغ عددها 159 في كاسكي و148 في بارا، ليصل إجمالي عدد العينة إلى 307 أسر.

أما الوسيلة المستخدمة في المسح فتمثلت في استبيان نفذ من خلال لقاءات شخصية، حيث غطت الأسئلة المطروحة فيه صفات اجتماعية، وسكانية، واقتصادية للمزارعين وأسرهم، وصفات مادية حول مزارعهم، وجوانب اقتصادية تتعلق بإنتاج الأرز، والوصول إلى الأسواق. وعمل الباحث الأول على تنسيق المسح بدعم من عاملين محليين يتمتعون بالخبرة، حيث أجريت لقاءات مع كلٍّ من الرجال والنساء المشاركين في إنتاج الأرز وفي قرارات الاستهلاك. ولتحسين نوعية البيانات وتوحيدها، أجريت مراجعة مركزة للاستبيانات

خلال فترات منتظمة للتأكد من عدم وجود أخطاء في القياس وغموض ومعلومات مفقودة. وتم الرجوع مرة أخرى إلى الأسر مباشرة عند وجود معلومات ناقصة وإجابات غير مناسبة خلال فترة المسح. ولضمان توحيد وحدات القياس واتساق المصطلحات، عمل الباحث والقائمون على الإحصاء على تعديل الاستبيان في موقع المسح.

مسح رئيس غني بالمعلومات لمربي الأرز

نفذ مسح لمربي النبات والباحثين في المشروع الوطني للحفظ في الموقع وبحوث تربية الأرز في نيبال على مرحلتين. ففي المرحلة الأولى، طلب من 16 مربي نبات وباحث عاملين في مشروع الموقع تصنيف قوائم أصناف المزارعين المحددة في مسح أسر المزارع بحسب أهميتها للحفاظ عليها واستخدامها المستقبلي في تربية النبات. ومكن هذا المسح أيضاً من تحديد المعايير التي يستخدمها المربون لانتخاب سلالات محلية على أساس فائدتها المحتملة. واشتملت هذه المعايير على تنوعها (المعبر عنه كعشائر غير موحدة أو متغايرة وراثياً)، وندرتها (تلك التي تحتوي على صفات فريدة أو غير شائعة)، وقدرتها على التكيف (تلك التي تظهر تكيفاً واسعاً). وفي المرحلة الثانية من المسح، طلب من ثمانية مربين للنبات بشكل منفصل تصنيف السلالات المحلية للأرز من حيث تلبيتها لكل معيار، اعتماداً على خبراتهم.

نهج مفاهيمي

يعتمد النهج المفاهيمي على نظرية الأسرة الزراعية (سينغ وآخرون 1986)، كما هو مطبق على تحليل التنوع الحيوي للمحاصيل من قبل فان دوسين (2000؛ فان دوسين وتايلور 2003). وتشتمل النماذج والتطبيقات الأخرى ذات الصلة على تلك الخاصة بـ بروش وآخرين (1992)، ومينغ (1997)، وسمايل وآخرين (2001)، وبينين وآخرين (2003)، وبيرول (2004).

وفي هذا النهج، المعروض في مكان آخر باستخدام مصطلحات رياضية، يرتفع استخدام الأسر الزراعية لمواد استهلاكية تنتج في المزرعة، ومجموعة من مواد استهلاكية تشترى من السوق، وأوقات الفراغ إلى المستوى الأعظم. ويعتمد ما تستخدمه أسرة ما من توليفات ومستويات الاستهلاك المتنوعة على ما يفضله أفرادها، حيث تعتمد هذه التفضيلات بدورها على صفات اجتماعية وسكانية متنوعة للأسرة، بما في ذلك وجود رأس المال البشري وأصول أخرى تمثل في المتجه Ω_{HH}.

تواجه الكميات التي يمكن للأسر إنتاجها معوقات تقانات الإنتاج، مع الأخذ بعين

الاعتبار الصفات الفيزيائية للمزرعة (Ω_F). وتجمع تقانة الإنتاج البذور واليد العاملة مع مدخلات مبتاعة أخرى في حيّز المحصول المزروع في كل موسم (A). ويحدد اختيار توليفات المحاصيل والأصناف ومساحة الأرض المخصصة لكل منها مستويات إنتاج المزرعة التي تتوقع الأسرة حصاده والعكس صحيح. وتتراوح نسب الأراضي المخصصة لكل محصول أو صنف من صفر (عندما لا تزرع) إلى واحد (عندما لا يزرع محصول أو صنف آخر).

عند القيام بهذه الاختيارات، لا يمكن أن تتجاوز نفقات الوقت والمال الدخل الكامل، حيث يتألف الدخل الكامل في أي موسم من صافي مكاسب المزرعة (الأرباح) الآتية من بيع إنتاج المحاصيل والدخل خارجي المنشأ الذي ينفق على خيارات المحاصيل والأصناف التي تزرع في الموسم والتي تشتمل على المخزون المتروك، والحوالات، والرواتب التقاعدية، وحوالات أخرى من الموسم الماضي (Y^0). وعندما لا تعمل الأسواق بشكل جيد لصالح محصول ما أو ترتبط تجارتها بتكاليف كبيرة للإجراءات (Ω_M) فإنه لا يمكن التعامل مع قرارات الإنتاج والاستهلاك بشكل منفصل، ويقود السعر الظل للمحصول صناعة القرار بدلاً من سعره في السوق، حيث ترتبط أسعار الظل بالتكاليف التفاضلية للإجراءات في الأسواق التي تعكس الصفات الخاصة بالأسر (Ω_{HH}). ويشير العمل السابق في منطقة الدراسة إلى أن الأسواق غير كاملة بالنسبة لأصناف الأرز، وبخاصة السلالات المحلية (غاوتشان وآخرون. 2005).

يعطي نموذج الاستفادة العشوائي إمكانية إعطاء تفسير إحصائي لقرار اختيار الصنف مع بيانات العينات. وتختار الأسرة زراعة أية سلالة محلية معينة فوق جزء من مساحة الأرز في حال كانت الفائدة التي يتوقعها أفرادها أعظم من البدائل المتاحة الأخرى ($U_i > U_j$ إن كان أي j لا يساوي i). وعلى اعتبار أن مستويات الفائدة (U) لا يمكن ملاحظتها، فإن الخيارات الملاحظة في البيانات تكشف البدائل التي تعطي فائدة أكبر للأسر. ويفسر التباين في هذه الاختيارات بشكل منتظم من خلال تفضيلات الأسر والمعوقات التي يواجهونها. وتعتمد التفضيلات والمعوقات على متغيرات ملحوظة ذات صلة بصفات الأسرة، والمزرعة، والسوق. وتقدم البيانات المأخوذة من عينات عشوائية للأسر مكون تسلسل عشوائي، مما يوفر سياقاً إحصائياً للتنبؤ بإمكانية زراعة أسرة ما لسلالة محلية كوظيفة للمكون المنتظم ($\beta'X$) وأخطاء عشوائية (ε):

$$\text{الاحتمالية (سلالات i مختارة)} = \text{احتمالية } (U\text{i} > U\text{j})$$
$$= \beta_0 + B_H \Omega_{HH} + \beta_F \Omega_F + \beta_M \Omega_M + \beta_y Y^0 + \beta_a A + \varepsilon \,. \qquad (1)$$

تمثل المعادلة I قاعدة التحليل الاقتصادي الإحصائي واختبارات للفرضية. واستخدم نموذج وحدة احتمالية لتقدير التحوف في LIMDEP (النسخة 7.0)، المختبرة بشكل تصالبي في STATA. وتتحرى الاختبارات الاقتصادية–الإحصائية أي العوامل التفسيرية المحددة في نموذج صناعة القرار تغير من الاحتمال المتوقع (الاحتمالية) بخصوص قيام أسرة المزرعة بزراعة سلالات محلية يصنفها مربو الأرز بأنها متنوعة وراثياً، أو نادرة، أو متكيفة. وتنفذ الاختبارات من خلال تحديد التحوفات مع متغيرات معتمدة (معايير الاختيار)، والمتغيرات التفسيرية عينها. وتتم مقارنة علامات وأهمية معاملات التحوف.

يتم تعريف المتغيرات المعتمدة في التحوفات بحسب نتائج المسح المعلوماتي الرئيس (الجدول 16. 2).

تظهر المتغيرات التفسيرية والتأثيرات المفترضة في الجدول 16. 3، حيث جمعت بحسب مجموعات الصفات الملحوظة التي تمثل متغيرات مفاهيمية في المعادلة I.[1]. وسيرد لاحقاً وصف موجز لهذه المتغيرات التفسيرية.

صفات الأسرة

تؤثر صفات الأسرة في الاختيار ما بين السلالات المحلية من خلال التفضيلات والتكاليف التي تقع على عاتق الأسرة المتعلقة بإجراءات الأسواق. وتؤثر تركيبة العمر، والتعليم، والجنس في الأسر في ما تفضله هذه الأسر وعاداتها. إذ ثمة احتمال أكبر للمزارعين الأكبر سناً أن يزرعوا طيفاً من السلالات المحلية للأرز والاعتياد على زراعتها. أما المستوى الأعلى من التعليم فيزيد من قدرة صناع القرار الخاص بالإنتاج والاستهلاك على السواء (الرجال والنساء على التوالي) على الحصول على معلومات واكتساب الخبرة، إلا أنه غالباً

الجدول 16. 2. تعريف المتغيرات المعتمدة في نماذج التحوف في وحدة احتمالية

التنوع	عشائر غير متجانسة، متغايرة	نعم = 1، غير ذلك = 0	أي من السلالات المحلية تفي بمعيار الاختيار هذا
ندرة	صفات فريدة، غير شائعة	نعم = 1، غير ذلك = 0	أي من السلالات المحلية تفي بمعيار الاختيار هذا
القدرة على التكيف	تكيف واسع	نعم = 1، غير ذلك = 0	أي من السلالات المحلية تفي بمعيار الاختيار هذا

الجدول 16. 3. تعريف المتغيرات التفسيرية والتأثيرات المفترضة في التنوع

اسم المتغير	تعريف المتغير	التأثير المفترض
صفات الأسرة		
AGEPDM	عمر صانع القرار الخاص بالإنتاج (سنة)	(+)
EDUPDM	المستوى التعليمي لصناع القرار الخاص بالإنتاج (سنة)	(+،-)
EDUCDM	المستوى التعليمي لصناع القرار الخاص بالاستهلاك (سنة)	(+،-)
AAGLABR	الكبار النشطاء في العمل في المزرعة (عدد)	(+)
FAADTPCT	نسبة الإناث الكبار العاملات النشطات	(+)
LANIMLV	قيمة الحيوانات الكبيرة (بالروبية النيبالية) (الثيران وحيوانات لإنتاج مشتقات الألبان)	(+)
TOTEXP	متوسط نفقات الأسرة الشهري (بالروبية النيبالية) هذا الموسم منذ آخر حصاد (دخل خارجي)	(+،-)
SBRATIO	نسبة متوسط إنتاج الأرز (كغ) لفترة خمس سنوات إلى نسبة استهلاك الأرز (كغ)	(+،-)
الصفات المادية للمزرعة		
IRPCNT	نسبة مساحة الأرز المروية	(+،-)
LNDTYPS	عدد أنماط أراضي الأرز	(+)
RDPLCULH	إجمالي المسافة سيراً (بالدقائق) من المنزل إلى قطعة الأرز، مقسمة على الهكتارات المزروعة	(+)
صفات الأسواق		
TMKTDS	إجمالي المسافة سيراً من المنزل وقطع المزرعة إلى السوق المحلية (بالدقائق)	(+)
LRSOLD	السلالات المحلية التي باعتها الأسر في الموسم السابق (كغ)	(+)
MVSOLD	حبوب صنف حديث باعتها الأسر في الموسم السابق (كغ)	(-)

ما يرتبط بتفضيل أصناف جديدة والتخصص. وتُمكن عمالة الكبار الأكثر نشاطاً الأسر الانخراط في زراعة مجموعة أكبر من أصناف أرز ذات متطلبات إدارية مختلفة. وقد ترتبط نسبة النساء العاملات النشطات إيجابياً بزراعة سلالات محلية معينة ذات صفات استهلاك فريدة. وكشفت دراسة سابقة أجراها فريق المشروع عن دور أكبر للمرأة في مجال صون بذور الأرز وزراعته (سوبيدي وآخرون 2000).

من المتوقع أن تقوم الأسر التي تملك عدداً كبيراً وقيماً من حيوانات الجر (الثيران) وحيوانات منتجة للحليب (الجاموس والأبقار) أن تزرع أصناف أرز أكثر تنوعاً بسبب إمكانية حصول هذه الأسر بصورة أفضل على المستلزمات والمعلومات، وقدرتها الأكبر على التجريب، والطلب الأكبر على الأعلاف. وتتيح ملكية الثيران (قوة الجر) إمكانية تحضير الأرض في الوقت المناسب، والدرس، ونقل المدخلات ومنتجات الحصاد. فمن ناحية، يزيد الدخل النقدي الخارجي من قدرة المزارعين على استئجار اليد العاملة وشراء المستلزمات بغية الانخراط في طيف أوسع من الأنشطة. ومن ناحية أخرى قد ينطوي على مشاركة أفراد الأسرة في أنشطة خارج المزرعة وتخصيص وقت أقل لزراعة أصناف أرز خاصة. وقد تكون قدرة المزارعين المنتجين لكميات أرز تزيد عن احتياجاتهم الاستهلاكية أفضل على صون السلالات المحلية، أو قد يكونوا أولئك المختصين في إنتاج أصناف حديثة لإرسالها إلى السوق.

الصفات الفيزيائية للمزرعة

في نظام الزراعة هذا الذي يتطلب عمالة مكثفة والموصوف بمساحات صغيرة للمزارع، يعتبر تقسيم قطع الأراضي وتغاير أنماط الأراضي جانبين جوهريين في تقانة المزرعة. فكلما ازداد وضوح أنماط الأراضي التي يزرع فيها المزارعون الأرز، ازداد توزع القطع، وازداد احتمال زراعتهم لسلالات محلية تناسب ظروف موسمية أو مادية معينة. ويحسن الري من توافر الرطوبة، حيث قد يحمل تأثيرات إما سلبية وإما إيجابية في احتمال زراعتهم لسلالات محلية معينة. أما إمكانية الحصول على الماء فتزيد من التخصص في بعض الأصناف، وتجعل عملية الإنتاج موحدة بدرجة أكبر، كما قد تمكن من زراعة طيف أوسع من الأصناف ذات المتطلبات المختلفة من الرطوبة والفترات اللازمة للنضج.

صفات السوق

تؤثر متغيرات السوق في التنوع من خلال مدى بيع الأسر لمحصول الأرز في هذه الأسواق وشراء المستلزمات والأغذية واحتياجات أخرى للأسر منها. وتعتبر المسافة التي تفصل

بين السوق والمنزل مكوناً رئيساً لكلفة الانخراط في إجراءات السوق. فكلما بعدت الأسرة عن مركز السوق المحلية، كلما زاد احتمال اعتمادها على إنتاجها الخاص لتلبية احتياجاتها الاستهلاكية. وقد تشتمل احتياجات الاستهلاك على طيف من المنتجات الغذائية والأعلاف. ومن المتوقع أن تعزى المبيعات السابقة من حبوب سلالات محلية إيجابياً إلى حوافز زراعتها. وقد تعزى مبيعات الحبوب الماضية من إنتاج أصناف حديثة إلى التخصص في عدد أقل من الأصناف الحديثة الموحدة. 2

نتائج

إحصائيات وصفية

ثمة احتمال أكبر لقيام الأسر في سفوح الهضاب المنعزلة (الموقع البيئي كاسكي) بزراعة سلالات محلية محددة بسلالات أرز منه في السهول (الموقع البيئي بارا) بسبب القيمة المحتملة لتنوعها، أو ندرتها، أو صفاتها التكيفية (الجدول 16. 4).

تعتبر التركيبة السكانية للأسر الزراعة للأرز متشابهة في الموقعين البيئيين من حيث العمر والتعليم عند صناعة القرار الخاص بالإنتاج، وعمالة الكبار، وأعداد ونسب الرجال والنساء المشاركين بفاعلية في الزراعة. لكن المستوى التعليمي للنساء المسؤولات عن صناعة القرار في الموقع البيئي بارا أقل بكثير. ورغم التشابه في متوسط مستويات الدخل، إلا أن قيم أصول الحيوانات أدنى في السهول. وتبيع الأسر هناك كمية أكبر من حبوب أصناف حديثة، وبالتالي تزرع المزيد منها. وبشكل عام تكون تلبية احتياجاتهم من استهلاك الأرز من إنتاجهم الخاص أفضل من تلك لدى الأسر الساكنة للهضاب. ولم تكن الاختلافات في مبيعات حبوب السلالات المحلية معنوية، ربما لأن مزارعاً واحداً في الموقع البيئي بارا تحدث عن حجم كبير للمبيعات. وتعتبر الصفات المادية للمزارع في كلا الموقعين البيئيين متشابهة من حيث عدد أنماط الأراضي المزروعة بالأرز ونسبة المروي منها، إلا أن قطع الأرز في السهول أقل انتشاراً بكثير والأسر أقرب إلى الأسواق فيها.

نتائج الاقتصاد الإحصائي

تظهر العوامل التي تتنبأ بتصادف القيم الخاصة والقيم الاجتماعية في الجدول 16. 5، بحسب كل معيار للاختيار (التنوع، الندرة، والقدرة على التكيف). وهذه هي العوامل التي

الجدول 16. 4. إحصائيات موجزة للمتغيرات المعتمدة والتفسيرية في الموقعين البيئيين بارا وكاسكي

المتغير	الموقع البيئي		
	بارا (N=148)	كاسكي (N=159)	كلها مجتمعة (N=307)
المتغيرات المعتمدة			
نسبة الأسر التي تزرع سلالات محلية متنوعة (+)	2	50.9	27.4
نسبة الأسر التي تزرع سلالات محلية نادرة (+)	2.7	20.8	12.1
نسبة الأسر التي تزرع سلالات محلية متكيفة (+)	0.7	74.8	39.1
المتغيرات التفسيرية			
AGEPDM	48.27	46.20	47.20
EDUPDM	3.0	3.95	3.52
EDUCDM	0.48**	1.99	1.26
AAGLABR	2.52	2.51	2.52
FAADTPCT	0.27	0.28	0.28
LANIMLV	10,270**	18,490	14,527
TOTEXP	2,483	2,581	2,533
SBRATIO	1.40**	0.76	1.07
IRPCNT	0.42	0.39	0.407
LNDTYPS	1.54	1.49	1.517
RDPLCULH	120*	146	134.58
TMKTDS	163**	340	255.14
LRSOLD	16.89	43.68	30.76
MVSOLD	971**	38	487.8

ملاحظة: تظهر الاختبارات المتعلقة بالأزواج t اختلافاً معنوياً في المتوسطات عند $p<.01$** و $p<.05$* بين الموقعين البيئيين كاسكي وبارا مع اختبارين لاحقين، وافتراض متغير معادل. تظهر اختبارات X^2(+) اختلافاً معنوياً ($p<.05$) بين الموقعين البيئيين بارا وكاسكي. انظر الجدول 16. 3 للحصول على تعريف المتغيرات التفسيرية.

تؤثر بشكل معنوي في احتمال قيام المزارعين بزراعة سلالات محلية يحددها مربو الأرز بأنها مهمة.

من بين تركيبة صفات الأسر، تعتبر تركيبة التعليم والعمالة وأصول الحيوانات منبئات مهمة إحصائياً لزراعة الأسر لسلالات محلية تعتبر مهمة لتحسين المحاصيل مستقبلاً.

الجدول 16. 5. عوامل تنبئ بقيام المزارعين بزراعة سلالات محلية حددها المربون بأنها ذات قيمة محتملة في الموقعين البيئيين في نيبال وفق معيار الاختيار.

	معيار الاختيار لدى مربي الأرز		
المتغيرات التفسيرية	التنوع	الندرة	التكيف
ثابت	-0.6221***	-0.4289***	-2.6499***
الموقع	0.2792***	0.1075	1.0596**
AGEPDM	-0.00029	-0.00058	0.000387
EDUPDM	-0.0101	0.00212	0.00931
EDUCDM	0.0218**	-0.00483	-0.00679
AAGLABR	0.04315**	0.01752	0.14948***
FAADTPCT	-0.03892	0.13687*	-0.05048
LANIMALV	0.000005*	-0.0000019	-0.000002
TOTEXP	-0.000023	-0000018	0.0000003
SBRATIO	-0.09510	-0.02833	0.05185
IRPCNT	0.080216	0.005799	0.1390
LNDTYPS	-0.05990	0.06588***	0.03843
RDPLCULH	0.000029	0.000056	0.001112**
TMKTDS	0.00040**	0.000137	0.000665*
LRSOLD	0.00021	0.000111	-0.000094
MVSOLD	-0.00004	-0.0005	-0.0001188
وظيفة الاحتمال اللوغاريتمي	-93.79	-75.50	-54.65
مربع R الكاذب	0.478	0.734	0.332

ملاحظة: N=307. نموذج التحوف المستخدم في كافة الحالات هو وحدة احتمالية. إحدى اختبارات Z اللاحقة كانت معنوية عند ***$p<.01$، و **$p<.05$، و *$p<.1$. انظر الجدول 16.3 لتعريف المتغيرات. وتكون إحصائيات Z ذات صلة لتقدير الاحتمال الأعظمي. وتعتبر القيم الواردة في الجدول تأثيرات هامشية حسبت كمتوسطات للمتغيرات التفسيرية.

يبدو أن الرأس المال البشري يعد جوهرياً. فكلما كان صناع القرار أكثر علماً في استهلاك الأرز (وبخاصة النساء)، كلما زاد احتمال زراعة الأسرة لسلالة محلية متغايرة وراثياً. ولدى مشاركة عدد أكبر من الكبار في الزراعة فإن ذلك يؤثر في احتمال زراعة سلالات محلية متكيفة، ويسهم كذلك بشكل معنوي في زراعة سلالات محلية متنوعة وراثياً. وعند مشاركة النساء بنسبة أكبر بين الكبار النشطين في الأسر، فإن هذا يعني احتمالاً أكبر لزراعة سلالات محلية نادرة. وكلما كان عدد الأصول الحيوانية أكبر (جواميس، أبقار، وثيران)، كلما زاد احتمال زراعة الأسر لسلالات محلية منتخبة من قبل مربي الأرز كسلالات متنوعة أو متكيفة. ولا يحمل الدخل الخارجي أية أهمية ظاهرة على اعتبار أن زراعة السلالات المحلية

لا يكلف المال. ويزيد عدد طرز أراضي الأرز (موائل إنتاج مزارع متنوعة) من فرص زراعة سلالات محلية نادرة، وتسهم قطع الأرز المنتشرة بالنسبة لكامل المساحة المزروعة بشكل إيجابي بزراعة سلالات محلية متكيفة. ويرتبط مكان الموقع البيئي الهضبي وانعزاله عن السوق باحتمالات أكبر لزراعة أية سلالات محلية تحدد بأنها ذات قيمة محتملة لتحسين المحصول مستقبلاً من قبل مربي الأرز.

وبالنسبة للمنبئات المهمة إحصائياً والشائعة بين المجموعات الفرعية للسلالات المحلية، فإن اتجاه التأثير هو عينه، رغم اختلاف قوة التأثير (مكان الموقع البيئي، نسبة الكبار النشطين المنخرطين في إنتاج المزرعة، وإجمالي المسافة سيراً إلى السوق). وتحمل ثلاثة عوامل غير مرتبطة بالسياسات تأثيرات غير حيادية. أي أن الأهمية الإحصائية لتأثيراتها تعتمد على معيار الاختيار من قبل المربين: التنوع، والندرة، والتكيف. أولاً، يمكن لتعلم المرأة ومشاركتها في إنتاج المزرعة التنبؤ فقط بأن الأسرة ستزرع سلالات نادرة أو متنوعة، وأن قوة التأثيرات تختلف وفقاً لمعيار الاختيار. ثانياً، تعتبر المبيعات السابقة لحبوب السلالات المحلية عاملاً ذا صلة بالسياسات ويرتبط بشكل معنوي بزراعة سلالات نادرة إلا أنها ليست سلالات محلية متنوعة أو متكيفة. وتشير هذه النتيجة إلى أن الأسواق المختصة قد تخلق حوافز لدى المزارعين للاستمرار في زراعة سلالات محلية نادرة. وثالثاً فإن توزع قطع المزارع، وهي صفة طبيعية في مناطق المزرعة، يعد منبئاً بقيام الأسر بزراعة سلالات محلية متكيفة. وتعد حيازة الأراضي وممارسات استخدامها عوامل تقف وراء التوزع المكاني للقطع.

نتائج من دراسات ذات صلة

يعرض الجدول 16. 6 نتائج تمخضت عن دراسات ذات صلة، وذلك وفق مجموعات متغيرات مفاهيمية استخدمت في هذا الفصل، يفترض أنها تفسر التباين في مستويات تنوع المحصول الذي تصونه الأسر الزراعية أو احتمال استمرارها في زراعة سلالات محلية. وفي كلّ من دراسات الحالات، يعد الأساس النظري أنموذجاً تطبقه الأسر الزراعية اقتصادياً على بيانات جمعت من خلال مسوحات الأسر والقطع. وتشتمل البلدان والمحاصيل على طيف من مستويات الدخل والمحاصيل كالبطاطا في بيرو (بروش وآخرون. 1992)، والقمح في تركيا (مينغ 1997)، والذرة الصفراء، والفاصولياء، والقرع في المكسيك (فان دوسين 2000؛ سمايل وآخرون 2001)، ومحاصيل نجيلية في إثيوبيا (بينين وآخرون 2003)؛ وحدائق منزلية في هنغاريا (بيرول 2004). وتشير العلامات التي أدخلت في الجدول إلى اتجاه مهم إحصائياً للتأثير، ويشير الصفر إلى معامل تحوف غير معنوي إحصائياً.

الجدول 16. 6. مقارنة نتائج من دراسات اقتصادية ذات صلة حول التنوع الوراثي للمحاصيل أو تنوع أنواع المحاصيل.

	اتجاه التأثير المتوقع في دراسات الحالات							
عامل تأثـّر بالتغير الاقتصادي والسياسات العامة	بيرو: تنوع السلالات المحلية للبطاطا	تركيا: تنوع السلالات المحلية للقمح	المكسيك: نظام الماليبا، التنوع الإجمالي للمحاصيل والأصناف	المكسيك: تنوع السلالات المحلية للذرة الصفراء	إثيوبيا: تنوع محاصيل النجيليات	إثيوبيا: تنوع أصناف النجيليات	هنغاريا: الحدائق المنزلية، وتنوع أنواع المحاصيل	هنغاريا: السلالات المحلية في الحدائق المنزلية
صفات الأسر	0	0	+		0	+، 0، -	-	+
عمر رب الأسرة								
مستوى التعليم		0	+		0	+، 0		
تأمين عمالة المزرعة		-	0		0	+، -	0	+، 0
مستوى تعليم النساء ومشاركتهن					0	+، 0		
الدخل من خارج المزرعة، والهجرة	-	-	-	0				
صفات أصول المزرعة	-، +، 0	-		0	+	-، 0	+، 0	-، 0
تقسيم الأراضي	+	-	0		+	-، 0		
الارتفاع		+	+					
تغاير التربة، وتنوع الانحدارات		0	+	+	0	+، 0، -		
الإنتاجية المحتملة، ونوعية التربة			0	0، +	-	+، 0، -	+، 0	-، 0
البنى التحتية للسوق	-، 0	+	-	-	0	+، 0، -	-، 0	0
الأصناف الحديثة المزروعة	-، 0	غير منطبق	غير منطبق	غير منطبق	غير منطبق	0		

المصدر: برش وآخرون (1992)، مينغ (1997)، فان دوسين (2000)، سمايل (2001)، بينين (2003)؛ بيرول (2004).

ملاحظة: "0" يعني أن التأثير لم يكن معنوياً إحصائياً، والخلية الفارغة تعني أن المتغير غير مشمول في التحوف.

رغم تطبيق نـُهُج ذات صلة، إلا أنه لا يمكننا التعميم بهذه السهولة. فمع أن المتغيرات المفاهيمية هي عينها في كل محيط تجريبي، إلا أنه يجب تعديل قياس المتغيرات المعتمدة والتفسيرية من خلال وسائل المسوحات وفق السياق. ففي بيرو، يتوقع من المعادلات تقدير تبني أصناف جديدة وتأثير أصناف حديثة في عدد السلالات المحلية للبطاطا المزروعة. وفي تركيا، يتوقع أن تنبئ المعادلات بالسلالات المحلية المزروعة للقمح، وتنوع السلالات المحلية للقمح فـُسر شرطياً تبعاً للقرار بزراعتها. وفي إحدى الدراسات في المكسيك، تم تفسير إجمالي الغنى بأصناف الذرة الصفراء، والفاصولياء، والقرع في نظام ماليبا، وفي الدراسة الأخرى تم النظر في المساحة المخصصة للسلالات المحلية للذرة الصفراء. واختبرت دراسة إثيوبيا الغنى والتساوي في المحاصيل النجيلية وأصنافها. وفي الاقتصاد الهنغاري الانتقالي ذي الدخل المرتفع، جرت دراسة عديد من مكونات التنوع الحيوي الزراعي، بما في ذلك الغنى بأنواع المحاصيل والغنى بالسلالات المحلية في الحدائق المنزلية.

كما هي حال الأزر في نيبال، لم يكن لسن صناع القرار تأثير معنوي في بيرو وإثيوبيا المتدنيي الدخل. أما في المكسيك متوسطة الدخل وهنغاريا مرتفعة الدخل فثمة احتمال أكبر لقيام المزارعين الأكبر سناً بزراعة السلالات المحلية. وفي نيبال وإثيوبيا، حيث تقاس المتغيرات المتعلقة بالجنسين، نجد أن تعليم المرأة ومشاركتها في إنتاج المزرعة بشكل إيجابي يؤثر في مستويات التنوع الوراثي للمحاصيل لدى الأسر. وعبر كافة البلدان، تشير مستويات الدخل، ومعاملات توفير العمالة في المزرعة، والدخل من خارج المزرعة أو من المهاجرين إلى أنه مع وجود وظيفة بديلة، تنخفض مستويات تنوع المحاصيل والتنوع الوراثي على مستوى الأسرة. ويبقى التأثير المتوقع في الثروة مبهماً. وفي بعض الحالات يبقى المزارعون الأغنى بالأراضي، والحيوانات، والعمالة في المزرعة قادرين على صون التنوع.

رغم أن النتائج تأتي خليطة بالنسبة لعوامل زراعية–بيئية، إلا أن تقسيم الأراضي في المزارع، واختلاف التربة، والارتفاع، والزراعة على المنحدرات قد ترتبط بتنوع المحاصيل والأصناف بشكل أكبر. وكلما كانت البنى التحتية للأسواق المحلية أكثر تطوراً في الغالب، كلما كانت مستويات التنوع لدى الأسر أدنى. لكن عند سفوح الهضاب في إثيوبيا، يبدو أن قرب أسواق البذور أو المنتجات تمكن من إدخال محاصيل وأصناف تكمل تلك التي يصونها المزارعون. وفي تركيا يبدو أن الأسواق المحلية قد شجعت على زراعة سلالات محلية متنوعة للقمح؛ أما في نيبال، فقد ارتبطت مبيعات السلالات المحلية إيجابياً باحتمال قيام المزارعين بزراعة سلالات محلية نادرة.

الاستنتاج

يحدد المزارعون بقاء أصناف المحاصيل أو صون معقدات وراثية نوعية في أية منطقة مرجعية معينة من خلال اختيار زراعتها ونسبتها. ولايقتصر تأثير اختياراتهم اليوم على رفاههم وحسب، بل نجدها تؤثر في المجتمع المستقبلي أيضاً. ومع تضاؤل العشائر النباتية، قد تفقد بعض توليفات الأليلات والمورثات القيّمة. ويختار المزارعون أصناف المحاصيل التي سيزرعون بحسب قيمتها عندهم، حيث تتباين هذه الأصناف في الزراعة شبه الكفافية بحسب صفاتها وظروف الأسواق وكذلك الصفات الفيزيائية لمزارعهم.

يستخدم مربو النبات معايير صناعة القرار لدى اختيارهم مواد لأغراض التربية أو الحفظ، حيث تختلف عن معايير المزارعين وتختلف بين المربين. فعلى سبيل المثال، قد يحددون أصنافاً متنوعة وراثياً، أو تلك ذات الصفات النادرة، أو تلك التي تبدي تكيفاً واسعاً وتحمل أهمية لبرامج التربية، وبذلك يقومون بالمحافظة على المصادر الوراثية. وهذا ما يمثل التوقعات الفضلى بخصوص القيمة الاجتماعية للسلالات المحلية.

ركز التحليل المعروض هنا على تبادل السياسات المرتبطة باختيار معايير الحفظ. وقد تؤدي زيادة احتمال صون المزارعين للأصناف التي تعتبر أفراداً في مجموعة اختيار واحدة إلى نقص التوقعات بمواصلة زراعة الأصناف في مجموعات أخرى. وإن كان الحال كذلك، عندها قد تحمل السياسات المصممة لبلوغ هدف ما تأثيرات خطيرة في هدف آخر. ولا تظهر نتائجنا مثل هذا التعارض. لكنها تشير إلى أن البرامج أو السياسات المصممة لدعم الزراعة المتواصلة لسلالات محلية نادرة تختلف عن تلك المطلوبة لسلالات محلية متنوعة أو متكيفة. وبشكل خاص، فإن الاستثمار في مشاركة المرأة بإنتاج الأرز وخلق أسواق محلية قد تزيد من احتمال زراعة الأسر لسلالات محلية نادرة.

تشير نتائج التحوف والإحصائيات الملخصة إلى كيفية استهداف المواقع والأسر للحفظ المحلي للتنوع الحيوي للأرز. ومن الواضح أنه مع زراعة أية أسرة للأرز في الموقع البيئي الهضبي (كاسكي) فإن ثمة احتمال أكبر لزراعتها سلالات محلية متنوعة وراثياً، أو نادرة، أو متكيفة. أما الأسر الزارعة للأرز في الموقع البيئي المنخفض (بارا) فتزرع أصناف أرز أحدث وتقوم ببيعها، إذ تكون هذه الأسر أكبر قدرة على تلبية احتياجاتها الاستهلاكية من خلال إنتاجها الخاص، حتى وإن كانت النساء صانعات القرار بمستوى تعليمياً أدنى، والأسر في هذا الموقع أفقر بالأصول، ومستوى معيشتهم ليس بالأفضل من ناحية الدخل الخارجي.

لا تعتبر كافة الأسر في كاسكي، ولا كافة السلالات المحلية في كاسكي مرشحات واعدة للحفظ بشكل متساو. فاحتمال قيام الأسر ذات الأفراد الكبار الفاعلين المنخرطين في الزراعة بصون السلالات المحلية ذات القيمة الاجتماعية أكبر، لذلك فإن الفرص المتزايدة

لحصولهم على وظائف خارج المزرعة قد تحمل تأثيراً سلبياً في توقعات الحفظ. وتملك الأسر التي تصون سلالات محلية قيمة اجتماعياً مزارع أكثر اختلافاً وهي أكثر انعزلاً عن الأسواق. ويشير الدليل حول قيام المزارعين الأكثر احتمالاً لزراعة سلالات نادرة ببيع الحبوب محلياً أيضاً إلى أن إنشاء أسواق مختصة متحكم بها قد يوفر حافزاً لصون مثل هذه المواد، رغم أن جدوى وتكاليف تنفيذ مثل هذا البرنامج لا تزال مجهولة. وأخيراً قد يشتمل الاستهداف على مقابل آخر من حيث اعتبارات العدالة. فأولئك الأكثر احتمالاً أن يزرعوا سلالات محلية قيمة اجتماعياً هم أغنى بالأصول الحيوانية، ولديهم احتياجات متوقعة أعلى من الإنتاج والاستهلاك، كما أن مستواهم المعيشي ميسور على الأقل من حيث الدخل النقدي. ورغم أن معظم المزارعين عند سفوح هضاب نيبال يصنفون كفقراء وفقاً للمقاييس العالمية، إلا أن استهداف المواقع والأسر الأكثر احتمالاً لصونها سلالات محلية قيّمة لا يمكن أن يعادل استهداف الفقراء.

تبرز مقارنة نتائج الدراسات الاقتصادية ذات الصلة المستكملة أو القائمة حالياً خصوصية الموقع للتأثيرات المتوقعة لكثير من العوامل، لاسيما تلك المتعلقة برأس المال البشري وصفات الثروة لدى الأسر. ورغم أن فرضيات البنى التحتية للأسواق واختلاف البيئات تعد فرضيات سليمة، إلا أن الاستيعاب الصحيح بدرجة كبيرة لأسواق ونظم البذور كوسيلة لدعم إدارة تنوع المحاصيل لا يزال مطلوباً. ويجب وضع مؤهل منهجي واحد على الأقل بعين الاعتبار عند تفسير أحدنا لنتائج دراسات حالات كهذه. وربما قد نقول جدلاً أن الاعتبارات الزراعية–البيئية، والتي تتفاعل في بعض الحالات مع تطور البنى التحتية للأسواق، ستدعم استمرارية الاختلافات في إدارة تنوع الأرز بين سفوح الهضاب والسهول، إلا أن المدى الذي من خلاله يمكن لتباين المقطع العرضي أن يحل محل التباين الزمني يعد محدوداً. وستمكن البيانات الطولية، أو البيانات التي تمكّن من إجراء رصد دوري لنتائج التنوع والعمليات الأساسية على حد سواء، من التوصل إلى استنتاجات أقوى ضرورية لتأسيس حوافز مناسبة للحفظ في مراكز تنوع مهمة.

كلمة شكر

يعتمد هذا الفصل على البحوث التي أجريت في نيبال كجزء من مشروع "المحافظة على التنوع الحيوي الزراعي على مستوى المزرعة في الموقع". نحن ممتنون لكبار العلماء ت. هودجكين، ود. جارفيس، وب. إيزاغويري، وب. ثابيت (المعهد الدولي للمصادر الوراثية النباتية) لبصيرتهم النافذة. كذلك نحن ممتنون لإسهامات ي. فان دوسين، من جامعة

كاليفورنيا، بيركلي. إن هذا البحث قد لاقى الدعم من المركز الدولي لبحوث التنمية في كندا، والوكالة السويسرية للتنمية والتعاون، والمديرية العامة للتعاون الدولي في هولندا، والاتحاد الأوروبي. ويعرب المؤلفون عن شكرهم لأعضاء فريق مشروع المحافظة داخل الموقع في نيبال، ويخصون بالشكر الكادر الميداني في الموقعين البيئيين في بارا وكاسكي لدعمهم في المسوحات الميدانية.

حاشية

1. على اعتبار أن إجمالي مسافة المزرعة ارتبطت بشكل كبير بالمساحة المزروعة، فقد جمع المتغيران في متغير واحد لحصر تأثير القطع المبعثرة في الوقت الذي يتم فيه التحكم بإجمالي الهكتارات المزروعة.

2. تستخدم المبيعات الماضية بدلاً من المبيعات الراهنة لضمان أن المتغيرات المستقلة المستخدمة لتفسير اختيارات أصناف الأرز لا تشكل أيضا متغيرات الاختيار. وتم تفضيل حجم المبيعات بمتغير من 0-1 لأنها تعبر عن تباين أكبر.

References

APSD (Agri- Business Promotion and Statistics Division). 2001. *Statistical Information on Nepalese Agriculture*. Nepal: Ministry of Agriculture, hmg.

Benin, S. B., M. Gebremedhin, M. Smale, J. Pender, and S. Ehui. 2003. Determinants of cereal diversity in communities and on house hold farms of the northern Ethiopian highlands. *Agriculture and Development Economics Division (ESA) Working Paper* 03- 14. Rome: fao. Available at www.fao.org/es/ESA/wp/ESAWP03_14.pdf.

Birol, E. 2004. *Agri- environmental Policies in a Transitional Economy: Conservation of Agricultural Biodiversity in Hungarian Home Gardens*. PhD thesis, University College London, University of London.

Brush, S. B., J. E. Taylor, and M. R. Bellon. 1992. Biological diversity and technology adoption in Andean potato agriculture. *Journal of Development Economics* 39:365–387.

Gauchan, D., M. Smale, and P. Chaudhary. 2005. Market- based incentives for conserving diversity on farms: The case of rice landraces in central Tarai, Nepal. *Genetic Resources and Crop Evolution* 52:293–303.

Meng, E. 1997. *Land Allocation Decisions and In Situ Conservation of Crop Genetic Resources: The Case of Wheat Landraces in Turkey*. PhD dissertation, University

of California, Davis.

Shrestha, G. L. and D. A. Vaughan. 1989. *Wild Rice in Nepal*. Paper presented at the Third Summer Crop Working Group Meeting, National Maize Research Program, Rampur, Chitwan, National Agricultural Research Centre, Nepal.

Simmonds, N. 1979. *Principles of Crop Improvement*. Harlow, uk: Longman.

Singh, I., L. Squire, and J. Strauss, eds. 1986. *Agricultural House hold Models: Extensions, Applications, and Policy*. Washington, dc and Baltimore: The World Bank and Johns Hopkins University Press.

Smale, M., M. Bellon, and A. Aguirre. 2001. Maize diversity, variety attributes, and farmers' choices in southeastern Guanajuato, Mexico. *Economic Development and Cultural Change* 50(1):201–225.

Smale, M., E. Meng, J. P. Brennan, and R. Hu. 2003. Determinants of spatial diversity in modern wheat: Examples from Australia and China. *Agricultural Economics* 28(1):13–26.

Subedi, A., D. Gauchan, R. B. Rana, S. N. Vaidya, P. R. Tiwari, and P. Chaudhary. 2000. Gender: Methods for increased access and decision making in Nepal. In D. Jarvis, B. Sthapit, and L. Sears, eds., *Conserving Agricultural Biodiversity In Situ: A Scientifi c Basis for Sustainable Agriculture,* 78–84. Rome: ipgri.

Upadhyay, M. P. and S. R. Gupta. 2000. The wild relatives of rice in Nepal. In P. K. Jha, S. B. Karmacharya, S. R. Baral, and P. Lacoul, eds., *Environment and Agriculture: At the Crossroad of the New Millennium,* 182–195. Kathmandu, Nepal: Kathmandu Ecological Society.

Van Dusen, E. 2000. *In Situ Conservation of Crop Genetic Resources in Mexican Milpa Systems*. PhD thesis, University of California, Davis.

Van Dusen, E. and J. E. Taylor. 2003. *Missing Markets and Crop Genetic Resources: Evidence from Mexico*. Berkeley: University of California.

Vaughan, D. and T. T. Chang. 1992. In situ conservation of rice genetic resources. *Economic Botany* 46:369–383.

World Bank. 2003. *World Development Indicators* 2003. Washington, dc: The World Bank.

17 الجانب الاقتصادي للمحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية واستخدامها المستدام

أحدث التقانات

أ. ج. دروكر

A. G. DRUCKER

تؤمن الحيوانات حوالي 30% من الاحتياجات البشرية من الأغذية والزراعة (منظمة الأغذية والزراعة 1999)، ويعتمد حوالي 70% من فقراء الريف في العالم على الحيوانات كمكون لمصادر معيشتهم (الحيوانات في التنمية 1999). وبذلك نجد أن تنوع المصادر الوراثية الحيوانية يسهم بطرائق كثيرة في بقاء الإنسان ورفاهه، يترافق وتفصيل صفات حيوانية مختلفة وبالتالي تفصيل النتاج بما يلائم الاحتياجات المتنوعة للمجتمع المحلي.

لكن مع مطلع القرن التاسع عشر فقد ما نسبته 16% من هذه السلالات ذات التكيف الفريد، والتي جرت تربيتها على مدى آلاف السنين لتدجينها في طيف واسع من البيئات (هول ورواني 1993). وتتعرض 32% من الحيوانات (22% أنواع ثدييات و 4 % أنواع طيور) لخطر الانقراض، حيث يصل معدل الانقراض في الوقت الراهن إلى سلالتين في الأسبوع، وهذا المعدل مستمر في تسارعه (منظمة الأغذية والزراعة 2000). إن هذه التجميعة الوراثية الصغيرة للمصادر الوراثية الحيوانية (6000–7000 سلالة تنتمي إلى 40 نوعاً) تعني أن هذا الفقد يشكل قلقاً خاصاً، إذ أنه فقدٌ غير عكوس في المصادر الوراثية يؤدي إلى تقليص فرص تحسين الأمن الغذائي، والحد من الفقر، والتحول إلى ممارسات زراعية مستدامة.

إن العدد الهائل من المصادر الوراثية الحيوانية المعرضة للخطر في البلدان النامية، إلى جانب محدودية الموارد المالية للمحافظة عليها يعني أن التحليل الاقتصادي قد يلعب دوراً مهماً في ضمان التركيز بشكل مناسب للقيام بجهود المحافظة على تلك المصادر (برنامج الأمم المتحدة للبيئة 1995). ومع ذلك، ورغم أهمية اقتصاد المحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية واستخدامها المستدام، إلا أن الموضوع لم يحظ بالاهتمام سوى مؤخراً. وتكشف الدراسات عدم إمكانية استخدام طيف من الطرائق لتحديد قيمة تفضيلات المزارعين للسلالات والصفات، إلا أنها قد تستخدم في تصميم سياسات تقلب المنحى الراهن

لتهميش السلالات المحلية. وبصورة خاصة، أضحى من الممكن تمييز الأهمية التي يعطيها مربو الحيوانات لصفات التكيف والوظائف غير المتعلقة بالدخل والحاجة إلى أخذها بعين اعتبار في برامج التربية، وكذلك تحديد السلالات التي تمثل أولوية في المشاركة ضمن برامج المحافظة الفعالة مقابل الكلفة والتي تعمل على زيادة التنوع إلى الحد الأقصى، ومقارنة الكلفة المطلوبة بالفوائد الكبيرة التي يجنيها غير مربي الحيوانات عند المحافظة على السلالات.

يناقش هذا الفصل بإيجاز الخلفية النظرية، والطرائق المحتملة، والحاجة إلى البيانات، ومصاعب تنفيذ دراسات كهذه قبل تحليل نتائج طيف من الدراسات الاقتصادية للمصادر الوراثية الحيوانية التي نفذت مؤخراً في إفريقيا، وأمريكا اللاتينية، وأوروبا.

الجانب الاقتصادي من المحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية واستخدامها المستدام

بماذا يمكن أن يسهم الاقتصاد؟

يمكن أن يكون الجدل الاقتصادي حول المحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية واستخدامها المستدام طريقة فعالة لحشد الدعم العام والسياسي، بما في ذلك وضع السياسات المناسبة. وبهذا السياق، تشتمل المهام المهمة على تحديد الإسهام الذي تقدمه المحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية على المستوى الاقتصادي إلى مجتمعات متعددة ومجموعات معينة ضمن هذه المجتمعات، ودعم تقييم الأولويات من خلال تحديد إجراءات فعالة مقابل الكلفة قد تتخذ للمحافظة على تنوع الحيوانات الداجنة والمساعدة على تصميم حوافز اقتصادية وترتيبات مؤسساتية لتحفيز حفظ المصادر الوراثية الحيوانية من قبل مربين فرديين للحيوانات أو من قبل المجتمعات.

إطار عمل تحليلي

يمكن فهم انجراف المصادر الوراثية الحيوانية من حيث قلب 1 الحالة الراهنة للحيوانات الداجنة بانتخاب طائفة صغيرة من السلالات "المحسنة" المختصة التي تعتبر ذات قدرة أفضل على الإسهام مباشرة في رفاه الإنسان. وفي الوقت عينه، أظهرت النظرية الاقتصادية أن الأسواق العاملة قد تمثل حليفاً قوياً عند التخصيص الكفء للموارد عن طريق عكس شح مورد معين، من خلال آلية السعر، وبذلك تقدم هذه الأسواق الحوافز الصحيحة لاستخدام الموارد أو استبدالها.

دفعت رؤية فقد المصادر الوراثية الحيوانية ميندلسون (2003) إلى القول جدلاً بأن التحديات الرئيسة التي تواجه المحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية تحدد أسباباً وجيهة تبرر محافظة المجتمع على الحيوانات التي تخلى عنها المزارعون. ومع الأخذ بعين الاعتبار أن السوق سيحافظ على سلالات الحيوانات القيمة، نجد أن على القائمين على المحافظة التركيز على ما لا ستقوم به السوق. وهذا ينطوي على تعريف وتحديد كم الفوائد الاجتماعية المحتملة للمصادر الوراثية التي تخلت عنها السوق. ويجب على القائمين على المحافظة تحديد سبب رغبة المجتمع في دفع مبالغ لحماية ما يظهر أنه مصادر وراثية حيوانية غير مربحة، ومن ثم تصميم برامج محافظة تحمي بفعالية ما يملكه المجتمع من كنوز.

كما يميز تيسديل (2003) أهمية تأثيرات السوق في المصادر الوراثية الحيوانية، مع الإشارة إلى تأثير تقانات الحيوانات داخل البلدان النامية (كالتلقيح الاصطناعي، والرعاية الصناعية المكثفة للحيوانات) في عشائر الحيوانات في البلدان النامية، إلى جانب حقيقة أن توسيع الأسواق والعولمة الاقتصادية يمكنها تسريع فقد السلالات. وقد تحدث مثل هذه النتائج عبر التخصص الإقليمي، وتقليص تكاليف نقل السلالات على المستوى الدولي، وتأثير السيادة لـ سوانسون (أي أن السلالات المستخدمة في البلدان المتقدمة قد تحل محل تلك في البلدان النامية)، والتخصص من خلال فائدة مقارنة تؤدي إلى تخفيض الطلب على سلالات متعددة الأغراض، والتغير في ذوق المستهلكين وطلباتهم، والتغيرات في توافر المستوردات العلفية وأسعارها، والنطاق المتزايد للتحكم بالبيئات التي تربى فيها الحيوانات (تيسدل 2003: 367–368). ويورد تيسدل مثالاً لمنظمة الأغذية والزراعة (منظمة الأغذية والزراعة بدون تاريخ:45) من نيجيريا لتوضيح كيف أدى فتح التجارة بين الأقاليم وارتفاع أسعار محاصيل الأشجار إلى دفع المزارعين للتخلي عن حيواناتهم المحلية. وتشير منظمة الأغذية والزراعة أنه مع "صحة الاستراتيجية متوسطة الأجل من جانبهم (أي المزارعين)، إلا أن فقد الحكومات الوطنية للمصادر الوراثية التي تمثلها هذه الحيوانات سيبقى محدوداً بسبب النمط المؤقت للتجارة العالمية."

توضع قوة مثل هذه السوق "الحرة" على إعطاء نتائج مرغوبة اجتماعياً موضع تساؤل آخر من قبل بيرس وموران (1994)، الذين يقولان جدلاً أن نشاط المحافظة على التنوع الحيوي (والمصادر الوراثية) يعطي قيماً اقتصادية (مستخدمة أو غير مستخدمة) قد لا تُجنى في السوق بسبب إخفاقات السوق، أو بفعل التدخلات، أو الاستغلال العالمي. أما نتائج مثل هذه الإخفاقات فتتمثل في حدوث اضطراب تكون فيه الحوافز ضد المحافظة على المصادر الوراثية ولصالح الأنشطة الاقتصادية التي تدمر مثل هذه المصادر. وجمع سمايل (2005) مؤخراً طرائق ودراسات تجريبية لتحديد القيمة الاقتصادية للمصادر الوراثية للمحاصيل على مستوى المزرعة وناقش هذه الجوانب.

فالحكمة الاقتصادية على سبيل المثال تشير إلى أن قرارات من قبيل استبدال سلالة محلية للحيوانات بسلالة مستوردة تحددها المعدلات النسبية لإيرادات كلا الخيارين. إلا أن معدلات الإيرادات ذات الصلة هي تلك التي تتراكم لدى المزارعين وليس للأمة أو للعالم ككل. وبالنسبة لمربي الحيوانات يظهر أن خسارة سلالة محلية يعد مجدياً اقتصادياً على اعتبار أن الإيرادات المجنية أعلى من تلك التي تؤمنها الأنشطة المترافقة مع المحافظة على المصادر الوراثية. هذا لأن العملية الأخيرة قد تنطوي على فوائد غير مرتبطة بالسوق تتراكم لدى غير المزارعين ولأن المستلزمات والخدمات المدعومة (من قبيل التلقيح الاصطناعي، والمعالجة البيطرية) قد تكون متاحة بالنسبة للسلالات المستوردة.

يشير سوانسون (1997) إلى أن مثل هذه القيم غير المرتبطة بالسوق قد تحمل الأهمية بسبب عدم عدالة توزع التنوع الحيوي بين الدول، مما يشير إلى أن القيم الخارجية العالمية قد تكون معنوية. وبذلك يمكن إدراك مشكلة التنوع الحيوي على أنها مجموعة من المصاعب التي تنحدر من حقيقة أن عملية التحويل قد نظمت تقليدياً على أساس عالمي لا مركزي. ومن الناحية التاريخية، كانت الدول والأفراد قادرة على اتخاذ قرارات التحويل الخاصة بها بخصوص أراضيها ومواردها بدون اعتبار للتبعات التي قد تحدثها في الأخرى. هذا ما يخلق مشكلة تنظيمية مهمة بسبب عدم تساوي الكلفة – من زاوية قيمة الخدمات الضائعة – لكل تحويل تعاقبي. ومع تقدم عملية التحويل، تزداد سريعاً كلفة كل تحويل تعاقبي من حيث خدمات الموارد المتنوعة المفقودة لدى كافة المجتمعات على الأرض. وإن غياب أية آلية لوضع هذه التكاليف ضمن إطار اتخاذ القرار للدولة أو الأفراد القائمين بالتحويل يمثل جزءاً كبيراً من مشكلة التنوع الحيوي.

وعليه فإن التحليل الاقتصادي مطلوب للمساعدة على فهم الحوافز المالية التي يواجهها مربو الحيوانات عند الاختيار ما بين السلالات المحلية والمستوردة والتدخلات الضرورية لضمان توافق عملية التنمية الزراعية المتواصلة مع المحافظة على تنوع سلالات الحيوانات واستخدامها المستدام.

طرائق ومعوقات في التحليل الاقتصادي للمحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية واستخدامها المستدام

رغم الأهمية الاقتصادية للمحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية، إلا أن هذا الموضوع لم يحظ إلا بقليل من الاهتمام (منظمة الأغذية والزراعة، المعهد الدولي لبحوث الثروة الحيوانية 1999)، مع أن الإطار موجود لتحديد قيمة التنوع الحيوي بصورة عامة، إذ ثمة أسباب عدة لذلك.

معوقات منهجية

أولاً ثمة عدد من المصاعب المنهجية، ظهرت كثير منها لدى تحديد قيمة المصادر الوراثية النباتية. فعلى سبيل المثال، يقول إيفنسون (1991) جدلاً أن قياس فوائد تنوع الأصول الوراثية لتطور المحصول صعب للغاية. ومن النادر أن يتم الاتجار بالمصادر الوراثية في الأسواق وغالباً ما تكون منتجات أجيال من التدخلات غير الرسمية. وعليه، فإن تحديد إسهام سلالة محلية معينة في نجاح صنف أو سلالة محسنة ستكون مسألة معقدة. علاوة على ذلك، تعتبر المواد الأساس المستخدمة للتربية هي عينها نتيجة لوظيفة إنتاج، وقد يكون تحديد عائدات عوامل ذات صلة (كالعمالة، والتقانة على مستوى المزرعة، والمستلزمات الفكرية) ممكناً فقط من الناحية الأكثر عمومية (إيفنسون 1991؛ بيرس وموران 1994).

مع ذلك، يمكن تبني طيف من التقنيات التحليلية لتنفيذ مثل هذا التحليل من مجالات اقتصادية أخرى. وهذا ما نظر فيه دروكر وآخرون (2001)، حيث صنفت الطرائق على نطاق واسع إلى ثلاثة مجموعات على أساس الهدف العملي الذي ستنفذ هذه الطرائق لتحقيقه. وكما يظهر من الجدول 17. 1، فإن هذه المجموعات هي: تحديد ملاءمة تكاليف برنامج المحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية، وتحديد الأهمية الاقتصادية الفعلية للسلالة المعرضة للخطر، وتحديد الأولويات في برامج تربية المصادر الوراثية الحيوانية.

توافر محدود للبيانات

ثانياً، يشكل توافر البيانات عقبة أخرى. فمن الضرورة بمكان إذا ما أردنا استخدام هذه الطرائق القيام بالنشاطات التالية:

- قياس متثابتات أداء السلالة
- توصيف النظم الفعلية والمحتملة للتربية
- تحديد الاستخدامات والصفات المفضلة لدى مربي الحيوانات (بما في ذلك توضيح القيم التي يضعها مربو الحيوانات لصفات معينة والمبادلة التي يرغبون إجراءها بينها) في السلالات المحلية ضمن نظم إنتاج مختلفة والقوى المؤثرة في مثل هذه العوامل وفي تبني سلالات بديلة.

الجدول 17. 1 تقييم طريقة تحديد قيمة المصادر الوراثية الحيوانية

طريقة التقييم	الغاية، أو الهدف، أو القوة	الأطراف الأكثر صلة بطريقة التقييم	دورهم في المحافظة	نمط البيانات المطلوبة	توافر البيانات	الضعف أو المصاعب المفاهيمية
طرائق تحديد ملاءمة تكاليف برنامج المحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية						
طرائق التقييم التابعة	تحديد رغبة المجتمع بالدفع مقابل المحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية، وتعويض رغبة المزارعين بالدفع عند تربية مصادر وراثية حيوانية محلية بدلاً من المستقدمة أو تحديد قيمة الصفات المفضلة لدى المزارعين وصافي الإيرادات التي تعطيها السلالة	صناع القرار المسؤولون عن المحافظة	تحديد الحد الأقصى لتكاليف برامج المحافظة المبررة اقتصادياً	تفضيل المجتمع من حيث الرغبة في الدفع أو الرغبة في القبول	غير متوافرة في العادة. المسوحات مطلوبة	صعوبة الاستجابات عند استخدامها لأنواع غير معروفة أو عند الانجراف الوراثي المزمن.
منع الخسارة في الإنتاج	الإشارة إلى مدى الخسارة المحتملة في الإنتاج في ظل غياب المحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية	المزارعون وصناع القرار المسؤولون عن المحافظة	تبرير تكاليف برنامج المحافظة على الأقل عند هذه القوة	تقدير الخسائر المحتملة في الإنتاج (كنسبة القطيع وقيمة الحيوانات في السوق)	قيمة الحيوانات في السوق للسلالات المتوافرة تجارياً؛ يجب تقدير الخسارة المحتملة في القطيع	لا يوجد قياس لقيمة الفائض لدى المنتج/المستهلك؛ تجاهل التأثيرات البديلة

يتبع في الصفحة 432

يتبع من الصفحة 431

طريقة التقييم	الغاية، أو الهدف، أو القوة	الأطراف الأكثر صلة بطريقة التقييم	دورهم في المحافظة	نمط البيانات المطلوبة	توافر البيانات	الضعف أو المصاعب المفاهيمية
تكاليف الفرص	تحديد كلفة صون تنوع المصادر الوراثية الحيوانية	المزارعون وصناع القرار المسؤولون عن المحافظة	تحديد كلفة فرصة إطلاق برنامج المحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية	تكاليف الإنتاج لدى الأسر وصافي الدخل	غير متوافرة في العادة، المسوحات مطلوبة	
أدنى كلفة	تحديد برنامج فعال مقابل الكلفة للمحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية	صناع القرار المسؤولون عن المحافظة	تحديد أدنى كلفة لبرنامج المحافظة	تكاليف الإنتاج لدى الأسر والربح	غير متوافرة في العادة، المسوحات مطلوبة	
أدنى مستويات الأمان	تقييم المبادلات عند صون أدنى عدد مجدٍ	صناع القرار المسؤولون عن المحافظة	تحديد كلفة فرصة إطلاق برنامج المحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية	التفريق بين تكاليف وفوائد برنامج المحافظة عند تربية سلالات مختلفة	غير متوافرة في العادة، المسوحات والنمذجة مطلوبة	الحكمة مطلوبة حول إن كانت السلالة البديلة ستعطي فائدة أكثر من الفوائد التي لا يمكن تحديد حجمها عند المحافظة على السلالات المحلية
طرائق لتحديد الأهمية الاقتصادية الفعلية للسلالة						
إجمالي الطلب والعرض	تحديد قيمة السلالة لدى المجتمع	صناع السياسات المسؤولون عن المحافظة وسياسة الثروة الحيوانية؛ المربون	قيمة الخسارة المحتملة المرتبطة بفقد المصادر الوراثية الحيوانية	بيانات خلال فترات زمنية وعلى مستوى المزرعة	متوافرة للسلالات التجارية؛ غير متوافرة في العادة لسلالات أخرى؛ المسوحات مطلوبة	تسعير الظل مطلوب لعمالة المنزل والأعلاف

تقاطع بين المزرعة والأسرة	تحديد قيمة السلالة لدى المجتمع	صناع السياسات المسؤولون عن المحافظة وسياسة الثروة الحيوانية؛ المربون والمزارعون	قيمة الخسارة المحتملة المرتبطة بفقد المصادر الوراثية الحيوانية	اختلافات بين أسعار المستهلك والمنتج بحسب الموقع	غير متوافرة في العادة؛ المسوحات مطلوبة	تسعير الظل مطلوب لعمالة المنزل والأعلاف
حصة السوق	الإشارة إلى القيمة الراهنة في السوق لسلالة معينة	صناع السياسات المسؤولون عن المحافظة وسياسة الثروة الحيوانية؛ المربون والمزارعون	تبرير الأهمية الاقتصادية لسلالة معينة	قيمة المنتجات الحيوانية في السوق بحسب السلالة	متوافرة بصورة عامة لكن ليست دائماً بحسب السلالة	لا يوجد قياس لقيمة الفائض بين الاستهلاك والإنتاج؛ تجاهل لتأثيرات البديل
حقوق الملكية الفكرية والعقود	خلق ودعم المشاركة العادلة في فوائد المصادر الوراثية الحيوانية في السوق	صناع السياسات المسؤولون عن المحافظة، والمربون والمزارعون	تشكيل صناديق وحوافز للمحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية	دفعات الريع أو شروط العقود	متوافرة في العادة عند وجود مثل هذه الترتيبات لكنها قد تمثل سراً تجارياً	فترة محدودة للعقود

طرائق إعداد الأولويات في برامج تربية المصادر الوراثية الحيوانية

تقييم برامج التربية	تحديد الفوائد الاقتصادية لتحسين الحيوانات	المزارعون والمربون	زيادة الفوائد الاقتصادية إلى الحد الأقصى للمصادر الوراثية الحيوانية	تأثيرات الإنتاج وتكاليف المدخلات	متوافرة للسلالات التجارية؛ غير متوافرة في العادة لسلالات أخرى؛ المسوحات أو البحوث مطلوبة	صعوبة الفصل بين إسهام المصادر الوراثية و تكاليف أخرى في البرنامج

يتبع في الصفحة 434

يتبع من الصفحة 433

طريقة التقييم	الغاية، أو الهدف، أو القوة	الأطراف الأكثر صلة بطريقة التقييم	دورهم في المحافظة	نمط البيانات المطلوبة	توافر البيانات	الضعف أو المصاعب المفاهيمية
وظيفة الإنتاج الوراثي	تحديد الفوائد الاقتصادية الصافية لتحسين الحيوانات	المزارعون والمربون	زيادة الفوائد الاقتصادية المتوقعة للمصادر الوراثية الحيوانية المحافظ عليها	تأثيرات الإنتاج وتكاليف المدخلات	متوافرة للسلالات التجارية؛ غير متوافرة في العادة لسلالات أخرى؛ المسوحات أو البحوث مطلوبة	
الاستمتاع	تحديد قيم الصفات	المزارعون والمربون، صناع السياسات المسؤولون عن المحافظة	قيمة الخسائر المحتملة المرتبطة بفقد المصادر الوراثية الحيوانية؛ فهم تفضيل السلالات	صفات الحيوانات وأسعار السوق	متوافرة للسلالات التجارية؛ غير متوافرة في العادة لسلالات أخرى؛ المسوحات أو البحوث مطلوبة	لا يوجد قياس لقيمة الفائض بين الاستهلاك والإنتاج؛ تجاهل لتأثيرات البديل
نموذج محاكاة للمزرعة	تحديد صفات الحيوانات المحسنة في اقتصاد المزرعة	المزارعون والمربون	زيادة الفوائد الاقتصادية المتوقعة للمصادر الوراثية الحيوانية المحافظ عليها	المدخلات والمخرجات؛ معاملات تقنية لكافة الأنشطة الرئيسة	متوافرة للسلالات التجارية؛ غير متوافرة في العادة لسلالات أخرى؛ المسوحات أو البحوث مطلوبة	تعريف صحيح للوظيفة الموضوعية للمزرعة؛ قد يكون تكدس فائض الاستهلاك مربكاً.

- تحديد العوامل التي تؤثر في الطلب على الحيوانات وأسعارها، بما في ذلك تأثير التغيرات التي تحفزها السياسة في أسعار السلع الزراعية (كالأعلاف أو المحصول) وتكاليف المستلزمات الخارجية (كالبيطرة) في سياق استخدام السلالات المختلفة.
- تحليل التأثير المحتمل لاستخدام سلالات بديلة في مصادر المعيشة، إلى جانب معوقات تبنيها والحصول المحتمل عليها وآليات نشرها.
- الأخذ بعين الاعتبار دور عوامل كحيازة الأراضي، والإمكانية الزراعية، والكثافة السكانية، والوصول إلى الأسواق والاندماج فيها، ومتطلبات الترخيص، ونظم الضرائب، وبرامج القروض والإرشاد، والتعليم.

الحاجة إلى بيانات غير متعلقة بالسوق وتقنيات المسح

ثالثاً، يجب إدخال إسهامات الثروة الحيوانية غير المتعلقة بالسوق (كمقاومة الجفاف والأمراض، والملاءمة للجر، والقيم الثقافية والاجتماعية، والحيوانات كوسيلة للتمويل والضمان) في مصادر المعيشة إلى نماذج وتحليلات اقتصادية على اعتبار أن مثل هذه المعلومات تعد جوهرية في تحديد أهداف مناسبة لبرنامج التربية وتقييم الربح النسبي عند استخدام سلالات مختلفة.

لكن رغم كنز البيانات الخاصة بإنتاج الحيوانات على المستوى الوطني، إلا أن مثل هذه المعلومات تبدو محدودة بعدد من السلالات الأساسية وتتجاهل بشكل كبير الإسهامات المهمة غير المرتبطة بالسوق. ولم تبدأ مبادرات كتلك التي قامت بها منظمة الأغذية الزراعة حول نظم معلومات تنوع الحيوانات الداجنة، ومبادرة المعهد الدولي لبحوث الثروة الحيوانية حول نظم معلومات المصادر الوراثية الحيوانية الداجنة سوى مؤخراً بتناول هذه المشكلة. ويختلط هذا الجانب من الاختيار المنهجي بفعل عدم توافر البيانات والإمكانية المحدودة للحصول على البيانات المطلوبة.

رابعاً، ترتبط مسألة توافر المعلومات أيضاً بشكل وثيق مع "القدرة على الحصول" على البيانات. وهذا يعود إلى أن معظم الفوائد التي تقدمها الحيوانات المحلية في نظم الإنتاج الهامشية يجنيها المنتجون بدلاً من المستهلكين. وعليه تشكلت معظم المصادر الوراثية لهذه السلالات بحسب تفضيلات المنتجين، الأمر الذي يستدعي عودة البحوث إلى تحديد وتوصيف هذه التفضيلات بغية تحديد القيمة الضمنية للصفات المحددة وراثياً كخطوة أولى نحو قيمة المصادر الوراثية الحيوانية المحلية. وفي نظم الإنتاج الهامشية يوجّه ضغط التربية على الحيوانات إلى إيجاد حيوانات قادرة على الأداء بشكل مرضٍ عند وجود موارد هامشية. ويقدر أداء الحيوانات من قبل المنتجين، إلا أن جلّه قيم ضمنَ شروط بعيدة عن السوق. وعليه، ثمة حاجة لدراسة هذه الفئة من العوامل الاقتصادية والوظائف غير المتعلقة

بالسوق بغية الحصول على قيم اقتصادية (سكاربا وآخرون 2003أ). والسؤال المطروح هنا حول الطريقة الفضلى للقيام بذلك.

الحاجة إلى استخدام تقنيات التقييم الريفي

ضمن سياق النتائج التجريبية لدراسات تقييم التنوع الحيوي والصعوبات التي جوبهت لدى تطبيق الطرائق والمسوحات في مناطق ريفية أو قطاعات بعيدة عن اقتصاد السوق، ذكر بيرس وموران (1994:94) أن "المجال الذي يتطلب المزيد من البحث يشتمل على تعديل ممكن وتقنيات اقتصادية لاستخدامها إلى جانب مجموعة راسخة من الطرائق التشاركية والتقييم الريفي السريع."

لاقت طرائق التقييم الريفي التأييد كوسائل تخطيط مفيدة لدى مربي الحيوانات (واترز–باير وباير 1994)، وكسبل لتحسين الفهم حيال اهتمامات مربي الحيوانات بالسلالات وتفضيلهم لصفات الإنتاج والوظيفة (ستيغليش وبيترز 2002)، وطرق انتخاب صفات وراثية في برامج تحسين الأبقار (تانو وآخرون 2003)، وأساليب تنفيذ تحليل الوضع وتطوير التقانات (كونروي 2003)، وطرائق تسهيل عمليات الابتكار المحلي حيث يكون فيها مربي الحيوانات الحامل الرئيس للمعرفة (كتلك المتعلقة بخيارات استخدام الأعلاف في نظم المدخلات الخارجية المتدنية) (بيترز وآخرون 2001).

ويتمثل مفتاح ذلك في الربط ما بين نمط الطريقة مع نوع المعلومات المطلوبة. وفي كثير من الحالات، سيشتمل النهج الأفضل على الجمع ما بين عديد من الطرائق المختلفة للتقييم الريفي.

نتائج ومناقشة

على الرغم من المعوقات المذكورة آنفاً بخصوص التحليل الاقتصادي للمحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية واستخدامها المستدام، وتحديد الطرائق والنُهج المناسبة للحصول على البيانات الضرورية، إلا أنه تم الحصول على عدد من النتائج المثيرة للاهتمام.

وسائل دعم القرار لتحديد أولويات المحافظة على السلالات

مع إدراك العدد الهائل من سلالات الحيوانات المحلية المهددة في الوقت الراهن، وحقيقة عدم إمكانية إنقاذ جميعها مع محدودية الموازنات الخاصة بالمحافظة عليها، طور سيميانر وآخرون (2003) وسيلة لدعم القرار عن طريق وضع إطار لتخصيص موازنة

محددة بين مجموعة من السلالات بحيث يمكن زيادة حجم التنوع المتوقع بين السلالات إلى المستوى الأعظم. وعند استثمار ما جاء به فايتزمان (1993)، قالوا بأن المعيار الأمثل لمخطط المحافظة يتمثل في زيادة الفائدة الإجمالية المتوقعة لمجموعة السلالات إلى الحد الأعظم، وهو ما يمثل مجموع التنوع الذي يحمل وزناً اقتصادياً، وصفات السلالات الممثلة في المجموعة، وقيمة السلالات المحافظ عليها. وتوضح الطريقة بمثال يضم 23 من سلالات أبقار زيبو وزينغا الإفريقية. وتشير النتائج إلى أن الأموال المخصصة للمحافظة على السلالات يجب أن تنفق على 3 إلى 9 سلالات فقط (اعتماداً على النموذج المتبع) من أصل 23 سلالة، وليس بالضرورة أن تكون السلالات المختارة الأكثر تعرضاً للانقراض. إضافة إلى ذلك، وعندما تكون النماذج محددة بما يكفي، ولدى توافر البيانات الأساسية حول المتثابتات الرئيسة، عندها يمكن استخدام إطار العمل لاتخاذ قرار حكيم على نطاق عالمي.

تقنيات التفضيل المذكور (تحديد القيمة التابعة) لتحديد القيمة غير المرتبطة بالسوق

غالباً ما ينطوي الحصول على بيانات لاستخدامها في وسائل دعم القرار كهذه ومواقع أخرى على تطوير عدد من التقنيات القادرة على نسب القيم إلى كثير من المدخلات والمخرجات غير المسعرة لوظائف الإنتاج لدى الأسر. ويستخدم تانو وآخرون (2003) وسكاربا وآخرون (2003أ، و2003ب) تجارب الاختيار المفضل المذكورة لتحديد قيمة الصفات ذات النمط المظهري المعبر عنها في سلالات حيوانات محلية. وتظهر الصفات التكيفية والوظائف غير المرتبطة بالدخل كمكونات مهمة للقيمة الإجمالية للحيوانات لدى مربي الثروة الحيوانية. ففي غربي إفريقيا على سبيل المثال، وجد أن معظم الصفات المهمة للإدخال في أهداف برنامج تحسين السلالات تتمثل في مقاومة المرض، واللياقة للجر، والأداء التكاثري. أما إنتاج اللحم والحليب فكان أقل أهمية. كما تظهر الدراسات أيضاً أن هذه التقنيات (المأخوذة عن مجالات أخرى للتحليل الاقتصادي البيئي) لا تقتصر على بحوث المصادر الوراثية الحيوانية وحسب، بل يمكن استخدامها لتحري قيم الصفات المحددة وراثياً غير المدركة في الوقت الراهن في عشائر الحيوانات، لكنها مرشحة مرغوب فيها ضمن برامج التربة أو المحافظة (كمقاومة المرض على سبيل المثال).

إلى ذلك، تدرس المقالات كيف تقوم صفات الأسر بتحديد الاختلافات في تفضيل السلالات. ويمكن لهذه المعلومات الإضافية أن تحمل الفائدة عند وضع السياسات التي تعكس المنحى الراهن لتهميش السلالات المحلية. فعلى سبيل المثال، يمكن استخدامها لاستهداف حوافز المحافظة على السلالات. وفي الحالة المكسيكية، تكشف تجربة الاختيار أنه بسبب تشابه القيمة الصافية التي يضعها منتجو خنازير الكريول في المزارع المنزلية

مع تلك في سلالات أخرى، ستكون ثمة حاجة إلى الحد الأدنى من الحوافز والتدخلات لضمان استخدامها المستدام على نحو متواصل.

وفي دراسة حالة بلد متطور، يظهر سيسيا وآخرون (2003) أن نهج تفضيل الاختيار ثنائي التفرع المذكور قد يستخدم لتقدير فوائد تأسيس برنامج للمحافظة على خيول بينترو الإيطالية المهددة. ويستخدم نموذج إحصاء حيوي لتقدير التكاليف المرتبطة بالمحافظة عليها، وبالتالي أدرك تحليل الفائدة مقابل الكلفة. لا تظهر النتائج صافي القيمة الراهنة الكبيرة الإيجابية المرتبطة بالنشاط المقترح للمحافظة عليها وحسب، بل تظهر أيضاً أن هذا النهج وسيلة مفيدة لدعم القرار لدى صناع السياسات ممن يخصصون أموالاً شحيحة لتربية عدد من سلالات الحيوانات التي تواجه خطر الانقراض.

تقنيات تفضيل جرى كشفها لتحديد القيمة في السوق

خلافاً لنهج التفضيل الواردة آنفاً، يظهر جبار وديدهيو (2003) أن نهج التفضيل الاستمتاعي الذي جرى الكشف عنه يمكن أن يستخدم أيضاً لتحديد ممارسات التربية لدى مربي الحيوانات وتفضيل السلالات. ولدى تحليل هذه العوامل في جنوب غرب نيجيريا، أكدا وجود توجه قوي بعيداً عن للسلالات المتحملة للمثقبيات، وبخاصة سلالة موتورو، وتحديد الصفات التي وجدها مربو الحيوانات الأقل رغبة في هذه السلالات بالنسبة لسلالات زيبو أخرى. وتشير النتائج أن أفضل أمل لتنفيذ استراتيجية المحافظة على السلالات المعرضة للخطر أو استخدامها المستدام كسلالة موتورو قد يوجد في مناطق أخرى من غربي إفريقيا، كجنوب شرق نيجيريا، حيث تبقى المثقبيات واحدة من المعوقات، وحيث تعتبر سلالة موتورو أفضل ملاءمة للنظم الزراعية، مع بقاء السوق الكبيرة لهذه السلالة مفتوحة.

نموذج الإنتاجية الإجمالية لتقييم الأداء المقارن (سلالات محلية مقابل سلالات هجينة)

دفعت الأهمية الثانوية لصفات إنتاج اللحم والحليب في كثير من نظم الإنتاج أياليو وآخرون (2003) لقول أن المعايير التقليدية لتقييم الإنتاجية غير كافية لتقييم إنتاج الكفاف من الحيوانات على اعتبار أن هذه المعايير تفشل في تحديد الفوائد غير المرتبطة بالسوق لهذه الحيوانات، ويعد المفهوم الأساسي الخاص بمدخل معوِّق وحيد غير مناسب لإنتاج الكفاف بسبب مشاركة عديد من المدخلات المعوقة (كالحيوانات، واليد العاملة، والأرض) في عملية الإنتاج. وعليه يجب تجميع أكثر ما يمكن من وظائف الحيوانات (المادية والاجتماعية–الاقتصادية) ضمن قيم مالية ترتبط بالموارد المستخدمة، بغض النظر إن كانت هذه "المنتجات" تسوق، أو تستهلك منزلياً، أو يجري الاحتفاظ بها لاستخدامها لاحقاً. وطور

نموذج تقييم واسع يشتمل على ثلاثة دلائل تكاملية للإنتاجية على مستوى القطيع وطبق لتقييم إنتاج الكفاف من الماعز في الأراضي المرتفعة الواقعة شرقي إثيوبيا، حيث تظهر النتائج أن قطعان الماعز المحلية أعطت صافي فوائد أعلى بشكل معنوي في ظل الإدارة المحسنة مقارنة بالإدارة التقليدية، وهذا ما يشكل تحدياً للفكرة السائدة بأن الحيوانات المحلية لا تستجيب بشكل كاف للتحسينات في مستوى الإدارة. علاوة على ذلك، يظهر ضمن نموذج إنتاج الكفاف موضع الدراسة عدم صحة المقولة بأن الماعز المهجن أكثر إنتاجية وفائدة من الماعز المحلي. وعليه فإن النموذج يوفر أرضية أكثر واقعية حول أي من السلالات سيفضي إلى تحسين فعال.

تكاليف المحافظة وفوائدها (تقنيات متنوعة)

يمكن تحديد نقائص كبيرة حتى بعد إدراك قيمة السلالات المحلية وتنفيذ آليات الدعم. ولدى دراسة قياسات المحافظة على التنوع الحيوي للحيوانات على مستوى المزرعة وتكاليفها المحتملة في الاتحاد الأوروبي، يذكر سينيوريللو وبابالاردو (2003) أن كثيراً من السلالات المعرضة لخطر الانقراض بحسب قائمة المراقبة العالمية لمنظمة الأغذية والزراعة لا تغطى بالمبالغ المخصصة للدعم، بسبب غيابها في خطط التنمية الريفية التي تضعها البلدان. إلى ذلك، وعندما تدفع المبالغ، فإن هذه الخطط لا تضع في الحسبان الدرجات المختلفة لخطر الانقراض بين السلالات، وتبقى مستويات الدفعات غير كافية، مما يعني أن تربية السلالات المحلية تبقى عملية غير مربحة. وعليه فإن إجراءات دعم المحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية لدى الاتحاد الأوروبي بحاجة ماسة إلى إعادة النظر فيها إن كان عليها أن تحقق أهدافها.

تعتبر حوافز المحافظة على السلالات المحلية غير كافية رغم حقيقة أن انخفاض تكاليف المحافظة كما يبدو بحسبما أظهر دروكر (في الصحافة)، الذي يبني على مراجعة الحد الأدنى من مقاييس السلامة (SMSS)، ويعدل مصفوفة التحفيز الأدنى–الأعظم للنظر في السلالات بدلاً من الأنواع. أما إطار العمل الأساسي فيضع بالحسبان إمكانية صون الفوائد غير المؤكدة التي تجنى من المحافظة على سلالات الحيوانات المحلية طالما يتم صون الحد الأدنى من العدد الحيوي للسلالة (الحد الأدنى من مقاييس السلامة، في هذه الحالة يعادل قياس منظمة الأغذية والزراعة للحيوانات "غير المعرضة للخطر" قرابة 1000 حيوان). وتحسب تكاليف تنفيذ الحد الأدنى من مقاييس السلامة من الفرق (إن كان موجوداً) بين تكاليف فرص صون السلالة المحلية بدلاً من صون سلالة مستقدمة أو هجينة. إضافة إلى ذلك، يجب الأخذ بعين الاعتبار التكاليف الإدارية وتكاليف الدعم التقني لبرنامج المحافظة. بعد ذلك يتم الحصول على تقدير التكاليف التجريبية باستخدام بيانات

من ثلاث دراسات لحالات اقتصادية للمصادر الوراثية الحيوانية ذكرت آنفاً (أي الاتحاد الأوروبي، وإيطاليا، والمكسيك). وتدعم النتائج فرضية انخفاض تكاليف تنفيذ الحد الأدنى من مقاييس السلامة (كما تظهر في الجدول 17. 2 اعتماداً على السلالة، ومجال الكلفة من قرابة 3000 إلى 426000 يورو سنوياً)، وذلك عند مقارنة هذه الكلفة بحجم الدعم الذي يقدم حالياً لقطاع الثروة الحيوانية (أقل من 1% من إجمالي الدعم)، ومن حيث فوائد المحافظة (نسبة الفائدة إلى الكلفة أكثر من 2.9). وعلى نحو مشجع، نجد أن التكاليف هي الأدنى في البلدان النامية، مع الأخذ بعين الاعتبار أن 70% من سلالات الحيوانات الموجودة اليوم تعيش هناك حيث يكون خطر انقراضها هو الأكبر فيها (ريجي وجيبسون 2003). وتعتبر التكاليف منخفضة بصورة خاصة عند تطبيق نهج المحافظة كهذه في مجتمعات تفضل الإبقاء على السلالات المحلية. وعليه، يجب تنفيذ نُهج الحد الأدنى من مقاييس السلامة بدعم حكومي وغير حكومي بالتعاون مع تلك المجتمعات.

يبدو أن لنهج الحد الأدنى من مقاييس السلامة دوراً يلعبه في المحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية، إلا أنه يتوجب إجراء تحديد أكثر شمولية لحجم المكونات المطلوبة لتحديد تكاليف الحد الأدنى من مقاييس السلامة قبل تطبيقها عملياً. ويجب أن تغطي تحديد القيمة الاقتصادية هذه الطيف الكامل من السلالات أو الأنواع المأخوذة بعين الاعتبار وضمان تبرير أكبر عدد من العناصر التي تشكل قيمتها الاقتصادية الإجمالية.

يقدم دروكر وآندرسون بيانات إضافية تدعم فرضية أن تكاليف المحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية قد تكون ضئيلة مقارنة بالفوائد. وفي ورقة غير منشورة تظهر كيفية تطبيق البيانات التي يتم الحصول عليها من خلال استخدام طرائق التقييم الريفي 2 على بعض طرائق تحديد القيمة والتي استعرضها دروكر وآخرون (2001)، نجد أن هذه البيانات تظهر أن تكاليف المحافظة أصغر بمراحل 3 (الجدول 17. 3).

علاوة على ذلك، تشير الكلفة المقدرة المتدنية لبرنامج المحافظة على السلالة المحلية للخنازير واستخدامها المستدام أن نهج الكلفة الدنيا (بروش ومينغ 1996) يشكل إطار عمل مفيد يمكن من خلاله للأسر والقرى التي تكون فيها تكاليف المحافظة دنيا أن توجه التكاليف نحو برنامج للمحافظة. ويمكن إحداث جدل اقتصادي قوي جداً حول تنفيذ برنامج للمحافظة والاستخدام المستدام، حيث يجب تنفيذ مثل هذا البرنامج بشكل عاجل إذا لم نرغب في انقراض سلالة صنفت وفق مقياس منظمة الأغذية والزراعة بأنها معرضة للخطر.

إن حجم صافي الفوائد المحددة يثير سؤالاً حول ما إذا كانت السلالة المحلية – بحسب التنبؤ النظري– تضيع في الواقع كونها أقل ربحاً من سلالات أخرى وفقاً للمنظور الشخصي للمزارعين. ورغم أن أنماطاً معينة من الأسر (كالأسرة الأكبر عدداً وتلك الميسورة) عبرت عن تفضيلاتها لقيمة الصفات التي تدعم هذه النظرية، إلا معظم الأسر لم تفعل.[4]

الجدول 17. 2. التكاليف السنوية (باليورو) للوصول إلى الحد الأدنى من مقاييس السلامة لحماية سلالات حيوانية مختارة

دراسة الحالة	الفوائد الخاصة (دخيلة)	الفوائد المتوقعة (محلية)	فرق كلفة الفرص لـ 1000 حيوان	الكلفة (محلية)	الكلفة السنوية للحد الأدنى من مقاييس السلامة *
خنازير كريول، المكسيك [أ]	24.1	21.5	2,600	200-1,100	<2,800-3,700
متنوعة، صقلية، إيطاليا [ب]	29 (أغنام كوميسانا)	12- (أغنام بار–باريسكا)	41,000	تكاليف الدعم الإداري والتقني غير مفصلة؛ مفترض أن تكون 5 %من إجمالي التكاليف وبذلك تتراوح من 2000 يورو إلى 20,000 يورو في العام	43,000
	15 (ماعز مالطي)	–27 (ماعز غير–جينتانا)	42,000		44,000
	201 (حصان آفيغلينيز)	– 58 (خيول راغوسانا)	259,000		272,000
	306 (أبقار برونا)	– 53 (أبقار موديكانا وسينيسارا)	359,000		377,000
	224 (خنازير محلية)	– 182 (خنازير نيرا سيسيلانا)	406,000		462,000
خيول بينترو، موليس، إيطاليا [ج].	** 20.8	<-158.4***	<179,200	نسبة غير معروفة من تكاليف الدعم الإداري والتقني المدخلة كتكاليف إنتاج في عمود الفوائد المتوقعة من السلالات المحلية (EB_{ind})	179,200

المصدر: في دروكر (2005) ومقتبس عن أ سكرابا وآخرين (2003أ)، ب سينيوريلو وبابالاردو (2003)، ج سيسيا وآخرون (2003).

C_{ind}= كلفة المحافظة على السلالات المحلية وفق الحد الأدنى من مقاييس السلامة (بما في ذلك تكاليف الدعم الإداري والتقني)؛ EB_{ind} = الفوائد المتوقعة للاستمرار في استخدام سلالات محلية؛ PB_{exotic} = الفوائد الخاصة لاستبدال السلالات الحيوانية اعتماداً على استخدام السلالات الدخيلة

* الكلفة السنوية للحد الأدنى من مقاييس السلامة = 1000 (PB_{exotic} - EB_{ind})+ C_{ind})

** لا يمكن مقارنة البيانات بشكل محدد مع دراسات أخرى. تشير إلى الدخل الضائع

*** لا يمكن مقارنة البيانات بشكل محدد مع دراسات أخرى. تشير إلى "المبيعات الجديدة" ناقص "تكاليف الإنتاج"

وفرق كلفة الفرص لـ 1000 حيوان = 1,000 (EB_{ind} – PB_{exotic})

الجدول 17. 3 ملخص عن نتائج تقنيات التقييم المستخدمة في بيانات تقييم ريفي ذات صلة خنازير كريول في يوكاتان (المكسيك)

	فوائد المحافظة والاستخدام المستدام (يورو)	تكاليف المحافظة (يورو)
حصة السوق	0.54 مليون	
منع خسارة الإنتاج (فقط في ولاية يوكاتان)	1.21 مليون	
تحديد القيمة التابعة (اختبار مذاق المستهلك الحضري)	1.43 مليون	
تحديد القيمة التابعة (تجربة اختيار المنتج) ونهج الكلفة الأدنى		<2,800-3,700

المصدر: دروكر وآندرسون، غير منشور

ملاحظة: حوّلت القيمة الأصلية من الدولار إلى اليورو وفق سعر الصرف لـ 1 يورو = 1.10 دولار أمريكي

مع ذلك فإن إنتاج الخنازير المحلية في مزرعة المنزل انخفض لدى كافة الأسر. وبذلك يبدو أن عشيرة السلالة النقية تدنت إلى مستوى منخفض وجعلت من عوامل كالافتقار إلى توافر مخزون سلالات محلية للتربية هي من تحدد اختيار السلالة بدلاً من صافي الأرباح لدى المزارعين بحد ذاتها.

وعلى مستوى المجتمع، يشير الحجم الكبير لصافي الفوائد التي تقدمها خطة المحافظة والاستخدام المستدام إلى وجوب تناول عدد من الإخفاقات الهائلة التي منيت بها الأسواق إذا ما كنا نريد تسخير قيم الفوائد (كخنازير السلالات المحلية كمخزن لمقاومة الأمراض أو من حيث قيمة وجودها بالنسبة للمستهلكين الحضريين) لأغراض المحافظة. إضافة إلى ذلك، وضع بعين الاعتبار اضطراب الأسواق بسبب دعم إنتاج سلالات دخيلة في القطاع التجاري، حيث تقع مستويات الدعم بشكل أكبر بمراحل من تكاليف المحافظة على السلالات المحلية. وتضيع أهمية المصادر الوراثية في صون مصادر معيشة الكفاف لدى المزارعين وبذلك تضيع بسبب الافتقار إلى الحد الأدنى من التمويل، في الوقت الذي يقدم دعم فيه كبير يهدد تنوع المصادر الوراثية الحيوانية إلى مزارعين تجاريين.

الاستنتاج

تظهر النتائج الموصوفة في هذا الفصل (اعتماداً على تنوع الأنواع، والسلالات، ونظم الإنتاج، والمواقع، والنهج التحليلية) أن طرائق التحليل الاقتصادي للمحافظة على المصادر

الوراثية الحيوانية واستخدامها المستدام موجودة في الواقع، وبخاصة عند استخدامها المقرون بطرائق التقييم الريفي، ويمكنها أن تشكل تقديرات مفيدة للقيمة التي توضع للسوق، وتلك غير المرتبطة بالسوق، وللصفات المحتملة للسلالة.

إن مثل هذه المعلومات المتعلقة بمعرفة مربي الحيوانات بصفات السلالة ومتطلبات إدارتها، وكذلك تفضيلات مربي الحيوانات لصفات مختلفة، تسهم بمدخلات حاسمة في استراتيجيات التربية والمحافظة. إضافة إلى ذلك، يمكن الحصول على معلومات تتعلق بأداء سلالات محلية وقدرتها، والحجم والتكاليف والفوائد ذات الصلة الناجمة عن برامج المحافظة والاستخدام المستدام. وتعتبر مثل هذه البيانات جوهرية لفهم نمط وصافي تكاليف التدخلات الضرورية لتحفيز المحافظة على المصادر الوراثية الحيوانية واستخدامها المستدام.

أما التحدي القابع أمامنا اليوم فيتمثل في تطبيق عمل هذا النمط ضمن سياقات يمكن استخدام النتائج فيها لما فيه فائدة مربي الحيوانات ودعم عمل الباحثين وصناع السياسات الوطنيين.

الحواشي

1. قد لا تقتصر المحافظة أو الاستبدال على إحلال سلالة مكان أخرى بل قد تتعلق بالتهجين والحد من الحيوانات بسبب تغيرات في نظام الإنتاج.

2. تشتمل هذه على لقاءات شبه منظمة، ومراقبات مباشرة، وعمليات جرد، وخطوط زمنية، وتقاويم موسمية، وتصنيف للثروة، وتصنيف للتفضيل، وتصنيف متعلق بالأزواج. وطبقت انتخابات لهذه الوسائل في مجموعات التركيز، ولدى الأسر، وفي المزرعة التجارية، وعلى مستوى الأسواق، بالتعاون مع أشخاص إخباريين رئيسين (كمربي الخنازير المحليين، والجزارين، والمستهلكين، وعاملين في جمعيات الحيوانات) وطبقت أيضاً بشكل ممتد من خلال رصد أسر منتخبة لفترات تزيد على 12 شهراً.

3. على نحو مماثل جرى تحديد صافي الأرباح المجنية من المحافظة من قبل سينوريللو وبابالاردو (2003) في مثال خيول بينرو الإيطالية، مما يشير إلى أن هذه ليست نتيجة منعزلة.

4. علاوة على ذلك، تفضل هذه الأسر الأكبر والأيسر حالاً السلالات الهجينة على السلالات الدخيلة. وعليه، تبقى المسألة حول كيفية صون السلالة النقية التي يمكن أن تستخدم في التهجين.

References

Ayalew, W., J. King, E. Bruns, and B. Rischkowsky. 2003. Economic evaluation of smallholder subsistence livestock production: Lessons from an Ethiopian goat development program. *Ecological Economics* 45(3):331–339.

Brush, S. and E. Meng. 1996. *Farmers' Valuation and Conservation of Crop Genetic Resources.* Paper prepared for the Symposium on the Economics of Valuation and

Conservation of Genetic Resources for Agriculture, Centre for International Studies on Economic Growth, Tor Vergata University, Rome, May 13–15.

Cicia, G., E. D'Ercole, and D. Marino. 2003. Valuing farm animal genetic resources by means of contingent valuation and a bio- economic model: The case of the Pentro horse. *Ecological Economics* 45(3):445–459.

Conroy, C. 2003. *Participatory Livestock Research: A Guide*. London: Intermediate Technology Publications.

Crowards, T. 1998. Safe minimum standards: Costs and opportunities. *Ecological Economics* 25:303–314.

Drucker, A. G. In press. The role of safe minimum standards in the conservation of livestock biodiversity. *International Journal of Agricultural Sustainability*.

Drucker, A., V. Gomez, and S. Anderson. 2001. The economic valuation of farm animal genetic resources: A survey of available methods. *Ecological Economics* 36(1):1–18.

Evenson, R. 1991. Ge ne tic resources: Assessing economic value. In J. Vincent, E. Crawford, and J. Hoehn, eds., *Valuing Environmental Benefits in Developing Economies.* Proceedings of a seminar series held February–May 1990 at Michigan State University, Special Report No. 29.

FAO (Food and Agriculture Or ga ni za tion of the United Nations). Undated. *Extensive Pastoral Livestock Systems: Issues and Options for the Future.* Available at www.fao- kyokai.or.jp/edocuments/document2.html.

FAO (Food and Agriculture Or ga ni za tion of the United Nations). 1999. *The Global Strategy for the Management of Farm Animal Genetic Resources*. Rome: fao.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2000. *World Watch List for Domestic Animal Diversity,* 3rd ed. Rome: fao.

FAO/ILRI (Food and Agriculture Organization of the United Nations/International Livestock Research Institute). 1999. *Economic Valuation of Animal Genetic Resources.* Proceedings of an fao/ilri workshop. Rome, March 15–17. Rome: fao.

Hall, S. J. G. and J. Ruane. 1993. Livestock breeds and their conservation: Global review. *Conservation Biology* 7(4):815–825.

Jabbar, M. and M. Diedhiou. 2003. Does breed matter to cattle farmers and buyers? Evidence from West Africa. *Ecological Economics* 45(3):461–472.

Livestock in Development. 1999. *Livestock in Poverty- Focused Development*. Crewkerne, uk: Livestock in Development.

Mendelsohn, R. 2003. The challenge of conserving indigenous domesticated animals. *Ecological Economics* 45(3):501–510.

Pearce, D. and D. Moran. 1994. *The Economic Value of Biodiversity*. London: Earthscan.

Peters, M., P. Horne, A. Schmidt, F. Holmann, P. C. Kerridge, S. A. Tarawali,

R. Schultze- Kraft, C. E. Lascano, P. Argel, W. Stür, S. Fujisaka, K. Müller-Sämann, and C. Wortmann. 2001. *The Role of Forages in Reducing Poverty and Degradation of Natural Resources in Tropical Production Systems.* AgREN Network Paper 117, July. London: odi.

Rege, J. E. O. and J. P. Gibson. 2003. Animal ge ne tic resources and economic development: Issues in relation to economic valuation. *Ecological Economics* 45(3):319–330.

Scarpa, R., A. Drucker, S. Anderson, N. Ferraes- Ehuan, V. Gomez, C. Risopatron, and O. Rubio- Leonel. 2003a. Valuing animal ge ne tic resources in peasant economies: The case of the Box Keken creole pig in Yucatan. *Ecological Economics* 45(3):427–443.

Scarpa, R., P. Kristjanson, E. Ruto, M. Radeny, A. Drucker, and J. E. O. Rege. 2003b. Valuing indigenous farm animal genetic resources in Africa: A comparison of stated and revealed preference estimates. *Ecological Economics* 45(3):409–426.

Signorello, G. and G. Pappalardo. 2003. Domestic animal biodiversity conservation: A case study of rural development plans in the European Union. *Ecological Economics* 45(3):487–499.

Simianer, H., S. Marti, J. Gibson, O. Hanotte, and J. E. O. Rege. 2003. An approach to the optimal allocation of conservation funds to minimize loss of genetic diversity between livestock breeds. *Ecological Economics* 45(3):377–392.

Smale, M., ed. 2005. *Valuing Crop Biodiversity: On- Farm Genetic Resources and Economic Change*. Wallingford, uk: cabi Publishing.

Steglich, M. and K. J. Peters. 2002. *Agro- Pastoralists' Trait Preferences in N'dama Cattle: Participatory Methods to Assess Breeding Objectives*. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19–23, 2002, Montpellier, France.

Swanson, T. 1997. *Global Action for Biodiversity*. London: Earthscan.

Tano, K., M. Faminow, M. Kamuanga, and B. Swallow. 2003. Using conjoint analysis to estimate farmers' preferences for cattle traits in West Africa. *Ecological Economics* 45(3):393–407.

Tisdell, C. 2003. Socioeconomic causes of loss of animal diversity genetic: Analysis and assessment. *Ecological Economics* 45(3):365–376.

UNEP (United Nations Environment Programme). 1995. *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge, uk: Cambridge University Press.

Waters- Bayer, A. and W. Bayer. 1994. *Planning with Pastoralists: PRA and More, a Review of Methods Focused on Africa*. Eschborn, Germany: gtz.

Weitzman, M. 1993. What to preserve? An application of diversity theory to crane conservation. *Quarterly Journal of Economics* February:157–183.

18 الأدوار البيئية والاقتصادية للتنوع الحيوي في النظم الزراعية–البيئية

م. سيروني، س. ليو، و ر. كوستانزا

M. CERONI, S. LIU, AND R. COSTANZA

مع انخفاض تنوع النظم البيئية نتيجة لتحويل وتكثيف الأراضي، ثمة قلق مشترك حول وظيفة هذه النظم وقدرتها على توفير دفق متواصل للخدمات المقدمة إلى المجتمعات البشرية (إيرليتش و ويلسون 1991). وجرى تحري التبعات البيئية الناجمة عن فقد التنوع الحيوي في وظيفة النظام البيئي لأكثر من عقد من الزمن، لكن لم يظهر الاهتمام بتبعات فقد التنوع الحيوي الزراعي في وظائف النظم الزراعية–البيئية سوى مؤخراً. وأدى التكثيف الزراعي إلى انخفاض واسع النطاق في التنوع الحيوي الزراعي المقاس عبر كثير من المستويات المختلفة، بدءً من الانخفاض في عدد من أصناف المحاصيل والحيوانات، مروراً بخفض تنوع مجتمع التربة، وانتهاءً بالانقراض المحلي في عدد أنواع الأعداء الطبيعية.

في كل مرة ينقرض فيها نوع ما، تفقد مسالك الطاقة والعناصر الغذائية مع تغير تال في كفاءة النظام البيئي وقدرة المجتمعات على الاستجابة إلى التقلبات البيئية. وتظهر النظم الزراعية البيئية ذات المحصول الوحيد مرونة منخفضة بشكل نمطي أمام اضطرابات كالجفاف والفيضانات وتفشي الآفات والأنواع الغازية، وحالات عدم الاستقرار المرتبطة بتقلبات السوق. بعدها أضحت مستلزمات الطاقة الكبيرة مطلوبة على شكل أسمدة، ومبيدات آفات، ومبيدات أعشاب، والري.

من المتوقع للزراعة المستدامة متعددة الوظائف، التي يمكن فيها الحصول على الإنتاج من زاوية وظائف وعمليات النظام البيئي، وذات التأثير المنخفض في نظم أخرى، أن تنتج إلى جانب الكتلة حيوية والألياف الصالحة للأكل مجموعة كاملة من خدمات النظام البيئي، من قبيل مكافحة انجراف التربة، وعزل الكربون، ودورة العناصر الغذائية، وحماية الحياة البرية، ومصادر المتعة الروحية والثقافية.

تشير وظيفة النظام البيئي إلى معدلات وقوة عمليات النظام البيئي، كالإنتاج الأولي، والتحلل، ودورة العناصر الغذائية. وتعتبر خدمات النظام البيئي وظائف تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر في رفاه الإنسان. ومع توافر قياسات راسخة لوظائف النظام البيئي، كمعدلات التمعدن وإنتاج المادة العضوية، إلا أنه من الصعوبة بمكان ترجمة قياسات خبراء البيئة إلى خدمات نظام بيئي. وعلى اعتبار أن خدمات النظام البيئي تمثل خصائص بشرية التمركز في النظم البيئية، إلا أن فكرة القيمة تعد جزءاً لا يتجزأ عن تعريفها. لهذا السبب نجد أن خدمات النظام البيئي غالباً ما تقاس من زاوية اقتصادية بدلاً من زاوية بيئية لدفق الطاقة والمواد (انظر كوستانزا وآخرين 1997). رغم أن الاقتصاد المحلي والعالمي يعتمد بشكل كبير على خدمات النظام البيئي، إلا أن هذه الخدمات عادة ما تتجاهلها الأسواق التجارية الأمر الذي لم يقم لها وزناً في القرارات السياساتية.

ويتضح هذا جيداً من خلال دراسة أجراها كوستانزا وزملاؤه (1997) حول القيمة الاقتصادية لخدمات النظام البيئي على المستوى العالمي، حيث قدرت الدراسة إجمالي القيمة الاقتصادية لخدمات النظام البيئي للعالم اعتماداً على تحديد القيمة الاقتصادية لخدمات النظام البيئي في كل من 16 مجتمعاً حيوياً (مجتمعات نباتية وحيوانية متكيفة جيداً مع مناطق مناخية مختلفة في الأرض كالصحاري أو أراضي الأعشاب، أو الغابات المعتدلة).

ووجد المؤلفون أن تقديرات الأنشطة الاقتصادية العالمية، من قبيل إجمالي الناتج القومي العالمي سنوياً، قد فشلت في مسؤوليتها عن الإسهام الاقتصادي في خدمات النظام البيئي من مختلف المجتمعات الحيوية. بينما قدر إجمالي الناتج القومي العالمي بحوالي 18 تريليون دولار أمريكي في العام، إلا أن القيمة الاقتصادية لخدمات النظام البيئي تراوحت بين 16 و54 تريليون دولار أمريكي في العام، بمعدل 33 تريليون دولار أمريكي في العام (وفق دولار عام 1994). ولم يفهم جيداً من هذه الدراسة إلى أي مدى تسهم النظم البيئية الزراعية المختلفة في إجمالي قيمة خدمات النظام البيئي. ويبدو أن أراضي المحاصيل، التي تعطي قيمة إجمالية تصل إلى 128 مليار دولار أمريكي سنوياً (0.38 %من إجمالي القيمة المقدرة)، تسهم بالقليل في الدفق العالمي لخدمات النظام البيئي غير إنتاج الأغذية (الجدول 18. 1). إلا أن هذه النتيجة هي بشكل أساسي حصيلة معلومات محدودة متوافرة في خدمات النظام البيئي داخل نظم إنتاج الأغذية وحصيلة افتراض بأن أراضي المحاصيل لا توفر موئلاً للحياة البرية، ولا تمثل مصدراً قيماً للترفيه. وعند إشراك نظم الأعشاب والمراعي الطبيعية، يفترض أن معظمها يخضع لمستويات مختلفة من الرعي لأغراض زراعية، حيث تقفز القيمة الإجمالية لخدمات النظام البيئي السنوية في الأراضي الزراعية إلى 1.03 تريليون دولار أمريكي (3.1 %من إجمالي القيمة المقدرة).

الجدول 18. 1 ملخص عن متوسط القيمة العالمية لخدمات النظام البيئي السنوية (بالدولار الأمريكي/هـ/العام)

البيئية الحيوية	المساحة (هـ 10^6 X)	نظم الغاز	نظم المناخ	نظم التوزيع	نظم المياه	توفير المياه	مكافحة الانجراف	تشكل التربة	دورة العناصر الغذائية	معالجة الفضلات	التلقيح	المكافحة الحيوية	المؤئل أو الملجأ	إنتاج الأغذية	المواد الأولية	المصادر الوراثية	ترفيهي ثقافي	القيمة الإجمالية في الهكتار*	القيمة الإجمالية للدفق العالمي**
بحرية	36,352																	577	20,949
محيط مفتوح	33.200	38							118		5		15	0			76	252	8,381
ساحلية	3,152		88						3,677		38	8	93	4		82	62	4,052	12,568
مصبات أنهار	180		567						21,100		78	131	521	25		381	29	22,832	4,110
أعشاب بحرية وطحالب	200								19,002					2				19,004	3,801
شعاب مرجانية	62		2,750							58	5	7	220	27		3,008	1	6,075	375
رصيف	2,660								1,431		39		68	2			70	1,610	4,283
أراضي	15,323																	804	12,319
غابات	4,855	141	2		2	3	96	10	361	87	2		43	138	16	66	2	969	4,706
مناطق استوائية	1,900	223	5		6	8	245	10	922	87			32	315	41	112	2	2,007	3,813
معتدلة والشمالية	2,955	88			0			10		87	4		50	25		36	2	302	894

أراضي أعشاب ومراعي طبيعية	3,898	7	0		3		29	1		87		25	23		67	0	2	323	906
أراضي رطبة	330	133	4,539	15	3,800					4,177				304	256	106	574	881	14,785	4,879
أهوار مديّة و مستنقعات مدية	165		1,839							6,696				169	466	162	658		9,990	1,648
مستنقعات وسهول فيضانية	165	265	7.240	30	7,600					1,659				439	47	49	491	1,761	19,580	3,231
بحيرات وأنهار	200			5,445	2,171					665					41		230		8,498	1,700
صحاري	1,925																			
تندرا	743																			
جليد وصخور	1,640																			
أراضي محاصيل	1,400											14	24		54				92	128
مدن	332																			
إجمالي	51,625	1,341	684	1,779	1,115	1,692	576	53	17,075	2,277	117	417	124	1,386	721	79	815	3,015	33,268

المصدر: مقتبس عن كوستانزا وآخين (1997)

ملاحظة: إجمالي الصفوف والأعمدة بالدولار الأمريكي ×10 9/العام. تشير الخلايا المظللة أن الخدمات غير موجودة أو مهملة. تشير الخلايا المفتوحة إلى الافتقار إلى المعلومات

* إجمالي القيمة للهكتار بالدولار/هـ/العام

** إجمالي قيمة الدفق العالمي دولار×10 9/العام

وتسهم أراضي المحاصيل والأعشاب والمراعي الطبيعية معاً بشكل رئيس في إنتاج الأغذية (336 مليار دولار)، يأتي بعدها المكافحة الحيوية (121 مليار دولار أمريكي) وخدمات التلقيح (117 مليار دولار أمريكي). أما الخدمات الرئيسة التي أسهم بها مكون الأعشاب والمراعي الطبيعية في الأراضي الزراعية فتتمثل في معالجة الفضلات (339 مليار دولار أمريكي)، ومكافحة الانجراف (113 مليار دولار أمريكي). ومع الأخذ بعين الاعتبار النطاق الواسع لهذه الدراسة والفئات الواسعة المستخدمة لتحديد المجتمعات الحيوية الرئيسة، فإن هذه الأرقام لا ترمز إلى دور الاستخدامات المختلفة للأراضي الزراعية (من قبيل زراعة القريدس، والزراعة المائية، والزراعة الحراجية)، الأمر الذي يقوض حتماً من إسهام النظم البيئية الزراعية في العالم.

لا يهم ما ستكون عليه الأرقام النهائية لإجمالي إسهام النظم الزراعية–البيئية في رفاه الإنسان، فالتنوع الزراعي هو ما يدعم خدمات النظام البيئي التي تعتمد عليها مجتمعاتنا. ومع ذلك، فإن تقدير الإسهامات الاقتصادية النوعية في التنوع الحيوي الزراعي والتنوع الحيوي بصورة عامة في قيمة خدمات النظام البيئي يمثل تحدياً هائلاً (انظر ترنر وآخرين 2003 وسمايل 2005).

وبغرض تحديد القيمة الاقتصادية للتنوع الحيوي، يمكن التمييز بين المصادر الحيوية والتنوع الحيوي (OECD 2002). إذ تشكل المصادر الحيوية عناصر للنظم البيئية، كالمورثات أو الأنواع، وتحمل أهمية مباشرة للاقتصاد البشري. ويعتبر التنوع الحيوي ذا قيمة للمجتمعات البشرية كمصدر لتنوع التفاعلات البيئية للأنواع، والتعايش الفسيولوجي، والترتيبات الهيكلية عبر المكان، والبنى الوراثية التي تحدد في نهاية المطاف وظيفة النظام البيئي.

أدرك مؤتمر التنوع الحيوي (CBD) أهمية تحديد القيمة الاقتصادية للتنوع الحيوي، حيث يعترف القرار رقم IV/10 للأطراف المشاركة في المؤتمر أن "تحديد القيمة الاقتصادية للتنوع الحيوي والمصادر الحيوية تشكل وسيلة مهمة للإجراءات التحفيزية المنتظمة والمستهدفة جيداً."

عملت معظم الدراسات التي أجريت على تحديد قيمة التنوع الحيوي على تقييم القيمة المباشرة للمصادر الحيوية (أي القيمة التي تحددها الأسواق التجارية) مع التركيز بصورة خاصة على النباتات أو المصادر الوراثية للمحاصيل والحيوانات أو الاستخدام المباشر لأنواع النباتات في المجال الطبي أو التزييني (للحصول على القيمة المباشرة للمصادر الوراثية في تحسين المحاصيل، انظر المراجعات لدى آلستون وآخرين 1998؛ إيفينسون وغولين 2003). وجرى تقييم القيم غير المرتبطة بالسوق للمصادر الوراثية في حالات قليلة جداً، بما فيها المصادر الوراثية الحيوانية (دروكر، الفصل 17)، والأحدث من ذلك مكونات

التنوع الحيوي الزراعي في الحدائق المنزلية (بيرول 2004؛ بيرول وآخرين 2004). وقد نشرت مؤخراً مجموعتا دراسات حول تحديد قيمة المصادر الوراثية للمحاصيل المحفوظة في البنوك (كوو وآخرون 2004)، والتنوع الحيوي لنباتات المحاصيل على مستوى المزارع (سمايل 2005؛ انظر الفصل 16)، حيث نفذت كلتا الدراستين باستخدام بيانات أولية.

لا توجد أية معلومة تقريباً حول القيمة الاقتصادية لمعظم مكونات التنوع الحيوي بالنسبة للمجتمعات البشرية، ولاسيما القيمة غير المباشرة لها. فالتنوع في الأنواع أو المجموعات الوظيفية في مجتمع بيئي على سبيل المثال يحمل قيمة لمجتمعنا إلى حد أنه يتعلق بتوفير الخدمات التي نستفيد منها، كدورة العناصر الغذائية، وإنتاج الكتلة الحيوية، واستقرار إنتاج الكتلة الحيوية. لكن إثبات عدم أهمية تنوع المجتمع هو في الواقع مسألة غاية في الصعوبة، والأصعب من ذلك تحديد قواعد بيئية عامة تناسب الغايات الواسعة من تحديد القيمة الاقتصادية. وفي هذا الفصل نورد نتائج من دراسات بيئية تجريبية عملت على قياس العلاقة بين التنوع ووظائف النظام البيئي (معظمها في النظم الزراعية) مع افتراض أن قياس وظائف النظام البيئي يوفر مؤشراً مفيداً لاتجاه وكثافة دفق خدمات النظام البيئي بدون ترجمتها مباشرة بالضرورة إلى خدمات نظام بيئي. ويقع تركيزنا بشكل رئيس على دور التنوع الحيوي (بدلاً من المصادر الحيوية). وإلى جانب توفير دليل من دراسات بيئية تجريبية، يتناول كل قسم كيف يمكن تطبيق المعرفة البيئية بالتنوع الحيوي الزراعي للتعريف بالقيمة الاقتصادية. لقد خضعت طرائق تقييم التنوع الحيوي وخدمات النظام البيئي إلى مراجعة واسعة مؤخراً (ويلسون 1988؛ أوريانز وآخرون. 1990؛ دروكر وآخرون 2001؛ نونيس وفان دين بيرغ 2001)، وعليه، فإن الاعتبارات المنهجية لا تعتبر جزءاً من مناقشتنا. نبدأ هذا الفصل باستعراض للمفاهيم والنتائج الرئيسة المتحصل عليها من مراجع التنوع الحيوي ووظيفة النظام البيئي على مدى عقد من الزمن. وبعدها نناقش علاقة التنوع الحيوي الزراعي باستقرار النظم الزراعية ومرونتها. ومن يتم تحري دور اختلاف الموائل لدعم أنواع برية، ويعقب ذلك قسم حول التنوع الحيوي الزراعي على نطاق المشهد الطبيعي. ونختتم بملاحظات حول الاحتياجات البحثية عند تقييم العلاقة ما بين التنوع الحيوي الزراعي وخدمات النظام البيئي، وتأثيرات دراسات تحديد القيمة الاقتصادية للتنوع الحيوي الزراعي.

تنوع المنتجين وإنتاج الكتلة الحيوية

خلال العقد المنصرم كانت معظم البحوث التجريبية التي أجريت على الروابط بين التنوع الحيوي ووظيفة النظام البيئي عبارة عن سلسلة من التجارب التي تتلاعب بتنوع أنواع

النباتات وغنى المجموعات الوظيفية في أراضي الأعشاب (نعيم وآخرون 1994؛ تيلمان وآخرون 1996، 2002؛ هيكتور وآخرون 1999) في البيئات المجهرية المائية المكروبية (راجعها بيتشي وآخرون 2002).

على اعتبار أن المطبوعات الحديثة تغطي بحوث وظائف التنوع الحيوي بشكل موسع (تشابين وآخرون 2000؛ لوريو وآخرون 2001، 2002؛ كينزيغ وآخرون 2002؛ انظر أيضاً الفصلين 9 و 10)، فإننا سنقوم بمراجعة موجزة للقضايا المحورية.

أكدت الدراسات التجريبية والنظرية في كثير من الحالات الارتباطات ما بين التنوع الحيوي ووظيفة النظام البيئي، إلا أن كثيراً من العلاقات، بدءاً من غير المهمة منها إلى المهمة، ومن الإيجابية إلى السلبية، قد حددت اعتماداً على نطاق التحري (نعيم 2001). ويمكن لعوامل كثيرة من قبيل خصوبة الموقع، واضطرابه، وحجم الموئل، والمناخ (واردل وآخرون، 1997)، ووجود أو غياب المجموعات الاغتذائية (مولدر وآخرون 1999؛ نعيم وآخرون 2000)، والتركيبة الوظيفية للأنواع (هوبر وفيتوسيك 1997؛ تيلمان وآخرون 1997أ) تحديد العلاقة بين التنوع الحيوي ووظيفة النظام البيئي.

خلصت عديد من الدراسات إلى وجود ارتباطات إيجابية معنوية بين الغنى بالأنواع وتراكم الكتلة الحيوية للنبات (بحسب مراجعة شميد وآخرين 2002). وكانت الآليات وراء هذه الارتباطات محط جدل دار حول فرضيتين رئيستين، رغم مناقشة التفسيرات البديلة (مراجعة لـ إيفينر وتشابين 2003). وأشار آرسن (1997)، وهيوستون (1997)، وتلمان وآخرون (1997ب) إلى أن الزيادة الملاحظة في الغالب في الإنتاجية الأولية داخل قطع أكثر تنوعاً قد تكون عكست تأثير أخذ العينات. ويملك المجتمع ذو العدد الأكبر من الأنواع احتمالاً أكبر لإدخال أنواع تتسم بصفات متفوقة. أما التفسير الآخر لتأثيرات التنوع في وظيفة النظام البيئي فيتمثل في التكامل في الموئل (نعيم وآخرون 1995؛ تيلمان وآخرون 1997أ). ويزيد التنوع الأكبر في الأنواع داخل مجتمع ما من مدى الصفات البيئية – وبالتالي يزيد من تنوع الموائل المتوافرة – مما يؤدي إلى استخدام أكثر كفاءة للموارد في بيئات متباينة. ويبدو مؤخراً أن هذا الجدل قد سوّي (لوريو وآخرون 2002؛ نعيم 2002). كما يظهر أن التتام في الموائل وتأثيرات العينات تلعب أدواراً مختلفة في مراحل مختلفة من إجراءات التجارب: في البداية لوحظت استجابة نمو سريع قد يكون متوافقاً مع آلية أخذ العينات، حيث تصل قطع التنوع الفضلى إلى إنتاجية تعادل تقريباً تلك التي تحققها أفضل زراعة لمحصول وحيد. وبعد عامين أو أكثر، تُظهر الاستجابة الأطول أجلاً أن القطع الأفضل تنوعاً تنتج غلالاً أعلى من أفضل زراعات المحصول الوحيد، وهو نمط يمكن تفسيره من خلال المنافسة البينوعية الناجمة عن التمايز في الموائل (باكالا وتيلمان 2002).

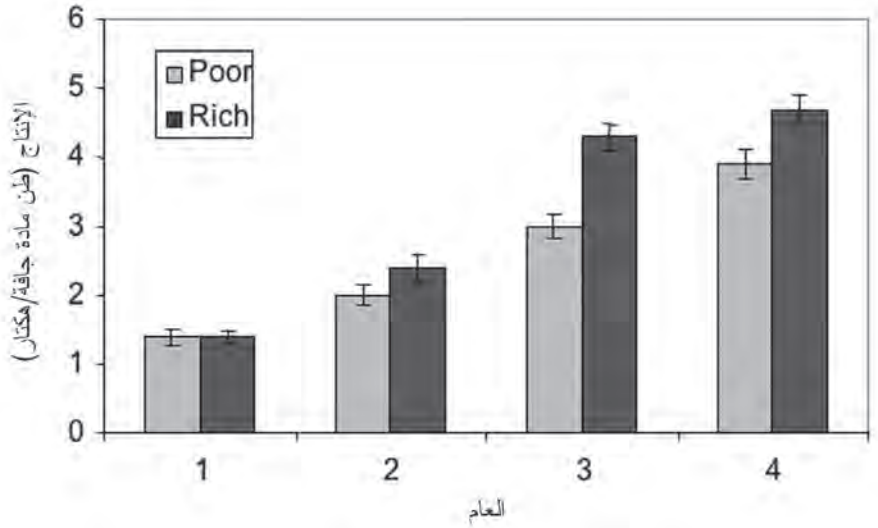
يبدو أن أحد الاستنتاجات العامة يظهر بين النتائج والتفسيرات المتباينة التي خلقها

عقد من البحوث حول التنوع ووظائفه، فدور الأنواع في وظائف عمليات التواصل التجريبية هذه قد يختلف بشكل واسع. وربما لا يمكن التخلي عن بعض الأنواع في صون وظيفة نظام بيئي، كما هي الحال بالنسبة للأنواع الأساسية (باين 1966)، أو مهندسات النظام البيئي (جونز وآخرون 1994؛ رايت وآخرون 2002). وقد تبدو بعض الأنواع الأخرى مكررة في وظائفها البيئية وقد تستبدل بسهولة بأنواع أخرى لا تتمتع بنتائج يمكن تقديرها لوظائف النظام البيئي وذلك إذا ما انقرضت محلياً (واكر 1992؛ غيتاي وآخرون. 1996؛ نعيم 1998).

وكما نوقش في الفصل العاشر، فإن إحدى معوقات دراسات وظيفة التنوع الحيوي هي أن هذه الدراسات قد نفذت في قطع صغيرة متحكم بها بعيدة عن محاكاة ظروف النظم البيئية الطبيعية أو حتى الخاضعة للإدارة. فمن الصعوبة بمكان على سبيل المثال استقراء نتائج هذا النوع من البحوث في النظم الزراعية، حيث يكون فيها عدد أنواع المحاصيل منخفضاً وتحكم فيها الدورات الزراعية الديناميكيات المؤقتة للنظام.

غيرت القلة القلية من التجارب الغنى بالأنواع في نظم زراعية بهدف تقييم تأثيراتها في إنتاج الكتلة الحيوية. وتظهر نتائج دراسة أجريت على حقول الدريس في جنوب بريطانيا أن استرداد الغنى بالأنواع في حقول كانت فقيرة سابقاً بالأنواع قد حمل تأثيراً إيجابياً في إنتاج الدريس. وتحدث بولوك وزملاؤه (2001) عن زيادة 60 %في الغلة في المعاملات الغنية بالأنواع في تجارب استعادة حقول الدريس في سبعة مواقع عبر جنوبي بريطانيا. وفي كل موقع جرى استخدام خليطين من البذور (فقيرة بالأنواع، ذات 6 ± 17 نوعاً، وغنية بالأنواع، ذات 25 ± 41 نوعاً) في تجربة قطع عشوائية. وكانت غلة الدريس أعلى في المعاملة الغنية بالأنواع بدءً من العام الثاني فصاعداً لتصل حتى 60 %(الشكل 18. 1). ولدى مقارنة المعاملتين في كافة المواقع، وجد ثمة علاقة خطية بسيطة بين الاختلاف في عدد الأنواع وكمية الزيادة في إنتاج الدريس. وكانت نوعية الأعلاف عينها في كلتا المعاملتين، وهذا ما يشير إلى أنه بوسع المزارعين زيادة الإنتاج العشبي عالي النوعية إلى الحد الأقصى في أراضي الأعشاب المزروعة مجدداً عن طريق زيادة التنوع الحيوي إلى المستوى الأعظم. وتعد نتائج هذه الدراسة مثيرة على نحو خاص إذا ما اعتقدنا بوجود فهم خاطئ سائد بين المزارعين بأن كل جهد لزيادة التنوع الحيوي يسفر عن إنتاج أدنى من الغذاء.

تمثلت السلبية الوحيدة التي ظهرت في هذه الدراسة في الكلفة الأكبر لخليط البذور عالي التنوع. وستكون الحاجة موجودة لزيادة الغلة بصورة أكبر لتعويض هذه التكاليف الإضافية. ويبدو أن الآليات البيئية وراء الأنماط الملحوظة هي حصيلة الاختلافات في عدد الأنواع بين قطع المعاملة وقطع الشاهد، إلا أن المؤلفين يحذرون أنه بسبب عدم تباين عدد وتركيبة الأنواع بشكل مستقل (كما حدث مع هيكتور وآخرين 1999)، فقد تكون الاختلافات التركيبية أيضاً قد أسهمت في اختلافات الغلة.



الشكل 18. 1. تأثيرات معاملة التنوع الحيوي في إنتاج الدريس خلال سنوات مختلفة (ويظهر المتوسط عبر القطع والمواقع ± SE 1). أعطت المعاملة الغنية بالأنواع غلة أعلى من المادة الجافة بدءاً من العام الثاني فصاعداً (مقتبس عن بولوك وآخرين 2001).

اعتبارات اقتصادية

في دراسة الحالة هذه، يعتبر الإسهام الاقتصادي للغنى بالأنواع في إنتاج الدريس مباشراً لتقييم الاختلاف بين نتائج الإنتاج وفق معاملتين مختلفتي الغنى بالأنواع. وقد تستخدم

عمليات تحديد القيمة من هذا النوع لتطوير حوافز للمزارعين لتحفيز تنوع نباتي أكبر في نظم حقول الدريس.

إلى ذلك وفي معظم الحالات فإن تقييم الإسهام الاقتصادي للغنى بأنواع المحاصيل في خدمات نظام بيئي آخر كدور الآزوت أو تنظيم ثنائي أكسيد الكربون ليس مباشراً مثل سابقه. وفي سيناريو الحالة الفضلى، وحتى مع افتراض أن الأضرار البيئية بين التنوع الحيوي الزراعي ووظائف النظام البيئي قد حددت بوضوح، فإن التقييمات الاقتصادية من النادر أن تصل إلى صلاحية تتجاوز نطاق الموقع الخاضع للدراسة.

تبذل محاولات لتقييم إسهامات نوعية بيئية واقتصادية للغنى بالأنواع في صافي الإنتاجية الأولية ودورة العناصر الغذائية والبيئات شبه الطبيعية على نطاق إقليمي اعتماداً على نماذج التحوف المتعددة (كوستانزا وآخرون. مادة غير منشورة).

تنوع المستهلكات والمفككات

ركزت معظم الدراسات على دور تنوع المنتجين الرئيسين في تقديم خدمات نظام بيئي أساسية. لكن لا يعرف سوى القليل جداً عن العوامل التي تؤثر في خدمات النظام البيئي التي تقدمها مستويات اغتذائية أعلى في شبكات الأغذية الطبيعية. وقد أظهرت دراسة أجريت مؤخراً على 19 شبكة غذائية لنباتات–عاشبات–أشباه طفيليات (مونتويا وآخرون 2003) أن الاختلافات في بنية الشبكة الغذائية والغنى بالعاشبات تؤثر في معدلات التطفل على العوائل، مما يحفز الخدمة التي تقدمها الأعداء الطبيعية. وتتمثل إحدى النتائج الرئيسة لهذه الدراسة في أن وظيفة بعض أشباه الطفيليات هي أفضل في شبكات الغذاء البسيطة منه في تلك المعقدة، مما يشير إلى أن الغنى بالأنواع بحد ذاته قد لا يكون عاملاً أساسياً في توفير خدمات أعلى مستوى للنظام البيئي لدى تحري مجتمعات أكثر تعقيداً ومتعددة الاغتذاء.

وتبعاً لما أشار إليه براون وآخرون (الفصل 9) فإن معظم الدلائل تشير إلى أنه لا توجد في التربة علاقة يمكن التنبؤ بها بين تنوع الأنواع والوظائف النوعية للتربة، مما يجعل من الصعوبة بمكان التنبؤ بنتائج انخفاض الغنى بالأنواع داخل التربة (ميلكولا وستيلي 1998). وفي كثير من الحالات، يبدو أن وظيفة النظام البيئي في التربة خاضع لصفات فردية تتسم بها أنواع مسيطرة ولتعقيد التفاعلات الحيوية التي تحدث بين مكونات الشبكات الغذائية في التربة (كراج وبارجيت 2001).

ارتبط التنوع الوظيفي الأعلى في المجتمعات المكروبية بكفاءة أعلى في استخدام الموارد. فعلى سبيل المثال تظهر دراسة أجريت لمدة 21 سنة تقارن بين النظم الزراعية الديناميكية الحيوية، والعضوية، والتقليدية في وسط أوروبا أن المجتمعات المكروبية الأكثر تنوعاً، والتي تماثل الترب الخاضعة لإدارة عضوية، حولت الكربون من حطام عضوي إلى كتلة حيوية بتكاليف طاقة منخفضة.

اعتبارات اقتصادية

في النظم التي يحدد فيها دور نوع فردي واحد معدل مجموعة من العمليات البيئية ودفق خدمة نظام بيئي معين، يمكن تحديد قيمة هذا النوع بشكل مستقل. إلا أنه من النادر أن تكون عليه الحال هكذا. فعادة ما تصعّب التفاعلات البيئية المعقدة من تصنيف دور أنواع محددة وتأثير التنوع بحد ذاته لدعم وظائف نظام بيئي معينة. لهذه الأسباب، عمل خبراء الاقتصاد البيئي على تقييم التنوع الحيوي بطريقة غير مباشرة من خلال تحديد قيمة الخدمات التي يدعمها التنوع الحيوي. فعلى سبيل المثال، يقدر واكر ويونغ (1986)

أن انجراف التربة كان مسؤولاً عن الخسائر في الإيرادات القادمة من الزراعة في منطقة بالوس، وشمالي إيداهو، وغربي واشنطن ضمن مجال تراوح بين 10 دولار أمريكي و 15 دولاراً أمريكياً في الهكتار. ويشكل هذا التقدير مؤشراً تراكمياً للوظائف البيئية المسؤولة عن التحكم بالانجراف في النظم الزراعية البيئية لتلك المنطقة المحددة.

التنوع والمرونة في النظم الزراعية البيئية

أجريت معظم الدراسات على التنوع الحيوي ووظيفة النظام البيئي في ظروف مستقرة. وتعتبر النظم الزراعية البيئية خاضعة بشكل نمطي إلى اضطرابات دورية متباينة الكثافة كنتيجة لممارسات زراعية ولأحداث لا يمكن التنبؤ بها كتفشي الآفات وموجات الجفاف. بين أن العلاقة بين التنوع ووظيفة النظام البيئي قد تتغير داخل بيئة متقلبة (انظر الفصلين 13 و14).

ثمة إجماع عام على أن الدور الرئيس للتنوع الحيوي من حيث خدمات النظام البيئي هو بمثابة تأمين ضد التغيرات البيئية (مثلاً هولينغ وآخرون. 1995؛ بيرينغز 1995). ويضمن العدد الأكبر من الأنواع المتشابهة وظيفياً أنه عندما تنقلب الظروف البيئية ضد أنواع سائدة فإن أنواع أخرى قد تحل مباشرة محلها للقيام بوظيفتها، وبذلك تحافظ على استقرار النظام البيئي (ياتشي ولوريو 1999)، وتعزز من إمكانية الاعتماد على هذا النظام (أي احتمال توفير نظام ما لمستوى ثابتاً من الأداء عبر وحدة زمنية معينة) (نعيم و لي 1997).

فعلى سبيل المثال، يعتبر تنوع الملقحات ضرورياً في نظم إنتاج الأغذية، لا بسبب اقتصار الطلع بشكل كبير على مجموعة بذور وثمار (برود 1994)، بل الأكثر أهمية من ذلك، لأن هذا التنوع يقف وجه المناحي الراهنة من اضطرابات الملقحات (نبهان وبوتشمان 1977؛ كريمن وريكتس 2000؛ كاين وتيبندينو 2001؛ انظر أيضاً الفصل 8). ووجد كيرمن وآخرون (2002) أن تنوع الملقحات كان عاملاً محدداً لاستمرارية خدمات التلقيح في مزارع تقليدية (مقابل مزارع عضوية) في كاليفورنيا بسبب التباين السنوي في تركيبة مجتمع الملقحات.

يبدو أن التكرار في المجتمعات المكروبية في التربة شائع جد وحاسم في الحفاظ على مرونة التربة أمام الاضطرابات (انظر الفصل 9). فعلى سبيل المثال، يُظهر التقليص التجريبي في التنوع الحيوي داخل التربة من خلال تقنيات التبخير أن الترب ذات التنوع الحيوي الأعلى أكثر مقاومة للإجهاد من تلك الترب ذات التنوع الحيوي الضعيف (غريفيس وآخرون 2000).

توفر الدراسات التي أجريت في مناطق متطرفة من العالم، كالوادي الجاف في القطب الجنوبي، حيث مجتمعات التربة أقل تنوعاً، مواقع فريدة للتجارب لمعرفة دور تعقيد شبكة الغذاء في وظيفة التربة. وتفتقر مجتمعات النيماتودا في هذه المنطقة، التي تضم ثلاثة أنواع كحد أقصى، إلى التكرار وهي حساسة بشكل خاص إلى التغير البيئي (فريكمان وفيرجينيا 1997).

يوفر التنوع الحيوي الزراعي على المستوى الوراثي أيضاً قيمة تأمينية ضد الظروف البيئية المتغيرة. وتقدم الفصول من الثاني إلى السادس دليلاً تجريبياً حول كيفية ضمان التنوع الوراثي القدرة على التكيف والتطور في نظم إنتاج الأغذية من خلال توفير مواد أولية لصفات وراثية مرغوبة في المحاصيل والحيوانات. وفي الفصل 15 يعرض جونز كيف يعتبر التنوع الزراعي والمعرفة المتجسدة في إدارته أساسياً لتنوع الوجبات الغذائية وصحة الإنسان.

يمكن للنظم البيئية القادرة على امتصاص درجة أعلى من الاضطرابات قبل أن تتغير وظيفتها بشكل معنوي (أي أنها أكثر مرونة بيئية، *sensu* هولينغ 1973) أن توفر خدمات نظام بيئي أكثر ثباتاً. وأثبتت زراعة خلائط أصناف ذات مستويات مختلفة من مقاومة الآفات أنها استراتيجية ناجحة لمحاربة ممرضات فطرية (انظر أيضاً الفصلين 11 و 12 و زهور وآخرين 2002).

تتحقق مرونة أكبر في زراعات محاصيل صناعية وحيدة من خلال استخدام مدخلات خارجية كالأسمدة الكيماوية، ومبيدات الآفات، والوقود الأحفوري. وكما أشير في الفصول 12، 13، 14، 16، و17، قد يوفر التنوع الحيوي الزراعي في نظم أقل كثافة حاجزاً أمام التقلبات البيئية غير المتنبأ بها وكذلك أمام تقلبات السوق. ودعا عديد من العلماء إلى الاعتراف بالرابطة الدائمة بين المرونة البيئية والاجتماعية في نظم خاضعة للإدارة (سكونز 1999؛ فولكي وآخرون 2003؛ مايلستاد وهاداتش 2003). في الواقع قد تكون النظم مرنة بيئياً لكنها سريعة التأثر اجتماعياً، أو قد تكون مرنة اجتماعياً لكنها متدهورة بيئياً (فولكي وآخرون 2003). وعليه، يمكن التفكير بالنظم الزراعية بناءً على ذلك كنظم اجتماعية–بيئية ذات سلوك يماثل نظم التكيف المعقدة والتي تديرها مكونات أساسية في هذا النظام (كونواي 1987). وفي الفصل 13 استخدم مصطلح "التنوع الزراعي" لربط التنوع الحيوي الزراعي، مع إدارة التنوع، والتنوع الفيزيائي–الحيوي ضمن تنوع تنظيمي. ولتحقيق المرونة أمام التقلبات الطبيعية وتقلبات السوق، يجب أن تتحمل النظم الزراعية–البيئية الاضطرابات، وتكون قادرة على إعادة التنظيم عقب الاضطرابات، وتملك إمكانية التعلم والتكيف في وجه التغيرات (واكر وآخرون 2002). ويقول مناصرو "تحالف المرونة" أن المرونة هي ما يمكن أن يخضع للإدارة ويجب أن يخضع لها "لمنع النظام من التحول إلى هيئات نظام غير مرغوبة في وجه إجهادات واضطرابات خارجية" و"للتغذية

وحفظ عناصر تمكن النظام من التجدد وإعادة تنظيم نفسه عقب تغير هائل" (واكر وآخرون 2002). يمكن لكل من المكونات البيئية والقدرات البشرية أن تلعب دوراً مهماً في إدارة المرونة. فعلى سبيل المثال، ثمة دور معترف به للقيمة التأمينية للتنوع الحيوي الزراعي في حماية مرونة النظام البيئي (هايوود 1995). علاوة على ذلك، تعد النظم الزراعية ذات المستويات المرتفعة من الأصول الاجتماعية والبشرية أكثر مرونة وأكثر قدرة على إدخال الابتكارات في وجه حالات انعدام الاستقرار (بريتي و وارد 2001).

اعتبارات اقتصادية

إن تحديد وقياس القيمة التأمينية للتنوع الحيوي هي أكبر من أن تكون مجرد ممارسة تافهة. فعلى سبيل المثال، ما هو الثمن الذي سيدفع مقابل المحافظة على المرونة في نظام معين؟ أحد الخيارات سيتمثل في النظر في كلفة صون نظام لا يتسم بالمرونة. وسيكون المقابل في هذه النظم الزراعية–البيئية معادلاً لكامل تكاليف صون الممارسات الزراعية المكثفة من خلال استخدام مدخلات خارجية، بما فيها تكاليف مبيدات الآفات والأسمدة الكيماوية. وكما أشير في وقت سابق من هذا الفصل، وفي الفصل الثامن أيضاً، فإن ثمة حاجة إلى تنوع الملقحات للمحافظة على مرونة نظم الإنتاج في وجه انخفاض عدد الملقحات. وقام ساوثويك وساوثويك (1992) بحساب مدى إمكانية أن تحل الملقحات البرية محل وظائف نحل العسل لكل 62 محصولاً في الولايات المتحدة، وذلك إذا ما انخفضت إلى درجة متوقعة بحسب نموذجها. وفي غياب التعويض من ملقحات برية، قدرت خسائر غلة الفصة بـ 70 %من إجمالي الإنتاج، وهو ما يعادل 315 مليون دولار أمريكي في العام.

إن صون أو تعزيز وظيفة التأمين التي تقوم بها هذه الأنواع وتنوع المورثات قد يكون على حساب وظائف أخرى ذات صلة برفاه الإنسان، كإنتاج الأغذية والألياف. فعلى سبيل المثال، قدر هيسي وآخرون (1997) الخسائر في الغلال المرتبطة بالتحول إلى برنامج أكثر تنوعاً وراثياً في أصناف القمح في باكستان بعشرات الملايين من الدولارات في العام. ووجد ويداوسكي وروزيلي (1998)، ودي فالكو وبيرينغس (2003)، ومينغ وآخرون (2003)، وسمايل وآخرون (1998) ارتباطات إيجابية وسلبية على السواء بين تنوع أصناف المحاصيل، وإنتاجية المحاصيل، وتباين الغلة، اعتماداً على سياق النظام المحصولي. بينما جرى تقييم القيمة التأمينية للتنوع الوراثي في نظم إنتاج الغذاء على الأقل في بعض الحالات (انظر الدراسات التي تقدر تكاليف برامج المحافظة على المصادر الوراثية التي راجعها دروكر وآخرون 2001)، إلا أنه لا توجد دراسات تتناول قيمة التأمين لبرنامج متنوع من الوظائف وصفات النمط المظهري التي توفرها أنواع المحاصيل، أو الكائنات

الحية في التربة، أو الأعداء الطبيعية. وتتعلق مصاعب تحديد القيمة التأمينية بالطبيعة غير الملموسة لهذه الخدمة وعدم القدرة على حساب الفوائد المستقبلية بشكل كافٍ. إضافة إلى ذلك، قد تتباين نتائج دراسة تحديد القيمة بحسب مستوى خطر الانهيار المدرك.

الموائل الزراعية وتنوع المشهد الطبيعية

تظهر شتى الدراسات أن تنوع المشهد الزراعي الطبيعي قد يقلص من خسائر الغلة الناجمة عن الآفات من خلال التأثير في عشائر الحشرات العاشبة والأعداء الطبيعية على حد سواء (انظر آندور 1991 للمراجعة). فعلى سبيل المثال، يمكن لعشائر خنافس carabid المفترسة الأكثر صحة أن توجد في نظم مزرعية أكثر اختلافاً (حيث يقاس التغاير وفق نسبة المحيط إلى المساحة) وفي نظم ذات تنوع أكبر بأنواع المحاصيل (أوستمان وآخرون 2001).

قد تكون التركيبة والترتيب المكاني لمحاصيل دائمة وحولية في المشهد الطبيعي الزراعي حاسمة للديناميكيات طويلة الأجل للمفترسات–العشائر (بوماركو 1998؛ ثيس وتشارنتكي 1999).

وفي حالات محددة، لا يبدو أن الزراعات المتعددة تقدم فائدة لعشائر الأعداء الطبيعية لدى مقارنتها بزراعات محصول وحيد (تونهاسكا وستينر 1991).

قد تعكس النتائج غير المتسقة في التجارب التي تغير من بنية المشهد الطبيعي والتنوع الخضري التباين المتعلق بالنطاق المكاني المختلف للقطع التجريبية للنباتات. ويُظهر تحليل لاحق للنتائج الموجودة في المراجع في هذا المجال خلال فترة 18 عاماً أن التغاير المكاني في التجارب التي نفذت في قطع صغيرة قد يحمل تأثيراً سلبياً كبيراً في العاشبات، وتظهر القطع متوسطة المساحة تأثيراً متوسطاً، أما تأثير القطع الأكبر فمهمل (بوماركو وبانكس 2003).

أضحى إيجاد أنماط عامة في العلاقة بين تنوع المشهد الطبيعي وتنوع الأنواع أكثر تعقيداً لدى تحري التنوع عبر أصانيف متعددة (تيوس وآخرون 2004 والمراجع فيه؛ انظر الفصلين 13 و14). وتعتمد العلاقة بشكل خاص على ثلاثة عوامل على الأقل: مجموعات الأنواع الخاضعة للدراسة، قياس تنوع المشهد الطبيعي، النطاقين الزماني والمكاني.

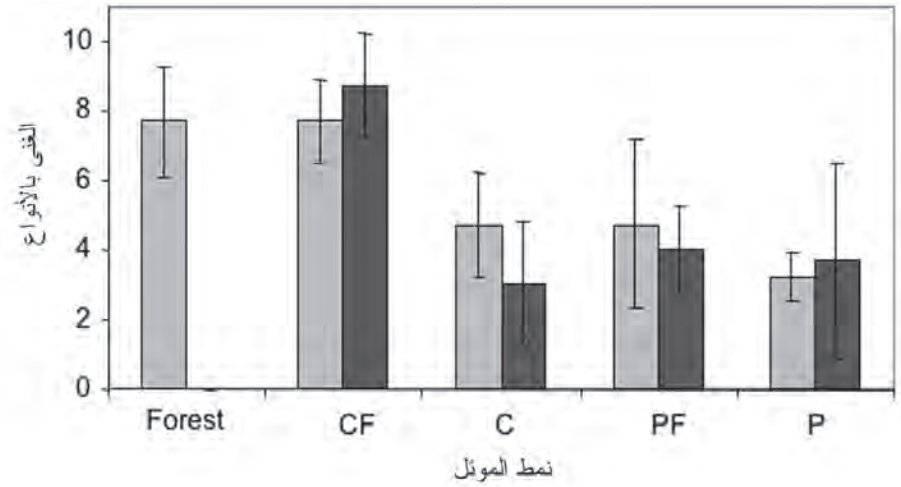
توفر المشاهد الطبيعية الزراعية الأكثر تنوعاً موائل مهمة لا للأعداء الطبيعية وحسب، بل للملقحات أيضاً، مما يعزز توفير خدمات التلقيح (انظر الفصل 8). وخلصت دراسة حول تأثير بنية المشهد الطبيعي الزراعي في النحل أن ثمة ارتباط إيجابي بين الغنى بالأنواع وتوافر النحل البري المنعزل مع نسبة من الموائل شبه الطبيعية، وهو ما يشكل مؤشراً على تنوع المشهد الطبيعي (ستيفان–ديونتر وآخرون 2002). واعتمد الارتباط على نطاق مكاني

ومجموعة الأنواع. فبينما استجاب النحل البري المنعزل على سبيل المثال إلى تعقيد المشهد الطبيعي على النطاقات الصغيرة، ارتبط نحل العسل بالصفات البنيوية للمشهد الطبيعي على النطاقات الواسعة فقط. وفي حالات أخرى، كان توافر موائل الرعي المناسبة أكثر أهمية من تغاير المشهد الطبيعي في تحديد الغنى بأنواع الملقحات (ستيفان–ديونتر 2003).

يمكن تعزيز الغنى بأنواع الطيور والثدييات من خلال تنوع المشهد الطبيعي الزراعي. وتقدم مراجعة حديثة (بينتون وآخرون 2003) دليلاً وافراً على أن التغاير في الموائل مهم للتنوع الحيوي في أراضي المزرعة بدءاً من حقول فردية وحتى كامل المشهد الطبيعي. فعلى سبيل المثال، ظهرت طيور آكلة للبذور بأعداد أكبر في المناطق الرعوية التي تحتوي على قطع صغيرة من الأراضي الصالحة للزراعة في مشهد طبيعي من الأراضي العشبية الصرفة (روبنسون وآخرون. 2001). وتعتمد بعض أنواع الطيور بشكل خاص على موائل مفتوحة توفرها نظم زراعية في إفريقيا (سودرستورم وآخرون 2003)، وكذلك في أوروبا (باين وبينكوسكي 1997)، وأمريكا الوسطى (دايلي وآخرون 2001).

قد تأوي القطع الزراعية الحراجية عدداً من الأنواع البرية يتساوى عددها مع تلك في قطع الغابات الأصلية أو يزيد عنها. ولم يجد ريكتس وآخرون (1001) على سبيل المثال اختلافاً معنوياً في وفرة وغنى أنواع العث بين الغابة والقطع الزراعية المزروعة بالبن كمحصول وحيد، والبن المزروع في الظل، والمراعي، والمزارع الخليطة. وتظهر مزارع البن ذات الزراعات المتعددة والمصممة لمحاكاة نظم طبيعية في حالات متنوعة غنى بالأنواع يعادل الغنى في قطع الغابات الطبيعية المجاورة أو يزيد عنه (الشكل 18. 2) (بيرفيكتو وآخرون 1997؛ دايلي وآخرون 2003). ويلاحظ وجود انخفاض في تنوع الأنواع داخل الغابات الزراعية كلما ابتعدنا عن قطع الغابات (ريكيتس وآخرون 2001؛ آرمبريتش وبيرفيكتو 2003)، وهذا رغم عدم اتساق هذه النتيجة عبر الدراسات المختلفة (مثل دايلي وآخرون 2003). وفي أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية، ورد أن مزارع البن المزروع في الظل والتي تشتمل على محاصيل بقولية، وأشجار مثمرة، وحطب، وأشجار علفية، تحتوي على أكثر من 100 نوع نباتي في الحقل وتوفر الدعم لـ 180 نوعاً من الطيور (ميتشون و دي فوريستا 1990؛ ألتيري 1991؛ ثروب 1997).

تلعب المساحات غير المزروعة (كحواجز مشاطئة، ومصدات الرياح، أو زراعة النباتات الحدودية)، والبور المحسن، والنباتات الخشبية دوراً مهماً في صون التنوع الحيوي للأعشاب، والحشرات، والفقاريات، والطيور (بينتون وآخرون 2003، والمراجع الواردة فيه؛ مكنيلي وشير 2003). وقد تعزز النباتات السياجية والخشبية، إلى جانب توفيرها لموائل للتنوع الحيوي البري، خدمات أخرى للنظام البيئي من قبيل استقرار التربة، والتحكم بانجراف التربة، وحجز الكربون.



الشكل 18. 2. الغنى بأنواع الثدييات وفق نمط الموئل وفئة المسافة عن قطع غابة موسعة (متوسط ± 1) SE. تمثل الأعمدة المظللة المواقع داخل الغابة أو بالقرب منها (<1 كم)؛ وتمثل الأعمدة السوداء مواقع بعيدة عن الغابة (5-7 كم). اختلف الغنى بالأنواع بشكل معنوي بين أنماط الموائل وليس وفقاً للمسافة عن الغابة الموسعة. لم تختلف بقايا الغابات الصغيرة المجاورة لمزارع البن (CF) عن الغابات الأكثر اتساعاً من حيث الغنى بالأنواع وكانت أغنى من مزارع البن (C)، والمراعي التي تجاور بقايا الغابات (PF)، والمراعي (P) (مقتبس عن دايلي وآخرين 2003).

اعتبارات اقتصادية

حالما يتم توثيق الرابطة القوية بين تنوع الموئل الزراعي وتنوع الأنواع البرية، يكون بالإمكان تقييم قيمة التنوع الحيوي الزراعي في حماية موئل الحياة البرية من خلال النفقات المرتبطة بالتمتع ببيئة أغنى من الناحية الحيوية. ومن ناحية أخرى، يمكن للتقييمات أن تشتمل على تكاليف حماية تنوع الموائل التي يوفرها التنوع الحيوي الزراعي. فعلى سبيل المثال، رغب المواطنون في هولندا بدفع ما بين 16 و45 جيلدر لكل أسرة في العام (أي ما يعادل 10.80 دولاراً أمريكياً و30.35 دولاراً أمريكياً وفق سعر الصرف لعام 2003) لتمويل ممارسات من شأنها تعزيز موائل الحياة البرية في منطقة المروج الهولندية (ورد في نونيس وفان دين بيرغ 2001).

أدوار ترفيهية وثقافية للتنوع الحيوي الزراعي

يمكن أن تزيد الاستخدامات المختلفة للأراضي الزراعية من جمال المشاهد، مع إحداث تأثيرات إيجابية في اقتصاد المجتمعات المحلية. إذ يُعرف على سبيل المثال أن الخصائص

الجمالية مرتبطة بالتغاير في المشهد الطبيعي (شتاين وآخرون 1999). وتستفيد كامل المجتمعات في منطقة توسكاني في إيطاليا من اقتصاد السياحة الريفية التي تعتمد على تنوع القطع الزراعية التي تتراوح من مزارع الكرمة، وحقول القمح، والمراعي، والبساتين، إلى بساتين أشجار الزيتون. وعلى نحو مماثل، تشكل مونتادو الواقعة في منطقة ألينتيجو جنوبي البرتغال، مشهداً طبيعياً زراعياً شديد التنوع، حيث يزرع فيها الفلين والبلوط الخوذي بكثافات مختلفة، إلى جانب دورات زراعية من محاصيل، وبور، ومراع، مما يعطها قيمة طبيعية، وجمالية، وترفيهية (بينتو–كوريا 2000). والمثال الثالث عن المنطقة الغنية زراعياً فيقع في محافظة بينار ديل ريو في كوبا، حيث تعتمد صناعة السياحة الزراعية على مواقع جذب سياحي طبيعي مختلفة تتداخل فيها الأراضي الزراعية، وحقول التبغ المدمجة فيها، وزراعات قصب السكر، والأشجار الثمرة لتشكل لوحة فسيفسائية (هوني 1999). ووضعت شتى البلدان الأوروبية والولايات في الولايات المتحدة سياسات للمحافظة على الصفة التقليدية للمشهد الطبيعي الزراعي. فسويسرا على سبيل المثال تدعم المزارعين في المناطق الجبلية لصون خليط من الغطاء الزراعي والطبيعي بسبب القيمة الترفيهية لهذه النظم المتغايرة (مكنيلي وشير 2003). وغالباً ما تقوم منظمات المحافظة كصندوق ائتمان الأراضي في الولايات المتحدة بشراء حقوق التنمية كطريقة لصون الصفة الريفية متعددة الاستخدامات التي تعرف أهميتها كمصدر للأنشطة الترفيهية والاستمتاع الثقافي.

يعتبر التنوع الحيوي الزراعي مصدراً جوهرياً للرفاه غير المادي المأخوذ عن تقاليد تغذوية، وتنوع الوجبات، ومعرفة طويلة (الفصل 15). وغالباً ما يمكن لتنوع النباتات والحيوانات في الزراعة على نطاق ضيق أن تخدم الغاية المتمثلة في الاستمتاع الشخصي أو تنفيذ تقاليد الأسرة أو القبيلة أو قد تفي بالاحتياجات الروحية. فعلى سبيل المثال، وفر تنوع النباتات المدجنة وسلالات الحيوانات في مختلف المناطق من العالم مواد أولية تستخدم في التعبير الفني في النسيج وحرف أخرى لعدة قرون. والمثال الآخر هو أن الحدائق المنزلية لا تزرع لإنتاج الغذاء وحسب، بل أيضاً لما تحمله هذه النباتات من قيمة تزيينية وجمالية (كومار وناير 2004).

اعتبارات اقتصادية

لم يجرَ تقييم شامل لقيمة تنوع المشهد الطبيعي الزراعي لأغراض ترفيهية. إلا أن ثمة مصادر بيانات وافرة حول النفقات الترفيهية في المناطق التي ذات الاستخدامات المتعددة للأراضي الزراعية (مثلاً فليشر وتسور 2000). من ناحية أخرى، يمكن تقييم قيمة تغاير المشهد الطبيعي الزراعي من خلال مسوحات لتقدير القيمة الاقتصادية التي يقدمها

الزائرون لصون المشهد الطبيعي. ووجد دراكر (1992) على سبيل المثال أن المواطنين السويديين رغبوا في دفع 130 دولاراً أمريكياً/هـ كل عام للمحافظة على الأراضي الزراعية كي لا تتحول إلى غابات، وهي قيمة فاقت قيمة الإيرادات من الإنتاج الزراعي في معظم مناطق السويد.

وبينما حدد خبراء البيئة قياسات وظائف النظام البيئي (كالكتلة الحيوية للإنتاجية الأولية أو معدلات التمعدن لدورة الآزوت)، إلا أنه لا توجد كميات متوافقة يمكن استخدامها كقياسات للوظيفة الاجتماعية ذات الصلة بالتنوع الزراعي. وفي كثير من المجتمعات الريفية، تقف القيمة الثقافية لأنواع نباتية معينة وراء أية فكرة تتعلق بالقياس المالي. وقد يقال جدلاً أنه لا يمكن قياس القيم المتأصلة لاستخدامات هذه النباتات. وفي مثل هذه الحالات قد تكون عمليات تحديد القيمة المالية لخدمات التنوع الحيوي غير مناسبة. ولهذه الأنواع من الإسهامات يجب تطوير طرائق بديلة لتحديد القيمة بحيث تكون ذات صلة بالسياسات وصناعة القرار. وتتمثل الخطوة الأولى في هذا الاتجاه بدراسة أجريت مؤخراً لتقييم القيمة التاريخية والثقافية لتنوع الحيوانات في إيطاليا (جانديني وفيلا 2003). وعمل المؤلفون على إجراء تقييم نوعي لتسع سلالات أبقار محلية من حيث قيمتها الشعبية، والطهي، والحرف اليدوية، والمحافظة على التقاليد المحلية.

الاستنتاج

تعتبر الخدمات التي يوفرها التنوع الحيوي الزراعي جوهرية في أداء نظم دعم الأغذية. إذ تسهم هذه الخدمات في رفاه الإنسان، بشكل مباشر وغير مباشر، وبذلك تمثل جزءاً من إجمالي القيمة الاقتصادية على كوكبنا.

ثمة اتفاق عام على أن إدارة التنوع الحيوي الزراعي قد تفتح الطريق لزيادة إنتاج الأغذية مع إحداث تأثير إيجابي في خدمات نظم بيئية أخرى. ومن المتوقع أن تنتج الزراعة المستدامة متعددة الوظائف المزيد من خدمات النظم البيئية، إلا أن مدى هذه الإسهامات وحجم قيمتها الاقتصادية لم يحدد بعد.

غالباً ما يتم إغفال النتائج الإيجابية لدراسات النظم الزراعية متعددة الوظائف لأنه عادة ما يتم الحصول على هذه النتائج على نطاق ضيق، إلى جانب صعوبة توثيقها. ومع ذلك، فإن الزراعة على نطاق ضيق هي الشكل السائد من الزراعة في كثير من مناطق العالم، ويتوقع أن تبقى هكذا في مناطق هامشية قد يكون فيها الاستثمار ضئيلاً في التقانات الزراعية الجديدة (وود وآخرون 2000). ومن المحتمل أن يكون تحديد نماذج تجارب بديلة حاسماً إذا ما أردنا الحصول على فهم أكثر شمولية للعلاقة ما بين التنوع الحيوي الزراعي

ووظائف النظام البيئي والخدمات. فعلى سبيل المثال، يفهم جيداً أن التجارب الزراعية على نطاق ضيق (التي تشمل مئة من صغار المزارعين) قد تحدث فقط كنتيجة لوجود إرادة سياسية قوية، حيث تكون الفوائد الاقتصادية المتوقعة للمزارعين المشاركين فيها واضحة، كما هي الحال بالنسبة لاستخدام أصناف أرز خليطة في محافظة يونان في الصين (زهو وزملاؤه، الفصل 12).

بيد أن الفوائد التي تعود على صغار المزارعين الذين يجربون أو يتبنون ممارسات جديدة لصون التنوع الحيوي الزراعي في أراضيهم قد لا تكون متوافرة أو واضحة مباشرة. وهذا ينطبق على قيم التنوع الحيوي الزراعي التي لا يمكن تعقبها مباشرة في الأسواق (الفصل 16). وتشتمل هذه على قيم تأمين ضد المخاطر والتقلبات، وقيمة دعم خدمات النظم البيئية ذات الصلة، والوظائف الثقافية والجمالية. ويعتبر التقييم الكامل لهذه القيم (الذي يشتمل على تقييمات مالية وكذلك بيئية) أساسياً لتشجيع صناع القرار على الاستثمار في برامج حماية التنوع الحيوي الزراعي وصونه بشكل فاعل. وعلى نحو خاص، فإن عمليات تحديد القيمة الاقتصادية لفوائد التنوع الحيوي الزراعي غير المرتبطة بالأسواق قد تستخدم لتحديد حوافز للمزارعين لتبني طرائق زراعية مبتكرة قد تكون مفيدة للتنوع الحيوي الزراعي إلا أنها قد لا تكون مجدية اقتصادياً.

وبصورة عامة، فإن الطرائق الراهنة لتحديد القيمة يجب أن تدعم بفهم أفضل للعلاقات ما بين التنوع الحيوي الزراعي ووظائف النظام البيئي، وبتحديد الوظائف التي لا يمكن تبديلها.

تعمل التطورات الأخيرة في مجال تحديد قيمة خدمات النظام البيئي على إظهار التمثيل المكاني لبيانات تحديد القيمة المعتمد على نظام المعلومات الجغرافية كوسيلة تصوير قيّمة لتسهيل وضع الخطط الإدارية وتحديد مناطق مستهدفة لحفظ التنوع الحيوي. ففي دراسة دعت إليها جمعية آودوبون في ماساتشوستس على سبيل المثال، استطاع الباحثان م. ويلسون و أ. تروي تصور القيم غير المرتبطة بالسوق لخدمات النظام البيئي على مستوى مسقط المياه (برونيغ 2003).

وإلى الآن فإن دراسات تحديد القيمة التي أجريت على نطاق إقليمي لا تفرق بين الاستخدامات المتعددة للأراضي الزراعية، الأمر الذي يجعل من الصعوبة بمكان تقدير القيمة الاقتصادية لخدمات النظام البيئي المقدمة من نظم بيئية زراعية على النطاق الأوسع.

وعند استخدام دراسات تحديد القيمة الاقتصادية للتنوع الحيوي الزراعي لإغناء السياسات وتعديلها، يجب اعتبارها تقديرات تحليلية، قادرة على تميز حالات التقلب في الإسهامات الفعلية للتنوع على شتى مستويات التنظيم البيئي.

References

Aarssen, L. W. 1997. High productivity in grassland ecosystems: Effected by species diversity or productive species? Oikos 80:183–184.

Alston, J. M., G. W. Norton, and P. G. Pardey. 1998. Science Under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting. Wallingford, uk: cab International.

Altieri, M. A. 1991. How best can we use biodiversity in agroecosystems? Outlook on Agriculture 20:15–23.

Andow, D. A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. Annual Review of Entomology 36:561–586.

Armbrecht, I. and I. Perfecto. 2003. Litter- twig dwelling ant species richness and predation potential within a forest fragment and neighboring coffee plantations of contrasting habitat quality in Mexico. Agriculture, Ecosystems and Environment 97:107–115.

Benton, T. G., J. A. Vickery, and J. D. Wilson. 2003. Farmland biodiversity: Is habitat heterogeneity the key? Trends in Ecology and Evolution 18:182–188.

Birol, E. 2004. Valuing Agricultural Biodiversity on Home Gardens in Hungary: An Application of Stated and Revealed Preference Methods. PhD thesis, University College London, University of London.

Birol, E., M. Smale, and Á. Gyovai. 2004. Agri- environmental Policies in a Transitional Economy: The Value of Agricultural Biodiversity in Hungarian Home Gardens. Environment and Production Technology Division Discussion Paper No. 117. Washington, dc: International Food Policy Research Institute.

Bommarco, R. 1998. Reproduction and energy reserves of a predatory carabid beetle relative to agroecosystem complexity. Ecological Applications 8:846–853.

Bommarco, R. and J. E. Banks. 2003. Scale as modifi er in vegetation diversity experiments: Effects on herbivores and predators. Oikos 102:440–448.

Breunig, K. 2003. Losing Ground: At What Cost? Changes in Land Uses and Their Impact on Habitat, Biodiversity, and Ecosystem Ser vices in Massachusetts. Lincoln: Massachusetts Audubon Summary Report.

Bullock, J. M., R. F. Pywell, M. J. W. Burke, and K. J. Walker. 2001. Restoration of biodiversity enhances agricultural production. Ecology Letters 4:185–189.

Burd, M. 1994. Bateman's principle and plant reproduction: The role of pollen limitation in fruit and seed set. Botanical Review 60:81–109.

Cane, J. H. and V. J. Tepedino. 2001. Causes and extent of declines among native North American invertebrate pollinators: Detection, evidence, and consequences. Conservation Ecology 5:1. Available at www.consecol.org/vol5/iss1/art1.

Chapin, F. S. III, E. S. Zavaleta, V. T. Eviner, R. L. Naylor, P. M. Vitousek, H. L.

Reynolds, D. U. Hooper, S. Lavorel, O. E. Sala, S. E. Hobbie, M. C. Mack, and S. Diaz. 2000. Consequences of changing biodiversity. Nature 405:234–242.

Conway, G. 1987. The properties of agroecosystems. Agricultural Systems 24:95–117.

Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, S. Naeem, K. Limburg, J. Paruelo, R. V. O'Neill, R. Raskin, P. Sutton, and M. Van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem ser vices and natural capital. Nature 387:253–260.

Cragg, R. G. and R. D. Bardgett. 2001. How changes in soil faunal diversity and composition within a trophic group infl uence decomposition pro cesses. Soil Biology and Biochemistry 33:2073–2081.

Daily, G. C., G. Ceballos, J. Pacheco, G. Suzan, and A. Sanchez- Azofeifa. 2003. Countryside biogeography of neotropical mammals: Conservation opportunities in agricultural landscapes of Costa Rica. Conservation Biology 17:1814–1826.

Daily, G. C., P. E. Ehrlich, and G. A. Sanchez- Azofeifa. 2001. Countryside biogeography: Use of human- dominated habitats by the avifauna of southern Costa Rica. Ecological Applications 11:1–13.

Di Falco, S. and C. Perrings. 2003. Crop genetic diversity, productivity and stability of agroecosystems. A theoretical and empirical investigation. Scottish Journal of Po liti cal Economy 50:207–216.

Drake, L. 1992. The non- market value of the Swedish agricultural landscape. Europe an Review of Agricultural Economics 19:351–364.

Drucker, A., V. Gomez, and S. Anderson. 2001. The economic valuation of farm animal genetic resources: A survey of available methods. Ecological Economics 36:1–18.

Ehrlich, P. R. and E. O. Wilson. 1991. Biodiversity studies: Science and policy. Science 253:758–762.

Evenson, R. E. and D. Gollin. 2003. Assessing the impact of the Green Revolution, 1960 to 2000. Science 300:758–762.

Eviner, V. T. and F. S. Chapin III. 2003. Biogeochemical interactions and biodiversity. In J. M. Melillo, C. B. Field, and B. Moldan, eds., Interactions of the Major Biogeochemical Cycles. Global Change and Human Impacts, 151–173. Washington, dc: Island Press.

Fleischer, A. and Y. Tsur. 2000. Measuring the recreational value of agricultural landscape. Eu ro pe an Review of Agricultural Economics 27:385–398.

Folke, C., J. Colding, and F. Berkes. 2003. Synthesis: Building resilience and adaptive capacity in social- ecological systems. In F. Berkes, J. Colding, and C. Folke, eds., Navigating Social- Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and

Change, 352–387. Cambridge, uk: Cambridge University Press.
Freckman, D. W. and R. A. Virginia. 1997. Low- diversity Antarctic soil nematode communities: Distribution and response to disturbance. Ecology 78:363–369.
Gandini, G. C. and E. Villa. 2003. Analysis of the cultural value of local livestock breeds: A methodology. Journal of Animal Breeding and Genetics 120:1–11.
Gitay, H., J. B. Wilson, and W. G. Lee. 1996. Species redundancy: A redundant concept? Journal of Ecology 84:121–124.
Griffi ths, B. S., K. Ritz, R. D. Bardgett, R. Cook, S. Christensen, F. Ekelund, S. J. Sorensen, E. Baath, J. Bloem, P. C. de Ruiter, J. Dolfi ng, and B. Nicolardot. 2000. Ecosystem response of pasture soil communities to fumigation- induced microbial diversity reductions: An examination of the biodiversity–ecosystem function relationship. Oikos 90:279–294.
Hector, A., B. Schmid, C. Beierkuhnlein, M. C. Caldiera, M. Diemer, P. G. Dimitrakopoulos, J. A. Finn, H. Freitas, P. S. Giller, J. Good, R. Harris, P. Higberg, K. Huss- Danell, J. Joshi, A. Jumpponen, C. Korner, P. W. Leadly, M. Loreau, A. Minns, C. P. H. Mulder, G. O. O'Donovan, S. J. Otway, J. S. Pereira, A. Prinz, D. J. Read, M. Scherer- Lorenzen, E.- D. Schulze, A.- S. Siamantziouras, D. E. M. Spehn, A. C. Terry, A. Y. Troumbis, F. I. Woodward, S. Yachi, and J. H. Lawton. 1999. Plant diversity and productivity experiments in European grasslands. Science 286:1123–1127.
Heisey, P., M. Smale, D. Byerlee, and E. Souza. 1997. Wheat rusts and the cost of genetic diversity in the Punjab of Pakistan. American Journal of Agricultural Economics 79:727–737.
Heywood, V. H. 1995. Global Biodiversity Assessment. United Nations Environmental Programme (unep). Cambridge, uk: Cambridge University Press.
Holling, C. S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. Annual Review of Ecology and Systematics 4:1–23.
Holling, C. S., D. S. Schindler, B. W. Walker, and J. Roughgarden. 1995. Biodiversity in the functioning of ecosystems: An ecological synthesis. In C. Perrings, K.- G. Mäler, C. Folke, C. S. Holling, and B.- O. Jansson, eds., Biodiversity Loss: Economic and Ecological Issues, 44–83. Cambridge, uk: Cambridge University Press.
Honey, M. 1999. Ecotourism and Sustainable Development: Who Owns the Paradise? Washington, dc: Island Press.
Hooper, D. U. and P. M. Vitousek. 1997. The effects of plant composition and diversity on ecosystem pro cesses. Science 277:1302–1305.
Huston, M. A. 1997. Hidden treatments in ecological experiments: Re- evaluating the ecosystem function of biodiversity. Oecologia 110:449–460.

Jones, C. G., J. H. Lawton, and M. Shachak. 1994. Organisms as ecosystem engineers. Oikos 69:373–386.

Kinzig, A. P., D. Pimentel, and D. Tilman, eds. 2002. The Functional Consequences of Biodiversity. Empirical Progress and Theoretical Extensions. Princeton, nj: Princeton University Press.

Koo, B., P. G. Pardey, and B. D. Wright. 2004. Saving Seeds: The Economics of Conserving Crop Genetic Resources Ex Situ in the Future Harvest Centres of the CGIAR. Wallingford, uk: cabi Publishing.

Kremen, C. and T. Ricketts. 2000. Global perspectives on pollination disruptions. Conservation Biology 14:1226–1228.

Kremen, C., N. M. Williams, and R. W. Thorp. 2002. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensifi cation. Proceedings of the National Academy of Sciences 99:16812–16816.

Kumar, B. M. and P. K. R. Nair. 2004. The enigma of tropical homegardens. Agroforestry Systems 61:135–152.

Loreau, M., S. Naeem, and P. Inchausti, eds. 2002. Biodiversity and Ecosystem Functioning: Synthesis and Perspectives. Oxford, uk: Oxford University Press.

Loreau, M., S. Naeem, P. Inchausti, J. Bengtsson, J. P. Grime, A. Hector, D. U. Hooper, M. A. Huston, D. Raffaelli, B. Schmid, D. Tilman, and D. A. Wardle. 2001. Ecology—Biodiversity and ecosystem functioning: Current knowledge and future challenges. Science 294:804–808.

Mäder, P., A. Fließbach, D. Dubois, L. Gunst, P. Fried, and U. Niggli. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. Science 296:1694–1697.

McNeely, J. A. and S. J. Scherr. 2003. Ecoagriculture: Strategies to Feed the World and Save Biodiversity. Washington, dc: Island Press.

Meng, E. C. H., M. Smale, S. Rozelle, H. Ruifa, and J. Huang. 2003. Wheat genetic diversity in China: Mea sure ment and cost. In S. Rozelle and D. A. Sumner, eds., Agricultural Trade and Policy in China: Issues, Analysis and Implications. Burlington, vt: Ashgate.

Michon, G. and H. de Foresta. 1990. Complex agroforestry systems and the conservation of biological diversity. Agroforests in Indonesia: The link between two worlds. In Proceedings of the International Conference on Tropical Biodiversity, Kuala Lumpur, Malaysia. Kuala Lumpur: United Selangor Press.

Mikola, J. and H. Setälä. 1998. No evidence of trophic cascades in experimental microbial- based soil food web. Ecology 79:153–164.

Milestad, R. and S. Hadatsch. 2003. Organic farming and social- ecological resilience: The alpine valleys of Sölktäler, Austria. Conservation Ecology 8:3. Available at www.consecol.org/vol8/iss1/art3.

Montoya, J. M., M. A. Rodriguez, and B. A. Hawkins. 2003. Food web complexity and higher- level ecosystem ser vices. Ecology Letters 6:587–593.

Mulder, C. P. H., J. Koricheva, K. Huss- Danell, P. Högberg, and J. Joshi. 1999. Insects affect relationships between plant species richness and ecosystem pro cesses. Ecology Letters 2:237–246.

Nabhan, G. P. and S. Buchmann. 1997. Ser vices provided by pollinators. In G. C. Daily, ed., Nature's Ser vices. Societal Dependence on Natural Ecosystems, 133–150. Washington, dc: Island Press.

Naeem, S. 1998. Species redundancy and ecosystem reliability. Conservation Biology 12:39–45.

Naeem, S. 2001. Experimental validity and ecological scale as tools for evaluating research programs. In R. H. Gardner, W. M. Kemp, V. S. Kennedy, and J. E. Petersen, eds., Scaling Relationships in Experimental Ecology, 223–250. New York: Columbia University Press.

Naeem, S. 2002. Ecosystem consequences of biodiversity loss: The evolution of a paradigm. Ecology 83: 1537–1552.

Naeem, S. and S. Li. 1997. Biodiversity enhances ecosystem reliability. Nature 390:507–509.

Naeem, S., D. Hahn, and G. Shuurman. 2000. Producer–decomposer codependency modulates biodiversity effects. Nature 403:762–764.

Naeem, S., L. J. Thompson, S. P. Lawler, J. H. Lawton, and R. M. Woodfin. 1994. Declining biodiversity can alter the per for mance of ecosystems. Nature 368:734–737.

Naeem, S., L. J. Thompson, S. P. Lawler, J. H. Lawton, and R. M. Woodfin. 1995. Empirical evidence that declining species diversity may alter the per for mance of terrestrial ecosystems. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences 347:249–262.

Nunes, P. A. L. D. and J. C. J. M. van den Bergh. 2001. Economic valuation of biodiversity: Sense or nonsense? Ecological Economics 39:203–222.

OECD (Or ga ni za tion for Economic Cooperation and Development). 2002. Handbook of Biodiversity Valuation. A Guide for Policy Makers. Paris: oecd.

Orians, G. H., G. M. Brown, W. E. Kunin, and J. E. Swierzbinski, eds. 1990. Preservation and Valuation of Biological Resources, 203–226. Seattle: University of Washington Press.

Ostman. O., B. Ekbom, J. Bengtsson, and A. C. Weibull. 2001. Landscape complexity and farming practice infl uence the condition of polyphagous carabid beetles. Ecological Applications 11:480–488.

Pacala, S. W. and D. Tilman. 2002. The transition from sampling to complementarity.

In A. P. Kinzig, D. Pimentel, and D. Tilman, eds., The Functional Consequences of Biodiversity. Empirical Progress and Theoretical Extensions, 151–166. Princeton, nj: Princeton University Press.

Pain, D. J. and M. W. Pienkowski. 1997. Farming and Birds in Eu rope: The Common Agricultural Policy and Its Implications for Bird Conservation. Cambridge, uk: Academic Press.

Paine, R. T. 1966. Food web complexity and species diversity. American Naturalist 100:65–75.

Perfecto, I., J. Vandermeer, P. Hanson, and V. Cartin. 1997. Arthropod biodiversity loss and the transformation of a tropical agro- ecosystem. Biodiversity and Conservation 6:935–945.

Perrings, C. 1995. Biodiversity conservation as insurance. In T. Swanson, ed., Economics and Ecology of Biodiversity Decline, 69–77. Cambridge, uk: Cambridge University Press.

Petchey, O. L., P. J. Morin, F. D. Hulot, M. Loreau, J. McGrady- Steed, and S. Naeem. 2002. Contributions of aquatic model systems to our understanding of biodiversity and ecosystem functioning. In M. Loreau, S. Naeem, and P. Inchausti, eds., Biodiversity and Ecosystem Functioning: Synthesis and Perspectives, 127–138. Oxford, uk: Oxford University Press.

Pinto- Correia, T. 2000. Future development in Portuguese rural areas: How to manage agricultural support for landscape conservation? Landscape and Urban Planning 50:95–106.

Pretty, J. and H. Ward. 2001. Social capital and the environment. World Development 29:209–227.

Ricketts, T. H., G. C. Daily, P. R. Ehrlich, and J. P. Fay. 2001. Countryside biogeography of moths in a fragmented landscape: Biodiversity in native and agricultural habitats. Conservation Biology 15:378–388.

Robinson, R. A., J. D. Wilson, and H. Q. P. Crick. 2001. The importance of arable habitat for farmland birds in grassland landscapes. Journal of Applied Ecology 38:1059–1069.

Schmid, B., J. Joshi, and F. Schläpfer. 2002. Empirical evidence for biodiversity–ecosystem functioning relationships. In A. P. Kinzig, S. W. Pacala, and D. Tilman, eds., Functional Consequences of Biodiversity. Empirical Progress and Theoretical Extensions, 120–150. Princeton, nj: Princeton University Press.

Scoones, I. 1999. New ecology and the social sciences: What prospects for a fruitful engagement? Annual Review of Anthropology 28:479–507.

Smale, M., ed. 2005. Valuing Crop Biodiversity: On- Farm Genetic Resources and Economic Change. Wallingford, uk: cabi Publishing.

Smale, M., J. Hartell, P. W. Heisey, and B. Senauer. 1998. The contribution of genetic resources and diversity to wheat production in the Punjab of Pakistan. American Journal of Agricultural Economics 80:482–493.

Söderström, B., S. Kiema, and R. S. Reid. 2003. Intensifi ed agricultural land- use and bird conservation in Burkina Faso. Agriculture, Ecosystems and Environment 99:113–124.

Southwick, E. E., and L. Southwick. 1992. Estimating the economic value of honeybees (Hymenoptera, Apidae) as agricultural pollinators in the United States. Journal of Economic Entomology 85:621–633.

Steffan- Dewenter, I. 2003. Importance of habitat area and landscape context for species richness of bees and wasps in fragmented orchard meadows. Conservation Biology 17:1036–1044.

Steffan- Dewenter, I., U. Munzenberg, C. Burger, C. Thies, and T. Tscharntke. 2002. Scale- dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. Ecology 83:1421–1432.

Stein, T. V., D. H. Anderson, and T. Kelly. 1999. Using stakeholders' values to apply ecosystem management in an upper midwest landscape. Environmental Management 24:399–413.

Tews, J., U. Brose, V. Grimm, K. Tielborger, M. C. Wichmann, M. Schwager, and F. Jeltsch. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: The importance of keystone structures. Journal of Biogeography 31:79–92.

Thies, C. and T. Tscharntke. 1999. Landscape structure and biological control in agroecosystems. Science 285:893–895.

Thrupp, L. A. 1997. Linking Biodiversity and Agriculture: Challenges and Opportunities for Sustainable Food Security. Washington, dc: World Resources Institute.

Tilman, D., J. Knops, D. Wedin, and P. Reich. 1997a. The infl uence of functional diversity and composition on ecosystem pro cesses. Science 277:1300–1302.

Tilman, D., J. Knops, D. Wedin, and P. Reich. 2002. Experimental and observational studies of diversity, productivity, and stability. In A. P. Kinzig, D. Pimentel, and D. Tilman, eds., The Functional Consequences of Biodiversity. Empirical Progress and Theoretical Extensions, 42–70. Princeton, nj: Princeton University Press.

Tilman, D., C. L. Lehman, and K. T. Thompson. 1997b. Plant diversity and ecosystem productivity: Theoretical considerations. Proceedings of the National Academy of Science 94:1857–1861.

Tilman, D., D. Wedin, and J. Knops. 1996. Productivity and sustainability infl uenced by biodiversity in grassland ecosystems. Nature 379:718–720.

Tonhasca, A. and B. R. Stinner. 1991. Effects of strip intercropping and no- tillage on some pests and benefi cial invertebrates of corn in Ohio. Environmental Entomology 20:1251–1258.

Turner R. K., J. Paavola, P. Cooper, S. Farber, V. Jessamy, and S. Georgiou. 2003. Valuing nature: Lessons learned and future research directions. Ecological Economics 46:493–510.

Walker, B. H. 1992. Biological diversity and ecological redundancy. Conservation Biology 6:18–23.

Walker, B., S. Carpenter, A. Anderies, N. Abel, C. Cumming, M. Janssen, L. Lebel, J. Norberg, G. D. Peterson, and R. Pritchard. 2002. Resilience management in social- ecological systems: A working hypothesis for a participatory approach. Conservation Ecology 6:14. Available at www.consecol.org/vol6/iss1/art14.

Walker, D. J. and D. L. Young. 1986. The effect of technical progress erosion damage and economic incentives for soil conservation. Land Economics 62:83–93.

Wardle, D. A., O. Zackrisson, G. Hörnberg, and C. Gallet. 1997. The infl uence of island area on ecosystem properties. Science 277:1296–1299.

Widawsky, D. and S. Rozelle. 1998. Varietal diversity and yield variability in Chinese rice production. In M. Smale, ed., Farmers, Gene Banks, and Crop Breeding, 159–187. Boston: Kluwer.

Wilson, E. O., ed. 1988. Biodiversity. Washington, dc: National Academy Press.

Wood, S., K. Sebastian, and S. J. Scherr. 2000. Pi lot Analysis of Global Ecosystems: Agroecosystems. Washington, dc: International Food Policy Research Institute and World Resources Institute.

Wright, J. P., C. G. Jones, and A. S. Flecker. 2002. An ecosystem engineer, the beaver, increases species richness at the landscape scale. Oecologia 132:96–101.

Yachi, S. and M. Loreau. 1999. Biodiversity and ecosystem functioning in a fl uctuating environment: The insurance hypothesis. Proceedings of the National Academy of Science 96:1463–1468.

Zhu, Y. Y., H. R. Chen, J. H. Fan, Y. Y. Wang, Y. Li, J. B. Chen, J. X. Fan, S. S. Yang, L. P. Hu, H. Leung, T. W. Mew, P. S. Teng, Z. H. Wang, and C. C. Mundt. 2002. Genetic diversity and disease control in rice. Nature 406:718–722.

"تناول هذا الكتاب، الذي جمع جهود وخبرات عدد من المؤلفين ذوي الكفاءات العالية، طيفاً واسعاً من الموضوعات والمقالات المتوافقة معها. وللكتاب منظور عالمي، يجعل منه المصدر الأكثر موثوقية حتى يومنا هذا على صعيد القضايا المتعلقة بالتنوع الحيوي الزراعي."
–توماس ك. رودل، جامعة روتجرز

ينظر كتاب إدارة التنوع الحيوي في النظم البيئية الزراعية في كيفية إدارة المزارعين للتنوع الحيوي وصونهم له وجني الفائدة منه في نظم الإنتاج الزراعي. ويشتمل المجلد على أحدث الأبحاث والتطورات على صعيد صون التنوع المحلي على المستوى الوراثي والأنواع والنظام البيئي. وتغطي الفصول تقييم تنوع المحاصيل والحيوانات والأحياء المائية، وممارسات المزارعين لإدارتها، وتغطي كذلك التنوع المرتبط بها (كالملقحات والأحياء الدقيقة في التربة) في النظم البيئية الزراعية. كما يضع تحت المجهر الدور المحتمل للتنوع في تقليص ضغوطات المرض والآفات إلى الحد الأدنى، ويعرض دراسات تقدم أمثلة عن قيم التنوع على الصعيد التغذوي وخدمات النظام البيئي والمالي في ظل ظروف اقتصادية وبيئية متغيرة. ويحتوي هذا المجلد بين طياته على آراء تجمع ما بين تفكير علماء الاجتماع وعلماء الأحياء. يمكن للاستخدام غير المناسب أو المفرط للمدخلات أن يسبب ضرراً للتنوع الحيوي داخل نظم بيئية زراعية ويحد من الإنتاجية المستقبلية. ويصور الكتاب عدداً من الحالات المدروسة التي تظهر كيفية استخدام المزارعين لنهج بديلة لإدارة التنوع الحيوي بهدف تعزيز استقرار مزارعيهم ومرونتها وإنتاجيتها، مع الإشارة إلى الطريق المؤدية إلى تحسين التنوع الحيوي على النطاق العالمي. ويشارك الأوصياء على التنوع الحيوي الزراعي في العالم، ألا وهم المزارعون، في عمليات استنباط وتبني أصناف نباتية وحيوانية جديدة ودعمها ومساعدتها. وبهذا تعتبر قراءة هذا النص واجباً على كل عالم بيئي، ونباتي، وحيواني، ووراثي وعلى أي شخص مهتم بصحة نظامنا البيئي.

ديفرا جارفيس عالمة كبيرة في التنوع الحيوي الزراعي والنظم البيئية، تعمل لدى برنامج التنوع لصالح مصادر المعيشة في المركز الدولي للتنوع الحيوي في روما. وبما أنها نالت درجة الدكتوراة في علم الأبواغ الرباعية من جامعة واشنطن، سياتل، فإنها تضطلع بمسؤولية أعمال التنوع الحيوي لتطوير ممارسات تستخدم التنوع الوراثي للمحاصيل المحلية لصون وتحسين الإنتاجية والمرونة والمقاومة في نظم الإنتاج. وهي الكاتبة الرئيسة لـ دليل التدريب للحفظ داخل الموئل الطبيعي على مستوى المزرعة الذي ترجم إلى الاسبانية والروسية والعربية والصينية. وقبل انضمامها إلى المركز الدولي للتنوع الحيوي عام 1996، عملت جارفيس في برنامج الغذاء العالمي للأمم المتحدة (WFP)، حيث بدأت في الصين أولاً، وكانت مسؤولة عن رصد وتقييم برامج التنمية التابعة لبرنامج الغذاء العالمي ومن ثم انتقلت إلى أوغندا لتترأس برنامج الطوارئ والغوث لـ WFP للاجئين السودانيين والروانديين والزائيريين.

كريستين بادوتش قيّمة على ماثيو كالبرايث بيري للحياة النباتية الاقتصادية في حديقة نيويورك للحياة النباتية. وهي عالمة بشريات ومنسقة علمية مشاركة لبرنامج الناس وإدارة الأراضي والمحافظة على البيئة (PLEC-UNU). كما كتبت وحررت عدداً من الكتب، بما فيها المحافظة على الغابات الاستوائية الجديدة: العمل انطلاقاً من استخدام الموارد التقليدية وسكان الغابات المطرية الاستوائية.

هـ. د. كوبر مسؤول كبير عن برنامج التنفيذ والدعم التقني في الأمانة العامة لاتفاقية التنوع الحيوي (CBD) مونتريال. وقام بتنسيق تطوير برنامج عمل CBD حول التنوع الزراعي وإعداد تقرير منظمة الأغذية والزراعة حالة المصادر الوراثية النباتية في العالم للأغذية والزراعة. كما حرر كتاب توسيع القاعدة الوراثية لإنتاج المحاصيل والمؤلف الأول لتقرير تركيبة التنوع الحيوي وفصلين حول الغذاء والنظم المزروعة في تقييم النظم البيئية في الألفية.

صورة الغلاف: الصورة اليمنى لجيفري هاوتن، الصورتان الوسطى واليسرى لديفرا جارفيس.
تصميم الغلاف: ميليندا نان أوك لي.

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Swiss Agency for Development and Cooperation SDC
IDRC CRDI
Bioversity International
UNITED NATIONS UNIVERSITY
CBD