التنوع الوراثي للمحاصيل في الحقل والمزرعة

مبادئ وتطبيقات في ممارسات البحث

Crop Genetic Diversity in the Field and on the Farm

Principles and Applications in Research Practices

DEVRA I. J ARVIS, TOBY HODGKIN, ANTHONYH. D. BROWN,
JOHN TUXILL, ISABEL LÓPEZ NORIEGA, MELINDA SMALE, AND BHUWON STHAPIT
Foreword by CRISTIÁN SAMPER
Arabic translation by RAMI KHALIL

الثناء المسبق **لكتاب التنوع الوراثي للمحاصيل في الحقل وفي المزرعة**

"إنَّ النص النهائي الذي يضع التنوع الوراثي للمحاصيل والتنوع الحيوي الزراعي في سياق علم الأحياء التطوري والتكيف مع التغيرات السريعة في الأنثروبوسين (العصر الجيولوجي البشري) ... هو وسيلة أساسية في تدريب العلماء الشباب على إنتاج المعلومات والحلول التي من شأنها أن تسهم في صحة ومرونة النظم البيئيّة للأجيال المقبلة." – من المقدمة بقلم **كريستيان سامبر**

"حكمة ملايين المزارعين وعملهم الشاق منذ ظهور الزراعة يحظيان بالعرفان أخيراً ويتم شرحهما في هذا الكتاب البارز، وهو كتاب لا بد من قراءته لكل طالب أو مهندس زراعي ممارس، ولكل عالم بيئة ومهتمٍ بها ومحافظٍ عليها. لا بد لنا من تهنئة المؤلفين لتقديمهم لبيان مفصل عن قيمة الزراعة والحاجة إلى الحفاظ على الأصناف التقليدية التي تعتبر العنصر الأساسي لتحويل الطريق المسدود للزراعة حالياً إلى نموذج مستدام يقوم على تركيبة متنوعة من المحاصيل الوراثية، تكملها نظم زراعة متنوعة." – **هانز ر. هيرين، معاون الرئيس في الـ IAASTD (التقييم الدولي للمعرفة الزراعية)**

"نص شامل، واسع النطاق، وموثوق، ألّفه فريق الأحلام من العلماء حول موضوع التنوع الوراثي للمحاصيل الزراعية في المزرعة. إنَّه مصدر للطلاب والباحثين في جميع أنحاء العالم المهتمين بمستقبل الزراعة والأمن الغذائي." – **كريستين بادوش**، مركز بحوث الغابات الدولية

"حصيلة دراسيّة رائعة ومبتكرة. من المهم الحفاظ على التنوع الوراثي للمحاصيل من أجل مستقبل الحضارة الإنسانية، ويشكل هذا الكتاب مصادر عامة حديثة وجيدة لعلم التنوع الوراثي للمحاصيل." – **تيم موراي**، جامعة ولاية واشنطن

سلسلة الدراسات الزراعية لجامعة **Yale**

جيمس س. سكوت، محرر السلسة

تسعى سلسلة الدراسات الزراعية في مطبعة جامعة Yale لنشر الأعمال المتميزة والمبتكرة متعددة التخصصات المتعلقة بالزراعة والمجتمع الريفي – لأي زمان وفي أي مكان. وتحظى بتشجيع خاص الأعمالُ الجريئة التي تثير السؤال حول النماذج القائمة وتملء فئات مجردة بتجربة عيش سكان الريف.

– James C. Scott محرر السلسلة

James C. Scott, Seeing Like a State: *How Certain Schemes to Improve the Human Condition Have Failed*

Steve Striffler, *Chicken: The Dangerous Transformation of America's Favorite Food*

Alissa Hamilton, *Squeezed: What You Don't Know About Orange Juice*

James C. Scott, *The Art of Not Being Governed: An Anarchist History of Upland South-east Asia*

Sara M. Gregg, *Managing the Mountains: Land Use Planning, the New Deal, and the Creation of a Federal Landscape in Appalachia*

Michael R. Dove, *the Banana Tree at the Gate: A History of Marginal Peoples and Global Markets in Borneo*

Edwin C. Hagenstein, Sara M. Gregg, and Brian Donahue, eds., *American Georgics: Writings on Farming, Culture, and the Land*

Timothy Pachirat, *Every Twelve Seconds: Industrialized Slaughter and the Politics of Sight*

Andrew Sluyter, *Black Ranching Frontiers: African Cattle Herders of the Atlantic World, 1500 – 1900*

Brian Gareau, *From Precaution to Profit: Contemporary Challenges to Environmental Protection in the Montreal Protocol*

Kuntala Lahiri-Dutt and Gopa Samanta, *Dancing with the River: People and Life on the Chars of South Asia*

Alon Tal, *All the Trees of the Forest: Israel's Woodlands from the Bible to the Present*

Felix Wemheuer, *Famine Politics in Maoist China and the Soviet Union*

Jenny Leigh Smith, Works in Progress: *Plans and Realities on Soviet Farms, 1930 – 1963*

Graeme Auld, *Constructing Private Governance: The Rise and Evolution of Forest, Coffee, and Fisheries Certification*

Jess Gilbert, *Planning Democracy: Agrarian Intellectuals and the Intended New Deal*

Jessica Barnes and Michael R. Dove, eds., *Climate Cultures: Anthropological Perspectives on Climate Change*

Shafqat Hussain, *Remoteness and Modernity: Transformation and Continuity in Northern Pakistan*

Edward Dallam Melillo, *Strangers on Familiar Soil: Rediscovering the Chile-California Connection, 1786 – 2008*

Devra I. Jarvis, Toby Hodgkin, Anthony H. D. Brown, John Tuxill, Isabel López Noriega, Melinda Smale, and Bhuwon Sthapit, *Crop Genetic Diversity in the Field and on the Farm: Principles and Applications in Resea*

للاطلاع على قائمة كاملة من العناوين في سلسلة الدراسات الزراعية لجامعة Yale، يُرجى زيارة الموقع الإلكتروني
Yalebooks.com/agrarian

التنوع الوراثي للمحاصيل في الحقل والمزرعة

المبادئ والتطبيقات في ممارسات البحث

Crop Genetic Diversity in the Field and on the Farm

Principles and Applications in Research Practices

Devra I. Jarvis, Toby Hodgkin,
Anthony H. D. Brown, John Tuxill,
Isabel López Noriega, Melinda Smale, and
Bhuwon Sthapit

تقديم Cristián Samper

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development and Cooperation SDC

Bioversity International

مطبعة جامعة Yale

New Haven & London

ساعد في نشر الكتاب صندوق Mary Cady Tew Memorial Fund

اعتباراً من 1 ديسمبر 2006، قام المعهد الدولي للموارد الوراثية النباتية (IPGRI) والشبكة الوطنية لتحسين الموز وموز الجنة (INIBAP) بالعمل تحت اسم: "Bioversity International".

إنَّ التسميات المستخدمة وعروض المواد الواردة في هذا المنشور لا تعبّر عن أي رأي من جانب معهد الموارد الوراثية النباتية الدولية والوكالة السويسرية للتنمية والتعاون، سواء بخصوص الوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو لسلطاتها، أو فيما يتعلق بترسيم الحدود.

إنَّ الغرض من استخدام التسميتين «الاقتصادات المتقدمة» و«الاقتصادات النامية» هي لضرورة الإحصاء، ولا تعبّر بالضرورة عن أي حكم بشأن المرحلة التي بلغها بلد معين، أو إقليم، أو منطقة في عملية التنمية.

الآراء الواردة هنا هي آراء المؤلفين ولا تمثل بالضرورة آراء Bioversity International، والوكالة السويسرية للتنمية والتعاون.

حقوق الطبع والنشر © 2019 - 2016 من قبل Bioversity International.

جميع الحقوق محفوظة.

لا يجوز إعادة إنتاج هذا الكتاب، كلياً أو جزئياً، بما في ذلك الرسوم التوضيحية، بأي شكل من الأشكال (عدا النسخ المسموح به بموجب القسمين 107 و108 من قانون حقوق الطبع والنشر الأمريكي، وباستثناء المراجعين للصحافة العامة)، بدون إذن خطي من الناشرين.

يمكن شراء كتب مطبوعات جامعة Yale بأعداد من أجل التعليم، والأعمال التجارية، أو الترويجية. للحصول على معلومات، يرجى التواصل معنا عبر البريد الإلكتروني sales.press@yale.edu (مكتب الولايات المتحدة) أو sales@yaleup.co.uk (مكتب المملكة المتحدة).

Crop genetic diversity in the field and on the farm: Principles and applications in research practices (ISBN 978-0-300-16112-0) © 2016 by Bioversity International original published by Yale University Press”

قام بتنضيد النسخة العربية Osama Al-Rahhal

الترجمة العربية: البروفيسور رامي يوسف خليل Arabic translation by Prof. Rami Youssef Khalil

التحرير: Edited by Prof. Rasha Khalil, Prof. Rashwan Khalil, Prof. Asad Khalil

مكتبة الكونغرس رقم التحكم Library of Congress Control Number: 2015943897

رقم التسجيل الدولي (النسخة الإنكليزية) ISBN (English Edition): 978-0-300-16112-0

رقم التسجيل الدولي (النسخة العربية) ISBN (Arabic Edition): 978-92-9255-101-8

يتوفر سجل كاتلوك لهذا الكتاب في المكتبة البريطانية.

تلبي هذه الورقة مُتطلبات (Permanence of Paper) ANSI/NISO Z39.48-1992

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

للعديد من المشاركين الذين قد لا تظهر أسماؤهم وانتماءاتهم في هذا المجلد؛ لقد تعاون العديد من المزارعين والمجتمعات المحلية، والعاملين في مجال التنمية، والمربين، والباحثين، والمسؤولين الحكوميين في العمل المتمثل في هذا الكتاب، ومن خلال جهودهم فقط أمكن لهذا الكتاب أن يرى النور.

هـذه الطبعـة العربيـة مـن الكتـاب مُهـداة لجهـد رائديـن عـلى مسـتوى العـالم لدعـم وحفظ واسـتخدام المـوارد الوراثيـة النباتية.

الدكتـور بهـون رانتـا سـثابيت المؤلف المشـارك لهـذا الكتـاب وهـو عـالم عـالي المقـام (كبـير) لـدى منظمـة Bioversity International وعضـو تنفيـذي لمجلـس المؤسسـة الدوليـة غـير الحكوميـة المعروفـة نيباليـز (Nepalese) للمبـادرات المحليـة لبحـوث وتطويـر التنـوع الحيـوي(LI-BIRD)فقـدكانرائـداًحقيقيـاً. لقـد كان خبـيراً بـارزاً ومستشـاراً في مجـال الطـرق التشـاركية لتقييـم واسـتخدام التنـوع الحيـوي الزراعـي والتحسـين التشـاركي المجتمعـي في الموقـع والحفـظ في المزرعـة والحدائـق المنزليـة وإدارة التنـوع الحيـوي للمحاصيـل والأشـجار المثمـرة المداريـة وبنـوك البـذور للمجتمعـات. لقـد وضـع بهـون المزارعـين دائـما في صلـب عملـه ونشـاطه. إنّ شـغفه وتفانيـه ومعرفتـه التـي شـاركها مـع المجتمعـات المحليـة لأكثـر مـن ثلاثـين عامـاً والتـي سـيتّم تبنيهـا مـن قبـل باحثـي الأجيـال القادمـة التـي تـمَّ إلهامهـا مـن قبلـه. ولـد عـام 1954 في بوكهـارا في نيبـال وحصـل عـلى الماجسـتير وماجسـتير في الفلسـفة مـن جامعـة ريدنـغ ودكتـوراه في تربيـة النبـات مـن جامعـة ويلـز في المملكـة المتحـدة البريطانيـة. و قبـل انضمامـه لمنظمـة Bioversity International عمـل لـدى مركـز البحـوث الزراعيـة في لومـلي بكاسـاكي بنيبـال وكان أحـد الأفـراد المؤسسـين ورئيسـاً للمجلـس التنفيـذي لـ LI-BIRD . لقـد كان الدكتـور سـثابيت رائـداً عالميـاً في تطويـر وتعزيـز منهجيـة البحـث التشـاركي للتنـوع الحيـوي الزراعـي ومأسسـة هـذه التطلعـات في البرامـج الوطنيـة. لقـد كان كاتبـاً معطـاءً وإنَّ أوراقـه البحثيـة التـي غطـت وامتـدت إلى التربيـة والسياسـات والهندسـة الزراعيـة والاقتصـاد والعلـوم الاجتماعيـة قـد تّم نشرهـا في كتـب وطنيـة وعالميـة ومجـلات عديـدة. الدكتـور بهـون فـارق الحيـاة في أغسـطس 2017.

الدكتـور وجـدي جـورج عيّـاد المديـر السـابق للمكتـب الإقليمـي لمعهـد الأصـول الوراثيـة النباتيـة (الآن Bioversity International) لوسـط وغـرب آسـيا وشـمال إفريقيـا، كان رائـداً في حفـظ واسـتخدام المـوارد الوراثيـة النباتيـة وعمـل مـع المجلـس الأسـاسي للمـوارد الوراثيـة النباتيـة منـذ الثمانينـات.

ولـد عـام 1952 في القاهـرة بمـصر وحصـل عـلى البكالوريـوس في العلـوم الزراعيـة مـن جامعـة القاهـرة في الجيـزة بمـصر وماجسـتير في حفـظ واسـتخدام المـوارد الوراثيـة النباتيـة ودكتـوراه في بيولوجيـا النبـات مـن جامعـة برمنغهـام في المملكـة المتحـدة البريطانيـة. كان الدكتـور عيّـاد واحـداً مـن أقـوى الداعمـين لبنـاء وتأسـيس برامـج وطنيـة متخصصـة بالمـوارد الوراثيـة النباتيـة وكان مـن الأوائـل الذيـن قـدّروا وعرفـوا أهميـة مشـاركة أولئـك المعنيـين بـإدارة التنـوع الحيـوي الزراعـي في المشـاركة بمؤتمـر التنـوع البيولوجـي. لقـد أمـضى أكثـر مـن أربعـين عامـاً يخطـط وينظّـم ويشـارك في مهـمات الجمـع والاستكشـاف لمحاصيـل متنوعـة ويطـور منهجيـات لتقييـم ورصـد حـالات التـآكل الوراثـي في المحاصيـل كـما في المـوارد الوراثيـة للغابـات. قـدّم الدكتـور عيّـاد نصائـح فنيـة للبرامـج الوطنيـة لوضـع الأولويـات للخطـط والاسـتراتيجيات الوطنيـة للمـوارد الوراثيـة النباتيـة وتنفيـذ عمليـات البنـوك الوراثيـة وتحضـير برامـج التدريـب الوطنـي الفنـي في حفـظ واسـتخدام المـوارد الوراثيـة النباتيـة. لقـد كان شـخصاً اعتقـد وآمـن بالأهميـة المركزيـة للتعـاون الـدولي وبأهميـة البرامـج الوطنيـة وتقديـر المسـاهمة المسـتمرة للمزارعـين في حفـظ وصيانـة التنـوع . لقـد كان نوعـاً مـن الزمـلاء العقلانيـين ذو نزاهـة هائلـة وقـد كان لدعمـه التوجيهـي ورؤاه الأهميـة القصـوى للكثـير مـن زملائـه. فـارق الدكتـور عيّـاد الحيـاة في ينايـر عـام 2017.

المحتويات

تقديم بقلم Cristian Samper XI

المقدمة XIII

شكر وتقدير XV

الفصل الأول: مقدمة ونظرة عامة 1

الفصل الثاني: أصول الزراعة، وتدجين المحاصيل، ومراكز التنوع 13

الفصل الثالث: الموارد الوراثيّة النباتيّة، والمحافظة عليها والسياسات الخاصة بها، تاريخ التطوّرات الدوليّة والوطنيّة الداعمة للمحافظة على المحاصيل واستخدامها 35

الفصل الرابع: التنوع وتطوره في مجموعات المحاصيل 64

الفصل الخامس: قياس التنوع في المحاصيل 91

الفصل السادس: المكونات الحيوية وغير الحيوية للنظم البيئية الزراعية 126

الفصل السابع: التنوع في البيئات غير المواتية والتأقلم معها على مستوى المزرعة 154

الفصل الثامن: من هم مديرو التنوع؟ توصيف البيئات الاجتماعية والثقافية والاقتصادية 191

الفصل التاسع: قياس قيم التنوع في المزارع 212

الفصل العاشر: السياسات والتنوع الوراثي في المزرعة 232

الفصل الحادي عشر: المزرعة والمجتمع والمشهد الطبيعي الريفي: التنوع الوراثي وضغوط الانتخاب على مختلف الأصعدة الاجتماعية والمكانية والزمانية 255

الفصل الثاني عشر: استراتيجيات التعاون والتدخل 283

الفصل الثالث عشر: خاتمة: الأصناف التقليدية والإنتاجية الزراعية 313

الملحق (أ). مجموعة من حزم البرمجيات المفيدة في تحليل البيانات الجزيئية 327

ملحق (ب). نظم المعلومات الجغرافية ومصادر الاستشعار عن بعد المتاحة على الإنترنت 329

الملحق (ج). انتخاب أبطال تربية النبات التشاركيّة (PPB) عبر العصور 330

مسرد المصطلحات 333

المراجع 358

حول المؤلفين 386

تقديم

منذ سنين عدّة، سنحت لي فرصة لزيارة بعض المجتمعات الأصلية في أوتافالو في الإكوادور. اجتمعنا في مدرسة صغيرة من الخشب في نهاية طريق ترابية للقاء العديد من النساء والتعرف على المحاصيل التي كانت لديهم في مزارعهم. كان هناك طاولة كبيرة مغطاة بالفاصوليا والذرة، موضوعة بعناية ضمن صفوف، وفي كل واحدٍ منها قطعة ورق صغيرة عليها اسم. كان مهرجان الألوان والأشكال والأحجام. قضيت الساعة التالية أتعلم عن كلٍ من هذه الأصناف، وكيف أنّ لكل منها تاريخ حياة مختلف: فالبعض ينمو بشكل أفضل في المواسم الجافة، والبعض الآخر أكثر مقاومة لنوع معين من الحشرات، والبعض الآخر أفضل لتناول الطعام. كانت عدة مئات من سنين المعرفة المكثفة موجودة في مساحة صغيرة، حافظ على بقائها هؤلاء المزارعون وكذلك ممارساتهم الزراعية عبر الأجيال. لقد أدركوا أنَّ التنوع الوراثي للمحاصيل هو أمر مهم لإنتاج نظمهم البيئيّة الزراعية، وكانوا يتخذون خطوات لضمان أن يبقى هذا التنوع متوفراً في نظم الزراعة الخاصة بهم.

مؤلفو هذا الكتاب هم خبراء عالميون في علم البيئة، وتربية المحاصيل، وعلم الوراثة، والأنثروبولوجيا (علم الإنسان)، والاقتصاد، والسياسة، عملوا معاً لملء فجوة طويلة الأمد، وبالتحديد وضع التنوع الحيوي للمحاصيل التي يديرها المزارعون في صميم العلوم التي نحتاج إليها لإطعام العالم واستعادة العافية لحقولنا الإنتاجية. إنَّ هذا العمل هو أكثر من مجرد دعوة مدوّية من أجل حفظ التنوع الحيوي؛ فهو يتعلق باستخدام التنوع لإحياء الزراعة لإطعام العدد المتزايد من السكان، إنَّه خلاصة ما يقارب عشرين عاماً من البحوث العالمية مع المزارعين والمجتمعات في جميع أنحاء العالم التي تحفظ التنوع الوراثي على شكل أصناف تقليدية لعدد كبير من المحاصيل بما في ذلك المحاصيل التي أهملها العلم. هذا العمل متعدد التخصصات هو النص النهائي الذي يضع التنوع الوراثي والتنوع الحيوي الزراعي للمحاصيل ضمن السياق العلمي لعلم الأحياء التطوري والتكيف مع التغيرات السريعة في العصر الجيولوجي البشري .

إنَّ أحد نقاط القوة الواضحة لهذا الكتاب هي تسليطه الضوء تماماً على المزارعين والتنوع الوراثي للمحاصيل التي يديرونها ويبتكرونها. ويرتبط التوثيق العلمي متعدد الاختصاصات ارتباطاً وثيقاً ومتماسكاً بوضع المزارعين وسبل معيشتهم، وخدماتهم، واستجابتهم للاحتياجات المجتمعية والتغيير في صميم اهتمام التحليل. وهو يدعم هذا النهج بالوسائل التي توثق كمية ونوعية التنوع الموجود وزمان ومكان استخدامه. والنتيجة هي نص علمي مقنع يبين للطلاب والقراء المهتمين أنَّ الناتج من تفاعل المزارعين مع العملية التطورية والتنوع الوراثي في الزراعة قد أنتج ربما أهم ما لدينا من تراث.

وبصفتي عالم أحياء أعمل في مجال الحفظ في بلدي، الذي يُعد مكاناً مهماً للتنوع الحيوي الضخم بفضل التنوع الحيوي الزراعي المهم الخاص به، وعملي في المؤسسات العالمية المعنية بعلم بيئة جميع النباتات والحيوانات، يسرني بشكل خاص أن أرى أخيراً التنوع الحيوي الزراعي وقد وضع في مركز دائرة اهتمام علم الأحياء التطوري وعلم البيئة البشرية. يمثل هذا الكتاب وسيلة أساسية في تدريب العلماء الشباب على إنتاج المعلومات والحلول التي من شأنها أن تساهم في إيجاد نُظم بيئية سليمة ومرنة من أجل الأجيال القادمة. ويحدوني الأمل أن يتم استخدامه على نطاق واسع في كل المدارس الزراعية كما في المؤسسات البحثية والتدريبية المعنية بحفظ التنوع الحيوي، والأمن الغذائي، والتنمية الريفية المُستدامة.

آمل أن تسنح الفرصة لبعضٍ منكم لزيارة أوتافالو أو غيرها من المجتمعات الريفية والتعلم منها، ودعم الجهود الرامية إلى استخدام إرث محاصيلنا للحفاظ على سبل العيش الريفية وتحسين إنتاجها ومرونتها. وبفضل جهودكم سيغدو العالم أكثر غنىً والبشر أكثر صحة.

Cristian Samper

جمعية الحفاظ على الحياة البرية

برونكس، نيويورك، مايو 2013

مقدمة

يقدّم هذا الكتاب رؤية فريدة قائمة على تجربة البحث في التنوع الوراثي للمحاصيل في المزرعة كما هو واضح في الأمثلة الوفيرة التي يتضمنها. وتربط هذه الرؤية بشكل متين البحث بخصوص التنوع الوراثي للمحاصيل التي تزرع في حقول المزارعين بالحفاظ على هذا التنوع واستخدامه من أجل إنتاج مستدام يدعم سُبل العيش في الريف. ويغطي هذا الكتاب المبادئ والممارسات لاستخدام البيانات التي تأتي من الأصناف النباتية التقليدية وأنظمة الزراعة التقليدية عبر كل من النهج التشاركية التشخيصية والتجريبية والتي تتضمن طرقاً لتحديد سبل دعم المزارعين الذين يقومون بزراعة هذه الأصناف.

لذلك فإنَّ هذا الكتاب يُعرف القارئ على الطرق المتعددة والمعلومات التي يرى المؤلفون على أنّها جزء لا يتجزأ لفهم مدى وتوزع وطبيعة التنوع الوراثي الذي ما يزال قائماً في الأصناف النباتية التقليدية في حقول المزارعين حول العالم. يعتبر هذا الكتاب دراسة متكاملة مفصلة أكثر من كونها مجرد فصول تمّ تصورها بشكل منفصل وجُمِعت في مجلد واحد. وهو يؤكد على أهمية دمج الرؤى والبيانات الحيويّة (الزراعيَّة والبيئيّة والوراثية وغيرها) والاجتماعية والاقتصادية والثقافية باستخدام تحليل متعدد المتغيرات ويعتبر الكتاب دليلاً بخصوص هذه الفسيفساء الواسعة للمفاهيم التحفيزية الرئيسية (فعلى سبيل المثال، المزيد من التنوع يعمل على تحسين المرونة)، وقضايا بحثية في تقييم التنوع الوراثي للمحاصيل في المزرعة وإدارته واستخدامه. وعوضاً عن تقديم قائمة شاملة بجميع المراجع الأكاديمية، أو رؤية نقدية مفصلة لنقاط معينة، فإنّنا نوجّه القارئ إلى اختياراتٍ من المراجع الرئيسية ذات الصلة بالأمر، وهو ما يوفر مدخلاً يمكّن القارئ من متابعة نقاط محددة.

في عالم سريع التغير بيئياً واجتماعياً، فإنَّ رؤيتنا بخصوص الحفاظ على التنوع الوراثي للمحاصيل واستخدامه في المزرعة هي رؤية ذات تطور ديناميكي. ونقدم أدلّة تمّ جمعها من عدة تخصصات على أنّ الأصناف النباتية التقليدية لا زالت تحتفظ بأهميتها بالنسبة للمزارعين والمجتمعات. ويمكن لذلك التنوع أن يُسهم في تحسين استدامة نُظم الإنتاج الزراعي. ولهذا

يتم تناول المبادئ والممارسات التي تربط بين البحث واستخدام الأصناف التقليدية ضمن سياق تحسين حياة المزارعين والمجتمعات الريفية. نحن نؤكد على ضرورة العمل معاً إلى جانب المزارعين والمجتمعات الريفية بطرق تضمن احترام كل المعنين.

لا زالت أصناف المحاصيل التقليدية مهمة لحياة ملايين المزارعين حول العالم، وهي مستخدمة ومحفوظة لأنها تلعب دوراً مركزياً في استراتيجيات سُبل عيش المنتجين من الأفراد والمجتمعات الريفية. تشير الهواجس الحالية المتعلقة بالاستدامة الزراعية ومجابهة تحديات التغير لاسيما التغيرات المناخية، إلى أن هاتين السمتين ستكونان حاسمتين في تحسين سبل العيش في الأرياف وأهداف تنموية أوسع. ولهذا فإن هذا الكتاب يقدم ليس فقط الوسائل اللازمة لاستقصاء التنوع الوراثي في الأصناف الوراثية، بل أيضاً الوسائل الضرورية لدعم الحفاظ والاستخدام المستمرين لها.

شكر وتقدير

ما كان لهذا العمل أن يتم لولا وقت وطاقة العديد من المزارعين وعائلاتهم والمجتمعات الريفية، والذين أعطوا بتعاونهم جوهراً لمحتوى هذا المجلد.

يشكر المؤلفون الحكومة السويسرية (الوكالة السويسرية للتعاون والتنمية SDC) لسخائها المالي في دعم هذا الكتاب. إنّ العديد من الدراسات التي تم تقديمها في هذا الكتاب كانت قد نفذت كجزء من برنامج عالمي تتولاه Bioversity International (سابقاً المعهد الدولي للأصول الوراثيّة النباتيّة – IPGRI) مع المعونة الكريمة من حكومات سويسرا (SDC) وهولندا (DGIS)، وألمانيا (BMZ/GTZ)، واليابان (JICA)، وكندا (IDRC)، وإسبانيا وبيرو إضافة إلى مرفق البيئة العالمي (GEF)، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، وبرنامج الأمم المتحدة للتنمية (UNDP) وسكرتارية المعاهدة بخصوص التنوع البيولوجي (CBD)، ومؤسسة فورد (FF)، ومنظمة الغذاء والزراعة للأمم المتحدة (FAO)، والصندوق الدولي للتنمية الزراعية (IFAD).

إنَّ هذا الكتاب هو حصيلة لمسعى سابق من أجل إيجاد «قاعدة علمية للحفظ في المكان في المزرعة»، والذي تمَّ البدء به في منتصف التسعينات وتمّ تجميعه لأول مرة في مجلد غير رسمي، **"دليل تدريبي للحفظ في المكان في المزرعة"**، والذي تمت ترجمته لاحقاً إلى الروسيّة، والإسبانيّة، والعربيّة والصينيّة من أجل انتشار أوسع. وقد قدم العديد من الزملاء جهودهم للمجلد الأصلي، واستمروا في القيام بذلك خلال العملية الطويلة لإنهاء هذا الكتاب. وهذا يشمل الأعضاء الأصليين لأسرة الحفظ في المكان في المعهد الدولي للأصول الوراثيّة النباتيّة (IPRGI) وهم كل من السيدات والسادة:

من بوريكنا فاسو: Didier Balma, Mamounata Belem, Madibaye Djimadoum, Issa Drabo, Omer Kabore, Tiganadaba Lodun, Jean-Baptiste Ouedraogo, Jérémy Ouedraogo, Mahamadi Ouedraogo, Oumar Ouedraogo, Mahamadou Sawadogo, Bernadette Some, Leopold Some, Jean-Baptiste Tignegre, Roger Zangre, Jean-Didier Zongo

من أثيوبيا: Zemede Asfaw, Abebe Demissie, Tesema Tanto

من المجر: Györgyi Bela, Ágnes Gyovai, László Holly, István Már, György Pataki

من المكسيك: Luis Arias-Reyes, Luis Burgos-May, Tania Carolina Camacho-Villa, Jaime Canul-Kú, Fernando Castillo-Gonzalez, Esmeralda Cázares-Sánchez, Jose Luis Chavez-Servia, Teresa Duch-Carballo, Jorge Duch-Gary, Víctor Manuel Interián-Kú, Luis Latournerie-Moreno, Diana Lope-Alzina, Fidel Márquez-Sánchez, Car- men Morales-Valderrama, Rafael Ortega-Paczka, Juan Rodriguez, Enrique Sauri-Duch, José Vidal Cob-Uicab, Elaine Yupit-Moo

من المغرب: Ahmed Amri, Mustapha Arbaoui, Riad Balghi, Loubna Belqadi, Ahmed Birouk, Ab- delaziz Bouisgaren, Mariam El Badraoui, Noureddine El Ouadghiri, Maria El Ouatil, Brahim Ezzahiri, Daoud Fanissi, Lamia Ghaouti, Abouchrif Hrou, Mohammed Mahdi, Hamdoun Mellas, Fattima Nassif, Keltoum Rh'Rib, Mohammed Sadiki, Seddik Saidi, Mouna Taghouti, Amar Tahiri, Bouchta Taik

من نيبال: Annu Adhikari, Niranjan Adhikari, Resham Amagain, Jwala Bajracharya, Bimal Baniya, Krishna Baral, Bharat Bhandari, Bedanand Chaudhary, Pashupati Chaudhary, Devendra Gauchan, Salik Ram Gupta, Sanjaya Gyawali, Bal Krishna Joshi, Madhav Joshi, Ashok Mudwori, Yama Raj Panday, Diwakar Paudel, Indra Paudel, Ram Rana, Hom Nath Regmi, Deepak Rijal, K. K. Sherchand, Pitambar Shrestha, Pratap Shrestha, Surendra Shrestha, Deepa Singh, Abishkar Subedi, Anil Subedi, Sriram Subedi, Sharmila Sunwar, R. K. Tiwai, M. P. Upadhyaya, R. B. Yadav

مـن البـيرو: María Arroyo, Luis Collado-Panduro, Alfredo Riesco, Ricardo Sevilla-Panizo, Roberto Valdivia

مــن تركيــا: Alptekin Karagoz, Ayfer Tan; Viet- nam: Nguyen Tat Canh, Pham Hung Cuong, Din Vao Dao, Nguyen Ngoc De, Nguyen Phung Ha, Nguyen Thi-Ngoc Hue, La Tuan Nghia, Nguyen Huu Nghia, Dan Van Nien, Tran Van On, Huynh Quang Tin, Luu Ngoc Trinh, Ha Dinh Tuan, Truong Van Tuyen; IPGRI: Suha Ashtar, George Ayad, Aicha Gammon, Abdullah Bari, Susan Bragdon, Paola De Santis, Carmen de Vicente, Marlene Diekmann, Bernadette Dossou, Jan Engels, Pablo Eyzaguirre, Francois Gerson, Mikkel Grum, Luigi Guarino, Geoff Hawtin, Sara Hutchinson, Valerie Imbruce, Masa Iwanaga, Alder Keleman, Rami Khalil, Amanda King, Helen Klemick, Lorenzo Maggioni, Thomas Metz, Landon Myer, Deborah Nares, Noureddine Nasr, Julia Ndung'u-Skilton, Nicky O'Neill, Abdou Salam Ouedraogo, Stefano Padu- losi, Paul Quek, V. Ramanatha Rao, Ken Riley, Percy Sajise, Patrizia Tazza, Awegechew Teshome, Helen Thompson, Judith Thompson, Imke Thor- mann, Muhabbat Turdieva, Raymond Voduohe, David Williams, Issiaka Zoungrana; other colleagues: Ekin Birol, Stephen Brush, Dindo Campilan, Linda Collette, David Cooper, Erle Ellis, Carlo Fadda, Elizabeth Fajber, Maria Fernandez, Esbern Friis-Hansen, Christina Grieder, Helen Jensen, Peter Kenmore, Liang Luohui, Leslie Lipper, Erika Meng, Christine Padoch, Roberto Papa, Jean Louis Pham, Rene Salazar, .Dan Schoen, Wil- liam Settle, Louise Sperling, Robert Tripp, and Bert Visser

ولاحقاً انضم لعائلة الحفظ في المكان كثيرون آخرون، بمن فيهم:

من الجزائر: Malek Belguedj

من بوليفيا: Alejandro Bonifacio

من الصين: Bao Shiying, Chen Bin, Chen Hong, Dai Liyuan, He Chengxin, Huang Yaqin, Huang Yuan, Li Chunyan, Long Chunlin, Lu hunming, Ma Junhong, Peng Huaxian, Wang Fuyou, Wang Yunyue, Wu Jie, Xu Furong, Yang Xuehui, Yang Yayun, Yu Guo, Yuan Jie, Zhang Enlai, Zhang Feifei;

من كوبا: Leonor Castiñeiras, Zoila Fundora-Mayor, Tomás Shagarodsky

من الإكوادور: Catalina Bravo, Hugo Carrera, Jorge Coronel, Polivio Guaman, Carlos Nieto, Jose Ochoa, Juan Pazmino, Carmen Suarez, Cesar Tapia, Danilo Vera

من قرغيزستان: Kubanichbek Turgunbaev; Mali: Amadou Sidibe

من المغرب: Mustafa Bouzidi, Ghita Chlyeh, Selsabil Taoufiki, Nawal Touati, Abdelmalek Zirari;

من النيجر: B. Danjimo

من تونس: Abdelmajid Rhouma

من أوغندا: Joyce Adokorach, Grace Atuahire, Enid Katungi, Catherine Kiwuka, Marjorie Kyomugisha, John Wasswa Mulumba, Josephine Namaganda, Michael Otim, Pamela Paparu, Michael Ugen;

من أوزبكستان: Karim Baymetov; Bioversity International: Adriana Alercia, Bai Keyu, Mauricio Bellon, Nadia Bergamini, Evelyn Clancy, Carlo Fadda, Emile Frison, Michael Halewood, Michael Hermann, Deborah Karaurid, Prem Mathur, Dunja Mijatovic, Rose Nankya, Paul Neate, Arshiya Noorani, Qi Wei, Marleni Ramirez, Frederik van Oudenhoven, Barbara Vinceti, Zhang Zongwen;

وغيرهم: Rima Alcadi, Irene Bain, Walter de Boef, Salvatore Ceccarelli, Maria Finckh, Agnes Fonteneau, Barbara Gemmill, Stefania Grando, Hans Herren, Timothy Johns, Richard C. Johnson, Michael Milgroom, David Molden, Tim Murray, Chris Pannkuk, Miguel Pinedo-Vasquez, Massimo Reverberi, Marieta Sakalian, Dan Skinner, Peter Trutmann, Eva Weltzien, John Witcombe, Denise Tompetrini, Leverett Hubbard;

إضافة إلى العديد من العاملين في مجال الإرشاد الزراعي والتنمية، والمعلمين والباحثين والموظفين الحكوميين الذين شاركوا في هذا العمل والذين جعلوا هذا المجلد ممكناً.

ونخص بالشكر Daniela Horna على تنقيحها وإضافاتها لأمور اقتصادية في الفصلين الثامن والتاسع و David Williams على مراجعته وتعليقاته على عملية التدجين في الفصل الثاني، وإلى Alessandra Giuliani على مراجعتها ومساهمتها في تحليل سلسلة السوق في الفصل التاسع، وإلى Tim Murray و Marco Pautasso على اقتراحاتهم المفيدة لتحسين الفصل السابع وإلى Paolo Colangelo على جهوده حول الطرق الإحصائية في الفصول (5)، (6)، (7)، وإلى Pablo Eyzaguirre على تقديم اقتراحات جعلت مكونات الإدارة البشرية في الكتاب أكثر قوة، وإلى Patrick Mulvany على جهوده في الفصل (12) بخصوص سيادة الغذاء، وإلى Jan Engels و Christophe Bonneuil و Marianna Fenzi على جهودهم المحفزة وآرائهم التي ساعدت في صياغة الفصل الثالث. وشكر خاص أيضاً إلى Collin McAvinchey على مساعدته في البحث عن المراجع وطلب استخدام العمل الفني المنشور، وإلى Francesca Maria Garruccio Giampieri على تقديمها الدعم المكتبي وإلى Silvia Ticconi على تقديمها الدعم المعلوماتي فور الطلب منها وإلى Safi Khtiwada على مراجعة الإشكال في اللحظة الأخيرة وإلى ,Bai Keyu Carlo Michele Bozzano, Nora Capozio, Carmen de Vicente, Nadia Bergamini Fadda, Yasuyuki Morimoto, Rose Nankya, Stefano Padulosi, Peng Huaxian, Devin R. See, Ambika Thapa, Raymond Vodouhe, Camilla Zanzanaini, ومجموعة اتصالات Bioversity على مساعدتهم في سرعة توفير الصور عالية الدقة من أجل هذا المجلد. وشكرنا الخاص إلى Paola de Santis على جهودها، واللوجستيات والاقتراحات المبدعة من البداية إلى النهاية خلال تحضير هذا الكتاب. وساعدت Raffaella Krista Jarvis في تحضير الأشكال لهذا المجلد ومعاً إلى جانب والدها وجدتها، Lillian B. Jarvis قدمّن تشجيعاً ودعماً لأمها بكل صبر وتأن خلال عملية الكتابة الطويلة. ونديين بالشكر الخاص إلى Linda Sears على تحريرها السريع والدقيق والملهم لهذا المجلد حيث جعلت مساهماتنا وأساليبنا المتنوعة تُنسج معاً في هذا المنتج النهائي الذي بين أيدينا.

ونتقدم بالشكر الجزيل للبروفيسور رامي يوسف خليل Rami Khalil لجهوده الكبيرة في ترجمة هذا الكتاب إلى اللغة العربية، ونشكر كلاً من البروفيسور أسعد خليل Asad Khalil والبروفيسور رشوان خليل Rashwan Khalil والبروفيسور رشا خليل Rasha Khalil والبروفيسور فيصل ميّا Faisal Maya على جهودهم القيّمة في مراجعة وتحرير وتدقيق النسخة العربية.

التنوع الوراثي للمحاصيل في الحقل والمزرعة

Crop Genetic Diversity in the Field and on the Farm

الفصل الأول

مقدمة ونظرة عامة

مقدمة

يتناول هذا الكتاب التنوع الوراثي للمحاصيل الذي يتم المحافظة عليه والعمل به في حقول المزارعين حول العالم، وهو يتناول بصورة خاصة التنوع الموجود في أصناف المحاصيل التقليدية أو السلالات النباتية التي قام المزارعون بتطويرها والحفاظ عليها على مدى قرون: إرث محاصيلنا. يصف القسم الرئيس من الكتاب المبادئ والممارسات لتجميع واستخدام البيانات المتعلقة بالأصناف التقليدية والنظم التقليدية لممارسة الزراعة عبر النهجين التشخيصي التشاركي والتجريبي، وذلك للربط بين البحث حول التنوع الوراثي للمحاصيل التي يتم زراعتها في حقول المزارعين، والحفاظ على هذا التنوع واستخدامه للإنتاج المستدام ودعم أسباب العيش في الريف.

لقد تَّم استخدام العديد من المصطلحات لوصف الأصناف التي طورها وحافظ عليها المزارعون على مدى قرون من الزمن في أنظمتنهم الإنتاجية. ويشمل ذلك السلالات النباتية، وأصناف المزارعين، والأصناف التقليدية. نستخدم في هذا الكتاب مصطلح "الأصناف التقليدية" إلّا إذا تطلب السياق مصطلحاً مختلفاً.

قام المزارعون على مدى قرون بتدجين أنواع نباتية وابتكروا المحاصيل والأصناف التقليدية التي نعرفها اليوم. لقد حافظوا وعدلوا التنوع الوراثي الموجود في الأنواع النباتية المختلفة من خلال إدارتهم لنُظم الإنتاج، والممارسات الزراعية التي استخدموها، والطرق التي حافظوا من خلالها وانتخبوا محاصيلَ وأنواعاً نباتية لتأمين سُبل عيشهم وإنتاج فائض للمساعدة في إطعام هذا العدد المتزايد من سكان العالم.

لقد شهدت الأعوام 100- 150 الماضية ازدياداً في استخدام المستلزمات الزراعية الكيميائية، والمكننة، والاعتماد على أصناف نباتية موحدة قام بتطويرها مؤخراً العاملون المهنيون على تحسين الأنواع النباتية . وأدت هذه التغيرات إلى تبسيط العديد من نُظم الانتاج والاعتماد بصورة أقل على التنوع الحيوي، الأمر الذي يوفر في نُظم الزراعة التقليدية فوائد مثل مكافحة الأمراض والحشرات، والحفاظ على نوعية التربة، والأسمدة العضوية.

ومع تطور الزراعة وإدخال أصناف نباتية موحدة جديدة، كان يُعتقد على نطاق واسع بأن الأصناف النباتية التقليدية ستختفي بسرعة، بالنظر إلى أنها كانت ضعيفة التكيف مع الممارسات الزراعية الحديثة وغالباً ما كانت ذات إنتاجية منخفضة نسبياً. وفي حين تم استبدالها في العديد من النظم الزراعية، إلا أنها حافظت وخلافاً للتوقعات على أهميتها لدى الكثير من صغار المزارعين في جميع أنحاء العالم، وخاصة أولئك الذين يمارسون الزراعة في بيئات إنتاجية أقل سوية. لقد أدرك عدد من الباحثين في ثمانينات وتسعينيات القرن العشرين، وبشكل خاص Altieri و Merrick (1987)، وBrush (1995،1999)، قيمة الأصناف النباتية التقليدية في العديد من نظم الزراعة المختلفة.

تشير تقديرات الصندوق الدولي للتنمية الزراعية (IFAD) إلى أنّ هناك حالياً حوالي 500 مليون مزرعة للمالكين الصغار، وذلك غالباً في مناطق غنية بالتنوع الحيوي أو بالقرب منها. وفي العالم النامي، تُعيل مزارع عائلية صغيرة حوالي 2 مليار شخص وتنتج حوالي 80 % من الغذاء المستهلك في آسيا وفي أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. ويعكس استمرار استخدام عدد كبير من هؤلاء المزارعين للأصناف النباتية التقليدية قيمة تلك الأصناف في الظروف الزراعية منخفضة المدخلات، وأهميتها المستمرة كجزء من استراتيجيات تأمين سبل العيش لدى المزارعين الفقراء (انظر Jarvis et al. 2011 لمزيد من النقاش حول قيمة الأصناف النباتية التقليدية).

هناك الآن اجماع متزايد بأن العديد من الممارسات الزراعية الحديثة هي غير مستدامة، مما يسبب ضرراً بيئياً وضياعاً في وظيفة النظام البيئي المسؤول عن الإنتاج الزراعي (MA 2005; Go – Science/Foresigh 2011). أدى ذلك إلى الاهتمام من جديد في الممارسات الزراعية التي تولي اهتماماً أكبر بالعمليات الحيوية وتحافظ على خدمات النظام البيئي وتحسّنه (FAO 2012) وبالطرق التي يمكن من خلالها استخدام التنوع الحيوي لتحسين الاستدامة والإنتاجية (على سبيل المثال، التكثيف المستدام، FAO 2012).

لقد أدى التغير المناخي إلى قلق متزايد فيما يخص الحفاظ على التنوع الحيوي واستخدامه في النُظم البيئية الزراعية، لا سيما في تنوع المحاصيل والثروة الحيوانية، إذ سيؤدى التغير المناخي في أجزاء كثيرة من العالم إلى بيئات إنتاجية متغيرة، وسيتطلب ذلك غالباً أصناف محاصيل وسلالات حيوانية جديدة ومختلفة (Zimmerer 2010; Hodgkin and Bordoni 2012).

يشجع عاملان آخران على الاهتمام المتزايد في الحفاظ على الأصناف النباتية التقليدية واستخدامها. أمّا العامل الأول، فهناك اهتمام متزايد بضرورة إنتاج الغذاء الذي نستهلكه بطرق لا تمسّ بصحتنا، أي صحة المنتجين، أو سلامة البيئة (Pollan 2006). أمّا العامل الثاني، فهناك إدراك متزايد لأهمية سيادة الغذاء، حيث يحتل أولئك الذين ينتجون الغذاء ويوزعونه ويستهلكونه مكان الصدارة في النظم والسياسات الزراعية والغذائية، ولا يستجيبون فحسب لاحتياجات الأسواق والتعاونيات التي يقتصر فيها دور الغذاء على مجرد سلع قابلة للتداول عالمياً (Practical Action 2011).

في حين يُعتبر ازدياد إدراك قيمة التنوع الحيوي الزراعي وأهمية أصناف المحاصيل التقليدية أمراً مهماً، إلا أن ذلك الإدراك لا يستند إلى معلومات دقيقة بشأن كمية التنوع الموجود ونوعه، والزمان والمكان اللذين يجدر استخدامه فيهما. على مدى السنوات العشرين الماضية، وفّر حجم متزايد من العمل مجموعة من الخبرات والممارسات والطرق التي تعالج هذا النقص في المعلومات. فقامت الأبحاث في العديد من البلدان باستكشاف الحفاظ على أصناف المحاصيل التقليدية واستخدامها، وكميّة التنوع الموجود، والأساليب التي يتم فيه المحافظة عليه، والعوامل التي تضمن صلتها المستمرة مع صغار المزارعين. وقد تم تجميع نتائج هذا البحث في هذا الكتاب، إلى جانب معلومات أساسية ذات صلة، وذلك من أجل توفير المعلومات والأدوات والأساليب التي يمكن استخدامها لضمان إمكانية تحديد كمية التنوع الموجود في الأصناف النباتيّة التقليديّة وفهم قيمته، واستمرار حفاظ المزارعين الحاصلين على الدعم عليه، بحيث يكون ذلك خيارهم المفضل.

يرى هذا الكتاب أنّ الأصناف النباتيّة التقليدية والتنوع الوراثي ضمن أنواع المحاصيل بصورة أعمّ سيستمر في أداء دور مهم في أنظمة الإنتاج حول العالم وسيشكل مكوناً مناسباً للوجه المتغير للإنتاج الزراعي.

التنوع الوراثي للمحاصيل والأصناف النباتيّة التقليدية

يشمل التنوع الوراثي للمحاصيل كل التنوع الموجود بين وضمن المحاصيل والأصناف المختلفة التي تتم زراعتها حول العالم. وهو يشمل كل تنوع الخصائص والتغير في المورثات التي تحدد تعبيراتها. يشكل هذا التنوع الوراثي في أي محصول الأساس لإكثار الأصناف التقليدية والاعتراف بها وتطويرها. وقد قدم Harlan (1975) أحد أفضل الوصوفات للأصناف النباتية التقليدية (أو السلالات الوراثيّة، كما سماها)، والذي أشار إلى أنّ "السلالات الوراثيّة تتمتع بسلامة وراثيّة معينة. ويمكن التعرف عليها من شكلها الخارجي؛ ولدى المزارعين أسماء لها،

ومعروف أنّ السلالات النباتيّة تختلف في التأقلم مع نوع التربة، وموعد زراعة البذور، وتاريخ النضج، وطول نموها، وقيمتها الغذائية واستخدامها إضافة إلى خواص أخرى. والأكثر أهمية أن تلك السلالات متنوعة وراثياً. إن مثل هذه الجماعات النباتية المتوازنة- المتنوعة، والتي هي في حالة من التوازن مع كلّ من البيئة والعوامل الممرضة، والديناميكية وراثياً- هي إرثنا من الأجيال والمزارعين السابقين".

يصوّر وصف Harlan الوجيز الطبيعة الأساسية للأصناف النباتيّة التقليدية والعديد من المسائل والقضايا التي تقع في صلب هذا الكتاب. ما هو محتوى وطبيعة السلامة الوراثية التي يعرفها Harlan؟ ما هي السمات الشكلية التي من المهم تحديدها وتحت أية ظروف من أجل المحاصيل المختلفة؟ إلى أي حد استخدام التسميات ملائمٌ لإعطاء الهوية؟ ما هي طبيعة التكيّف وكيف يوازن المزارعون الاهتمامات المختلفة بخصوص التكيّف مع البيئة، بما يتناسب مع أنظمة الإنتاج المختلفة وتلبية الحاجات المختلفة؟ والأكثر أهمية، كيف يتم الموازنة بين الحفاظ على التنوع الوراثي مقابل اهتمامات أخرى مثل زيادة الإنتاج إلى الحد الأقصى أو ضمان المقاومة ضد الحشرات والأمراض؟ ما هي طبيعة التوازن الذي يحافظ على كل من تقلب وتوازن الجماعات النباتية التي أشار إليها Harlan، وكيف يتم الحفاظ عليها عبر أجيال المزارعين والفلاحين؟

كما ذُكر آنفاً، فإنّ الأصناف النباتيّة التقليدية مرتبطة بما يُسمى عموماً زراعة "منخفضة المدخلات". بالمقارنة مع الأصناف النباتية الحديثة التي قام القائمون على تحسين الأنواع النباتية بتطويرها، فإنّ تلك الأصناف قد تكون منخفضة الإنتاج غير أنّها تقدم استقراراً وتجنباً للمخاطر، أي أنها ستنتج شيئاً رغم وجود ظروف غير مواتية وتعرضها لظروف مناخية قاسية أو جائحات مرضيّة. إنّها سمة فارقة لزراعة الكفاف، مما يساعد المزارع والعائلة على البقاء على قيد الحياة حتى المحصول القادم وغالباً ما تقدم فائضاً للبيع أو المبادلة. إنّ المحافظة المستمرة على الأصناف النباتية التقليدية في نظام الإنتاج الزراعي تلبي أيضاً حاجة اجتماعية أشمل بالنسبة للأدوات التطويرية والمتكيفة لتلبية حاجات وتحديات الإنتاج المتغير.

كجزء من تحليل الطرق التي يمكن من خلالها دعم الحفاظ على الأصناف النباتية التقليدية واستخدامها من أجل زراعة مستدامة، قامت Jarvis et al. (2011) باستعراض الأسباب التي من أجلها يقوم المزارعون بالحفاظ على الأنواع النباتية التقليدية. وقد ذكروا أدلة على أنّ أصناف المحاصيل التقليدية يتم الحفاظ عليها لعدّة أسباب، منها تكيفها مع نظم زراعية محددة أو هامشية، ومع بيئات وظروف إنتاج متقلبة وغير متجانسة، كضمان في مواجهة المخاطر البيئية وسواها، وذلك لتلبية احتياجات السوق المتغيرة، وإدارة الأمراض والحشرات،

ونظراً لما تتمتع به من سمات ما بعد الحصاد (بما في ذلك قيمتها الغذائيّة)، ولتلبية ظروف الإنتاج الاقتصادية والاجتماعية، ولدعم الممارسات الثقافية والدينيّة. ويشيرون إلى أنّ تنوع الأصناف التقليدية والتنوع ضمنها يسمح بالتكيّف والتطوّر اللذين يحتاجهما المزارعون لمواجهة تحديات ظروف الإنتاج المتغيرة الصعبة وغير المضمونة.

يشير ذلك إلى أن الخواص الرئيسيّة للأصناف النباتية التقليدية تتضمن قدرتها على الإنتاج تحت ظروف الإجهاد غير الحيوي والحيوي، وامتلاكها لمورثات قادرة على التكيف ومعقدات جينية، واللاتجانس الجيني لديها وقيمتها الثقافية الاجتماعية المحليّة. وهناك سمة إضافية والتي غالباً ما تتصف بها الأصناف النباتية التقليدية تتمثل بالتفاعل الإيجابي للمكونات أو الأفراد المختلفين في الجماعة النباتية حيث تكمل بعضها بعضاً بدلاً من أن تنافس بعضها.

هناك أدلة أكيدة من العديد من المحاصيل على أنّ الأصناف النباتية التقليدية تمتلك مورثات مفيدة تضفي أداء محسناً، ومقاومة للعديد من الأمراض والحشرات، وقدرة على تحمل الجهود غير الحيوية (Frankel et al. 1995). وفي بعض بيئات الإنتاج، فاقت الأصناف النباتية التقليدية في أدائها الأصناف الحديثة تحت ظروف إجهادية. فقد أظهرت التجارب التي أُجريت على الشعير (Ceccarelli 1994) أنّ أصنافه التقليدية وتحت ظروف قاسية من الجفاف والتملّح كان أداؤها أفضل من الأصناف الحديثة.

وهناك أيضاً أدلّة على أن امتلاك عدم التجانس يساهم في مقاومة الأمراض التي يمكن أن توجد في العديد من الأصناف النباتية التقليدية. إنّ العمل على خلائط من الأصناف النباتية والخطوط المتعددة (وهي الخطوط المتماثلة جينيّاً تقريباً باستثناء مورثة المقاومة) قد أظهر أنّ اللاتجانس يمكن أن يقلل ضرر الأمراض وبالتالي يقدّم أثراً صادّاً، "أو تأثير الخليط" والذي أشار إليه Wolfe (1985:255): "قد تحدّ الخلائط المضيفة من انتشار المرض بشكل ملحوظ وفق متوسط المكونات، شريطة أن تختلف المكونات في درجة حساسيتها".

تحافظ المجتمعات الريفية في كثير من الأحيان على عدد كبير من الأصناف النباتية التقليدية المميزة القابلة للتحديد، مما يوفر مستوى آخر من عدم التجانس مهم لسياسات الإنتاج التي تتبعها المجتمعات والمزارعون. ويبدو هذا أكثر وضوحاً في حالة المحاصيل الرئيسية ذاتية التخصيب وذات النمو الخضري الكبير مثل الأرز، والبطاطا والكسافا – نبات أمريكي مداري جذوره غليظة (Rana et al.2007; Brush et al. 1995; Salick et al. 1997). وعندما يكون هناك أعداد كبيرة من الأصناف النباتية المعروفة والتي تمت المحافظة عليها، فإنّ لكل واحد منها خصائصه النوعية، كما أشار Harlan، ويستخدمها المجتمع بطرق مختلفة متكاملة فيما بينها – بعض منها قد تكون مواد غذائية أقل إنتاجاً، وأخرى قد تُستخدم

في الاحتفالات، بينما قد تكون أنواع أخرى متكيفة مع حقول محددة تعاني من مشاكل في الزراعة أو لتلبية احتياجات فصلية معينة.

وقد أُشير كذلك إلى أن الأصناف النباتية التقليدية تتكون من أنماط وراثية تكمل بعضها بعضاً والتي "تتلاءم معاً" بطريقة مناسبة لتشكل جماعة من النباتات يمكنها الاستفادة على أحسن وجه من الموارد المحدودة أو مواجهة الإجهادات المختلفة وهي بسبب هذه الخاصية تكون متكيفة بشكل خاص مع الزراعة منخفضة المدخلات. ولكن هذا الافتراض مثير أكثر للجدل. فقد وجد Marshall (1977) أدلة قليلة على مثل هذه التفاعلات في النباتات مختلطة التهجين، على الرغم من أنّ الدراسات على جماعات الشعير المركبة خليطة التهجين قد أشارت إلى أنّه من الممكن حدوث تفاعلات إيجابية (Allard and Adams 1969).

المحاصيل الرئيسية والمحاصيل الثانوية

ركز البحث والتطور الزراعيين على المحاصيل الرئيسية على حساب العديد كثير من المحاصيل المهمة لرفاهية البشر (Mangelsdorf 1966; Kahane et al. 2013)، إذ تشكل ثلاثة محاصيل (القمح، والأرز، والذرة) 50 % من تناول سكان العالم للحريرات، ويقدم 15 محصولاً 90 % من مجمل الغذاء الكلي الذي يتم تناوله (Cecarelli 2009). ومع ذلك، ففي المجتمعات الزراعية التي لا تزال الأصناف النباتية التقليدية فيها مهمة، هناك مجموعة أكبر من المحاصيل مما هو عليه الحال في النظم الزراعية التي تهيمن عليها الأصناف النباتيّة الحديثة. وقد تمّ إعطاء المحاصيل الأقل أهمية أسماءً مختلفة مثل ثانوية، مهملة، قليلة الاستخدام، أو حتى "محاصيل ضائعة".

تشمل المحاصيل الثانوية في الغالب تلك التي تقع خارج مجموعة المحاصيل المهمة عالمياً والتي تسيطر على نُظم الإنتاج الحديثة. وقد تكون تلك المحاصيل موزعة عالمياً (مثل القمح الأسود)، أو مهمة على الصعيد الإقليمي مثل *Lathrus sativus* في الهند (والذي يحتوي عوامل مضادة للتغذية)، أو محليّة للغاية مثل الجذور الثانوية والدرنات (على سبيل المثال، "ماكا" و "أولوكو") في جبال الأنديز. إنَّ المحاصيل المهملة هي عادة تلك التي تقوم الزراعة الحديثة بإهمالها بينما تبقى مهمة بالنسبة للمجتمعات المحلية. ومن الأمثلة على تلك المحاصيل "التف" من إثيوبيا، و"الفونيو" من أفريقيا الغربية. وتتضمن الأنواع قليلة الاستخدام (حسب الوصف المستخدم من الأكاديمية الوطنية للعلوم (1975) المحاصيل التي يُعتقد بأنّ لديها قدرة على الانتشار ولكنها، لسبب ما، غير متكيفة مع الزراعة الحديثة أو ممارسات الإنتاج الحالية. وغالباً ما تتداخل الفئات، وهناك بوضوح تدرّج مستمر من المحاصيل المعروفة جيداً مثل

السمسم والقمح الأسود وفستق البامبارا وصولاً إلى تلك المحاصيل المحليّة والمهمشة تماماً تقريباً مثل بعض الدخن الثانوي في جنوب الهند (على سبيل المثال *Panicum sumatrense* و *Paspalum scrobiculatum*).

تحظى هذه المحاصيل في نُظم الزراعة التقليدية بالأهمية لأنّها تساهم بشكل مباشر في أسباب العيش المحلية والصحة والتغذية، وتشكل مصدراً للدخل، ولا تزال تشكل جزءاً من نظام الإنتاج الكلي الذي يدعم وظيفة النظام البيئي الزراعي (على سبيل المثال، كجزء من الإمداد المستمر بالسماد الأخضر، أو قدرة المحاصيل على الإنتاج في الأراضي الأكثر هامشية). وغالباً ما تكون الأصناف التقليدية محددة أقل بكثير في مثل تلك المحاصيل الثانوية. ويكون مقدار التنوع الوراثي الموجود في تلك المحاصيل معروفاً بشكل أقل أيضاً. ويتم في بعض الأحيان الحفاظ على مثل هذه الجماعات النباتية الصغيرة (نبتة أو اثنتين في كل منزل في حالة القرع الاسفنجي المفتوح التلقيح في القرى الواقعة على الهضاب المتوسطة في نيبال) مما يُثير أسئلة مهمة بحد ذاتها عن الحفاظ عليها وتحسينها من قبل المزارعين.

محتويات الكتاب

في حال حافظت الأصناف النباتية التقليدية على أهميتها لدى للمزارعين والمجتمعات وواصلت تقديم مساهمة محددة، وإذا كان من المرجح أن تحظى بأهمية في تحسين الاستدامة، يتوجب علينا هنا فهم كيفية المساعدة في الحفاظ عليها ضمن سياق تحسين حياة المزارعين والمجتمعات الريفية واستدامة نظم الإنتاج. ولذلك فإنّ هذا الكتاب يقدّم أدوات لتحديد طرق دعم المزارعين الراغبين في الحفاظ على مثل هذه الأصناف. فهو يوفر الأسس من أجل تجميع واستخدام البيانات الحقيقية عن النوع الذي يمكن أن يأتي من الأصناف النباتية التقليدية وأنظمة الزراعة التقليدية من خلال النهج التجريبية التشاركية التشخيصية. إنّه يشدد على أهمية جمع وجهات النظر الحيوية (الزراعية، والبيئية، والوراثية، إلخ)، والاجتماعية والاقتصادية والثقافية، وعلى أهمية احترام كل الشركاء المعنين.

إنّ إحدى المواضيع المشتركة في الكتاب هي الطريقة التي تستطيع من خلالها الأصناف النباتية التقليدية أن تتكيف مع الظروف المتغيرة. يتضمن هذا التكيف ضمان وجود المواد الخاصة بالزراعة التي ستستمر في التطور لـ (1) مواكبة التغير (البيئي، والاقتصادي، والاجتماعي)، و (2) توفير مرونة مع مرور الزمن في ظل ظروف تتغير باستمرار. وفي هذا الخصوص، فإنّ أحد الخواص المهمة لهذه الأصناف النباتية هي مقدرتها على التطوّر. ومن هذا المنطلق، فقد تمّ تقديم الوسائل التي تركز على فك رموز ما ينطوي عليه الحفاظ على

القدرة التطورية في نُظم الانتاج. وهذه ليست مهمة سهلة، فعندما نتحدث عن الحفاظ على القدرة التطورية، قد تبرز أسئلة مثل: من أجل أي غرض؟ من هو المستفيد؟ كيف يدعم الحفاظ على أصناف المحاصيل التقليدية واستخدامها السيادة الغذائية وحقوق المزارعين والمجتمعات التي تحافظ على تلك الأصناف وتستخدمها؟ كم من التنوع نحتاج للسماح لهذا التطور، سواء كانت القدرة التطورية من أجل تحسين المحصول (التركيب الوراثي للمحصول الذي سنحتاجه للظروف المستقبلية)، أو من أجل الاحتياجات المتطورة لاستخدام التنوع في أنظمة إنتاج المزارعين من أجل الإنتاجية والمرونة؟

يقدم الفصلان الثاني والثالث من هذا الكتاب معلومات أساسية حول أصل المحاصيل الحالية وحول تطور جداول الأعمال الوطنية والدولية بخصوص الحفاظ على تنوعها الوراثي واستخدامه. إذ يصف الفصل الثاني عمليات التدجين، والخصائص والسمات ذات الصلة، والتغيرات الوراثية التي تحدث خلال عمليات التدجين. كما يصف أهمية مراكز التنوع الوراثي ومراكز أصل المحاصيل. ويقدم الفصل الثالث لمحة تاريخية عن تطور العمل على المحافظة المدروسة على المصادر الوراثية النباتية. كما يدرس تنمية وتطوير البرامج الوطنية بخصوص المصادر الوراثية النباتية، وأصل وتنمية الالتزام الدولي بالحفاظ على المصادر الوراثية النباتية، كما يصف عمل اتفاقية التنوع الحيوي، ولجنة الفاو المعنية بالموارد الوراثية، والمعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة. ويبين الفصل أيضاً الطرق المختلفة التي يتناول فيها السكان الأصليون، والمجتمعات الريفية، والبرامج الوطنية المعنية بالموارد الوراثية، والمنظمات الدولية، القضايا المتعلقة بالمحافظة على التنوع الوراثي للمحاصيل والاستخدام المحدد له.

يقدم الفصل الرابع المفاهيم الأساسية للتنوع الوراثي وقياسه في الجماعات النباتية، بما في ذلك كيفية تأثير حجم الجماعة النباتية وقِواها التطورية – الانتخاب، الطفرة، إعادة التركيب الوراثي، والهجرة – في درجة وتوزع التنوع الوراثي، وآثار البيولوجيا التكاثرية، وأنظمة التزاوج، والتلقيح، وإشطاء البذور على الوراثة. ويهدف الفصل الخامس إلى تزويد القارئ بالوسائل والطرائق التي يتم من خلالها الحصول على البيانات وتحليلها بغية فهم درجة وتوزع التنوع الوراثي في المحاصيل، بدءاً من الطرائق الزراعية إلى الكيميائية الحيوية وانتهاءً بالجزيئية. وتتضمن الطرائق المعروضة تلك المستخدمة لدى العمل مع المزارعين للحصول على المعلومات والبيانات حول درجة وتوزع التنوع، وكيف ينظر المزارعون أنفسهم إلى التنوع ويصنفونه. ويُشدد الفصل على أهمية المناهج التشاركية والحصول على اتفاقات مشتركة واضحة مع مجتمعات المزارعين والقبول المسبق لكل الأطراف فيما يتعلق بجمع البيانات واستخدامها.

إنَّ الفروقات في طول النمو، والمنحدر، والمظهر، والهطل المطري، ودرجة الحرارة، وكثافة الضوء، وسرعة الرياح، ومستويات غاز ثاني أوكسيد الكربون، إلى جانب الملمس، والخصوبة، وسميّة التربة، والمُلقِحات، والحشرات، والمتعضيات تحت الأرض، جميعها تلعب دوراً في درجة وتوزع أصناف المحاصيل التقليدية في النظم البيئية الزراعية.

يقدم الفصل السادس وسائل أساسية في تحديد وتوصيف عوامل بيئية رئيسية تؤثر على التنوع الوراثي للمحصول وإنتاجيته. وتتضمن هذه الأدوات وسائل لتجميع وتحليل المعلومات بخصوص معرفة المزارعين لبيئتهم الحيوية المادية وإدراكهم للعمليات البيئية التي تحيط بهم. كما يتضمن الفصل معلومات تمهيدية حول خدمات النظم البيئية والدور المحتمل للتنوع الوراثي للمحصول في دعم وظائف النظام البيئي. ويستكشف الفصل السابع تطور أصناف المحاصيل في بيئات غير مواتية، مستعرضاً المبادئ الأساسية للتأقلم مع الإجهاد في بيئات قاسية، والتنوع الوراثي ضمن ووسط أصناف المحاصيل التقليدية فيما يتعلق بالاجهادات البيئية. ويتضمن الفصل مفاهيم أساسية ووسائل لقياس تحمل الإجهاد ومقاومته، والإجهادات غير الحيوية والحيوية، عبر مقارنة الأصناف التقليدية والحديثة. يتميز استخدام نوع تم اختياره عمداً على أنّه متكيف مع بيئة محددة عن استخدام تنوع بحد ذاته كضمان للحفاظ على الإنتاجية في بيئات غر متجانسة، أو تحت ظروف مناخية متغيرة. هناك المزيد من النقاش حول العلاقات المتداخلة لـ (1) التنوع الوراثي، (2) تقليل الضرر الحالي، (3) الحد من الضعف الوراثي، أو الحد من احتمال ضياع المحصول مستقبلاً بسبب الأمراض والحشرات.

يمكن تعريف الثقافة على أنّها تعبير عن التفاعل عبر الزمن بين المجتمعات وبيئاتها الطبيعية والتاريخية والاجتماعية. لا تلبي هذه البيئات الاحتياجات المادية للناس من الغذاء، والعلف، والماء، والأدوية، والمصادر الطبيعية الأخرى فقط، وإنّما توفر أيضاً أسس القيم الأخلاقية، ومفاهيم الأماكن المقدسة، والتجارب الجمالية، والهويات الشخصية أو الجماعية المستمدة من البيئات المحلية المحيطة. يدور الفصل الثامن حول إعطاء خصائص للمزارعين والجماعات الزراعية التي تحافظ على التنوع الوراثي للمحاصيل ضمن بيئاتها الاجتماعية والثقافية والاقتصادية. وتتضمن الخصائص التي ينبغي أخذها بعين الاعتبار كلاً من العمر، والجنس، والقرابة، والتعليم، والحالة الاقتصادية، والثروة النسبية، والحالة الاجتماعية، والعرق، واللغة. وتُعدّ وسائل توصيف العلاقات الاجتماعية أمراً مهماً للغاية لفهم الدور الذي يلعبه البشر في استخدام وإدارة موارد محاصيلهم الوراثية. يتم التقديم لكل من الطريقتين الكميّة والنوعيّة لتحليل الكيفية التي تصيغ فيها الأدوار المحددة اجتماعياً واقتصادياً وثقافياً نماذج التنوع الوراثي للمحاصيل فيما بين المزارعين ومنازلهم، وشبكاتهم، أو الجمعيات الرسمية للمزارعين والمجتمعات الزراعية.

يتمحور الفصل التاسع حول تقديم وسائل وطرق تقييم التنوع في المزرعة من منظور اقتصادي. وتتمثل نقطة البداية في التفريق بين القيم الخاصة والعامة للمصادر الوراثية للمحاصيل في أنظمة الإنتاج وتقديم الوسائل لتحديد ما يسميه الاقتصاديون "القيمة الاقتصادية الكلية". ويناقش الفصل "اختيار الأصناف" (الأصناف التي ينبغي زراعتها) ونسبة كلّ صنف من مساحة المحصول. ويتم تقديم الإرشادات لاختبار العلاقات بين العوامل الاجتماعية والثقافية والاقتصادية والتنوع في المزرعة ولتحديد العوامل الخارجية التي تؤثر على قرار المزارعين بما يخص التنوع. ويتضمن ذلك فهم تأثير الغلة المباشر للتنوع الوراثي للمحاصيل، وهو متعلق باستخدام المدخلات الإنتاجية مثل الأسمدة أو العمل أو نوع البذور ويمكن أن يكون له تأثير مباشر على أداء المحصول، وتأثير انحسار الضرر، المتعلق بتأثير استخدام مدخلات المكافحة مثل المبيدات الحشرية أو المبيدات الفطرية أو الأنواع المقاومة والتي لا تزيد المحصول بشكل مباشر ولكنها تحد بالفعل من الآثار التي تخلفها الحشرات والأمراض على المحصول. ويتم تطبيق نماذج الاقتصاد القياسي لاختبار العلاقات العادية واختبارها باستخدام تحليل الانحدار المتعدد. كما يتضمن الفصل التاسع وسائل لفهم القيم السوقية وغير السوقية للتنوع الوراثي للمحاصيل ويقدّم المبادئ لخلق نهج لسلسلة تسويقية لاستخدام التنوع الوراثي للمحاصيل.

ويوضح الفصل العاشر كيف تضع السياسات وأطر العمل القانونية مثبطات أو عوائق أمام قيام المزارعين بالحفاظ على التنوع النباتي وإدارته، كما يقدم نظرة شاملة لمفاهيم وطرق تحليل وتطوير إجراءات السياسات العامة الموجهة لخلق الحوافز للمزارعين من أجل استمرارهم في استخدام الموارد الوراثية النباتية في المزرعة، بالتماشي مع مفهوم حقوق المزارعين كما تعرّفها المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة. يناقش الفصل أيضاً كيف تضمن وسائل السياسات أن تلبي التقنيات هدف تحديث الزراعة. وهي تتضمن قوانين البذور، ومسائل حقوق الملكية الفكرية، وطرق بديلة لحماية التنوع النباتي. ويقدّم هذا الفصل أيضاً إطاراً لتطوير عمليات سياسات عامة تتضمن تحديد مجالات لمراجعة السياسات، وفهم السياق الذي تحصل فيه عمليات السياسات، وتطبيق وسائل تشاركية لبحث وتطوير تلك السياسات. كما يقدم الفصل ذاته وسائل لتحديد أصحاب المصلحة الذين ينبغي إشراكهم في تقييم وصياغة تلك السياسات.

يبحث الفصل الحادي عشر بعمق أكبر في العمليات التي لا تزال تصيغ بنية وتطور تنوع المحاصيل من وجهة نظر إنتاجية. كما يتم تقديم وصف للطرق التي يمكن من خلالها للقوى التطويرية المختلفة مثل الهجرة، والتدفق الوراثي، والانتخاب، أن تؤثر على التنوع في مراحل مختلفة من عملية إنتاج المحاصيل. وقد تمّ مناقشة أهمية الانتخاب كقوة تطويرية رئيسية في

قسم منفصل. ويتضمن الفصل أيضاً وصفاً لأنظمة البذور (وهي العمليات والممارسات التي يستخدمها المزارعون والمجتمعات لضمان توفر بذور الأصناف التقليدية)، حيث يشكل ذلك سمةً مهمة للحافظ على الأصناف التقليدية. ويهتم القسم الأخير من الفصل بالقضايا ذات النطاق المكاني والزماني، وبالطرق التي يمكن من خلالها لإدارة المجتمع للمصادر أن تؤثر على الحفاظ على الأنواع التقليدية.

يتطلب تطوير وتنفيذ برنامج يدعم استخدام والحفاظ على التنوع الوراثي للمحاصيل في نظام الإنتاج الزراعي أكثر من مجرد الموارد والخبرة في تجميع بيانات البحث وفهمها. كما يتطلب شراكات زراعية بين العديد من الأفراد والمؤسسات وتوظيف المنظمات المجتمعية من أجل إجراءات ملموسة. ومع أنّه من السهل إغفال الجوانب التعاونية، إلّا أنّها تشكل عنصراً أساسياً لمبادرة ناجحة في المزرعة. يقدم الفصل الثاني عشر في البداية مجموعة من الجهات الفاعلة، وأنماط العلاقات الضرورية، والطرق التي يمكن من خلالها تقاسم المسؤوليات والفوائد. ومن ثم يقدّم الفصل منهجيةً لأوراق العمل باستخدام أنماط المعلومات التي تم الحديث عنها في فصول سابقة لتحديد مجموعة من النشاطات لدعم المحافظة على الأصناف التقليدية للمحاصيل واستخدامها.

ويعيد الفصل الثالث عشر والأخير القارئ إلى السؤال الجوهري وهو لماذا ينبغي علينا الحفاظ على التنوع الوراثي لإرث محاصيلنا في نظام الإنتاج الزراعي.

مراجع أخرى

Altieri, Miguel A. 1995 *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*, 2nd ed. Westview Press, Boulder, CO.

Brush, S. B. 1999. G*enes in the Field: On-Farm Conservation of Crop Diversity*. IPGRI/IDRC/Lewis, Ottawa, ON.

FAO. 2012. *Save and Grow*. FAO, Rome.

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

Harlan, J. R. 1975. *Crops and Man*. American Society of Agronomy, Madison, WI.

Pollan, M. 2006. *The Omnivore's Dilemma*. Bloomsbury, London.

Zimmerer, K. S. 2010. "Biological Diversity in Agriculture and Global Change." *Annual Review of Environmental Resources* 35:137– 66.

لوحة 1. الأصناف التقليدية، والتي تسمى أيضاً سلالات، وأنواع خاصة بالمزارعين، والأنواع الفلكلورية، هي أصناف محاصيل غالباً ما تخفي تنوعاً وراثياً ما، ولكن لديها سلامة وراثية معينة. يتعرف المزارعون على خصائص الأصناف التقليدية، وينتخبون سمات يرغبونها، ويعطونها عادة اسماً. في الأعلى إلى اليسار: أنواع الأرز التقليدية من النيبال. وفي الأعلى إلى اليمين: مزارع مغربي يقوم بفصل بذور صنفين من الفول. في الأسفل إلى اليسار: أصناف القلقاس التقليدية المزروعة في حقل إرشادي للتنوع المحلي في هو، فيتنام. في الأسفل إلى اليمين: امرأة من بوركينا تصف أصناف الدخن اللؤلؤي المحلي الخاص بها. قام بتقديم الصور: R. Vodouhe (الأعلى إلى اليسار)، و B. Sthapit (الأسفل إلى اليسار)، و D. Jarvis (الأسفل إلى اليمين والأعلى إلى اليمين).

الفصل الثاني

أصول الزراعة
وتدجين المحاصيل
ومراكز التنوّع

في نهاية هذا الفصل، سيُكوّنُ القارئ فهماً لما يلي:

- ظهور الزراعة والمحاصيل.
- خصائص السمات المرتبطة بعملية التدجين.
- العمليات المرتبطة بالتدجين والتغيرات الوراثيّة التي حصلت.
- مراكز تنوّع المحاصيل حول العالم.

يقدّم النصف الأول من هذا الفصل لمحةً عامةً عن أصول الزراعة وتدجين المحاصيل، والعمليات التي تمّ استخدامها، والتغيّرات التي حصلت في الأنواع التي اختارها الإنسان للتدجين. يعكس التنوّع الموجود في المحاصيل حالياً عمليات تدجين المحاصيل المختلفة وتاريخها اللاحق مع تغير المجتمعات البشريّة وتطوّرها وانتقالها حول العالم. ترتبط أجزاءٌ معيّنة من العالم بمستوياتٍ عاليةٍ من التنوّع، ويبدو غالباً أنّ "مراكز التنوّع" هذه قد ارتبطت بعملية تدجين الكثير من محاصيلنا الرئيسيّة وبالتطوّر الذي تَبِعَهُ لمجموعة واسعة من الأنواع المختلفة الموجودة اليوم.

ويصف الجزءُ الثاني من هذا الفصل تعريفاً لمراكز التنوّع تلك وتطوّر ذلك المفهوم لاحقاً. ولا تزال عملية التدجين والتطور المستمرة – والوسائل المتغيرة التي يدير فيها المزارعون والمجتمعات المحلية محاصيلهم – تؤثر في النماذج المتغيّرة للتنوّع التي نشهدها اليوم داخل وخارج مراكز التنوّع المتعارف عليها.

ويمكن أنْ نجد لدى كلٍ من Harris and Hillman (1989)، وBarker (2009) مراجعاتٍ شاملة لتطوّر المحاصيل وتدجينها، ومن منظورٍ أثري لدى Weiss et al. (2004).

وهنـاك المزيـد مـن المراجعـات الأكثـرُ حداثـةً والتـي تتضمـن معلومـاتٍ مقتبسـةٍ مـن دراسـاتٍ جزيئيّـة تحتـوي عـلى آراء Fuller (2007) بخصـوص محاصيـل العـالم القديـم، وآراء Pickersgil (2007) بخصـوص محاصيـل العـالم الجديـد، وآراء Burger et al. (2008) وآراء Purugganan & Fuller (2009) بـما يخـص عمليـة التدجـين، وتوجـد آراء لـ Miller & Gross (2011) بخصـوص الاختلافـات في عمليـة التدجـين بـين المحاصيـل الحوليّـة والمعمّـرة. كـما ويوجـد لـدى Saurer (1993) ولـدى Smart & Simmonds (1995) وصوفـات لمسـارات التدجـين للمحاصيـل الفرديّـة.

أصول الزراعة والمحاصيل

تُظهـر السـجلات الأثريّـة أنّ البـشر كانـوا يأكلـون حبوبـاً بريّـةً منـذ 20,000 – 25,000 سـنة عـلى الأقـل (Weiss et al. 2004). وقـد بـدأ التجـوال بحثـاً عـن المـؤن يفسـح المجـال للزراعـة منذ حـوالي 11,000 إلى 13,000 سـنة مضـت، وذلـك خـلال العصريـن الحجريـين القديـم والحديـث. وقـد ظهـرت النباتـات المدجنـة في الأمريكيتـين بعـد مـدة ليسـت طويلـة مـن ظهـور البـشر وذلـك قبـل 13,000 سـنة عـلى الأقـل. وتشـير الأدلـة إلى أنّ مجموعـات الصيـد والبحـث عـن الثـمار قـد بـدأت بزراعـة نباتـات الغـذاء بشـكل مسـتقل في حـوالي 24 منطقـة مختلفـة مـن العـالم، وكانـت بواكر الزراعـة تركّـز عـلى محاصيل الحبـوب ربـما في 13 منطقـة مختلفـة (Purugganan & Fuller, 2009). وخـلال آلاف السـنين القليلـة اللاحقـة، تـمّ تدجـين كثـير مـن الأنـواع المختلفـة في مناطـق متنوعـة مـن العـالم مثـل الـشرق الأوسـط (منطقـة الهـلال الخصيـب وضفـاف نهـري دجلـة والفـرات)، وأمريـكا الوسـطى، وجبـال الأنديـز الوسـطى وشـبه صحـراء غـرب أفريقيـا، ومرتفعـات أفريقيـا الشرقيّـة، وأثيوبيـا ومناطـق مختلفـة مـن الهنـد، وغينيـا الجديـدة وإندونيسـيا، وآسـيا الوسـطى. ويُلخِّـصُ الجـدول (2.1) المعلومـات عـن المحاصيـل ومناطـق تدجينهـا والتواريـخ المفترضـة (إن وَجـدتْ) والتـي تمّـت خلالهـا عمليـة التدجـين.

في الـشرق الأوسـط، تتضمـن أولى المحاصيـل التـي تـمّ تدجينهـا القمـح وحيـد الحبـة وثنائـي الحبـة، والشـعير والفـول، والبـازلاء، والحمّـص، والعـدس، إضافـةَ للتـين والزيتـون. وفي آسـيا، تـمَّ تدجـين دُخـن ذيـل الثعلـب في شـمال الصـين بينـما تّـم تدجـين الأرز جابونيـكا في حـوض نهـر اليانغتـز، بينـما تـمّ تدجـين أرز إنديـكا في الهنـد عـلى الأرجـح. ويعـود تاريـخ تدجـين القـرع والـذُرة إلى مـا قبـل 7,000 - 10,000 سـنة في أمريـكا الوسـطى، بينـما في أمريـكا الجنوبيّـة يعـود تاريـخ تدجـين الفاصولیـاء والبطاطـا الحلـوة إلى حـوالي 8000 سـنة، بينـما تّـم قبـل ذلـك تدجـين لفـول ليـما (*Phaseolus lunatus*)، و *Cucurbita ecuadoriensis* (ربـما قبـل 10,000 سـنة).

الجدول 2.1. مكان وزمان تدجين بعض البذور الرئيسيّة ومحاصيل الجذور

المكان	المحصول		تاريخ التدجين (سنة من الآن)
أمريكا الشمالية	*Chenopodium berlandier*	دوّار الشمس	4500 – 4000
الشرقيّة	*Helianthus annuus*		4000
أمريكا الوسطى	*Cucurbita pepo*	الكوسا	10,000
	Zea mays	الذرة	9000 – 2500
	Phaseolus vulgaris	الفاصولياء الشائعة	
المناطق المنخفضة	*Manihot esculenta*	نبات الكسافا	6000
الشمالية شبه	*Cucurbita moschata*	الكوسا	9000 – 8000
المداريّة في	*Ipomoea batatas*	البطاطا الحلوة	4000
أمريكا الجنوبيّة	*Arapis hypogaea*	الفول السوداني	8500
جبال الأنديز	*Chenopodium quinoa quinoa*	الكينوا	5000
	Solanum tuberosum	البطاطا	8000
	Oxalis tuberose	الأوكا	3000
	Phaseolus lunatus	فول ليما	5000
	Phaseolus vulgaris	الفاصولياء الشائعة	4000
أفريقيا الغربيّة	*Pennisetum glaucum*	الدُخن اللؤلؤي	4500
	Vigna unguiculata	اللوبياء	3700
	Oryza glaberrima	الأفريقي الأرز	>3000
	Dioscorea rotunda	بطاطا يام	غير مؤكّد
الشرق السوداني الأفريقي	*Sorghum bicolor*	الذرة البيضاء	<4000
مرتفعات الشرق	*Eragrostis tef*	التِف	؟4000
الأفريقي	*Eleusine corocana*	الدُخن الأُصبعي	
الشرق الأدنى	*Triticum spp*	القمح القاسي، القمح الطري (الخبز)	13,000 10,000
	Hordeum vulgare	الشعير	
	Lens culinaris	العدس	
	Pisum sativum	البازلاء	
	Cicer arietinum	الحُمّص	
	Vicia faba	الفول	
آسيا الوسطى	*Malus X domestica*	التفاح	
	Pyrus communis	الأجاص	
الهند	*Vigna mungo*	أسود الغرام	5000
	Vigna radiata	فول المونج	
	Oryza sativa ssp. indica	الأرز	8500 – 4500
الصين	*Setaria italic*	دُخن ذيل الثعلب	8000
	Glycine max	فول الصويا	؟4500
	Oryza sativa ssp. japonica	الأرز	9000 – 6000
	Colocasia	القلقاس	غير مؤكّد
	Prunus persica	الدراق	؟3000
غينيا الجديدة	*Colocasia esculenta*	القلقاس	7000
وولاكيا	*Dioscorea esculenta*	بطاطا يام	
	Musa acuminata	الموز	

مُقتبس عن Purugganan & Fuller (2009) و Miller & Gross (2011)

يرجع تاريخ تدجين البطاطا إلى حوالي 8000 سنة مضت مع التدجين الأبكر المحتمل (لفول ليما) *Phaseolus Lunatus* و *Cucurbita ecuadoriensis* (ربما منذ 10000 سنة خلت)

وفي أفريقيا حيث من المرجح أنَّ التدجين قد حصل لاحقاً (قبل ما بين 3,000 و5,000 سنة)، تمّ على الأرجح تدجين محاصيل مثل الدُخن الإصبعي (*Eleusine coracana*) والدخن اللؤلؤي (*Pennisetum glaucum*) والسورغم (*Sorghum bicolor*) على الأطراف الجنوبيّة من الصحراء الكبرى (Barker 2009). إنّ قرع التزيين (*Lagenaria siceraria*)، وهو محصول تخزيني أكثر مما هو محصول غذائي، هو من النباتات الطبيعية في أفريقيا منذ أكثر من 10,000 سنة. وتبعاً للأدلة الأثرية، فقد تم حمل هذا النبات من آسيا إلى الأمريكيتين آواخر العصر الجليدي (Erickson et al. 2006)، وهذا يعني فيما يعنيه أنَّ هذا النوع كان أحد الأنواع الأولى التي خضعت للتدجين (Zeder et al. 2006).

التغيرات المرتبط بالتدجين

يُشكل عددٌ محدودٌ نسبيّاً من العائلات النباتيّة مصدراً لمعظم الأنواع النباتيّة المُدجّنة. وتتضمن أهم هذه العائلات النباتيّة عائلة Gramineae (الحبوب وقصب السكر)، والعائلة البقوليّة Legunminosae (حبوب القطّاني) وعائلة Solanaceae (البطاطا، والطماطم والفليفلة)، وعائلة Cucurbitaceae (الكوسا، والخيار والبطيخ والقرع)، وعائلة Umbelliferae (الخضار، والأعشاب والتوابل)، وعائلة Cruciferae (الخضار والبذور الزيتيّة)، والعائلة الورديّة Rosaceae (أشجار الفاكهة في المناطق المعتدلة)، والعائلة النخليليّة Palmae (جوز الهند، وزيت النخيل). وقد أثبتت بعض الأجناس ضمن هذه العائلات النباتيّة أنّها هامةً بشكل خاص كالبصل والكرنب (البذور الزيتيّة، والخضار المختلفة من العائلة الملفوفيّة)، و *Phaseolus* (فاصولياء مختلفة)، و *Dioscorea* (البطاطا الحقيقيّة)، و *Gossypium* (القطن).

إنّ التدجين هو العملية الانتخابية التي يؤدي استخدام البشر فيها للأنواع النباتيّة والحيوانيّة إلى تغيّرات شكليّة وفيزيولوجيّة تميّز الأصناف المُدجنةً حالياً عن أسلافها البريّة وقراباتها الوراثيّة (Hancock 2004; Purugganan & Fuller 2009). إنّ كشف الغطاء عن تاريخ تدجين المحاصيل الفرديّة في الدراسات الوراثيّة والتعبير الوراثي يقدّم أدلة تاريخية وأثريّة في الوقت نفسه للنماذج الحالية لتوزع هذه المحاصيل في مجتمعات مختلفة وطرق استخدامها.

لقد قام التدجين بتكييف أنواع المحاصيل كي يستخدمها الإنسان في الزراعة، وقد تضّمن ذلك انتخاباً لصفاتٍ تؤدي إلى إنباتٍ ونموٍّ ناجح للبذور في بيئاتٍ غير مناسبة. وتجعل هذه السمات عملية الحصاد أسهل وتزيد كمية ووفرة المُنتج المرغوب (على سبيل المثال، الحبوب، والفاكهة، والأجزاء الزهريّة، والأوراق، والسيقان، والجذور والدرنات). ويتضمّن التدجين الانتخاب الهادف لصفاتٍ مرغوبةٍ والانتخاب غير الهادف لصفاتٍ متعلقةٍ بعمليات الزراعة والحصاد (أي البيئات الزراعيّة المتغيّرة التي تُزرع فيها النباتات). ولا زالت عملية التدجين مستمرة حاليّاً، وخاصةً في مناطق ما يزال المزارعون يستمرون فيها بجلب أنواعٍ نباتيّةٍ بريّةٍ إلى نُظم إنتاجهم الزراعيّة.

تجسّدت التغيرات النموذجيّة التي صاحبت عملية تدجين محاصيل الحبوب مثل القمح والشعير والأرز والدُخن والذرة البيضاء، بمنع عملية النفض (أي انفراط البذور عند النضج) وتحسين حجم الحبة، ومن التغيرات الأخرى فقدان كُمُون البذور (والتي أعطت إنباتاً متجانساً أكبر بعد بذرها) وتزامن الفلاحة، وعادة نمو أكثر تحديداً، ونضجٍ أكثر تجانساً. وفي الذرة، رافق تلك التغيرات تقليل تفرّع النبات بغية إعطاء ساق كبيرة مفردة، وتقليل عدد الإزهارات الذكريّة والأنثويّة. وظهرت تغيرات مماثلة في محاصيل البقوليات الحبيّة مثل الفاصولياء الشائعة والعدس والحمص وفول الصويا والفول، تمثلت بتجانس أكبر في نضج القرون وازدياد في حجم البذور وعادة نموٍّ محدّد أفضل. وفي محاصيل البذور الزيتيّة مثل عباد الشمس وبذور الكرنب الزيتيّة، لاقت خصائص مماثلة للبذور استحساناً على الرغم من أنّ عملية التدجين في بعض هذه المحاصيل كانت أقل اكتمالاً؛ فعلى سبيل المثال، يبقى نفض القرون شائعاً في محصول السمسم والذي غالباً ما يعتبر مشكلة في الأصناف التقليديّة لبذور الكرنب الزيتيّة.

وفي محاصيل مثل الكسافا واليام والبطاطا الحلوة والبطاطا، نتج عن عملية التدجين ازديادٌ ملحوظٌ في حجم الجذور وعضو التخزين في الدرنات. وقد أدى مثل هذا الانتخاب في هذه المحاصيل أيضاً إلى ضياعٍ كليّ أو جزئيّ لإنتاج البذور، ومعه يغدو النمو الخضريّ شائعاً. ويكون كذلك الازدياد الكبير في حجم العضو الخاص الذي يتمّ استهلاكه سمة مميزة في معظم محاصيل الخضروات – اللب في البصل، والأوراق في الملفوف والخس، والبراعم الزهريّة الغضة في الزهرة – وثمار الكوسا، والفليفلة، والطماطم، والباذنجان، والباميا، والموز، وكذلك أشجار الثمار المُعمّرة مثل التفاح والأجاص، والزيتون، والنخيل، والمانغا، والأفوكادو، وفاكهة كثيرةٌ أخرى. يتضمن الجدول 2.2 السمات المرتبطة بالتدجين ويقدّم الجدول 2.3 أمثلةً عن المحاصيل والتغيرات التي تحدث.

الجدول 2.2 السمات المرتبطة بالتدجين عموماً

سمات مرتبطة بالتدجين عموماً
ازدياد في المسعى التكاثري
بذور وثمار فاكهة أكبر حجماً
إنبات أكثر انتظاماً وسرعة
إنبات من عمق أكبر للتربة
نضج أكثر تجانساً
بذور وثمار فاكهة غير مُنْفلِقة
تلقيح ذاتي
ميل إلى الحوليّة ودورات الإنتاج الحوليّة
تحسّن الاستساغة
تغيرات اللون
فقدان البنى الدفاعيّة
تحسن عمليات التأقلم المحليّة
تحسن التنوع في سمات معينة أساسيّة للأداء

يُمكن في بعض المحاصيل اقتفاء أثر تنوّعها الحالي إلى مكانٍ واحد، ويبدو أنّه انطوى على عمليةٍ واحدة أنتجت نَسَباً واحداً يمكن تتبع أثره إلى خطِ مورثةٍ واحدة. ويبدو أنَّ ذلك هو الحال بالنسبة للذرة، وعبّاد الشمس، والقمح وحيد الحبة، رغم أنَّ هذه المحاصيل قد تكون قد دُجّنت أكثر من مرة مع موت الأنساب الأخرى أو استبدالها. ووفقاً لتحليلٍ جزيّئي حديث (Molina et al. 2011)، قد تكون تلك هي أيضاً حالة الأرز. وفي حالة الفول الشائع والكوسا، يُمكن تحديد نسبين منفصلين على الأقل، مما يُشير إلى عملياتِ تدجينٍ منفصلةٍ تمّت في أماكن مختلفة (انظر المربع 2.1 لعملية تدجين الفول الشائع). وفي حالة بعض المحاصيل الأساسيّة مثل القمح رباعي الصيغة الصبغيّة والشعير، يبقى عدد المرات التي تمّ فيها تدجين المحصول غير مُؤكّد (Burger et al. 2008). وحتى عندما طوّرت هذه المحاصيل أخيراً حواجز تناسلية مع الأنواع البريّة التي انحدرت منها، فقد كان هناك على الأرجح فتراتٌ طويلةٌ حصل خلالها انسيابٌ للمورثات بين المحصول المُفْتَرض وأسلافه البريّة. وتضمّنت عملية التدجين في العديد من المحاصيل وخاصةً في أشجار الفاكهة، عدداً من المواقع (مناطق جغرافية مختلفة غالباً) لها تاريخٌ معقد من التهجين والانتخاب لنماذج جديدة من مجتمعات مختلفة.

لقد تضمّنت عملية التدجين في كثير من الأحيان تغيّراتٍ حيوية تكاثريّةٍ للمحصول مقارنةً مع سلفه البري. إنَّ العديد من المحاصيل مثل الأرز، والطماطم، والبذور الزيتيّة المُضاعفة لنبات الكرنب (*Brassica rapa*) هي ذاتيةُ التلقيح، بينما أسلافها البريّة والأنواع

البريّة القريبة منها في الجنس هي نتاجُ تزاوج الأباعد. وهذا هو الحال أيضاً بالنسبة لعددٍ من محاصيل الفاكهة واللوزيات المهمة مثل اللوز، والعنب، والبابايا. إنَّ إنتاج البذور في محاصيل البذور والدرنات غالباً ما يتم الحدّ منه أو منعه كليّاً إلى حدّ ما، كما في حالة محصول اليام والكسافا والبطاطا. ولا تُنتج زراعة الموز بذوراً أبداً، مما يجعل تحسين المحصول واستنباطِ أنواعٍ جديدة منه أمراً صعباً للغاية. وقد تكون العوائق المتعلقة بالعقم جزئيّة أو كاملة ويبدو أنّها قد تطوّرت عبر الأجيال من خلال مجموعة من الآليات المختلفة التي تتضمن فصلاً فيزيائيّاً وتغيّراً في زمن الإزهار وتغيراتٍ خلويةٍ مثل تغيّر مستويات الصيغة الصبغية داخل الكروموسومات وإعادة ترتيبها والتي تمنع التزاوج الناجح وقت الانقسام المُنصِّف.

إنَّ حوالي أربعة من خمسة محاصيل هي ذاتية الصيغة الصبغيّة، ومزدوجة الضعفانيّة، أو كلاهما (Hancock 2004)، مما يوفر آلية عزلٍ أخرى وقد تكون أعطت فوائدَ أخرى من وجهة نظر ممارسة البشر للزراعة مثل الحجم الأكبر. وإنَّ حزمة محاصيل الكرنب الكلاسيكي هي الحزمة التي لعبت فيها مزدوجة الضعفانيّة دوراً رئيساً، حيث إنّ أنواع ثلاثة محاصيل مزدوجة الضعفانيّة (*Brassica carinata, B. juncea, and B. napus*) هي نتاج عملية التهجين بين ثلاثة أنواع ثنائيّة الصيغة الصبغيّة (*B. nigra, B. oleracea, & B. rapa*).

إنَّ المحاصيل المُدجّنة بشكل عام لا تحتوي سوى جزءاً محدوداً من التنوع الموجود في أنواعها السلفية أو قراباتها البريّة، وغالباً ما يكون هذا قد نتج عن عملية تدجينٍ وحيدة كما في حالة القمح أو العدس، أو من عدد محدود من عمليات التدجين كما هو الحال على الأرجح لمحصول الفاصولياء الشائعة (*Phaseolus vulgaris*). وقد حدثت عمليات التدجين تلك في أماكن محدّدة وانطوت على جزء محدود من مستودع المورثات للأنواع السلفيّة. وقد أدى هذا التأثير المُؤسِس إلى ظهور ما يُسمى بعنق الزجاجة الوراثيّة (genetic bottleneck)، ولذلك في القمح *Triticum*، يبدو أنَّ القمح سداسي الصيغة الصبغيّة الطري قد امتلك حوالي نصف التنوّع النيوكلوتيدي الذي يوجد في السلف رباعي الصيغة الصبغيّة البري، بينما يبدو أنَّ القمح القاسي رباعي الصيغة الصبغيّة قد امتلك تنوعاً أقل مما امتلكه القمح الطري.

وقد مرّت العديد من أشجار الفاكهة المُعمّرة بظاهرة عنق الزجاجة الوراثية لكن بدرجةٍ أقل، وغالباً ما احتفظت بنسبةٍ أكبر من التنوّع الوراثي الذي يوجد في ذرياتها البريّة مقارنةً مع المحاصيل الحوليّة (Miller & Gross 2011). ومن الاستثناءات على هذه الملاحظة العامة ثمار المنغوستين والرامبوتان المداريتين. ولمُعظم محاصيل الفاكهة المُعمّرة أوقات أجيال طويلة، وقد تم نشرها عن طريق الاستنساخ. وهناك نوع مرغوب وحيد يُمكن الحفاظ عليه عبر مئات السنين، كما في حالة بعضٍ من أصناف التفاح والأجاص الأوروبي التي يعود أصلها إلى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر.

الجدول 2.3 التغيرات المرتبطة بالتدجين، وأمثلة لمحاصيل حوليّة ومعمّرة حيث حصلت هذه التغيّرات.

السمة	*الحالة (السلفيّة) البرّيّة*	*الحالة (المشتقّة) المدجّنة*	*أمثلة لمحاصيل حوليّة*	*أمثلة لمحاصيل معمّرة*
نظام التربيّة	إخصاب خلطي Allogamous منفصل الجنس Diocecious	ذاتي الإخصاب Autogamous مبيض منفصل الجنس Gynodiecious ذكر خنثوي andromonoecious خنثوي hermaphrodictic	الأرز، والفول	اللوز، والعنب، بابايا، البرقوق الفلفل الأسود، والعنب وCarbo
أسلوب التكاثر	جنسي	عديم الجنس عبر الإثمار اللا إلقاحي Asexual via parthenocarpy عديم الجنس (جُويزي) عبر الجويزة الجنيّنيّة Asexual via nucellar embryony عديم الجنس عبر الانتشار بواسطة البشر (التطعيم، والترقيد، والقطع) عديم الجنس عبر الجذور والدرنات		التين، وثمار الجوكوت Jocote الفستق، والأجاص أنواع الحمضيات تقريباً حوالي 75 % من المحاصيل المُعمّرة المزروعة
			الكسافا، واليام، والبطاطا، والبطاطا الحلوة	
الإزهار	أزهار عقيمة	أزهار عقيمة تُصبح خصبة	الحبوب	
البذور	قليلة	كثيرة	القمح، والشعير، والأرز	
	نافضة	غير نافضة	الحبوب، عبّاد الشمس، الحبوب القطاني	
	حجم أصغر	حجم أكبر	معظم الحبوب، عبّاد الشمس، البقوليات	
	مجموعة بذور أدنى	مجموعة بذور أعلى		
	سميّة أعلى	سميّة أقل	القرع	اللوز
	محتوى منخفض من الزيت	محتوى مرتفع من الزيت	الكتاب، عباد الشمس	القرنفل
	كمون منخفض	كمون عالي	الحبوب القطاني، الأرز	الصبار

الفاكهة	فاكهة متجانسة نسبيّاً	ازدياد التنوّع في اللون، والحجم والشكل	الحمّص، الطماطم، الفلفل الحار	التفاح
	حجم أصغر	حجم أكبر	الحبوب القطاني، الطماطم	معظم محاصيل الفاكهة، الزيتون، العنب، الرمان، التفاح، البرقوق، المانغا، الموز
	محتوى منخفض من الزيت	محتوى مرتفع من الزيت		الزيتون
	مُنْفَلِقَةْ	غير مُنْفَلِقَة	الحبوب القطاني	الكابوك
ثخانة القشرة	ثخينة	رقيقة		جوز البقان، اللوز
	رقيقة	ثخينة		كالاباش خياري
البنيّة الدفاعيّة	بأشواك	من دون أشواك	الباذنجان	الزيتون، والخوخ والكابوك
شكل النمو	معمّر	تُزْرَعُ كحوليّة	طماطم، الفلفل حارّة، الباذنجان	
	نمو غير محدود	نمو محدود	الحبوب، عبّاد الشمس، فول الصويا	
	كبير	قزم		أفوكادو، جوز الهند، البابايا، التفاح، الكرز، الدراق، الأجاص، البرقوق، الحمضيات
مستوى الصيغة الصبغيّة	ثنائي الصيغة الصبغيّة	متعدّد الصيغة الصبغيّة	القمح القاسي والطري، الفستق	الكيوي، ثمرة الخبز، الكرزالمُر

مقتبس من: Miller and Gross (2011).

المربع 2.1. مسارات التدجين في محاصيل مختلفة

A- السورغوم (*Sorghum bicolor*)

يبدو أنَّ مجموعات الصيد والبحث عن الثمار قد تناولت السورغوم قبل 10,000 سنة، ويبدو أنّ تدجينها لها يعود إلى أثيوبيا والبلدان المحيطة بها، لكن ربما حدثت عملية التدجين في عددٍ من المواقع المختلفة في أنحاء أفريقيا بما في ذلك أفريقيا الغربيّة ومناطق السافانا في أفريقيا الوسطى. ويبدو أنّ الانتخاب التمزقي كان مسؤولاً عن تطوّر سلالاتٍ مختلفة وأصناف عديدة في أجزاء مختلفة من أفريقيا. ويبدو أنّ السورغوم قد وصل إلى الهند قبل حوالي 3,000 – 3,500 سنة، ووصل لاحقاً إلى الشرق الأوسط وشرق آسيا. وقد ارتبطت عملية التدجين باتجاه نحو بذور أكبر غير نافضة وعناقيد زهريّة أكثر تماسكاً. وقد ميّز Harlan & DeWet (1971) خمس سلالات رئيسة للسورغوم المزروع وذلك اعتماداً على المظهر الخارجي: (1) Bicolor، وهي منتشرة على نطاق واسع في أنحاء السافانا الأفريقية وآسيا؛ (2) Caudatum، وتوجد وسط السودان والمناطق المحيطة به؛ (3) Guinea، والتي تزرع في كلٍ من أفريقيا الشرقيّة والغربيّة؛ (4) Durra، وتُوجد بشكل رئيس في الجزيرة العربيّة وآسيا الصغرى؛ (5) Kafir، وتُزرع بشكل رئيس في أفريقيا الجنوبيّة. وقد تمّ التعرف على عملية التدجين بمواضع السمة الكميّة QTL في السورغوم ونسخ خرائطها الجينيّة في عددٍ من المناطق المختلفة (المصادر: Hancock 2004; Smart & Simmonds 1995).

B- الفاصولياء الشائعة (*Phaseolus vulgaris*)

للفاصولياء الشائعة البريّة انتشارٌ واسع في الأمريكيتين، بدءاً من المكسيك إلى أمريكا الوسطى وجنوباً على طول جبال الأنديز حتى البيرو، وبوليفيا، والأرجنتين. وتتميّز جماعات الفاصولياء الشائعة البرية الشمالية في المكسيك وأمريكا الوسطى وراثياً وشكليّاً عن تلك الموجودة في الطرف الشمالي من نطاق انتشار النوع، وهي تُظهر انعزالاً تكاثريّاً غير كامل. ولا تصمد بقايا الفاصولياء الشائعة أمام الحفظ مما يعقّد مسألة إعداد سجل أثري لها، ولكن تظهر الأنواع المزروعة من هذه الفاصولياء في سجلاتٍ أثريّة لأمريكا الوسطى منذ حوالي 2,500 سنة، بينما تقدّم المواقع الأثريّة في أمريكا الجنوبيّة بقايا فاصولياء يعود تاريخها إلى وقت أبكر بكثير، إلى قبل 4,400 سنة. تشير الدراسات المتعلقة ببروتينات تخزين البذور وتعدّد أشكال الـ DNA إلى أنَّ الفاصولياء قد تم تدجينها بشكل مستقل في واقعة واحدة على الأقل في كلٍ من أمريكا الوسطى وجبال الأنديز (حيث أنَّ جنوب البيرو هو الموقع الأكثر احتمالاً في منطقة الأنديز)، وليس تعرضها لواقعة تدجين واحدة في أمريكا الجنوبيّة وانتشارها لاحقاً شمالاً باتجاه المكسيك. وينعكس هذا في نماذج حاليّة من التنوّع في تلك المناطق وفي العزل التكاثري الجزئي لمستودعات الجينات التي تمَّت زراعتها في أمريكا الوسطى وجبال الأنديز.

C- الموز (*Musq spp.*)

ينتمي معظم الموز القابل للأكل إلى قسم *Eu-musa* من الجنس *Musa* وهي مهجنات ثنائيّة أو ثلاثيّة الصيغة الصبغيّة من *Musa acuminate* (A-genome) لوحده أو من التهجين مع *Musa balbisiana* (B-genome). وتقتصر مجموعة صغيرة بما في ذلك موز Fe'i على منطقة المحيط الهادي،

وهي مشتقة من أنواع الـ *Australimusa*. ويبدو أنَّ أولى مراحل تدجين الموز انطوت على تهجين الأنواع الفرعية *M. acuminate* والتي قام بعزلها جغرافيّاً سكان جنوب شرق آسيا وجزر ميلانيزا. وتشير الأدلة الأثرية إلى أنّ ذلك قد حصل منذ حوالي 6,950 – 6,440 سنة. وقد نتجت النباتات ثنائيّة الصيغة الصبغيّة المحليّة ذات الإثمار البلا إلقاحي عن نقل مواقع ما يسمى بـ "cultiwild" (وهو مصطلحٌ تمَّ تبنيّة للإشارة إلى نبات الموز الذي تمّ تدجينه مسبقاً) خارج نطاق تواجدها وتهجينها مع الأنواع المحليّة M. acuminate و M. balbisiena. وتشير الأدلّة اللغوية وغيرها من الأدلّة إلى أنَّ هناك على الأقل ثلاث مناطق اتصال مختلفة: (1) غينيا الجديدة وجاوا، (2) غينيا الجديدة والفلبين، و (3) ومن بين جزر الفلبين جزيرة بورنيو (Borneo)، والبرّ الرئيسي لجنوب شرق آسيا. وقد ظهر الموز ثلاثي الصيغة الصبغيّة متباين الخصائص الجينيّة AAA, AAB أو ABB بشكل مستقل في مناطق الاتصال المختلفة تلك.

ومن المجموعات الفرعية العديدة ثلاثيّة الصيغة الصبغيّة، هناك ثلاثٌ منها جديرة بالملاحظة ذلك أنّه تمَّ زراعتها بشكل واسع في مناطق بعيدة عن مناطق ظهورها: الموز الأفريقي AAA "Mutikfa Lu-jugira"، وموز الجنة الأفريقي AAB، و"موز جنة المحيط الهادي" AAB. ويشهد على قدم كل مجموعة فرعية العدد الكبير جدّاً من أشكاله المزروعة مما يُشير إلى فترة طويلةٍ من الاستنساخ الجسدي للتنوّع، وكذلك الأدلة على وجود *Musa* phytoliths في أفريقيا الوسطى والذي يعود تاريخه إلى 2,500 سنة.

(المصادر: Zeder et al. 2006; Perriera et al. 2011)

إنّ إحدى عواقب ظاهرة عنق الزجاجة الوراثية التي حدثت خلال عملية التدجين هي أنَّ مورثاتٍ مفيدة لا تزال موجودة في الأنواع البريّة المرتبطة بالمحاصيل. لقد تنامى الاهتمام باستخدام القرابات البريّة للمحاصيل في تحسينها خلال السنين الخمسين الماضية، وخاصة فيما يتعلق بالنباتات الأقرب نسلاً، والتي غالباً ما تكون الأنواع السلفيّة للمحصول. فقد أثبتت على أنّها ذات قيمةٍ كمصدرٍ لمورثات مقاومة للأمراض على وجه الخصوص. على سبيل المثال، تم استخدام أكثر من خمسٍ وثلاثين مورثة مقاومة للأمراض موجودة أصلاً في أنواع الـ *Lycopersicon* البريّة لتحسين سمة مقاومة الأمراض في الطماطم (Bai and Lindhout 2007). وقد حسّنت المورثاتُ من قراباتٍ بريّة قدرة تحمل المحصول للإجهادات غير الحيوية، ومورثاتٌ تحسين الغلة الموجودة في الـ *Oryza rupifogon* والتي تمّ نقلها إلى محصول الأرز. وبما أنَّ كثيراً من المحاصيل يمكنها القيام بعملية التهجين مع قراباتها البريّة، فإنّ هناك فرصٌ لإدخال سماتٍ جديدةٍ بغية استمرار عملية التدجين عبر الزمن، وقد يسمح المزارعون حاليّاً بأنْ يبقى نتاج مثل هذا التهجين في الأصناف العائدة لهم (Jarvis & Hodgkin 1999)، أو أنْ يستخدموا قراباتٍ بريّة لانتخاب موادٍ لعمليات تدجينٍ جديدة كما في حالة بطاطا يام في غرب أفريقيا (Scarcelli et al. 2006b).

في الوقت الذي حدّ فيه التدجين بشكلٍ عام من التنوّع الوراثي الكليّ الموجود في المحصول مقارنةً مع الأنواع البريّة السلفيّة، فقد ازداد التنوّع في صفاتٍ محدّدةٍ غالباً. ومع انتشار وانتقال المحاصيل إلى مناطقَ إنتاجٍ جديدة، فقد حصل التكيّفُ مع ظروف بيئاتٍ زراعيةٍ مختلفة. ويبدو أنَّ انتشار القمح، والشعير، والعدس، والبازلاء خارج منطقة الهلال الخصيب كان سريعاً نسبيّاً باتجاه الشرق (إلى باكستان) وباتجاه الغرب (إلى اليونان وغربي البحر الأبيض المتوسط). وقد تطلّبَ الانتشار باتجاه الشمال إلى ما بعد دول البلقان التكيّف مع ظروف إنتاج أكثر برودة ومع اختلافات طول النهار، وهذا ما تطلّب تبريد البذور في محاصيل الحبوب والأنماط التي تُفضّل الأيام المعتدلة. وهناك محاصيل كالعدس والحمص لم تتكيّف وبقيت مرتبطةً بالمناخات الأكثر دفئاً، بينما تطوّرت تكيّفات مؤاتيّة في الشعير، والقمح، والبازلاء، والفول (Purugganan & Fuller 2009).

إنَّ التدجين هو نتاج عمليات الانتخاب التي قام بها البشر. وكان ما يُفضّله البشر ثقافيّاً واجتماعيّاً أساسيٌّ لتطوّر التشكيلة الواسعة من الأنواع المدجّنة الموجودة حالياً في كثير من المحاصيل. وقد حافظ التنوع المناطقي للشعير المقشور مقابل الشعير العاري، أو لكلٍ من الشعير ثنائي وسداسي الصفوف، على وجوده لزمنٍ طويلٍ في بعض أجزاء أوروبا نتيجة تفضيل السكان المحليين له. ومن الأمثلة الأخرى على الانتقاء الثقافي المرتبط بالتفضيلات الغذائية المحلية التي تميز مجموعة من المحاصيل، انتخاب أنماطٍ مرنةٍ ظهرت لمحصول الذرة (في المكسيك) وسمات الأرز المُعطّر المرتبطة بأرز البسمتي (في الهند) وأرز الياسمين (تايلاند) والكثير من الأمثلة المختلفة للانتخاب لمستوياتٍ أقل من الأميلاز في حبوب النشاء، والتي تؤدي إلى ما يُعرف بسِمة القوام المتماسك الموجودة في الأصناف الحديثة لثمانِ أنواعٍ من محاصيل الحبوب على الأقل (Sakamoto 1996).

ومع مرور الزمن، لاقت خوّاص مختلفة مفيدة الاستحسان حيث اسْتُخدم المحصول لأغراضٍ مختلفة، وغالباً ما تمّ انتخاب خواصٍ مرئيّة حيث كان ممكناً استخدامها لتحديد صنف ما (انظر الفصل الخامس). وتتضمن الأمثلة أنواعاً مختلفةً من السورغوم والتي تتضمن انتخاب صفة الحلاوة في بعض أصنافه؛ وخواص الحجم والشكل والنُضج لأصناف عديدة من التفاح والأجاص وفاكهةٌ أخرى، والكثير من الأشكال المختلفة للبطاطا. وقد أدى عدد من أنواع الخضار إلى ظهور العديد من المحاصيل المختلفة في مناطق مختلفة من العالم، إلا أنَّ أنواع الكرنب المختلفة ربما تمثل المثال الأبرز. وفي أوروبا، أدى *B. oleracea* إلى ظهور ما لا يقل عن عشرة نماذج محاصيل مختلفة: اللفت (marrow stem kale، thousand head kale، curly kale، cavolo nero) والكرنب (أنواع كثيرة، مدوّر، مدبب، سافوي، أحمر) والملفوف، كرنب بروكسل، والكالبريس، والزهرة (أنواع كثيرة – أبيض، أخضر، رومانيسكو)، والكرنب الساقيّ كنتيجةٍ للانتخاب من أجل الأوراق والساق والبراعم المحوريّة والخواص الزهريّة. وهناك تنوّع غنيّ مماثل موجود في المحاصيل الخضريّة للـ *B. juncea* الصينيّة.

عمليات التدجين

حتى ما قبل "الثورة الزراعيّة،" تحوّلت مجموعات الصيد والبحث عن الثمار إلى مجتمعات محلية، كما هو الحال اليوم، وقاموا بإدارة كلٍّ من الأماكن الطبيعية التي كانوا يعيشون فيها والنباتات والحيوانات التي كانت جزءاً من تلك الأماكن. وكانت معارف السكان الأصليين بالموارد الحيويّة (وما تزال) موجودة في هذه المجتمعات. لقد وصف Yen (1989) هذه الإدارة البيئيّة على أنّها «تدجين البيئة»، والتي تتضمن كلاً من الجوانب العرضيّة (تراكم الفضلات حول مركز السكن مما يؤدي إلى إغناء التربة وتغيّرات في الغطاء الخضري المحلي) والأنشطة المدروسة مثل التحكم بالفيضانات في قيعان الوديان، واستخدام النار، وإدارة الغطاء الخضري بشكل خاص حول المصادر المهمة (وعلى وجه الخصوص الأشجار القيّمة أو أنواع النباتات الطبيّة).

يحيط الجدل بالقوى الدافعة للتنمية الزراعيّة والتدجين. فقد تزامنت التنمية الزراعيّة مع تزايد أعداد السكان في العالم (ودعمته)، بالإضافة إلى نمو الدول والمدن، ومجتمع متزايد في الطبقيّة تتولى فيه مجموعاتٌ مهاماً مختلفة (انظر على سبيل المثال، Weisdorf 2005). وقد يكون التغيّر المناخي – وبشكل خاص المناخ الجاف والدافئ بشكل متزايد لتلك الفترة – قد لعب دوراً رئيساً كدافع في عملية التدجين. ومن المرجّح أنَّ هذه العوامل الثلاثة (وهي عدد السكان المتزايد، وازدياد الإمدادات الغذائية عبر التدجين، والتغيّر المناخي) قد عملت معاً في حلقات مدروسة من التغذية الراجعة.

أشارت بعض الأبحاث (على سبيل المثال، Hillman and Davies 1999) إلى أنَّ عملية التدجين قد حصلت خلال فترةٍ زمنيةٍ قصيرةٍ نسبيّاً، وأنَّها قد تكون قد حصلت، بالنسبة لكل محصولٍ، بشكل سريع نسبيّاً. ترى هذه الفرضيّة أنَّ عملية التدجين هي بالفعل واقعة يتحوّل فيها المحصول عبر عدّة أجيال (أو عبر بضع عشرات من الأجيال) من كونه نوعاً بريّاً إلى نوعٍ يمكن التعرف عليه بوصفه محصولاً بفضل اكتساب طفرات أساسية والحفاظ عليها، مثل سمة عدم النفض في الحبوب.

ولكن تُشير الأدلة الأثرية إلى أنَّ التغير من "بري بالكامل" إلى "مدجّن بالكامل" قد حصل على مدى فترة زمنية طويلة نسبيّاً. بينما قد تشير دراسات النمذجة إلى أنَّ سمة عدم النفض تطوّرت في أقل من 100 سنة، وتقول الدراسات الأثريّة إنَّ رسوخ ظاهرة عدم النفض في ساق الشعير قد استغرق حوالي 2000 عام. وعلى نحو مماثل، فقد تطوّرت هذه السمة على مدى طويلٍ من الزمن في القمح والأرز (Purugganan and Fuller 2009). كما يبدو أنَّ تطوّر حجم البذور قد استغرق وقتاً طويلاً أيضاً (رغم أنّه استغرق وقتاً أقصر بكثير من سمة عدم النفض، حيث استغرق من 500 – 1,000 سنة في بعض المواقع في الهلال الخصيب). وأفضت خلاصةٌ مهمة أخرى لدراسات تحليليّة حديثة بأنَّ تطوّر حجمَ البذرة قد حصل بشكل ملحوظ قبل تطوّر سمة عدم النفض، وبهذا الخصوص فإنَّ تطوّر السمات المختلفة

المرتبطة بعمليـة التدجين لم يكـن متزامنـاً (Fuller 2007). ويشـير Puruggana & Fuller (2009) إلى أنَّ معـدّل ازديـاد الأشـكال المدجنـة غـير النافضـة مـن الشـعير والقمـح والأرز قـد تـراوح بـين حـوالي 0.03 - 0.04 % سـنويّاً، ممـا يعنـي أنَّ ضغـط الانتخـاب لهـذه السـمة كان ضعيفـاً.

اتجهـت الدراسـات المتعلقـة بالتدجـين إلى التركيـز عـلى المحاصيـل الرئيسـيّة، وعـلى وجـه الخصـوص محاصيـل الحبـوب التـي ظهـرت في الـشرق الأوسـط، حيـث يوجـد عـدد أكـبر مـن الأدلة الأثريـة مقارنـةً بمناطـق أخـرى مـن العـالم. وتشـير أدلـة جديـدة مـن محاصيـل أخـرى منشـؤها مناطـق أخـرى إلى أنَّ عمليـة التدجـين هـي أكثـر تنوعـاً ممـا كان يُعْتَقَـدُ سـابقاً.

وقـد قـام .Meyer et al (2009) باسـتعراض المعلومـات المتوفـرة بخصـوص عمليـة التدجـين لــ 203 مـن المحاصيـل الغذائيّـة الأساسـيّة والثانويّـة. وقـد أفـادا بـأنَّ العديـد مـن السـمات «التقليديّة» المرتبطـة ببضعـة محاصيـل أساسـيّة تمّـت دراسـتها بشـكل مكثـف (بـما في ذلـك التغـيرات في مسـتوى الصيغـة الصبغيّـة، وفقـدان النفـض، والأصـول المتعـدّدة) هـي أقـل انتشـاراً عندمـا يُؤخـذ في الحسـبان النطـاق الأوسـع للمحاصيـل. وربـما يعكـس ذلـك الاختلافـات الموجـودة في درجـة التدجـين، غـير أنَّه يُذكرنـا بـأنّ التعميـم هـو أمـر خطـيرٌ، وبـأنّ التدجـين هـو عمليـة ديناميكيّـة. ومـن المرجـح أنَّ يسـلّط الجمـع بـين البيانـات الأثريّـة الإضافيـة والمعلومـات الناجمـة عـن التحاليـل الجزيئيّـة ضـوءً جديـداً عـلى عمليـات التدجـين في مجموعـة مـن المحاصيـل هـي الأكـبر عـلى الإطـلاق، كـما هـو مُوضّـحٌ في تحليـل الطريقـة التـي مهَّـدت فيهـا الطفـرات الوراثيّـة والمجـين الصبغـي الطريـقَ أمـام التدجـين الناجـح لأصنـاف القمـح الحديثـة المزروعـة (انظـر مراجعـة Dubcovsky & Dvorak 2007).

الجوانب الوراثيّة للتدجين

تُسـمى أحيانـاً مجموعـة التغـيّرات التـي تطرأ عـلى خاصيـة التدجين في محاصيـل البـذور "متلازمة التدجـين" (Hammer 1984)، وقـد كان تحديـد المورثـات المعنيّـة في التحكّـم بهـذه السـمات موضـع اهتـمام كبـير لسـنوات عديـدة. يُبـيّن الجـدول 2.4 السـمات المرتبطـة بمتلازمـة التدجـين لمحصولـين همـا القمـح والبـازلاء.

الجدول 2.4 بعض الخواص المرتبطة بـ "متلازمة التدجين" عند القمح والبازلاء

القمح	*البازلاء*
فقدان النفض	قرون غير مُنْفلِقة
فقدان العُصَافات القاسيّة	ازدياد في حجم البذرة
ازدياد في حجم البذرة	انخفاض في ارتفاع النبات
انخفاض عدد الأشطاء	انخفاض عدد الأفرع القاعديّة
نمو أكثر انتصاباً	نمو محايد
انخفاض في كمونيّة البذور	انخفاض في كمونيّة البذور

مُقْتبس لمحصول القمح من Dubcovsky & Dvorak (2007) ولمحصول البازلاء من Weeden (2007).

لا يتحكم في عدد من السمات المرتبطة بعملية التدجين سوى عدد قليل فقط من المورثات، إذ يتحكم بعدم النفض في الأرز موقعٌ صبغويّ واحد، بينما يشترك في ذلك في السورغوم والدُخن اللؤلؤي والشعير موقعان صبغويّان. والمورثات في هذه الأمثلة جميعها متنحيّة. وتتحكّم مورثةٌ أو اثنتين في النمو المُحَدد وغير المُحدد في الذرة والفاصولياء الشائعة، وكذلك التفرّع في دوّار الشمس والسمسم (Hancock 2004). وحتى عندما يُعتقد بأنّ السمات يضبطها عددٌ أكبر من المورثات، فقد أظهر التحليل الكمّي لمواقع السمات (QTL) أنّ مواقعَ صبغويّة قليلة لها تأثيرٌ كبير على كل سمةٍ تمَّت دراستها (انظر، على سبيل المثال، Koinage et al. 1996 بخصوص الفاصولياء الشائعة).

إنَّ المورثات التي تتحكّم في التباين في السمات المختلفة المرتبطة بالتدجين تغدو أكثر فأكثر فَهماً بفضل الدقة العالية لرسم الخرائط الوراثية، واستنساخ المورثات، وتقنياتٍ جزيئيّةٍ أخرى. وهنا تبرز صورةٌ متنوعة ومعقّدة بشكل متزايد. فعلى سبيل المثال، خلصَ Weeden (2007) أنَّ تدجين البازلاء انطوى على 15 مورثةٍ معروفةٍ على الأقل، إضافة إلى مواقع سماتٍ كميّة أساسيّة قليلة نسبيّاً. وقد اختلفت المورثات عن تلك المرتبطة بتدجين الفول (faba bean)، مما يشير إلى عدم وجود أساسٍ وراثيّ مشترك لمتلازمة التدجين في العائلة الفوليّة (Fabaceae). وقد أشار Vaughan et al. (2007) إلى أنَّ أليلات سمة التدجين يمكن أنْ تُوجد غالباً في جماعات الأقارب البريّة، وأنَّ الضوابط النسخيّة المرتبطة بالتدجين غالباً ما تنتمي إلى عائلاتٍ مختلفةٍ من الضوابط النسخيّة، وأنَّ تكرار المورثة والمجين هو أمرٌ مهم.

لقد تمَّ استخدام التوصيف الجزيئي، وخاصةً موقع السمات الكميّة (QTLs) – وهي مورثاتٌ متعدّدة تؤثر في ملمحٍ مظهري معين – كطريقة رئيسيّة لفهم الأساس الوراثي للتدجين في النباتات (انظر الفصل الخامس للمزيد من وصف الطرق الجزيئيّة). وقد أُطْلِقَ على السمات المستهدفة بالانتخاب والمورثات التي تؤثر فيها تسمية "مورثات التدجين". وقد تبيّن أنَ واحدةً من مورثات التدجين الأولى التي تمّت دراستها، *teosinte branched 1 (tb1)*، هي المورثة التي تؤثر على الهيمنة القميّة في بنية الذُّرة، مما يسمح للذرة بأنّ يكون لها فروعٌ عدّة بدلاً من الساق المهيمنة الواحدة لقريبتها البريّة *teosinte*.

كما يسمح تحليل مواقع السمات الكميّ (QTL) بالكشف عن مناطق المجين (الخريطة الوراثيّة) المرتبطة بسمات التدجين، وبالتالي فهو يساعدنا على فهم ما إذا كانت التغيّرات بتأثير عملية التدجين ناجمة عن العديد من التغيّرات ذات التأثير البسيط، أو تغيرات قليلة ذات تأثير كبير (حيث إنَّ التأثيرات الأكبر هي السمات التي يتمّ التحكّم بها عبر 20 % على الأقل من التباين المظهري في رسم خرائط الجماعات النباتية). لقد أظهر تحليل السمات الكميّ أنَّ عدداً من سمات التدجين في المحاصيل السنويّة تأتي من تغيراتٍ قليلة نسبيّاً ذات تأثيرٍ أكبر، ولكنَّ

هـذا ليـس شـاملاً (Burger et al. 2008). فعـلى سـبيل المثـال، تتحكّـم عـشرة مواقـع صبغويـة بسـمة تدجـين النفـض في الـذرة، وثلاثـة مواقـع في الأرز، بينـما يفعـل ذلـك موقـعٌ واحـدٌ فقـط في السـورغم (Zeder et al. 2006).

مراكز التنوّع ومراكز الأصول

خـلال العقـود الأولى مـن القـرن العشريـن، قـام عـالم النباتـات الزراعـي الـروسي N.I. Vavilov ومعاونـوه بسلسـلة مطوّلـة مـن الأبحـاث عـلى مجـالٍ واسـع مـن نباتـات المحاصيـل. كان Vavilov يعتقـد بـأنَّ إنتـاج المحاصيـل في روسـيا (فيـما كان يُعـرف بجمهوريـات الاتحـاد السـوفيتي USSR) كان يتطلـب إدخـال تنـوعٍ في المحاصيـل مـن أوسـع مجـالٍ ممكـنٍ مـن البيئـات بغيـة مواجهـة التحـدي المتمثـل في تطويـر أصنـاف مُحسـنة متكيّفـة مـع مجموعـة بيئـات الإنتـاج الموجـودة في البـلاد. وقـد قادتـه بعثاتـه العلميـة في البدايـة إلى مناطـق مختلفـة مـن روسـيا – وبشـكل خـاص إلى القوقـاز وآسـيا الوسـطى – ومـن ثـم إلى بلـدانٍ مجـاورة مثـل أفغانسـتان وتركيـا، وأجـزاء أخـرى مـن الـشرق الأوسـط، وإلى بلـدان البحـر الأبيـض المتوسـط. وزار كذلـك أثيوبيـا، والـشرق الأقـصى (ولا سـيما الصـين، واليابـان، وكوريـا) وأمريـكا الجنوبيّـة والوسـطى (Vavilov 1997). وقـام زمـلاؤه بتوسـيع تلك الاستكشـافات وأفـضى ذلـك إلى تجميـع واحـدة مـن أكـبر تشـكيلات التنـوّع النبـاتي عـلى الإطـلاق، وذلـك مـن خلال معهـد صناعـة النباتـات لكامـل الاتحـاد (وعُـرِفَ لاحقـاً باسـم معهـد فافيلـوف).

لقـد حـدّد Vavilov مـن خـلال الملاحظـات أثنـاء ترحالـه ودراسـاته التـي تمّـت في جمهوريـات الاتحـاد الروسـيّة عـلى التنـوّع الوراثـي للمـواد التـي تـمّ جمعهـا، مناطـقَ مـن العـالم وصفَهـا عـلى أنّهـا مراكـز التنـوّع الوراثـي. وأشـار إلى أنّ تلـك المراكـز كانـت أيضـاً مراكـز أصـول المحاصيـل الرئيسـيّة (Valvilo 1929; 1945-50). وكانـت هـذه المراكـز موجـودة في المناطـق الجبليّـة حيـث توجـد أدّلـة عـلى وجـود حضـارات قديمـة، وضمّـت المكسـيك، وشـمال أمريـكا الوسـطى، وأمريـكا الوسـطى، وجبـال الأنديـز الوسـطى، وحـوض البحـر الأبيـض المتوسـط، وآسـيا الغربيّـة (بـما في ذلـك القوقـاز)، وآسـيا الوسـطى، والمرتفعـات الأثيوبيّـة، وشـبه القـارّة الهنديّـة، وجنـوب شرق آسـيا، والصـين (الشـكل 2.1). وكشـفت المزيـد مـن الدراسـات عـن صـورةٍ أكثـر تعقيـداً. ويبـدو في بعـض حـالات مراكـز الأصـول والتنّـوع أنهـا بالفعـل تقـع في المـكان نفسـه، بينـما لا يبـدو ذلـك صحيحـاً في حـالات أخـرى. وانطلاقـاً مـن إدراكـه بـأنَّ التنـوّعَ في بعـض المحاصيـل كان أكثـر توزعـاً بكثـير، أشـار Harlan (1971) إلى وجـود مراكـز تنـوّع محليـة إلى حـدٍّ مـا، وأخـرى اصطلـح عـلى تسـميتها "لا مراكـز" والتـي كانـت أكثـر انتشـاراً في أنحـاء القـارة بكاملهـا، كـما في حـال السـورغوم في أفريقيـا والمـوز في جنـوب شرق آسـيا.

الشكل 2. 1 ثمانية مراكز أصول للنباتات المزروعة اقترحها Vavilov: (1) الصين، (2) الهند، (2a) المنطقة الهندية الماليوية، (3) آسيا الوسطى، بما فيها باكستان، البنجاب، كشمير، أفغانستان، تركمانستان، (4) الشرق الأدنى، (5) منطقة البحر المتوسط، (6) أثيوبيا، (7) جنوبي المكسيك وأمريكا الوسطى، (8) جنوب أمريكا (8- الإكوادور، البيرو، بوليفيا، 8a- تشيلي، 8b- البرازيل، باراغواي) (From Harlan، 1971، reprinted with permission from AAAS)

لقد بدأت التحاليل الوراثيّة الجزيئيّة للقرابات البريّة للأسلاف المُفترضين وللأصناف التقليديّة بتقديم معلوماتٍ جديدة حول الموقع المُحتمل لبعض مواقع التدجين الرئيسيّة. غير أنَّ الأدلة الجزيئية بحاجةٍ لقراءةٍ متأنيّة. وتشير الأدلة الأثرية النباتية إلى أنَّ التدجين قد حصل على مدى فترةٍ زمنية طويلة وقد رافقها على الأرجح تغيرات عديدة في اتجاه ودرجة الانتخاب، وتباينات في ممارسات الحفظ مع تطور المجتمعات والحضارات أو معاناتها من انتكاسات. وتشير الأدلة الجزيئية في كثير من الأحيان إلى أنَّ موقع مراكز الأصول المُفترضة لكثير من المحاصيل كان غالباً على أطراف مراكز التنوّع الواضحة التي حدّدها Vavilov. وقد تبين أن مفهوم مراكز التنوّع له قيمة كبيرة في مساعدتنا في فهم نماذج التنوّع التي تمّ تمييزها، وفي تركيز جهود جمعها والمحافظة عليها، وفي البحث عن تباين قد يكون نافعاً أو سماتٍ محدّدة ذات قيمة ممكنة لمسؤولي تحسين الأنواع النباتية.

حركة المحاصيل حول العالم

إنَّ توزع التنوّع الوراثي للمحاصيل ليس ثابتاً، فقد قام المزارعون والمجتمعات عبر التاريخ بنقل المحاصيل والأصناف. وقد انتقلت الثورة الزراعيّة للعصر الحجري الجديد والتي بدأت في الهلال الخصيب في أنحاء منطقة البحر الأبيض المتوسط وأوروبا، وتعطينا الأدلة عن بقايا المحاصيل الأولى في مناطقَ مختلفة من أوربا فكرةً عن السرعة التي قد يكون قد حدث فيها ذلك، وعن الفترة التي أصبحت الزراعة فيها راسخة في مناطق مختلفة. ويعود تاريخ المواقع الأولى التي عَرِفت حِزَم التدجين من القمح والشعير والعدس والفول والموجودة في جنوب تركيا وسوريا إلى حوالي 10,000 سنة. وقبل 6,000 سنة، وصلت حزمة التدجين تلك إلى اليونان ثم إيطاليا؛ وقد تمَّ العثور على محاصيل أكثر تكيّفاً مع المناخات الشماليّة (القمح والشعير) في مواقع في بريطانيا يعود تاريخها إلى 3,000 سنة (Zohary and Hopf 1988). وقد تمَّ تعقّب انتقالاتٍ مشابهة لمحاصيل فرديّة أو لحزم من المحاصيل للعديد من الأنواع المختلفة. ومع انتقال المحاصيل، تطوّرت نماذج جديدة من التنوّع الوراثي. وقد انطوى ذلك غالباً على مزيد من ضياع التنوّع في المناطق الجديدة التي تشغلها المحاصيل وتراكمات الطفرات الجديدة المرتبطة بحاجات المزارعين أو التأقلم مع بيئات الإنتاج الجديدة.

إنَّ واحدةً من أكثر السمات المثيرة للاهتمام لتوزع التنوّع الوراثي للمحاصيل هي حدوث ما يُسمى بمراكز التنوّع الثانويّة، وهي مناطق التنوّع الكبير لأنواع محاصيل محدّدة يمكن أنّ نجدها بعيداً عن مراكز أخرى حيث يبدو أنَّ المحصول قد تطوّر. فعلى سبيل المثال، يبدو أنَّ أثيوبيا كانت مركزاً ثانويّاً للتنوّع لعددٍ من المحاصيل بما فيها الشعير والقمح والعدس، إضافة إلى كونها مركزاً رئيسياً للتنوّع بالنسبة لمحصولي الأثب الطيفي والسلجم المزروعي (*Brassica carinata*). وتُعتبر منطقة جبال الأنديز الوسطى، إضافة لكونها مركزاً رئيساً لتنوّع محصول البطاطا، مركزاً ثانوياً للذرة أيضاً.

بدأت انتقالات الأنواع النباتيّة والحيوانيّة بمساعدة الإنسان بعد وقت ليس بالطويل من استقرار الأنواع المدجّنة في مراكزها الأصلية. فقد انتشرت حزمة محاصيل الشرق الأدنى من الشعير، والقمح، والبازلاء والعدس، والبيقية، والفول، والكتان، وثمار الكرمة على طول شواطئ البحر الأبيض المتوسط، ونهر الدانوب، وأسفل نهر الراين، وشرق شمالي الهند، وجنوباً في أنحاء الجزيرة العربيّة واليمن ثم إلى أثيوبيا. وقبل 4000 سنة، كانت تلك الحزمة من المحاصيل قد وصلت إلى الصين. وقد تمَّ التعرف على بقايا نباتات متفحمة استُخرجت في الهند يعود تاريخها إلى حوالي 4,600 سنة، بأنّها حبوب محاصيل الدُخن المدجّنة في أفريقيا على

الحدود الجنوبيّة للصحراء الكبرى (Zeder et al. 2006). وتشير التقديرات بأنّ الموز، المدجّن في جنوب شرق آسيا، قد تمَّ إدخاله إلى شرق أفريقيا قبل 3000 سنة على الأقل (Zeder et al. 2006). وفي الطرف الآخر من العالم، تمَّ إيجاد نبات المنيهوت (Manioc) ومحاصيل الجذور، والذرة في بنما في موقع من الغابة المداريّة يعود تاريخه إلى أكثر من 5,000 سنة. وكانت حزمة المحاصيل تلك قد انتشرت من البرازيل قبل حوالي 2000 سنة (Piperno et al. 2000).

انتقلت المحاصيل في فترات لاحقة عبر القارة الأوراسيّة عقب ازدهار التجارة على طول طريق الحرير؛ فانتقلت التوابل من آسيا إلى الشرق الأدنى وأوروبا عبر كلٍ من البحر والطرق البريّة منذ العصور القديمة مروراً بفترة العصور الوسطى. ومن الممكن تعقّب شبكة تجارية قديمة في المحيط الهندي ربطت أفريقيا، والجزيرة العربيّة، وجنوب آسيا والمستوطنات في الشرق الأقصى بواسطة بحوث وراثيّة وأثرية زراعية. وقد تمَّ ربط الانتقال المُبكّر للصويا بانتشار البوذيّة عبر الصين ومن ثم إلى بلدانٍ أخرى في جنوب وجنوب شرق آسيا (Du Bois et al. 2008).

لقد ارتبط انتقال المحاصيل السريع والكبير بتطوّر الروابط بين الأمريكيتين وأوروبا عقب رحلات كولومبس فيما أصبح يُعرف باسم "التبادل الكولومبي" (Crosby 2003). وكما هو ملاحظ، فإنّ بعض عمليات الانتقال والتبنّي قد حصلت بسرعة بينما استغرقت انتقالات أخرى فتراتٍ أطول على ما يبدو. وقد أفضى ذلك الانتقال للمحاصيل إلى إقامة مراكز ثانوية جديدة للتنوّع. فعلى سبيل المثال، إنّ أصناف الفاصولياء الشائعة الموجودة في شرق أفريقيا هي مُتباينة بشكلٍ كبير نتيجة لنقل المواد من تجمعين مختلفين للمورثات في أمريكا الجنوبيّة وقيام المزارعين المحليين لاحقاً بخلطهما، والتهجين فيما بينهما، وانتخابهما. وفي بيئاتها الجديدة، طورت عدد من المحاصيل صفاتٍ مغايرة بشكل كبير، وقام المزارعون بتحديد وتثبيت الطفرات الجديدة المتكيّفة في المواقع الجديدة. وهكذا، في الوقت الذي نجد فيه لدى البطاطا في أوروبا الشماليّة مستويات منخفضة نسبيّاً من التنوع بالمقارنة مع تلك الموجودة في جبال الأنديز موطنها الأصلي، فإنّها تمتلك مورثاتٍ تجعلها متكيفة مع ظروف النهار الطويل في بيئتها الجديدة.

ومن المثير للاهتمام السرعةُ التّي أصبحت فيها بعض المحاصيل أجزاءً مستقرةً من نُظم الإنتاج الزراعية الأوروبيّة (والأمريكيّة). إذ يمكنُ للمرءِ أنْ يجد في سلسلة من اللوحات الجداريّة التي قام برسمها جوفاني دا أوديني من تصميمٍ لرافائيل في روما حوالي عام 1517 (أي بعد 25 سنة من أول رحلة لكولومبس إلى العالم الجديد)، الفول والذرة وقد رُسما بصورة جميلة، مع أنّها لم تكن بطاطا أو طماطم (Caneva 1992).

التدجين وتحليل التنوّع في الأصناف التقليديّة

تختلف درجة التدجين أو مدى امتلاك أيٍّ محصولٍ لكل السمات التي نعتبرها تُمثّل التعبير الأكثر كمالاً لعملية التدجين من محصول لآخر بشكل كبير. فبعض الحبوب مثل الأثب الطيفي ما تزال تمتلك بذرةً صغيرةً، مما يجعل التعامل معها صعباً؛ وما تزال العديد من "النباتات المدجنة" كأنماطٍ أخرى من الكسافا تمتلك سموماً مؤذية للبشر تتطلّب معالجة خاصة قبل الاستخدام. وقد يكون انفلاق قرون البذور غائباً (كما في حالة السمسم) أو جزئيّاً. إنّ مقدار تدجين محاصيل الفاكهة المختلفة هو أيضاً أمر متباين، فبعضها، مثل التفاح، تكون متأقلمة جيّداً مع الزراعة المُكثَّفة في مجموعة كبيرة من البيئات، بينما تحتفظ أخرى بالكثير من صفات أسلافها البريّة. وفي حالة القمح أو الأرز، مضى ما يقرب من 10,000 جيل منذ الوقائع الأصليّة التي أحاطت بتدجينها، بينما في حالة محاصيل الفاكهة المُعمّرة التي تمَّ الحفاظ عليها بواسطة الطعوم الجذرية، فإنَّ عدد الأجيال التي تمّت من خلالها عملية الانتخاب لخواصها الزراعيّة أقل من ذلك بكثير، وربما عشرات الأجيال فقط.

لا يزال التدجين قائماً حتى اليوم في كلٍ من وحول النُظم الزراعيّة التقليديّة، ومن خلال جهود تحسين الأنواع النباتية المدروسة. وتتضمن الأمثلةٌ عن تلك النظم الانتخاب المُستمر الذي يقوم به مزارعو اليام (بطاطا) الأفارقة من أطراف الغابة حيث يمكن العثور على الأنواع البريّة والعشبيّة، وإدخال أشجارَ فاكهةٍ جديدةٍ إلى الحدائق المنزليّة من البريّة في غواتيمالا (Galluzzi et al. 2010).

قد يكون المزارعون الأوائل مارسوا ضغطاً في الانتخاب لاستنباط موادٍ أكثر تجانساً، ومنَ المرجح أنّ أصنافاً متميّزة إلى حدٍّ ما قد بدأت بالظهور في وقتٍ مبكرٍ في عملية التدجين. ويمكن للمرءِ أنْ يفترضَ أنَّ الانتخابَ المُبكِّر بهذا النمط قد ركّز على الخواص المتعلقة بالاستخدام أو سماتٍ مثل فترة النضوج، والتي سهّلت إدارة وحصاد المحصول. وبغض النظر عما جرى، فمن الممكن أنَّ أصنافاً قابلةً للتمييز قد بدأت بالظهور باكراً إلى حدٍّ ما في عملية التدجين. وفي الوقت الذي ظهرت فيه الوصوفات المكتوبة للمحاصيل (من قبل اليونانيين منذ حوالي 2,500 سنة) فإنَّ مفهوم الأصناف كان قد أصبح راسخاً بشكل جيد وباتت خواصها معروفة.

ومن المُرجح أنَّ طبيعة وتطوّر نظام تربية المحاصيل كانا على درجة كبيرة من الأهميّة في ظهور الأصناف التقليديّة الأولى. فبينما تُمهِّدُ أنظمة التربيّة المفتوحة بشكل كامل مثل عدم التوافق الذاتي لإعادة التركيب الجنسي وتوليد التنوّع، إلا أنها من جهة أخرى تخاطر بوجود نقص في الإلقاح المناسب، وعدم أمان انتاج البذور والثمار ، وإنتاج المواد القادرة على التكاثر

بـأداء مُتوَقَـعْ. يُمكّـن التكاثـر الاستنسـاخي والتخصيـب الـذاتي تجنُّـبَ حالـة عـدم اليقـين الجنـسي هـذه لكنّـه يجمّـد بشـكلٍ كامـلٍ الأنـماطَ الوراثيـةً خـلال التكاثـر الاستنسـاخي، أو بشـكلٍ جزئـي خـلال الإخصـاب الـذاتي. وتُشـجّع آليّتـا التكاثـر تلـك عـلى ظهـور أنسـابٍ أو أصنـافٍ مميـزة قـام بانتخابهـا المزارعـون ويمكـن تسـميتها وأن يكـون لهـا قـدرةٌ مـا عـلى التحمّـل.

يقـدّم فهـمُ عمليـات التدجـين والمورثـات المرتبطـة بالتدجـين معلومـاتٍ مهمـة حـول السـبل التـي يتـمُّ فيهـا تنـاول تحليـلِ تنـوعِ الأصنـاف التقليديّـة عـلى أفضـل نحـوٍ. ويمكـن لمعرفـة وجـود الأنسـاب المختلفـة في محصـولٍ مـا، والأصـول المختلفـة لتاريـخ إنتـاج المحصـول، والمورثـات المُرتبطة بعمليـة التدجـين أنْ تسـاعد في توجيـه الأبحـاث بشـأن المحافظـة عـلى التنـوع في النّظـم الزراعيّـة وتحسـين المـواد المحليّـة عـن طريـق إدخـال تنـوّع جديـد. وعـلى نحـوٍ مشـابه، فـإنّ تحديـد مراكـز التنـوّع قـد ركّـز عـلى أهميّـة بعـض أجـزاءٍ مـن العـالم كمناطـق ذات أهميّـة خاصـة مـن أجـل عمليـة الحفـاظ في المزرعـة أو كمصـادر غنيّـةٍ محتملـة للتنـوّع المفيـد.

مراجع أخرى

Barker, G. 2009. *The Agricultural Revolution in Prehistory*. Oxford University Press.

Harris, D. R., and G. C. Hillman, Eds. 1989. *Foraging and Farming: the Exploitation of Plant Resources*. Unwin and Hyman, London.

Meyer, R. S., A. E. DuVal, and H. R. Jensen. 2012. "Patterns and processes in crop domestication: an historical review and quantitative analysis of 203 global food crops*." New Phytologist* 196:29–48.

Miller, A. J., and B. L. Gross. 2011. "From forest to field: perennial fruit crop domestication." *American Journal of Botany* 98:1389–414.

Pickersgill, B. 2007. "Domestication of plants in the Americas: insights from Mendelian and molecular genetics." *Annals of Botany* 100:925–40.

Purugganan, M. D., and D. Q. Fuller. 2009. "The nature of selection during plant domestication." *Nature* 457:843–48.

Smartt, J., and N. W. Simmonds, Eds. 1995. *Evolution of Crop Plants*,2nd ed. Longman Scientific and Technical, Harlow.

اللوحة 1. إن التدجين هو نتيجة عملية الانتخاب التي قام بها البشر. وكانت ثقافة الناس وتفضيلاتهم الاجتماعية أمراً مهماً في تطور مجموعة واسعة من الأنواع المدجنة الموجودة اليوم في كثير من المحاصيل. تُظهر الصورة في الناحية العليا اليُسرى أصناف البطاطا في الإكوادور في وسط الأنديز، بينما تُظهر الصورة في الناحية العليا اليُمنى أصناف الدّخن الإصبعي (*Eleusine coracana*، وهو نوع مهمل وقليل الاستخدام) في بنغالور في ولاية كارناتاكا، الهند، جنوب شرق آسيا. تعتبر كل من جبال الأنديز الوسطى وجنوب شرق آسيا ضمن اثنين من مراكز تنوع المحاصيل الوراثي التي حددها Vavilov. وتُظهر الصورة في الناحية السفلى اليسرى العملية المستمرة للتدجين، حيث قام مزارع باقتلاع اليام البري (*Dioscorea minutiflora*) من الأدغال ليزرعها في حديقة منزله في منطقة كيتوي، المقاطعة الشرقية، كينيا. وتظهر الصورة في الناحية اليمنى السفلى مزارعاً يتفحّص تفاحة برية (*Malus sieversii*) في منطقة باركنت، مقاطعة طشقند، أوزبكستان، وهي مركز آخر من مراكز Vavilov. يواصل المزارعون في آسيا الوسطى جلب الأقارب البرية لأشجار الفاكهة إلى نظم الإنتاج الخاصة بهم، سواء بالنسبة لمخزون الجذور ومواد التطعيم. الصور بعدسة: J. Tuxill (أعلى اليسار)، S. Padulosi (أعلى اليمين)، Y. Morimoto (أسفل اليسار)، D. Jarvis (أسفل اليمين).

الفصل الثالث

الموارد الوراثيّة النباتيّة، والمحافظة عليها والسياسات الخاصة بها

تاريخ التطوّرات الدوليّة والوطنيّة الداعمة للمحافظة على المحاصيل واستخدامها

في نهاية هذا الفصل، سيُكوّنُ القارئ فهماً لما يلي:

- الأفكار المختلفة حول المحافظة على المصادر الوراثيّة النباتيّة.
- كيف تؤثر هذه الأفكار على السياسات الدوليّة والوطنيّة الحاليّة والنُهج الرامية إلى تعزيز إدارة الموارد الوراثيّة النباتيّة في المزرعة واستخدامها.

الطبيعة والتنوّع الحيوي والموارد الوراثيّة

نستعرض في هذا الفصل بعض جوانب التطوّرات على المستويين الدوليّ والوطنيّ بشأن المحافظة على موارد المحاصيل الوراثيّة التي أفضت إلى الجدل ووجهات النظر الحاليّة المتعلّقة بالحفاظ على الأصناف التقليديّة للمحاصيل. إذْ تُعتبر الطرق المختلفة التي يقوم من خلالها السكان الأصليّون، والمجتمعات الريفيّة، والبرامج الوطنيّة المعنيّة بالموارد الوراثيّة، والمنظمات أو الاتفاقيّات الدوليّة، بتناول القضايا المتعلّقة بالمحافظة على تلك الموارد واستخدامها أمراً مهماً عند تطوير العمل للمساعدة في فهم ودعم المحافظة على المحاصيل. إنَّ فهم المصالح والاحتياجات المتناقضة أحياناً للجهات الفاعلة المختلفة المعنيّة في تنويع المحاصيل والمحافظة عليها واستخدامها، أمرٌ ضروريّ لوضع وتنفيذ إجراءات معقولة موجّهة نحو المحافظة على تنوّع المحاصيل والاستخدام المُستدام لها.

هناك تباين ملحوظ بين الرؤيّة النفعيّة للموارد الوراثيّة – أي الموارد التي يجب إدارتها وتعميمها واستخدامها لتحقيق أهدافٍ محدّدةٍ مثل زيادة الغلّة والدخل (هذه الرؤيّة كانت السمة المميزة للكثير من جهود المشاركين في وضع برامج عمل وطنيّة بشأن الموارد الوراثيّة النباتيّة) – ووجهات نظر السكان المحليين أو العديد من المجتمعات الريفيّة. إذْ تَعتبرُ العديدُ

مـن المجتمعـات التقليديّـة إنَّ البشريـة جـزء لا يتجـزأ مـن الطبيعـة، تعيـش في تناغـمٍ معهـا. فعـلى سـبيل المثـال: "عندمـا تُبعـث البـذور، كذلـك تفعـل الحيـاة الحيوانيّـة. فمـن خـلال تلـك القـوة الغامضـة نسـتمدُّ وجودَنـا، ولذلـك فإنَّنـا نعطـي لحيرانـا مـن الحيوانـات الحـقّ نفسـه، وهـو العيـشَ عـلى هـذه الأرض" (Sitting Bull). أفضـت هـذه الرؤيـة إلى خـلافٍ كبـيرٍ بـين السـكان المحليـين والحكومـات بخصـوص الوسـائل التـي ينبغـي مـن خلالهـا تنـاول المحافظـة عـلى التنـوّع الحيـوي واسـتخدامه – وكـما أشـار أحـد المعلقـين:

لم تُؤخـذ الاختلافـات العميقـة، الابستمولوجيّة (طـرق المعرفـة)، والانتولوجيّـة (سُـبل الوجـود)، والكونيّـة (الطـرق التـي يرتبـط بهـا الكائـن بهـذا العـالم)، بـين ثقافـة البـذرة التجاريّة المترسّـخة في المجتمعـات التـي تنحـو منحـى الغـرب، وثقافـات البـذور المحليـة المترسّـخة في عمليـات الزراعـة القائمـة لـدى السـكان الأصليـين، منـذ نشـأتها بعـين الاعتبـار مـن جانـب نظـام الشـبكة العابـرة للحـدود الوطنيّـة للبحـوث والإرشـاد والتعليـم والعلـوم والمعرفـة والتكنولوجيـا الزراعيـة، ونظرياتهـا ونماذجهـا الاندماجيـة والسـائدة والحصريّـة المعنيّـة بالتنميـة الريفيـة والزراعيـة (Tirso Gonzales in Tauli-Corpuz et al. 2010).

هنـاك انقسـامات مماثلـة بـين المشـاركين في الحفـاظ عـلى التنـوّع الحيـوي. فمـن جهـةٍ، هنـاك مـن يـرى إنَّ البـشر يضطلعـون بالمسـؤولية عـن الطبيعـة ويقـع عـلى عاتقهـم إدارتهـا مـن أجـل الأجيـال القادمـة. ومـن جهـة أخـرى، هنـاك وجهـات نظـرٍ تـرى إنَّ البـشر جـزءٌ مـن الطبيعـة كـما يتبـين مـن وجـات النظـر التـي يقدمهـا أولئـك الذيـن يدعمـون الإيكولوجيـا العميقـة، والتـي تقـول إنَّ العـالم الطبيعـي هـو تـوازن دقيـق للعلاقـات المتداخلـة المعقّـدة والـذي يعتمـد وجـودُ الكائنـات الحيـة فيـه عـلى وجـود كائنـات حيـة أخـرى في الأنظمـة البيئيـة (Naess 1989). وقـدر رأى بعضهـم بـإنَّ الاتفاقـات الدوليّـة الحاليـة مثـل اتفاقيـة التنـوّع الحيـوي (CBD)، والطـرق التـي يتـمَّ تنفيذهـا فيهـا، تؤكّـد إلى حـدٍ كبـير وجهـة النظـر القائلـة إنَّ التنـوّع الحيـوي هـو أمـرٌ ينبغـي إدارتـه وإنَّ بالإمـكان امتلاكـه وإعطائـه قيمـة اقتصاديّـة.

يَديـنُ تنـوّع المحاصيـل بوجـوده إلى التدخّـل والإدارة والانتخـابِ المسـتمر الـذي يقـوم بـه الانسـان. وبهـذا المعنـى يمكـن اعتبـاره نتيجـةً لهيمنـة الإنسـانِ عـلى الطبيعـة. وتنعكـس وجهـة النظـر هـذه في مفهـوم المـوارد الوراثيّـة النباتيّـة الـذي شـكّل الإطـار لكثـير مـن الجهـود الدوليّـة والوطنيّـة للحفـاظ عـلى تنـوع المحاصيـل عـلى الرغـم مـن إنَّ الكثـير مـن السـكان الأصليـين لـن يرونـه مفهومـاً مناسـباً. وحتـى بـين هـؤلاء الذيـن يشـعرون بالارتيـاح لمفهـوم المـوارد الوراثيـة – والـذي أوجـده المزارعـون، ومربـو الماشـية، ومربـو النباتـات حـول العـالم – هنـاك اختلافـات جوهريـة في

الـرأي فيـما يتعلـق بالتحكـم والملكيّـة والإدارة، والطـرق التـي يجـب اتباعهـا تجـاه المنافـع الناتجـة عـن اسـتخدامها. وبذلـك، يكمـنُ الحفـاظ عـلى أصنـاف المحاصيـل التقليديّـة في المزرعـة ضمـن مشـهدٍ اجتماعـي سـياسي معقّـد. يُلخـص هـذا الفصـل تاريـخ المحافظـة عـلى المـوارد الوراثيّـة النباتيّـة مـن منظـور دولي، وذلـك لعـرض بعـض المناقشـات الرئيسـيّة ونقـاط الخـلاف التـي تؤثـر عـلى عمـل المحافظـة عـلى الأصنـاف في المزرعـة.

إنَّ "التنـوّع الحيـوي" هـو كلمـة أو مفهـومٌ جديـدٌ نسـبياً، اسـتُخدم لأول مـرةٍ في الثمانينيـات (انظـر المربـع 3.1). في الواقـع، إنَّ بعـض الكلـمات المسـتخدمة لوصـف المفاهيـم الأساسـية الخاصـة بالحفـاظ عـلى التنـوّع الحيـوي للمحاصيـل (مثـل التنـوّع الحيـوي، الحفـظ داخـل المـكان الطبيعـي، والحفـظ خـارج المـكان الطبيعـي) هـي كلـمات جديـدة نسـبيّاً. ولم يكـن مصطلـح "المـوارد الوراثيـة النباتيـة" موجـوداً قبـل سـتينيات القـرن العشريـن، كـما إنَّ فكـرة الحفـاظ المدروس عـلى المـواد الحيوية سـواء خـارج الموئـل الطبيعـي أو كجـزء مـن موئلهـا الطبيعـي هـي كذلـك فكـرة جديـدة نسـبياً. إنَّ مصطلـح المحافظـة المُسـتخدم بمعنـى المحافظـة عـلى التنـوع الحيـوي مـع مـرور الزمـن هـو في حـدّ ذاتـه مفهـومٌ حديـثٌ نسـبياً وقـد اسـتُخدم في المراجـع السـابقة كمـرادف للحفـاظ، وهـو مصطلـح يحمـل معـه فكـرة المحافـظ – وهـو شـخصٌ يضطلـع بمسـؤولية تجـاهَ مجـال مـا كالطبيعـة مثـلاً.

وقـد ترافـقَ وضـعُ برامـج مدروسـة ترمـي إلى دعـم واسـتخدام الحفـاظ عـلى المـوارد الوراثيـة النباتيـة والأصنـاف التقليديـة مـع جـدلٍ كبـيرٍ ولاذع في كثـير مـن الأحيـان شـمل العديـد مـن الجوانـب المختلفـة تتضمّـن:

1. الطريقـة التـي يُنظـر بهـا إلى التنـوّع الحيـوي الزراعـي. هـل هـو جـزءٌ مـن الطبيعـة يَشـمل البشريـة وجميـع العنـاصر داخـل المشـهد الأوسـع (انظـر، عـلى سـبيل المثـال، مقاربـة منظمـة ANDES الغـير حكوميـة (http://www.andes.org.pe/es/)، وهـي جـزءٌ مـن التنـوع الحيـوي الـكلّي (أو التنـوّع الحيـوي)، أم مَـوْرِدٌ قـام الإنسـانُ بتطويـره بقصـدِ إدارتـه واسـتخدامِه مُسـتقبلاً (مـورد وراثـي)؟
2. ملكيّـة المـواد. هـل ينتمـي التنـوّع الحيـوي الزراعـي وتنّـوع الأصنـاف التقليديـة إلى المزارعـين ومـربي المـواشي وسـكان الغابـات وصيـادي السـمك الذيـن شـاركوا في تطويـره والمحافظـة عليـه عـلى مـدى قـرون، أم إلى البلـدان التـي تـمَّ فيهـا العثـور عـلى المـوارد (معظمهـا مـن البلـدان الناميـة في الجنـوب)، أم إنَّ هـذه المـوارد هـي الإرث الطبيعـي للبشريـة، وهـي وجهـة النظـر التـي أعـرب عنهـا الذيـن يعملـون عـلى الحفـاظ عـلى المـوارد الوراثيـة في سـتينات القـرن العشريـن؟

المربع 3.1. تعاريف التنوع الحيوي

إنَّ أول من استخدم مصطلح "التنوع الحيوي" هو Raymond F. Dasmann، أحد علماء الحياة البرية ومن الداعين إلى المحافظة على التنوع الحيوي، وذلك في كتابه الذي نشره في عام 1968 تحت عنوان ***نوع مختلف من الريف*** داعياً فيه إلى المحافظة على التنوع الحيوي. وقد تمَّ اعتماد هذا المصطلح على نطاقٍ واسع بعد أكثر من عقد من الزمان عندما أصبح شائع الاستخدام في ثمانينات القرن العشرين في العلوم والسياسات البيئيّة. وأدخل Thomas Lovejoy، في مقدمة لكتاب ***علم أحياء المحافظة على الأنواع***، المصطلحَ إلى المجتمع العلمي، حيث كان مصطلح "التنوّع الطبيعي" هو الشائع حتى ذلك الحين، وهو مصطلح استحدثه قسم العلوم في منظمة الحفاظ على البيئة (TNC) في دراسةٍ مهمة له عام 1975 **بعنوان *الحفاظ على التنوّع الطبيعي***. وبحلول أوائل الثمانينات من القرن العشرين، دعا كلّ من برنامج العلوم التابع لمنظمة الحفاظ على البيئة ورئيسها، Robert E. Jenkins، وكذلك Lovejoy وغيره من كبار العلماء في مجال الحفاظ على التنوع الحيوي في الولايات المتحدة في ذلك الوقت إلى استخدام مصطلح "التنوّع الحيوي".

وقد يكون W. G. Rosen هو من صاغ مصطلح "التنوّع الحيوي" في عام 1985 أثناء التخطيط للمنتدى الوطني للتنوّع الحيوي لعام 1986، التي نظمه المجلس الوطني للبحوث (NRC). وقد ظهر لأول مرّة في منشور في عام 1988 عندما استخدمه عالم الحشرات E. O. Wilson عنواناً لفعّاليات ذلك المنتدى.

3. الطرق التي ينبغي من خلالها إظهار العِرفان للمزارعين والمجتمعات المحلية والعاملين على تحسين الأنواع النباتية، وكذلك للمهندسين الوراثيين في الوقت الراهن، ومكافأتهم على مساهماتهم في التطوّر والتحسين المستمرّين لأصناف المحاصيل والطرق التي يمكن من خلالها الحفاظ على تلك الأصناف.
4. أهمية الكيانات الفرديّة (مثل الأصناف التقليدية، أو الجماعات النباتية) كأشياء في حدِّ ذاتها أو كأساس للانتخاب في المستقبل، مقابل دورها كجزء من أنظمةٍ بيئيةٍ زراعية فعّالة، توفر، بالإضافة إلى جميع المكونات الأخرى، مجموعة من الفوائدِ أو الخدمات.

صائدو النباتات وجامعو النباتات

كما ورد في الفصل الثاني، انتقلت نباتات المحاصيل حول العالم مع تنقلات الناس. فقد انتشرت من مراكز التدجين الأوليّة، وتمَّ تغييرها عن طريق مزجها وتهجينها مع أشكالٍ جديدة، وأصبحت متكيّفة مع بيئات جديدة، وأصبحت جزءاً من تطوّر ثقافاتٍ جديدة متكيّفة مع ممارسات إنتاج جديدة. فقد انتشر القمح والشعير عبر أوروبا من الشرق الأوسط، حتى يبدو إنَّهما زُرعا منذ 4500- 5000 سنة في إنجلترا الوسطى، وفي العصر الروماني تمَّ تصديرهما

إلى روما. وجلبَ الرومان محاصيل جديدة إلى إيطاليا من بعد عودتهم من فتوحاتهم حول البحر الأبيض المتوسط. وحتى إنْ لم يجلبوا النباتات نفسها، فقد عادوا بمنتجات نباتيّة مثل المُرّ، واللبّان، والتوابل كنتيجة للتجارة. ومع انتشار الإسلام لاحقاً عبر المتوسط في القرنين الثامن والتاسع، تمَّ إدخال محاصيلَ مثل الباذنجان، والسبانخ، والبطيخ الأحمر إلى صقلية وإسبانيا. وقد وفّر طريق الحرير العظيم طريقاً لنقل المنتجات والبذور من شرق آسيا إلى أوروبا على مدى قرون عديدة.

حدث في الأمريكيتين انتشارٌ مماثل للمحاصيل. إذ تُعدّ الذُرة والفول والقرع والفلفل والكاكاو والبطاطا والكسافا كلّها أمثلة على المحاصيل التي انتشرت من المناطق التي يُعتقد إنَّه تمَّ تدجينها فيها إلى مجموعة أوسع بكثير من البيئات داخل القارة (Sauer 1993). وقد بدأ انتشارٌ جديدٌ كبيرٌ للمحاصيل مع إنشاء اتصالٍ بين أوربا والأمريكيتين في نهاية القرن الخامس عشر، حيث بدأت زراعة الذرة، والفاصوليا الشائعة، والفلفل، والطماطم، والكسافا في وقت لاحق، وذلك في العالم القديم، بينما قام المستكشفون الأوائل والمستوطنون القادمون من انكلترا واسكتلندا وفرنسا واسبانيا والبرتغال بنقل المحاصيل الأوربيّة إلى العالم الجديد.

استمر نقل المحاصيل وأصناف المحاصيل الجديدة التي من الممكن أنْ تكون مفيدة، مع نمو التجارة الدوليّة في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر. وقد حصل ذلك في بعض الأحيان كجزء من البحث عن محاصيل جديدة لبيئاتٍ معيّنة خاضعة لسيطرة القوى الكبرى في ذلك الوقت (مثل الشاي في سريلانكا)، بينما كان في أحيان أخرى محاولة مُتعمّدة لكسر عمليات الاحتكار القائمة، كما في حالة المطاط، حيث أخذ Sir Henry Wickham حوالي 70,000 بذرة من البرازيل إلى كيو في لندن، في السبعينات من القرن التاسع عشر وقام بتوزيعها على سريلانكا وماليزيا ومناطق إنتاج أخرى محتملة. وتركّز معظم الاهتمام على القيمةِ العالية المحتملة للمحاصيل الزراعية مثل القطن، وقصب السكر، والمحاصيل الزيتيّة، ولكنْ كان هناك أيضاً اهتمامٌ متزايدٌ في نباتات الزينة.

اكتسبت تربية النباتات وأبحاثها أهميةً متزايدةً خلال النصف الأول من القرن العشرين، وكجزء من هذا المشروع، بدأ العاملون عليه بتطويرِ مجموعاتٍ من بعض المحاصيل الرئيسية، كالقمح والشعير والذرة وقصب السكر. وتمَّ استخدام تلك المجموعات لتحديد السمات المرغوبة وكأساس للتهجين والانتخاب. ولعلّ أعظم ممارسي هذا النهج كان Vavilov ومعاونيه في مكتب علم النبات التطبيقي في روسيا.

عاد أولئك الجامعون، من مئاتِ بعثاتِ الاستكشاف الوراثيّ في روسيا واتحاد الجمهوريات السوفيتية الاشتراكية (USSR) وجميع أنحاء العالم، بعينات من مجموعةٍ واسعةٍ من المحاصيل،

قاموا بزراعتها ودراستها واستخدامها في تجارب تهجين من أجل تطوير أصناف جديدة. وبحلول عام 1940، كان معهد الاتحاد السوفياتي للتطبيقات النباتيّة والمحاصيل الجديدة قد جمع أكثر من 250,000 عيّنة لكثير من المحاصيل، بما في ذلك 30,000 عيّنة للقمح وحده. وقد زُرِعَتْ تلك العيّنات في المحطّات والمحطّات الفرعيّة في جميع أنحاء الاتحاد السوفياتي على أساس الاحتياجات الخاصة بهم، مع مخزن مركزي للبذور في لينينغراد (حاليّاً سانت بطرسبرغ). واستخدم Vavilov هذا المشروع الواسع لوضع مفهوم جغرافي للتباين من حيث توزيع وتنوّع المورثات والأليلات، ووضع مفهوم "مراكز التنوّع وأصول المحاصيل" (انظر الفصل الثاني). وتمَّ نشر أوصاف تفصيلية للتنوّع للعديد من المحاصيل الرئيسيّة بين عامي 1935 و1941 (Loskutov 1999).

كان معاصرو Vavilov في أوروبا وأمريكا (على سبيل المثال، Stubbe في ألمانيا، وPercival وHawkes في المملكة المتحدة، وHarry Harlan في الولايات المتحدة) يقومون بأنشطة مماثلة، ويطوّرون مجموعات كبيرة من المواد من الأصناف التقليديّة التي تمَّ الحصول عليها من جميع أنحاء العالم. واستخدمت هذه المجموعات للبحث في التطوّر وعلم الوراثة، وكأساس لبرامج تحسين الأنواع النباتية في مختلف البلدان من أوروبا. ويبدو إنَّ هناك زيارات متكررة إلى حدّ ما خلال أواخر العشرينيات وطوال أغلب الثلاثينيات في القرن العشرين، قام بها أولئك العلماء الباحثون إلى معاهدِ ومختبراتِ بعضهم بعضاً، وكذلك تبادل للمواد النباتيّة. فقد قام Bateson وL. R. Jones وMuller من الولايات المتحدة الأمريكية، وHawkes من المملكة المتحدة، وFrankel من نيوزيلاندا؛ بزيارة معهد Vavilov خلال ثلاثينيات القرن العشرين، وواصل هو رحلاته إلى مختبراتِ الآخرين حتى منعته من ذلك الأحداث السياسيّة في النصف الثاني من ثلاثينيات القرن العشرين.

بالإضافة إلى توفير البيانات الوراثيّة والأثريّة والتطوّريّة، كانت برامج التجميع تلك في المناطق التي تتمتع بأغنى الموارد الوراثيّة جزءاً من السعي الحداثي لخلقِ أصنافٍ محسَّنةٍ للمحاصيلِ والثروةِ الحيوانيّة التي قِيْل إنَّ من شأنها أنْ تساعد على خلق عالمٍ جديد وتساعد على بناء "الإنسان الجديد" (Flitner 2003). كان المشروع نفعياً إلى حدّ كبير، ويرمي إلى توفير أصنافٍ جديدة للزراعة في البلدان المعنيّة. وكان حجم مشروع Vavilov يعكس حجم الاتحاد السوفيتي حديث الولادة وتنوّعه المناخي والزراعي والحاجة إلى محاصيل وأصناف مناسبة لكلّ جزءٍ من البلاد.

على الرغم من اهتمام هؤلاء الجامعين والباحثين ومربي النباتات كان منصبّاً على المستقبل والطرق التي يمكنهم من خلالها استخدام الموارد التي قاموا بجمعها في تحسين الزراعة

والإنسانية في المستقبل، لم يكونوا دائماً غافلين عن جانب آخر من الصورة – الخسارة المحتملة للموارد الناجمة عن نجاح مشروعهم. وكان Harry Harlan قد كتب منذ عام 1963 في دراسة عن الشعير:

> تمثّل سلالات هذه الحقول مع كل أصنافها الباقية خزّانَ العالم من المواد الوراثية الذي لا يُقدّر بثمن. لقد صمدت طوال قرون طويلة. لسوء الحظ، من وجهة نظر مربي النباتات، هي الآن تتعرض للخطر. عندما يحلّ الشعير الجديد مكان الذي يزرعه المزارعون من إثيوبيا أو التيبت، سيكون العالم قد فقد شيئاً لا يمكن تعويضه. (Harlan 1963 وMartini).

عطّلت الحرب العالمية الثانية هذا المسعى الذي برز بإلحاح مرة أخرى بعد الحرب في مواجهة المجاعة في أوروبا ومناطق غيرها من العالم، وكانت الحاجة الملحوظة لمعظم البلدان هي ضمان امتلاكهم للقدرات والموارد اللازمة لوضع زراعتهم على أساس ثابت ومنتج. كان هناك استثمارٌ كبير للدولة في البحوث الزراعية في جميع أنحاء العالم، وقامت الدول المُستَعْمِرة بمواصلة تطوير القدرات الزراعية للمستعمرات مع التركيز على محاصيل النباتات المُفيدة لإمبراطوريّاتهم. وفي أوربا كان هناك تركيز على ضمان عدم عودة المجاعة أبداً، واستثمرت معظم البلدان استثمارات كبيرة في الزراعة، شمل جزءٌ كبير منها مزيداً من تطوير المجموعات. وفي أوروبا الشرقيّة والاتحاد السوفيتي، استمروا في تطوير المجموعات والمحافظة عليها على الرغم من إنَّ هيمنة نُهج Lysenkoist قد قيّدت بشدّة الطرق التي استُخدمت بها المجموعات. وبحلول الستينيات من القرن العشرين، كانت هناك مجموعات مهمّة في ألمانيا الشرقية وإيطاليا وهولندا والمملكة المتحدة وعدد من البلدان الأخرى.

الحفاظ على الموارد الوراثية النباتية

تطوير وتحسين البرامج الوطنية المعنيّة بالموارد الوراثية النباتية

شَهِدت ثمانينات وتسعينيات القرن العشرين تطوّراً ملحوظاً في الأنشطة القِطرية الرامية للحفاظ على الموارد الوراثيّة النباتيّة واستخدامها، انظر (المربع 3.2). ومع ازدياد الطابع الرسمي لهذه الجهود، تمَّ الاعتراف بها بوصفها برامج وطنيّة راسخة للموارد الوراثيّة النباتيّة أو أنظمة وطنية للموارد الوراثيّة – أي، المكونات المختلفة التي تمَّ تحديدها على إنَّها ضروريّة للمحافظة على الموارد الوراثيّة النباتيّة واستخدامها. كانت هذه المكونات متنوعة، ولكن كانت عادة تشمل: بنك المورثات خارج المكان، ونظام المعلومات، وبرنامج البحوث، وبعض الأنشطة المحددة لبناء القدرات، وإجراءات الإدارة واتخاذ القرارات التي كانت تشرف على هذه الأنشطة، وكانت تشارك في مناقشات وعمليات حفظ إقليمية أو دولية. وكانت البرامج

الوطنيـة عـادة جـزءً لا يتجـزأ مـن النظـم الزراعيـة للدولـة وكان لهـا علاقـة ضعيفـة أو معدومـة بالـوكالات البيئيّـة أو الجهـات المعنيـة بقضايـا المحافظـة عـلى التنـوّع الحيـوي.

وقـد تـمَّ تطويـر مجموعـات المـوارد الوراثيّـة النباتيّـة الوطنيّـة إلى حـدّ كبـير ضمـن إطـار احتياجـات مُـربي النباتـات، ولم يكـن لهـا اهتـمام كبـير في حـدِّ ذاتـه بالحفـاظ عـلى المورثـات أو الأصنـاف المُجمّعـة، وكانـت تشـكّل أساسـاً لتحديـد السـمات الجديـدة المرغوبـة وفهـم وراثـة الخصائـص المفيـدة، واسـتخدامها كنباتـات آبـاء في برامـج التهجـين والانتخـاب.

تشـكل في كثـير مـن الأحيـان بنـوك المورثـات التـي ترتبـط ارتباطـاً وثيقـاً بمعاهـد تربيـة النباتـات أو معاهـد البحـوث، مصـادر رئيسـية للمـواد الوراثيـة لتلـك المعاهـد. فالعديـد مـن بنـوك المورثـات هـي مـن القطّـاع العـام، وهـي بالتـالي مموّلـة مـن دافعـي الضرائـب. ويمكـن للعلاقـات بـين بنـوك المورثـات ومعاهـد البحـوث أو تربيـة النباتـات أن يوفّـر منافـع متبادلـة حيـث يمكـن لبيانـات التقييـم التـي يحصـل عليهـا أحـد معاهـد تربيـة النباتـات أنْ يوفّرهـا بسـهولة بنـك مورثـات حليـف، ويعـزز المعهـد بـدوره اسـتخدام المـواد الوراثيـة. ونتيجـة لذلـك، غالبـاً مـا تُسـتخدم هـذه المجموعـات اسـتخداماً مكثّفـاً. وفي بعـض الـدول، قـد تكـون إدارة مجموعـات بنـوك المورثـات غـير مركزيّـة إلى حـدٍّ كبـير ومرتبطـة ارتباطـاً وثيقـاً بمعهـد للأبحـاث أو تربيـة النباتـات لمحاصيـل معيّنـة. وقـد تكـون مجموعـات بنـوك المورثـات أكثـر عرضـة للإهمـال عـلى المـدى الطويـل مـا لم تتحمـل الحكومـة مسـؤولية تامـة عـن اسـتمرار المحافظـة عـلى مثـل هـذه المجموعـات اللامركزيّـة. وفي بلـدان أخـرى، تأسسـت روابـط قويـة بـين بنـوك المورثـات (الوطنيّـة) وأنشـطة الحفـظ في المـكان وفي المزرعـة. تسـهّل هـذه الترتيبـات إلى حـدٍّ كبـير مـا يُسـمى بنُهـج المحافظـة التكميليـة، وتعـزز التفاعـل بـين الطبيعة/ الحقـل مـن جهـة والمسـتخدمين مـن جهـة أخـرى مـن خـلال خدمـات بنـوك المورثـات والبحـوث، وتعـزز بالتـالي اسـتخدام مـوارد المورثـات المحفوظـة.

ومـع ذلـك، فـإنَّ المحافظـة عـلى هـذه المجموعـات عـلى المـدى الطويـل كانـت بالتأكيـد هدفـاً، وقـد تمَّـت المحافظـة عـلى الكثـير مـن المجموعـات عـلى مـدى فـترات طويلـة. فقصـة الحفـاظ عـلى مجموعـات المـوارد الوراثيـة خـلال حصـار لينينغـراد في مواجهـة المجاعـة في المدينـة مشـهورة كثـيراً، ولكـنْ تـمَّ كذلـك الحفـاظ عـلى مجموعـات أخـرى بعنايـة عـلى مـدى فـترات طويلـة. فعـلى سـبيل المثـال، تـمَّ إطـلاق مجموعـة بطاطـس الكومونولـث التـي تحتفـظ بهـا المملكـة المتحـدة نتيجـة للبعثات التـي أُرسـلت لتجميعهـا بـين عامـي 1938 و1939، ويقـوم معهـد James Hutton Institute (معهـد أبحـاث المحاصيـل الأسـكتلندي سـابقاً) بالاحتفـاظ بهـا اليـوم.

المربع 3.2 إدارة مجموعات بنوك المورثات

كانت الخطوات المناسبة للمحافظة على الموارد الوراثيّة النباتيّة خارج المكان موضوعَ جزء كبير من البحث، لا سيما خلال ثمانينيات القرن العشرين. وتعتمد منهجيّة الحفظ للمواد الوراثية خارج المكان على الطبيعة الحيوية للنباتات المعنيّة. وعادةً ما تُحفظ الأنواع التي تُنتج ما يدعى بالبذور التقليدية، وهي عبارة عن بذور يمكن تجفيفها وحفظها في درجات حرارة منخفضة لفترات طويلة، في بنوك مورثات البذور. أمّا الأنواع التي لا تُنْتِجُ بذوراً أبداً و/ أو تتكاثر نباتياً (وحيثُ يجبُ حِفْظُ النمط الوراثي) و/ أو تلك التي تُنْتِجُ ما يدعى بالبذور غير العادية (وهي بذور لا يمكن تجفيفها دون قتلها وبالتالي لا يمكن تخزينها)، فإمّا أنْ يُحافظ عليها في بنك المورثات الحقلي أو تُحفظ على شكلِ نسيجٍ أو جنينٍ أو حتى معلّق خلايا فيما يُعرف ببنك المورثات المخبري. ويتمَّ كذلك لبعض الأنواع تخزين غبار الطلع لفترة أقصر أو أطول. إنَّ الهدف من المحافظة خارج المكان هو الحفاظُ على السماتِ الوراثية للعينّة الأصليّة لأطولِ فترة مُمكنة من دون حدوث طفرة أو انجراف وراثيّ أو تحوّل.

بالنسبة إلى بنوك مورثات البذور، فإنَّ العملية تنطوي على ما يلي:

تنظيف البذور. يجب أنْ يتمَّ حصاد البذور في أفضل ظروف ممكنة عندما تكون قد نضجت بشكل كامل ومن ثم تنظيفها من المواد غير المرغوبة مع التخلّص من البذور المتضررة أو المكسورة.

التجفيف. الخطوة التالية تتضمن تجفيف مجموعات البذور المختلفة بالسرعة الملائمة لتجنب تشققها وبالحرارة الملائمة حتى لا تتأثر استدامة البذور. بشكل عام، يمكن تجفيف البذور الزيتية أكثر من البذور النشوية – أي تجفيف محتوى الرطوبة إلى نسبة 1 % في البذور الزيتية وإلى نسبة 3 % إلى البذور النشوية، وتكون درجات حرارة التجفيف ما بين 15 إلى 20 درجة مئوية.

التخزين. يتم عادة تخزين البذور عبر حجرات تجميد كبيرة. وتعتمد درجة الحرارة الفعلية على الهدف من عملية التخزين، فمن أجل التخزين طويل الأمد للمادة الوراثية (المواد مجموعة أساسية) يتم عادة استخدام الدرجة -18 درجة مئوية، أما التخزين متوسط الأمد (حتى 5 - 10 سنوات) فيمكن تحقيقه باستخدام درجة حرارة 5 درجات مئوية أو أعلى. ويجب أن تكون الحاويات المستخدمة محكمة الإغلاق، ولا تسمح بتبادل الغازات/ الهواء خلال عملية التخزين (على سبيل المثال: أكياس رقائق الألمنيوم ثلاثيّة الطبقات). وقد أصبح من الممارسات القياسية إعادةُ تقسيم العيّنات الفردية إلى عينات فرعية ذات أحجام مناسبة من أجل استخدامها أو توزيعها لاحقاً. وبالنسبة للبذور التقليدية الصغيرة وكذلك المادة المخبرية (in vitro material)، يتم تخزينها على المدى الطويل عبر تخزين البذور أو المزروعات عند درجة حرارة منخفضة جداً باستخدام النتروجين السائل (-196 درجة مئوية) في عملية الحفظ بالتبريد، فعند درجة الحرارة هذه، تتوقف جميع الانقسامات الخلوية والعمليات الاستقلابية، ما يتيح بالتالي تخزين المادة النباتية دون تعديل أو تغيير لمدة غير محدودة نظرياً (Engelmann 1997).

مراقبة صلاحية البذور. يجب وضع جدول زمني لاختبار صلاحية البذور في مختلف العيّنات المخزنة. يسمح ذلك بتنبّؤات دقيقة نسبياً بشأن الوقت الذي تبدأ فيه صلاحية البذور بالانخفاض إلى ما دون العتبات المحددة، وبالتالي السّماح بتجديد العينة في الوقت المناسب.

التجديد. عندما تنخفض صلاحية البذور المخزنة إلى ما دون الحد الأدنى المحدد، أو عند انخفاض كمية الحبوب المخزنة لعينة ما إلى ما دون الكمية الدنيا، فيجب إعادة إنبات العينة المذكورة في ظروف بيئية مناسبة من أجل تجديد المادة الوراثية و/ أو زيادة المخزون المخزّن منها.

يمكن التعرّف على إجراءات مفصلة لعمليات تجفيف البذور وتخزينها ومراقبة صلاحيتها للعديد من أنواع المحاصيل الزراعية من خلال الموقع: (Crop Knowledge Base) (http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/). قامت منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) والمعهد الدولي للموارد الوراثية النباتية (IPGRI) بوضع معايير لتخزين البذور في بنوك المورثات، وأوصيا بها من أجل تبنيها دولياً، ويتم الآن تنقيحها وإضافة التفاصيل لها بغية المحافظة على البذور والحقول وبنك المورثات المخبري.

بدأت برامج الموارد الوراثية الوطنية مع مرور الوقت بالاضطلاع بتفويض واسع النطاق. وقد شمل ذلك التفويض الموارد الوراثية الحيوانية بالإضافة إلى الموارد الوراثية النباتية. إضافة إلى ذلك، لم تبحث البرامج الوطنية في ديناميكية التنوع الوراثي فحسب، بل كذلك في التفاعل بين الأنواع المزروعة (وأحياناً غير المزروعة) وحيوانات المزرعة، وفي الأدوار التي تلعبها الأنواع النباتية والحيوانية في البيئة الزراعية عموماً. باختصار، فإن إدماج نشاطات بنك المورثات في برنامج وطني للموارد الوراثية يوسّع المنظور العام، ويزيد من مسؤوليات بنك المورثات، ويعزز وضع أولويات أكثر توازناً وواقعية. وبصورة عامة، تهدف جميع البرامج والأنظمة الوطنية هذه إلى تأمين منصّة تنسيق على المستوى الوطني من أجل الحفاظ على الموارد الوراثية والاستخدام المستدام لها، وبالتالي فهي توفر أساساً بالغ الأهمية للأنشطة الإقليمية والعالمية (Spillane et al. 1999). ولكن وعلى الرغم من الاعتراف المتزايد من جانب اتفاقية التنوع البيولوجي بالتنوع الحيوي الزراعي، ماتزال بنية معظم البرامج الوطنية وعملياتها جزءاً من الوكالات الزراعية، وهي غالباً ما تكون ضعيفة الاتصال مع الوكالات الأخرى المعنية بالحفاظ على التنوع الحيوي البريّ.

جذور الالتزام الدولي بالمحافظة على الموارد الوراثية للنبات

رغم التحذيرات المبكرة كالتي أطلقها Harry Harlan من قسم استكشاف النباتات والتعريف بها في الولايات المتحدة (Harlan and Martini 1936)، فإنَّ ضياع الموارد الوراثية والحاجة للمحافظة على التنوع الوراثي لم يبدأا بالظهور كقضيةٍ دولية إلا في منتصف ستينيات

القرن الماضي. يبدو إنَّ علماء الوراثة ومربي النباتات كانوا يدركون بصورة متزايدة هذه المسألة خلال خمسينيات القرن الماضي، وقد لفت Jack Harlan الانتباه إلى ضياع هذا التنوع وذلك خلال ندوة عن الموارد الوراثية في الأكاديمية الأمريكية للعلوم في عام 1959 (Harlan 1961). وتحول هذا القلق خلال ستينيات وسبعينيات القرن الماضي إلى سلسلة من البرامج والمبادرات التي أوجدت القاعدة للقيام بمسعىً دوليّ بشأن الموارد النباتية الوراثية.

بدأ يُنظر إلى منظمة الأغذية والزراعة (الفاو)، بوصفها جزءاً من الأمم المتحدة، على إنَّها مركز مهمّ للنشاطات المرتبطة بالمحافظة على الموارد الوراثية واستخدامها. وفي العام 1957، أطلقت الفاو ما يُعرَف بصحيفة الفاو الإخبارية للتعريف بالنباتات، وذلك بغيةَ تشجيع تداول الموارد الوراثية بين المعاهد المختلفة، وقدّمت الدعم بعد ذلك بمدّة وجيزة للدول من أجل جمع وإيجاد مراكز إقليمية للموارد النباتية في تركيا وأثيوبيا وأفغانستان. وكان الاجتماعُ التّقني المعني باستغلالِ النباتاتِ والتعريف بها، الذي عُقد في روما في تموز من العام 1961، أولَ حدثٍ دوليّ يتناول مسألة ضياعِ التنوع الوراثي. وأفضى ذلك في عام 1965 إلى إنشاء مجموعة من الخبراء في استكشاف النباتات والتعريف بها. وبين عامي 1965 و1974، التقت هذه المجموعة على نحوٍ منتظم لتقديم المشورة لمنظمة الأغذية والزراعة بشأن تلك المسألة، ولوضع إرشادات دولية لتجميع المادة الوراثية والمحافظة عليها وتبادلها. وقامت الفاو عقب هذه السلسلة من المناقشات الدولية بتأسيس قسم فرعي جديد لبيئة النباتات والموارد الوراثية ضمن قسم إنتاج النباتات وحمايتها التابع لها.

شكّل البرنامج البيولوجي الدولي (IBP)، والذي أطلقه المجلس الدولي للاتحادات العلمية عام 1964 بدعم من اليونيسكو، ساحةً ثانية موجودة بتناغم وتنافس مع الفاو، وذلك بغرض التعريف بمسألة الموارد الوراثية والحلول ذات الصلة. وقد ضمّ البرنامج قسماً أُطلق عليه اسم إدارة واستخدام الموارد الحيوية، مع لجنة حول مستودعات المورثات النباتية برئاسة عالم الوراثة وأحد مربي النباتات Otto Frankel. وعلى الرغم من إنَّ ذلك البرنامج كان موجهاً بقوة إلى النُهج البيئية والجماعات النباتية، إلا إنَّ هذا الجزء الخاص من برنامجه قد ركّز بشكل كبير على الجوانب العملية من الحفظ واستخدامه من وجهة نظر تربية النباتات.

وكان العنصر الثالث المهم هو إنشاء المجلس الدولي للموارد الوراثية النباتية (IBPGR)، حيث قامت المجموعة الاستشارية للبحوث الدّولية الزّراعية بوضع برنامج عمل حول الموارد الوراثية في عام 1972، والذي أفضى إلى تشكيل المجلس في عام 1974. وقد تمتع المجلس عملياً، على الرغم من كونه موجوداً في الفاو، بالاستقلالية على الصعيدين البرامجي والمالي. وعلى مدار الخمس عشرة سنة اللاحقة، تباعدت المسافة بين الفاو والمجلس فيما يتعلق بنهجهما تجاه كثير من المسائل الرئيسية المتعلقة بالمحافظة على الموارد الوراثية النباتية واستخدامها، وفي عام 1989

وافق مجلس أمناء المجلس الدولي للموارد الوراثية النباتية على الانفصال كلياً عن الفاو. وبعد حوالي 5 سنوات تقريباً، أي في عام 1994، أصبح المجلس يُعرَف بالمعهد الدولي للموارد الوراثية النباتية (IPGRI) (حالياً Bioversity International).

وقد وُصِفت هذه التطورات الدولية، ومختلف القرارات والتوصيات التي قدمتها مختلف المنظمات المعنية، بإنَّها تعكس عدداً من القيم السائدة في ذلك الوقت، ولا سيما المسائل التالية:

1. إنَّ ضياع التنوع في نُظم الإنتاج الزراعي (وبالتالي ضياع الأصناف التقليدية) كان أمراً لا مفرّ منه ونتيجةً ضرورية للتنمية الزراعية. وقد زادت الثورة الخضراء من وتيرة ذلك الضياع وتطلّبت بذل جهود أكبر، لكنَّها كانت استراتيجيةً أساسية في الجهودِ العالمية لإطعامِ سكان العالم.
2. كانت الموارد الوراثية إرثاً عالمياً يتمتع مربّو النبات بحرية الاستفادة منه بدون أيّ تكلفة. وكان يُنظر إلى الأصناف المبتكرة بوصفها جهوداً لإعادة ترتيب المورثات التي كانت مبعثرة في البادية في أصنافٍ متعددة. وينبغي تيسير الوصول الحرّ إلى الأصناف بكلّ الطرق، كما ينبغي تعزيز التبادلات الدولية للأصناف المحسّنة.
3. يجب أنْ يرّكز حفظ الموارد الوراثية النباتية على تطوير بنوك المورثات خارج الموقع في معاهد حول العالم يمكن أنْ يتّم دعمها دولياً وتكون قادرة على توزيع ما تحتفظ به من موادٍ الى المُستخدِمين المحتملين (الذين يُعتبَرون مربي نباتات وجماعات بحثية).

أصبحت جميع النقاط السابقة محلّ نقاش على مدى العقود التالية.

نقاشات السياسة حول الحفاظ

خلال سبعينيات وثمانينيات القرن الماضي، كان هناك جدلٌ متزايد بشأن تطوير النهج الدولي واعتماده على الحفاظ خارج المكان في بنوك مورثات كبيرة تحظى بتمويل جيد نسبياً ويقع معظمها في الشمال، أو البنوك التي كانت جزءاً من المجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية العالمية (CGIAR). وفي عام 1979 كتب Patrick Mooney كتاب ***بذور الأرض***، وفيه أدان كلاً من التآكل الوراثي واستيلاء مصالح البلدان الشمالية على الموارد، وقام في عام 1984 بتأسيس الصندوق الدولي للتطور الريفي مع Cary Fowler. وأعربت حكومات العديد من البلدان النامية عن قلقها بشأن تطوير براءات الاختراع المتعلقة بالتكنولوجيا الحيوية، بينما كانت الموارد الوراثية في البلدان النامية بدون مقابل، وأثارت تساؤلات حول إمكانية الحصول على حقوق الملكية الفكرية على عينات من المجموعة الاستشارية للبحوث الدولية الزراعية. علّق Mooney قائلاً إنَّ "العالم الثالث مدعو لوضع كل بيضه في سلة شخص آخر" (Mooney 1979).

أصبحت مسائل المحافظة على الموارد الوراثية، والتي كان يُنظر إليها في ذلك الوقت على إنَّها تقنيّة بشكل كبير في طبيعتها، ذات طابع سياسي بشكل متزايد. ففي العام 1981 دعمت مجموعة الـ77 مقترحاً مكسيكياً في مؤتمر منظمة الأغذية والزراعة (الفاو)، وهو أعلى هيئة لاتخاذ القرار داخل منظمة الأغذية والزراعة [(القرار 6.81) من الدورة الحادية والعشرين لمؤتمر منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) في نوفمبر من العام 1981] والذي يدعو لاتفاقية دولية تأسس لنظام بنك مورثات جديد مستقل عن المجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية العالمية، ويُعيد المجلسَ الدولي للموارد الوراثية النباتية إلى سيطرة منظمة الأغذية والزراعة. وتمَّ التفاوض على التزامٍ دوليّ بخصوص الموارد الوراثية في عام 1983، حيث يُعيد التأكيد على إنَّ الموارد الوراثية هي "إرث عامّ للبشرية". وتمَّ إنشاء هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة التابعة لمنظمة الأغذية والزراعة خلال نفس العام من أجل تمثيل البلدان النامية بشكل أفضل ومناقشة قضايا "حقوق المزارعين". استجاب المجلس الدولي للموارد الوراثية النباتية جزئياً فقط لهذه الانتقادات والمطالبات على الرغم من مفاوضاتٍ عدّة تمَّت بين المجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية العالمية ومنظمة الأغذية والزراعة (الفاو). وعلى الرغم من إنَّه أصبح مهتماً أكثر بدعم تطوير البرامج الوطنية وبناء القدرات، إلا إنَّه ظلّ يركّز بشكلٍ رئيسي على الجمع والجوانب التقنية للحفظ خارج المكان. وخلال تسعينيات القرن العشرين، أصبح المعهد الدولي للموارد الوراثية النباتية (IPGRI)، الذي خَلَفَ المجلس، أكثر حساسية للأبعاد السياسة للمحافظة على الموارد الوراثية واستخدامها، وبدأ برنامجاً مكثفاً للعمل بشأن الحفظ في المزرعة.

حدد (Esquinas-Alcázar et al. 2012) مسألتين رئيستين هيمنت على المناقشات في ذلك الوقت:

1. توجد الموارد الوراثية النباتية في جميع أنحاء العالم، ولكن يوجد أكبر تنوع في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية، حيث توجد معظم البلدان النامية. عندما يتّم جمع البذور وإيداعها في بنوك المواد الوراثية، الموجودة غالباً في البلدان المتقدمة، إلى من تنتمي هذه العينات المخزنة؟ هل للبلد الذي يتمَّ جمعها منه؟ هل للبلد حيث يتمَّ تخزينها؟ أم للإنسانية ككل؟
2. إذا كانت الأصناف الجديدة التي تمَّ الحصول عليها هي نتيجة لتطبيق التكنولوجيا على المواد الأولية أو الموارد الوراثية، فلماذا يتّم الاعتراف بحقوق مزوّدي التكنولوجيا (حقوق مربي النباتات، براءات الاختراع، وغيرها) وليس بحقوق مزوّدي الموارد الوراثية؟

لقد أوجد تأسيس هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة وتوقيع المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة في عام 1983، إطار عملٍ لمواصلة تطويرٍ السياسات الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية. وظهرت حاجةٌ حقيقةٌ لوضع منهجيةٍ تعكس واقع الزراعة والطرق التي تُستخدَم فيها الموارد في الزراعة. كان هناك قلق يحيط بنهج اتفاقية التنوّع الحيوي تجاه التنوع الحيوي (دخلت الاتفاقية حيز التنفيذ في عام 1992)، والتي شدّدت على مسؤوليات البلد والحقوق السيادية والتأثير المحتمل على استخدام الموارد الوراثية عقب الاتفاقية حول الجوانب التجارية لحقوق الملكية الفكرية (TRIPS) التي تمَّ تبنيها في عام 1994 كجزء من اتفاقية إنشاء منظمة التجارة العالمية. ونتيجة لمفاوضات طويلة وصعبة في كثير من الأحيان، اتفق أعضاء الهيئة في عام 2001 على تأسيس اتفاقية بشأن الموارد الوراثية النباتية للغذاء والزراعة تتضمن أحكاماً تستجيب بصورة مباشرة لبعضِ السّمات الخاصة بتنوع المحاصيل وإدارته واستخدامه (انظر أدناه). وإضافة للمسائل المشار إليها أعلاه، كان على الاتفاقية تناول حقوق المزارعين بخصوص الموارد الوراثية التي طوروها وحافظوا عليها عبر أجيال عديدة، ومع الطرق التي يمكن من خلالها جعل الوصول للموارد الوراثية على المستوى العالمي أمراً عملياً عبر أنظمة متعددة الجوانب للتبادل تتجاوز نهج اتفاقية التنوّع الحيوي ثنائي الأطراف القائم على أساس محلي حسب كل دولة لتبادل التنوع الحيوي.

كانت الجوانب التقنية للحفظ أيضاً محلّ نقاشٍ متزايدٍ خلال ثمانينيات وتسعينيات القرن الماضي. وحتى في المناقشات التقنية الأولى في سبعينيات القرن الماضي، استمر النقاش حولَ المزايا النسبية للنُهج الثابتة للحفظ خارج المكان والمزايا الديناميكية للحفظ داخل المكان (انظر Pistorius 1997)، لكنّ نُهج الحفظ في المكان كانت قد رُفضت إلى حدّ كبير بناء على عدة أسس منها إنَّ الأصناف التقليدية كانت تختفي بسرعة كنتيجة للتنمية الزراعية وعمليات تحسين الأنواع النباتية الحديثة (Frankel and Soule 1981). ولكنْ كانت المحاصيل والأصناف التقليدية في كثير من أنظمة الإنتاج تصمد بوضوح في ظل مجموعة من الأسباب، وقد بدأ العاملون على الحفظ والعديد من المنظمات غير الحكومية التي تعمل مع المزارعين والمجتمعات، يطالبون بالاعتراف بقيمتها وأنْ يتّم دعمها (لمزيد من النقاش انظر Altieri and Merrick 1987; Brush 2000).

اتفاقية التنوع الحيوي (CBD) ووجهات نظر النظام البيئي

أدى دخول اتفاقية التنوع الحيوي حيز النفاذ في عام 1992 إلى تغيير كبير في "قواعد اللعبة" الدولية فيما يتعلق بالتنوع الحيوي الزراعي. تنص المادة 1 من الاتفاقية على ما يلي:

تتمثل أهداف هذه الاتفاقية، التي يتعين اتباعها وفقاً لأحكامها ذات الصلة، في الحفاظ

على التنوع الحيوي والاستخدام المستدام لمكوناته والتقاسم العادل والمنصف للمنافع الناشئة عن استخدام الموارد الوراثية، بما في ذلك عن طريق الوصول المناسب إلى الموارد الجينية والنقل المناسب للتكنولوجيات ذات الصلة، مع مراعاة جميع الحقوق على هذه الموارد والتكنولوجيات، وعن طريق التمويل المناسب.

وبالتالي، في حين تهتم الاتفاقية بالتنوع الحيوي بأوسع معانيه، فإنَّها لا تزال تستخدم مفهوم الموارد الوراثية وتشدد على أهمية التقاسم العادل والمنصف للمنافع الناشئة عن الاستخدام. لقد استبدلت مفهوم التراث العالمي للبشرية بحقوق السيادة القطرية على الموارد. ووضعت تصوراً لنظام تقوم بموجبه البلدان بتنظيم الوصول إلى الموارد داخل حدودها. وبالفعل، فإنَّ اتفاقية التنوع الحيوي تعترف بما يلي:

1. سيادة البلدان على "الموارد الحيوية"، بما في ذلك الموارد الوراثية (المادة 15).
2. الالتزام بتقاسم المنافع الناشئة عن استخدام هذه الموارد مع بلدان منشأ تلك الموارد والمجتمعات المحلية والأصلية (المادة 8 والمادة 15).
3. وجود حقوق الملكية الفكرية على المواد الحيوية وضرورة احترامها (المادة 16.5).

ربطت اتفاقية التنوع الحيوي إلى حدّ كبير حفظ التنوع الحيوي بالقيمة السوقية لمكوناته، أي "الموارد الحيوية"، التي كانت عُرضة للاستيلاء عليها من خلال حقوق الملكية الفكرية (Aubertin et al. 2007).

قامت البلدان الأعضاء في اتفاقية التنوع الحيوي مؤخراً بالتفاوض على بروتوكول دولي جديد يُحدد التدابير التي يجب اعتمادها لضمان التقاسم العادل للمنافع مع البلدان التي توفر إمكانية الوصول إلى الموارد الوراثية داخل أراضيها: بروتوكول ناغويا بشأن الحصول على الموارد الوراثية والتقاسم العادل والمنصف للمنافع الناشئة عن استخدامها لاتفاقية التنوع الحيوي، والذي تمَّ تبنّيه في عام 2010.

ومن البنود الأخرى في اتفاقية التنوع الحيوي المهمة للحفاظ على تنوّع المحاصيل، هو الاعتراف الصريح الذي قدمته لمفهوم الحفظ في المكان والذي وصفته بإنَّه: "الحفاظ على الأنظمة البيئية والموائل الطبيعية، والمحافظة على الأنواع القابلة للحياة في محيطها الطبيعي واستعادتها، وكذلك الأنواع المُدجّنة والمزروعة في المحيط الذي طوّرت فيه خصائصها المميّزة".

يُمكن النظر إلى هذا الاعتراف على إنَّه نتيجة للفهم الجديد والشامل لعملية الحفاظ على التنوع الحيوي، وبإنَّه في الوقت ذاته حدثٌ ساعد في تعزيز هذا الفهم الجديد. خلال تسعينيات القرن العشرين، كان هناك تزايد في الاهتمام بالحفظ في المكان، وتمَّ إطلاق العديد

مـن برامـج البحـوث الدوليـة والوطنيـة. كان هـذا النهـج، الـذي يعكـس التفكـير السـابق لـ (Bennett 1970) وآخريـن، مهتـماً باستكشـاف نُهـج الحفـظ الديناميكيـة التـي شـددت عـلى أهميـة اسـتمرار التكيـف والتطـور، وأقـرّت بأهميـة الحفـاظ عـلى النّظـم التـي يتواجـد فيهـا تنـوع المحاصيـل ويتطـور نتيجـة للتفاعـل بـين البيئـة والبـشر. تطلـب هـذا النهـج الجديـد مـن العلـماء العمـل بطريقـة متعـددة التخصصـات أكثـر مـن ذي قبـل، والجمـع بـين الأنثروبولوجيـا، وعلـم الوراثـة التطـوري، وعلـم الوراثـة السـكاني، وعلـم أحيـاء الحفـظ، وعلـم الاجتـماع، والاقتصـاد (Bonneuil and Fenzi 2011/2012).

انطـوى تنفيـذ اتفاقيـة التنـوع الحيـوي، في جملـة أمـور، عـلى تطويـر عـدد مـن برامـج العمـل، التـي حـددت العمـل الـذي ينبغـي للبلـدان الاضطـلاع بـه في المجـالات الرئيسـية للحفـظ. تّـم اعتـماد برنامـج العمـل بشـأن التنـوع الحيـوي الزراعـي في عـام 2002. وتعتـبرُ اتفاقيـةُ التنـوع الحيوي إنَّ التنـوع الحيـوي الزراعـي يشـمل جميـع مكونـات التنـوع الحيـوي ذات الصلـة بالأغذيـة والزراعـة، وجميـع مكونـات التنـوع الحيـوي التـي تشـكل النظـم البيئيـة الزراعيـة: أصنـاف وتنـوع الحيوانـات والنباتـات والكائنـات الحيـة الدقيقـة عـلى المسـتويات الجينيـة والأنـواع والنظـم البيئيـة، والتـي هـي ضروريـة للحفـاظ عـلى الوظائـف الرئيسـية للنظـام البيئيـة الزراعـي وهيكلـه وعملياتـه (قـرار مؤتمـر الأطـراف V/5). وأشـارت الاتفاقيـة كذلـك إلى إنَّ التنـوع الحيـوي الزراعـي هـو نتيجـة التفاعـلات بـين المـوارد الوراثيـة والبيئـة ونُظـم الإدارة والممارسـات التـي يسـتخدمها المزارعـون. وهـو نتيجـة الانتخـاب الطبيعـي والابتـكار البـشري الـذي تطـور عـلى مـرّ آلاف السـنين. وتحـدّد الاتفاقيـة الأبعـاد التاليـة للتنـوع الحيـوي الزراعـي:

1. الموارد الوراثية للأغذية والزراعة.
2. مكونات التنوع الحيوي التي تدعم خدمات النظام البيئي.
3. العوامل غير الحيوية.
4. البعدين الاجتماعي الاقتصادي والثقافي.

يَضـع ذلـك المـواردَ الوراثيـة النباتيـة والحفـاظ عليهـا واسـتخدامها في سـياق أوسـع للتنـوع داخـل النظـام الزراعـي ككُل، وهـو ينعكـس في برامـج عمـل اتفاقيـة التنـوع الحيـوي التـي تشـمل مبـادرات بشـأن التلقيـح والتنـوع الحيـوي للتربـة والتنـوع الحيـوي للأغذيـة والتغذيـة. وقـد شـدّدت اتفاقيـة التنـوع الحيـوي في قراراتهـا الأخـيرة بشـأن التنـوع الحيـوي الزراعـي عـلى التعـاون مـع هيئـة المـوارد الوراثيـة للأغذيـة والزراعـة التابعـة لمنظمـة الأغذيـة والزراعـة، ووضـع برامـج عمـل تعاونية مـن شـأنها خلـق إطـار لتوافـق عالمـي في الآراء حـول كيفيـة التعامـل مـع التنـوع الحيـوي الزراعـي عـلى المسـتوى الـدولي.

الجدول 3.1 منافع التنوع الحيوي للزراعة من خلال خدمات النظام البيئي

التموين	*التنظيم*	*الدعم*	*الثقافة*
الطعام والغذاء	ضبط الآفات	تركيب التربة	البساتين المقدسة كمصادر للغذاء والمياه
الوقود	التحكم بالتآكل	حماية التربة	أصناف الحياة الزراعية
الغذاء الحيواني	تنظيم المناخ	تدوير الغذاء	خزانات المواد الوراثية
الأدوية	ضبط المخاطر الطبيعية (الجفاف، الفيضانات، الحرائق)	تدوير المياه	محميات الملقّحات
الخيوط والأقمشة	التلقيح		
المواد الصناعية			
المواد الوراثية للأصناف والغلّات المحسّنة			
مقاومات الآفات			

Adapted from MA (2005)

شدّدت قرارات مؤتمرات اتفاقية التنوع الحيوي على مرّ السنين على أهمية منظور النظام البيئي بشكل متزايد. ويعكس ذلك جزئياً أهمية الأطر التي وُضعت وطُرحت في تقييم الألفية للنظام البيئي. كان هذا التقييم، الذي نُشر في عام 2005، لحظة مهمة في الربط بصورة متزايدة، في إطار فئة "خدمات النظم البيئية" العالمية، بين التنوع الحيوي البري والتنوع الحيوي للمحاصيل من جهة والمناخ من جهة أخرى (MA 2005). وبالتالي، أصبح التنوع الوراثي للمحاصيل يعتبر ضرورياً في توفير خدمات النظام البيئي. الجدول (3.1)، إذ إنَّه يُسهم ليس فقط في توفير الخدمات (الطعام، الأعلاف، الوقود، الأدوية، إلخ) بل أيضاً الخدمات المتصلة بالدعم والتنظيم والثقافة. وتعتبر خدمات النظام البيئي ووظيفته ذات أهمية متزايدة لتحسين استدامة النُّظم الزراعية والاستجابة لتغير المناخ. يؤدي التنوع الحيوي الزراعي على مستوى المورثات والأنواع والنظم البيئية الزراعية إلى زيادة القدرة على التكيف والمرونة مع تغير المناخ. لذلك، يظلّ تعزيز التنوع الحيوي الزراعي أمراً مهماً للغاية بالنسبة إلى التكيف المحلي للنظم البيئية الزراعية ومرونتها (Ortiz 2011).

أشار Bonneuil and Fenzi (2011/2012) إلى إنَّه من الممكن تحديد نموذجين مختلفين قائمين فيما يتعلق بالمحافظة على التنوع النباتي للمحاصيل واستخدامه. يرى النموذج الأول (الذي كان قائماً في معظم القرن العشرين) تنوع المحاصيل أساساً كمورد. وقد اعتُبرت الموارد

الوراثية النباتية احتياطياً من المورثات التي هي محلّ اهتمام الزراعة والقطاعات الأخرى مثل المستحضرات الصيدلانية أو المنسوجات. ارتبط هذا النموذج بالتركيز على استخدام بنوك المورثات خارج الموقع للحفاظ على التنوع، والرأي القائل إنَّ الموارد الوراثية هي تراث مشترك للبشرية، وتشكل سلعة عامة عالمية، وهي تحظى بأهمية متزايدة لدى المهنيين في إدارة التنوع والمحافظة عليه واستخدامه.

ويرى Bonneuil and Fenzi إنَّ النموذج الأكثر حداثة يعتبرُ التنوع الوراثي مكوناً من مكونات نظام حيوي ديناميكي وجزءاً من مجموعة النظم البيئية المتغيرة والمتطورة. وهناك اهتمام بالحفاظ في المكان والمحافظة على الأوضاع التي يمكن أن يستمر فيها التطور والتكيف في نظام الإنتاج. وهناك عرفان بإنَّ المزارعين والمجتمعات الريفية والسكان الأصليين يلعبون دوراً رئيسياً في الحفظ، ويتم التشديد على المناهج التشاركية في الحفظ والاستخدام. هذا النموذج يعترف أيضاً بالسيادة الوطنية على الموارد الوراثية وإمكانية تطوير أشكال الحماية التي تنظم الملكية مع حقوق ومسؤوليات محددة: الروابط الموجودة (من حيث التطور، وتدفق المورثات، والانتخاب) بين الأقارب البرية.

هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة التابعة لمنظمة الأغذية والزراعة (CGRFA)، والمعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة (ITPGRFA)، والنظام العالمي المتطور

أُنشئت هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة في عام 1983 تحت مُسمى هيئة الموارد الوراثية النباتية (انظر أعلاه) للتعامل مع تحديات السياسة في ذلك الوقت، وإنشاء منتدى دولي لمعالجة قضايا الموارد الوراثية النباتية. وفي وقت لاحق، وسعت نطاقها ليشمل الحيوانات والغابات والموارد الوراثية المائية. وهي تشرف الآن على إنتاج تقارير عن حالة الموارد الوراثية في العالم لهذه المكونات المختلفة للتنوع الحيوي الزراعي، وتُعتبر منتدى لوضع برامج عمل متفق عليها دولياً لدعم حفظ تلك الموارد واستخدامها (انظر www.fao.org/cgrfa).

دخلت المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة حيّز النفاذ في عام 2004، وقد صادقت عليها أكثر من 125 دولة. تحاول هذه المعاهدة إنشاء إطار عالمي للتعاون بشأن الموارد الوراثية النباتية وضمان الحفاظ عليها واستخدامها لمصلحة الجميع. ومن المرجح أنْ توفر المعاهدة الإطار القانوني الدولي الذي يدعم الحفظ داخل المزرعة، وهي ستوفر في الغالب إطاراً وطنياً مناسباً، نظراً لمصادقة معظم البلدان عليها. ومع ذلك، لا يزال التنفيذ الوطني غير مُكتمل إلى حدّ كبير، ولم يقم سوى عدد قليل من البلدان حتى الآن بتنفيذ مختلف الأحكام اللازمة لوضع المعاهدة موضع التنفيذ على المستويات الوطنية.

تشمل الأحكام المهمة في المعاهدة المادة 5 التي تطلب من البلدان وضع برامج للحفظ خارج المكان وداخله (بما في ذلك في المزرعة)؛ المادة /6/، التي تُعنى بالاستعمال المستدام للموارد الوراثية النباتية؛ والمادة /17/، التي تنص على إنشاء نظم معلومات وطنية ودولية. وتُقرّ المادة /9/ المهمة للغاية بحقوق المزارعين في الاستفادة من الموارد الوراثية التي حافظوا عليها. وقد أنشأت المعاهدة كذلك نظاماً مُتعدد الأطراف لتبادل وتقاسم المنافع، والذي يقتصر في الوقت الحاضر على نحو 35 محصولاً رئيساً وأكثر من 50 نوعاً من أنواع العلف التي وُصفت بإنَّها ذات أهمية للأمن الغذائي العالمي (انظر www.planttreaty.org).

يمكن النظر إلى المعاهدة (ITPGRFA) بوصفها العنصر الأحدث في نظام عالمي نام لحفظ واستخدام الموارد الوراثية النباتية. ويمكن اعتبار هذا النظام على أنَّه يشمُل جميع العناصر المختلفة التي تدعم الحفظ دولياً. يبين (الجدول 3.2) العناصر المختلفة لهذا النظام العالمي النامي كما وصفه .(Hodgkin el al. 2012) ويمكن اعتبار إنَّ جهود الحفظ في المزرعة تستمد شرعية دولية من هذا النظام العالمي، وبعض العناصر تدعمها مباشرة. وتتضمن أحدث خطة عمل عالمية للموارد الوراثية النباتية التي وافقت عليها هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة، قسماً مخصصاً لدعم حفظ الموارد الوراثية النباتية وتحسينها في المزرعة. وتوفر المعاهدة التمويل لعدد من المشاريع الوطنية التي تدعم الحفظ في المزرعة.

وتراعي قرارات وبرامج اتفاقية التنوع الحيوي بشكل متزايد المنظورات الزراعية، حيث يتّم الاعتراف بأهمية الحفظ داخل البيئات الزراعية وحولها. وبالتالي، فإنَّ الهدف رقم (13) من أهداف اتفاقية Aichi العشرين https://www.cbd.int/sp/targets يعترف صراحة بأهمية الأنواع والحالات الزراعية، وهو ينصّ على ما يلي: "بحلول عام 2020، سيتم الحفاظ على التنوع الوراثي للنباتات المزروعة وحيوانات المزرعة المدجنة والحيوانات البرية المرتبطة بها، بما في ذلك أنواع أخرى ذات قيمة اجتماعية واقتصادية وثقافية، وسيتم تطوير استراتيجيات وتنفيذها للحدّ من حالات التآكل الوراثي وحماية التنوع الوراثي". وبالمثل، انتقلت هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة من مجرد الاهتمام البسيط بتأمين موارد محددة إلى الاهتمام بوظيفة النظام البيئي وخدماته واستدامته، وبالتالي إسقاط مفاهيم النظام البيئي على نواحي عملها. ومع ذلك، لا تزال اتفاقية التنوع الحيوي ومعاهدة (ITPGRFA) يشغلان عالمين يختلفان من حيث المفهوم. إذ تهتم المعاهدة اهتماماً كبيراً بالحفظ خارج المكان وأهمية المحافظة الفعالة على العينات الفردية. وتعترف صراحة بأهمية بنوك المورثات الدولية التابعة للمجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية العالمية (CGIAR) وعمل الصندوق العالمي لتنوع المحاصيل (GCDT). لا تزال اتفاقية التنوع الحيوي مهتمة في المقام الأول بمنظورات النظام البيئي والحفظ في المكان.

الجدول 3.2 عناصر النظام العالمي المتوقّع لدعم المحافظة على الموارد الوراثية للنباتات واستخدامها:

العنصر (Element)	الأهداف والملاحظات (Aims and Notes)
اتفاقيات دولية (International Agreements)	
هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة التابعة لمنظمة الأغذية والزراعة (CGRFA)	تسعى الهيئة لوقف خسارة الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، وضمان أمن الغذاء العالمي والتطوير الدائم عبر تعزيز عملية الحفاظ عليها واستخدامها المستدام (بما ذلك تبادلها) والمشاركة المنصفة والعادلة للمنافع الناجمة عن استخدامها، وهي تشمل الحيوانات والأسماك والغابات والموارد الوراثية الميكروبية، بالإضافة إلى مقاطعة المشاكل مع جوانب النظام البيئي. طوّرت الهيئة برنامج عمل عبر عدة سنوات لتوجيه وقيادة جهودها.
المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة (ITPGRFA)	تهدف المعاهدة إلى الحفاظ على واستدامة استخدام خسارة الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، والمشاركة المنصفة والعادلة للفوائد الناجمة عن استخدامها، وتسعى للاعتراف بالمساهمة الهائلة التي يقدمها المزارعون لتحقيق تنوع المحاصيل التي تغذي العالم، ولتأسيس نظام عالمي يؤمن وصول المزارعين ومحسني الأنواع النباتية والعلماء إلى المواد الوراثية للنبات، وضمان أن يتشارك المستفيدون المنافع التي يتم استخلاصها من الموارد الوراثية للبلدان التي تنشأ فيها.
مدونة السلوك الدولية بشأن جمع المادة الوراثية النباتية ونقلها (International Code of Conduct for Plant Germplasm Collecting and Transfer)	تهدف إلى تعزيز الجمع الرشيد والاستخدام المستدام للموارد الوراثية، ومنع التآكل الوراثي، وحماية مصالح المتبرعين بالمادة الوراثية والجامعين لها. وتحدد المسؤوليات الأساسية لجامعي ورعاة ومشرفي ومستخدمي المادة الوراثية المجمعة في جمع ونقل المادة الوراثية النباتية. وقد تمَّ تبني هذه المدونة من قبل مؤتمر منظمة الأغذية والزراعة في عام 1993 وتم التفاوض عليها من خلال هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة، التي تتولى أيضاً مسؤولية الإشراف على تنفيذها ومراجعتها.
برنامج عمل اتفاقية التنوع الحيوي (CBD) بشأن التنوع الحيوي الزراعي	تهدف هذه البرامج إلى تعزيز الآثار الإيجابية والتخفيف من الآثار السلبية للممارسات الزراعية على التنوع الحيوي في النظم البيئية الزراعية وتفاعلها مع النظم البيئية الأخرى، والعمل من أجل الحفاظ على الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة واستخدامها المستدام والتقاسم العادل والمنصف للمنافع الناشئة عن استخدام هذه الموارد الوراثية. كان آخر استعراض لبرنامج عمل اتفاقية التنوع الحيوي بشأن التنوع الحيوي الزراعي في عام 2008. وقد لفت القرار رقم (X/34) في المؤتمر العاشر للأطراف (COP-10) الانتباه إلى أهمية العمل على الأقارب البرية للمحاصيل، واتفق الطرفان على التعاون مع هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة، والمعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة (ITPGRFA)، ومنظمة الأغذية والزراعة بشأن الأنشطة المحددة. ووافقت الأطراف في ذلك المؤتمر على اعتماد بروتوكول ناغويا بشأن الحصول على الموارد الوراثية وتقاسم المنافع.

العنصر *(Element)*	الأهداف والملاحظات *(Aims and Notes)*
الاتفاقات الإقليمية في آسيا وإفريقيا وجنوب أمريكا والشبكات الإقليمية الأوروبية	تتضمن هذه الشعبة شبكات لحوالي (18) إقليم وإقليم فرعي معترف بها من قبل التقرير الثاني لحالة الموارد الوراثية النباتية للعالم
شبكات المحاصيل (Crop networks)	تهدف عادة لدعم جميع الأعمال المتعلقة بنوع محدد من المحاصيل، وغالباً ما تركز بشكل كبير على الوراثيات وتحسين الأنواع النباتية.
شبكات موضوعية (Thematic networks)	تتضمن، على سبيل المثال، محاصيل للمستقبل والتي تُعنى بالأنواع قليلة الاستخدام؛ والمجموعة المتخصصة بالأقارب البرية للمحاصيل التابعة للاتحاد الدولي للحفاظ على الطبيعة (IUCN)؛ والمؤسسة الخيرية الدولية للحفاظ على الحدائق النباتية (BGCI).
الجمعيات والمنتديات الدولية المهتمة بموضوع الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة (PGRFA)	تشمل هذه المنتديات، على سبيل المثال، برنامج البحوث الدولية (Diversitas)، والاتحاد الدولي للحفاظ على الطبيعة (IUCN)، والمنتدى الحكومي الدولي للعلوم والسياسات المعني بالتنوع الحيوي وخدمات النظم البيئية.
الجمعيات والمنتديات الإقليمية المهتمة بموضوع الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة (PGRFA)	وهي موجودة في كل منطقة على الرغم من إنَّها تختلف إلى حدّ ما في هياكلها ومؤسساتها واهتماماتها بموضوع الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة (PGRFA). وهي تضم منتدى البحوث الزراعية في إفريقيا (FARA)، وجمعية إقليم آسيا والمحيط الهادي لمؤسسات البحوث الزراعية (APAARI)، والمنتدى الأمريكي للبحوث الزراعية والتطوير التقني (FORAGRO)، وجمعية إقليم قوقاز وآسيا الوسطى لمؤسسات البحوث الزراعية (CACAARI)، وجمعية مؤسسات البحوث الزراعية في الشرق الأدنى وشمال إفريقيا (AARINENA)
نظام المعلومات والإنذار المبكر العالمي بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة (PGRFA)	وهو نظام مفوّض بإبقاء وضع العرض والطلب على الغذاء في العالم تحت المراجعة المستمرة، وإصدار التقارير بشأن ذلك الوضع، وتقديم إنذارات مبكرة بشأن الأزمات الغذائية الوشيكة في كلّ بلد. أما بالنسبة للدول التي تعاني من مشاكل غذائية خطيرة، فتقوم منظمة الفاو ونظام المعلومات والإنذار المبكر العالمي وبرنامج الغذاء العالمي كذلك بمهمات مشتركة لتقييم المحاصيل والأمن الغذائي (CFSAMs).
حالة الموارد الوراثية النباتية للزراعة والغذاء	وهي تقارير تقوم بتقييم حالة التنوع الوراثي للنبات والقدرات المحلية والعالمية للإدارة داخل المكان وخارجه، والحفظ واستخدام الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة.
GENESYS	يجري حالياً تطوير GENESYS لتحسين تبادل المعلومات العالمية عن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة في محاولة لتأمين وتعزيز التنوع الحيوي في جميع أنحاء العالم. ويهدف إلى منح محسني الأنواع النباتية والباحثين نقطة وصول مركزية إلى المعلومات حول ما يقرب من ثلث عينات بنوك المورثات في العالم.

يتبع

الجدول 3.2

العنصر (Element)	*الأهداف والملاحظات (Aims and Notes)*
الصندوق الدولي والآلية المالية للموارد الوراثية النباتية	تهدف استراتيجية التمويل هذه إلى تحسين توفر وشفافية وفعالية عملية الإشراف على الموارد المالية لتحقيق نشاطات المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة (ITPGRFA)، كما تسعى لتطوير الوسائل والأساليب التي تتوفر بها الموارد الكافية لتنفيذ المعاهدة، وفقا للمادة /18/ منها.
أمانة تنوع المحاصيل العالمية	تقوم الأمانة بجمع التبرعات من الأفراد والمؤسسات والشركات والحكومات من أجل توفير التموين الذي سيدعم الحفاظ على محاصيل أساسية بشكل دائم.
مرفق البيئة العالمي (GEF)	وهي مؤسسة مالية مستقلة، تقدم منحاً للبلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقال للمشاريع ذات الصلة بالتنوع الحيوي، وتغير المناخ، والمياه الدولية، وانحلال التربة، وطبقة الأوزون، والملوثات العضوية الدائمة. وعلى الرغم من إنَّ مرفق البيئة العالمي يدعم في الغالب المشروعات القطرية، إلا إنَّ لديه إستراتيجية عالمية متفق عليها وهدف استراتيجي بشأن تعميم الحفظ، وهو أمر ذو صلة بحفظ واستخدام الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة. وقد قدم مرفق البيئة العالمي التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة أكثر من 100 مليون دولار لدعم مشاريع متعددة الجنسيات خلال السنوات العشر الماضية.
الشبكة الدولية للمجموعات خارج المكان (ومن ضمنها مجموعات الثقة ضمن المجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية العالمية (CGIAR)، CATIE، والشبكة الدولية للموارد الوراثية لجوز الهند	في عام 2006، طبقاً للمادة 15 من المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، أخضعت المراكز مجموعات بنوك المورثات خارج الموقع للمعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة. ووفقاً للمادة 15، تحل الاتفاقات محل الاتفاقيات السابقة المبرمة بين المراكز ومنظمة الأغذية والزراعة في عام 1994.
شبكة مناطق الحفاظ في المكان	هناك شبكتان مهمتان موجودتان بالفعل هما نظم التراث الزراعي المهم عالمياً وبرنامج الإنسان والمحيط الحيوي
خزينة البذور العالمية (Svalbard)	وهي مخصصة لتخزين نسخ من البذور المجموعة حول العالم، والتي تقع أغلبها في الدول النامية، حيث تسمح بإعادة تشكيلها في حال ضياع البذور نتيجة للكوارث الطبيعية أو الحروب أو عدم توفر الموارد الكافية.
مبادرة الشراكة العالمية لبناء القدرات في مجال تربية النباتات (GIPB)	مهمة المبادرة هي تحسين قدرة الدول النامية على تحسين المحاصيل من أجل الأمن الغذائي والتطوير الدائم عبر نظام تأمين وتربية أفضل للنبات.

العنصر (Element)	الأهداف والملاحظات (Aims and Notes)
خطة العمل العالمية (GPA) لصيانة واستخدام الموارد الوراثية النباتية للزراعة والغذاء	ويمكن كذلك تصنيفها كاتفاقية إلا أنها وضعت ضمن الجدول بسبب تأكيدها على الإجراءات التي يجب القيام بها لدعم أهداف الصيانة العالمية. الأهداف الرئيسية للخطة هي: ضمان الحفاظ على الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة (PGRFA) باعتبارها الأساس للأمن الغذائي، وتعزيز الاستخدام المستدام لتلك الموارد لرعاية التطور وتخفيض مستوى الفقر والجوع، وتعزيز مفهوم المشاركة المنصفة والعادلة للمنافع الناتجة عن استخدامها، ومساندة الدول والمؤسسات لتحديد الأولويات التي تتطلبها هذه الإجراءات، وتقوية البرامج الموجودة سابقاً، وتحسين القدرة المؤسساتية.
المجموعات الوطنية الموضوعة تحت نظام الخدمات (MLS)	تم إدراجها هنا للتأكيد على أنَّ المجموعات الوطنية جزءٌ من النظام العالمي بقدر ما هي مجموعات دولية، وبمجرد وضعها في ظل النظام متعدد الأطراف، تصبح مورداً عالمياً فعّالاً.
المنظمات الدولية غير الحكومية	تتضمن للاتحاد الدولي للحفاظ على الطبيعية (IUCN)؛ والمؤسسة الخيرية الدولية للحفاظ على الحدائق النباتية (BGCI)، بالإضافة إلى منظمات المجتمع المدني الملتزمة بأهداف محددة تعنى بالحفاظ على الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة (PGRFA) مثل الجمعية الأوروبية المعنية بالتنوع الحيوي (ETC/BD) ومنظمة (GRAIN) غير الربحية ومنظمة (Practical Action) الخيرية وغيرها.
الجهود البحثية الدولية	تتضمن نشاطات البحوث والتربية للمجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية العالمية (CGIAR) ومراكز إقليمية ودولية أخرى.

ملاحظة: هناك عدد من الاتفاقيات الدولية التي تؤثر في استخدام ال PGRFA وذلك عبر تأثيرها على إطلاق وتوفر وانتشار أصناف المحاصيل والبذار. تلك الاتفاقيات تشمل ال UPOV، اتفاقية روتردام، قوانين التجارة العالمية ومجموعة من أنظمة توثيق البذور التي تعمل دولياً وإقليمياً. وعلى الرغم من أنّها لا تعتبر عادةً كجزءٍ من النظام العالمي لـ PGR للحفظ والاستخدام ،فإنّ تأثيرها على استخدام ال PGR وعلى كمية التنوع المرجح تواجدها في أنظمة الإنتاج قد تكون ذات أهمية .

- مشمولة في توصيف منظمة الزراعة والأغذية FAO للنظام العالمي.
- مقتبسة من Hodgkin et al. (2012).

استخدام الموارد الوراثيّة لتربية النباتات

بدأت تربية النباتات، في شكلها البدائي، بعد اختراع الزّراعة، عندما انتقل البشر من نمط حياة الصيد وجمع الثمار إلى منتجين ساكنين (Sedentary) لنباتاتٍ وحيواناتٍ مُنتخبة. من الصعب تحديد متى أدت تقنيات تحسين المحاصيل إلى تطوير أصناف نباتية جديدة لم تكن موجودة من قبل في التجمّعات الطبيعية، لكن تشير السجلات الأثرية إلى إنَّ الآشوريين والبابليين قد قاموا بتلقيح نبات التمر بشكل صناعي قبل 2,700 سنة على الأقل. وشملت التطورات المهمة من القرن السادس عشر وما بعده وصوفاتٍ للنباتات المزروعة في أعشاب القرن السادس عشر، ووصف التكاثر الجنسي في النباتات الذي قام به R.J Camerarios في 1694، وأولى الدراسات المنهجيّة حول تهجين النبات التي قام بها (Joseph Koelreuter) بين عامي 1760 و1766، وتصنيف النباتات التي وضعه (Carolus Linnaeus) خلال النصف الثاني من القرن الثامن عشر. وأصبحت تربية النبات كمسعىً تجاريٍ ذي أهمية متزايدة خلال القرن التاسع عشر. وقد انتخبت شركات البذور سلالات محددة باعتها بأسماء محددة. وسرعان ما ازدادت أعداد أصناف العديد من المحاصيل التي كانت متوفرة للمزارعين، وكثيراً ما تُدْرجُ قوائم البذور (Catalogues) اعتباراً من نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين عدداً كبيراً من الأصناف، والتي كانت في كثير من الأحيان إعادة انتخاب لأنواع مُحددة قام بها مستنبتون فرديّون (أصحاب البذور).

شهد القرن العشرون إعادة اكتشاف أعمال مندل Mendel في الوراثة (التي نُشرت أصلاً في عام 1865) والتطوير التدريجي لبرامج تربية النباتات على أساس علم الوراثة ونظريات الانتخاب. وقد تمَّ التعرُّفُ على قيمة الهجائن F1 للذرة وغير ذلك من المحاصيل الملقَّحة خارجيّاً (Outpollinated) وأصبح إنتاجها هو المعيار، ليس فقط في الذرة وإنَّما أيضاً في عبّاد الشمس، والطماطم، والعديد من المحاصيل الخضريّة (النباتيّة) (Vegetable). وتوسعت برامج التربية مع التعرّف على أهمية استخدام أعداد كبيرة من عمليات التهجين المخطط لها. وقد لعبت الدولة في كثير من الأحيان، من منتصف القرن العشرين وحتى الثمانينات، دوراً رئيسياً في تطوير أصناف جديدة، خاصة بعد الحرب العالمية الثانية في أوروبا، حيث كانت الحاجة إلى التوسع في الإنتاج كاستجابة لنقص الغذاء بعد الحرب ذات أهمية قصوى. وقد لعب تطوير طرقٍ لحماية الأصناف الجديدة، لا سيما خلال النصف الثاني من القرن العشرين، دوراً مهماً في تحفيز الاستثمار في تربية النباتات من قبل القطاع الخاص (انظر الفصل العاشر لمزيدٍ من النقاش).

ومن التطورات المهمة الأخرى في تربية المحاصيل الرئيسيّة إنشاء نظام البحوث الزراعية الدوليّة، الذي يعود تاريخه إلى عام 1940، عندما طلبت حكومتا الولايات المتحدة والمكسيك دعماً من مؤسسة روكفلر (Rockefeller Foundation) لإجراء أبحاث حول المحاصيل

الغذائيـة الأساسـية. ونتيجـة لذلـك، تـمَّ تأسـيسُ وحـدةٍ خاصـة في وزارة الزراعـة المكسـيكية ينصـبّ اهتمامهـا عـلى الـذرة والقمـح والفـول وإدارة التربـة. وفي خمسـينيات القـرن العشريـن، حـذت كلٌّ مـن الهنـد والباكسـتان حـذو النمـوذج المكسـيكي، فأسَّسـت برامـج مسـاندة فنيّـة. وفي عـام 1960 تـمَّ افتتـاح معهـد بحـوث الأرز الـدولي (IRRI) في لـوس بانـوس في الفلبـين. وقـد اتّبـع التحسـين الوراثـي لـلأرز في هـذا المعهـد النمـوذجَ الموضـوع مسـبقاً للتربيّـة الأصـل، والتجـارب التعاونيّـة الدوليّـة، ومشـاركة المـادة الوراثيّـة (Germplasm) والمعلومـات التـي كان قـد تبنّاهـا مسـبقاً نظـام القمـح في المكسـيك. وقـد شـكّل تطويـر البرنامـج المكسـيكي لأولى أنـواع القمـح نصـف القـزم وذي الغلـة الوفـيرة، وكذلـك تطويـر معهـد بحـوث الأرز الـدولي (IRRI) لـلأرز، إضافـةً إلى التوسـع السريـع في شـبكات المشـاتل (Nursery) الدوليّـة لهذيـن الاختراعـين، قـوّة محفّـزة لنشـوء الثـورة الخـضراء (Green Revolution).

لقـد قدّمـت الأصنـاف التقليديـة المـواد للبـدء بعمليـة انتخـاب أُولى الأنـواع الحديثـة التـي طورتهـا برامـج التربيـة لـدى القطاعـين العـام والخـاص. ومـع اتسـاع توزيـع وتبنـي هـذه الأصنـاف الجديـدة، تـم اسـتبدال الأصنـاف التقليديـة. ورافـق ذلـك انخفاضـاً عامـاً في التنـوع الموجـود في مناطـق التبنـي. وفي حـين كانـت الأصنـاف الحديثـة أكثـر إنتاجـاً بشـكل كبـير تحـت شروط الزراعـة ذات الدخـل العـالي (High-input agriculture)، غـير أنهـا غالبـاً لم تكـن تلبّـي احتياجـات أنظمـة الزراعـة ذات الدخـل المنخفـض (low-input) في مناطـق متغـيرة بيئيـاً، حيـث اسـتمرت زراعـة الأصنـاف التقليديـة.

لقـد كانـت الأنـواع المطـورة عـبر تأسـيس برامـج التربيـة موحـدة و متجانسـة وراثيـاً بشـكل متزايـد. وأدت برامـج التربيـة الأصـل في المحاصيـل المُلقحـة ذاتيـاً إلى تطويـر الأشرطـة الصبغيـات (Homozygous) مـع وجـود السـمات المرغوبـة للنـوع الجديـد. وفي المحاصيـل المُلقحـة خارجيـاً، تّـم تلبيـة الحاجـة إلى التماثـل عـبر تطويـر (F1) أو هجائـن ثنائيـة التقاطـع. وفي بعـض الحـالات أدى الاسـتخدام المتزايـد للمـواد المُنتَخَبـة بدقّـة والمتكيفـة مـع تقنيـات الزراعـة الحديثـة إلى انخفـاض ثابـت في التنـوع في أنظمـة الإنتـاج وميـل لأنـواعٍ يتـم تطويرهـا بـدءاً مـن قاعـدة وراثيـة ضيّقـة. لقـد فضـل مُربـو النباتـات اسـتخدام المـواد المحسّـنة مسـبقاً كلـما كان ذلـك ممكنـاً عوضـاً عـن مـوادٍ مثـل الأصنـاف التقليديـة التـي قـد تتطلـب عـدة دورات مـن الانتخـاب التقليـدي لإعـادة خلـق النمـط الظاهـري المرغـوب والخصائـص المطلوبـة في الأصنـاف الحديثـة. وبالطبـع، في حـال كانـت السـمة المرغوبـة موجـودة فقـط في مثـل هـذه المـواد التقليديـة، فقـد كان يتّـم قبـول اسـتخدامها مـع العمـل الإضـافي المرتبـط بهـا. وكـما أشرنـا مسـبقاً، فقـد رافـق الانتقـالَ مـن الأصنـاف التقليديـة إلى الأصنـاف الحديثـة نقـصٌ عـامٌّ في التنـوع الوراثـي. ولكـن مـا إنْ حـدث ذلـك الانتقـال، كان فقـدان التنـوع أبـطء بكثـير ومـا كان ليبـدو ذي أهميـة كـبرى في بعـض المحاصيـل. وقـد أشـار التحليـل

النوعي والكمي (Meta-analysis) للتغير في التنوع عبر الزمن إلى إنَّ القليل قد تغير خلال الفترة 1930-1990 (van de Wouw et al 2010)، ما عدا انخفاض مقداره 6 % خلال الستينات والتي يبدو إنَّه تبعه بعض الانتعاش.

لقد بدأ بعض مربي النباتات خلال العقود القليلة الماضية باختبار وتبني طرقٍ مبتكرة لتحسين المحاصيل التي هي أقرب إلى ممارسات المزارعين التقليدية في إدارة تنوع المحاصيل من تربية النباتات التقليدية والتي تُعيد تربية النباتات إلى حقول المزارعين. لقد تمَّ إدخال تربية النباتات التطوري في الخمسينات بالارتكاز على "مادة وراثية (Germplasm) متنوعة جداً، وإخضاع طويل لكمية كبيرة من الذرية لانتخاب طبيعي تنافسي في مجال الاستخدام المأمول"(Suneson 1956). إنَّ تربية النباتات التشاركية (PPB) هي العملية التي يشارك من خلالها المزارعون بشكل روتيني في برنامج تربية النباتات مع الفرص في اتخاذ القرارات (انظر الفصل الثاني عشر). وبتبني هاتين التقنيتين وأحياناً بدمجهما، فقد سعى المربّون لتزويد المزارعين بالمزيد من الأصناف والتجمعات المتنوعة التي تتمتع بقدرات أفضل على التكيّف والأداء في بيئات مختلفة في غياب المداخيل (Inputs) التي يتّم التزويد بها خارجياً.

خلاصات - نقاشٌ مستمر

تستمر النقاشات السياسية المحيطة بالحفاظ على مصادر النبات الوراثية، على الرغم من إنَّ حدّتها وطبيعتها تختلف تبعاً لصنع السياسات على المستوى القومي والعالمي. وتتغير النقاشات وتتطور مع اختلاف وجهات النظر السياسية والتقدير الجديد لأهمية المصادر الوراثية لمختلف قطّاعات المجتمع. تتضمن بعض عناصر النقاشات الحالية التي يجب أنْ تُأخذ في الحسبان ما يلي:

1. في حين إنَّ الاهتمام الأوليّ للحفاظ في المزرعة (on-farm conservation) ركّز على فوائد الحفاظ، يوجد وعي متزايد حول الأبعاد الاقتصادية الاجتماعية والثقافية، واهتمام أوسع حول استحقاقات كسب الرزق من صيانة الأصناف التقليدية.
2. إنَّ تغير المناخ يشكل اهتماماً متزايداً في المرونة والقدرة على التكيف في أنظمة الإنتاج، وبها يكون الاهتمام في ضمان وجود هذا التنوع لتوفير هذه الخصائص. كما يُشكل اهتماماً متزايداً في الموارد بحدّ ذاتها عبر شركات تربية النباتات والاعتراف بأهمية تأمين إمدادات مستمرة من أصناف جديدة ذات قابلية على التكيف.
3. إنَّ التفاعل بين اتفاقية التنوع الحيوي (CBD) والمعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة (ITPGRFA) وهيئة الموارد الوراثية (Commission

on Genetic Resources) وقرارات السياسات العالمية الأوسع مثل الاتفاقية حول الجوانب التجارية لحقوق الملكية الفكرية (TRIPS)، قد أصبح أكثر تعقيداً وتقييداً لقرارات الدول. هذا قد يكون مرغوباً به بحيث، وعلى سبيل المثال، إنَّ المعاهدات تضع التزامات واضحة على الدول لدعم الحفاظ في المزرعة (on-farm conservation). ومع ذلك، هي أيضاً تؤدي إلى وعيٍ متزايد حول منظورات الخصائص، والملكية، واعتبارات الملكية الفكرية حول تطوير أصناف جديدة.

4. إنَّ الأصناف التقليدية ديناميكية ومتغيّرة (انظر في الفصل الحادي عشر)، ومعظم برامج الاستخدام والحفاظ الوطنية والدولية ضعيفة التجهيز للتعامل مع هذا الجانب، وحتى معظم التشريعات المتقدمة التي تدعم صيانة الأصناف التقليدية ترى إنَّها كيانات أساسية ثابتة بخصائص مستقرّة.

5. إنَّ نمو المنظمات غير الحكومية (NGOs) الناشطة والحركات الاجتماعية حول الاهتمام المشترك بالغذاء والأهمية الغذائية من المرجح أنْ يقوّي الاعتراف بالحفظ في المزرعة للأصناف التقليدية. وفي الوقت نفسه، غالباً ما تظل برامج التنمية الزراعية المُعززة معادية لصيانة هذه المواد لصالح أصناف جديدة موحّدة. كما إنَّ الطلب المتزايد على الأراضي الزراعية (كما يتبين من "الاستيلاء على الأراضي" في الآونة الأخيرة) يُهدد النُّهج المحلية للتنمية المستدامة التي تستفيد من الأصناف التقليدية.

6. أصبحت تربية النبات عملية تجارية خلال حوالي الـ 50 سنة الماضية وخاضعة لشركات البذور غير الوطنية الكبيرة. واعتبر المستخدمون في هذا المجال إنَّ اهتمام هذه الشركات بالأصناف التقليدية هو جزء من عملية إنتاج أصناف عالية الإنتاج، ويمكن تحقيق ذلك عبر مجموعات المادة الوراثية (خارج-المكان) التي تسمح لشركات البذور بتشجيع استبدال الأصناف التقليدية في أنظمة الإنتاج. يتم اختبار عدة طرق متناقضة معتمدة على تربية النباتات التشاركية (PPB) لتحسين المحاصيل حول العالم، وإذا ما وضعنا جانباً برنامج المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ICARDA) والذي يتضمن دولاً في الشرق الأوسط، وشمال وشرق إفريقيا، فإنَّ هذه البرامج الصغيرة تضمن فقط بضعاً من المحاصيل الزراعية.

ستُؤثر بدون شك الضغوطات التي تعكس هذه المشاكل المختلقة والرأي المعارض الذي تحمله مختلف الجهات الفاعلة، على نشاطات الحفاظ في المزرعة (on-farm conservation) وعمل أولئك المشاركين.

مراجع أخرى

Bonneuil, C., and M. Fenzi. 2011/2012. "Des ressources génétiques à la biodiversité cultivée." *Revue d'anthropologie des connaissances* 5:206–33.

Chiarolla, C. 2011. *Intellectual Property, Agriculture, and Global Food Systems*. Edward Elgar Publishing, UK.

Esquinas-Alcázar, José, Angela Hilmi, and Isabel López Noriega. 2012. "A brief his- tory of the negotiations on the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture." Pp. 135–49 in *Crop Genetic Resources as a Global Commons: Challenges in International Law and Governance* (M. Halewood, I. López Noriega, and S. Louafi, Eds.). Routledge, NY.

Gepts, Paul. 2004. "Who Owns Biodiversity, and How Should the Owners Be Com- pensated?" *Plant Physiology* 134 no. 4:1295–307.

Hodgkin, T., N. Demers, and E. Frison. 2012. "The evolving global system of conser- vation and use of plant genetic resources for food and agriculture." In *Crop Genetic Resources as a Global Commons: Challenges in International Law and Governance* (M. Halewood, I. López Noriega, and S. Louafi, Eds.). Routledge, NY.

Moore, Gerald K., and Witold Tymowski. 2005. *Explanatory Guide to the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. IUCN, Gland, Switzerland.

Pistorius, Robin. 1997. *Scientists, plants and politics: a history of the plant genetic re- sources movement.* Bioversity International (IPGRI & INIBAP), Rome.

Tauli-Corpuz, V., L. Enkiwe-Abayao, and Raymond De Chavez, Eds. 2010. *Towards an Alternative Development Paradigm: Indigenous Peoples' Self-Determined Development*. Tebtebba Foundation, Baguio City, Philippines.

Thrall, P. H., J. G. Oakeshott, G. Fitt, S. Sotherton, J. J. Burdon, A. Sheppard,

R. J. Russell, M. I. Zalucki, M. Heino, and R. F. Denison. 2011. "Evolution in agriculture: the application of evolutionary approaches to the management of biotic interactions in agro-ecosystems*." Evolutionary Applications* 4:200–215

Tilford, D. S. 1998. "Saving the blueprints: The international legal regime for plant resources." *Case Western Reserve Journal of International Law* 30:373–446.

اللوحة 3. لقد ترافق تطوير برامج لدعم الحفاظ على الموارد الوراثية النباتية والأصناف التقليدية واستخدامها مناظرات كبيرة، غالباً ما تكون حادة، حول قضايا مثل كيفية النظر إلى التنوع الحيوي الزراعي، وملكية المواد، والطرق التي ينبغي فيها إظهار العرفان للمزارعين والمجتمعات المحلية ومربي النباتات والمهندسين الوراثيين اليوم ومكافأتهم على مساهماتهم في التطوير والتحسين المستمر لأصناف المحاصيل. وقد شرع بعض مربي النباتات في اختبار واعتماد نُهج ابتكارية لتحسين محاصيل تكون أقرب من تربية النباتات التقليدية إلى الممارسات التقليدية للمزارعين في إدارة تنوع المحاصيل، وتأخذ تربية النباتات إلى حقول المزارعين. تظهر الصورة في الناحية العلوية اليسرى حلقة نقاش خلال الدورة 146 لمجلس منظمة الأغذية والزراعة في روما. فقد كان الحفاظ على الموارد الوراثية النباتية واستخدامها عُنصراً متكرراً في جدول أعمال هذه الهيئة الحكومية الدولية. تعرض الصورة في الناحية اليمنى العلوية مجموعة بذور اللوبيا في بنك المورثات خارج المكان التابع للمعهد الدولي للزراعة المدارية (IITA) في نيجيريا. تُظهر كلّ صورة في الناحية السفلى طريقة مختلفة لتربية النباتات التشاركية. على اليسار، يقوم مزارع وباحث بإجراء انتخاب جماعي على الذرة. وعلى اليمين، يقوم المربون والمزارعون بالاشتراك في انتخاب نباتات الأرز في نيبال. الصور بعدسة: © Alessia Pierdomenico/FAO (العُليا اليسرى)، IITA (العليا اليمنى)، D. Jarvis (السفلى اليسرى)، B. Sthapit (السفلى اليمنى).

الفصل الرابع

التنوع وتطوره في مجموعات المحاصيل

في نهاية هذا الفصل، سيُكوّنُ القارئ فهماً لما يلي:

- المفاهيم الأساسية للتنوع الوراثي وقياسه في مجموعات النباتات.
- كيف يؤثّر حجم المجموعة والقوى التطورية والبيولوجيا التكاثرية على توزع التنوع الوراثي.

إنَّ معالجةَ وراثة المجموعة هي تقديميةٌ، لهؤلاء غير المطلعين على الموضوع. ويمكن للقرّاء المهتمين أن يكمّلوا ويوسّعوا معرفتهم بالاستعانة بكتب مرجعية مثل (Gillespie 2004)، (Hedrick 2004)، (Hartl and Clark 2007)، (Hamilton 2009)، (Frankham et al 2005)، أو بأيّ نصوص قياسية بخصوص وراثة المجموعة.

طبيعة التنوع

يصف التنوع طبيعة ومدى التباين الذي يحصل في نظام، أو فيما يتعلق بمجموعة من الكيانات، وعادة، يتّم تمييز ثلاث مستويات من التنوع الحيوي- نظام بيئي، وأنواع، ووراثة (Frankel et al 1995). ويصف تنوع النظام البيئي (صنف) أو عدد الأنظمة البيئية في منطقة ما (وفي النهاية في المحيط الحيوي برمته)، بينما تنوع الأصناف له علاقة بعددها وتكراراتها. والتنوع الوراثي هو نتيجة لمتغيرية الوراثة ضمن أو بين مجموعة من الأفراد لنوعية أو جماعة أو صنف ما. وهو ينشأ من الاختلافات في تسلسل الـ DNA لأفراد مختلفين.

في نباتات المحاصيل، يُنظر إلى التنوع الوراثي بشكل عام على أنَّه اختلافات بين أصناف محصول ما. النباتات الفردية لصنف معين مُسَمَّى قد تقترب من التجانس، كما في الحالة الخضرية للمحاصيل ذاتيّة التلقيح (التأبير) مثل الأرز أو في محاصيل تمَّ إكثارها بالاستنساخ مثل البطاطا أو التفاح (على سبيل المثال الاختلافات بين أصناف التفاح مثل Red Delicious وGranny Smith). إنَّ المحاصيل المُلقّحة بالتهجين كُلّياً أو جزئياً قد تُظهر مقداراً كبيراً من التباين ضمن وبين الأصناف. وإنَّ محاصيلاً مثل الذُرة والدخن اللؤلؤي أو الملفوف على سبيل المثال بإمكانها أنْ تُظهر تنوعاً كبيراً من نبات إلى آخر ضمن أي صنف مفتوح التلقيح من المحصول.

إنَّ كمية التنوع الموجودة في أنواع النبات، والجماعات أو الأصناف تعكس كمية التباين في تسلسل الـ DNA الموجودة، والتي ينتج عنها اختلافات في المورثات. المورثات هي سلاسل للـ DNA والمسؤولة عن خاصيّة وراثيّة متفردة، وعادةً تقل الرسائل إلى بروتين وحيد أو RNA. وإنَّ تسلسلات الـ DNA مرتبةً في كروموسومات (صبغيات) في نويّة الخلية أو إنَّها موجودة في مُتعضيات الخلية مثل الكلوروبلاست (اليخضور) والميتوكوندريا (المتقدرات). إنَّ التركيب الوراثي يُقدم الأساس الأول لنسخ خواص نبات ما. والمكان (أو الموضع) الوراثي يمكن أنْ يكون له أشكالٌ بديلة تُسمى أليلات. والموضع هو المكان على الكروموسوم (الصبغي) حيث تتوضع الأليلات. وفي متعضّية ثنائية الصبغيات مثل الأرز فإنَّ كلّ صبغي يحمل أليلاً لنفس المورثة، محتلاً نفس المكان (الموضع) على كلّ ذراع من الصبغيات الزوجية المتناظرة (المتماثلة). وإذا كانت الأليلتين (أليل + أليل) في أيّ موضع ما متماثلتين، فإنَّ الفرد يُقال عنه متجانس اللَّواقِح بما يتعلق بذلك الصبغي.

إذا كانت الأليلات مختلفة فُيقال عن الفرد بإنَّه متباين اللَّواقِح. وغالباً ما يبدو إنَّ الموضع يمتلك أليلين فقط في الجماعة (على سبيل المثال، البازلاء الملساء "المُدوّرة" والمجعدة اللتان درسهما ماندل). وعلى أيّة حال، فإنَّ الموضع يمكن أنْ يمتلك عدداً من الأليلات البديلة. وهذا متكرر الحدوث في حالة التنوع الكيميائي الحيوي أو الجزيئي مثل بروتينات البذور، الإيزوزيم أو المايكروستلايت (التوابع الدقيقة: وهي تتابع محدد من النيوكليوتيدات موزعة داخل كامل DNA الخلية) الموصوفة أسفل.

ضمن مجموعة من النباتات أو صنف تقليدي، يمكن أنْ يكون واحد، اثنان أو أليلات أكثر أو نسخ عدة من المورثة. والنمط الوراثي هو كليّةُ البنيان الوراثي لفرد، مشيراً إما إلى مجموعة الأليلات لعدة مواضع محدودة معينة أو إلى كلّ المواضع في المجين (Genome). والنمط الظاهري (Phenotype) هو مجموعة الخواص الفيزيائية للنبات وينتج عن التفاعل ما بين الحالة النمطية الوراثية للفرد مع الظروف البيئية.

لا ينتج عن كلّ الاختلافات في تسلسل الـ DNA اختلافاً في الجسم الطبيعي للنبات. وفي الحقيقة، كثير من التباين في السلسلة في كثير من الأنواع هو مشفّر ويمكن أنْ ينتج عنه فوارق لا يمكن أنْ تُرى في صفات النبات. وإنَّ التباين الذي يمكن كشفه يتضمن فوارق واضحة في سمات نوعية محددة مثل لون الزهرة وتبايناً في صفات كميّة مثل الطول، الوقت اللازم للنضج، ووزن البذور (الجدول 4.1). ويتضمن أيضاً تبايناً في الأداء المرتبط بالسمات مثل مقاومة الأمراض والحشرات، الاختلافات الحيوية في إنتاج أشكال أنزيمات محددة أو مستقلبات ثانوية وفوارق في تسلسل لـ DNA. وهذا الأخير قد أصبح مهماً بشكل متزايد وطريقة قابلة للاستخدام في تحليل التنوع وذلك خلال العقد الأخير من الزمن. والآن هناك عدة طرق مختلفة متوفرة لكشف أنواع مختلفة لتباين لـ DNA ضمن الأفراد (انظر الفصل الخامس).

الجدول 4.1 نوع البيانات : أمثلة مظهرية وأمثلة وراثية .لاحظ أن كلاً من اليانات المظهرية والوراثية يمكن أن تكون قياسية أو مرتبة أو غير مرتبة.

نوع البيانات	*أمثلة النمط الظاهري*	*الأمثلة الوراثية*
مترية أو سمات القياس	ارتفاع النبات، وزن البذرة	انحراف سلسلة الـ DNA
بيانات نوعية أو عددية – مرتّبة	عدد البذور في كلّ قرن	أليلات بعلامات متكررة ذات تسلسل بسيط (SSR) أو توابع أليلية دقيقة
بيانات نوعية أو عددية – غير مرتّبة	مقاومة الأمراض الوراثية الرئيسية، لون البذور	تعاظم المادة الوراثية متعددة المظاهر عشوائياً (RAPD)، قطع الـ DNA المضخمة ذو الطول متعدد الأشكال (AFLP)

المحاصيل والأنواع والمجموعات: بنيان (تركيب) المجموعة

يكتسب جانبٌ مهم لصيانة واستخدام تنوع المحاصيل في المزرعة فهماً لمقدار وتوزع التنوع الوراثي الذي يوجد في المحاصيل في حقول المزارعين. إنَّ تحديد كمية (أو قياس) وتحليل نماذج التنوع الوراثي يتيح الإجابة عن أسئلة مثل: كم هي متباينة وراثياً أنواع محصول ما، أو المجموعات المختلفة لنوعيةٍ ما تُزرع حالياً في قريةٍ أو في المزرعة؟ كم تختلف الأصناف عن بعضها بما يخصّ نمط وكمية التباين التي تأويها؟ هل تحتوي بعض الأصناف صفات فريدة (إفرادياً أو بالمشاركة) هي غائبةٌ في أصناف أخرى؟

ترتبط الإجابة عن هذه الأسئلة بوراثة مجموعات النباتات وهذا نظام (أو فرع من المعرفة) له أهداف ثلاثة: (1) لوصف التنوع الوراثي ضمن وبين مجموعات أنواع النباتات. (2) لتقدير طبيعة وقوة القوى التطورية والتي تصوغ هذه الأنماط التي تمَّ ملاحظتها من التنوع، و(3) لتطوير نماذج قادرة على توقع الثباتية والتغير في هذه الأنماط. إنَّ وراثة مجموعات النباتات تعزّز القرارات مثل كم مجموعة مختلفة أو أصناف في منطقة ما تقدم عينة كافية لتنوع محصول ما لأهداف مختلفة، مثل تلبية احتياجات المزارعين والجماعات، موفّرةً قدرةً على التكيّف ومُجِدّةً للضعف، أو ملبّيةً أهداف الحفظ الكلية.

الجماعة هي مجموعة من النباتات لمحصول أو نوع واحد والتي تُزرَعُ مع بعضها في مكان محدد. وفي حالة االأصناف التقليدية فإنَّ مزارعين مختلفون عادةً ما يقومون بصيانة جماعات منفصلة وإنَّ الجماعات الفردية التي يصونون تشكل وحدة إدارتهم لتنوع الأصناف.

وفي منطقة محددة، فإنَّ تركيب (بُنيان) الجماعة لأنواع محصول ما يمكن أنْ يكون معقّداً ويمكنه تشكيل مستوياتٍ عدّة في تسلسل هرمي. في المستوى الأعلى يكون عدد الأصناف

والمساحة (بالأكر) النسبية المزروعة لكلّ صنف لذاك النوع. ويليه بعد ذلك، يمكن أنْ يُزرع كلّ صنف كمجموعات عديدة متميزة في مزارع شتّى وحقول مختلفة تعود للجماعة أو المنطقة. إنَّ بنية المستوى الأخير ربما هي واضحة ضمن مجموعة محليّة كتحت مجموعات متميّزة، مثل المجموعات المرتبطة بالعمر لشجرة فاكهة معمّرة، أو نباتات تُزرع أو تنمو في موطن متميز صغير جداً معرّفٌ بتباينه المحلّي في التربة، مدى التعرّض للعوامل الجوية أو ظروف الرطوبة. ومرةً أخرى فإنَّ عدد وحجم تحت المجموعات يحدد التركيب أو البنيان.

الحجم

إنَّ حجم الجماعة هو عدد الأفراد التي تنمو (تُزرع) في تلك الجماعة في منطقة مفترضة. واعتماداً على الجماعة والأنواع يمكن لهذا أنْ يكون عدد النباتات في حقلٍ فردي، أو عدد النباتات لصنف ما في منطقة محددة. وبينما في أيّ جيل واحد ليس كل النباتات الفردية لجماعة وحيدة تتزاوج وتتبادل المورثات مع بعضها كلّها، فإنَّها بإمكانها احتمالاً فعل ذلك. وفي حالة الأنواع ذاتية التلقيح أو تلك المتكاثرة بالاستنساخ، فإنَّ الجماعة المحلية تميل لتتبعثر إلى أنسابٍ (أنسالٍ أو ذرياتٍ) كثيرة مختلفة والتي ستكون معزولة وراثياً باستثناء هجائن نادرة. وفي كثير من المحاصيل الحقلية التي تتكاثر بالبذور، فإنَّ عدد الأفراد في جماعة وحيدة يكون كبيراً جداً، حيث يزرع المزارعون عدّة آلاف من الأفراد في حقل ما. وإنَّ المحاصيل التي تُزرع في الحدائق المنزلية عادةً تمتلك أحجامَ جماعة أصغر، حيث إنَّ أفراداً قليلة فقط تُزرع في أيّ حديقةٍ منزلية واحدة لمحاصيل مثل الفليفلة والقرع الاسفنجي، أو أشجار الفاكهة.

إنَّ حجم الجماعة هو أحد العوامل التي تؤثر في تركيبتها الوراثية، وخاصة عندما يكون هناك تغيرات كبيرة في الحجم تعود لحوادث عشوائية أو كارثية. تميل الجماعات الصغيرة لامتلاك تنوعٍ وراثي أقلّ وعدد أكبر من المواضع متجانسة اللواقح مقارنة مع الجماعات الكبيرة. وإنَّ تقليلاً أو إنقاصاً في حجم الجماعة ينتج عنه ضياع بعض الأليلات الفردية وتثبيت أخرى ضمن الجماعة. قد تحدث بعض التغيرات بسبب ممارسات إدارية عادية، مثل عندما ينتخب المزارعون عدداً قليلاً من النباتات لآباء (كأبوين) للجيل القادم. ولكنّ التغيرات يمكن أنْ تحدث بسبب انتشار مرض خطير أو فيضان، أو أعاصير أو حدثاً مشابهاً (انظر الفصل السابع).

هناك معياران مفيدان لوصف وفرة (غزارة) أو حجم الجماعة لعملية المقارنة وهما التكرار والكثافة. ويشير التكرار إلى نسبة الوحدات الفراغية في منطقة ما والتي تحتوي أعضاء الجماعة، مثل نسبة الحقول أو المنطقة أو المزرعة، أو في المشهد الطبيعي الذي يضم نوعية بعينها. الكثافة

هي عدد الأفراد في وحدة المساحة كمثل عدد الأفراد في الحقل أو المزرعة. وإنَّ صنف شجرة فاكهة يمكن أنْ تُزرع من قبل كل أسرةٍ منزليّة في قريةٍ ويكون لها تكرارية عالية لكنْ كثافة أقلّ، تخميناً إنَّ المزارعين يزرعون واحدة فقط من كلّ صنف في كلّ مزرعة.

وحتى في جماعات النباتات الطبيعية، فليس كلّ الأفراد في الجماعة ستنتج نفس العدد من الذُريّة في الجيل القادم. في جماعات المحاصيل غالباً ما ينتخب المزارعون عدداً محدوداً من النباتات أو رؤوس البذور وذلك لتوفير بذور السنة القادمة، ولكنْ حتى وبدون ذلك، فإنَّ البذور المثورة بالفعل ستأتي عادةً من عدد أصغر من النباتات للمحصول السابق. إنَّ الحجم الفعال لمجموعة هو، على الأكثر، عدد الأفراد التي ساهم فعلياً بتقديم أمشاج (المشيج هو خلية جرثومية ناضجة إذا اتحدت بخلية جرثومية أخرى كوّنت فرداً جديداً) للجيل القادم. وعلى الأرجح أنْ يكون أقلَّ من ذلك إذا ما كانت القدرة الإخصابية لكلّ نبات أبوي تتباين بشكل كبير، مثل لا تنجم معظم البذور عن نبات واحد فقط. وفي مثل هذه الحالات فإنَّ الحجم الفعّال (المؤثِّر) عادة ما يكون أصغر من حجم الجماعة الفعلي. وأيضاً فإنَّ الاعتماد على قرارات المزارعين بخصوص عدد آباء البذور، فإنَّ حجم الجماعة الفعّال سوف يعكس أي تأثيرات مؤسِّسة سابقة، ومختنقات (عوائق) في الحجم، ونظام تربية المحصول والتباين في القدرة الإخصابية للنبات.

بلوغ النضج، القدرة على التعمير (مشتق من نباتات معمرة)، والتركيب

كما تمّت الإشارة إليه أعلاه، فإنَّ اختلافات النباتات في مجموعة ما في النضج يمكن أنْ يكون لها تأثير ملحوظ على تركيب المجموعة. وإنَّ النباتات التي تزهر في أوقات مختلفة لن تتهجّن (فيما بينها) وهذا ربما يفضي لتشعبٍ (أو انحرافٍ) إلى تحت مجموعات مختلفة تنضج في أوقات متباينة. وبالطبع يمكن لهذا أنْ يساعد المزارعين في ضمان استمرارية توفر المحصول كما هي الحال في كثير من الخضار المنتجة حديثاً. أوقات الإزهار التباينية هي أيضاً مهمة في عزل الأصناف المختلفة، كما في الذُرة، مُساعدةً لإبقائها (إبقاء أصناف الذُرة) متميزة عبر تقليل فرص التهجين فيما بينها.

الإصرار (العزم) يشير إلى ميّل النباتات في مجموعة ما إلى تزامن في الإزهار والنضج في نفس الوقت. وربما يكون الإصرار واقعاً تحت ضغط انتخابي ثقيل في حقل المزارع، وذلك لإنتاج البذور وحصادها. وقد تختلف النباتات جوهرياً في العمر وبلوغ النضج لكنْ يبقى لها فترة طويلة (عبر سنين عِدّة) لتداخلٍ محتمل في أوقات الإزهار والإثمار. وفي مجموعات أنواع

نباتات معمّرة فإنَّ حدوث الإزهار خلال سنة عِوضاً عن بلوغ النضج بحد ذاته هو ما سيؤثر على تركيب المجموعة.

أنواع المحاصيل المعمرة مثل أشجار الفاكهة ونخيل البلح لها تركيب عُمري معقد في المزرعة. وربما قد اختار المزارعون أنماطاً وراثيةً مختلفة عندما يزرعون محاصيل جديدة أو يستكملون النقص. وهذا يفضي إلى فرصٍ تؤثر على نظام التزاوج، وغلّة الفاكهة، وتبادل المورثات بين المجاميع أو (العُصَب) المرتبطة بالعمر. وفي مجموعات النباتات البرية، فإن عُصَبةٍ أو مجاميع تركيب عمري مهمة تكون هي بنك البذور الساكن (الخامل) في التربة. وإنَّ بذور الفاكهة المستبعدة وبنوك البذور المحلية هي التناظرات أو المقارنات في مجموعات البستنة والمحاصيل الحقلية.

الترابط

يشير الترابط إلى الروابط بين العناصر الموزعة مكانياً بين مجموعات النبات ويتضمن كلّ من العزل المكاني للمجموعات وتكرارية الهجرة (هجرة البذور أو الطلع) بين المجموعات وتحت المجموعات. وإنَّ التعبير أو المصطلح "تدفق أو انسياب المورثات" يمكن تطبيقه عندما تختلف المجموعات المُقَدِّمَة والمُستَقبِلة بتكرار الأليلات. وتتوفر نماذج نظرية عِدّة لتحليل الترابط بين المجموعات، مثل نموذج الجزيرة- القارة، ونموذج الجُزر المتعددة، ونموذج الحجر-المتدحرج (لمعلومات أوسع راجع Hamilton 2009).

إنَّ مفهوم ما بعد المجموعات (أو "مجموعة المجموعات") يقف على أحد أطراف أو نهاية مجال "الترابط". وإنَّ الديناميكيات الرئيسة (الأساسية) لما بعد المجموعات هي انقراض المجموعات المتميزة في النظام لتبقي فراغات مؤقتاً، ولاحقاً لتصبح مشغولة مرة ثانية أو مُستعمرةً بواسطة الانتشار. وهذا المفهوم يؤكد على إنَّ العمليات البيئية مثل انقراض المجموعات وحلول مجموعات أخرى محلها تحلّ محلّ العمليات الوراثية مثل التلقيح الخلطي، الهجرة، واختلاط البذور. إنَّ مفهوم ما بعد المجموعات يبدو مناسباً لحالاتٍ حيث صنف واحد يُزرع في حقول مختلفة ضمن المشهد الطبيعي الريفي. وقد يُفقد الصنف أحياناً أو يضيع من مزرعة أو حقل ما، وبالتالي فقد يستبدل المزارع بذوراً من مصدر خارجي آخر. وإنَّ الطريقة التي تستطيع مقاربات ما بعد المجموعات أنْ تكون مفيدة في فهم التركيب الوراثي للأصناف التقليدية ستتّم مناقشته في الفصل الحادي عشر.

وفي حالات حيث يتناقص حجم المزرعة أو الحقل، أو حيث أصناف حديثة تمَّت تنقيتها

تنتشر في مساحات متزايدة من الأرض، فإنَّ المنطقة التي تَزرَع صنف تقليدي معين قد تتقلص إلى حجم أصغر. وفي المحصلة النهائية فإنَّ أخذ العينات الموروث في هكذا معاملات قد يؤدي إلى متخالفاتٍ (الشكل المختلف) جديدة يمكن تمييزها، وخاصة بالتوافقية مع خيارات المزارع. قد تستمر بعض أصناف المحاصيل بالوجود لفترة طويلة من الزمن في جماعات صغيرة جداً يتمَّ زراعتها من قبل مزارع واحد أو اثنين فقط، بينما أخرى تختفي بسرعة، لكنْ إذا كان ذلك مرتبطاً بحجم جماعتها الصغير أو بأسباب أخرى (على سبيل المثال، يجد المزارع صنف بديل أفضل) فهذا صعب تأكيده. من المرجح أن تعاني الجماعات الصغيرة لأصناف نادرة لمحاصيل متباعدة كلياً أو جزئياً من الضياع في المتخالفات الأليلية وانخفاضاً في الاستيلاد الداخلي (وهو تلاقحٌ بين أقارب تتعاقب من أصلٍ واحدٍ، والغاية تكون تثبيتاً لبعض الصفات المرغوبة).

الحدّ الأدنى للمجموعات القابلة للحياة (أو للنمو)

إنَّ الحجم، وتاريخ حياة، وترابط، ونظام تربية (انظر بالأسفل) مجموعة ما يشكل الإطار لمفهوم الحدّ الأدنى القابل للحياة والنمو. هذا هو حجم المجموعة الذي نحتاج (المُرَاد) ليكون لدينا مستوىً من التنوع الوراثي والذي سيضمن استمرار مجموعة ما لوقت محدد، وعادةً لاحتماليةٍ محدّدة (انظر Frankel et al. 1995 لمناقشة إضافية). في نباتات المحاصيل، فإنَّ المفهوم قد يكون مناسباً أكثر فيما يتعلق بصيانة المجموعات الصغيرة لأنواع معمّرة كبيرة مثل أشجار الفاكهة- أو محاصيل الحديقة المنزلية- مثل التوابل، الفليفلة الحارة، أو الخضراوات. وعلى أيّة حال، بعلم الطبيعة القابلة للإدارة لأنواع المحاصيل وأهمية قرارات المزارعين في تحديد الوجود المستمر لنوعية ما، فإنَّ مفهوم الحد الأدنى للمجموعة القابلة للحياة والنمو يصعب تطبيقه على حفظ المحاصيل، على الرغم من كونه مفهوماً مفيداً في تقدير أحجام المجموعة التي تمّت مراقبتها.

التركيب الوراثي للمجموعة

لقد ناقشنا المجموعات حتى الآن وفق أعداد الأفراد بدون أيّ إشارةٍ معينة إلى تركيبها الوراثي. وإنَّ تحليل التركيب الوراثي للمجموعة يوجّه الاهتمام إلى الخصائص الوراثية للمجموعات- المورثات والأليلات المتنوعة وتكرارها في المجموعة- وكيف يختلف هؤلاء ضمن وبين المجموعات في الزمان والمكان. وكما تمَّت الإشارة إليه أعلاه، فإنَّ مجالاً كبيراً لطرقٍ مختلفة قد تم تطويره لتحديد مدى وتوزع التنوع ضمن وبين المجموعات. وتلك الطرق تتضمن تحليل التباين كما هو قائم باستخدام صفات مورفولوجية، والأداء الكمي

المرتبط بالمتغيرات، والسمات الحيوية، وواسمات الـ DNA. للكثير الدول والمخابر حول العالم لها القدرة الآن على توليد بيانات جزيئية من قطع الـ DNA المضخمة المختلفة بالطول (AFLP, Amplified Fragment Length Polymorphism)، ومايكرو ساتلايت (تتابع محدد من النيوكليوتيدات موزعة داخل كامل DNA الخلية)، والنيوكليوتيد المفرد (الوحيد) متعدد الأشكال (SNP, Single Nucleotide Polymorphism) و(ESTs: Expressed Sequence Tags). لقد تطورت القدرة على تحديد التسلسل النيكليوتيدي خلال العقد الأخير ومن المنطقي الآن التحدث من ناحية إنتاج تتابع الـ DNA لموضع معيّن لعددٍ كبيرٍ من النباتات، أو حتى إنتاج بياناتٍ تسلسلية كاملة لعدد معتبرٍ (كبيرٍ) من النباتات لنوعٍ ما (انظر الفصل الخامس). ولكنْ لا تزال إدارة وتحليل البيانات الناتجة عن مثل هذه الإجراءات (الطرق) يشكل مشاكل حقيقية.

وعلى الرغم من التطور الاستثنائي لقدرات تحليل الـ DNA، فمن المفيد التذكر إنَّ معلومات كثيرة مفيدة مازال بالإمكان الحصول عليها من بياناتٍ كميّة أو حتى ببساطة من بيانات حول توزع النوعية، شريطة أنْ تكون قد تمَّ جمعها وتحليلها بطرقٍ تعطي جوهراً للمسائل المحددة الواجب التعامل معها. وبالتوازي فإنَّ مجموعة بيانات الـ DNA الأكثر شمولية تحتاج في النهاية لأنْ يتمَّ وصلها بطريقة ما مع السِمات المورفولوجية (الشكلية) والزراعية وسِمات مفيدة أخرى والتي تهمّ المزارعين والمنتجين.

الغِنى والتوازن

الغِنى والتوازن هما فكرتين أو معياريين مفتاحيين للتنوع وذات أهمية معينة لدراسة وصيانة تنوع المحاصيل. الغِنى هو العدد الكلّي للأليلات المختلفة، أو للأنماط الوراثية، أو النماذج المتميزة الموجودة في عينة محددة. والتوازن يشير إلى التشابه في التكرار للنماذج المختلفة (أليلات أو أنماط وراثية) وإلى النقص في واحد أو عدة نماذج والتي تتفوق عددياً بشكل كبير على كل النماذج الأخرى المتواجدة معاً (Frankel et al.1995) وإنَّ مفاهيم الغِنى والتوازن ممكن تطبيقهما عملياً على البيانات الجزيئية مثل التوابع الأليلية الدقيقة (microsatellite allele numbers)، النماذج البسيطة (haplotypes)، والحالات الأليلية القابلة للتعريف (identifiable allelic states) (على سبيل المثال، ألوان البذور أو الواسِمات الحيوية). وينطبق هذا عملياً أيضاً على التكرارية لأصناف المحاصيل الفردية أو على الأعداد من المحاصيل أو الأنواع التي توجد في نظام إنتاج ما. والأكثر عمومية، فإنَّ البيانات النوعية يتمَّ استخدامها لتقدير الغِنى والتوازن، لكن البيانات الكميّة يمكنها أيضاً أنْ توفر تقديرات (الجدول 4.2).

الجدول 4.2. قياس الغِنى والتوازن

	الغِنى	*التوازن*
بيانات كميّة أو مترية	المدى (يعتمد على حجم العينة)	معاملات التباين، انحراف، kurtosis
	بعد التصنيف، عدد الأنواع أو الأصناف	مكونات التباين (الاختلاف)
بيانات نوعية أو عددية	عدد النماذج	تشابه في التكرارية للنماذج
	عدد الأليلات في كل موقع	مشعر التنوع الوراثي (Nei).
	عدد الأنماط الوراثية ذات المواقع المتعددة، Clones، نماذج بسيطة	مشعر التنوع الوراثي، مُشعرShannon Weaver، ملاحظة: هذه المشعرات تدمج كل من الغِنى والتوازن

يُقدم الجدول 4.3 مثالاً للغنى والتوازن لأنواع الذُرة البيضاء من يامباس في بوركينافاسو. تُظهر النتائج من استطلاع لثمان مزارعين مختلفين إنَّهم قد زرعوا ستة أنواع مختلفة في مناطق ذات مساحات تفاوتت من 5000 م^2 إلى 17500 م^2. أكثر نوع شائع (Belko) تم زراعته في 38 % من الأرض التي استخدمت، بينما أقلّ نوع شائع (Bura pelga) تم زراعته في 3 % من الأرض. وقد زرع المزارعون الأفراد واحداً إلى ثلاثة أنواع في مناطق تراوحت مساحتها ما بين 2500 م^2 إلى حوالي 10000 م^2 (هكتار واحد).

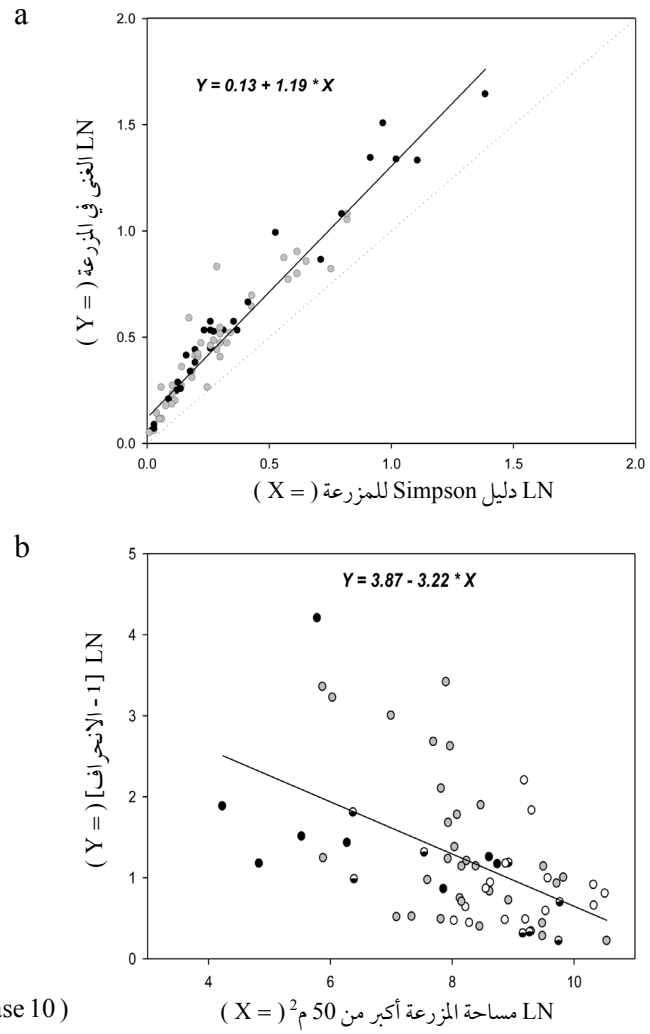
ومن البيانات كان ممكناً حساب الغِنى والتوازن لكلّ مزارع وللجماعة التي تمَّ أخذ العينات منها (الغِنى= 6، والتوازن تّم حسابه حيث مشعر Nei ، مشعر التنوع الوراثي [أو H_e panmictic heterozygosity] = 0.72). وكان أيضاً ممكناً تقدير الانحراف- نسبة التنوع الإضافي المتوقع وجوده في مناطق مختلفة للنوعيات المُصانة (المحفوظة) من قبل المزارعين المختلفين في العينة (H_e الجماعة - متوسط H_e المزارع/ H_e الجماعة = 0.36).

وتحرّى (Jarvis et al 2008) التنوع للأصناف التقليدية لـ 27 محصول من ثمانية بلدان (الشكل 4.1). ولقد سجلوا أسماء الأصناف والمناطق التي شغلتها الأصناف في ثلاث جماعات في كلّ بلد وذلك عبر التحدث إلى مزارعين من أكثر من 2000 عائلة منزلية في 26 جماعة في البلدان المختلفة. ولقد وجد الباحثون إنَّ الغِنى والتوازن كانا مرتبطين إلى حدّ بعيد على مستوى المزرعة ومستوى الجماعة. وفي بعض الحالات حدثت سيادة عالية حيث كثير من غنى الصنف توقف عند تكرارية منخفضة. وهذا ما افترض إنَّ التنوع ممكن صيانته كضمان لمجابهة التغيرات البيئية المستقبلية أو الاحتياجات الاجتماعية والاقتصادية. وفي حالات

الجدول 4.3 الغِنى والتوازن لأنواع الذُرة البيضاء لموقع وحيد في يامباسا، في بوركينافاسو

اسم المزارع	إجمالي المساحة متر مربع	أسماء أصناف الذُرة البيضاء							دليل Simpson للمجموعة (1-sumq)
		Belko	Gambre	Kara Wanga	Zulore	Zugilssi	Bura pelga	ثراء الأسرة	
Bouda, Laurent	17,500	0.29		0.14		0.57		3	0.57
Mare, Salamata	5000		0.50	0.50				2	0.50
Ouedraogo, Marcelline	5000	1.00						1	0.00
Ouedragog, Hamidou	17,500	0.29			0.14	0.57		3	0.57
Sampelga, Barahissa	5000		0.50				0.50	2	0.50
Ouedraogo, Inoussa	7500	0.67				0.33		2	0.44
Dakissaga, Boukare	17,500	0.57			0.14	0.28		3	0.57
Dakissaga, Bintou	5000		0.50	0.50				2	0.50
إجمالي الأرض المزروعة بالذُرة البيضاء عند الأسر المأخوذة كعينة	80,000								
متوسط ثراء الأسرة ودليل Simpson								2.25	0.46
ثراء المجموعة (إجمالي عدد الأصناف في المجموعة)								6	
نسبة المساحة التي يغطيها كلّ صنف في المجموعة		0.38	0.09	0.09	0.06	0.34	0.03		
دليل Simpson للمجموعة (بناء على نسبة المساحة التي يغطيها كلّ صنف على مستوى المجموعة)									0.72
الانحراف (=دليل Simpson للمجموعة – متوسط دليل Simpson للمجموعة/ دليل Simpson للمجموعة)									0.39

المصدر: Sawadogo et al. (2005b).



(a) العلاقة بين التوازن والغِنى في المزرعة ، كلاهما على مقياس لوغاريتمي. الدوائر السوداء = المحصول الرئيسي، والدوائر الرمادية = المحصول غير الرئيسي، 232 إمكانية حدوث (p=0.03) .

(b) العلاقة بين مساحة المزرعة والانحراف ، كلاهما على مقياس لوغاريتمي. الدوائر البيضاء = تزاوج أباعد ، والدوائر نصف المظللة = تزاوج أباعد جزئي
والدوائر الرمادية = تزاوج أقرباء والدوائر السوداء = نسيلي. الرسم البياني يستبعد المزارع ذات المساحة أقل من 50 متر مربع (أي الحدائق المنزلية).

الشكل 4.1. الغِنى والتوازن والانحراف على مستوى المزرعة لـ 27 محصول من 26 جماعة في ثمان بلدان مختلفة (مقتبس من Jarvis et al.2008, Copyright 2008 National Academy of Science, USA)

أخرى فإنَّ تكراريةً أكثر توازناً لتوزع الأصناف قد تمَّت ملاحظتها، وربما يعني فيما يعنيه إنَّ المزارعين ينتخبون الأصناف لخدمة تنوعٍ من احتياجات وأهداف حالية. تقديرات الانحراف والتي تمَّ قياسها حيث نسبة التوازن في الجماعة والتي ظهرت ضمن المزارعين تؤكد أهمية العدد الكبير من المزارعين الصغار والذين يتبنون استراتيجيات متميزة متنوعة للأصناف كقوةٍ رئيسة تصون التنوع الوراثي للمحاصيل في المزرعة.

التنوع وتخالف اللواقح والتلقيح الداخلي والتركيب

على المستوى الأليلي، فإنَّ معايير الجماعة الوراثية التالية وإحصائيات عينتها تُستخدم عادة لوصف الجوانب المختلفة للتنوع الوراثي في الجماعات.

نسبة المواضع متعددة الأشكال. وهذه نسبة المواضع التي تمَّ أخذ العينات منها والتي تُعتبر إنَّها ستكون متعددة الأشكال. ويعتمد هذا التقدير على التكرارية في الأليلات الرئيسية والذي فوقه يُعرّف الموضع بإنَّه أحادي الشكل (على سبيل المثال، 95 % أو 99 %) وعلى التقنية المستخدمة لكشف التغير. وإنَّ القياس الموازي لهذا في الدراسات الجزيئية هو نسبة المواقع النيوكليوتيدية العازلة في كلّ موقع نيوكليوتيدي.

الغِنى الأليلي. وهذا عادة يتم تقديره كمتوسط عدد الأليلات في كلّ موضع لعدد من المواضع في الجماعة أو الجماعات المستهدفة. وهو يصف كميّة التنوع في الصنف، والجماعة، أو في المساحة التي يتّم دراستها. وإنَّ حجم العينة يؤثر بكلّ قوةٍ على القيمة التقديرية الفعلية وعندما تُجرى المقارنات بين الجماعات بالاعتماد على عينات ذات أحجام مختلفة، فإنَّ القيمة المقدّرة يمكن أنْ تُعدّل باستخدام طرق تحت عينات أو الخلخلة (جعل الشيء مسامياً أو أقل كثافة).

تخالف اللواقح. نسبة الطرز الوراثية والتي هي متغايرة اللواقح، هو قياسٌ مفيدٌ آخر للتنوع الوراثي ضمن جماعة ما. وإنَّ المستوى المُلاحَظ من تغاير (تغاير اللواقح H_o) هو نسبة المواضع الموجودة وتكون متغايرة اللواقح وراثياً وتقيس المجموعة المؤتلفة من الأليلات ذات الطرز الوراثية ثنائية الصبغيات. وإنَّ مستوى التغاير اللواقحي($H_e = 1 - \Sigma p_i^2$) تزاوج عشوائي (panmixis) مُعطَى حزمة من تكرارية الأليل (p_i). وهذا التزاوج العشوائي ذو اللواقح المتغايرة هو قياس لتنوعٍ وراثي معروف بمشعر أو دليل Nei للتنوع الوراثي. وهو مرتبط بشكل واضح بمشعر أو دليل Simpson للسيادة البيئية (Σp_i^2). إنَّ الفرق بين كمية التغاير (اللواقحي) الملاحظ (H_o) في مقابل ذاك المتوقع من (H_e) يمكن أنْ يوفّر معلوماتٍ عن التلقيح الداخلي في جماعةٍ أو نوعية.

التلقيح الداخلي. وهو تزاوج الأفراد القرباء ضمن جماعة ما. وفي المتعضيات المعتادة على تزاوج الأباعد (الذُرة على سبيل المثال)، فإنَّ التلقيح الداخلي يمكن أنْ ينجم عنه فقدان في الملائمة (الاستعداد) أو ضعف في التوالد الداخلي.

تنوع المورثة (الجين). إنَّ تنوعَ Nei هو الاحتمال بإنَّ عنصرين تمَّ أخذهما من جماعة ما أو عينة سيكونان مختلفان- حيث نسختين عشوائيتين من مورثة (جين) سيكون لهما أليلات غير متشابهة، أو إنَّ نوعيتين عشوائيتين لمحصول ما تمَّ أخذهما من نفس المنطقة سيكونان مختلفين. في الدراسات الجزيئية، فإنَّ التنوع النيوكليوتيدي هو متوسط عدد الاختلافات النيوكليوتيدية في كل مكان (موضع) بين أيّ سلسلتين عشوائيتين تمَّ اختيارهما من عينة من الجماعة. وفي الجماعات التي تتزاوج عشوائياً فإنَّ هذا يتطابق (يتوافق) مع التغاير (اللواقحي) على المستوى النيوكليوتيدي.

الانحراف. يمكن أنْ يُعرّف الانحراف وأنْ يتمَّ قياسه بعدة طرق مختلفة. إحدى هذه الطرق هو أنْ نتفكّر بتنوع المورثات الكلي في كل النظام (على سبيل المثال، بلدٌ ما أو حزمة من الجماعات في منطقة ما)، ومقارنتها مع معدّل (متوسط) اللاهوية (تنوع مورثة Nei) ضمن المجموعات وأنْ يتمَّ قياسها كأيّ حزمة من السمات أو الواسمات. وبعد ذلك يتّم قياس الانحراف كنسبةٍ من اللاهوية الكلية التي توجد بين الجماعات. وهكذا، فإنَّ مفاضلة أو تمييز الجماعة يُمكن قياسه كنسبة من (H_T) والتي تزيد عن معدّل تنوع المورثة (الجين) (Panmictic Heterozygosity) الموجودة ضمن الجماعات (H_S): $G_{ST} = I - (H_S / H_T)$.

وهذا القياس مناسب عبر أنظمةٍ مختلفة لكنّه غير حسّاس للانحراف التراكمي بين الجماعات، أو عندما تكون اللاهوية المحلية (H_S) مرتفعة. وأيضاً لا يأخذ بالحسبان كم مختلفة هي الكينونات: سلسلتين، نوعيتين، مزرعتين، منطقتين، الخ... في غياب الانتخاب فإنَّ معدّل الانحراف يكون مُساوياً لمعدل الطفرات، ومستقلاً في حجم الجماعة عاكساً بذلك تدهوراً وراثياً. وعلى أية حال، فإنَّه في معظم حالات المحاصيل فإنَّ الانتخاب من قبل المزارعين سيزيد على الأرجح معدّل الانحراف وسيضخّم تأثير التدهور.

تكرارية الأليل وتوزعها. قد تكون الأليلات منتشرة بشكل كبير وتحدث في جماعات كثيرة، أو قد تكون مفيدة محلياً وتحدث فقط في جماعة واحدة أو اثنتين عبر مدى المحاصيل أو الأنواع. وقد تحدث بتكرارية (متوسطة، معتدلة) (عادة أكبر من 0.05) في كل مداها أو أنْ تكون أكثر من أو أقل ندرة (التكرارية أقل من 0.05).

وقد استخدم (Marshall and Brown 1975) توزّع وتكرارية الأليل لتمييز أربعة أنواع من الأليلات (الجدول4.4). لقد افترضا إنَّه كون الأشياء الأخرى متساوية، فإنَّ استراتيجيات

الجدول 4.4. طُرزٌ مختلفة لتكرارية وتوزع الأليل

	توزع الأليل	
	محلي	واسع الانتشار
تكرارية الأليل	شائع	
	نادر	

الحفظ يجب أنْ تكون مؤطّرة وبالتالي جعل فرص الصيانة للأليلات المحلية الشائعة في حدّه الأعلى، حيث مثل هذه الأليلات كانت على الأرجح ستشمل تلك التي كانت متكيّفة في مواقع محدّدة على القدرة على التحمل للإجهادات البيئية المحلية (على سبيل المثال، الجفاف، الصقيع، أو الأمراض). الأليلات واسعة الانتشار والشائعة سوف يتّم تشميلها (تضمينها) أوتوماتيكياً ضمن أي استراتيجية منطقية (صحيحة) لأخذ العينات.

تطور أصناف المحاصيل والجماعات

خضعت المحاصيل لتغيرات كبيرة مع زيادة التدجين على مدى آلاف السنين الماضية، وتستمر في التغير والتطور تحت تأثير الانتخاب الطبيعي والبشري. وقد اختار المزارعون، في معظم هذه الفترة، تنوع محاصيلهم وصاغوا محاصيلهم عمداً ودون وعي لتلبية احتياجاتهم وبيئاتهم الخاصة. وفي السنوات الـ 150 الماضية أو نحو ذلك، طغت تربية النباتات التجارية أو العلمية على اختيار المَزارع، مما أدى إلى تغير أكبر في بعض محاصيلنا الأكثر أهمية مثل الأرز والقمح والذُرة والفواكه والخضار ذات القيمة العالية والبذور الزيتية.

التغير التطوري هو عملية حتمية مصاحبة لإدارة نباتات المحاصيل وتنتج آثاراً غالبا ما تكون أكثر وضوحا للمراقب من تلك التي تظهر في المجموعات البريّة (على سبيل المثال، شكل ولون وحجم الجزء المحصود من النبات). ويؤدي التطور إلى اختلافات بين الأصناف التي تعكس الاختلافات في مدى وتوزيع التنوع الوراثي الموجود في مجموعات المحاصيل. وهذا التنوع لا يُوزّع عشوائياً على الزمان والمكان. إنَّ تكرارية الأليلات المختلفة وطبيعتها، فضلاً عن الخصائص المختلفة للمجموعة مثل تخالف اللواقح، والتنوع الجيني، والتوازن والغِنى، هي نتيجة لقوى تطور مختلفة (الانتخاب، الطفرة، إعادة التركيب، الهجرة، والانجراف الجيني) للبيولوجيا التناسلية بما في ذلك نظم التربية، والتلقيح، وآليات إشطاء البذور، والطرق التي تتفاعل هذه مع بعضها في محاصيل وحالات مختلفة منتجة فرص للانعزال الوراثي وانسياب المورثات وانقراض الجماعة محلياً بالإضافة لعوامل أخرى. يقدم

تحليل (Barnaud et al. 2007) للهيكل الوراثي وديناميكيات الأصناف التقليدية من الذُرة الرفيعة في قرية في شمال الكاميرون مثالاً على هذا التفاعل. وقد ميّز مزارعو دوبا في القرية 59 نوعاً من أصناف الذُرة الرفيعة التي تمثل 46 صنفاً تقليدياً.

في كل حقل، تزرع البذور كخليط (يعني 12 صنفاً تقليدياً لكلّ حقل)، مما يعطي إمكانية لتدفق الجينات على نطاق واسع. سجل (Barnaud et al. 2007) أنماطاً مكانية للزراعة وتصورات المزارعين عن الأصناف التقليدية، وميّز 21 من الأصناف باستخدام علامات متكررة ذات تسلسل بسيط (SSR). وقد قام التحليل باستخدام طرق المسافة وهيكلة العناقيد بتجميع الأصناف الـ 21 التي تمَّت دراستها في أربع مجموعات. هذه المجموعات تتطابق مع مجموعات وظيفية وبيئية متميزة أو مستقلة من أصناف تقليدية. وشكل التباين الداخلي في التنوع الوراثي 30 % من مجموع التباين. وكان متوسط GST على الأصناف التقليدية 0.68، مما يشير إلى ارتفاع التزاوج داخل الأصناف. وكان التمايز بين الأصناف كبيراً ومهماً (GST = 0.36). العوامل التاريخية، والتباين في نظم التربية، وممارسات المزارعين جميعها أثرت على أنماط التباين الوراثي. وتعدّ ممارسات المزارعين عنصراً أساسياً في الحفاظ على الأصناف التقليدية التي تحتوي على توليفات مختلفة من الصفات الزراعية والبيئية، على الرغم من تدفق المورثات.

الانتخاب

يختلف الأفراد داخل المجموعات، وعلى وجه التحديد المجموعات المختلفة ضمن نوعية ما تتباين في الأنواع، في احتمالية البقاء على قيد الحياة وفي مُعدّل التكاثر. ومع ذلك، قد لا يكون هناك بالضرورة أي تبِعات تطورية لهذا الاختلاف في التكاثر. ولإحداث تغيير في التركيب الوراثي للأنواع فإنَّ الأفراد التي تحمل مورثة معينة أو مجموعة من المورثات يجب على الدوام أنْ تكون بين التي تمَّ تفضيلها، بالمقارنة مع بقية المجموعة.

الانتخاب هو القِوى التطورية الرئيسية التي تنظّم مستويات وأنماط التنوع في المحاصيل. ويحدث ذلك عندما يكون بعض الأفراد من المجموعة أكثر عرضة للبقاء على قيد الحياة حتى مرحلة النضج وإنتاج المزيد من النسل بحكم قانونهم الوراثي. عادةً ما يغير الانتخاب تكرارية الأليل، لصالح بعض الأليلات على حساب الأخرى، ويؤدي إلى تغييرات في تكرارية النمط الوراثي في الأجيال اللاحقة. ويمكن أنْ يحدث في أيّ أو كلّ مراحل عمر النبات أو المحصول: الإنبات، والظهور، والنمو، والإزهار، وإنتاج البذور، أو الحصاد.

الجدول 4.5. وسائط متميزة للانتخاب تمَّ تجميعها وفقاً للسمات الرئيسية التي تحدد الفروق الفردية في اللياقة الإنجابية.

الخصائص	*الغرض أو السياق*	*وسائط الانتخاب*
شكلية	قيمة الخاصية	مباشرة، توجيهية، قطعية، تثبيتية، تمزّقية
	وعي المزارع	واعي، غير مقصود، غير واعي، مترابط
التقلّب	تنّوع	تقلّب زمان أو مكاني، مرحلة الحياة أو النضوج
وراثي	تنوّعي أليلي	تطهير، موازنة، ميزة متغيّر اللواقح، تنوّع
	نظام وراثي	أحادي الصبغيات، جنسي، قرابة
الجماعة	المتغيرات البيئية	طبيعي، تكرار – أو بحسب الكثافة، انتخاب r مقابل K

لا تؤدي كل العمليات الانتخابية إلى تغيير تطوري. على سبيل المثال، يمكن أنْ تكون المجموعة في توازن تكرارية الأليل تحت انتخاب موازن، كما هو الحال في الأليلات التي تعاني عدم التوافق الذاتي في بعض محاصيل اللفت، أو في انتخاب متعددة الفراغات حيث يكون معظم المتخالفات متكيفة مع بقع بيئية مختلفة. هذا الانتخاب الموازن هو قوة الحِفاظ على التنوع مبقيةً التنوع في توازن تِكراري. وبالمثل، ليس كلّ تغير تطوري نتيجة للانتخاب (على سبيل المثال، التغيرات في تكرارية الأليل التي تنشأ من عمليات أخذ العينات العشوائية مثل الانجراف الوراثي في مجموعات صغيرة، والاختناقات في حجم المجموعة). ومع ذلك، بشكل عام، توجد علاقة وثيقة بين الانتخاب والتغير الوراثي التطوري. عملية الانتخاب غنية ومتنوعة بشكل استثنائي. تتعرف نظرية الانتخاب على العديد من الأنماط، وهي مذكورة في (الجدول 4.5) وتعرف على إنَّها المُصطلحات المُستخدمة لتحديد أنواع مختلفة من الانتخاب. لا يجب النظر إلى هذه الأوضاع على إنَّها أنواع حصرية. على العكس من ذلك، فإنَّ معظم الحالات في المزرعة أو في الطبيعة تنطوي على عمل مشترك كبير من أساليب الانتخاب المختلفة. ويرجع القارئ الراغب بمعالجة مفصلة لكل طريقة إلى مراجع كتب علم الوراثة للمجموعات والمدرجة في "مراجع أخرى".

في المحاصيل، قد يكون الانتخاب مقصوداً قام به المزارعون للحفاظ على خصائص معينة أو لتلبية احتياجات محددة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أنْ تؤدي عمليات الزراعة إلى انتخاب غير مقصود بسبب الضغط مما يؤدي إلى نتائج غير متوقعة. في حالة الجماعات التي تأوي اختلافات وراثية ، سينتج الانتخاب بهدف التكيف من تأثير العوامل البيئية. تشمل الأمثلة على الانتخاب المتعمد والهادف تطوير وصون أصناف ذات ألوان بذرية معينة أو بنية النشاء في الذُرة (اللون الأزرق أو الأحمر أو الصوان أو الغائر) وأوراق الشجر في الهندباء (أوراق كاملة

كما في مجموعة سكارولا أو تشريحاً كبيراً كما هو الحال في تنوع الأندوفيا)، وخصائص النضج الخاصة (النضج المبكر والمتأخر في العديد من المحاصيل)، أو خصائص الطبخ والاستخدام ذات الصلة (مثل الحلاوة في الذُرة البيضاء).

من الأمثلة على التغيرات المُحفزّة بشكل انتخابي من الخيارات المترابطة، أو الأقلّ وعياً من قبل المزارعين: (1) الحصاد المبكر الذي يفرضه الجفاف والذي يؤدي إلى تغييرات في موعد النضج (كما هو الحال في أنواع الذُرة البيضاء والدُخن في غرب أفريقيا على مدى العشرين سنة الماضية (Bezançon et al. 2009)، (2) انتخاب أنواع نباتية معينة مثل الحد الأدنى من إزهار البطاطا كنتيجة لانتخاب زيادة إنتاج الدرنات و(3) الانتخاب ضدّ إسطاء الحبوب الصغيرة خلال مرحلة التدجين. تشمل الأمثلة على الانتخاب البيئي تلك الناتجة عن الضغوط الحيوية مثل التعايش أو المقاومة الميدانية للعديد من الآفات والأمراض (نوقِشت في الفصل السابع). في الفصل الحادي عشر، سنعود إلى النقطة الحاسمة حيث تتفاعل أنماط الانتخاب المختلفة في النظام الزراعي. تعتمد فعالية الانتخاب الاتجاهي على توارث الخاصيات وكثافة الانتخاب، كما هو موضح في المعادلة: $R = h^2S$، حيث R هي الاستجابة للانتخاب، h^2 القابلية للتوريث، و S هي كثافة الانتخاب. تختلف السمات مثل المحصول ومكونات المحصول بشكل كميّ، ويتمَّ التحكم فيها عن طريق العديد من الجينات التي تتأثر بشدة التعبير عن البيئة. مثل هذه الصفات عادة ما يكون لها توارث منخفض واستجابة بطيئة للانتخاب لكلّ جيل. وعلى النقيض من ذلك، فإنَّ السمات الموروثة ببساطة تستجيب بسرعة، حيث يستطيع المزارعون اختيارها أو عدم اختيارها بسهولة.

في الممارسة العملية، عادة ما ينظر المزارعون (ومربو النباتات المحترفون) إلى العديد من الخصائص المختلفة، عادة ما تكون تحت السيطرة الجينية المعقدة في كثير من الأحيان. قد تُظهر الأنواع المفضلة أيضاً انخفاضاً في اللياقة من حيث أدائها الإجمالي وبقائها على قيد الحياة نتيجة لارتباط أو تأثيرات عديد المظاهر بحيث يتّم التصدي لجهود الانتخاب من قبل المزارعين من قبل قوى انتخابية أخرى تعمل، على سبيل المثال، على سمات تاريخ الحياة مثل خصائص السكون للبذور، خصائص النمو، أو استجابة الفترة الضوئية (Photoperiod). وهذا يعني أنَّه حتى عندما يقوم المزارعون بانتخاب دقيق، قد تكون الاستجابة صغيرة، مما يترك كميات كبيرة من الاختلاف في الأصناف التقليدية. في الأنواع الناتجة من تزاوج الأباعد مثل الذُرة، يقتصر الانتخاب الفردي للنبات داخل المجموعات على الجانب الأنثوي. وقد نتجت البذرة الفعلية التي تمَّ اختيارها من التلقيح العشوائي المفتوح إلى حد كبير من الجانب الذكوري. إنَّ نظام التكاثر هذا محافظ بشكل ملحوظ فيما يتعلق بآثار الانتخاب ويحتفظ بالتنوع الوراثي في المجموعة.

الطفرة

الطفرة هي تغيير قابل للتوريث في تسلسل النوكليوتيدات في الكروموسوم ولذلك تعتبر مصدر تباين وراثي جديد. المعدلات الطبيعية من الطفرة منخفضة (حوالي 5 - 10 لكلّ مورث أو 9 - 10 في موقع النوكليوتيدات)، ومعظم الطفرات مُحايدة فيما يتعلق بملائمة الكائن الحي، أو لديهم تأثيرات طفيفة، ضارّة بشكل عامّ. ومع ذلك، كان تدجين المحاصيل ناتج عن انتخاب البشر لطفرات محددة تلك التي توفر التكيّف للزراعة والاستخدام، مثل المعقدات المورثية غير المحطمة في معظم الحبوب والعملقة في الفواكه والخضروات والتي نوقشت في الفصل الثاني. في بعض الحالات، مثل تلوين النواة في الذُرة، يبدو إنَّ البشر قد اختاروا الأنظمة القابلة للتغيير المرتبطة بها معدل متزايد من الطفرة .هذه الأنظمة رمز للأنماط المتنوعة على البذور (الذُرة)، والسوق (قصب السكر)، أو الأوراق، وتساعد المزارعين على التعرّف على الأصناف. إنَّ اكتشاف المزارعين للأنماط التقليدية أو الأشكال الجديدة التي قد تكون نتيجة للطفرة هي عملية مستمرة في العديد من المحاصيل التي يمكن الحفاظ عليها لإنَّها قيمة للإنتاج أو الاستخدام أو ببساطة، بسبب مصلحة الإنسان في التنوع والرغبة في الاحتفاظ بها.

إعادة التركيب (أو التجميع)

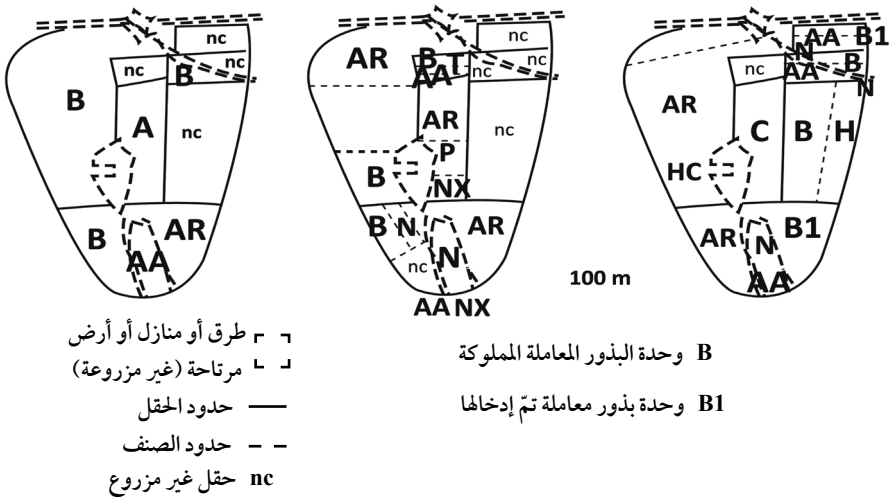
إعادة التركيب هي العملية التي تولّد مجموعات جديدة من الأليلات في المورثات المرتبطة. المورثات المحمولة على كروموسومات مختلفة يُعاد تركيبها بحرية في الانقسام المنصف، في حين إنَّ الأليلات تلك التي تقع على نفس الكروموسوم تورث معاً إلى حدّ يتوقف على مدى قربها على الكروموسوم (وهذا يعني، كيف ترتبط ارتباطاً وثيقاً) وكمية إعادة التركيب. وكما هو الحال مع الطفرات، يمكن أنْ يؤدي إعادة التركيب إلى ظهور أنواع النباتات جديدة (مجموعات جديدة من الأنواع أو ظهور الأليلات النادرة) التي يمكن انتخابها من قبل المزارعين. تتأثر فرصة وتأثير إعادة التركيب بشكل كبير من خلال نظام التربية. يحتفظ التزاوج الخارجي أو التزاوج العشوائي بالعديد من فرص إعادة التركيب، في حين زواج الأقارب يستنزف التغاير اللواقحي وبالتالي يقلّل من التجانس في إعادة التركيب. جميع المجموعات الوراثية (مواتية أو غير مواتية) سيتّم تفكيكها عن طريق إعادة التركيب، ما لم يتمَّ ربطها ببعضها عن طريق ربط كروموسومي ضيق. في أنواع ثنائية الصبغيات ذاتية التخصيب، يُبطئ زواج الأقارب من إعادة التركيب بين المورثات ويحمل مجموعات الأليلات المنتخبة معاً لفترة أطول. علاوة على ذلك، في كلّ جيل، يقلّل زواج الأقارب أيّ اختلاف موجود في التزاوج في المورثات الوراثية المفضلة. عندما تتكاثر النباتات لا جنسياً، مثل من الدرنات أو قطع ساق أو من البذور التي

تنشأ من التكاثر الهوائي، كل ذلك يحافظ على النمط الوراثي دون إعادة تركيب. لذلك فإنَّ الانتخاب يمكن أن يعمل على هذا المستوى بين نُسيلاتٍ مختلفة.

الهجرة

تُعتبر حركة المحاصيل والأصناف من مكان إلى آخر ومن بلدٍ إلى آخر ومن قارةٍ إلى قارة سمة مميزة للزراعة، وقد رافقت هجرة النباتات المستأنسة هجرة البشر، كأنجح المخلوقات المهاجرة، وأدّت إلى إنشاء محاصيل جديدة في مناطق مختلفة من العالم، مثل الذُرة والبطاطا والفاصوليا في أوروبا وأفريقيا أو القمح وفول الصويا في الأمريكيتين. هذه العملية شبيهة بانتشار المجموعات الطبيعية وتأسيس مجموعات جديدة. في علم وراثة المجموعات، تنطبق الهجرة على عملية حركة النباتات الفردية، أو (البروبولات) الخضرية، أو البذور، أو حبوب اللقاح بين المجموعات عندما يكون هذا النوع من الحركة مصحوباً بالتبادل بين المهاجرين والمجموعات، فإنَّه يؤدي إلى الاندماج الوراثي في مجموعة جديدة من المجموعات، وعندما تختلف عينة الأمشاج أو البذور الوراثية عن المجموعات المستقبلين، يقال إنَّ تدفق المورثات قد حدث. تعتبر الهجرة وما يرتبط بها من تدفق المورثات ، سواء أُديرت عمداً أو عرضياً، من السِمات الهامة للأصناف التقليدية للمحاصيل، لا سيما في المحاصيل التي يتّم التلقيح عليها أو التي تتعرض للتلوث الجزئي مثل الذُرة أو الدُخن أو الذُرة الرفيعة. في حالة هذه المحاصيل المتقاطعة التلقيح قد تكون هناك حاجة لممارسات الإدارة المتعمدة لضمان الحفاظ على الخصائص الرئيسية لأنواع معينة. كان تدفق المورثات من الأقارب البرية للمحاصيل، في بعض المحاصيل، مهماً في تطورها، ووسع قاعدتها الوراثية تدريجياً وزاد مقدار التنوع المتاح للانتخاب (Jarvis and Hodgkin 1999).

مثل التحول أو إعادة التركيب، قد تكون الهجرة أيضاً مصدراً مفيداً للتنوع الجديد للمزارع. يُنشئ الترحيل متبوعاً بالعبور وإعادة التركيب المتغيرات الجديدة التي قد تصبح جزءاً من الأصناف التقليدية القائمة أو قد تؤدي إلى أشكال جديدة. كشفت دراسة تفصيلية أجراها (Louette 1999) عن نمط متغير باستمرار من أصناف الذُرة (التقليدية والحديثة) في سبعة حقول في Cuzalapa، المكسيك، على مدى ثلاثة مواسم زراعية. حدثت تخفيضات منتظمة في حجم التجمعات الفعال في نسبة من بقايا البذور مع فقدان الأليلات النادرة. و كان نقاش Louette عن إنَّه إذا كان المزارعون قد أداروا كميات البذور الخاصة بهم معزولة عن بعضها البعض، فإنَّ تنوع بعض قطع البذور سوف ينخفض، مما يؤدي إلى زيادة التقارب وفقدان إمكانات الإنتاج. ومع ذلك، لم يكن هذا هو الحال، حيث إنَّ كلاً من الهجرة (إدخال أصناف جديدة) وممارسات إدارة المزارع مجتمعة تؤدي إلى إدخال تنوع جديد وتدفق مورثي كبير بين أصناف الذُرة (الشكل 4.2).



B = Blanco, N = Negro, AA = Amarillo Ancho, Ta = Tabloncillo, P = Perla. : دورة قصيرة محلية
C = Chianquiahuitl. :دورة طويلة محلية

A = Amarillo, AR = Argentino, NX = Negro exotic, H = hybrid. : دورة طويلة غريبة محلية

الشكل 4.2. موقع أصناف الذُرة في سبعة حقول خضعت للمراقبة على مدى ثلاثة مواسم حصاد (أعيد رسم الشكل من Louette 1999، وأعيد طباعته بإذن من Lewis Publishers).

الانحراف الوراثي

تقلبات عشوائية من تكرارات المورثات في المجموعات من جيل إلى آخر تؤدي إلى الانجراف الوراثي. إنَّ مدى الانجراف الوراثي يعتمد على حجم المجموعات. عندما تصبح المجموعات أصغر، يكون التأثير أكبر. في نهاية المطاف، يؤدي الانجراف الوراثي إلى تثبيت الأليلات في أي موقع معين. الانجراف الوراثي في تحت المجموعات المقسمة يمكن أنْ يؤدي إلى تغيرات صغيرة بين المجموعات والتي تتراكم عبر الأجيال معطية تباينات وراثية.

في بيولوجيا الحفظ، النتائج المحتملة للانجراف الوراثي هي الأكثر وضوحاً في مجموعات صغيرة جداً، أي في عينات صغيرة جداً، أو في الاختناقات. وإنَّ التأثيرين العامين الرئيسيين، هما فقدان المتنوعية الأليلية وخاصة النادرة منها وزيادة في مستوى التوالد الداخلي (أي انخفاض في تخالف اللواقح)، ومع انخفاض حجم عينة المجموعة فإنَّ فقدان الثراء الأليلي يكون حتمياً وتسود عواقب التوالد الداخلي في المجموعات الصغيرة جداً. تكمن هذه النظرية وراء ما يسمى بقاعدة 50 - 500، حيث الحد الأدنى لحجم المجوعة القابل للحياة لتجنب التوالد الداخلي هو 50، وإنَّ القضاء على التآكل الوراثي هو 500. إنَّ تجنب التدهور نتيجة التوالد

الداخلي هو مسألة تكيف فوري ولياقات للبقاء الحالي.، والغِنى الأليلي ضروري للتكيف أو البقاء على قيد الحياة للوفاء بالبيئات المستقبلية. يمكن للقارئ العودة إلى الكتب المرجعية في عِلم الوراثة للمجموعات مثل (Frankham et al. 2010) للاستزادة في هذه المواضيع.

بيولوجيا التناسل

تُشير البيولوجيا التكاثرية للنبات إلى الآليات المختلفة التي تسمح للنبات بتوليد نباتات صغيرة. وتؤثر على كيفية تقسيم التنوع الوراثي وانتشاره داخل وبين التجمعات، وبالتالي فهو عملية رئيسية في آليات التنوع في المزرعة.

نُظم التربية (التزاوج)

نُظم التزاوج الأولية في النباتات هي زواج الأباعد (الإخصاب المتصالب)، Autogamy (التخصيب الذاتي)، والتكاثر اللاجنسي أو الخضري (بما في ذلك Apomixis، وهو التكاثر اللاجنسي دون التخصيب الناشئ عن تعديل الوظيفة الجنسية). في العديد من المحاصيل، يمكن أنْ تحدث نظم التزاوج المختلطة، على الرغم من إنَّ الانتخاب البشري يفضل عادةً واحداً على الآخر (على سبيل المثال، إنتاج البذور في الحبوب أو الانتشار النسيلي في البطاطس). يتأثر نظام التكاثر بمدى الوقت المتبقي للنضج، وحتمية الإزهار، وطريقة التلقيح، ودرجة العلاقة بين الأبوين، بالإضافة إلى الخصائص المورفولوجية أو البيوكيميائية المحددة (مثل monoecy = زهور الذكور والإناث على نفس النبات كما هو الحال في الذُرة، dioecy = يوجد في النباتات نباتات منفصلة للذكور والإناث مثل الفستق، أو أنظمة عدم التوافق الذاتي كما هو الحال في بعض محاصيل اللفت *Brassica*). تساعد أنظمة تربية النباتات المحصولية على تحديد كيفية تنسيق التنوّع الوراثي داخل وبين شعوبها، والتأثير على كيفية ظهور تنوع وراثي جديد في الأنواع الفردية.

يُشار إلى النباتات ذات درجات عالية من التخصيب الذاتي على إنَّها متزاوجة داخلياً Inbreeders أو Autogamous. والنباتات غير المتوافقة مع نفسها هي في الغالب من نباتات تزاوج الأباعد أو Allogamous. يُشار في بعض الأحيان إلى النباتات التي لا علاقة لها بالجنس أو المتكاثرة خضرياً باسم الأنواع النسيلية. في الواقع، تعرض المجموعات النباتية مجموعة واسعة من أنظمة التكاثر. تتسم الأنظمة بالمرونة وتختلف حسب المجموعات و الزمن. مثال على ذلك

يـأتي مـن تجمـع مورثـات الطماطـم (أنـواع *Lycopersicon*). الطماطـم المزروعـة (*L. esculentum*) والأنـواع الأخـرى هـي الإخصـاب، في حـين إنَّ الأنـواع الأخـرى هـي تمامـاً غـير متوافقـة ذاتيـاً، وبالتـالي Allogamous (عـلى سـبيل المثـال، *L. chilense*). ومـع ذلـك، فـإنَّ الوضـع أكثـر ديناميكيـة بالنسـبة لبعـض الأنـواع. وهكـذا، فـإنَّ (*L. pinpinellifolium*)، الـذي ربـما يكـون سـلفاً لـنوع نباتي لا أسـلاف بريـة لـه ، متوافـق مـع نفسـه، ولكـن مـع نسـبة 40 % مـن تـزاوج خارجـي في مركـز توزيعـه المُطّـوَل ، ينخفـض إلى 0 % عنـد أقـصى الحـدود. أنـواع *Lycopersicon* الأخـرى (مثـل *L. hirsutum*) غـير متوافقـة بذاتهـا ومتغـيرة وراثيـاً في مجموعاتهـا المركزيـة ولكنَّهـا متوافقـة مـع نفسـها في المجموعـات الهامشـية وهـي افتراضيـاً وحيـدة الشـكل Monomorphic.

في تـزاوج الأباعـد، يُنتـج التكاثـر الجنـسي الأفـراد مـع توليفـات جديـدة مـن المورثـات ، وكلّ فـرد فريـد وراثيـاً. يتـمَّ الاحتفـاظ بمتوسـط التغايـر في اللواقـح Heterozygosity للمجموعـات في حـين يتـمَّ إنشـاء الأفـراد مـع مجموعـات جديـدة مـن الأليـلات في مواقـع مختلفـة. وعـلى النقيـض مـن ذلـك، فـإنَّ الأنـواع المخصبـة ذاتيـاً تُنتـج ذريـة لا يحمـل فيهـا كلّ نبـات سـوى جـزءاً صغـيراً مـن الأليـلات المختلفـة في الموضـع الـذي كان نباتـه الوراثـي متغايـراً أو مخالفـاً. وهكـذا في المتوسـط، يتـمّ فقـدان نصـف التغايـر المخالـف للأبويـن. مـع مـرور الوقـت، تُجمِّـد هـذه العمليـة التنـوع في الأنسـاب المعزولـة وتحـدّ بشـكل كبـير مـن معـدل توليـد الطـرز الوراثيـة الجديـدة متعـددة الموضـع. وعـلى النقيـض مـن جديـد، فـإنَّ النباتـات المولـدة لاجنسـيا تُعيـد توليـد نمطهـا الوراثـي المتعـدد الأوجـه، ممـا يحُـولُ دون حـدوث طفـرة نـادرة. وتكـون أعـداد النباتـات محـدودة الحجـم، ويمكـن لأعـداد صغـيرة مـن الآبـاء (مثـل المؤسسـين، أو الاختناقـات بعـد الانتخـاب) أنْ تتحـد مـع نظـام التـزاوج الـذاتي أو النسـيلي لتـآكل التعدديـة المنفـردة والمتعـددة الأماكـن بسرعـة.

بالنظـر إلى إنَّ التكاثـر الجنـسي ينطـوي عـلى تبـادل المـواد الوراثيـة، فـإنَّ معرفـة طريقـة تكاثـر نـوع مـا هـو عامـل مهـم في فهـم صـورة التنـوع الوراثـي بـين المجموعـات. عـلى سـبيل المثـال، تميـل مجموعـات الأنـواع الخارجـة عـن الدراسـة إلى أنْ يكـون لديهـا مسـتويات أعـلى مـن التنـوع داخلهـا مقارنـةً بالسـلالات ذات الأنـواع التـي يغلـب عليهـا الطابـع الـذاتي، والتـي مـن الأرجـح أنْ يكـون لديهـا تنـوع وراثـي أكـبر بـين المجموعـات السـكانية. يلخـص(Hamrick and Godt 1997) آثـار نظـام التربيـة عـلى الاختـلاف داخـل وبـين المحاصيـل، اسـتناداً إلى تحليـل دراسـات Isozyme. (الجـدول 4.6) هـو ملخـص مقـارن للخصائـص الوراثيـة للأنـماط الرئيسـية الثلاثـة لأنظمـة التربيـة في النباتـات.

الجدول 4.6 الآثار العامة لأنظمة تربية النباتات من الخصائص الوراثية للجماعة النباتية.

الخاصيّة الوراثية	*التلاقح الخارجي*	*التلاقح الداخلي*	*الأنواع المستنسخة*
مستوى تعدد الأشكال ضمن الجماعات النباتية	مرتفع	منخفض	محدود
الغِنى الأليلي	مرتفع	متوسط	محدود
الاقترانية الزيجوتية	مرتفع	منخفض حتى معدوم	مرتفع
تميّز النمط الجيني	الأفراد فريدون وراثياً	عدد محدود من الأنماط الجينية متعددة المواقع	أنماط جينية وحيدة أو قليلة
إعادة التركيب	مرتفع	محدود	غير موجودة
اختلافات الجماعة النباتية في مستويات تعدد الأشكال	محدود	مرتفع	صغير إلى صغير جداً
انحراف الجماعة	محدود	موسوم	صغير إلى صغير جداً
الاستجابة لانتخاب الأمهات	متحفظ، بطيء	مطهّر، سريع	متصلب، سريع
الهجرة	البذرة وغبار الطلع	البنية متعددة المواضع	البنية متعدد المواضع

التكاثر اللاجنسي هو سمة أساسية للعديد من نباتات المحاصيل التي تنتشر بواسطة أجزاء من الجذور، بواسطة الدرنات، أو عن طريق القص أو الحصاد. البطاطا، اليام، البطاطا الحلوة، الموز، والقلقاس، وقصب السكر كلّها من الأنواع التي لا علاقة لها بالجنس وهي ذات أهمية عالمية كبرى. تنتشر معظم محاصيل الفاكهة الرئيسية عن طريق القص أو الحصاد، أو عن طريق فرعين من النباتات "الأم" المختارة، بما في ذلك الفراولة والتفاح والمشمش والليتشي والرامبوتان. في العديد من هذه المحاصيل يمكن أنْ يحدث بعض التكاثر الجنسي، مما يسمح بتطوير أنواع جديدة نتيجة لإعادة التركيب وإنتاج البذور. في بعض مناطق جبال الأنديز، يستغل المزارعون والمربون استنساخ البطاطا وبذور البطاطس الحقيقية. يحافظ المزارعون في "بنين" على النسائل المفضلة من اليام عن طريق إعادة زراعة الأجزاء الجذرية بينما يقومون في الوقت نفسه بإدخال مواد جديدة من الغابة المحيطة تنتج عن التكاثر الجنسي. يمكن الاستنساخ من الأفرع المنبثقة في نخيل التمر المزارعين من الحفاظ على التراكيب الوراثية المرغوبة الخاصة، في حين إنَّ الإنبات التلقائي من البذور الجنسية المهملة يوفر مصدراً من الطرز الوراثية الجديدة التي قد يختار المزارع منها النمط الظاهري الجديد والجذاب.

التلقيح

التلقيح هو حركة حبوب االطلع من المئبر إلى المدقّة . في حين إنَّ حبوب الطلع التي تعتمد فقط على الجاذبية بسبب انتشارها فإنَّه من غير المرجح أنْ تسافر أكثر من بضعة أمتار، فالرياح التي تحمل حبوب الطلع يمكن أنْ تنتقل لمسافات أطول بكثير. في بعض الحالات، تمَّ الإبلاغ عن حبوب طلع حملتها الرياح لمئات الكيلومترات. بالنسبة للعديد من المحاصيل، يمكن أنْ تكون الحشرات ناقلاً مهماً لانتشار حبوب الطلع (Klein et al. 2007) وقد تمَّ الإبلاغ عن إنَّها تحمل حبوب طلع قابلة للحياة تصل إلى كيلومتر واحد من نقطة الأصل.

في حين إنَّ حبوب الطلع قد تقطع مسافات طويلة من حين لآخر، إلا إنَّ معظم عمليات التلقيح تحدث محلياً وينتج التخصيب عادة عن حبوب الطلع المنتجة في مكان قريب. ستعتمد المسافة جزئياً على نظام تربية المحصول المعني. يوفر البحث عن مسافات العزل اللازمة لإنتاج خطوط البذور النقية بعض التبصر في الحدود الخارجية للتلقيح الناجح لمحاصيل أنظمة التربية المختلفة. حركة اللقاح في الأنواع المتكاثرة هي أكبر بكثير من تلك الموجودة في التخصيب الذاتي. في محاصيل التكاثر، يعتبر 1000 متر مسافة عزل آمنة. وعلى النقيض من ذلك، فإنَّ مسافة العزلة الآمنة لمعظم الأنواع المخصّبة ذاتياً عادة ما تكون حوالي 200 متر، وفي الحبوب، قد تكون مسافات 200 متر كافية.

يمكن أنْ تكون آلآليات المختلفة لنشر حبوب الطلع (الجاذبية والحشرات والطيور والرياح) المتاحة للنبات تأثير مهم على التوزيع المحتمل للتنوع الوراثي داخل وبين المجموعات النباتية (Loveless and Hamrick 1984). وعلى نقيض الأنواع البرية، فإنَّ انتشار المورثات بواسطة حبوب اللقاح، رغم أهميته المحلية في الأنواع المتكاثرة مثل الذُرة، لا يزال أضعف بكثير من تشتت البذور. إنَّ وضع أنظمة البذور التي تنطوي على القوى الاجتماعية والاقتصادية محلياً والهجرة البشرية على المقاييس الجغرافية هي سمة من سمات نباتات المحاصيل.

انتشار البذور

ومن بين النباتات التي تتكاثر جنسياً، هناك آليات مختلفة يمكن أنْ تؤثر على انتشار البذور أيضاً. وتشمل العوامل المحتملة لانتشار البذور الجاذبية والرياح ومياه الفيضانات وحيوانات مختلفة بما في ذلك البشر. يمكن لبعض أشكال انتشار البذور نقل بذور مسافات شاسعة من أصلها ويمكن أنْ يكون لها تأثير كبير على الهجرة وتدفق المورثات بين المجموعات.

في معظم نباتات المحاصيل المستأنسة، خاصة تلك التي تكون فيها البذور هي الجزء الأساسي المفيد من النبات، تكون الأشكال الطبيعية لانتشار البذور ضئيلة بالمقارنة مع الأشكال البشرية لنشر البذور. في الواقع، فإنَّ القدرة الطبيعية للبذور على الابتعاد بسهولة عن الكوز أو الدُراق، وهو مصطلح يطلق عليه "التحطيم"، قد ضاع في العديد من الحالات من خلال عملية انتخاب يقوم بها المزارعون. كما إنَّ حركة المحاصيل والأصناف والسكان التي تديرها البشرية قد يكون لها آثار جانبية غير متوقعة مع نقل المواد إلى حالات أو وجهات جديدة غير مقصودة. على الرغم من إنَّه في كثير من الأحيان يكون مفيداً وجزءاً هاماً من التاريخ البشري، فإنَّ هذا النوع من التشتت يمكن أنْ يكون له في بعض الأحيان عواقب وخيمة من خلال إدخال آفة أو مرض جديد مرتبط، أو إدخال عشب جديد. مثال على ذلك هو إدخال بقّ المنيهوت الدقيقي إلى إفريقيا (Nassar and Ortiz 2007).

بالنسبة للأنواع البرية، بما في ذلك أقارب النباتات المحصولية، يمكن للآليات الطبيعية لانتشار البذور أنْ تؤثر بشكل كبير على الهجرة الفردية وعلم الوراثة للمجموعات. وكما هو الحال في حبوب الطلع ، فإنَّ أنظمة انتشار البذور التي تعتمد فقط على الجاذبية تقتصر عادة على المناطق المحيطة بالنبتة الأُمّ. من ناحية أخرى، غالباً ماتعتمد الأنواع التي تمتلك أنظمة تشتيت متفجرة أو ريشانية على الريح من أجل حركة جغرافية أكبر. يحتمل أنْ يكون أكبر انتقال للبذور في أشكال مختلفة بسبب انتشار الحيوانات، حيث إنَّ البذور التي تلتصق بالطيور أو الثدييات أو تقوم الأخيرة بأكلها ويمكن أنْ تسافر مئات الكيلومترات قبل أنْ يتّم إطراحها.

استنتاجات

إنَّ التنوع الوراثي الذي نلاحظه في الحقل، والذي يوفر الأساس لسبل المعيشة للمزارعين بالإضافة إلى موضوع أنشطة الحفظ، ينتج عن تفاعل القوى الانتخابية مع الطفرات، وإعادة التركيب، وتدفق المورثات، والانجراف الوراثي. تعتمد الطريقة التي يعمل بها هؤلاء أنفسهم في أيّ محصول على بيولوجيا المحصول والبيئة التي تحدث فيها وطريقة استخدامها وزراعتها. توفّر الطرق الوراثية للمجموعات المعلومات اللازمة لوصف الأنماط الملاحظة للتنوع ولتطوير واختبار الفروض على العوامل الأكثر أهمية في إنشاء النماذج المرصودة أو الحفاظ عليها أو التأثير فيها. سوف نستكشف في الفصل التالي بعض النهج التي أثبتت فائدتها في فهم التنوع الوراثي للمحاصيل وفي دعم حفظ أو استخدام التنوع الوراثي المتاح.

مراجع أخرى

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

Gillespie, J. H. 2004. *Population Genetics: A Concise Guide*. Johns Hopkins University Press.

Hamilton, M. B. 2009. *Population Genetics*. Wiley Blackwell.

Hartl, D. L., and A. G. Clark. 2007. *Principles of Population Genetics*, 4th ed. Sinauer Associates.

Hedrick, P. W. 2004. *Genetics of Populations*, 3rd ed. Jones and Bartlett.

Laurentin, H. 2009. "Data analysis for molecular characterization of plant genetic resources." *Genetic Resources and Crop Evolution* 56:277–92.

Mohammadi, S. A., and B. M. Prasanna. 2003. "Analysis of Genetic Diversity in Crop Plants—Salient Statistical Tools and Considerations." *Crop Science* 43 No. 4:1235–48

اللوحة 4. إنَّ الانتخاب وحجم الجماعة النباتية والبيولوجيا التكاثرية هي عوامل رئيسية تشكل مستوى وأنماط التنوع في المحاصيل. تتميز بعض النباتات مثل الرمان بإنَّها تحتوي على كل من الزهور الخنثوية (ثنائية الجنس) والزهور الذكورية من حيث الوظيفية على نفس النبات، وهي الحالة الـمُشار إليها باسم Andromonoecy. إنَّ تدفق الجينات الهجرة، سواء تمت إدارته عن قصد أو بشكل عرضي، له تأثير مهم على الأصناف التقليدية للمحاصيل، خاصة في المحاصيل خارجية التهجين مثل الذُرة. الصورة في الناحية العليا اليسرى: أصناف الذُرة في الإكوادور مع أوقات إزهار مختلفة، مما يساعد على إبقائها متميزة عن طريق تقليل فرصة التهجين بينهما. الصورة في الناحية اليمنى العلوية: مزارع أوزبيكي يفحص ثمار الرمان للانتخاب. الصورة في الناحية اليسرى السفلى: أحجام أراضٍ مختلفة لأصناف الأرز التقليدية - محصول التزاوج الداخلي - الذي يؤثر على حجم الجماعة النباتية للأصناف في جومالا في نيبال. الصورة في الناحية السفلى اليمنى: يقابل الباحثون مزارعاً مغربياً في حقل الفول الخاص به، وهو محصول جزئي محتمل، حيث يمكن أنْ تعتمد مستويات التهوية على الصنف المزروع والبيئة. الصور بعدسة: C. Fadda (العليا اليسرى)، M. Turdieva (العليا اليمنى)، D. Jarvis (السفلى اليسرى)، A. H. D. Brown (السفلى اليمنى).

الفصل الخامس

قياس التنوع في المحاصيل

يناقش هذا الفصل الأنواع المختلفة من المعلومات التي تصف مدى وتوزع التنوع الوراثي للمحاصيل. ويصف أيضاً الطرق التي يتم الحصول من خلالها على البيانات وتحليلها، ويُحدِّدُ بعض المصاعب الشائعة المحتمَل مواجهتها في الحصول على البيانات وتحليلها وتفسيرها. وفي نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون القارئ قادراً على فهم مايلي:

- طرق وصف مدى وتوزع التنوع داخل المحصول على مستوى المزرعة باستخدام أسماء الأصناف، والسمات الزراعية الشكلية والواسمات الجزيئية والكيميائية.
- طرق العمل مع المزارعين للحصول على المعلومات والبيانات عن مدى وتوزع التنوع.
- الطرق المختلفة لتحليل بيانات التنوع الوراثي وجمع المعلومات من مجموعات البيانات معاً، والعلاقة بين هويات وأسماء الأصناف الخاصة بالمزارع، ووصف المزارع للسمات واستخداماتها، والبنية الوراثية.

المحاصيل وأصناف المحصول في أنظمة الإنتاج

إنَّ أي صنف مفرد لمحصول يزرعه المزارع والذي يتواجد في مشهد زراعي معين يكون ضمن مضمون أوسع لنظام الإنتاج. وهو يُزرع مع محاصيل وأصناف أخرى وغالباً مع المواشي ويكون مترافقاً بمحاصيل وأصناف أخرى تشكل أسيجة حيّة وحطباً للوقود، ومواد للبناء، ودواءً ومنتجات مفيدة أخرى. ويؤثر هذا السياق الأشمل، بالإضافة إلى طبيعة بيئة الإنتاج، في مقدار ونوع الأرض المتوفرة لمحصول ما، وفي النشاطات المتعلقة بإنتاج المحاصيل، وتوقيت الإنتاج وكذلك في أصناف المحاصيل المزروعة. إنَّ المحاصيل والأصناف المختلفة سوف تُستخدم في حالات مختلفة في المزرعة بالاعتماد على عوامل مثل نوعية الأرض وتوفر العمالة. ومثال شائع على ذلك هو الفرق الذي يوجد في أنواع أصناف المحصول التي يُمكن أن تُزرع في الحدائق المنزلية أو حقول المحاصيل. وينبغي أن يكون أي تحليل لتنوع المحاصيل آخذاً بعين

الاعتبار هذا المضمون الأوسع. كما وينبغي أيضاً أن يأخذ بالحُسبان تصورات أنماط مختلفة من المزارعين (نساء ورجال، مزارعين فقراء وأغنياء، شبان أو أكبر سناً) فيما يتعلق بأهمية المحاصيل المختلفة والمواشي وأنواع أخرى يقومون بالحفاظ عليها واستخدامها. إنَّ خواص نظام المحاصيل سيكون لها تأثير كبير على الأصناف التي يختارها المزارعون للزراعة. وهكذا فإنَّ الزراعة المتغيرة، بجميع أشكالها المختلفة، تنطوي على استخدام المحاصيل والأصناف التي تتأقلم مع المراحل المختلفة لدورة التطهير، وإنتاج المحاصيل، والتجدد الطبيعي. وفي كثير من أنحاء العالم، هناك ميل لتفضيل الأصناف المختلفة في مواسم مختلفة لإنتاج المحاصيل (انظر الفصل 6). فعلى سبيل المثال، قد يزرع المزارعون أصنافاً مختلفة من الشعير خلال مواسم الـ *mehir* (أمطار طويلة) والـ *belg* (الأمطار القصيرة) في تيغراي، إثيوبيا (Hadado et al. 2009). وفي كثير من مناطق الهند ونيبال، تُزرع المحاصيل والأصناف المختلفة في فصول الخريف والربيع، مما يعكس توافر المياه وغيرها من الميزات التي تميز الموسمَين.

وفي أي دراسة أو برنامج عمل لدعم استخدام الأصناف التقليدية على مستوى المزرعة، من المفيد تضمين عدد من المحاصيل المختلفة والذي من شأنه أن يقدم صورةً لنظام الإنتاج ككل. وإنَّ اختيار المحاصيل من فئات مختلفة (على سبيل المثال، الحبوب والبقوليات والبذور الزيتية والخضروات والفاكهة) التي تعكس النشاطات الزراعية واحتياجات المستخدمين والتصورات الاقتصادية والخصائص الحيوية هو أمرهام لتحديد سبب وجود أنماط خاصة من التنوع أو اتخاذ قرارات خاصة.

اكتشاف مدى التنوع وتوزعه

يمكن الحصول على معلومات عن مدى التنوع الوراثي لمحصول ما وتوزعه في أي منطقة من مصادر مختلفة توفر معلومات متكاملة حول كيفية تنظيم التنوع. وهذه تتضمن الهوية الصنفية (كما هو موضح من خلال أسماء المحاصيل أو وحدات منفصلة أو مميزة للمحصول يعرفها المزارع من إدارته لها)، وتتضمن أيضاً الطرق التي من خلالها يتم توزيع الصفات الزراعية المورفولوجية (الشكلية) أو السمات المرئية، وكذلك مجال التباين في الخصائص الجزيئية والكيميائية الحيوية وأنماط هذا التباين، أو "الواسمات". ليس أي من هذه المصادر كامل بحد ذاته، حيث إنَّ كلاً منها يقدم معلوماتٍ قيّمة تفيد في فهم كيف يقوم المزارعون والمجتمعات المحلية بإدارة التنوع الوراثي للمحاصيل.

بنية الصنف وتسمياته

إنَّ فهم مدى وتوزع التنوع الوراثي لمحصول ما في منطقة يبدأ بتقصي انتخاب المزارع لمواد زراعة المحصول (البذور، الدرنات، أو أي أجزاء خُضرية أخرى). وإنَّ الخطوة الأولى في هذه العملية هي فهم بنية الصنف. ماذا يفهم المزارعون المحليون مما يُعتَبر وحدةً للتنوع أو الصنفَ الذي يمكن تحديده أو مجموعةً من الأصناف؟ ما هي خصائص المحصول المهمة في إدارة تنوع الأصناف؟ ما هي الصفات المرتبطة بهوية الصنف؟ ما هي النشاطات التي تؤثر في الحفاظ على المواد وتبادلها؟

إنَّ الإجابات على تلك الأسئلة تتطلب استكشافاً للجوانب الفيزيائية لنظام الإنتاج (الماء، التربة،...إلخ)، وللجوانب الاقتصادية والاجتماعية والثقافية (بما يشمل السلالة والجنس والدخل والطائفة والطبقة الاجتماعية)، والجوانب الجغرافية (الطرق التي يترابط بها كل من المزارع والمجتمع والمسطحات الخضراء)، إضافةً إلى إجراء دراسة أكثر مباشرةً حول التعامل مع مواد الزراعة وكيفية إدارة المزارعين لمحاصيلهم. وهذه الدراسات تَهدف إلى فهم الطرق التي من خلالها يُميِّز المزارعون في المجتمعات أصنافَهم. وأفضل وسيلة للحصول على كل هذه المعلومات هو عن طريق مجموعة من الأساليب التشاركية المختلفة التي يكون فيها المزارعون والمجتمع الذي ينتمون إليه منخرطين تماماً في عملية جمع المعلومات ومعترَفٌ بهم بأنهم المصدر الأساسي للمعلومات اللازمة (راجع أيضاً Susskind et al. 2012 لتقييم حاسم لبعض الأمور العامة المرتبطة بالأساليب التشاركية).

ويمكن للتسميات أن تعكس مجموعة من خواص مختلفة مرتبطة بالصنف مثل:

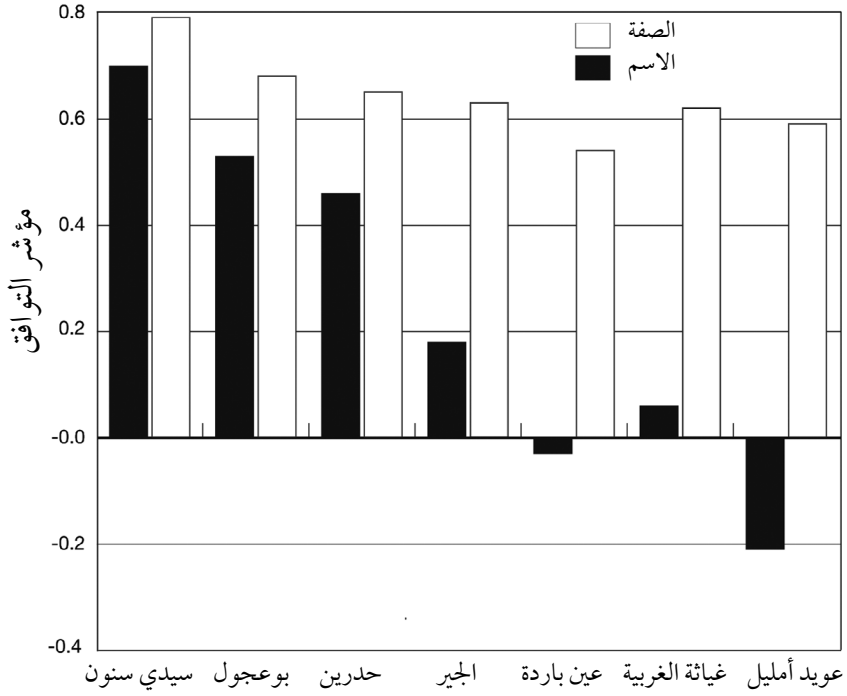
- المصدر الأصلي للمواد (على سبيل المثال، مزارع اختير له اسم، ومنطقة ما، أو مركز التجارب الذي تمَّ الحصول عليه منه).
- الشكل الخارجي للنبات (على سبيل المثال، اللون والشكل وطبيعة النمو والارتفاع).
- الأداء الزراعي للصنف (على سبيل المثال، وقت الإزهار، التبكير بالنضج، والقدرات الإنتاجية).
- تأقلم الصنف مع عوامل بيئية معينة (على سبيل المثال، نوع التربة، والمقاومة لأمراض معيّنة) .
- استخدام المواد (على سبيل المثال، زمن الطبخ القصير، أو المذاق، أو الصلاحية كتبن أو كعلف للماشية، أو أدوار دينية أو احتفالية).

يميز المزارعون أيضاً السمات الوصفية للمراحل المختلفة لتطور النبات من البذرة إلى النبتة الصغيرة إلى الإزهار والإثمار ويستخدمونها لتحديد الأصناف وتعريفها. وهكذا فإنَّ الخصائص التي يستخدمها المزارع لتحديد الأصناف التقليدية وحفظها غالباً ما تكون معقّدةً ومتداخلةً، طالما أنَّ الصنف عادةً ما يتم تعريفه بمجموعة من المعايير الزراعية الشكلية. والتسميات التي يعطيها المزارعون للأصناف هي غالباً انعكاس مباشر لسمات محددة، مثل أصناف الدخن الإصبعي (*leusine corocana*) في مقاطعة تيغري بأثيوبيا والتي تم تسميتها تبعاً للون بذورها. أحمر (*keyih*)، وأبيض (*tsa'ada*)، أو أسود (*tselim*) (Teshaye et al. 2005). لكن التسميات المحلية للمحاصيل يمكن أيضاً أن تكون مَجازيّة، مثل صنف الذرة *nal-t'ee*l، والذي يعني اسمه "ذرة الديك" في لغة مزارعي المايان الذين يزرعونه في جنوب المكسيك، وهي إشارة مَجازيّة إلى أنه أول صنف ذرة ينضج في المنطقة.

إنَّ الخصائص التي يفضلها المزارعون أو يعطونها قيمة عاليةً جداً في صنفٍ ما ليست بالضرورة هي نفس تلك التي تم استخدامها لتسميته. فعلى سبيل المثال، فإنَّ الخصائص التي يقيمها المزارعون في صنف ما قد ترتبط أكثر بزراعته (مثل المحصول أو مقاومة الجفاف) أو الاستعمال (على سبيل المثال للطبخ أو كنوعية علفية)، بينما يشير اسم الصنف الفعلي إلى خصائصه المرئية (مثل اللون أو الشكل). وقد تتغير التسميات مع الزمن، فقد يتم تسمية صنف معروف حديثاً تبعاً لمصدره أو تبعاً للشخص الذي عرَّفنا به، ولكن حين يصبح الصنق معتمداً فإنه يكتسب تسميةً مرتبطةً بخصائصه (Nuitjen and Almekinders 2008). في أوغندا، قد يدخل مستنسَخ جديد من الموز إلى قرية بدون اسمه الأصلي، وبعد ذلك يُعطى اسماً جديداً. وقد تقوم مجموعات سلالية مختلفة بتغيير اسم صنف بعد البدء بزراعته. وإنَّ محاولة فهم كيفية اكتساب الأصناف لأسمائها وفيما إذا كانت كل المجموعات في المجتمع المحلي تستخدم أي اسم أو تفهمه بنفس الطريقة هو جزء مهم من تحديد بنية الصنف. وقد يقيّم المزارعون من أعمار أو أجناس أو فِئات اقتصادية مختلفة سمات صنف معين بطرق مختلفة، وهذا ما قد ينعكس على تسمياتهم للأصناف.

الثبات في تسميات الأصناف

هناك تحدٍّ شائع يتم مجابهته في دراسة بنية الصنف وهويته، ويتمثل هذا التحدي في الكشف عن كيفية استخدام المزارعين للتسميات التي يطلقونها على أصنافهم (انظر Sadiki et al. 2007 لمناقشة أكثر تفصيلاً). قد يكون المزارعون متوافقين أو غير متوافقين في كيفية تسمية الصنف



درجة الارتباط بين مؤشّر التوافق والمسافة بالكيلومتر من عين كشير إلى القرى السَّبع الأخرى من ناحية الأسماء والسِّمات = -0.537 و -0.137 على الترتيب. ودرجة أهمية الارتباط بالنسبة للأسماء والسمات = 0.002 و 0.280 على الترتيب.

الشكل 5.1. ثبات الاسم في الفول (*Vicia faba*) من المغرب والذرة السكرية (Sorghum bicolor) في بوركينا فاسو (مقتبس من Sadiki et al. 2007 بموافقة من منظمة التنوع الحيوي العالمية).

نفسه وتوصيفه، ويكون هذا التوافق أو عدمه بين المزارعين من أسرة إلى أخرى، ومن قرية إلى أخرى، ومن منطقة إلى أخرى. وإنَّ أسماء الأصناف قد تتغير مع الزمن. وقد يتم استخدام اسم صنف ما بطريقة متماثلة في كل القرية ولكنه يتغير على مستوى المنطقة. فعلى سبيل المثال، تمت مقارنة أسماء أصناف الفول في قُرى متجاورة مختلفة في المغرب مع توافق السمات الزراعية الشكلية المستخدمة لتمييزها. وقد تمَّ أخذ الأسماء والسمات التي استُخدمت في قرية عين كشير باعتبارها بيانات مرجعية. لقد تغيرت الأسماء بسرعة أكثر من تغير السمات الزراعية الشكلية التي استخدمت لتمييز الأصناف المختلفة خلال نفس الفترة الزمنية الشكل (5.1).

ومن ناحية أخرى، فإنَّ صنفاً ما قد يكون له أسماء متعددة في قرية واحدة وهذه الأسماء تتكرر أساساً على نحو متوافق على مستوى المنطقة من مجتمع إلى الذي يليه. وحتى إنَّ مزارعاً واحداً قد يستخدم اسماء مختلفة لنفس الصنف حسب طبيعة ومضمون المحادثة والمعلومات التي يتم إيصالها، وكما أشرنا سالفاً، فإنَّ استخدام تسميات معينة ضمن المجتمع قد يختلف تبعاً لمتغيرات اجتماعية معينة، مثل الجنس والعمر والسلالة الذي ينتمي إليه المزارعين. وإنَّ فصل العوامل التي قد تؤثر في استخدام اسم بعينه يمكن أن يكون دالاً على إدارة التنوع. وقد وجد Sawadogo et al. (2005b) أنَّ أسماء أصناف الذرة السكرية كانت قد تمَّ ربطها بالشكل الخارجي للنبات (على سبيل المثال، الطول والشكل واللون وحجم الحبة ومواصفات العصفة)، وبالزراعة (على سبيل المثال دورة الحياة ومواعيد الإزهار)، وبالتأقلم مع البيئة (على سبيل المثال تحمل الجفاف، ومقاومة الآفات والأمراض) وبالاستعمالات (على سبيل المثال نوعية الطبخ والمذاق). وقد حدثت اختلافات في الأسماء المستخدمة في قريتين مختلفتين تم دراستهما مع ما يقارب أربعة أسماء يتم إطلاقها على بعض الأصناف. وفي حين أنَّ بعض الأصناف قد زُرِعَت في مكان واحد فقط، فقد كانت الأصناف معروفة في المكان الآخر، لكن بأسماء مختلفة. وكانت اختلافات اللغة أيضاً مهمة في شرح الفروقات في الأسماء المستخدمة.

وقد لفت بعض الباحثين الانتباه إلى التناقض في تسمية أصناف المحصول التقليدية في منطقة ما، وشدّدوا على "عدم التوافق" بين المزارعين والمجتمعات في استخدام الأسماء، وإلى الارتباط الضعيف مع الواسمات الوراثية الأخرى كأسباب لعدم الثقة بالدراسات القائمة على استخدام الأسماء. بيدَ أنَّ أسماء الصنف تشكل وحدة لإدارة تنوع المحاصيل مع مضمون وراثي وثقافي، وتبعات انتخابية تطورية. وتوفر الأسماء طريقة إخبارية لفهم استخدام المزارعين للتنوع (Brown 1999; Jarvis et al. 2007b). وسيتضمن جزءٌ من أيّة دراسة استكشافَ الطرق التي يستخدم فيها المزارعون الأسماء. فيما سيهتم جانب آخر بالمدى الذي تتشارك فيه الأصناف التي لها نفس الاسم بالخصائص الزراعية الشكلية خارج نطاق تلك التي قد تكون استُخدمت كمحدِّداتٍ للصنف. وسيدرس بعدٌ أخير مدى توافق النتائج المستحصل عليها من واسمات البروتين أو الحمض الوراثي DNA مع الصفات الزراعية الشكلية أو تلك المستخدمة من قبل المزارعين لتعريف أصناف المحصول.

علم الصفات الزراعية الشكلية – توصيف وتقييم

تتضمن الصفات الزراعية الشكلية السمات التي يتم ملاحظتها بسهولة في محصول ما (على سبيل المثال سداسي الصفوف مقابل ثنائي الصفوف في الشعير، ولون بذورٍ أحمر أو أسود أو أبيض في الدخن الإصبعي، أو الأنماط القصيرة مقابل الطويلة)، بالإضافة إلى كل

الصفات الكميّة المرتبطة بالإنتاج والتي تساهم مباشرة بالمحاصيل (حجم البذور وعددها لكل نبات في محاصيل البذور، وحجم وعدد الدرنات القابلة للجني في البطاطا أو القلقاس، ...إلخ). وتتضمن السمات الزراعية الشكلية مجالاً كاملاً من المتغيرات المرتبطة بالإنتاج مثل عدد الأيام حتى تمام النضج، ومقاومة الآفات والأمراض، وتحمُّل الإجهادات غير الحيوية مثل الصقيع والجفاف والغمر بالماء. وهذه كلها تنتقل بالوراثة لدرجة كبيرة أو صغيرة وقد تكون مميزة لأصناف معينة أو أنها قد تتباين بغض النظر عن الصنف.

التوصيف والتقييم

غالباً ما يميز العاملون في مجال المصادر الوراثية بين التوصيف والتقييم. فالتوصيف في استخدامهم يشير إلى السمات التي هي تقريباً موروثة ببساطة والتي تُظهر تبايناً قليلاً مع البيئة، ولذلك يمكن قياسها أو رؤيتها مباشرة في النباتات التي يتم زراعتها في أي بيئة (مثل لون الزهرة أو لون البذرة أو محدودية النمو). وبشكل مثالي هذه السمات هي تشخيصية وليست متأثرة بالبيئة في المقام الأول.

يهتم التقييم بالسمات الموروثة عادةً من الناحية الكمّيّة، وغالباً ما تتباين على نحو كبير حسب البيئة. وهذه السمات ترتبط عموماً بالإنتاج ونوعية الإنتاج والأداء وتحمل الإجهادات الحيوية وغير الحيوية. تحت تأثير التحكم الوراثي الأكثر أو الأقل تعقيداً.

إنَّ القياس التجريبي وتحليل الصفات الزراعية الشكلية، مع تجميع وتحليل البيانات الوراثية الأخرى تعدُّ مهمَّة لفهم كيفية انتخاب وإدارة سمات نبات ما، وتلك المجموعات من السمات التي تستخدم لتعريف الأصناف التقليدية. ويرتبط التوصيف الزراعي الشكلي وتقييم الأصناف على نحو وثيق ومباشر بكلٍّ من محسني الأنواع النباتية والمزارعين. وعلى الرغم من أنَّ جمع وتحليل السمات الزراعية الشكلية تستهلك الكثير من الوقت، إلا أنَّه غالباً ما يكون غيرَ مكلفٍ وبسيطاً مقارنةً مع طرقٍ أخرى لقياس التنوع الوراثي.

التجارب على مستوى المزرعة وفي المحطات البحثية

إنَّه لمن المرغوب أن تُجرى بعض قياسات التباين الزراعي الشكلي والتحاليل المجراة عليه من قبل الباحثين والمزارعين معاً. فبالإضافة لإعطاء رؤية داخلية عميقة لكيفية تقييم ووصف الأصناف من قبل المزارعين، فإنَّ تعاوناً كهذا يضمن أنَّ الباحثين يفهمون كيف يرى المزارعون السمات المختلفة وأهميتها النسبية، بالإضافة للخواص التي يميزونها ويعتبرونها ذات صلة. وحيث يملك المزارعون أرضاً ويكونون قادرين على جعل ذلك مناسباً فيما يتعلق

بالنشاطات العادية التي تشمل إنتاج المحاصيل، فإنَّ التجارب المحلية لعينات أو أصناف مختلفة يُمكن التخطيط لها وتوحيدها مع التوصيف الأولي للأصناف في الحقول التي تعتبر مكاناً لنموها – أي في تجارب على مستوى المزرعة يديرها المزارعون. إنَّ المبادئ الإرشادية لتجربة على مستوى المزرعة يجب أن تتضمن ما يلي: (1) استخدام حقلٍ تم اختياره من قبل المزارع (2) والزراعة في وقتٍ يعتاده المزارع للزراعة (3) وإدارة التجربة بنفس الطريقة النموذجية التي يتبعها المُزارع لإدارة لمحصوله (Mutsaers et al. 1997).

إنَّ الطرق التي تدار بها التجارب على مستوى المزرعة تعتمد بشكل واضح على توفر الأرض والعمالة وعلى نشاطات المُزارع واهتماماته. لكن تجارب الزراعة في مَزارع مختلفة واستخدام نوع من التكرار أو تصميم الأرض بصورة معززة يرفع من قيمة النتائج المتحصَّل عليها. وعادةً فإنَّ ثلاث مزارع منفصلة أو أكثر تتوضع في أجزاء مختلفة من المجتمع المحلي تُعتَبَر مهمة لأنها توضح الاختلافات في الأصناف عبر بيئات صغيرة مختلفة، وذلك يوفر أيضاً ضماناً ضد الحوادث العشوائية مثل الفيضانات أو انجرافات التربة أو أي كوارث أخرى من شأنها أن تخرّب واحدةً أو أكثر من التجارب.

ويجب تضمين عدد من العينات أو الجماعات المختلفة المأخوذة من مزارعين مختلفين يزرعون الأصناف الأكثر شيوعاً (لتغطية مدى تنوع هذه الأصناف). وحتى بالنسبة للأصناف النادرة، فإنَّه يجب استخدام جماعتين على الأقل مأخوذتين من مزارعين مختلفين، ويجب أن يكون هذا الاستخدام حيث توجد هذه الأصناف. لكن الأساس لكل التجارب التي تجري في المزرعة هو تضمين "الأصناف المرجعية" – والتي هي عبارة عن أصناف محسَّنة ذات خصائص تكون معروفة بالنسبة للباحثين، وتم انتخابها تبعاً لأي أهدافٍ محددة للتجربة. على سبيل المثال، إذا كانت الفكرةُ اختبارَ مستويات من مقاومة الأمراض أو الآفات، فيجب أن يكون هناك أصناف مرجعية حسَّاسة ومقاوِمة باعتبارها شاهداً على ضغط المرض أو الحشرات. وعادةً قد لا يكون هناك بذور كافية في حالة الأصناف النادرة، ولذلك فإنه يجب إكثار الأصناف أولاً خلال موسم الزراعة السابق. وتقدم التجارب على مستوى المزرعة معلومات للمزارعين بخصوص الأداء المقارن للأصناف في ظل ظروفها الخاصة في نفس بيئة الإنتاج (Snapp 2002; Virk and Witcombe 2008; Lammerts van Bueren and Myers 2011).

تلعب التجارب الميدانية في محطة بحثية قريبة أو موقع بحثي دورَ المكمِّل لمجموعةٍ من التجارب على مستوى المزرعة. ويتم تنفيذ هذه التجارب في ظروفٍ مضبوطة أكثر مما هي عليه التجارب المُجراة على مستوى المزرعة. وهي على الأرجح أيضاً ستتضمن تصميماً عشوائياً للتجربة، أو تكراراً أكثر، أو قطعاً ذات أحجام أكبر من الأراضي، أو قطعاً منفصلة

من الأراضي يتم التعامل معها بطرق مختلفة، أو تصاميمَ بديلة تكون مناسبة لأهداف التجربة بالإضافة إلى قياس متغيرات إضافية وخطة عملٍ منظَّمةٍ من أجل قياس السمات. ويجب أن تتم دعوة المزارعين لمشاهدة مثل هذه التجارب عندما يكون الأمر ممكناً وأن يباشروا بتقييم المواد بأنفسهم. ومهما تكن الإجراءات التي تُستَخدم، فيجب أن يتم إجراء كل التجارب بطريقة يصبح بموجبها التحليل الإحصائي للبيانات الكميّة ممكناً باستخدام التكرار والضوابط الملائمة. وإنَّ الطرق التي يمكن استخدامها لهذا الغرض على مستوى المزرعة والمحطات البحثية قد وصفها Mutsaers et al. (1997)، ويمكن أيضاً العثور عليها في نشرة IPGRI Technical Bulletin رقم 4 (IPGRI 2001).

إنَّ التجارب على مستوى المزرعة وعلى مستوى المحطات البحثية هي وسيلة مهمة لإثبات صحة المعلومات التي تمَّ الحصول عليها من المناقشات الجماعية والمقابلات فيما يتعلق بهوية الأصناف المختلفة وكذلك خصائصها. إنَّ اختبارات تحديد الهوية من أجل توثيق المعايير التي يستخدمها المزارعون لوصف أصنافهم المحلية يمكن تنظيمها تشاركياً عن طريق زراعة عدّة صفوف من كل صنف من المحصول في قطعة أرض إرشادية لكن بدون معرفة المزارعين بالأصناف التي استُخدمت أو بمكان زراعتها. وبعد ذلك، يمكن سؤال عينة من المزارعين لتحديد الأصناف في مراحل متعددة لنمو النبات: فتيّة أو نباتات غير ناضجة أو نباتات في مرحلة الإزهار أو نباتات ذات ثمار ناضجة أو عرانيس أو سنابل، وثمار أو بذور أو مواد قابلة للتكاثر خضرياً في ما بعد الجني.

وقد يتضمن الانتخاب (سواء كان هادفاً أو غير هادف) الذي يقوم به المزارعون سماتٍ زراعيةً شكلية ذات أهمية للإنتاجية والاستعمال بالإضافة لتلك السمات المرتبطة بهوية الصنف. وخلال عملية الانتخاب، فإنَّ سمات جديدة يمكن أن يتم تحديدها (نتيجة للطفرة أو تدفق المورثة أو التهجين)، وهذه يمكن أن يتم استبقاؤها أو التخلص منها وذلك حسب ملاءمتها أو قيمتها الملموسة المحتملة. وهناك العديد من الأمثلة في أدبيات المزارعين الذين يكتشفون أنواعاً جديدة يبدو أنها تلبي احتياجاتهم ويحافظون عليها (Richards and Ruivenkamp 1997).

إنَّ الإجراءات المتبعة لجمع بيانات عن السمات الشكلية الزراعية هي قياسية ويمكن اتباعها في التجارب على مستوى المزرعة والتجارب الميدانية في محطات البحوث (على الرغم من أنه في الحالات الأخيرة يتم جمع بيانات أكثر بكثير). وهذه الإجراءات أخذ قياساتٍ فيزيائية لخصائص النبات (عموماً الشكلية، التطورية، الأداء، والمقاومة للآفات والأمراض). وإنَّ السمات الشكلية مثل حجم البذور، لون الثمرة، أو طول الأوراق يمكن قياسها مباشرةً. إنَّ التقدم التطوري للأوراق، والأزهار، والثمار يمكن رسمه بيانياً على مدى فصل النمو

لتحديد كمية المتغيرات مثل الوقت اللازم للإزهار الأول أو نضج الثمار. السمات المرتبطة بالأداء تتضمن عدد وحجم البذور أو أجزاء أخرى منتجة للنبات.

المراقبة الميدانية المباشرة في حقول المزارعين

غالباً ما يكون من المفيد إجراء قياسات مباشرة لسمات معينة في حقول المزارعين. وهذا يسمح بتقييم صفات كهذه مثل شدّة الآفات والأمراض، وموعد الإزهار أو النضج، أو عدد مرات الحراثة. وعلى سبيل المثال يمكن تسجيل موعد الإزهار بمراقبة عدد النباتات التي تزهر في الحقل كل يوم اعتباراً من تاريخ ملاحظة إزهار أول نبات حتى نسبة إزهار 50 % من النباتات. وإنَّ الطرق التي بموجبها يمكن تقييم هجمات الآفات والأمراض قد تمَّ وصفها في الفصل السابع. ومن المهم الانتباه إلى أنَّ هذه مراقبات غير متكررة، وأنَّ القيم التي تمَّ الحصول عليها قد تكون خاضعة للتاثر على نحو كبير بالعوامل البيئية. والقيام بمثل هذه المراقبات في حقول عدة مختلفة يوفر بعض التقييم لأهمية التباين البيئي في أي موقع كان.

اختبارات البيوت البلاستيكية والمختبرات

في حين يتم تقييم معظم السمات الزراعية الشكلية من خلال تجارب ميدانية، قد يكون اختبار بعضها في البيت البلاستيكي أو المختبر أفضل. وتستخدم الحجرات البيئية لتوصيف وتقييم جماعات النباتات في ظروف فيزيائية مراقبة (على سبيل المثال مستوياتٍ مختلفة من الملوحة ودرجة الحرارة والرطوبة وغاز ثاني أكسيد الكربون). وغالباً ما تحتاج مُمْرِضاتٌ معينةٌ تجاربَ مُكررة في البيت البلاستيكي باستخدام سلالاتٍ مُمرضة محددة (راجع الفصل السابع). وقد وجدت دراسة مخبرية للمقاومة التفاضلية لآفة السوسة ضمن الأصناف التقليدية الإثيوبية للذُّرة السكرية أنَّ أنماط قابلية الإصابة بآفة السوسة في ظروف مخبرية مرتبطة على نحو كبير بتصنيف المزارعين لقابلية الصنف (Teshome et al. 1999). وفي عددٍ من المعاهد المتطورة، تم تطوير منشآت خاصة بتصنيف النباتات، ما يسمح بتحديد أكثر دقة لسماتٍ معينة في ظروف مضبوطة على نحو كبير. وهذه عادةً ما تتضمن تحليلاً لجماعات العزل مترافقة مع دراسات جزيئية وراثية.

إنَّ تحاليل العناصر الغذائية هي طريقةٌ لتمييز الأصناف اعتماداً على ما تحتويه من عناصر غذائية كبرى (الكربوهيدرات والبروتينات واللبيدات) وعناصر غذائية صغرى (الفيتامينات والمعادن الصُغرى). ولقد تمَّ وصف تباين كبير في تركيب البيتا- كاروتينات في البطاطا الحلوة، وشبيه الكاروتين في الذُرة، وأنزيم الفايتاز المثبط لامتصاص الحديد والزنك، في الشعير (Frison et al. 2006; Bohn et al. 2008). وهناك تباين كبير في تركيب العناصر الغذائية تمَّ إيضاحه بخصوص البروتين والحديد والزنك والكالسيوم والثيامين والريبوفلافين والنياسين

وأنزيم الأميلاز، وذلك بين الأصناف التقليدية والمحسَّنة من الأرز والتي تم جمعها في آسيا. وأظهرت هذه الدراسات أنَّ أصنافاً معينة من الأرز تحتوي حديداً أكثر بمرتين ونصف، وزنكاً أكثر بمرة ونصف بالمقارنة مع أصناف أخرى، وأنَّ معظمَ الأصنافِ في نهاية المطافِ أصنافٌ تقليدية وتلك التي في النهاية الدنيا هي أصناف حديثة كثيرة المحصول (Kennedy and Burlingame 2003). وإنَّ إجراء تحليل للعناصر الغذائية يمكن أن يثبت صحة معرفة المزارعين بالخصائص التغذوية المفيدة لأصناف معينة، ولكنه أيضاً قد يُحدد فوائد تغذوية أقل وضوحاً بالنسبة للمزارعين والمستهلكين.

اختيار البيانات وإجراء التحليل

في حين قد يبدو أنَّ هنالك عدداً كبيراً من المتغيرات أو السمات المحتملة التي يمكن تحليلها، فإنَّ اختياراً يستند إلى آراء المزارعين بشأن المتغيرات المهمة، بالإضافة إلى قائمة الباحث الأساسية، سيؤدي إلى عدد معقول من التحاليل. وتقوم القوائم الوصفية التي وضعتها منظمة التنوع الحيوي وشركائها لعدد كبير من المحاصيل بتقديم قوائم مراجعة مفيدة للسمات المعروفة بتنوعها في محصول معين وقد تكون دليلاً لاختيار ما هو ملائم لأي دراسة محددة (http://www.bioversityinternational.org/browse_by/tag/descriptors). ويجب استخدام هذه القوائم بحذر ولكنها مفيدة لأنها توفر طريقة قياسية لوصف وقياس الصفات المختارة لأي دراسة. عندما يتم جمع قيم عدد كبير من المتغيرات، قد يكون من المفيد تطبيق طرائق إحصائية متنوعة مثل التوزع الطبيعي لتحليل النتائج. وقد يتم تخفيض عدد الصفات الزراعية الشكلية التي يجب جمعها من خلال الطرائق الإحصائية مثل التوزع الطبيعي (راجع الفصل السادس). في المكسيك، استُخدم تحليل العنصر الرئيسي (PCA) لتحديد أنَّ سبع صفات زراعية شكلية تمثل 85 % من التباين في 15 صنفاً من الذرة (Arias et al. 2000).

يمكن استخدام العديد من النصوص لتوجيه تصميم الأبحاث الزراعية الشكلية وتحليل البيانات التي تمَّ الحصول عليها منها. وهذه النصوص تشمل Mead et al. (2003) حول الطرائق الإحصائية العامة في الزراعة وعلم الحياة التجريبي، وWildi (2010) الذي يغطي تحليل البيانات في بيئة النبات، وDunn and Everitt (2004) لتطبيق التوزيع الطبيعي على توصيف الأصناف. وإنَّ Mutsaers et al. (1997) مفيد أيضاً، خاصة لتحليل التجارب في المزرعة.

التباين الكيميائي الحيوي

كثيراً ما تختلف أصناف كثيرة من المحاصيل في صفاتها الكيميائية الحيوية. وهذا يشمل التباين في منتجات الاستقلاب الثانوية، مثل مستويات مختلفة من الجلوكوسينولات في

الملفوفيات، وتركيب مختلف للسكر والنشاء في أصناف مختلفة من الذرة أو الذرة السكرية، والكميات المختلفة من العوامل المضادة للتغذية في الكسافا. وغالباً ما يكون تحليل هذا التباين خارج بحث أولئك القائمين على الحفظ على مستوى المزرعة، ولكن قد تكون هناك حالات (كما في العوامل المضادة للتغذية في *Lathyrus sativus* [بازلاء العشب أوkherari dhal]) عندما تكون مهمة على نحو مباشر إما لصحة المجتمع المحلي أو مقاومة الأمراض وبالتالي فهي تستحق البحث. هناك عدد من التقانات المتاحة لاكتشاف التباين الوراثي في أنواع وكمية البروتينات النباتية المختلفة. على سبيل المثال يمكن رؤية تباين تتابع الأحماض الأمينية في أشكال مختلفة من الأنزيمات النباتية (طلائع الأنزيمات) الموجودة في النباتات المختلفة والموروثة باعتبارها أشكالاً بديلة، وهذه الرؤية تتحقق باستخدام تقنية الرحلان الكهربائي. لسنوات عديدة، خلال ثمانينات وحتى تسعينات القرن الماضي، وفرَّ التباين في طلائع الأنزيمات طريقة رئيسة لتحليل التباين في الجماعات النباتية. استخدم Hamrick and Godt (1997) بيانات طلائع الأنزيمات التي تم جَمْعُها من الأبحاث لمقارنة التباين في الأنواع ذاتيّة وخلطية التلقيح، وفي الأنواع المحصولية والبرية، وتقديم نظرة عامة جيدة عن استخدام هذا الأسلوب. لقد مهد استخدام المتغيرات الوراثية في بروتينات وطلائع أنزيمات البذور المخزنة الطريق للطرائق الجزيئية المعتمدة بشكل أكثر مباشرة على تباين تتابع القواعد الآزوتية للحمض الوراثي DNA. ومع ذلك، قد يكون للتقانات القديمة دور في، على سبيل المثال، تحديد الصنف أو تحليل نظام التزاوج أو الحالات التي تكون فيها المنشآت الجزيئية محدودة أو غير موجودة.

التباين الوراثي الجزيئي

تُستخدم الطرائق الجزيئية على نحو متزايد في دراسة التباين الوراثي، وتكشف هذه الطرائق التباين في تتابع القواعد الآزوتية في الحمض الوراثي DNA. وعلى مدى العشرين سنة الأخيرة أصبح عددٌ من التقانات مُتاحاً، وقد كان استخدامها في تحليل وراثة النبات والتنوع الوراثي موضوعاً لعدة أبحاث وكتب. ويوجد حالياً أبحاث مفهومة تشمل Semagn et al. (2006) و Agarwal et al. (2008). يوفر موقع منظمة التنوع الحيوي العالمية نموذجين للقراءة:

http://www.Bioversityinternational.org/training_materials/using_molecular_marker_technology_in_studies_on_plant_genetic_diversity_vol_1.htmlhttp://www.bioversityinternational.org/training/training_materials/genetic_diversity_analyis_with_molecular_marker_data_learning_module_volume_t.htm

إنَّ معظم الطرائق شائعة الاستخدام في علم الوراثة ضمن الجماعة النباتية وتحليل التنوع الوراثي تستفيد من "التباين المجهول" – وهو التباين في موقع تكون وظيفته الحيوية الخاصة

مجهولة، إنْ وُجدت. لكن توفر المعلومات المتزايد حول موقع وتتابع القواعد الآزوتية للمورثات الخاصة يضمن الآن رؤى للتباين الذي يمكن أن يرتبط بمناطق خاصة من المادة الوراثية أو بأنزيمات خاصة أو بروتينات أو مسارات استقلابية أو حتى بالسمات. وعندما يصبح التتابع الكامل للقواعد الآزوتية متوفراً لعدد من نباتات المحاصيل. راجع الرابط التالي من أجل المعلومات حول توفر تتابع القواعد الآزوتية للمادة الوراثية للنبات:/http://ncbi.nlm.nih.gov genomes/PLANTS/PlantList.html/ ومع ظهور وزيادة استعمال تقانات تتابع الجيل التالي (راجع، على سبيل المثال، Egan et al. 2012) واستخدام والطرائق التي توفر معلومات حول ESTs (واسمات تتابع القواعد الآزوتية المعبَّر عنه)، فإنَّ الطرق التي يمكن من خلالها استخدام التقانات الجزيئية لدراسة التباين في نباتات المحصول ستستمر على الأرجح بالتطور والانتشار بسرعة.

يعتمد اختيار الواسم الجزيئي الأكثر ملاءمة على عدد من العوامل المختلفة التي تشمل الأنواع المدروسة والهدف من الدراسة. لذلك فالدراسة المتعلقة بتحديد نسبة الأفراد في الجماعة أو تطوير صورة وراثية لمحصول تختلف عن الدراسة المتعلقة بإعادة بناء العلاقات التطورية ما بين أصناف المحصول وأنواعه. وعلى مستويات داخل النوع أو داخل الجماعة، التي تُعتبر نطاقات الدراسة الأكثر شيوعاً في دراسات الحفاظ على مستوى المزرعة، فإنَّ الواسمات الأفضل هي المتميزة بالدقة في الموقع الوراثي، وبأنها ذات هيمنة مشتركة وتعددية شكلية مرتفعة، ذات توزع عشوائي متكرر في المادة الوراثية، وذات مستوى عالٍ من الموثوقيَّة. وتساعد معرفة الخصائص المختلفة لأنظمة الوسم المختلفة ولطرق تصرُّفها وراثيًّاً في تفسير أي نتائج يتمُّ الحصول عليها في الدِّراسات الجزيئيَّة.

كانت تقانة التعدديَّة الشَّكليَّة لطول القطع المحدَّدة، الَّتي تطوَّرت خلال فترة ستينيَّات القرن الماضي، أولَ تقانةٍ للوسم الجزيئيّ كشفت عن التَّعدديَّة الشَّكلية للحمض الوراثي DNA. حيث عمل DNA المأخوذ من نباتات مختلفة الذي يتمّ هضمه بواسطة أنزيمات القطع الدّاخليّة على توفير صور من قطع الحمض الوراثي النووي DNA، اعتماداً على التعددية الشكلية الموجودة في مواقع من تتابع القواعد الآزوتية للحمض الوراثي النووي DNA التي تمّ قطعها بواسطة أنزيمات القطع الداخليَّة. هذه الطّريقة كانت فعّالة، ولكنَّها تتطلَّب كمّيّةً كبيرةً نسبيًّاً من الحمض الوراثي النووي DNA عالي الجودة. وأدَّى اختراع تقانة تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) إلى تطوير عدد كبير من المقاربات المختلفة لإنتاج الواسمات الجزيئيّة، والتي تم تقسيمها إلى فئتين: (1) التقانات المعتمدة على تقانة تفاعل البلمرة المتسلسل PCR التي تبدأ اعتباطيًّاً، أو التقانات غير المتخصّصة (2) والتقانات المعتمدة على تقانة تفاعل البلمرة المتسلسل PCR التي تستهدف تتابعاً معيّناً لقواعد آزوتيّة (Agarwal et al. 2008). الجدول (5.1) يبيّن بعض التقانات الأكثر شيوعاً والتي تم استخدامها في تحليل التنوع الوراثي لنباتات المحاصيل ويقدم بعض الأمثلة عن استخدامها.

من بين التقانات المعتمدة على تقانة تفاعل البلمرة المتسلسل PCR، فإنَّ تتابع القواعد الآزوتية البسيط المتكرر SSR، وتقانة التعددية الشكلية للسلسلة المفردة المتعلقة بالتكوين الجزيئي (SSCP)، وتقانة مواقع القطع المضاعفة متعددة الأشكال (CAPS)، والتحديد المباشر لتتابع القواعد الآزوتية في الحمض الوراثي DNA هي الشائعة، وقد تفوَّقت على استعمال تقانة حمض DNA المضاعف عشوائياً متعدّد الأشكال (RAPD) الأقل موثوقية. والعقبة الأساسية التي تشكّلها بعض التّقانات المعتمدة على تفاعل البلمرة المتسلسل PCR هي أنَّها تحتاج خطوةً أولية لمضاعفة المورثات المستهدفة بواسطة تفاعل البلمرة المتسلسل PCR، وبالتالي فإنَّها تحتاج بعض المعرفة المسبقة بتتابع القواعد الآزوتية للبادئات الأكثر ملاءمةً لمضاعفة جزء حمض DNA الذي تمَّ اختياره. وهذا عامل محدِّد، وخاصة عند العمل على كائنات حية غير نموذجية مثل الأنواع والأصناف النادرة التي يتوفر عنها القليل من المعلومات. لكنَّ المعلومات حول مسابر تتابع القواعد الآزوتية البسيط المتكرر SSR أو بادئات مضاعفة المورثات المختارة تزداد وفرةً لعدد متزايد من المحاصيل والأنواع البرية ذات الصلة، ويتم مشاركة كلا المسابر والبادئات على نحو متزايد ما بين المخابر.

استعمل Vigouroux et al. (2011a) تقنيات تتابع القواعد الآزوتية البسيط المتكرر SSRs لاختبار التغيرات في أنماط التنوُّع في الدخن على مدى فترة 27 سنة تحت إدارة المزارع في النيجر. وهناك يُعدّ الدُخن والذرة السكرية المحاصيل ذات الحبوب الثابتة الأساسية، ولا تزال زراعة العديد من الأصناف التقليدية مستمرة. ويَستخدم المزارعون بذورَهم الخاصة على نحو رئيسي، أو في حال نقص البذور فإنَّهم يستخدمون البذور المأخوذة من أفراد العائلة. وإلا فإنَّهم يحصلون على البذور من السوق المحليَّة. في الفترة بين عامي 1976 و 2003 تعرضت المنطقة لعدة مواسم جفاف. وفي حين كان هناك تنوّع كبير جداً ما بين السنوات، فقد تناقص معدل الأمطار بمقدار 4 مم في السنة في منطقة ينامي في النيجر، ما يصل مجموعه إلى 200 مم في الخمسين سنة بين عامي 1950 و2003. تم جمع عينات من الدخن من مناطق مختلفة من البلد في عام 1976. وتم تحليل التنوع الوراثي في الذرة السكرية والدخن باستعمال 28 و25 من تتابعات القواعد الآزوتية البسيطة المتكررة على الترتيب، على عدة مئات من المدخلات المجموعة في عامي 1976 و2003، وهذا اعطى تقديرات لعدد الأشكال البديلة وللتنوع المورّثي لـ Nei ولتخالف اللواقح الملاحظ لكل موقع وكل مجموعة. وعموماً لم يكن هناك أيّ دليل على الخسارة في التنوع الوراثي من حيث الغنى بالأشكال البديلة في أيّ من المحصولَيْن، وكان ثمّة فرق صغير ما بين المجموعات في عامي 1976 و2003 (G_{ST} = 0.0025 للذرة السكرية).

جدول 5.1. مقارنة طرائق جزيئية مختلفة لتحليل التنوع الوراثي.

التقانة	الوفرة	الميزات	المعوقات	التعددية الشكلية	التخصصية بالموقع	كمية الـ DNA التي تحتاجها	التطبيقات الرئيسية
RFLP	عالية	ليس هناك حاجة لمعرفة مسبقة بالحمض الوراثي النووي DNA المستهدف؛ كلفة تطوير منخفضة	الموثوقية؛ صعبة تقنياً وتتطلب وقت طويل؛ تتطلب عينة DNA كبيرة ومسابر مشعة متخصصة	هيمنة مشتركة	نعم	مرتفعة	التنميط الوراثي، رسم الخرائط الوراثية
RAPD	عالية	ليس هناك حاجة لمعرفة مسبقة بالحمض الوراثي النووي DNA المستهدف؛ كلفة تطوير منخفضة	الموثوقية؛ صعبة تقنياً؛ يمكن أن تؤثر نوعية وتركيز الـ DNA المستخدم بشكل كبير في النتائج	هيمنة	لا	منخفضة	التنميط الوراثي
SSR	متوسطة	الموثوقية، التعددية الشكلية المرتفعة	معرفة مسبقة بالمسابر؛ كلفة تطوير مرتفعة	هيمنة مشتركة	نعم	منخفضة	التنميط الوراثي، وراثة الجماعات، الجغرافية النباتية
SSCP	منخفضة	كلفة تطوير منخفضة؛ الوقت المطلوب للتحليل قصير	حركية الـ SS تعتمد على درجة الحرارة	هيمنة مشتركة	نعم	منخفضة	التنميط الوراثي

CAPS (المعروفة أيضاً باسم PCR-RFLP)	منخفضة	موثوقة وسريعة؛ النتائج سهلة التفسير؛ كلفة تطوير منخفضة	معرفة مسبقة بالمسابر للمورثة المستهدفة؛ قوة تمايز تعتمد على المورثة المستهدفة	هيمنة مشتركة	نعم	منخفضة	الغربلة الوراثية للطفرات
SCAR	منخفضة	موثوقية عالية	معرفة مسبقة بالمسابر للمورثة المستهدفة	هيمنة مشتركة	نعم	منخفضة	التنميط الوراثي
AFLP	عالية	ليس هناك حاجة لمعرفة مسبقة بالحمض الوراثي النووي DNA المستهدف؛ موثوقة وعالية التكرارية	صعبة تقنياً؛ كلفة تطوير متوسطة	هيمنة	لا	منخفضة	التنميط الوراثي، وراثة الجماعات
تحديد تتابع القواعد الآزوتية في الـ DNA	منخفضة	موثوقية عالية؛ كلفة تطوير منخفضة؛ ممكن إنشاء بنك للمعطيات	ضرورة وجود معرفة مسبقة بالمسابر؛ يجب اختيار المورثة المستهدفة بحسب الغرض من الدراسة	غير مطبقة	نعم	منخفضة	الوراثة النباتية، الجغرافية النباتية
SNP	عالية	موثوقية عالية؛ تعددية شكلية عالية	كلفة تطوير مرتفعة	هيمنة مشتركة	نعم	منخفضة	التنميط الوراثي، وراثة الجماعات، الوراثة النباتية

أظهرت تجربة حديقة مشتركة لمُدخلات الدخن التي تم جمعها في عامي 1976 و2003 وتقييمها على مدى ثلاثة مواسم بعضَ التغيرات المهمّة في الصفات التكيفيّة. إذ أزهرت الأنواع التي تمّ جمعها في عام 2003 في وقت مبكر قليلاً وكانت سنابلها أقصر، مما يشير إلى حدوث تغير تطوري خلال تلك الفترة. وتم تحديد المورثات متعددة الأشكال التي تؤثر في التغير في وقت إزهار الدخن (PHYC و PgMADS11)، وهي تظهر الصفة البارزة للانتخاب، مما يشير إلى أنها تلعب دوراً في تكييف أصناف الدخن (Vigouroux et al. 2011a).

ومن بين التقانات المعتمِدة على تقانة الـ PCR، على الأرجح أن تكون تقانة الـ SSR وتحديد تتابع القواعد الآزوتية المباشر للحمض الوراثي النووي DNA أكثر التقانات المستخدمة شيوعاً نظراً لأسعارها المعقولة نسبيّاً وموثوقيتها المرتفعة. وترجع شعبية تقانة الـ SSR إلى مستوى التعددية الشكلية المرتفع وإمكانية تحليل المواقع المتعددة، مما يسمح بتحديد صورة شاملة للحمض الوراثي النووي DNA لدى الأفراد والجماعات. ومع ذلك تتطلب هذه التقانة تكلفة أولية عالية للتطوير إذا لم تكن المسابر متاحة، بيدَ أنَّه يمكن إجراء العديد من الخطوات بشكل آلي للسماح بإجراء اختبارات على عدد كبير من العينات. ولا تخلو هذه التقانة من العثرات، مثل الهيمنة المشتركة غير الكاملة، والتضخيم المتحيز، وتراكيب الـ PCR، والشفيرة التي لا معنى لها (اثنان من الأشكال البديلة ذات المنشأ الوراثي المختلف تعطي نفس طول القطعة، وبالتالي لا يتم التعرف عليها كأشكال بديلة غير عازلة).

ويعطي تحديد تتابع القواعد الآزوتية المباشر للحمض الوراثي النووي DNA وصفاً أشمل للتباين. فهو يسمح بإلقاء الضوء على الطبيعة الحقيقية للتنوع، مما يوفر التتابع الدقيق للقواعد الآزوتية في جزء حمض الدنا DNA المستهدَف وتمكين دراسة العلاقة ما بين التباينات في تتابع القواعد الآزوتية والتباينات الوظيفية للمورثات ذات الصلة. وفي الوقت الحالي، يركّز تحديد تتابع القواعد الآزوتية المباشر على موقع واحد في كل مرة، ويشير وصف التباين الوراثي الموصوف فقط إلى المورثات المستهدَفة. وتم استخدام المورثات الموجودة في العضيات (mtDNA و cpDNA) بشكل شائع في دراسات الجماعات وفي الجغرافية النباتية، بسبب نسَخها الخلوية المتعددة، والوراثة غير المتراكبة (عادة من الأم)، ومعدل التحور المرتفع مقارنة مع الـ DNA النووي. لكن بما أنه يتم توريث الـ mtDNA و cpDNA من الأمهات فقط، فيتم الكشف عن التسلسل الهرمي أو شجرة النسب للأم فقط. وفي كل جيل، ستحمل المادة الوراثية النووية مورثات من كلا الأبوين، والتي مع التكاثر الجنسي سوف تتراكب في أنواع وراثية جديدة.

إنَّ مثل هذه المورثات، إذا كانت جديدة بالنسبة إلى الجماعة، لن تحمل علامة cpDNA الخاصة بالأب المذكّر الأصلي، ولكنّها تحمل دائماً cpDNA للأنثى التي مرّت عبرها. كما أنَّ لتحديد تتابع القواعد الآزوتية المباشر ميزة كبيرة في أنَّه يمكن تخزين تتابعات القواعد الآزوتية التي تم الحصول عليها في قواعد بيانات محددة مثل DNA DataBank في اليابان (DDBJ)، ومختبر البيولوجيا الجزيئية الأوروبية (EMBL)، وGenBank في المركز الوطني لمعلومات التكنولوجيا الحيوية (NCBI) في الولايات المتحدة الأمريكية. وتَسمح قواعد البيانات هذه للباحثين بإعادة استخدام تتابعات القواعد الآزوتية المنشورة ومقارنة تنوع الجماعات دون الحاجة إلى تحليل جميع العينات في نفس الوقت، مما يوفر موثوقية عالية ومقارنة النتائج.

إنَّ التقانات المعتمِدة على الـ PCR مثل SSCP وCAPS والتعددية الشكلية لطول القطع المضاعفة (AFLP) والمناطق المضاعفة من تتابع القواعد الآزوتية الموصوفة (SCAR) تتمتع بأنَّها سهلة نسبياً وغير مكلفة بالمقارنة مع التقانات الأخرى (باستثناء AFLP)، وذات موثوقية مرتفعة. وهذه التقانات تسمح بحدوث التنميط الوراثي القائم إما على موقع واحد (SSCP، CAPS) أو على مواقع متعددة (RFLP وAFLP وSCAR). لكن قدرتها على الكشف عن مدى التباين الوراثي تعتمد إلى حد كبير على تتابعات القواعد الآزوتية المستهدفة وعلى عدد من العوامل الأخرى مثل تركيبة أنزيمات القطع المستخدمة. إنَّ استخدام أساليب جديدة ناشئة، مثل تحليل التعددية الشكلية في قاعدة آزوتية واحدة (SNP) أو استخدام تقانة تحديد تتابع القواعد الآزوتية من الجيل التالي (NGS)، سيسمح للباحثين على نحو متزايد باستكشاف التباين الوراثي الموجود في كامل المادة الوراثية للمحاصيل والأصناف كما في حالة "التنميط الوراثي باستخدام تحديد تتابع القواعد الآزوتية" كما وصفه Poland and Rife (2012).

أسهم تطوير تقانات جزيئية جديدة لغربلة التباين الوراثي بتحفيز تطوير أدوات معلوماتية جديدة لتحليل أي نوع من البيانات الوراثية الناتجة. ويمكن تحليل معظم البيانات متعددة المواقع التي تنتجها RFLP وSSCP وCAPS وSCAR من حيث ترددات حزم خاصة (أو المتغيرات) باستخدام الأدوات الإحصائية التقليدية. ولتحليل تباين هذه الواسمات الأخرى مثل SSR وSNP وتحديد تتابع القواعد الآزوتية لحمض DNA، تمَّ تطوير عدد من حزم البرامج الخاصة التي تعطي الباحث تحليلاتٍ أكثر فهماً وتعقيداً. وقد تم سرد مجموعة متنوعة

مـن الحـزم المتوفـرة في (الملحـق A). ويمكـن تقسـيم البرمجيـات إلى أربـع فئـات:

- برمجيـات للتحاليـل الإحصائيـة للتكـرارات (عـلى سـبيل المثـال وضـع المقاييـس متعـددة الأبعـاد، وتحاليـل الإحداثيـات الرئيسـة).
- برمجيـات لإعـادة تخطيـط أشـجار النشـوء والتطـور (عـادة مـا تعمـل مـع تقانـة تحديـد تتابـع القواعـد الآزوتيـة للحمـض الوراثـي DNA).
- برمجيـات لتحليـل الشـبكة والجغرافيـة النباتيـة تَسـتخدم كلاً مـن تقانـة تحديـد تتابـع القواعـد الآزوتيـة للحمـض الوراثـي DNA وبيانـات الواسـمات.
- برمجيـات للبحـث في تركيـب الجماعـة، تُسـتخدم عـادةً لبيانـات SSR وSNP، لكـن بعـض حـزم التحليـل يمكـن اسـتخدامها أيضـاً مـع تحديـد تتابـع القواعـد الآزوتيـة للحمـض الوراثـي DNA .

يمكن إيجاد دليل مفيد لحزم التحاليل المتاحة واستخداماتها في Excoffier and Heckel (2006).

جمع البيانات باستخدام أساليب تشاركية

إنَّ فهـم مـدى وتـوزع وتركيـب التنـوع الوراثـي في الأصنـاف التقليديـة يتضمـن العمـل مـع المزارعـين عـن قـرب. ويجـب اعتـماد المبـادئ العامـة المعـدة للعمـل التشـاركي (Gonsalves et al. 2005)، والعديـد مـن الأسـاليب التـي تـمَّ تطويرهـا للعمـل الميـداني حـول الحيويـة السـلالية هـي ذات صلـة مبـاشرة (راجـع Emerson et al. 2011). في المقـام الأول، ينطـوي تطويـر فهـم واضـح للبنيـة الصنفيـة وطـرق اسـتخدام المزارعـين للأسـماء عـلى عمليـة تشـاركية متكـررة حيـث يُقـدم المزارعـون، بشـكل فـردي وفي مجموعـات، فهـماً لكيفيـة رؤيتهـم لأصنـاف المحاصيـل التـي يزرعونها. كـما يوفـر هـذا حسـاباً أوليـاً للصفـات المختلفـة التـي تعتـبر مهمـة للمزارعـين والطـرق التـي يتـم بهـا إدارة التبايـن في هـذه السـمات عـلى مسـتوى المجتمـع المحـلي والمزرعـة. ويمكـن توسـيع ذلـك لاحقـاً مـن خـلال التجـارب عـلى مسـتوى المزرعـة المخطـط لهـا والمنفـذة بالاشـتراك مـع المزارعـين، والتـي تَـدرس التبايـن الزراعـي الشـكلي. كـما تعتـبر أدوات المزارعـين ومعلوماتهـم عنـصراً أساسـياً عنـد اسـتخدام العينـات للعمـل عـلى التنـوع الحيـوي الكيميائـي أو الجزيئـي. وتتوفـر مجموعـة مـن الأسـاليب التشـخيصية التشـاركية التـي يمكـن اسـتخدامها لفهـم الطـرق التـي مـن خلالهـا يديـر المزارعـون الأصنـافَ ويطلقـون الأسـماء عليهـا الجـدول (5.2).

من المهم تطوير علاقة تعاونية جيدة مع المجتمع قبل بدء العمل. وسوف يتم طرح العديد من الأسئلة على أفراد المجتمع، وهذه الأسئلة قد تستغرق الكثير من وقتهم. وقد يَنظر الأشخاص المعنيون إلى بعض المعلومات على أنها خاصة أو سرية. وينبغي أن يكونوا مرتاحين فيما يخص الإجراءات والمعلومات المطلوبة، والطرق التي سيتم استخدامها. وبما أنَّ العينات ستكون مطلوبة على الأقل من بعض المحاصيل والأصناف، فإنَّه يجب أن يكون هناك اتفاق مشترك واضح حول كيفية استخدام المعلومات وأيَ مواد تم جمعها. هناك عدد من الطرق المختلفة التي يمكن من خلالها القيام بذلك. ويتمثل أحد الأساليب في الاتفاقية الموافقة المسبقة الحرة التي استخدمها برنامج أبحاث التنوع الحيوي الزراعي (PAR) والتي وقعها جميع المشاركين في عملهم مع مجتمعات السكان الأصليين في بوليفيا وساراواك (http://agrobiodiversityplatform.org/climatechange/the-project/aims-and-objectives/abd_and_cc_project_fpic/). وكبديل لذلك، وَضع برنامج الأمم المتحدة للبيئة مجموعةً من المبادئ التوجيهية والأدوات ذات الصلة (http://unep.org/.asp communityprotocols/index)، وجمعيةُ البيولوجية العرقية لديها إرشادات يجب الرجوع إليها أيضاً (http://ethnolbiology.net/code-of-ethics/). وفي الآونة الأخيرة، تمَّ تطوير التوجيهات حول الحصول على المعلومات وتقاسم الفوائد في مشاريع البحث (Lapeña et al. 2012). إنَّ مزيداً من المعلومات حول الحصول الوطني وتقاسم الفوائد والمسائل القانونية الأخرى، وعن الإجراءات الخاصة المعمول بها، موجودة في الفصل العاشر والفصل الثاني عشر، على الترتيب.

يبدأ جمع البيانات عادةً بمراجعة بيانات ثانوية تليها مناقشات على مستوى المجموعة أو مناقشات المجموعة التي تمّ اختيارها للنقاش، تكملها مقابلات مع الأفراد الذين يعتبرون مصادرَ رئيسة للمعلومات. ويتم الأخذ بما سبق بالإضافة إلى المقابلات الأسرية التي تستخدم بعض استراتيجيات أخذ العينات المناسبة لاختيار الأشخاص الذين ستتم مقابلتهم. والخطوة الأخيرة هي التحقّق من البينات المجموعة، حيث يتم مناقشة النتائج التي تمَّ تحليلها والتي تَجمع بين المعلومات التي تم جمعها من المزارع والحقل والمختبر مع المجتمع.

الجدول 5.2. إجراءات جمع المعلومات التي يمكن أن تستخدم في جمع البيانات التشاركي.

الطريقة	*الهدف*	*الأنواع والأمثلة*
إجراء مقابلات	تقييم المعرفة والتصورات	منظمة، شبه منظمة، غير منظمة، فردية، جماعية، مناقشة المجموعة المختارة للنقاش (FGD)
المراقبة الميدانية وحفظ السجل	المراقبة المباشرة والفحص	مراقبة في الموقع، حفظ السجل لكامل الموسم
القياسات الفيزيائية المباشرة	قياس السمات الفيزيائية	استخدام أدوات قياس علمية، وتَبَنّي وحدات القياس المحلية
جمع العينات	الجمع ومن ثم التوصيف والتحليل	أخذ العينات والمخزون
التجريب	اختبار ومراقبة العمليات الحيوية الفيزيائية والأداء والنتائج	التجارب والمراقبة الميدانية
رسم المخططات والتصور التشاركي	توضيح وشرح العمليات والعلاقات والبنية	رسم الخطوط وعمل المخططات
رسم الخرائط التشاركي	تحديد الموقع والاتجاه	الخرائط المقطعية، تعليم الحدود
الترتيب ومنح النقاط التشاركي	التقسيم إلى فئات ووضع أولويات والمقارنة	مصفوفة الترتيب والفرز
المراقبة التشاركية	توثيق العمليات	تقانات جغرافية عرقية مختلفة
الألعاب ولعب الأدوار	توثيق التصرفات واتخاذ القرارات وحركية المجموعة	ألعاب شعبية وسرد القصص
النمذجة واستخدام الأدوات البصرية	إظهار والإشارة إلى أمثلة ملموسة	بناء نماذج بمقياس صغير والملصقات
الاستماع	التحديد والجرد	قائمة المراجعة وعصف الأفكار وتقانات البطاقات
الاختبار	للتقييم باستخدام خطط معيارية	اختبار المعرفة، مسابقة المهارات

مناقشات المجموعات المختارة للنقاش حول تعريف وتوصيف المزارع للأصناف

عادة ما تتضمن مناقشات المجموعات المختارة للنقاش (FGD) ما بين 10 إلى 12 شخصاً يتم اختيارهم لضمان التمثيل في المجتمعات المشارِكة في العمل. وقد يكون أعضاء المجموعة مختلطين، ولكن في كثير من الأحيان يتم فصلهم حسب الجنس، أو العمر أو الوضع الاجتماعي في المجتمع لضمان أن تكون المجموعة تشعر بالارتياح إزاء التعبير عن آراء منفصلة. ولا تحدِّد مناقشات المجموعة المختارة والاستقصاءات الفردية ما إذا كان الأسلوب تشاركيًّا، بل إنها تصف أين يتم جمع البيانات، وهل هي من فرد أو مجموعة. وتعتبر الأجابة على سؤال واحد من إحدى مناقشات المجموعة المختارة وواحد من استقصاءات الأسر الفردية بمثابة ملاحظات فردية. ويمكن لكل من مناقشات المجموعة المختارة واستقصاءات الأسر الفردية أن تستخدم أدوات تشاركية لجمع المعلومات – أي يمكن تضمين أداة تشاركية مثل رسم خرائط مصادر البذور في مهمة مناقشات المجموعة المختارة أو في استقصاء أسرة واحدة.

وعادة ما يبدأ تحديد أصناف المزارعين بالطلب من المزارعين إحضار عينات من الأصناف المختلفة من المحصول المعنيّ التي يزرعونها هذا الموسم. وتوضع النباتات في جانب الغرفة بحيث يمكن مشاهدتها من قبل الجميع. ثمّ يُطلَب من المزارعين تجميع العينات حسب الصنف، ووضع علامة باسم الصنف على كل مجموعة. ويُطلَب من المزارع الذي يرى صنفاً مماثلاً لذلك الذي أحضره جمعَ النباتات معاً.

وبعد ذلك، يتمّ سؤال جميع المزارعين عمّا إذا كان أيّ شخص يسمي هذا الصنف باسم يختلف عن التسمية المقدمة من المزارعين الآخرين. فإذا كان الأمر كذلك، فيُطلَب منهم كتابة الاسم الذي يستخدمونه ووضعه بجوار تلك المجموعة. يتمّ تشجيع المزارعين على مناقشة قراراتهم مع بعضهم البعض من أجل الاتفاق على كيفية تجميع العينات وفقاً للصنف، وكذلك على أسماء متعددة محتملة تم إعطاؤها لنفس الصنف. ومن أجل تطوير وصف مفصَّل لصنفٍ ما، يتمّ إعطاء كل صنف إلى مُزارِع متطوِّع يتولى وصفَه. وهذا يبدأ بأن يشير المُزارع إلى ما إذا كان يعتقد أنَّ الصنف تقليديٌّ أو مُدخَل/ حديث. ويُسأَل المزارعون الآخرون فيما إذا كانوا موافقين أو لا. ويتُّم إعطاء الوقت للأسئلة والمناقشات حتى الوصول إلى توافق في الآراء حول كيفية تصنيف الصنف.

بعد ذلك، يصف المزارع الخصائصَ للإشارة إلى أنَّ هذا الصنف يختلف عن الأصناف الأخرى، ويُكتَبُ اسم كل مُوَصِّفٍ على بطاقة. يستطيع المساعد بناء مصفوفة تسرد أسماء الأصناف، والخصائص التي حدَّدها المزارعون، وقيمها المرغوب فيها. يَنظر المشاركون إلى

المصفوفة مرة أخرى لتوضيح أو تعديل أي مدخلات. وفي وقت لاحق، يمكن للمساعد أن يسجل أي الخصائص شكلية وأيُّها يرتبط بالأداء أو بالتّكيّف مع بيئات خاصة أو بالاستخدام والجودة. وبعد ذلك يتمّ استخدام المعايير الشكلية لتشكيل «موصّفات المُزارع».

الهدف الأول للمناقشات الجماعيّة هو دراسة التوافق الذي يقومُ بناءً عليه المزارعون بتحديد أو تسمية الأصناف اعتماداً على عيّنات الأصناف التي أحضرها المشاركون. هل الصّنف X الخاص بالمُزارع A هو نفس الصنف X الخاص بالمُزارع B، أو هل هو مماثل للصنف Y أو شيء آخر كلياً؟ والهدف الثاني هو الحصول على مزيد من المعلومات حول العلاقة بين الأصناف وخصائصها. هل يتفق جميع المزارعين الموجودين على أنَّ الصنف A هو مبكر النضج ويتمتع بطعم جيد؟ وتوفر مناقشات المجموعة أيضاً معلومات حول نظام البذور الذي يعمل على مستوى المجتمع (وهذا الجانب سيصبح مهماً عند استكشاف ميزات الجماعة المتغيرة لصنف أو مجموعة من الأصناف) (راجع Jarvis and Campilan 2006 ، والفصول الثامن والحادي عشر) .

عند جمع المعلومات من المزارعين، من المهم تسجيل الاسم الدقيق غير المعدل لكل صنف كما هو محدد من قبل كل مخبر، باستخدام اللغة أو اللغات المحلية، وتسجيل الإجابات كما قدمها المزارعون، وتجنب أي إغراءات لتصحيح الأخطاء المتصوَّرة. ومن المهم أيضاً أن يسمح الأسلوب المُختار بفصل البيانات حسب العمر والجنس والحالة الاجتماعية والاقتصادية والفئات الأخرى، حيث تختلف الكثير من المجموعات الاجتماعية عادةً في كيفية تحديد أصناف المحاصيل المسماة من قبل المزارعين وتقييمها واختيارها (راجع أيضاً الفصلين الثامن والتاسع).

توفر المقابلات الفردية والمراقبة الميدانية التفصيلية مع عينة تمثيلية من المزارعين معلومات عن عدد الأصناف التي يزرعها كل مُزارع ويحافظ عليها، والمنطقة التي يخصصونها لكل صنف. كما أنّها توفر معلومات عن مدى اعتماد المزارعين على البذور الخاصة بهم من أي صنف أو الحصول عليها من مصادر أخرى. تناقش العديد من الكتب الأحجام التمثيلية لأخذ العيّنات والطرق التي يمكن بها تقسيم العيّنات إلى طبقات لتمثل مجموعات مختلفة داخل المجتمع (راجع Legendre and Legendre 2012؛ Sokal and Rohlf 2012؛ De Vaus 2013).

وفي كثير من الأحيان يتم استخدام 10 % كحد أقصى من الأسر التي تزرع المحاصيل للموسم الحالي، مع تعديل الحجم لضمان كون العدد الإجمالي للمستجيبين 60 على الأقل. ومن أجل الحصول على صورة أكثر اكتمالاً، من المهم أن يتمّ إجراء مقابلات مع نصف

الأسر من خلال فرد ذكر بالغ باعتباره الشّخص الذي تُجرى المقابلة معه، والنصف الآخر من خلال فردٍ بالغ من الإناث، وبغض النظر عن جنس رب الأسرة «المعيل». وتشمل المقابلات الأساليب التشاركية لتحديد الأعداد والمجالات التي يغطيها كل صنف.

تُفيد المقابلات المباشرة مع المزارعين أيضاً بتعلُّم الميزات والخصائص الأكثر أهمية المرتبطة بأي صنف وأسباب تخصيص منطقة معيّنة له. ويجب أن تركز المقابلة دائماً على الحاضر (ما الذي يتم فعله الآن أو ما الذي تم زراعته في الحقل خلال الموسم الحالي). وعند إجراء ذلك، يمكن أن تركز المقابلات على دراسة ما الذي تم زراعته في الماضي، ولماذا تمَّ التغيير، وما هو المخطط للمستقبل.

رسم خرائط للتوزع المكاني للأصناف بين وضمن الأراضي على مستوى المزرعة

ومن الأدوات الأخرى المهمة لاستقصاء المزرعة هي رسم الخرائط من قبل المزارعين لأراضيهم والمحاصيل المزروعة فيها. وأثناء مقابلة الاسرة، يُطلب من المزارعين رسم خريطة لمزرعتهم، مع توضيح حدود ومساحة أراضيهم، وتحديد هذا وفقاً لكيفية تقسيم المزرعة إلى قطاعات. ويطلب القائم على إجراء المقابلة من المُزارع تحديدَ المساحة الإجمالية للمزرعة ومساحة كل قطاع. ثم يُطلب من المزارعين تحديد كل قطاع/ حقل يزرع فيه المحصول (المحاصيل) في الموسم الحالي – والموسوم بالاسم والرمز و/ أو المقسَّم إلى قطع ضمن القطاعات. وبعد ذلك، بالنسبة لكل محصول مستَهدف يُسأل القائم على إجراء المقابلةِ المُزارعَ عن الأصناف التي يتم زراعتها في كل قطاع أو قطعة، ويتم وَسْم الخريطة وفقاً لذلك. ويستخدم القائم على إجراء المقابلة أي معلومات تم جمعها في وقت سابق في مناقشات المجموعات المختارة للنقاش من أجل التحقق مع المُزارع من أنَّ الصنف المذكور له نفس الخصائص مثل الصنف المحدَّد في مناقشات المجموعة المختارة للنقاش. ويمكن حساب نسبة المساحات المزروعة إلى كل صنف من خلال هذه المعلومات.

قد تكون المعلومات التي تمّ الحصول عليها من مناقشات المجموعات المختارة للنقاش ضروريةً لتوضيح أو لتكوين صورة أكثر دقة عن المعلومات التي تم جمعها من الاستقصاءات الأسرية عن عدد وتوزيع الأصناف المحلية على مستوى المزرعة. وخلال مناقشات المجموعات المختارة للنقاش في شانجريلا جنوب غرب الصين، أحضر المزارعون أصنافاً مختلفةً من الشعير إلى الاجتماع ووصفوا كل واحد منهم. ولكن خلال الاستبيان الأسريّ الفرديّ، ذكر معظم المزارعين في القرية أنَّهم كانوا يزرعون صنفَاً واحداً فقط من الشعير، وهو صنف Ma Nai.

وبعد الدراسة الاستبيانية للأُسر مباشرةً تمت مراقبة ميدانيّة للإصابة بالآفات والأمراض. وبينما كان القائمون على المقابلات يسيرون في أراضي واحدةٍ من المزارعين، لاحظوا نباتات مختلفة في الارتفاع والشكل، مما يدل على أنَّ أرض المُزارِعة تحتوي على أكثر من صنف واحد مزروع في الحقل المخصص لصنف Ma Nai (شكل 5.2).

وعندما سُئلت المُزارِعة عما إذا كان هناك أكثر من صنف واحد في حقلها، قالت إنَّ صنف Ma Naiيحتوي دائماً على بعضٍ من صنف Nai Shu. سأل القائمون على المقابلة ما إذا كان صنف Nai Shu يغطي ما يصل إلى 10 % من الحقل، وكانت المُزارِعة دقيقة جداً في إخبار القائم على المقابلة أنه لا يوجد سوى 7-6 % من Nai Shu في الأرض. ثم ذكرت المُزارِعة أنه بالإضافة إلى Nai Shu، فإنَّ الصنف Ma Nai كان في الواقع صنفين هما White Ma Nai وBlack Ma Nai (بنسب متساوية)، على الرغم من أنَّه يمكن ملاحظة الفرق عند اقتراب الحصاد.

وأخبرت المُزارِعة القائمين على المقابلة أنَّ بذور الأصناف الثلاثة كانت مخلوطة معاً واستُخدمت في جميع قطع أراضيها الأربع، التي كانت مساحتها الكلية 7 mu (1 mu = 1/12 هكتار). كما قام القائمون على المقابلات بفحص ما إذا كانت بذور الحبوب قد فُصلت من أجل أي استخدامات أخرى، ولكنهم وجدوا أنها تُزرع معاً وتُؤكل معاً. وكوَّنت الإجراءات المختلفة معاً صورةً أكثر دقة عن تنوّع الأصناف الذي حافظ عليه المزارعون، وسمحت بحساب إحصاءات الغنى والتوازن على النحو التالي:

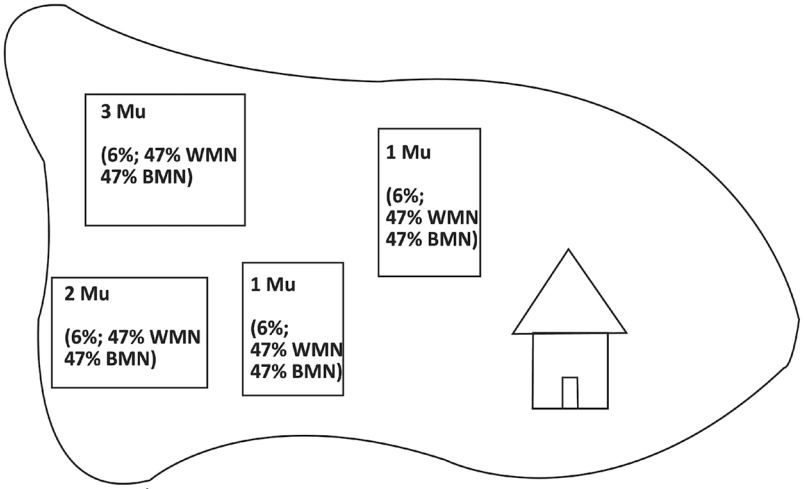
$$\text{الغنى} = 3$$

$$\text{التوازن} = 1 - [^2(0.47) + ^2(0.47\%) + ^2(0.06)] = 0.524$$

لو أنَّ القائمين على إجراء المقابلة درسوا صنفاً واحداً فقط كما ذَكرت المُزارِعة في البداية، لكان التقدير: الغنى = 1 والتوازن =0 لهذه المزارعة.

مقابلات المخبر الرئيسي

إنَّ المستوى الثالث من جمع المعلومات التشاركي الذي يقدم الوصف الأساسي لبنية الأصناف وتوزيع أي محصول في منطقة هو مناقشة مصدر المعلومات الرَّئيسي ومُقابلته. وهذا ينطوي على الجمع بين الخبراء المحليين المعترَف بهم والقيام معهم بدراسة المعلومات التي تم الحصول عليها حتى الآن. وهذا يسمح بكشف التناقضات في المعلومات، وسدّ الثغرات، والتحقق من صحة المعلومات من مصادر أخرى.



الشكل 5.2. رسم خريطة لمزرعة يبين التوزيع المكاني للأصناف داخل الأراضي ضمن استبيان للأسرة (من Jarvis et al. 2012، بإذن من المنظمة الدولية للتنوع الحيوي Bioversity International).

من مختلف المناقشات والاستبيانات، ومن رسم خرائط المحاصيل والأصناف على وجه الخصوص، ستبدأ الصورة في الظهور عن عدد الأصناف التقليدية، وإلى أي مدى زرعت الأصناف المختلفة، ونقاط القوة والضعف الرئيسية للأصناف المختلفة، وقيمة ودور وأهمية كل منها بالنسبة للأقسام المختلفة في أي مجتمع محلي. وقد ثَبَتَ أنَّ تصنيف الأصناف مع المزارعين، من خلال مناقشات المجموعة المختارة للنقاش والمقابلات مع الذين يعدّون مصادر رئيسة للمعلومات، وفقاً لما إذا كانت شائعة (يزرعها معظم المزارعين) أو نادرة (تُزرع من قبل عدد قليل فقط)، وما إذا كانت تُزرع في مساحات كبيرة نسبياً أو فقط على أراضٍ صغيرة، طريقةٌ مفيدةٌ "لتحليل الخلايا الأربع" وهي طريقة لاستكشاف عدد من جوانب الحفظ والاستخدام.

وعادةً ما تكون الأصناف الشائعة المزروعة في مساحات كبيرة هي السلع الأساسية للأسرة التي يتم استخدامها يومياً والتي من المتوقع أن يتم إنتاجها على نحو أكثر موثوقية. وغالباً ما تكون تلك المزروعة في مساحات أصغر أصنافاً تُستَخدَم لأغراض ثقافية (على سبيل المثال كهدايا في أيام العيد). وهذه هي الأصناف التي تحتاجها كل أسرة، ولكن بكميات قليلة فقط. وقد تكون أيضاً أصنافاً عالية القيمة يمكن بيعها في السوق المحلية (حتى لو كانت إنتاجيتها منخفضة نسبياً)، مما يوفر المال اللازم للنفقات المنزلية. ويمكن أن تكون الأصناف النادرة المزروعة على مساحات كبيرة من الأصناف التي تتكيف مع ظروف زراعية بيئية خاصة والتي تُلاحَظُ في مكان واحد أو مكانين فقط في المجتمع المحلي. وحيثما أمكن، يجب مقارنة هذا التصنيف التقريبي بتحليلات أكثر دقة لعلاقات المساحة والتردد، والتي قد تكشف عن صورة مختلفة قليلاً. يعطي الجدول (5.3) عدد أصناف الأرز التي يزرعها مجتمع محلي في نيبال وسط التلال المصنفة حسب ما إذا كانت شائعة أو نادرة، وتُزرع في مساحات كبيرة أو صغيرة.

الجدول 5.3. جدول مكون من 4 خلايا من تمرين رسم خريطة لصنف أرز تم إجراؤه في كاسكي في نيبال، يشير إلى أعداد الأصناف من كل طراز كما يراها المجتمع

	شائع	*نادر*
مساحة كبيرة	9	3
مساحة صغيرة	3	36

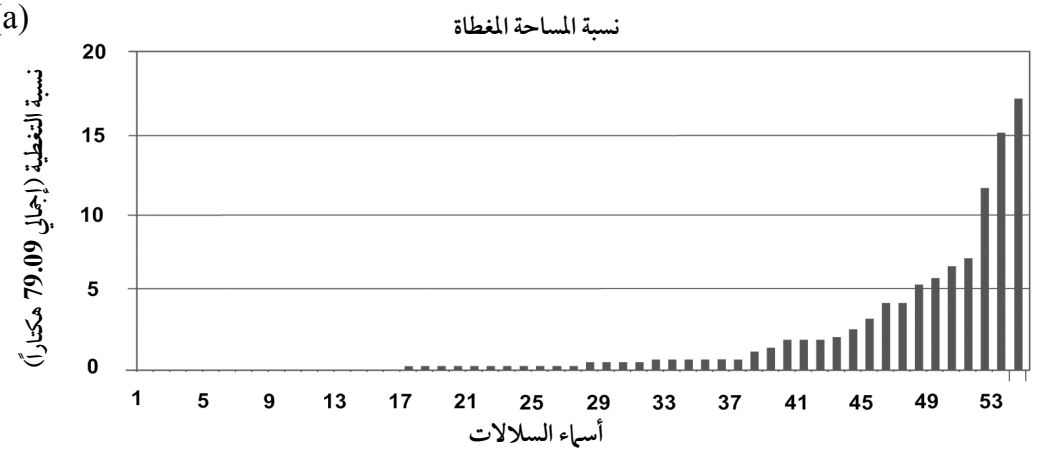
المصدر: Jarvis et al. (2007b).

وكما يوضح الشكل (5.3)، عندما يتم جمع وتحليل جميع البيانات المتعلقة بالمساحات والنسب المئوية للأسر التي تزرع أصنافاً تقليدية خاصة، كانت الصورة أقل وضوحاً.

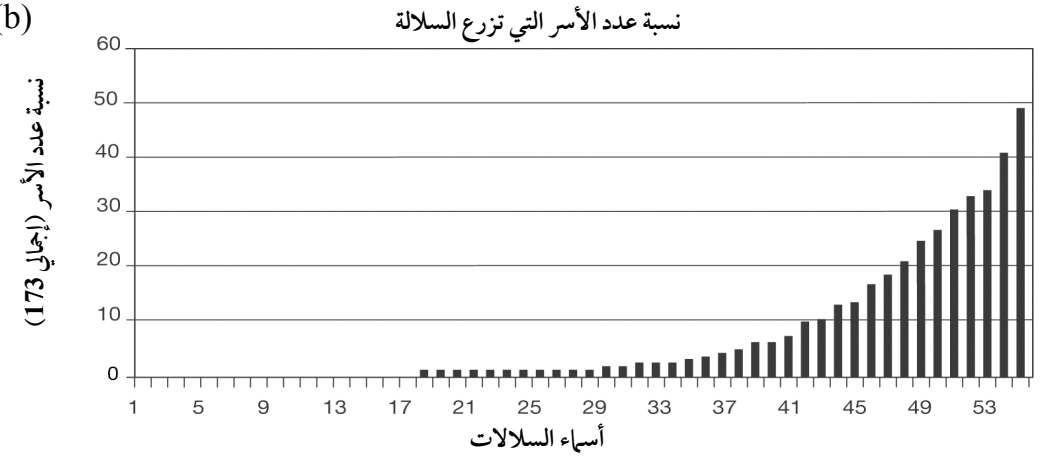
وفي العديد من المجتمعات التقليدية وبالنسبة للكثير من المحاصيل، فإنَّ أكبر عدد من الأصناف هو تلك النادرة والتي تُزرَع فقط في مساحات صغيرة. وغالباً ما تُزرَع في حقل واحد أو اثنين من قبل مزارع واحد، وغالباً لأسباب فريدة تماماً، ويبدو أنَّ هذه الأصناف هي الأكثر عرضةً لخطر الخسارة ببساطة عن طريق الصدفة (يموت المزارع أو يمرض أو يغيِّر رأيه ببساطة). لذلك فإنَّ تركيبها الوراثي وخصائصها قد تكون ذات أهمية خاصة، وقد ينبغي إعطاء هذه الأصناف أولوية في أي مجتمع محلي أو برنامج حفظ آخر.

الشكل 5.3. يبين الشكل 5.3a النسبة المئوية للمساحة التي يغطيها كل صنف؛ و5.3b يبين عدد المزارعين الذين يزرعون كل صنف؛ و5.3c يبين المقارنة ما بين النسبة المئوية للمساحة الفعلية التي تشغلها أصناف الأرز التقليدية والنسبة المئوية للأسر التي تزرع الصنف في منطقة منتصف التلال في كاسكي، نيبال. الأصناف في الربع العلوي الأيسر من 5.3c تُزرع من قبل العديد من المزارعين وتغطي نسبة مئوية كبيرة من مساحة القرية المخصصة لزراعة الأرز. كما يُزرع عدد كبير من الأصناف من قبل عدد قليل جداً من المزارعين، والتي تغطي في مجموعها نسبة صغيرة من المساحة المخصصة لزراعة الأرز. وبالنسبة لغالبية الأصناف المزروعة، تزداد المساحة المغطاة بصنف مع ازدياد عدد المزارعين الذين يزرعون هذا الصنف. وتجدر الإشارة إلى الأصناف التي تقع خارج التوجه الرئيسي، مثل النقطتين أسفل الخط الرئيسي، وهما الأصناف التي يزرعها كثير من المزارعين ولكن في مساحات صغيرة بحيث لا يزيد مجموع النسب المئوية للتغطية للصنف بنفس معدل الزيادة في الأصناف الأخرى. وهذان الصنفان (rato anadi و seto anadi) هما صنفان من الأرز يُزرعان بشكل شائع في الأراضي المروية أو في dhab (مناطق مغمورة بالماء باستمرار). وهي قيِّمة لإعداد المأكولات المحلية خلال الاحتفالات ولها دلالة دينية وثقافية خاصة، وتزرع في مساحات صغيرة من قبل العديد من المزارعين. (مجتزأ من Sadiki et al. 2007، بإذن من المنظمة الدولية للتنوع الحيوي Bioversity International).

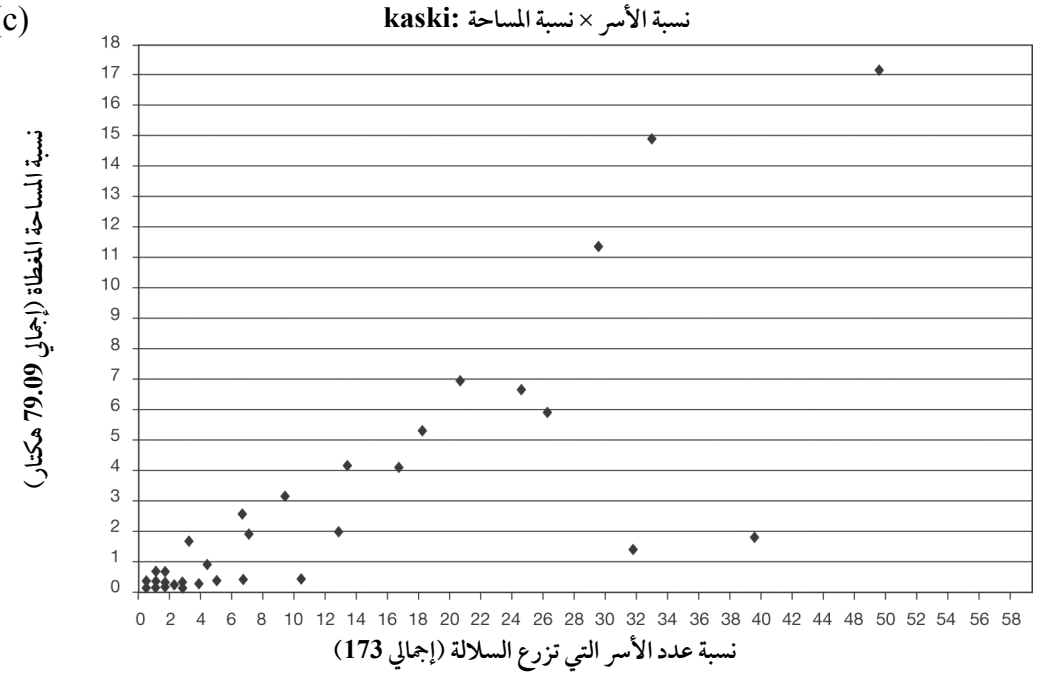
(a)


نسبة المساحة المغطاة
نسبة التغطية (إجمالي 79.09 هكتاراً)
20
15
10
5
0
1 5 9 13 17 21 25 29 33 37 41 45 49 53
أسماء السلالات

(b)


نسبة عدد الأسر التي تزرع السلالة
نسبة عدد الأسر (إجمالي 173)
60
50
40
30
20
10
0
1 5 9 13 17 21 25 29 33 37 41 45 49 53
أسماء السلالات

(c)


kaski: نسبة الأسر × نسبة المساحة
نسبة المساحة المغطاة (إجمالي 79.09 هكتار)
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 48 50 52 54 56 58
نسبة عدد الأسر التي تزرع السلالة (إجمالي 173)

ترميز وتحليل البيانات التشاركية

تنتج الإجراءات المذكورة أعلاه أنواعاً وأشكالاً مختلفة من البيانات. ويمكن أن تأتي المعلومات في شكل فئات منفصلة من الإجابات مثل الأسئلة المفتوحة التي تعطي بيانات نوعية، بينما تنتج الأدوات الأخرى مخرجات بصرية مثل الخرائط. ويتطلب تحليل هذه البيانات معالجة مسبقة للبيانات قبل أن يمكن وضعها في تنسيق Excel أو SPSS للتحليل. والخطوة الأولى هي ترميز البيانات الأولية في قاعدة بيانات موحدة عن طريق تحديد الهويات والقيم الرقمية. وتتم معالجة البيانات وفقاً لنوع البيانات الميدانية المجموعة من خلال الطرائق التشاركية المختلفة. ويمكن تصنيف هذه البيانات على نطاق واسع على أنها تتناول ما يلي: (1) تحديد الهوية والتوصيف (2) والتقييم والمقارنة (3) والتصور.

من الأمثلة على بيانات التحديد والتوصيف: قوائم الأسماء والمعايير والأوصاف والأسباب والبيانات الإسمية المماثلة الأخرى التي تحدد وتميز صنفاً معيناً. وتتضمن معلومات التقييم والمقارنة الرُّتب والنقاط والبيانات التي تَطلب من المزارعين التقييم والمقارنة والتمييز. ولتسهيل تشفير هذا النوع من البيانات، من المثالي تعيين نفس مدى النقاط أو المقاييس عند تصميم إجراءات جمع البيانات.

والتصريحات المتعلقة بالمعتقدات هي نوع آخر من البيانات التي تشمل التقييم والمقارنة. إذ يتم منح النقاط لكل جواب محتمل على مقياس تصنيف. وهذه تمثل اتجاه أو مدى أو مطابقة أو درجة التوافق مع معتقدات ومواقف ومعايير ودوافع معينة.

تشمل البيانات البصرية الخرائطَ والرسوم البيانية والعينات، التي تستخدم كأدوات بصرية للمزارعين لتوضيح معرفتهم بموضوع معين. وفي كثير من الأحيان، يتم استخدامها لتوضيح الموقع والاتجاه والعلاقة والنمط والتوجُّه. ويتم تمثيل البيانات بالرموز والعلامات والتسميات التي يتم رسمها أو كتابتها من قبل الخاضعين للمقابلات. وتتم معالجة هذه البيانات البصرية من خلال تحليل المحتوى، وهي طريقة لاستنباط المعاني التي ينقلها المزارعون من خلال الرموز على أنها بيانات ميدانية، ويتم ترميزها بعد ذلك إلى قاعدة البيانات من خلال الهويات والقيم الرقمية المخصصة لها. وتُعتبر كل خريطة أو رسم بياني، سواء تم الحصول عليها من مقابلة فردية أو جلسة مناقشة للمزارعين، وحدةَ مراقبةٍ واحدة. ويمكن تشفير مجموعة من الرسوم البيانية، مما ينتج عنه قاعدة بيانات يمكن تحليلها بنفس الطريقة التي يتم بها تحليل بيانات الاستبيان الأكثر تقليدية (يعطي الفصل الثامن مثالاً عن المعلومات المشفّرة من خلال هذه الطريقة؛ راجع أيضاً Jarvis and Campilan 2006).

وبمجرد أن يتم ترميز المعلومات يمكن تحليلها باستخدام Excel أو SPSS أو حزمة إحصائية أخرى. ومن المهم دائماً استخدام الإجراءات التي يمكنها اختبار معنوية أي توجهات أو اختلافات تم تحديدها، ويجب أخذ ذلك في الاعتبار عند تصميم برنامج العمل. ويعد وجود إحصائيٍّ كجزء من الفريق، أو على الأقل مناقشة الخطط مع الإحصائيين، جزءاً مهماً من عملية جمع البيانات.

تصميم التحقيق

فقط نادراً جداً (إن وجد) أن يكون من الممكن تنفيذ جميع الدراسات والتحليلات المختلفة التي تمت مناقشتها أعلاه، وسيكون من غير العملي الاعتقاد بأنها كلها ضرورية لدعم الصيانة في المزرعة واستخدام التنوع من قبل المزارعين في أي مجتمع. تتمثل إحدى الخطوات المهمة في عملية دعم الحفظ في المزرعة في تحديد الدراسات المطلوبة. يعتمد هذا إلى حدٍ كبير على الأسئلة التي تحتاج إلى إجابة فيما يتعلق بأي محصول أو منطقة، وكيف يمكن صياغتها بطرق توفر الإجابات المطلوبة ولكنها تقلل من عبء التحقيق.

وكما هو مذكور في الفصل الأول، هناك خمسة أسئلة تحتاج إلى نوع من الإجابة لتطوير استراتيجية لدعم الحفظ في المزرعة: ماذا وأين وكيف ومَن ومتى. تركِّز الإجراءات الموضَّحة في هذا الفصل والفصل الرابع على توفير المعلومات حول التنوع الوراثي الذي يتم الحفاظ عليه ("ماذا"). ويمكن أيضاً أن توفر الطريقة التي يتم بها جمع البيانات (التصميم التجريبي) نقطة دخول للإجابة على الأسئلة الأخرى – على سبيل المثال، ما إذا كانت المجتمعات المختلفة أو المزارعين في المجتمعات لديهم نفس الأنواع وكميات الأصناف التي لها نفس الصفات أو التنوع الوراثي، أو تحديد توزيعها الجغرافي داخل منطقة الدراسة. ويمكن لدراسة جيدة التخطيط أن تنتِج بعض النظريات الأولية عن الأهمية النسبية للعوامل الفيزيائية أو الحيوية أو الاجتماعية الاقتصادية في تحديد توزيع التنوع أو مقداره في مناطق محدَّدة أو في مزارع معيَّنة. ويمكن العثور على مزيد من الشرح للأهمية النسبية لهذه العوامل في الفصول من السادس إلى التاسع.

ومن المهم عند التخطيط لأي دراسة وضع أهداف الدراسة بعين الاعتبار، لأنَّ ذلك سيؤثر على الأسئلة التي سيتم طرحها والبيانات التي سيتم جمعها. فعلى سبيل المثال، إذا كان الهدف الرئيسي هو دعم مرونة المجتمع وقدرته على التكيف مع تغير المناخ من خلال الحفاظ على الأصناف التقليدية، فإنَّ الأسئلة حول من يحافظ على التنوع وكيف يمكن دعم أنظمة الحفظ الحالية تصبح محورية في العمل. ومن ناحية أخرى، إذا كان الهدف هو ضمان الحفاظ على أقصى قدر من التنوع، فمن المحتمل أن يكون الوصف الكامل للتنوع باستخدام بنية

الأصناف والطرائق الجزيئية له أولوية عالية (على سبيل المثال، في حالة الأرز الذي يُزرع على ارتفاعات عالية في نيبال [Bajracharya et al. 2005]. وإذا كان الهدف يتعلق بالتآكل الوراثي، فسيكون هناك حاجة إلى مقاربة زمنية مدعومة بالدراسات الجزيئية والزراعية الشكلية كما استَخدم من قبل Vigouroux et al. (2011a, b) في عملهم على التغييرات في التنوع الوراثي في الدخن والذرة السكرية في النيجر. وكما ذُكر سابقاً، فإنَّ تحديد الأسئلة التي يرغب المرء في طرحها هو جزء مهم من تحديد الطريقة الجزيئية المستخدمة. وفي الواقع، فإنَّ تحديد الأسئلة الصحيحة التي يجب طرحها، وتصميم الدراسات التي ستكون مطلوبة، وتخطيط العمل الذي يمكن أن يقدِّم الإجابات المطلوبة، هي أجزاء أساسية لأي عمل يهدف إلى دعم الحفاظ على الأصناف التقليدية في المزرعة.

ما هي بنية أصناف المحاصيل في المنطقة قيد الدراسة وكيف يتم الحفاظ عليها؟

من المحتمل أن تكون هذه هي الخطوة الأولى في أي دراسة تقريباً للحفاظ على الأصناف التقليدية واستخدامها. إنَّ النمط المنظم للأسماء والأصناف التي يمكن التمييز بينها بوضوح، الذي يكون موجوداً في الأرز في نيبال أو في أصناف البطاطا في بيرو غالباً لا يكون موجوداً في محاصيل أخرى. على سبيل المثال يتم تسمية معظم الشعير التقليدي في المغرب فقط بالبلدي (محلي). وهذا لا يعني أنه ينقص وجود نظام محدد لتصنيف الأصناف وفصلها. والهدف من التحليل هو محاولة فهم كيفية تمييز الكثير من مجموعات البذور ضمن وما بين المجتمعات وربط الأسماء والصفات بنشاطات الإدارة.

ما هو توزع التنوع الوراثي ما بين وضمن الأصناف التقليدية؟

إنَّ هنا الاهتمام ينصبّ على التنوع الوراثي وطريقة توزعه في المحصول في المنطقة. وينبغي تحديد عدد الأصناف مع بيانات عن وجودها والتي يمكن استخدامها لتحديد ما هو شائع ومنتشر بشكل واسع وما هو نادر. وستكون هناك حاجة لتقدير التنوع الوراثي ما بين وضمن الأصناف، وإذا أمكن تقدير مدى احتواء هذه الأصناف على مكونات "أشكال بديلة خاصة" غير موجودة في الأصناف الأخرى. وسيكون التباين في كل من واسمات تتابع القواعد الآزوتية المعبَّر عنه (ESTs) وتتابع القواعد الآزوتية للـ SSR غير المعبر عنه مفيداً إذا سمحت الموارد بذلك. وإنَّ البيانات حول الأنواع البيئية التي تمَّ الحصول عليها من التجارب على مستوى المزرعة أو على مستوى المحطة، جنباً إلى جنب مع تصوُّر المزارعين حول الصفات المهمة في الأصناف المختلفة، توفر البياناتِ التكميلية الضرورية عن التباين المفيد الذي يمكن أن يساعد في توجيه قرارات الحفاظ على الأصناف.

ما هو التوزيع الجغرافي للتنوع المراقب؟

في حين أنَّ الاهتمام (ومعظم الأنشطة) قد يركز على مجتمع أو منطقة معينة، فمن المحتمل أيضاً أن يكون هناك اهتمام بكيفية تفرُّد المنطقة من حيث التنوع الموجود لأي محصول. وسيتطلب ذلك أخذ عينات إضافية في مناطق أخرى توفِّر معلوماتٍ كافيةً لتقييم ما إذا كان هناك تباين إضافيٌّ خارج المنطقة المستهدفة. وفي إحدى الحالات الصعبة، في شبه جزيرة يوكاتان في المكسيك، قُورنت عينة من 15 صنفاً من الذرة من قرية واحدة، ياكسكابا، بمجموعة من مُدخلات الذرة التي أجريت على مستوى منطقة شبه الجزيرة. وتم تجميع مجموعات من 314 جماعة ذرة، من بينها 182 من ياكسكابا والمناطق المجاورة، والباقي من الولايات الثلاث لشبه الجزيرة: ولاية يوكاتان، ولاية كوينتانا رو، وولاية كامبيتشي. تميزت الجماعات بـ 34 صفة شكلية وتطورية وتم تحليلها باستخدام تحليل المكون الأساسي للتباين. وترتبط الصفة الشكلية الرئيسية التي تصف الاختلاف بين جماعات يوكاتان بالصفات التكاثرية مثل أبعاد النورة الزهرية المذكّرة والمؤنّثة والعرنوس. قام المحور الرئيسي الأول للمكونات الذي تم فصله بتأسيس ولايَتَيْ كوينتانا رو وكامبيتشي وأصناف ولاية يوكاتان. إنَّ أبعاد المجموع الخضري للنباتات هي المُسهِم الرَّئيسي في المحور الثاني، وتغطي جماعات الذرة من ياكسكابا والمجتمعات المجاورة تقريباً كامل انتشار التنوع الشكلي (Arias 2000; Chavez-Servia et al. 2000; Sadiki et al. 20072007).

ويتم تقديم أدوات أخرى للتحليل المكاني، مثل نظام المعلومات الجغرافية (GIS)، الذي يمكن أن يدمج البيانات المكانية البيئية والاقتصادية مع المعلومات الأخرى المحيطة بالتنوع الوراثي للمحاصيل في الفصل التالي (الفصل السادس).

يمكن من هذه الأسئلة العامة أن تظهر المزيد من الأسئلة الخاصة، لتشكل أساس النظريات القابلة للاختبار والتي تسمح للباحث بالتركيز على جوانب خاصة مثل الطرق التي يتم بها الحفاظ على التنوع؛ الأهمية النسبية للجوانب الوراثية الخاصة مثل الانتخاب، الهجرة، أو سيل المورثات؛ أو إمكانية تحسين بعض الأصناف الأكثر أهمية. كيفية جمع هذه الجوانب المختلفة معاً لتقديم صورة كاملة عن إدارة واستخدام الصنف التقليدي تم مناقشتها في الفصل الحادي عشر.

للمزيد من القراءة:

Agarwal, M., N. Shrivastava, and H. Padh. 2008. "Advances in molecular marker techniques and their applications in plant sciences." Plant Cell Reporter 27:617–31.

Bohn, L., A. S. Meyer, and S. K. Rasmussen. 2008. "Phytate: impact on environment and human nutrition. A challenge for molecular breeding." Journal of Zhejiang University Science B 9:165–91.

Brown, A. H. D. 1999. “The genetic structure of crop landraces and the challenge to conserve them in situ on farms.” Pp. 29–48 in Genes in the Field: On-Farm Conservation of Crop Diversity (S. B. Brush, Ed.). Lewis Publishers, Boca Raton.

Dunn, G., and B. Everitt. 2004 (1982). An Introduction to Mathematical Taxonomy. Cambridge University Press, Cambridge.

Emerson, R. M., R. I. Fretz, and L. L. Shaw. 2011. Writing Ethnographic Field Notes, ٢nd ed. University of Chicago Press, Chicago.

Excoffer, L., and G. Heckel. 2006. “Computer programs for population genetics data analysis: a survival guide.” Nature Reviews Genetics 7:745–58.

Gonsalves, J., T. Becker, A. Braun, D. Campilan, H. De Chavez, E. Fajber, M. Kapiriri, J. Riveca-Caminade, and R. Vernooy (Eds.). 2005. Participatory Research and Development for Sustainable Agriculture and Natural Resource Management: A Sourcebook.

Volume 1: Understanding Participatory Research and Development. CIP-upward, Laguna, Philippines; and IDRC, Ottawa, Canada.

Guillot, G., R. Leblois, A. Coulon, and A. C. Frantz. 2009. “Statistical methods in spatial genetics.” Molecular Ecology 18:4734–56.

Hoban, S., G. Bertorelle, and O. E. Gaggiotti. 2012. “Computer simulations: tools for population and evolutionary genetics.” Nature Reviews Genetics 13:110–22.

Kennedy, G., and B. Burlingame. 2003. “Analytical, nutritional and clinical methods analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective.” Food Chemistry 80:589–96.

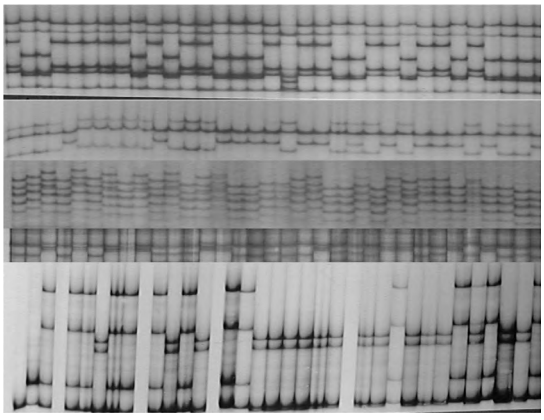
Mead, R., R. N. Curnow, and A. M. Hasted. 2003. Statistical Methods in Agriculture and Experimental Biology, 3rd ed. Chapman and Hall/CRC.

Mutsaers, H. J. W., G. K. Weber, P. Walker, and N. M. Fisher. 1997. *A Field Guide for On-Farm Experimentation.* IITA/CTA/ISNAR, Ibadan.

Sadiki, M., 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. Kara- mura, D. Williams, J. L. Chavez-Servia, B. Sthapit, and V. R. Rao. 2007. “Variety names: an entry point to crop genetic diversity and distribution in agroecosystems?” Pp. 34–76 in *Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems* (D. I. Jarvis, C. Pa- doch, and H. D. Cooper, Eds.). Columbia University Press, New York.

Wildi, Otto. 2010. *Data Analysis in Vegetation Ecology.* John Wiley and Sons, Chiches- ter, UK.

اللوحة 5. إنَّ تطوير فهم واضح لبنية الأصناف والطرق التي يستخدم بها المزارعون أسماء الأصناف يتضمَّن عملية تشاركية متكررة يقدم فيها المزارعون، كأفراد ومجموعات، فهماً لكيفية رؤيتهم لأصناف المحاصيل التي يزرعونها. توضح الصورتان العلوية والسفلية على اليسار المزارعين الذين يصفون الطرق التي يُميزون بها أصناف المحصول الخاصة بهم. وفي الصورة اليسرى العلوية، يعقد المزارعون الأوغنديون مناقشات في الحقل الذي يُزرع فيه أصناف الموز وموز الجنة. وفي الصورة اليسرى السفلية، أحضر المزارعون المغاربة أصنافهم المحلية المختلفة من الشعير معهم للمناقشة. وتُظهر الصورة العلوية اليمنى كيف يتم بعد ذلك تجميع الأصناف الموصفة من الفاصولياء الشائعة في أوغندا لعرض هذه المعلومات مع أسماء الأصناف في صفوف، والصفات التي استخدمها المزارعون لوصف أصنافهم في الأعمدة. وبهذه الطريقة يمكن للمزارعين، مع الباحثين، مقارنة الصفات الوصفية. وتُظهر الصورة اليمنى السفلية سيدتين في ساراغورو، الإكوادور، وهما تناقشان الصفات المختلفة لبذور الفاصولياء الشائعة لأصناف محلية مختلفة. اعتمادات الصور: P. De Santis (أعلى وأسفل اليسار)، وJ. Coronel (أسفل اليمين)، وD. Jarvis (أعلى اليمين).



اللوحة 6. تصنيف النباتات إلى أنواع ظاهرية هو التقييم الشامل لصفات معقدة مثل النمو والتطور والتحمل والمقاومة والهندسة الشكلية والفيزيولوجيا، وعلم البيئة، والمحصول، والقياس الأساسي للمعايير الكمية الفردية التي تشكل الأساس لصفات أكثر تعقيداً. ويشمل التوصيفَ والتقييم ويتراوح من المراقبة المباشرة لتجارب الحقل الواحد إلى التحليل الدقيق لصفات خاصة في ظروف متحكم بها. في الصورة الموجودة في أعلى اليسار: تجربة قطاع تنوع يستخدمها المزارعون مع باحثين لتقييم الصفات الزراعية الشكلية للأصناف التقليدية للأرز في بيغناس، نيبال. وفي أعلى اليمين: جزء من قطاع تجريبي كبير من 400 مدخل من القمح القاسي يجري تقييمه للتأقلم مع تغير المناخ في جيريجيرا، أمهارا، إثيوبيا. وفي أسفل اليسار: منشأة للتصنيف بحسب النوع الظاهري تمَّ تطويرها لتسمح بتحديد الصفات المميزة في ظروف متحكَّم بها على نحو كبير، مما يتيح تحليل الجماعات المتفرقة مع الدراسات الوراثية الجزيئية. وفي أسفل اليمين: بعض هلامات SSCP (التعددية الشكلية التكوينية للسلسلة المفردة) للقمح تشير إلى تعددية شكلية بين قطع الـ PCR التي تختلف باختلاف الطفرات. وحصلت التعددية الشكلية من تحول الحركة بسبب البنية الثانوية. اعتمادات الصور: B. Sthapit (أعلى اليسار)، C. Fadda (أعلى اليمين)، Anthony Pugh Photography/ IBERS Aberystwyth University (أسفل اليسار)، D.R. See (أسفل اليمين).

الفصل السادس

المكونات الحيوية وغير الحيوية للنظم البيئية الزراعية

عند نهاية هذا الفصل فإنَّ القارئ يجب أنْ يكونَ لديه فهماً لما يلي:

- كيفية تحديد وتوصيف العوامل البيئية الأساسية التي تؤثر في التنوع الوراثي للمحاصيل والإنتاجية.
- كيفية جمع المعلومات المتعلقة باطّلاع المزارع على البيئة الفيزيائية الحيوية وتحليل هذه المعلومات.
- الدور المُتاح للتنوع الوراثي للمحاصيل في دعم وظائف النظام البيئي.

توصيف النظام البيئي الزراعي

تتكون الأنظمة البيئية الزراعية من مكونات غير حيوية ومكونات حيوية في النظام الزراعي الذي يُديره الإنسان. والأنظمة البيئية الزراعية هي المجالات التي يحدث فيها تطور المحاصيل، إذ تبدي جهوداً وفُرصاً يجب أن يتكيف معها المزارعون والمحاصيل من أجل نجاح عملية النمو. وتشمل المكونات غير الحيوية للأنظمة البيئية الزراعية درجة الحرارة والتربة والماء والرطوبة النسبية والضوء والرياح. فيما تشمل المكونات الحيوية الآفات الطفيلية وآكلات الأعشاب والتنافس بين المحاصيل من جهة والنباتات الأخرى من جهة ثانية، وكذلك العلاقات المواتية (التكافلية) بين الأحياء مثل الأحياء التي تعيش تحت الأرض والملقِحات. وأمّا المزارعون الذين يتحكمون بهذه العوامل من خلال الري وتقديم المواد الغذائية والتحكم بالحشرات وتحضير الأرض وعمليات الزراعة المختلطة/ المتناوبة، وكذلك من خلال نشاطات أخرى يقومون بها، فهم أيضاً "مكوِّن حيوي" للأنظمة البيئية الزراعية.

وتتنوع العوامل الحيوية وغير الحيوية بمرور الزمن (ويصحبها تغيرات موسمية وسنوية وعشوائية) وبحسب المساحة، من المساحة البيئية الصغيرة جداً إلى المساحة البيئية ذات البعد المناطقي. وتتوفر المعالجة المتعمقة لكل عامل على حدة في معظم الكتب البيئية الزراعية (انظر Glissman [2015] والنصوص المُوصى بقراءتها في نهاية هذا الفصل). وينصّب تركيز هذا الفصل على توفير فهم للطرق والأدوات المستخدمة لتحديد خصائص المكونات الحيوية وغير

الحيويـة للنظـم البيئيـة الزراعيـة التـي تؤثـر في مـدى التنـوع الوراثـي للمحاصيـل في المـزارع وفي توزعـه، ويتّـم هـذا التحديـد مـن خـلال اسـتخدام البيانـات التجريبيـة والمعلومـات المتوفـرة لـدى المزارعـين، كـما يركـز هـذا الفصـل عـلى توفـير إطـار لـدور التنـوع الوراثـي للمحاصيـل في دعـم وظائـف النظـم البيئيـة.

المكونات غير الحيوية للنظم البيئية الزراعية

تلعـب العديـد مـن العوامـل غـير الحيويـة المختلفـة دوراً في التأثـير في مـدى تنـوع المحاصيـل التقليديـة في نُظـم الإنتـاج الزراعـي وتوزعـه. ومـن العوامـل الأكثـر أهميـة: الاختلافـات في الطوبوغرافيـا والارتفـاع عـن سـطح البحـر والانحـدار والاتجـاه، وكميـة الأمطـار وتوزعهـا، والتقلبـات في درجـة الحـرارة، وشـدة الضـوء، وسرعـة الريـاح، ومسـتويات تركيـز غـاز ثـاني أكسـيد الكربـون، وخـواص التربـة بـما في ذلـك البنيـة والخصوبـة والسـميّة المحتملـة.

العوامل المناخية

درجـة الحـرارة: تؤثـر درجـة الحـرارة تقريبـاً في كل عمليـة فيزيولوجيـة وفينولوجيـة في النباتـات، بـما في ذلـك الإنبـات والنمـو وعمليـة التمثيـل الضوئـي والتنفـس والإزهـار وانعقـاد الثـمار والتطـور. وبالنسـبة لمعظـم النباتـات فهنـاك مـدى ضيـق نسـبياً مـن درجـات الحـرارة تصـل فيهـا هـذه العمليـات الفيزيولوجيـة إلى الأداء الأمثـل. وتبـدي أنـواع المحاصيـل عـادةً تكيفـاً عامـاً مـع المنـاخ الأكثـر بـرودة أو دفئـاً، ولكنهـا تبـدي أيضـاً عـلى قـدر مسـاوٍ مـن الأهميـة قـدرةً عـلى تحمـل الدرجـات القصـوى مـن الحـرارة أو الـبرودة وتكمـل نموهـا الفيزيولوجـي (يتّـم مناقشـته في الفصـل السـابع). ففـي الأراضي الزراعيـة ذات الارتفـاع الأعـلى عـن سـطح البحـر في المناطـق الجبلية الاسـتوائية، عـلى النباتـات أن تتكيـف مـع درجـات الحـرارة القريبـة مـن التجمـد ليـلاً إلى التعـرض الشـديد لحـرارة الشـمس في الأيـام المشمسـة الصحـوة. فعـلى سـبيل المثـال يمكـن أن تكـون التقلبـات في درجـة الحـرارة اليوميـة شـديدة في المناطـق الاسـتوائية المرتفعـة عـن سـطح البحـر. وتخضع درجة الحرارة وكذلـك الهطـولات المطريـة طـوال اليوم لتغيرات موسـمية منتظمـة في المناطـق الأكثـر ارتفاعـاً عـن سـطح البحـر. ويتّـم قيـاس درجـة الحـرارة عـادة إمـا شـهرياً أو موسـمياً؛ وفي كلتـا الحالتـين ينبغـي تقديـم القيـم المتوسـطة والدنيـا والعليـا، وينبغـي إعطـاء المسـافة إلى أقـرب محطـة للأرصـاد الجويـة إذا كانـت معروفـة. كـما ينبغـي أيضـاً الإبـلاغ عـن حـدوث صقيـع إمّـا مـن خـلال تقديـر عـدد أيامـه في السـنة، أو مـن خـلال تحديـد أول و آخـر حالـة صقيـع في السـنة.

المـاء: في جميـع البيئـات الجافـة وشـبه القاحلـة والجافـة الموسـمية في العـالم، قـام المزارعـون إجمـالاً بتكييـف زراعتهـم بحيـث يتمكنـون مـن التعامـل مع نـدرة الميـاه أو العجـز في الميـاه. إنَّ العوامـل الأكثر

أهمية بالنسبة للمزارعين الذين يعتمدون على الزراعة المطرية هي التوزيع والانتظام والتنبؤ بهطول الأمطار؛ وهو ما يعني أوقات هطول الأمطار خلال السنة، وعدد مرات الهطول، ودرجة التغير في الهطول المطري بين فترة زمنية وأخرى تليها. كما يمكن أن يكون لفترة هطول الأمطار وشدتها آثارٌ مهمةٌ على ظروف المَزارع مثل تفشي الآفات والأمراض المحتملة أو حدوث فيضانات في المناطق المنخفضة. ويتّم تسجيل التهطال المطري بناءً على متوسطات سنوية أو موسمية. ومن المهم أيضاً توثيق كميات الهطولات المطرية التي تحدث لمرة واحدة.

الضوء: تعتمد جميع المحاصيل الزراعية على أشعة الشمس باعتبارها مصدراً أساسياً للطاقة، حيث تحصل هذه المحاصيل على الطاقة من خلال عملية التمثيل الضوئي، وتحولها إلى طاقة كيميائية، وتخزنها على شكل مواد كربوهيدراتية. ويمكن أن تكون كمية الضوء التي يتلقاها النبات في بيئته الميدانية عاملاً رئيساً يؤثر في المعدل الذي يكون عنده النبات قادراً على القيام بعملية التمثيل الضوئي، وبالتالي يؤثر بقوةٍ في إنتاجية النبات الإجمالية. وتتشكل بيئة الضوء الخاصة بالنبات على نطاق واسع من خلال خطوط العرض والارتفاع عن سطح البحر في المكان الذي ينمو فيه النبات، لإنَّ كلا العاملين يؤثران على كثافة ضوء الشمس الذي يتّم التعرض له ومدته. إذ يمر ضوء الشمس الذي يصل إلى خطوط العرض الأعلى خلال أشهر الشتاء عبر مسافة أكبر في الغلاف الجوي الموجود حول الأرض قبل الوصول إلى النباتات على السطح، مما يجعله أقل كثافة من الضوء الذي تتلقاه النباتات التي تنمو في المناطق المدارية القريبة من خط الاستواء. وتتلقى النباتات التي تنمو على ارتفاعات أعلى في المناطق الاستوائية قدراً كثيفاً من الضوء بصورة خاصة لإنَّ الغلاف الجوي يكون أقل سماكة في المناطق الأكثر ارتفاعاً عن سطح البحر، وبالتالي تكون نسبة الضوء التي يتّم امتصاصها وتشتيتها أقل.

يمكن للضوء أن يكون قياساً نوعياً يعتمد على التعرض لأشعة الشمس (مثل عدم وجود الظل أو الظل الجُزئي أو الظل الكامل)، كما يمكن قياسه بالفترة الضوئية في نقطة محددة خلال موسم النمو (القيم المتوسطة، والقيم القصوى، والقيم الدنيا). وقد تكون شدة الضوء أيضاً أداةً بيئية مهمة في بعض المناطق مثل المناطق الاستوائية عالية الارتفاع عن سطح البحر، حيث يؤدي الغلاف الجوي الرقيق إلى تدفقات عالية من الضوء المرئي والأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء التي تتطلب تكيفات من جانب المحاصيل الزراعية.

وعادةً تقترن البيئات الطبيعية التي تقع على ارتفاعات عالية عن سطح البحر بعوامل غير حيوية معينة، بما في ذلك انخفاض وجود غاز ثاني أكسيد الكربون، وتوفر الهطولات المطرية وتغيراتها الكبيرة، والضوء والتربة وكذلك درجة الحرارة. وبالمثل فإنَّه من المرجح

أن يكـون لمناطـق جغرافيـة بيئيـة أخـرى "اقـتران" بعوامـل غـير حيويـة. وتقـترن المناطـق شـبه الصحراويـة بالتربـة الضحلـة الرمليـة، والمعـدل المنخفـض لهطـول الأمطـار، ودرجـات لحـرارة التـي تصـل إلى حـدود قصـوى. وقـد تتأثـر أيضـاً بالريـاح القويـة، التـي يتّـم قياسـها بقيـاس معـدل تواتـر الريـاح التـي تصـل قوتهـا لقـوة الأعاصـير، أو بقيـاس سرعـة الريـاح القصـوى السـنوية (كـم/ ثانيـة). يؤثـر الانحـدار والاتجـاه أيضـاً عـلى بيئـة الرطوبـة في المواقـع الميدانيـة بطـرق أكثـر دقـة إلى حدٍ مـا، مـع ميـل المنحـدرات المواجهـة للشـمال إلى الاحتفـاظ بالرطوبـة لمـدة أطـول، وجفـاف المواقـع المواجهـة للجنـوب عـلى نحـو أسرع بسـبب زيـادة التعـرض لأشـعة الشـمس، وهـو مقيـاس لطاقـة الإشـعاع الشـمسي التـي تتلقاهـا مسـاحة مـا والمسـجلة خـلال فـترة زمنيـة معينـة.

للحصـول عـلى نـص عام حـول الأرصـاد الجويـة، يتضمـن دراسـة التغـيرات في الغـلاف الجوي (درجـة الحـرارة والرطوبـة وضغـط الهـواء والريـاح) وتأثيراتهـا في الطقـس، بإمـكان القـارئ العـودة إلى (Ahrens 2012). كـما يـوصى بالعـودة إلى كـما (Neelin 2011) و (Bonan 2008) لمزيـد مـن المعلومـات المفصلـة عـن عمليـات التغيـير المناخـي البيئيـة وقياسـها.

التربة

تتشـكل التربـة مـن خـلال مجموعـة مـن العمليـات الفيزيائيـة والكيميائيـة والبيولوجيـة، التـي تسـاعد جميعهـا في تحديـد الخصائـص المعينـة لتربـة مـا. والكتـب التـي تتنـاول عمليـات تشـكيل التربـة وبنيـة التربـة وكيميـاء التربـة وتغذيـة التربـة تتضمـن (Brady and Wiel 2007) و(Plaster 2009). وتشـمل متغـيرات التربـة الماديـة نـوع الصخـور الأساسـية أو المـواد الأم، أو طريقـة الانتقـال الخاصـة (عـلى سـبيل المثـال المـاء أو الريـاح أو الثلـوج أو الجاذبيـة) للحبيبـات المعدنيـة التـي ظهـرت في تشـكيل التربـة، وحجـم تماسـك حبيبـات التربـة ودرجـة تماسـكها (باعتبـار الرمـل والطمـي والطـين الأنـواع الرئيسـية لحبيبـات التربـة).

وتشـمل العمليـات الكيميائيـة إطـلاق المعـادن مـن المـادة الأم (مـن خـلال عمليـات الإماهـة والحلمهـة، والانحـلال والأكسـدة)، وتشـكيل المعـادن الثانويـة – ومنهـا الطـين عـلى نحـو بـارز – في التربـة غـير المتماسـكة. ومـن بعـض الخصائـص الرئيسـية للتربـة التـي تؤثـر عـلى نحـو كبـير في نمـو المحاصيـل: سـعة تبـادل الشـحنات، ودرجـة الحموضـة، ونقـص العنـاصر الغذائيـة. إنَّ سـعة تبـادل الشـحنات في التربـة هـي مقيـاس لمـدى قـدرة التربـة عـلى الاحتفـاظ بالعنـاصر الغذائيـة المعدنيـة، بـما في ذلـك النـترات والفوسـفات (أيونـات سـالبة الشـحنة)، والبوتاسـيوم والكالسـيوم (أيونـات موجبـة الشـحنة). وإنَّ التربـة ذات السـعة العاليـة لتبـادل الشـحنات قـادرة عـلى ربـط العنـاصر الغذائيـة، ومنـع ارتشـاحها، وجعلهـا متوفـرة للمحاصيـل والحيـاة النباتيـة الأخـرى. والخاصيـة ذات الصلـة هـي الرقـم الهيدروجينـي للتربـة، وهـي الخاصيـة التـي تقيـس توازنهـا الحمـضي القاعـدي.

ويمكن أن يكون نقصُ العناصر الغذائية في التربة أو سميةُ التربة ذا أهمية خاصة في تحديد بقاء أنواع المحاصيل وإنتاجيتها في النظام البيئي الزراعي. فقد تعاني التربة من نقص في النيتروجين أو الفوسفور أو البوتاسيوم، وكذلك في العناصر الغذائية الصغرى الثانوية مثل المغنيزيوم والكبريت والزنك والبورون. وفي المقابل، قد يظهر الحديد والمنغنيز والألمنيوم بكميات كبيرة ما يسبب حدوث السُمّية. وقد يكون توافر العناصر الغذائية مرتبطاً بدرجة حموضة التربة وأنظمة الهطولات المطرية.

تحتوي التربة على نباتات (على شكل جذور وجذمورات) وفطريات وميكروبات والحيوانات الصغيرة جداً والحيوانات الكبيرة التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة. ولذا فإنَّ تراكُم المواد العضوية في التربة من خلال عمليات التحلل والتمعدن يخلق ما يسمى بالدُّبال. إنَّ كيمياء القمامة، التي لها أساس وراثي قوي وتتنوع بين الأنماط الوراثية، مسؤولة عن قدر كبير من التنوع في معدلات تغير التنفس، ومعدلات تحلل الكربون والنيتروجين، وتوفر النترات والأمونيوم. وللعودة إلى نصوص ذات صلة بالحيوانات في التربة والأحياء الدقيقة عليك أن تعود إلى .(Sylvia et al 2004) و (Paul 2007) وعادة ما تؤدي العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية المذكورة أعلاه إلى حدوث طبقات أو طبقات تُربية معينة في التربة.

الاضطراب البيئي

يُشار في علم البيئة إلى التغيرات العشوائية المتقطعة أو الدورية في مستويات المكونات غير الحيوية أو الحيوية للنظم البيئية الزراعية على إنَّها أحداث عشوائية. هذه هي نوبات من التغيرات غير الحيوية أو الحيوية التي تمثل خروجاً كبيراً غيرَ متوقع عن الظروف البيئية العادية. ويتأثر تأثير الأحداث العشوائية بشدة بتكرارها وكثافتها ومدتها. إنَّ حالات الجفاف أو الأمطار الغزيرة التي تسببها ظاهرة النينيو (اعتماداً على المكان الذي توجد فيه) هي أحداث عشوائية، كما هو الحال في تفشي آفات أو أوبئة شديدة. وتؤدي عادة الأحداث العشوائية إلى ضغط شديد على المحاصيل الزراعية، ويمكن أن تقلل على نحو كبير من حجم كميات المحاصيل في تجمُّع زراعي أو منطقة ما.

مستويات ثاني أكسيد الكربون وتغير المناخ

على مدى القرنين الماضيين، أدى حرق الوقود الأحفوري وتغير استخدام الأراضي إلى ارتفاع تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي من مستوى التركيز في مرحلة ما قبل الصناعة الذي بلغ 280 جزءاً في المليون إلى أكثر من 400 جزءٍ في المليون في يومنا هذا (Show-stack 2013). ويُقاس غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بوحدة الوزن

الجزيئي الجاف، الذي يعرَّف بأنَّه عدد جزيئات غاز ثنائي أكسيد الكربون مقسوماً على عدد جزيئات الهواء الجاف مضروبًا بمليون (جزء بالمليون). والطريقة الأكثر مباشرة لقياس تركيزات غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي على فترات قبل أخذ العينات مباشرة هي قياس فقاعات الهواء (الشوائب السائلة أو الغازية) العالقة في الصفائح الجليدية في القارة القطبية الجنوبية أو جرينلاند. إنَّ التباين المضطرب (المعروف أيضاً باسم الترابط المضطرب والتدفق المضطرب) هو تقنية رياضية تقيس وتحسب تدفق غاز ثاني أكسيد الكربون العمودي المضطرب بين الغلاف الجوي والمحيط الحيوي. وبشكل عام تُظهر التجارب الحرة لتخصيب غاز ثاني أكسيد الكربون (FACE)، حيث تزرع النباتات في التربة الطبيعية، معدلاتٍ أعلى من التمثيل الضوئي والإنتاجية في النباتات في جو تكون فيه نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون مرتفعة، بما في ذلك أنواع المحاصيل. ومن المرجح أن تكون الإنتاجية المحتملة الناجمة عن تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون المتزايد في الغلاف الجوي مختلفةً اختلافاً كبيراً عند التطبيق العملي، مما يعكس التغييرات في العوامل البيئية الأخرى مثل درجة الحرارة ورطوبة التربة وتوفير العناصر الغذائية المحدودة الأخرى وكذلك التغيرات في جماعات الآفات والعوامل الممرضة (Leaky at al. 2012).

وفي ظل النماذج الحالية لتغير المناخ العالمي، يُعتبر ارتفاع نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون أحد التغيرات العديدة المتوقعة في الظروف البيئية الزراعية للنظم الزراعية. وتشير النمذجة المناخية إنَّ المزارعين سيحتاجون إلى تكييف محاصيلهم ونشاطاتهم الزراعية للتعامل مع درجات الحرارة المتزايدة (في حدها الأقصى أثناء النهار وحدها الأدنى في الليل)، ومع التغيرات في توقيت الهطولات المطرية ورطوبة التربة، وكميتها، وكذلك توزيعها، ومع زيادة تواتر الأحداث العشوائية وشدتها. وقد تسنح بعض الفرص لتوسيع الإنتاج إلى مناطق جديدة أو من خلال إدخال محاصيل جديدة (على سبيل المثال في الحدود العلوية المرتفعة عن سطح البحر للمحاصيل الرئيسية في المناطق الجبلية مثل جبال الأنديز أو جبال الهيمالايا). وقد يؤدي ارتفاع درجات الحرارة جنباً إلى جنب مع تزايد هطول الأمطار إلى زيادة الضغوط الفيزيولوجية على العديد من المحاصيل. على سبيل المثال، تؤدي درجات الحرارة التي تصل إلى أكثر من 32-35 درجة مئوية إلى خفض إنتاجية الأرز والذرة بنسبة 5 - 10 % (Gregory et al. 2009).

المكوّنات الحيوية للنُظم الزراعية البيئية

تتضمن المكونات الحيوية للنظم البيئية الزراعية التي لها تأثير على الحفاظ والاستفادة من التنوع الوراثي للمحاصيل، الأمراضَ والآفات والأعشاب والأعداء الطبيعية والملقِّحات والكائنات الحية تحت سطح الأرض. قد يكون التفاعل مع هذه الكائنات إيجابياً أو سلبياً أو محايداً مع نباتات المحاصيل، ويكون نطاقها واسعاً. وقد قُدرت خسائر المحاصيل التي تسببت بها

الآفات والأعشاب وحدها بنسبة 42 % من المحصول المحتمل (Pimentel and Cilveti 2007). أما على الجانب الإيجابي، فيُعتقد إنَّ الخدمات التي تقدمها الملقِّحات للزراعة تبلغ قيمتها ما بين 1 إلى 16 % من القيمة السوقية للإنتاج، وهو ما يعادل، اعتماداً على المحصول، 29 مليار دولار سنوياً في الولايات المتحدة وحدها (Hein 2009؛ Calderone 2012). وتتمتع التفاعلات الحيوية بالقدرة على التأثير في التنوع الوراثي للمحاصيل من خلال ممارسة ضغوطات الانتقاء أو منح مزايا انتقائية على نباتات محاصيل فردية (انظر الفصل السابع).

إنَّ التنافس هو تفاعل حيوي ناتج عن محدودية الموارد في النظام البيئي؛ يعاني فيه كلا الكائنين الحيين من حال أسوأ، حيث يستخدم كل منهما الموارد التي يحتاجها كلاهما. وقد يحدث التنافس بين كائنات حية من نفس النوع أو من نوعين مختلفين (على سبيل المثال، أنواع المحاصيل والأعشاب [Liebman and Gallandt 1997]). أما التقايض فهو تفاعل حيوي يؤثر فيه كائنان على بعضهما البعض تأثيراً إيجابياً؛ ولا ينجح أي من الكائنين في غياب الآخر. ويُعد التلقيح وعلاقة الفطريات الجذرية أمثلة على التقايض.

المُعايشة هي تفاعل بين الكائنات الحية يحصل فيها أحد الكائنات الحية على المساعدة من خلال ذلك التفاعل بينما لا يستفيد الكائن الآخر ولا يتضرر. ومن الأمثلة على المعايشة هو نباتات الظل مثل البُنّ (البُنّ العربي) الذي يحميه نوع من الشجر المثبّت للنتروجين الموفر للظل مثل ذلك الموجود في جنس شجر الإنجا، وهي أشجار منتشرة في بساتين البن المزروعة في الظل في أمريكا الوسطى (Gliessman 2015). في المقابل، تصف علاقة التساغب العلاقة بين كائنين حيين يؤثر فيها أحدهما سلبياً على الآخر من دون أن يتلقى أي فائدة، مثل إطلاق نبتة لمركب في البيئة يكون له أثر مثبط أو تحفيزي على كائنات أخرى، أو ما يُعرف بالتضاد الأحيائي الكيماوي. أما علاقة التطفل فتقوم على استفادة كائن حي من آخر أو ربما الاعتماد عليه بحيث يُلحق الضرر به، كما هو الحال في بعض أمراض المحاصيل. وأخيراً، فإن علاقة الافتراس هي عندما يستفيد أحد الكائنات من خلال قتل كائن آخر والتهامه، مثل السوسة أو آفات المحاصيل الأخرى التي تقضي على إمكانية نمو البذور التي تصيبها.

العوامل الممرضة

تظل العوامل الممرضة للنباتات السبب الرئيسي لخسارة المحاصيل وتلفها، حيث يُقدر المعدل العالمي لخسارة المحاصيل بسبب الأمراض بنسبة 16 % (Oerke 2006). ويتحدد معدل تطور العوامل الممرضة بعدد أجيال تكاثر العامل الممرض في كلّ فاصل زمني، إضافة إلى خصائص أخرى، بما فيها توارث السمات المتعلقة بالصحة. وتؤثر تغيرات درجة الحرارة على معدل تكاثر الكثير من العوامل الممرضة. إذ يمكن لمواسم النمو الطويلة قبل بدء درجات

الحرارة الباردة أن تمنح مزيداً من الوقت لتطور العامل الممرض. كما يمكن للجماعات الأكبر من العوامل الممرضة أن تزيد من معدلات تجاوز فترات غياب عائل العامل الممرض خلال الصيف أو الشتاء. وتمثل القدرة الإمراضية قدرة الجرثوم على إلحاق الضرر بالمضيف. والفوعة هي متوسط قدرة جماعة عامل ممرض على التغلب على تنوع مورثات المقاومة الموجودة في جماعة المضيف المقابلة، وتُعرف في بعض الأحيان بحدّة القدرة الإمراضية، أو القدرة النسبية على إحداث المرض. والعدائية هي مقياس كمّي لقدرة عامل الممرض النباتي على إنشاء مستعمرة والانتشار، مُسبباً الضرر لمضيفه.

تمّ وضع الكثير من النماذج لانتشار المرض من خلال تحليل الشبكات (انظر Moslonka-Lefebvre et al. 2011) لاستعراض البُنى المتنوعة للشبكة وتطبيقاتها على انتشار المرض). ويركز وضع نماذج لتحليل الشبكات عادة على شرح احتمال حدوث وباء عقب الإصابة الأولية. وتتأثر نتيجة النموذج ببنية الاتصال في المراحل الأولى من الوباء. ومع ظهور التقنية السريعة لرسم الخارطة الوراثية وتقنية تفاعل البوليميراز المتسلسل اللحظي المحمول، أصبح تحديد سلالات جديدة من العوامل الممرضة النباتية في الحقل قبل أن تصُبح مدمرة أكثر جدوى. وتتيح بوادئ تفاعل البوليميراز المتسلسل المخصصة لمناطق وراثية متنوعة مرتبطة بالمقاومة الجرثومية لعوامل ممرضة محددة، تحديد الحالات المزروعة باستخدام أشكال جديدة من المورثات عديمة الفوعة في نفس وقت التواجد في الحقل مباشرة عند اكتشافها، مما يوفر نظام إنذار مُبكر لسلالات حديثة الظهور.
(Skinner et al. 2000; Fungal Genomics Program [FGP] [http://www.jgi.doe.gov/fungi]).

الآفات

تشمل آفات المحاصيل مجموعات متنوعة من الحشرات العاشبة (خاصة الخنافس والذباب والحشرات حرشفيات الأجنحة ونصفيات الأجنحة ومستقيمات الأجنحة) وكذلك الحيوانات الأبسط مثل الديدان الأسطوانية التي عادة ما تكون محمولة بالتربة. كما قد تكون الفقاريات مثل الطيور والقوارض من الآفات الزراعية المهمة، وعادة ما تكون مستهلكة للفواكه والبذور. تشكل معظم أنواع الآفات مشكلة بسبب الأضرار التي تسببها للأوراق والسيقان والجذور والثمار والبذور أثناء نمو المحاصيل ونضوجها في الحقول. وفي بعض الحالات، لا تتسبب الآفات الحشرية سوى بأضرار طفيفة بصورة مباشرة، ولكنها تشكل مصدر قلق لإنَّها تعمل كناقل للعوامل الممرضة الضارة للمحاصيل. كما إنَّ خسائر ما بعد الحصاد التي تتركها الآفات تشكل هاجساً للمزارعين الذين يعتمدون على الكفاف والذين يقومون بتخزين حصاد محاصيلهم لفترات طويلة.

يبدأ تقييم مدى خطورة آفات المحاصيل وإجراء اختبار لفعالية خيارات الإدارة، بالدراسات الاستقصائية الميدانية وأخذ العينات لتحديد كمية وجود الآفات ومدى الإصابة

ومستويات الضرر التي يُعاني منها المزارعون. ويسمحُ القيامُ بزراعة مجموعات متنوعة من تلك الآفات في المزرعة أو في محطات التجارب بمراقبة مفصلة لدورات حياتها وتفشّيها والأداء النسبي لأنواع المحاصيل المختلفة. وتستخدم الدراساتُ التجريبية للآفات في كثير من الأحيان بيوتاً محمية، وهي مباني تطوّق المحاصيل بشبكة سلكية أو قماشية، مما يسمح بتدفق الهواء والهطولات في حين يُبقي الحشرات والآفات الحية الأخرى في الداخل أو في الخارج، وذلك بحسب الغرض من التجربة. إنَّ الإدارة المتكاملة للآفات (IPM) هي مصطلح يحدد سلسلة من الممارسات التي من شأنها أن تعيق أو تقضي على الجماعة المسببة للأضرار من الآفات الحشرية، ولكنها تقلل بأكبر قدر ممكن من استخدام المبيدات الحشرية. وقد بدأت تلك الممارسات كبديل بيئي لمكافحة الآفات الذي يتطلب فهماً لعلمي أحياء وبيئة الآفات المرتبطين بالتفاعلات على المستويين المجتمعي والنُظم البيئية (انظر أيضاً القسم التالي حول عوامل المكافحة الحيوية). وعلى مدى نصف القرن الماضي، أصبحت مجموعة كبيرة من المؤلفات حول الممارسات متاحة سواء على الإنترنت أو بنسخة ورقية (انظر قسم قراءات أخرى).

عوامل المكافحة الحيوية

تُعرف الأعداء الطبيعية للآفات الحشرية أيضاً باسم عوامل المكافحة الحيوية (BCA). وهي تشمل الحيوانات المفترسة وأشباه الطفيليات ومسببات الأمراض. وغالباً ما يُشار إلى عوامل المكافحة الحيوية لأمراض النباتات باسم المضادّات. ويعتمد الأعداء الطبيعيون على الموارد مثل الغذاء للبالغين، والفريسة البديلة أو المضيّف البديل، وأماكن السبات، والملاذ من الظروف غير المواتية (Landis et al. 2000). وقد تمّ خلال السنوات الثلاثين الماضية تحديد العديد من الأنواع الفعالة، ويتوفر حالياً ما لا يقل عن 230 نوعاً تجارياً على مستوى العالم من الأعداء الطبيعيين للآفات. وتوفر شركة فان لينتيرين (2011) معلومات حول 230 نوعاً من الأعداء الطبيعيين تستخدم حالياً في المكافحة الحيوية المعززة. وقد وضع هذا القطاع مبادئ توجيهية لمراقبة الجودة، والإنتاج بالجملة، والشحن، وأساليب الإصدار، بالإضافة إلى إرشادات للمزارعين. ويمكن لإدارة الموائل المصممة لتلبية الاحتياجات من الأعداء الطبيعيين لآفات المحاصيل أن تجذب الأنواع التي توفر خدمات المنظومة البيئية للمكافحة الحيوية الطبيعية. وتعدّ نماذج التحسين المكاني مفيدة في استكشاف التكوين المكاني الأمثل من الناحية الاقتصادية لموائل العدو الطبيعي في المساحات الزراعية (Zhang et al. 2010).

الأعشاب

الأعشاب هي النباتات التي تنمو في أماكن غير مرغوب فيها، ويعود للمزارع بطبيعة الحال أمرُ تحديد ما إذا كانت نبتة ما من الأعشاب. وتكون الأعشاب المنافس الرئيسي

لنباتات المحاصيل على الضوء والماء والهواء والعناصر الغذائية، ويمكن أن تعيقَ نموها أو تمنعه (Liebman and Gallandt 1997). كان للزراعة تأثير كبير على تطور أنواع حشائش متكيّفة مع الظروف المضطربة وتتمتع بقدرة عالية على استعمار الأراضي المنتجة التي تمّ تجريفها حديثاً. تتميز الحشائش عادة بمعدلات تكاثر مرتفعة وقدرتها على الحفاظ على تكاثرها في ظل ظروف مضطربة مُتكررة. وقد كُتب الكثير عن التأثير الضار للأعشاب، ولكن يمكن بإدارتها بصورة سليمة أن يكون لها آثار إيجابية على تآكل التربة وأن توفر موائل للحشرات النافعة. وتكون بعض الأعشاب صالحة للأكل، فيقوم المزارعون بتركها، في مراحل مبكرة من نموها، ليحصدوها كأعشاب تدخل في قوائم الطهي (Madamombe- Manduna et al. 2009). كما قد تمثل الأعشاب البرية التي هي من أقارب نباتات مزروعة مصادر مهمة للتنوع الوراثي لتحسين المحاصيل (Turner et al. 2011، انظر أيضاً الفصل الثاني).

المتعضيات في التربة

تُسهم الكائنات الحيّة العديدة الموجودة في التربة – بما في ذلك الجراثيم القديمة والبكتيريا والفطريات والأوليات والطحالب والحيوانات اللافقارية – في الحفاظ على النظم البيئية الزراعية وإنتاجيتها من خلال تأثيرها على خصوبة التربة. ويكمن إسهام هذه الكائنات الحية في أربعة تأثيرات رئيسية: تحلل المادة العضوية، ودورة المغذيات، والتعكّر الأحيائي (نقل التربة أو استهلاكها)، والقضاء على الأمراض والآفات المنقولة بالتربة. ولإنَّ التنوع التصنيفي للكائنات الحية في التربة مرتفع للغاية، فإنَّها تنقسم عادة إلى مجموعات تصنيفية لفهم أدوارها، وذلك على أساس أهميتها الوظيفية المتنوعة لخصوبة التربة والسهولة النسبية لأخذ عينات منها.

وقد أثبت قسم كبير من العمل الذي تمّ القيام به لتحليل التنوع تحت الأرض إنَّ الاختلافات الملحوظة في التركيب النسبي لمجموعات وظيفية معينة يمكن أن تكون بمثابة الصنف المؤشر على صحة التربة. على سبيل المثال، نرى ضمن مجموعة الديدان الأسطوانية زيادة ملحوظة في الديدان الأسطوانية الطفيلية النباتية مع زيادة كثافة استغلال الأراضي. ولوحظت اتجاهات واضحة تُفيد بتناقص التنوع والوفرة في مجموعة "مهندسي النُظم البيئية" التي تتكون من أنواع الكائنات الحيوانية الكبيرة مثل ديدان الأرض والنمل الأبيض، والتي لها تأثير كبير على التربة من خلال نقل التربة، وبناء تجمّعات التربة، وتشكيل المسام، والتي توفر فتحات صغيرة للكائنات الحية الأخرى في التربة (الجدول 6. 1.). إنَّ الاستخدام الأفضل للتحولات النيتروجينية الجرثومية النباتية في التربة من شأنه أن يؤدي إلى زيادة خدمات التنظيم والدعم مثل التحلل ودورة المغذيات التي تعزز جودة المياه والتربة (Jackson et al. 2008).

الجدول 6. 1. المجموعات الوظيفية الرئيسية للكائنات الحية في التربة

المجموعة الوظيفية	*التأثير*
دودة الأرض	• مسامية التربة وعلاقات المغذيات في التربة من خلال شق الأنفاق، وابتلاع المواد المعدنية و/ أو العضوية
النمل الأبيض والنمل	• مسامية التربة وبنيتها من خلال شق الأنفاق، وابتلاع التربة ونقلها، وإنشاء الدهاليز. • دورات المغذيات من خلال نقل المادة العضوية وتقطيعها وهضمها.
الكائنات الحيوانية الكبيرة الأخرى مثل قمل الخشب والديدان الألفية وأنواع أخرى من يرقات الحشرات	• تعمل كمحوّلات للأوراق المتساقطة، حيث تقوم بعمل مهم يتمثل بتقطيع النُسج النباتية الميّتة والحيوانات المفترسة لها (الحريشة، العناكب الأكبر، وبعض الأنواع الأخرى من الحشرات).
الديدان الأسطوانية	• قلب التربة من خلال أداء دورها ككائنات تتغذى على الجذور والفطور والبكتيريا ودورها كحيوانات آكلة اللحوم ونباتات، وحيوانات مفترسة. • تشغل الفراغات المسامية الصغيرة الموجودة تعتمد فيها على مرشحات المياه. • تتمتع عادة بغنى كبير من حيث أجناسها وأنواعها.
الفطريات الجذرية	• تبني علاقة مع جذور النباتات، فتحسن توفر المُغذيات وتُحدّ من هجمات العوامل الممرضة النباتية. • يمكن أن تستجيب الأنواع المختلفة من المحاصيل بصورة متباينة للتلقيح بواسطة الفطريات الجذرية (القمح)، ويعتمد إنشاء الفطريات الجذرية لمستعمرتها على النمط الوراثي للمضيف (الدخن اللؤلؤي).
الريزوبيا	• كائن تكافلي صغير مثبت للنتروجين، يقوم بتحويل N_2 إلى أشكال لازمة لنمو النباتات.
الكتلة الحيوية البكتيرية	• المقياس غير المباشر للمجتمع الشامل للتحلل وإعادة تدوير العناصر الغذائية في التربة. ويساهم في الكتلة الحيوية البكتيرية ثلاثة أصناف متنوعة للغاية: الفطريات والأوليات والبكتيريا (بما في ذلك الجراثيم القديمة والشعاويات)؛ ولكن ليس أمراً عملياً القيام بفصل هذه الأصناف خلال عمليات القياس. ويعتمد تقدير الكتلة الحيوية البكتيرية عادة على الأساليب الكيميائية البسيطة نسبياً (تحليل الخلايا، يعقبه تحديد إجمالي النتروجين (والفسفور)، وتحويل تلك القيم إلى معادل للكربون، وإجراء عمليات مقارنة مع العينات القياسية). وبالتالي قد يتمتع ذلك التقدير بثبات منخفض نسبياً، ولكنه يقيم مجتمع الكائنات المحللة بصورة إجمالية.

المصادر: Swift and Bignell (2001); Moreira et al. (2008).

المُلقّحات

المُلقّحات هي عوامل حيوية تقوم بنقل حبوب الطلع من الأسدْية في الأزهار المذكرة إلى المِدقّة في الأزهار المؤنثة لإتمام الإخصاب. يسمح التلقيح بإخصاب النبات حتى يمكنه إنتاج الفاكهة والبذور للجيل القادم. يحدث التلقيح اللاحيوي بواسطة الرياح أو الماء أو الجاذبية. بينما يتّم التلقيح الحيوي بواسطة الحيوانات (الحشرات، الخفافيش، الطيور، القوارض، السحالي). هناك عدد كبير من المؤلفات المعنية بالتلقيح ونظم تحسين الأنواع النباتية، ويمكن العثور عليها للمحاصيل في مؤلفات (Roubik 1995) و(Free 1993) بصورة عامة، يتّم تلقيح الحبوب في فصيلة النجيليّات، مثل الذرة والذرة البيضاء ، بواسطة الرياح، في حين يتّم تلقيح مُعظم الفواكه والخضروات بواسطة الحشرات والحيوانات الأخرى. وتكون بعض النباتات ذات تلقيح خلطي، أي تحتاج إلى حبوب طلع من زهرة نبتة مختلفة. معظم أشجار الفاكهة في المناطق المعتدلة والاستوائية هي أشجار ذات تلقيح خلطي، حيث تعتمد على الحشرات أو الحيوانات الصغيرة للتلقيح. وعلى الرغم من وجود حالات موثّقة يُعزى فيها انخفاض عقد الثمار في المحاصيل – وما ينتج عنه من انخفاض في المحصول – إلى انخفاض الملقحات، إلا إنَّه لم يتّم القيام بالكثير من العمل للتحقيق في دور تنوع أصناف أشجار الفاكهة نفسها في تعزيز التهجين الخلطي وتحسين محصول الفواكه.

إنَّ للملقّحات احتياجات ودورات حياة مختلفة. وتعتمد العديد من الملقّحات الحيوانية على المناطق البكر أو الطبيعية كجزء من دورات حياتها. وهناك العديد من أنواع الحشرات المختلفة والأنواع الفرعية منها التي تتغذى على النباتات في أوقات مختلفة من اليوم أو السنة، وفي درجات حرارة مختلفة. وقد تّم مؤخراً وضع إرشادات لكشف وتقييم العجز عن التلقيح في المحاصيل، ولتقديم مقترحات لإجراءات ممكنة للقضاء على تلك الحالات أو الحد منها (Vaissière et al. 2011). وقد تّم استكشاف تحسين الأنواع النباتية عند بعض الأنماط الوراثية الجاذبة للملقّحات في محاصيل معينة كاستراتيجية إدارة لتعزيز خدمات التلقيح (Suso et al. 1996 ؛Jackson and Clarke 1991).

توصيف المزارعين وتصنيفهم للمكونات الحيوية وغير الحيوية للأنظمة البيئية الزراعية

في حين قد لا يُعبّر المزارعون عن فهمهم للعوامل الحية وغير الحية من خلال استخدام المصطلحات العلمية، إلا إنَّهم يمتلكون رصيداً في المعرفة البيئية فيما يخص الطقس والتربة وتوفر الرطوبة، والتفاعلات بين المحاصيل والأعشاب الضارة والآفات والأمراض، وعناصر أخرى ضمن بيئة المزرعة. إنَّ المعرفة البيئية التقليدية هي الذاكرة الجماعية لديناميكيات

الإنسان والبيئة في النظم الإيكولوجية الاجتماعية. وكلما كانت هذه الذاكرة أطول، زاد التوقع بإنَّ المعرفة البيئية التقليدية يمكنها أن تعكس وبدقّة تعقيدات التفاعلات البيئية-الاجتماعية وتقوم بتسهيل تأقلم المجموعات مع التغيرات في النظم البيئية المحيطة. وقد تكون المعرفة التقليدية حول استخدام النباتات وإدارة المناظر الطبيعية، والعمليات البيئية في النظم البيئية لدى المزارعين جزءاً لا يتجزأ من الهياكل التنظيمية والمؤسساتية - أي المؤسسات الاجتماعية التي تمت مناقشتها في الفصل الثامن، والتي تشكل تفاعلات الأشخاص مع المناظر الطبيعية وتنظم استخدام الموارد (Olsson et al. 2004). ويقوم (Van Oudenhoven and colleagues 2011) و (Berekes and colleagues 2000) و (Nabhan 2000) و (Bentley and colleagues 2009) باستعراض عدد من الدراسات التي تصف الطرق الخاصة التي تفهم بها الشعوب التقليدية العمليات البيئية في مختلف المناطق الجغرافية.

تتمثل إحدى نقاط البداية لتقدير المعرفة البيئية للمزارعين في إدراك فكرة إنَّ فهمهم منتظم. إذ يمتلك المزارعون وسكان الريف الآخرون تفسيرات شعبية مفصّلة لتحديد وتصنيف المكونات الحية وغير الحية للبيئة. يميز المزارعون ويطورون، بالاستناد إلى تجاربهم وتصوراتهم، أنماط تصنيف أو علم تصنيف خاص بالأعراق للنباتات والحيوانات والتربة وظواهر الطقس وأنواع النباتات وأشكال التضاريس (كالتلال والأنهار والسمات الطبوغرافية الأخرى) ومراحل التسلسل البيئي وكذلك الآفات والحشرات والأمراض والأعشاب الضارة ومنافسي النباتات والمتبادلين والمجالات البيئية الأخرى (الجدول 6.2). كيف يصّنف المزارعون المحليون مختلف المجالات التي تشكل بيئتهم بدءاً بالميزات الجغرافية التي تسيطر على المشهد؟ هل هذه السمات مهمة للمزارعين في اختيارهم لتنوع المحاصيل وإدارة هذا التنوع؟ كلّها أسئلة من الواجب طرحها.

قد يُصنف المزارعون سمات النظام البيئي بالاعتماد جزئياً على خواصها الفيزيائية والمورفولوجية والكيميائية، مثل بنية التربة ولونها. يمكن أن تكون أنظمة التصنيف البيئي للمزارعين مؤشراً على السمات البيئية ذات الأهمية الخاصة أو ذات صلة من أجل زراعة أصناف متنوعة. فعلى سبيل المثال، قد يكشف التصنيف التفصيلي للهطول المطري أو لأنماط الهطول في منطقة معينة أن تقلّب سقوط الأمطار هو سمة مميزة لمزارعي النظام البيئي الزراعي وعامل قوي التأثير في خياراتهم من الأصناف. قد تشكّل شدة وتكرار الصقيع والبرد في المرتفعات العالية مصدر قلق رئيسي (المربع 6.1).

بالإضافة إلى تصنيف البيئات المحيطة بالمزارعين في جميع أنحاء العالم، فهم يمتلكون دراية كبيرة بتغير المناخ وتأثيراته على نظمهم الزراعية. إن أكثر ما يلاحظه المزارعون هو درجات

الجدول 2. 6 قائمة مقترحة بالمجالات البيئية وأبعادها للمناقشة مع المزارعين

المجال	*أبعاد النقاش مع المزارعين*
شكل الأرض	الارتفاع والموقع والشكل، ويشمل قمم التلال والأنهار وقيعان الوديان والهضاب، والمُنحدرات.
التربة	اللون والملمس والخصوبة والحمض القلوي وقابلية العمل والرطوبة والاتساق وملف الصرف الصحي والمرافق والملوحة والمواد الحية في التربة وقابلية التعرية والرشح.
المناخ	درجة الحرارة وهطول الأمطار والتبخر والارتفاع والتعرض لأشعة الشمس والتضاريس (بما في ذلك اليابسة والمسطحات المائية) والرياح والموسمية.
نوع الغطاء النباتي المحيط	التركيبة النباتية (بما في ذلك الأنواع السائدة)، ومدى الإدارة/ الإخلال البشري، والأنواع الدالة على الغطاء النباتي المحيط، والأعشاب الضارة.
مجال استخدام الأرض	التكنولوجيا المطبّقة ومدى الإدارة والمسافة عن المساكن والملكية.
مرحلة التسلسل البيئي	أهمية الحراثة الدورية، عدد سنوات الكساد، مدى التخلخل الأصلي.

الحرارة الأكثر دفئاً في حدّها المتوسط (وخاصة في الليالي الأكثر حرارةً) والمزيد من الهطولات المطرية غير المنتظمة والقليلة، الأمر الذي وجدته الدراسات التي تم إجراؤها حتى الآن مرتبطاً بشكل جيد للغاية مع بيانات الأرصاد الجوية الإقليمية (Gbetibouo 2009). وفي استعراض لـ 172 دراسة حالة، يصف (Mijatovic and colleagues 2012) استخدام التنوع البيولوجي الزراعي والمعرفة التقليدية المرتبطة به في تعزيز القدرة على التكيف مع الضغوط المرتبطة بتغير المناخ. ويشيرون إلى إنَّ المجتمعات المحلية نفسها قد أعربت عن الحاجة إلى ضمان مقاومة تغير المناخ في نظمها البيئية الزراعية.

إنَّ بعض التعديلات التي يقوم بها المزارعون على نظمهم البيئية من شأنها أن تكون دائمة، مثل الحقول المتدرجة للحد من التعرية، على الرغم من إنَّها تتطلب صيانة دورية مع مرور الوقت لكي تؤدي الغرض المطلوب منها بشكل صحيح (Stanchi et al. 2012). وأمّا التعديلات الأخرى فقد تمت على نطاق زمني لسنوات أو عقود، كما يحدث في تسلسل الحقول ومناطق الغابات، في حين إنَّ التدخلات الأخرى قصيرة الأمد، مثل إزالة الأعشاب خلال اليوم للتخلص من منافسي المحاصيل. يمكن أن تأتي التدخلات الإدارية على مراحل مختلفة أثناء تطور المحاصيل، وقد يختلف تأثيرها تبعاً لذلك. قد يحدث تدخل مؤقت مثل إزالة الأعشاب الضارة عدة مرات على مدار موسم الحصاد. كما وقد يختلف النوع الدقيق لاستجابة المزارعين من حيث درجته أو كميته. فعلى سبيل المثال، قد تؤدي نشاطات التعشيب المختلفة أو الزراعة المتناوبة للمحاصيل إلى تأثيرات عدة في المحاصيل. قد تكون المستلزمات التي يستخدمها المزارع كالمبيدات الحشرية والأسمدة ومبيدات الأعشاب طبيعية أو اصطناعية، وقد تختلف تأثيرات كل منها.

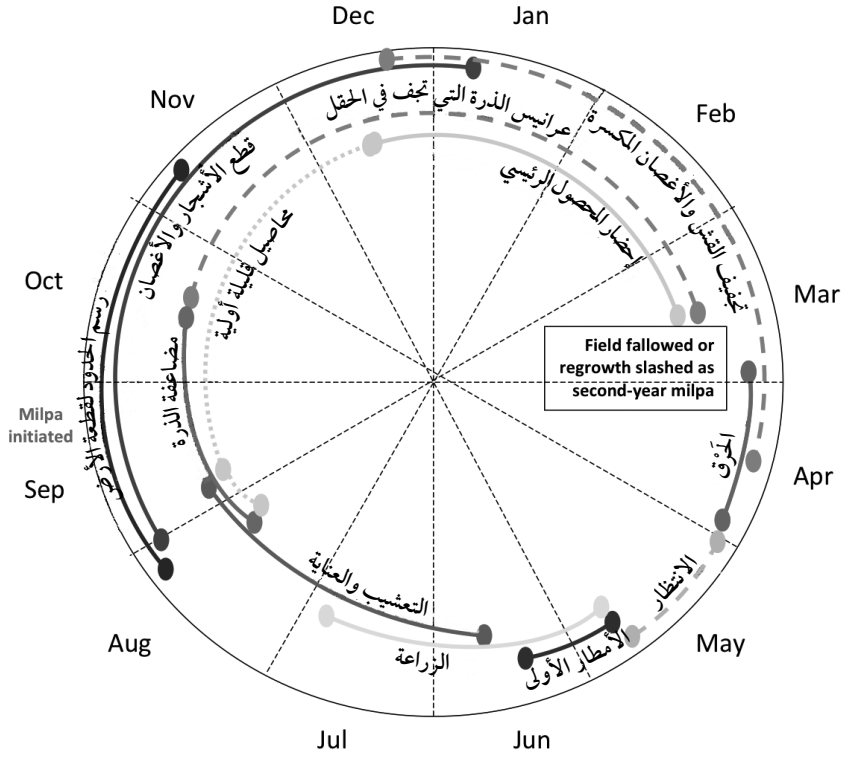
المربع 6.1 احتمال الصقيع والبَرَد في الكينوا مقرونةً بالمعرفة التقليدية

يحدث الصقيع 220-200 يومًا في السنة في المرتفعات البوليفية، ويحدث البَرَد بشكل شبه عشوائي تقريباً خلال مواسم الأمطار. وإنَّ عدم وجود الغيوم في السماء والرياح الغربية المنخفضة السرعة (صحراء أتاكاما) أو الرياح الشمالية (جبال الثلج) كلها عوامل تستخدم من قبل المزارعين المحليين باعتبارها مؤشرات رئيسة لحدوث التجمد في المرتفعات البوليفية. أما درجة الحرارة اليومية العالية والغيوم المحلية الداكنة وندرة الرياح فهي المؤشرات الرئيسية للتنبؤ بحدوث ظهور البَرَد. يمكن التنبؤ بذلك قبل ساعتين أو ثلاث ساعات. وتسمح معرفة المزارعين بالمؤشرات المناخية بتحديد المناطق التي قد يحدث فيها الصقيع أو البرد في كثير من الأحيان، أو المناطق التي قد تحدث فيها الظاهرتان معاً في آن واحد. وبحسب شهادة المنتجين، فإنَّ المناطق الواقعة تحت خطر الصقيع والبرد معروفة بشكل جيد. وقد قام المنتجون باستخدام هذه المعرفة لتجميع خريطة خيالية مرتبطة بأنظمة المحاصيل. تُعتبر السهول المسطحة والمنخفضة حيث تتركز المياه عادةً المناطقَ ذات المخاطر العالية للصقيع، في حين تكون سفوح التلال هي المناطق ذات خطر الصقيع المنخفض.

إنَّ استراتيجيات التعامل مع المخاطر التي يسببها الصقيع خاصة بالنظام البيئي الدقيق، وتشمل مواعيد الزراعة والخصائص النوعية: الغرس في التلال حيث من النادر حدوث الصقيع، ومواعيد زراعة ذات مدة أطول، والتنوع في مواعيد النضج إما مبكراً أو في وقت متأخر وفقًا لمواعيد الزراعة. وتشتمل الإجراءات المتبعة لإعادة توجيه مسار البرَد على توليد الدخان وإطلاق الألعاب النارية. ومن الإجراءات أيضاً إشعال النار حول مواقع الغرس خلال الليالي الباردة. وتعيّن كل جماعة واحداً أو اثنين منها للتحذير من برَد وشيك، ويقوم المزارعون والرعاة استجابةً للتحذير بنشر دخان لتغيير مسار البَرَد أو للحّد من شدته. (المصدر: Bonifacio [2016]).

ويمكن في كثير من الأحيان إعداد تقويم موسمي ضمن المجموعة الزراعية (الشكل 6.1). وقد مكّن استخدام التقويم الدائري بدلاً من التقويم الخطي من وصف الدورة بأكملها ضمن رسم تخطيطي واحد.

قد يعتمد المزارعون على نظم التصنيف لتكون بمثابة مبادئ توجيهية لتحديد مكان وزمان زراعة أصناف معينة، فيقومون بزراعة أصناف مقترنة بتضاريس محددة وتربة معينة ومراحل متتالية محددة، وكذلك الأمر بالنسبة لأنواع المحاصيل الأخرى، كما هو الحال مع الأنظمة البينية. وفي الزراعة المتناوبة أو النظام البيئي الزراعي المتقلب، قد يزرع المزارعون أصنافاً أو أنواعاً مختلفة في قطعة أرض بالاعتماد على عدد السنوات التي تُركت فيها الأرض دون زراعة، والمرحلة التالية لنمو النباتات. في النظام البيني قد يكون التنوع الوراثي في أنواع المحاصيل الأساسية مترابطاً، ناهيك عن وجود تعقيدات متباينة من الأصناف المختلفة المزروعة معاً وفقاً لوقت النضج أو التكيف مع التربة أو خصائص أخرى.



الشكل 6.1 مثال على التقويم الموسمي: دورة الأنشطة المعنية بالزراعة الطبيعية في يوكاتان، المكسيك. يجب قراءة هذا الرسم البياني في اتجاه عقارب الساعة بدءاً من الجزء السفلي الأيسر، حيث تبدأ الدورة هنا وتستمر بشكل دائري على مدار 15 إلى 18 شهراً. (رسم بياني وضعه جون توكسل استناداً إلى مقابلات مع المزارعين في ياكسكابا، يوكاتان، وقد أعيدت طباعته بإذن من المؤلف).

يستخدم المزارعون في مزرعة ياكسكابا في يوكاتان، المكسيك نظاماً تقليدياً لتصنيف التربة وهو مشابه في تعقيده للتصنيف التربي المعتمد، وهو أساسي لفهم زراعة الأصناف المحلية (الجدول 6.3). يقوم مزارعو ياكسابا بزراعة الذرة الصفراء في مواقع ذات معالم تربية وطبوغرافية معينة وذلك بالاعتماد على الزمن اللازم لنضج الصنف. يفضِّل المزارعون زراعة الذرة والحبوب وأصناف القرع في التربة السوداء والحمراء العميقة ذات الحبيبات الدقيقة (K'ankab و box-lu'um في الجدول 6.3)، والتي عادة ماتكون محدودة المساحة، في حين إنَّهم يزرعون الأصناف التي تحتاج لدورة نضج طويلة في التربة الضحلة والصخرية والوفيرة المياه (Arias et al. 2000).

الجدول 6.3 التناسب بين تصنيف التربة المحلية في يوكاتان، المكسيك، وتصنيف التربة العلمي المتعارف عليه.

التربة*	*Tsek'el*	*Box- lu'um*	*Pus-lu'um*	*Ek-lu'um*	*Chak-lu'um*	*K'ankab*	*Ya'axom*	*Ak'alche*
Lithosol	X							
Rendzina		X	X		X	X		
Cambisol				X	X	X		
Luvisol				X	X	X	X	
Nitosol						X		
Vertisol							X	X
Glysol								X

*الفاو (منظمة الأغذية والزراعة) 1990

(Juan Rodriguez, 2000, courtesy of Bioversity International)

أمّا بالنسبة للحيوانات والنباتات الموجودة في أنظمة الإنتاج الخاصة بالمزارعين، فقد وجد علماء التصنيف العرقي إنَّه يمكن مقارنة التصنيفات التقليدية على نحو متقارب مع أنظمة لينيوس المعتمدة، وذلك على مستوى الفصيلة. لقد خلصت الدراسات على مناطق متباينة مثل المكسيك و بابوا غينيا الجديدة إنَّ بإمكان الثقافات الزراعية المحلية التعرّف على أعداد من الفصائل الموجودة في المجموعة النباتية والحيوانية المحلية مماثلة لتلك التي حددها علماء النبات والحيوان في السجلات المنظمة والمفصّلة (Berkes 2008). وفي المستويات التصنيفية العليا للفصائل، يكون التناسب أقل وضوحاً، ويعود ذلك في المقام الأول إلى إنَّ الثنائيات العرقية على عكس تصنيف لينيوس تستخدم العلاقات التطورية كمفهوم تنظيم رئيسي لها. كما إنَّ هناك ترابط أقل بين مجموعات الكائنات الحية التي لا يمكن ملاحظتها بسهولة (على سبيل المثال الحشرات مقابل الطيور) أو بين المجموعات ذات الأهمية القليلة لحياة السكان الريفيين. ومن ناحية أخرى تميل الكائنات الحية ذات الأهمية الثقافية العالية مثل أصناف المحاصيل إلى أن تكون عالية التمايز في التصنيف التقليدي (Hunna 1993). ولهذا الأمر آثارٌ مهمة في الربط بين الأسماء الدارجة لأنواع المحاصيل والأنماط الفعلية للتنوع الوراثي في المحاصيل، كما تم عرضه في الفصل الخامس.

يمكن جمع المعلومات عن الأهمية النسبية لعوامل النظم البيئية المحلية بشكل منهجي مع المزارعين من خلال أساليب التشخيص التشاركي المقدمة في الفصل الخامس. وكما ذكرنا

سابقاً ينبغي ربط الملاحظات والمعرفة الكميّة لمعلومات المزارعين بالمراقبة الميدانية والبيانات التجريبية الميدانية والمخبرية. وتتمثل أكثر الإجراءات شيوعًا في التعرف على معلومات ومعتقدات المزارعين بشأن المكونات البيئية للنظم البيئية التي يقومون بنشاطاتهم الزراعية فيها: (1) الرسم التخطيطي والتصوّري التشاركي، والذي يتضمن رسومات خطية ورسم تخطيطي لتوضيح العمليات والعلاقات والهياكل وشرحها. (2) رسم الخرائط، والذي يتضمن رسم الخرائط العرضية ووضع علامات على الحدود لتحديد وتوجيه المكونات ضمن الأرض. (3) الترتيب والتصنيف التشاركي لتصنيف وفرز المعلومات على خصائص مختلفة لخاصية أو حالة بيئية من أجل تصنيف المكونات وتحديد أولوياتها ومقارنتها (Tuxill and nabhan 2000). إنَّ رسم الخرائط العرضية هو طريقة عادة ما تستخدم لجمع المعلومات الموجودة لدى المزارعين عن تصوراتهم لنظمهم البيئية الزراعية. وتتضمن عملية رسم الخرائط العرضية مسير المجموعة عبر المنطقة المستزرعة (عادة من أعلى نقطة إلى أدنى نقطة) وذلك للسماح لتلك المجموعة بتحديد ووصف الخصائص الطبوغرافية الرئيسية للمنطقة، والأنماط الحالية للنباتات، وتوزيع المحاصيل، والقيود الحيوية الفيزيائية.

يمكن جمع تصورات المزارعين عن الآفات والأمراض بنفس الطريقة التي تّم بها وصف الطرق الموضحة في الفصل الخامس لتحديد تناسق أسماء الأصناف. في دراسة من أوغندا قام بها (Mulumba et al. 2012) لتحديد معرفة المزارعين وتصوراتهم عن الآفات والأمراض وتفاعلات المضيف / الآفات المضيفة، تّم الطلب من المزارعين أولاً أن يقسّموا المواد النباتية التي أحضروها إلى المناقشة إلى مجموعتين: النباتات الصحية وغير الصحية. ثم قام المزارعون مرة أخرى بتقسيم مجموعة النباتات غير الصحية إلى ما اعتبروه ضرراً من آفات وأمراض مختلفة بناءً على الأعراض التي تّم التعرف عليها في النباتات. تّم جمع أوصاف الأعراض النباتية للأمراض والآفات الملاحظة، بما في ذلك قائمة من الأعراض الموجودة على أجزاء النبات المختلفة (الورقة والجذع والثمرة والجذر) وعلى مراحل نمو مختلفة. كما طُلب من المزارعين تحديد ما يعتبرونه مراحل نمو مختلفة للنباتات بوضوح. وعُرضت بعد ذلك صور لأمراض أخرى لم يتّم إحضارها إلى الاجتماع، وطُلب من المزارعين تحديد وإعطاء ما توفر عندهم من أسماء لهذه الأمراض. طُلب من المزارعين بعدها تصنيف شدة الضرر الناجم عن مختلف الآفات والأمراض التي تّم تحديدها، وأخيراً ترتيب الأصناف وفقاً لمستوى مقاومتها لمجموع الآفات والأمراض في أنظمتها. كما وطُلب من المزارعين أيضاً أن يرسموا ما يعتقدون إنَّه مصدر للآفات والأمراض المختلفة في أنظمتهم، وأن يصفوا الإجراءات التي يتخذونها في اختيار المواد الزراعية الجيدة وإدارة الآفات والأمراض. فكان (الجدول 6.4) مثالاً على النتائج.

الجدول 6.2 تصنيف المزارعين وتوصيفهم للأمراض والآفات التي تصيب المحاصيل في الأنظمة البيئية الزراعية في أوغندا.

الاسم العلمي	*Colletotrichum indemuthianum*	*Phaeoisariopsis griseola*	*Ophiomyia phaseoli O. spencerella*	*Cosmopolites sordidus (Germar)*	*Helicotylenchus multicinctus (Cobb), Pratylenchus goodeye (Sher and Allen)*	*Mycosphaerella Fijiensis*
الاسم الشائع	أنثراكنوز (مرض اصفرار النباتات)	بقع الأوراق	ذبابة الفول	سوسة الموز	الديدان الخيطية	سيغاتوكا السوداء
اسم المزارع	مجموعة من الأعراض (بدون اسم محدد)	Amatologojjo	Ekisanzire	Kisokomi, ekikoko	Lusensera, Enjoka	مجموعة من الأعراض (بدون اسم محدد)
وصف المزارع	يبدأ تعفّن أوراق النبات من الأجزاء العلوية، القرنات غارقة في الماء، لا تشكيل للبذور، آفات بنية على طول الأوراق والسيقان	قرنات متعفنة قرنات متضررة*	نباتات صفراء*	تميل البصلات للظهور من الأرض، وتصبح الأوراق صفراء، يجف الغمد ويبقى مرتبطاً بالساق، ثقوب عند القطع، تساقط الأوراق في مرحلة مبكرة، مجموعات القِطَف متقزمة وغير جيدة عند التقسيم، خطوط ملونة	تتعفن الجذور وتجف،تؤدي الجذور الضعيفة إلى السقوط، خفض الإنتاج، تصلب الطعام، تصبح الأصابع قاسية وجافة عند الحصاد، بصلات متآكلة، يتشقق الغمد، تجف الجذور قبل سقوط النبات	جفاف الأوراق، جفاف أطراف الأوراق، بقعة جافة على الأوراق، يجف النبات لكنه لا يسقط، أصابع غير مكتملة، بقع سوداء على الساق، ورقة جافة متوسطة، قِطَف الأصابع لا تنمو للحجم المطلوب

أجزاء النبات المتأثرة (وصف المزارعين)	الأوراق، القرنات، الساق	القرنات	الجذر، الساق، الأوراق	البصلات، الساق	الجذور	
المرحلة الأساسية (وصف المزارعين)	الإزهار، مرحلة القرنات	الإزهار، مرحلة القرنات	مرحلة البادرات	المرحلة البكرية، الإزهار، الحصاد، كافة المراحل	كافة المراحل	مرحلة البتيلة
الأهمية المُعطاة من قبل المزارعين مقارنة بالآفات والأمراض الأخرى في نظام المزارعين حسب الموقع						
ناكازيكي	عالي	عالي	عالي	عالي	عالي	متوسط
كابويه	عالي	عالي	عالي	عالي	منخفض	منخفض
روبايا	عالي	عالي	عالي	–	–	–
بونينوغورو	–	–	–	عالي	عالي	عالي

* قام المزارعون بذكر الأعراض دون تسمية المرض. تم إيلاء أهمية كبيرة لهذه الأعراض في كلّ المواقع (المصدر: Mulumba et al. 2012)

التقليل من تعدد أبعاد مجموعات البيانات المعقّدة

قد يكون هنالك تنوّع في عوامل النظام البيئي الزراعي في موقع الحفظ في المزرعة، وذلك من أتربةٍ مختلفة، ووجود حالاتٍ من الأعشابٍ الضارّة أو الأمراض و/ أو ممارسات الإدارة، بالإضافة لأعدادٍ من الأنواع الحيوانية والنباتيّة. ويشير تنوّع ألفا إلى التنوّع ضمن منطقةٍ أو نظامٍ بيئيّ محدّد، ويتمّ التعبير عنها عادةَ بعدد الأنواع (وهو غِنى الأنواع) في ذلك النظام البيئيّ. بينما يشير تنوّع بيتّا إلى التغيّر في تشكيل الأنواع من مكانٍ إلى آخر (على سبيل المثال، من حقل مزارعٍ إلى آخر، أو على طول التدرجات البيئية). ونقوم في تنوّع بيتا بعدّ العدد الإجمالي من الأنواع والكيانات النادرة بالنسبة لكلّ من الأنظمة البيئية قيد المقارنة. أمّا تنوّع غامّا فهو قياس لمجمل التنوّع في منطقة أو منظرٍ طبيعيّ ما (Whittaker 1972).

وقد تقوم مجموعة نموذجية من بيانات النظام البيئي الزراعي بتوثيق عشرات العوامل (اللاحيوية، والحيوية، وعوامل إدارة النظام البيئي، وذلك من خلال كلّ من القياسات التجريبيّة وتوصيف المزارعين)، ويستحيل على العقل أن يفكّر في الوقت ذاته في كاف أبعاد مثل هذه المجموعة من البيانات. وبالتالي، وكما ناقشنا في الفصل الخامس، فإنَّ أولى الخطوات في أيّ تحليل هو تبسيط مجموعة البيانات وذلك من خلال تحديد أيّ الأبعاد أكثر أهميّة لوصف التنوّع المجمل ضمن البيانات. وعند تحديد أيّ من المتغيرات ستكون محطّ تركيز جميع بيانات النظام البيئي الزراعي، تكون الخطوة الأولى التشاور المباشر مع المزارعين. حيث إنَّهم يستطيعون في الغالب تقديم نظرة معمّقة لا نظير لها بشأن العوامل البيئية المحليّة وتأثيرها على إنتاج المحاصيل، وفيما يتعلّق أيضاً بالتدابير التي من الممكن اتخاذها للتقليل من تأثيرها إلى الحد الأدنى عندما تكون إشكالية. وقد تكون بعض العوامل عبارة عن الضغوط البيئيّة التي تأقلمت معها المتغيرات التقليدية، بينما قد تحدّ بعض العوامل الأخرى احتمالات مزيدٍ من الإنتاج. وبشكلٍ عام، فإنَّ النقاط المحورية للبحث البيئي الزراعي فيما يتعلق بالتنوع الوراثي للمحاصيل هي:

- تحديد التدرجات الحيوية واللاحيوية الرئيسية التي تؤثر على مدى وتوزّع التنوع الوراثي للمحاصيل،
- وتوصيف العوامل الحيوية واللاحيوية التي يعتبرها المزارعون مقيّدةً أو محدِدة.

التصنيف (Classification) والترتيب (Ordination)

إنَّ التصنيف والترتيب تقنيتان إحصائيتان شائعتان للتقليل من تعدد أبعاد مجموعات البيانات المعقّدة. ويمكن استخدام هذه الطرق متعددة المتغيرات لاستكشاف العلاقات بين حقول أو مواقع الدراسات بناءً على خصائصها الحيوية واللاحيوية والإدارية المتعددة،

بالإضافة للعلاقات بين عينات المحاصيل بناءً على السمات الشكلية و/ أو العلامات الوراثية (الفصلين الرابع والخامس)، وبين الأسر بناءً على الخصائص الاجتماعية والاقتصادية (الفصلين الثامن والتاسع). بالإضافة لذلك، يمكن لرسم الخرائط أن يساعد على تحديد علاقات التنوع الوراثي للمحاصيل والمعلومات البيئية الزراعية والاقتصادية الاجتماعية على مستويات مكانية مختلفة.

تقوم طرق التصنيف بتجميع الكيانات ذات الصفات المتشابهة ضمن مجموعات. وقد تكون هذه الطرق تسلسلية، ينتج عنها رسم تخطيطي تفرعي (رسم شجري)، أو غير تسلسلية، ينتج عنه مجرد مجموعات لعيّنات متماثلة. ولكلّ من هذه التصنيفات عدد هائل من خوارزميات التجميع، والتي تؤدي عادة إلى نتائج مختلفة تماماً لنفس مجموعة البيانات. إنَّ التصنيف اللاتسلسلي أسرع على نحوٍ ملحوظ، وبالتالي فإنَّه أفضل لمجموعات البيانات الأكبر (Gauch 1982).

وتقوم طرق الترتيب بتنظيم العينات بشكلٍ مكانيّ ضمن مخطط ثنائي أو ثلاثي الأبعاد على نحوٍ تقوم فيه مواقعها بعكس تشابهها. ويتّم وضع العينات المتشابهة، مثل حقول المزارعين ذات الصفات المتشابهة، بجانب بعضها البعض، بينما توضع العينات المختلفة بشكلٍ متزايد في أماكن متباعدة عن بعضها بشكلٍ أكبر. وفي حال كان هنالك متغيران مترابطان إلى حدٍ كبير، فيمكن استخدام أحدهما بديلاً عن الآخر، مما يشير إلى وجود تكرار زائد في البيانات (Causton 1988). ويمكن استخدام تقنيات الترتيب لتحديد هذه الارتباطات من أجل تقليل عدد المتغيرات قيد البحث.

ويمكن أن تكون طرق الترتيب على أسس المسافة، مثل الترتيب القطبي (PO) القياس متعدد الأبعاد أو تحليل الإحداثيات الرئيسية (PcoA)، وذلك بالاعتماد على مسافة متماثلة أو مصفوفة تشابه. تعتمد طرق الترتيب الأخرى على الارتباطات مثل تحليل المكونات الرئيسية (PCA) الذي تناولناه في الفصل الخامس، والمتوسط التبادلي (RA)، وتحليل الانسجام غير المكتمل (DCA). تعتمد هذه الطرق الأخيرة على مصفوفات التغاير أو الارتباط بدلاً من اعتمادها على مصفوفات المسافة أو مصفوفات التشابه.

يُستخدم الانحدار المتعدد لنعلم أكثر عن العلاقة بين عدّة متغيرات مستقلّة، أو متنبّئة، ومتغيّر تابع، أو معياري. سيتّم مناقشة الانحدار المتعدد ضمن سياق النماذج الاقتصادية القياسية في الفصل التاسع ويمكن استخدامها أيضاً بما يسمح للباحث أن يسأل، وربما ليجيب أيضاً، عن السؤال العام "ما هو أفضل متنبئ لـ...؟" وتقنية تحليل الارتباط القانوني (CCA) هي تقنيةٌ أخرى مستخدمة لربط مجموعة من المتغيرات التابعة بمجموعة من المتغيرات المستقلة، مثل ربط توزيع المتغيرات على مجموعة من العوامل البيئية الزراعية، أو نمط معيّن

من المنازل، أو مجموعة عرقية أو جنسانية معيّنة. وتربط هذه التقنية مجموعة من المتغيرات التابعة بمجموعة من المتغيرات المستقلة. ويُستخدم تحليل التمييز الثنائي (BDA) لربط أنماط الأنواع بالبيانات البيئية. لا يجب التعبير عن البيانات البيئة إلاّ عن طريق الشركات المتعددة، كما يجب التعبير عن بيانات النبات بصيغة بيانات وجود/ عدم وجود. ويُفيد تحليل التمييز الثنائي للبيانات التي تغطي تدرجاً جغرافياً كبيراً أو في حال توفر بيانات وجود/ عدم وجود فقط. ويستخدم تحليل التمييز المتعدد (MDA) في المجموعات المحددة مسبقاً التي قد تُحدَد من خلال تصنيف سابق أو طرق الترتيب. يُستخدم تحليل التمييز المتعدد لتوصيف الاختلافات والتداخلات بين هذه المجموعات المحددة مسبقاً، وتصنيفاتها أيضاً.

نُظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد: تخطيط العلاقات

تُبدي العديد من الظواهر في الطبيعة شكلاً من أشكالاً الترابط الذاتي المكاني. حيث إنَّ قيمة العامل البيئي في موقعٍ ما ترتبط ارتباطاً وثيقاً بقيمته في المواقع المجاورة. ويمكن استكشاف العلاقات المكانية ضمن وبين هذه العوامل باستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS). إنَّ نظام المعلومات الجغرافية هو عبارة عن نظام إدارة قواعد البيانات يستطيع التعامل في الوقت نفسه مع البيانات المكانية بشكل رسومات، مثل الخرائط أو "المكان"، والبيانات غير المكانية المرتبطة بشكل منطقي وذات الصلة، وهي أوصاف وتسميات المناطق أو النقاط المختلفة في الخرائط أو "الشيء". إنَّ تطبيق نظم المعلومات الجغرافية على الحفظ في المزرعة يمثّل التحدي بدمج البيانات الديموغرافية والاجتماعية والاقتصادية والثقافية وغيرها من البيانات المتعلقة بالسكان مع بيانات البيئة الفيزيائية الحيوية والوحدات التصنيفية المستهدفة.

يُعدّ التحليل المتغير للبيانات المتداخلة ونظام المعلومات الجغرافية DIVA-GIS (/http://www.diva-gis.org) ذو أهمية خاصّة لبيانات الأنواع والتنوع الجيني وتوزيعها، وهو عبارة عن برنامج حاسوبي مجاني لرسم الخرائط وتحليل البيانات الجغرافية. وهو مُصمم لتوضيح الأنماط الجغرافية والبيئية والجينية في توزيع المحاصيل والأنواع البريّة (Hijmans et al. 2001). ويمكن استخدامها لرسم خرائط إحداثيات لتوزيع التنوع البيولوجي من أجل إيجاد المناطق التي تحتوي على مستويات عالية أو منخفضة أو مكمّلة من التنوّع. وتسمح النسخة الحالية منها (2012) بنمذجة توزيع الأنواع (النمذجة البيئية الملائمة، النمذجة المناخية). وتقوم بجمعها مع الخيارات لتخطيط بيانات المناخ والتنبؤ بتوزيع الأنواع مع مختلف نماذج المناخ.

الاستشعار عن بعد (RS) هو علم الحصول على المعلومات عن شيء ما من خلال الحصول على بيانات باستخدام جهازٍ يكون بعيداً عن الشيء المستهدف عادة (طائرات أو أقمار

صناعية). يعتمد الاستشعار عن بعد على مبدأ إنَّ كل جسم مادي على سطح الأرض يمتص أو يعكس الإشعاع الكهرومغناطيسي، ابتداءً من الأشعة فوق البنفسجية قصيرة الموجات (UV) وحتى أشعة المايكروويف طويلة الموجة، حيث إنَّ المصدر الأساسي لهذا الإشعاع هو الشمس. وفي حالة النباتات، فإنَّ مقادير مختلفة من اليخضور في الأوراق تمتص مقادير مختلفة من إشعاع الضوء، بما يسمح لنا بالحصول على معلومات عن الحالة الفينولوجية للنباتات، ونوع النبات، وتأثير الحشرات وغيرها. حيث إنَّ الماء والتراب يمتصان ويعكسان الضوء وفقاً لخصائصه الفيزيائية، وبالتالي فإنَّ الاستشعار عن بعد يمكن أن يزودنا بمعلومات عن وجود / عدم وجود مصادر المياه أو عن درجة رطوبة التربة. وأخيراً، يمكن أن توفّر بيانات الاستشعار عن بعد مجموعة من المعلومات المساعدة مثل حرارة الهواء، وامتداد المساحات الخضراء... وغيرها من المعطيات المساعدة في مجال الإدارة البيئية.

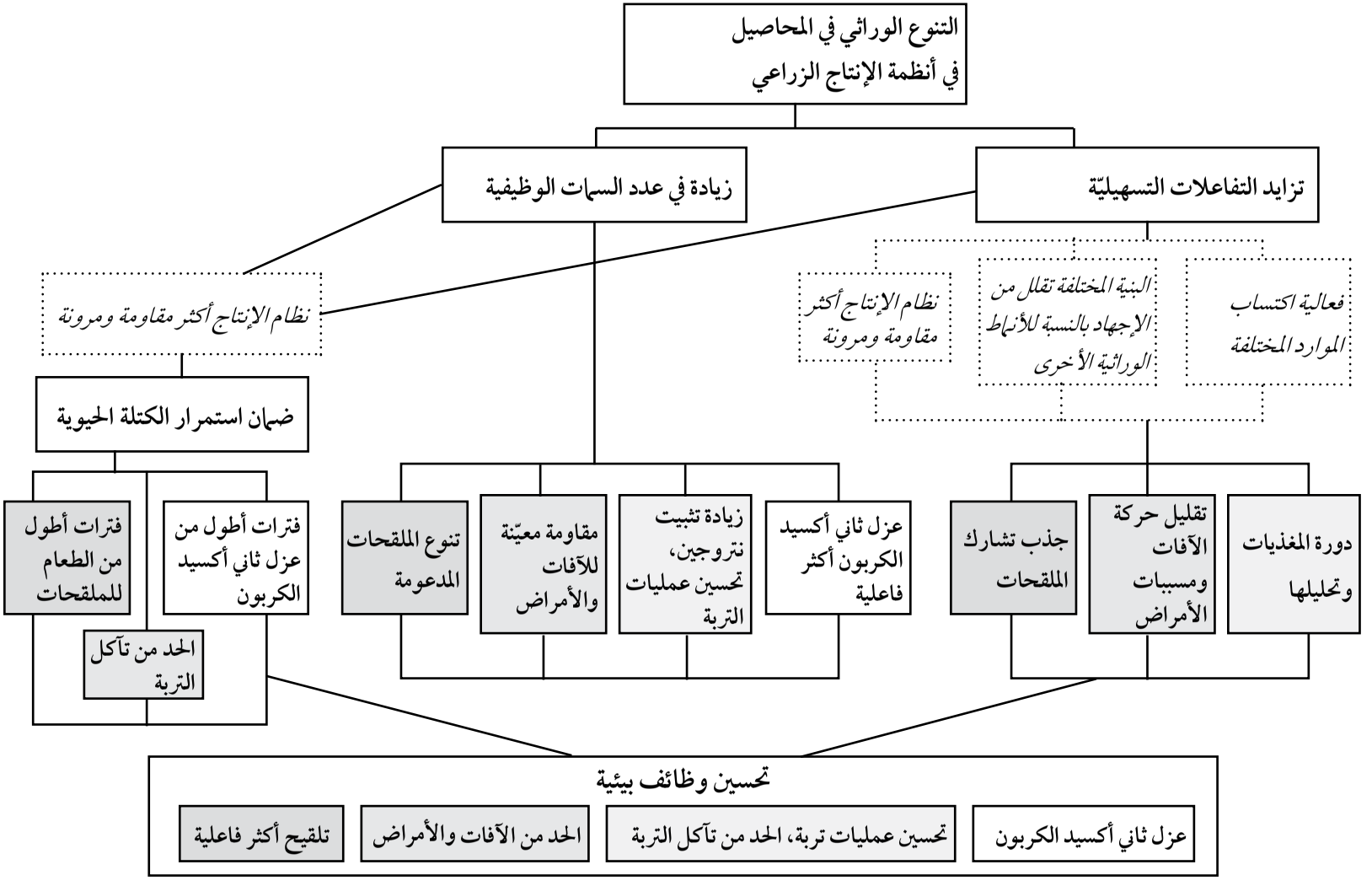
إنَّ أحد الفوائد لبيانات الاستشعار عن بُعد هو إنَّ كافّة هذه المعلومات يمكن أن تشمل مناطق كبيرة. على سبيل المثال، يمكن للقمر الصناعي لاندسات +ETM أن يوفّر "مشهدا" يشمل منطقة مساحتها 185 X 185 كم، مع دقّة مكانية تبلغ 30 متر لكل بكسل. وهذا يعني إنَّنا نستطيع تمييز الاختلاف كلّ 30 متر في منطقةٍ ذات مساحة كبيرة. ومع ذلك، فإنَّ دقة 30 متر تعتبر تقريبيّة إلى حدٍ كبير في بعض الحالات. ويتوفر الآن جيلٌ جديد من أجهزة الاستشعار التي يمكن أن توفّر صوراً بدقّة عدد قليل من الأمتار لكل بكسل، على سبيل المثال، توفر الأقمار الصناعية سبوت SPOT دقة مكانية متوسطة من 20 متر وحتى 2.5 متر، كما إنَّها قادرة على رسم مخطط الغطاء النباتي على مستوى المجموعة أو على مستوى الأنواع (للمزيد عن أجهزة الاستشعار انظر Xie et al. 2008).

وبالتالي، ووفقاً لغرض البحث، فإنَّ الخطوة الأولى هي تقييم الدقة المكانية والدقة الزمانية، أو "الفترة المستغرقة" (الفترة الزمنية بين الرصد المتكرر لجسم مادي يتم رصده بالاستشعار عن بعد) في حال كان هنالك اهتمام أيضاً بتحليل بيانات السلاسل الزمنية. الخطوة التالية تتمثل بتحديد مؤشر الغطاء النباتي، وذلك بتحديد مقدار تركيز الغطاء النباتي ذو الأوراق الخضراء في منطقةٍ ما، باستقرائه من الصور الأساسية للأقمار الصناعية. وربّما كان مؤشر الغطاء النباتي الأشهر والأكثر استخداماً هو مؤشر تغير الغطاء النباتي المعياري (NDVI) الذي يسمح لنا بتحديد مقدار تركيز الغطاء النباتي ذو الأوراق الخضراء في المنطقة. إنَّ الميزة الرئيسية لمؤشر NDVI تتمثل بكون السلاسل الطويلة (أكثر من 20 عاماً) متوفرة وجاهزة للاستخدام كطبقة في نظام المعلومات الجغرافية (GIS) أو لتقييمات إحصائية أخرى. وفي مجال إدارة المحاصيل، يُستخدم مؤشر NDVI عادة مع المؤشرات الأخرى من أجل الحصول على أفضل المعلومات لإدارة مختلف المحاصيل (للمزيد من المعلومات حول مؤشرات الغطاء النباتي في إدارة المحاصيل

انظر (Hatfield and Prueger 2010). تتوفر العديد من منتجات الاستشعار عن بُعد على شكل خرائط جاهزة للاستعمال وغالباً ما تكون مجانية (انظر الملحق B لقائمة جزئية من المصادر على شبكة الإنترنت). أمّا العيب الرئيسي لهذه المنتجات المجانية فهو أن دقتها غالباً ما تكون تقريبيّة على حدٍ كبير حيث لا تؤمّن صوراً عالية الدقّة.

في كلّ مرة ينقرض فيها أحد الأنواع أو أحد التنوعات في النظام البيئي الزراعي على نطاقٍ محليّ، تُفقد مسارات الطاقة والتغذية مع ما يترتب على ذلك من تغيرات على فعالية النظام البيئي وقدرة المجموعات على الاستجابة للتقلبات البيئية. إنَّ الخدمات التنظيميّة هي خدمات يُحصل عليها من تنظيم عمليات النظام البيئي مثل عزل الكربون وتنظيم المناخ، ومكافحة الآفات والأمراض، وتنظيم المياه، والتلقيح، حيث تؤمن جودة المياه وكفاءة التلقيح، كما تقلل من إمكانية تعرّض المحاصيل للأمراض والآفات الحشرية (المفصلية) والكوارث الطبيعية (كالفيضانات والجفاف). وتتضمن الخدمات المساعدة الدورة المائية ودورة العناصر المغذية للتربة وتشكيل التربة. وفي الأنظمة البيئية الطبيعية، تمّ تناول العلاقة بين التنوع والنظام البيئي بما ينظم ويدعم الخدمات على نطاقٍ واسع في الأدب العلمي (Diaz and Cabido 2001). وتمّ إيلاء الاهتمام مؤخراً بالدور المحتمل للتنوع الوراثي للمحاصيل في الأنظمة البيئية المزروعة وذلك في تأمين نظام بيئي ينظّم ويدعم الخدمات. ويقدّم حجّار وزملاؤه (Hajjar and colleagues, 2008) إطاراً لدراسة الدور المحتمل للتنوع الوراثي للمحاصيل في دعم السمات الوظيفية المتزايدة والتفاعلات الاختيارية للمكونات الحيوية الأخرى للنظام البيئي الزراعي (الشكل 6.2).

إنَّ التنوع الوظيفيّ هو قيمة ومدى سمات كيانٍ ما وليس مجرّد عدد من الكيانات المختلفة. والسمات الوظيفيّة هي السمات التي تحدد الأنواع على أساس أدوارها البيئية، كيفية تفاعلها مع البيئة ومع الأنواع الأخرى (Diaz and Cabido 2001). وإنَّ التفاعلات التسهيليّة هي تفاعلات إيجابية تحصل بين الأنواع والتنوعات (Mulder et al. 2001). وقد تبيّنَ إنَّ التنوّع الوراثي للمحاصيل بصيغة مجموعاتٍ متنوّعة من الأصناف التقليديّة له تأثير مباشر على وظائف النظام البيئي، وذلك من خلال توفير عدد متزايد من السمات الوظائفيّة بالإضافة لتفاعلات تسهيليّة متزايدة. ويؤدي ذلك إلى تعزيز التنوّع المرتبط تحت الأرض (الكائنات الحية في التربة) وفوق الأرض (الملقّحات). إن تعددية الأشكال الوراثية للنباتات المزهرة تؤثّر في بعض الحالات على المُلقّحات (العلفية)، والتي تؤثّر بدورها على نوع التلقيح ووفرته، وبالتالي الحفاظ على جماعات الملقّحات. هنالك توثيقٌ أكبر لدور التنوّع الوراثي للمحاصيل بشكل زيادة التنوّع النوعي للمحاصيل في حقول المزارعين لتنظيم الأمراض والآفات (سيتم مناقشته بتفاصيل أكبر في الفصل السابع).



الشكل 6.2. الفوائد المحتملة للتنوع الوراثي للمحاصيل مباشرة (زيادة عدد السمات الوظيفيّة وتزايد التفاعلات التيسيرية) وغير مباشرة (الكتلة الحيوية المستمرة) التي تعزز عمل النظام البيئي الزراعي وتوفر الخدمات. تم وضع النص داخل المربعات المتقطعة لتوضيح جوانب التأثيرات المباشرة وغير المباشرة الواردة في الشكل. (من Hajjar et al. 2008 في *Agriculture, Ecosystems & Environment*، كتبها ELSEVIER BV، وأعيد نشرها بإذن من ELSEVIER BV في صيغة إعادة الاستخدام في كتاب / كتاب دراسي عبر مركز Copyright Clearance Center لحقوق النشر.)

ويجادل حجّار وزملاؤه (2008) بأنَّ التنوع الجيني للمحاصيل يعزز الحفاظ المستمرّ على الكتلة الحيويّة وذلك من خلال زيادة الاستقرار الطويل الأمد للنظام البيئي في وجه الضغوطات الحيوية واللاحيوية والتقلب الاجتماعي والاقتصادي، وبالتالي فإنَّه يعزز بشكل غير مباشر خدمات الدعم والتنظيم لمثل هذه النظم البيئية وذلك مثل عزل ثاني أوكسيد الكربون والحدّ من تآكل التربة.

لا تزال النقاشات مستمرّة بغية تحديد المستويات والمقاييس التي يقوم على أساسها التنوع الوراثي للمحاصيل ضمن الأنظمة البيئية الزراعيّة بتوفير خدمات النظام البيئيّ التي تساعد على الحدّ من فقر الأنظمة البيئية الزراعية، وممارسات الإدارة التي لديها القدرة على استخدام التنوّع الوراثي للمحاصيل من أجل تعزيز أو إيجاد خدمات النظام البيئي. جزء آخر من العمل يقوم بتحديد أيّ من خدمات النظام البيئي التي تؤمنها المصادر الوراثية للمحاصيل هي في خطر أكبر من خلال الممارسات الزراعية غير المستدامة.

مراجع إضافية:

Ahrens, C. D. 2012. *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment,* 10th ed. Brooks/Cole, Belmont, CA.

Brady, N. C., and R. R. Wiel. 2007. *The Nature and Properties of Soils,* 14th ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.

Connor, D. J., R. S. Loomis, and K. G. Cassman. 2011. *Crop Ecology. Production and Management in Agricultural Systems.* Cambridge University Press, Cambridge.

Gleissman, S. 2015. *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems,* 3rd ed.

CRC Press, Boca Raton, FL.

Hajjar, R., D. I. Jarvis, and B. Gemmill. 2008. "The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services." *Agriculture, Ecosystems, and the Environment* 123:261–70.

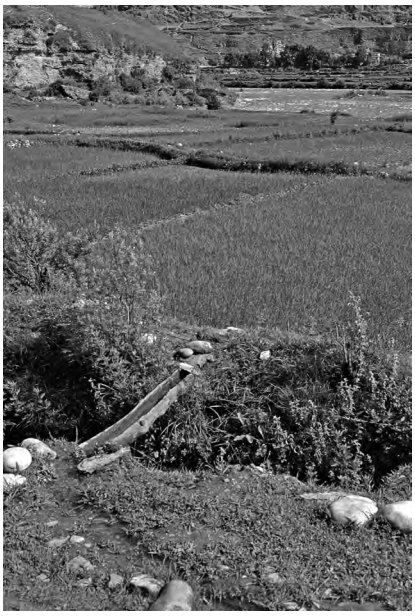
Hillel, D., and C. Rosenzweig, Eds. 2013. *Handbook of Climate Change and Agroecosystems.* ICP Series on Climate Change Impacts, Adaptation, and Migration, Volume 2. Imperial College Press, London.

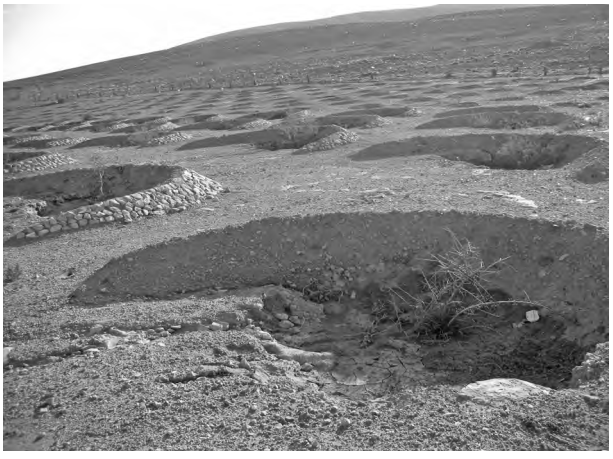
Radcliffe, E. B., W. D. Hutchison, and R. E. Cancelado, Eds. 2009. *Integrated Pest Management: Concepts, Tactics, Strategies and Case Studies.* Cambridge University Press, Cambridge.

Radcliffe's *IPM World Textbook* (web based), http://ipmworld.umn.edu/.

Sylvia, D. M., J. J. Fuhrmann, P. G. Hartel, and D. A. Zuberer. 2004. *Principles and Applications of Soil Microbiology,* 2nd ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.

Winarto, Y. T. 2004. *Seeds of Knowledge: The Beginning of Integrated Pest Management in Java.* Monograph. Yale Southeast Asia Studies, Yale University Southeast Asia Studies (USA), No. 53.





اللوحة 7. المكونات غير الحية للنظم البيئية الزراعية تشمل درجة الحرارة والتربة والماء والرطوبة النسبية والضوء والرياح. وتشمل العوامل الحيوية الآفات الطفيلية والنباتية، والتنافس بين المحاصيل والنباتات الأخرى، والعلاقات (التكافلية) المواتية بين الكائنات الحية، مثل الكائنات الحية تحت سطح الأرض والملقِّحات. وقد يحتاج المزارعون إلى إدارة البيئة لتحسين الظروف الزراعية. أعلى اليسار: قام المزارعون بإعادة توجيه مياه الأنهار الباردة لرفع درجة حرارة الماء من خلال تدفئتها بحرارة الشمس لتعزيز الإزهار المبكر في الأرز الذي ينمو على ارتفاعات عالية حتى ينضج قبل بداية درجات الحرارة الباردة. في زراعة متغيرة أو نظام بيئي زراعي بعد حرق الغطاء النباتي، قد يزرع المزارعون أصنافاً أو أنواعاً مختلفة في قطعة أرض، اعتماداً على عدد السنوات التي تدهورت فيها الأرض ومرحلة نمو النباتات. أعلى اليمين: تربة الحجر الجيري الصخري في يوكاتان بالمكسيك، حيث يتم استخدام الزراعة المتغيرة. تنتقل المعرفة التجريبية التقليدية من الأب إلى ابنه حول كيفية زراعة الذرة والفاصولياء والقرع في هذه التربة الصخرية. خفضت الضغوط السكانية متوسط فترة التراجع في هذه المنطقة من 50 إلى 8 سنوات، مما قلل من خصوبة التربة. أسفل اليسار: القرع الخياري المحلي (*Lagenaria* spp.) في كينيا يجري تلقيحها بواسطة نحلة. أسفل اليمين: استعادة المناظر الطبيعية المتدرجة مع أصناف المحاصيل المحلية المقاومة للجفاف والرياح، إلى جانب أساليب تجميع المياه في النبك، سورية. اعتمادات الصورة: D. Jarvis (أعلى اليسار، وأسفل اليمين، وأعلى اليمين)، وY. Morimoto (أسفل اليسار).

الفصل السابع

التنوع في البيئات غير المواتية والتأقلم معها على مستوى المزرعة

في نهاية هذا الفصل يجب أن يكون القارئ قد كَوَّن فهماً لما يلي:

- التأقلُم مع الإجهاد في البيئات غير المواتية.
- الخطط المختلفة لنشر التنوع على مستوى المزرعة لتحقيق إدارة الإجهاد الحيوي وغير الحيوي.
- طرائق تقييم كيفية استخدام المزارعين للتنوع لإدارة الظروف الحيوية وغير الحيوية.
- مبادئ الضّعف الوراثي وعلاقته بالتنوع الوراثي على مستوى المزرعة: قياس الضرر المحتمل مقارنةً بالضَّرر الفعليّ.

ناقش الفصل السادس بيئةَ الزراعة العامة، حيث يتمّ زراعة أصنافِ المحاصيل. وفي هذا الفصل، نركِّز على البيئات ذات الظروف غير الحيوية أو الحيوية القصوى، ونركّز كذلك على التأقلم وإدارة أصناف المحاصيل في مثل هذه البيئات. وتكون هذه البيئات، التي تدعى عادةً بيئاتِ الإجهاد، حيث تكون الظروف غالباً غير مواتيةٍ لنمو النبات وتهدد القدرة الإنتاجية ولقمةَ عيش المزارعين ذوي الملكيّات الصغيرة.

تطور أصناف المحاصيل في البيئات المعرضة للإجهاد

تجمَّع عددٌ من العمليّات التَّاريخيَّة لتُعطي الأصنافَ التقليدية الدورَ الرئيسيَّ في دعم لقمة عيش المزارعين في المناطق المعرَّضة للإجهادات البيئية (راجع الفصول الثاني والثامن والتاسع). وأثرت مثل هذه الإجهادات في التكوين والحفاظ على تنوعٍ داخليّ متخصِّص لقدرة متزايدة على التعامل معها. تقوم البيئات المتطرفة بانتخاب مجموعةٍ من الصفات، أو معقدات التأقلم المشتركة، التي تسمح بالبقاء على قيد الحياة. وقد يعتمد التأقلُم على ما إذا كانت الأصناف التقليدية في أماكن النمو المتطرفة تمتلك أنماطاً وراثيةً متخصِّصةً تتحمَّل إجهاداً معيَّناً (مثل نمط وراثيّ مقاومٍ للمرض).

يمكن أيضاً أن تكون الأنماط الوراثية المتحمِّلة بصورةٍ عامة متأقلمةً مع طيفٍ واسع من البيئات وقادرةً على التعامل معها بواسطة المرونة في تغيّر النوع الشكلي (قدرة نمطٍ وراثي واحد على إظهار عدة أنماط شكلية مختلفة في بيئات مختلفة). ويستمرَّ حدوث التغيرات

الوراثيّة التي تتضمّن الكيف الأساسي عندما تخضع الجماعات لعمليات انتخاب جديدة بسبب تغيّر البيئات أو بسبب نقلها إلى بيئة جديدة. في المغرب، تمتلك الجماعات المروية والبعلية من الفول البلدي أنماطاً وراثيةً مختلفة تعكس عمليات الانتخاب الطبيعي المختلفة التي تخضع لها كل مجموعة (Sadiki 1990).

الأصناف التقليدية والإجهاد البيئي

تتطوَّر الأصناف التقليدية في الحقول التي تتعرض غالباً لإجهادات متعددة. أشار العديد من المؤلفين إلى غنى التنوع الوراثي لمقاومة الإجهاد ما بين وضمن الأصناف التقليدية من المحاصيل (Teshome et al. 2001; Newton et al. 2010). وتحت ظروف الإجهاد تلك، يمكن قياس مقاومة الإجهاد النسبيّة بواسطة مقارنة قدرة النوع الوراثي على البقاء على قيد الحياة ومنتِجاً في حقول المزارعين، مقارنةً بأنماط وراثيةٍ أخرى أو أصنافٍ من النوع ذاته. قد تكون الأصناف التقليدية قد تَطوَّرتْ في ظلّ عدة عوامل من عوامل الإجهاد. فقد نجد إنَّ صنفاً تقليدياً متأقلماً مع عامل إجهادٍ واحد، مثل سُمّية الألمنيوم، يحمل تأقلماتٍ مفيدة لإجهادات أخرى، مثل الملوحة ونقص العناصر الغذائية. ومن الشائع أن تكون إنتاجية الأنماط الوراثية الأقل تحملاً أعلى من إنتاجية الطُرز الوراثية المتحملة عندما تُزرَع في أماكنَ غيرِ خاضعةٍ للإجهاد. وعلى المزارعين في المناطق المعرَّضة للإجهاد أن يهتمُّوا على وجه الخصوص بعدم إدخال أصنافٍ غير متأقلِمةٍ أو ذات حساسية عالية، والتي تفشل غالباً في الظروف المعادية أو في المناطق المعرَّضة للأمراض، والذي يمكن أن يخفض التنوع الوراثي المحلي للصفات المرغوبة من قبل المزارعين في أصنافهم. وفي مواجهة إمكانية خسارة أنواعٍ أساسيةٍ مقاوِمةٍ للإجهاد، فإنَّ إدارةَ تنوعٍ مناسبةً لمحصول معيَّن هي مكوِّنٌ مهمٌّ في استراتيجيات الحفاظ على لقمة العيش للمزارعين في بيئات الإنتاج الخاضعة للإجهاد.

قياس الإجهاد والاستجابة

طوَّر الأخصائيون في علم وظائف النبات ومحسِّنو النبات نسقاً عريضاً من الطرائق والتقنيات لقياس درجات الإجهاد واستجابات النباتات. ولكن يبقى تحديد سبب الإجهاد أكثر صعوبة. وأكثر العوامل الأساسية هي متغيرات الطقس وبيئة المزرعة. ومن أجل المقارنة وتأسيس أنماط الاختلاف، فإنَّ هذه العوامل يجب أن يتمَّ جمعُها من عدة أماكن وفي أوقات مختلفة تتعلق بدورة زراعة المحاصيل واختلاف حقول المزارعين (راجع الفصل السادس). تسمح القيم المأخوذة في عدة أوقات وأماكن بتقدير المتوسطات والتباينات، والبعد عن المحور وتسهم في ترتيب وتحديد كمية الإجهاد البيئي بالنسبة لبيئة أخرى غيرِ مُجهَدة. وتكون استجابة المحصول في النهاية أكثرَ وضوحاً في إنتاجية النبات أو العائد الاقتصادي للمُزارِع.

ويتغير المؤشر خلال نمو النبات ويتم استعمال أدواتٍ لقياس إشعاع الكلوروفيل والتبادل الغازي في التركيب الضوئي، أو صفات شكلية والتي تعرف بأنها تدخل في تحمل إجهاد معين (على سبيل المثال، درجة التفاف الورقة وإجهاد الجفاف، راجع [Taiz and Zeiger 2010] باعتباره كتاباً في علم وظائف النبات تمَّ تحديثه مؤخراً). إنَّ أمْرَ تحويل قيم المتغير الأساسي (الإنتاجية) التي تمَّ الحصول عليها من تجارب مكرَّرة في حقل أو بيت بلاستيكي إلى قياسٍ للإجهاد يثير مسألةً عامة حول مقارنات النمط الوراثي. فالنمط الوراثي الذي أعطى إنتاجيةً متوسطةً في جميع البيئات سوف يُنتِج بطريقةٍ مختلفةٍ عن الأنماط الوراثية التي تزدهر فقط في الظروف المواتية. ويمكن أن تكون بعض الأنماط الوراثية مقاوِمةً لإجهادٍ معيَّنٍ لكنَّ إنتاجَها ضعيفٌ في البيئات الجيدة.

ولتعريف مؤشِّرٍ للاستجابة للإجهاد، نعتبر Y_s قيمةَ الإنتاجية في القطاعات الخاضعة للإجهاد وY_c قيمةَ الإنتاجية في قطاعات الشاهد. ويمكن تقدير هذه القيم من أجل جماعةٍ معينة أو صنفٍ في عينة من عدة جماعاتٍ يمكن أن تضمَّ أيضاً أنماطاً وراثيةً متنوعةً، بالإضافة إلى سلالات شاهدٍ ذات ردِّ فعلٍ معروفٍ في التجربة. والآن نعرِّف متوسِّط الإنتاجية (MY) بإنَّه متوسط القيم لكل مُدخَلٍ من المُدخَلات المختلفة في التجربة. إنَّ متوسط القيم لجميع هذه المدخلات من القطاعات الخاضعة للإجهاد هو MY_s، ومن قطاعات الشاهد هو MY_c. وكما جاء في Dodig et al. (2012)، فإنَّنا نُعرِّف مؤشر الحساسية للإجهاد (SSI) كالتالي:

$$SSI = [1- (Y_s/Y_c)]/[1- (MY_s/MY_c)]$$

هذا المؤشر، أو المؤشرات المماثلة، يحاول ربطَ الإنتاجية في ظروف الإجهاد Y_s بالإنتاجية في ظروف الشاهد MY_c وجَعْلَ هذا معياراً قياسياً مقابل متوسط الحساسية لكامل عينة الجماعات الخاضعة للاختبار. وعلى فرض أن عينةً كبيرةً من السلالات تدخل في أي تجربة، فإنَّ قيم SSI يمكن أن تقارِن ما بين تجارب مكررة. ويمكن تعريف مؤشِّر تحمُّل الإجهاد (STI) كالتالي:

$$STI = Y_s x Y_c/(MY_c)^2$$

توضِّح هذه المعادلة مشكلةً أخرى في قياسات الإجهاد، وهي إنَّ معدَّل المقاومة (Y_s/Y_c) يكون مرتفعاً إذا كانت Y_c منخفضة. وقياس الإنتاجية الهندسية هو حلٌّ وسط ويميل لمصلحة الأنماط الوراثية التي تعطي إنتاجيةً متوسطةً مقابل الأنماط الوراثية التي تزدهر فقط في الظروف المواتية، أو تلك المقاوِمة لكنَّها تعطي إنتاجيةً ضعيفة في البيئات الجيدة. ويتم حساب الإنتاجية الهندسية على إنَّها الجذر التربيعي لناتج ضرب القياسات، فعلى سبيل المثال إذا كان هناك قياسان للإنتاجية (2 و 8 كغ/ الهكتار) فمتوسط الإنتاجية هو 5 كغ/ الهكتار، والإنتاجية الهندسية هي الجذر التربيعي لـ (2 x 8)= 4.

الإجهاد غير الحيوي والتنوع الوراثي للمحصول

في أي حقل، هناك مدى واسع من العوامل المناخية وعوامل التربة وعوامل التضاريس التي يمكن أن تكون بمستويات يمكن أن تؤثر في نمو النبات وإنتاجية المحصول، وبالتالي تؤثر في لقمة عيش المزارع. والأصناف التي تُظهِر مقاوَمة لهذه التأثيرات، أو التي يُشاع بإنَّها كذلك سوف يفضِّلُها المزارعون، وعلى نحو الخصوص إذا كان تعافيها يتم مع خسارة صغيرة في الإنتاجية أو النوعية أو القيمة الاقتصادية (راجع الفصول الثامن و التاسع). وارتفاع الحقل عن سطح البحر وانحداره وسماته وخواص تصريفه للمياه هي سمات التضاريس الأساسية التي تصف مظاهر أي حقلٍ أو مزرعةٍ معينةٍ تَخضع للدراسة (راجع الفصل السادس). وهي تعتَبر المعطَيات الأساسية التي يجب جمعها في أي دراسة. هذه السمات ليست عوامل إجهادٍ بحدِّ ذاتِها، بيدَ إنَّها يمكن أن تكون مؤشراً للتباينات للإجهاد غير الحيوي لأنها تتأثر من خلال واحدٍ أو أكثر من المُجهِدات التي سيتم مناقشتها لاحقاً.

إنَّ الاستراتيجيات المتَّبعة لمقاومة الإجهادات غير الحيوية أو صفات هذه المقاومة تنقسم إلى ثلاثة أنواع: الإفلات والتَّجنُّب والتَحَمُّل. إذ يمكن أن يفلت المحصول من الإجهاد إن أكمل المرحلة الحساسة من حياته قبل حصول ظروف الإجهاد، أو إن بدأت هذه المرحلة بعدها. يُعدّ وقت الزراعة أداةً يستخدمها المزارعون للإفلات من الإجهاد، فعلى سبيل المثال، بالنسبة للذرة السكرية الخاصة بالموسم الجاف في الكاميرون، يكون الضبط الدقيق للزراعة مع نهاية فصل الأمطار أمراً مهمّاً جداً، ويقوم المزارعون بفعل ذلك عن طريق زراعة شتولٍ تمّت زراعتها مسبقاً في المشاتل (Soler et al. 2013).

وتجنُّبُ الإجهاد أمر مشابهٌ، لكنَّه يتّم تنفيذه بواسطة سماتٍ وبُنىً خاصةٍ بالنبات. تحدُّ آليات التجنب من التعرض للإجهاد (على سبيل المثال، التغيير في شكل الورقة أو اتجاهها). ويمكن أن تَظهر آليات التجنب في غياب عوامل الإجهاد. ومن جهة أخرى، إنَّ سمات تحمُّل الإجهاد التي تتحكم بتحمُّل الإجهاد تتحفَّز بالإجهاد نفسه وتهدف لخفض تأثيراته. على سبيل المثال، الآليات المرتبطة بتجنب التجمد هي عادة مرتبطة بسمات فيزيائية للنبات، مثل مكان تَشَكُّل الجليد داخل النبات، في حين إنَّ الآليات المرتبطة بتحمُّل التجمد ترتبط عادة بتأقلمات كيميائية يتّم تنظيمها بواسطة مجموعة من المورثات الخاصة (Gusta and Wisniewski 2013).

لا توجد آلية مفردة لمقاومة الإجهاد غير الحيوي، وأي نوع من التأقلم يمكن أن يعتمد على آليات متعددة. ففي حين حَدَّدت الأبحاث الوراثية عدة مورثات تستجيب لأكثر من إجهاد واحد، فإنَّ تعبير المورثات الأخرى أكثر تخصُّصاً، فهي تتحرَّض بواسطة إجهادٍ معيَّن (Seki et al. 2007). وليس فقط هناك تداخل في استجابات المورثة لإجهادات مختلفة (حيوية وغير حيوية)، إلا إنَّ حالات من إجهادات متعددة تؤدي إلى استجابات تكون أكثر من تجميعيَّة

بسبب التفاعلات الداخلية على المستوى الجزيئي. قام (Atkinson and Unwin 2012) بالدعوة إلى زيادة التركيز المتكامل في أبحاث إجهاد النبات، وهو ما يمكن أن يحدِّد المنظِّمات الرئيسية التي تربط عدة استجابات للإجهادات غير الحيوية والحيوية.

إجهاد الجفاف

ينتج الجفاف عن ارتفاع الحرارة مع نقصٍ في الرطوبة. ويحدث إجهاد الجفاف أو إجهاد العجز المائي عندما تخسر الأغشية الخلويَّة الماءَ، مما يخرِّب طبقات الليبيدات ويزيد النفاذية ويخل بسلامةِ وعملِ الغشاء الخلوي. ولا توجد آلية موحَّدة لمقاومة إجهاد الجفاف على مستوى النبات بأكمله أو على مستوى المورِّثة المفردة (Blum 2004). ونظرياً يتأثر كل جانب من علم وظائف النبات والمكونات الخلوية (Mahajan and Tutejan 2005). ويكون الإفلاتُ من الجفاف عندما تكتملُ مراحل النموِّ الحساسةِ أثناء توفر الماء. وتتضمن سمات تجنب الجفاف نظاماً جذرياً يمكن أن يمتصَّ الماء من طبقات التربة العميقة، ومعدلاً منخفضاً من النتح مع خسارة بالحد الأدنى في الإنتاجية. ومن الأمثلة على صفات تحمُّل الجفاف هو تعديل الجهد الحلولي، أو تراكم المواد المذابة في الخلية استجابةً لهبوطٍ في الجهد المائي في بيئة الخلية، وهذا يُخَفِّض الجهد الحلولي للخلية لجذب الماء للحفاظ على ضغط الانتباج. إنَّ صفة تجنُّب فقد الماء هذه استجابةً للإجهاد والتأقلم معه هي صفةٌ مهمة، حيث تم ربطها بشكل متكرر بالإنتاجية في ظروف إجهاد الجفاف (Blum 2011a). إنَّ السمات المتعددة المرتبطة بتحمل الجفاف وتجنبه يمكن أن تكون أساسية، أي إنَّها مختلفةٌ ما بين الأنماط الوراثية، أو قابلة للتحريض ومتنوعة بحسب المرحلة من دورة الحياة. وإجهاد الجفاف بحد ذاته يختلف بمدته وموعده وشدته، ويؤدي إلى تباينٍ وراثيٍّ كبير بواسطة البيئة (GxE).

ويمكن أساساً قياس الاستجابة للجفاف بسهولة في تجارب البيت البلاستيكي أو الحقل على مستوى الجماعة، وفيها يتم مقارنة قطاع يخضع لمعاملةٍ مبنيَّةٍ على كميات محدودة من الماء (جفاف) بقطاع شاهد، يتّم فيه التحكم بمستوى الرطوبة بطريقة يمكن قياسها. إنَّ تقدير التباين في الاستجابة ما بين نبات وآخر ضمن الجماعة أمرٌ أكثر صعوبة، حيث يجب قياس معالجة الجفاف والقطاع الشاهد على نفس النمط الوراثي. وهذا يشكل مشكلةً أقل في المحاصيل المتكاثرة خضرياً مثل البطاطا (على سبيل المثال Cabello et al. 2012)، أو محاصيل الحبوب ذاتية التلقيح. والطريقة المثالية للمحاصيل ذاتية التلقيح تكون باستعمال نسل نباتٍ واحدٍ مُستخرَج من الجماعة كمادة تجريبية، لكنَّ هذه العملية تتطلب موارد كبيرة وهي نادراً ما تُطبَّق. وفي الحالة المثالية، يتمّ تقييم الأصناف التقليدية ليس على مستوى النباتات مفردةً، ولكن ككتلةٍ مفردةٍ من وحداتِ العينات وذلك للإنتاجية، وثبات الإنتاجية، ومؤشرات التحمُّل خلال عدة سنوات (على سبيل المثال، Dodig et al. 2012). كانت العديد من

الدراسات حول تحمُّل الجفاف موجَّهَةً لتحقيق هدف مُحَسِّني الأنواع في تحديد مصادر المورثات لتحمُّل أو تجنُّب خسارة الماء (Blum 2011b)، بدلاً من تحقيق هدف المزارعين في التعامل مع الإجهادات البيئية المحلية بواسطة مواد محلية.

في مركز ياكاتان، المكسيك، الحدث المناخي الذي يسبِّب عموماً مشكلةً لمزارعي الذرة هو (canícula)، وهي فترة جافة لمدة مختلفة تحدث عادةً في نهاية تموز أو آب خلال موسم الأمطار. وتحدث الفترات الحرجة من حيث متطلبات الرطوبة لمحصول الذرة أولاً خلال مرحلة ظهور الأزهار المذكَّرة وظهور الأزهار المؤنثة، من أجل خصوبة غبار اللقاح واستعداد الأزهار المؤنثة لاستقبالها، وثانياً خلال امتلاء الحبوب. إنَّ من شأن إجهاد الجفاف خلال هذه المراحل أنْ يُنقِص إنتاجية الذرة. تُمثِّل أصناف الذرة ذات دورة الحياة الطويلة أو القصيرة طريقتَيْن للتعامل مع هذا الحدث المناخي (canícula). وتُفْلِتُ أصنافُ الذرة المبكرة، مثل صنف nal t'eel الذي ينضج خلال سبعة أسابيع بعد بدء الزراعة، من إجهاد الجفاف عن طريق إكمال الإزهار ونضج العرانيس قبل فترة الـ canícula في السنوات التي تبدأ فيها الزراعة مبكِّراً أو التي تتأخر فيها فترة الـ canícula. وأصناف الذرة ذات فترة النضج الأطول في يوكاتان، مثل صنف x-nuuk nal وصنف ts'íit bakal، التي تستغرق 3.5 – 4 أشهر حتى تنضج، يمكن أن تتحمَّل عدة أسابيع من الجفاف كنباتاتٍ غير ناضجة ثم تتابع نموها عندما ينتهي الجفاف (Tuxill et al. 2010).

إجهاد البرودة

تمارس درجاتُ الحرارة المنخفضة وكذلك الصقيعُ والماءُ البارد والبَرَدُ عمليات انتخاب شديدة على المحاصيل وتحدُّ بشكل كبير من أنواع المحاصيل التي يمكن أن تنمو في مثل هذه المواقع، وتؤكِّد التنوعَ بين أصناف هذه الأنواع. ويَتطلَّبُ الأمر آليات تأقلُمٍ مختلفةٍ لتحمُّل أيِّ إجهاد حادٍّ (على سبيل المثال فترة صقيع واحدة) مقابل إجهاد طويل المدة (فترة طويلة من إجهاد التجمد أو التغطية الجليدية). ويصف مصطلح (أضرار البرودة) المظاهرَ المرئية للخلل الوظيفي لخلايا النباتات الاستوائية عند تعرُّضِها لدرجات حرارة منخفضة، عادةً ضمن المدى 0 – 15 درجة مئوية.

يمكن أن تختلف أضرار البرودة إلى درجة كبيرة بحسب المناطق المناخية. ففي المناخ الاستوائي، يمكن أن تَحدث أضرار البرودة في المدى بين 15 – 20 درجة مئوية، ما يُسَبِّبُ غالباً عقمَ غبار الطلع. إنَّ ضرر البرودة في الأرز، على سبيل المثال، يمكن أن يحدث بسبب الجو البارد أو الري بالماء البارد، ما يمكن أن يؤثر في النمو في أي مرحلة من مراحل نمو المحصول. ويُستَعمَل المصطلح (تحمُّل البرودة) عادةً لوصف استجابة نباتٍ ما لدرجات التجمد وقدرةِ النباتات على الإنتاج بدرجات حرارة أقل من الدرجة المثالية. ويمكن أن تختلف الآلياتُ

المسؤولة عن تحمُّل البرودة (قدرة نباتات المناطق المعتدلة على النجاة من درجات الحرارة تحت الصفر) ضمن النبات نفسه مثل أنسجة القمم النامية مقارنةً بالورقة، أو أنسجة الجذور مقارنةً بالساق. أكد (Gusta and Wisniewsk 2013) في دراسةٍ حديثةٍ حول تأقلم النبات مع البرد في المناخ المعتدل والجبلي على تنوُّع الآليات. لقد أشارا إلى إنَّ الاختبارات التجريبية حول التحمُّل يجب أن تأخذ بعين الاعتبار إنَّ الآليات المكتَشَفة في التجارب في البيوت البلاستيكية قد تكون مؤشِّراتٍ ضعيفةً للاستجابات الفعلية في الحقل.

إنَّ معظم التقارير حول تحمل البرد في الأصناف التقليدية ناتجةٌ من الدراسات الاستبيانية للمجموعات الموجودة في بنك المورثات باستخدام أخذ العينات على نطاق واسع من بين المناطق أو البلدان من أجل الحصول على المصادر الوراثية للتهجين. وقد تّم القيام بعدد قليل نسبياً من الأبحاث حول تنوع التحمُّل على المستوى المحلي أو المجتمع. وأما أحد الاستثناءات فهو عمل (Li et al. 2004)، الذين وجدوا فروقاتٍ واضحةً في تحمُّل البرد في أصناف الأرز التقليدية من خمسة مناطق في مقاطعة يونان في الصين. والثاني هو عمل (Sthapit 1994)، الذي من خلال تحليل إشعاع الكلوروفيل والقدرة على تجدد الجذور، حدَّد نباتات أرز عاليةَ التحمُّل للبرودة من مجموعة من النباتات المحلية (مثل Chhomorong، Kalopatle، Takmare، Jumil Marshi، Sirajali، Raksali، Atte، Seto Bhankunde، Phalame، Bhatte). جميع هذه النباتات هي بالأصل من المناطق شديدة الانحدار في نيبال على ارتفاعات ما بين 1200 و 2600 متر فوق سطح البحر.

وفي المناطق المرتفعة من بوليفيا، لوحظ وجود درجات مختلفة من تحمل الصقيع في الأصناف الحديثة والمحلية من الكينوا، مع وجود تحملٍ أكبر للصقيع في الأصناف المحلية (Bonitfacio). صُنِّفت النباتات المدروسة كنباتات حساسة تأتي من الأودية حيث نادراً ما يحدث الصقيع، في حين إنَّ الأصناف التقليدية المتحمِّلة كانت من مناطق تتعرض بشكل كبير للصقيع. وفي نفس الدراسة، تّم ربط تحمُّل البرد بأصناف الكينوا التقليدية التي تملك أوراقاً صغيرة وأعناقاً قصيرة، ولديها زاوية صغيرة هي اتصال العنق صغيرة، وساق مرنة.

إجهاد الحرارة المرتفعة

يؤثر إجهاد الحرارة المرتفعة في نمو النبات طوال تطوره من خلال المستويات الحرجة للحرارة المرتفعة التي تختلف باختلاف مراحل نمو النبات (Wahid et al. 2007). بعض المحاصيل تحتاج إلى حرارة مرتفعة حتى تنضج. التأقلم مع إجهاد الحرارة المرتفعة هو عملية نشِطة يتّم من خلالها تحوُّل مجموعة كبيرة من مصادر النبات للحفاظ على البنية والوظيفة للإفلات من الأضرار التي يسبِّبها إجهاد الحرارة المرتفعة. ويُعدّ نخيل التمر متأقلماً مع درجات الحرارة المرتفعة. لكنَّ درجات الحرارة المرتفعة جداً ولفترات طويلة وخلال مراحل

تطور الثمار تؤثِّر بشكل مباشر في نوعية ثمار التمر. يختار المزارعون أصناف النخيل المبكرة في النضج للحد من فترة التعرُّض لدرجات الحرارة المرتفعة جداً، وهذا يوجه التنوع الوراثي من أجل تجنُّب إجهاد الحرارة المرتفعة أكثر من تحمُّله. ويمكن أن تزيد الرياح القوية والمتكرِّرة في هذه المناطق من تأثير إجهاد الحرارة المرتفعة. يُعَدُّ نخيل التمر، بنظامه الجذري القوي جداً وشكل ساقه الاسطواني، من أكثر أنواع الفاكهة مقاوَمةً للرياح. أدَّى تنوُّع الأصناف التقليدية من ناحية سقوط الثمار والأزهار خلال فترات الرياح إلى زراعة أصناف تقليديَّة غالباً على محيط المزرعة لحماية الأصناف الأخرى (Rahouma et al. 2006).

ظروف التربة غير المواتية: الملوحة والحموضة ومحتوى العناصر الغذائية المنخفض والسمية

تّم التعرُّف على عدد من المورثات التي تتحكم في تحمل الإجهاد الناتج عن عوامل التربة مثل نقص الآزوت والملح وسُميّة الألمنيوم والحموضة، مما يشير إلى إنَّ استجابات متنوِّعة للإجهاد الناتج عن هذه العوامل يمكن أن توجد ضمن جماعة واحدة. وتختلف حقول المزارعين نظراً لوجود عوامل التربة، مما يجعل تقدير تحمُّل النباتات في جماعة مختلطة أكثر صعوبة. ومن جهة أخرى، يمكن أن تحدُث الإجهادات المتعلِّقة بالتربة على مستوى صغيرٍ في أجزاء قطعة الأرض، مما يتيح الفرصة للمزارعين للتعرُّف على الأنماط الوراثية المتحمِّلة نسبيًّا. ويشمل إجهاد الملوحة ثلاثة مكونات رئيسية: إقصاء الصوديوم Na^+، وتحمُّل الصوديوم Na^+ في الأنسجة، والتحمل الحلولي. وقد بيَّن (Witcombe and colleagues 2008) بشكل مفهوم التداخلَ في مقاومة الجفاف والملوحة ونقص الآزوت وسمّيّة الألمنيوم. وتساعد فاعلية استخدام النبات للآزوت (NUE)، وهي ناتج فاعلية الامتصاص وفاعلية الاستخدام، في تحديد قدرة النبات على الإنتاج في ظروف نقص الآزوت، ويُقاس بنسبة الحبوب المنتَجة إلى الآزوت المعدني المتاح من التربة والأسمدة. وتستطيع النباتات استخدام الآزوت التي تَمتصّه بفاعلية أكثر، فيكون الناتج أكثر بكثير من كمية النتروجين الممتَصَّة (فاعلية استخدام متزايدة)، أو يمكن أن تزيد النباتات كمية الآزوت التي تحصل عليها من التربة (فاعلية امتصاص متزايدة). وينعكس تنوع الأنماط الشكلية للجذور في مستويات فاعلية استخدام النبات للآزوت (Garnett et al. 2009)، بينما تحدث الروابط ما بين فيزيولوجية الجذور ونشاط الكائنات الحية، وكمية الآزوت المتاحة على مستويات مختلفة مما يؤثر في إنتاجية النبات (Jackson et al. 2008). هناك تنوع وراثي كبير بالنسبة لفاعلية استخدام النبات للآزوت في الأصناف التقليدية. وأوضحت الدراسات المجراة على القمح القاسي وجودَ فاعلية امتصاصٍ متزايدةٍ في ظروف نقص الآزوت أعلى في الأصناف التقليدية منه في نظرائها الحديثة (Ayadi et al. 2012). ولكنَّ الأصناف المحسَّنة مقارنةً مع نظرائها التقليدية كانت أكثر استجابةً لزيادة الآزوت في التربة.

وتـمَّ إظهـار تنـوُّعٍ كبـيرٍ في تحمُّـل الملوحـة مـا بـين الجماعـات وضمنهـا في الأصنـاف التقليديـة في منطقـة كواسـتال في فيتنـام (Lang et al. 2009) وبنغـلادش (Lisa et al. 2004). وفي مقاطعـة نـام دينـه في فيتنـام، تقـع القـرى كـين ثانـه ودونـغ لاك في الأراضي المنخفضـة مـن النظـام البيئـي لـلأرز في ريـد ريفـر دلتـا (دلتـا النهـر الأحمـر)، مـع بعـض المناطـق ذات الـتُّرَب المالحـة والأراضي المطلَّـة عـلى البحـر. ولانتخـاب أفضـل الأصنـاف التـي تتعامـل مـع إجهـاد الملوحـة، يقـوم المزارعـون عـادةً بتقييـم حـالات النباتـات في الحقـول. وهـم يَعتـبرون إنَّ المراحـلَ الحرِجـة مـن نمـوّ الأرز بالنسـبة للملوحـة وإجهـاد الحموضـة هـي مرحلـة الإشـطاء ومرحلـة بـدء الإزهـار. ويَسـتخدم المزارعـون بعـضَ الصفـات مثـل اللـون (الأبيـض الصحـي مقابـل الأسـود) وشـكل النظـام الجـذري، ولـون الأوراق (الأخـضر الصحـي مقابـل الأصفـر) ومسـتويات النمـو عندمـا تكـون النباتـات بعمـر 30 يومـاً بعـد الزراعـة وفي مرحلـة بـدء الإزهـار (Hue et al. 2006).

زيادة الماء

يُعـد الغَمْـر بالميـاه أحـد الإجهـادات البيئيـة في عـدة أنظمـة بيئيـة حـول العـالم. وبالرغـم مـن إنَّ الغمـرَ مصـدرٌ مهـم للعنـاصر الغذائيـة للنبـات، إلا إنَّـه يمكـن أن يسـبِّبَ نقصـاً في الأوكسـجين، أو نقـص ضغـط الأوكسـجين. إنَّ نقـص الأوكسـجين يُحـوِّل التَّنفُّـس إلى مسـارات لا هوائيَّـة ويـؤدِّي إلى تغـيرات كيميائيـة حيويـة غـير مرغوبـة. وللإفـلات مـن حالـة نقـص الأوكسـجين، يمكـن أن تختلـف النباتـات في شـكلها أو أيضهـا أو اسـتطالتها. ويمكـن أن تقـوم بتغيـير هـذه العمليـات اسـتجابةً لنقـص الأوكسـجين أو تقـوم بتحمُّـل حالـة الغمْـر المطـوَّل مـن خـلال بقائهـا سـاكنة. إنَّ ارتفـاع مسـتوى البحـر والفيضانـات الموسـمية المرتبطـة بـه والمتزايـدة سـتصبح شـائعة أكثـر في الأراضي المنخفضـة والسـهول الفيضيـة (Sarkar 2010). ومـن المحتمـل أن يخضـع الأرز، وهـو محصـول متفـوق في البيئـات المعرَّضـة للانغـمار، لدرجـاتٍ أعـلى مـن الإجهـاد، وتُعـرَف الأصنـاف التقليديـة بأنهـا تملـك مورِّثـات التحمُّـل (Singh et al. 2010). ويؤمِّـن التنـوع الوراثـي للصفـات التـي تحسِّـن توفُّـر الأوكسـجين أثنـاء الغَمْـر مصـادر قيِّمـة لتحسـين تحمُّـل المحاصيـل للإجهـادات البيئيـة التـي تـزداد بفعـل الاحتبـاس الحـراري (Bailey-Serres and Voesenek 2008). فعـلى سـبيل المثـال، عـلى طـول الأنظمـة النهريـة الرئيسـية في جنـوب شرق آسـيا وغـرب إفريقيـا، يعتمـد المزارعـون الذيـن يعملـون في مناطـق الغمْـر عـلى أصنـاف أرز تقليديـة يمكـن أن تتحمـل تدفقـات موسـمية كبـيرة مـن مـاء الغَمْـر حيـث يمكـن أن يَتغـيَّر مسـتوى المـاء عـدة أمتـار طـوال مـدة فصـل النمـو.

التركيز المرتفع لغاز ثاني أكسيد الكربون

قامـت الأبحـاث التـي ركَّـزت عـلى القمـح والأرز وفـول الصويـا والبـازلاء الشـائعة بتحديـد التباينـات في اسـتجابات النبـات لارتفـاع نسـبة غـاز ثـاني أكسـيد الكربـون بـما في ذلـك (في حالـة

البازلاء الشائعة) إنتاجية الحبوب (Bunce 2008، راجع أيضاً الفصل السادس). وتُشير هذه الدراسات إلى إنَّ التَّنوُّع الوراثي قد يكون المصدر الأساسي في لمحسِّني الأنواع النباتية الذين يقومون بالانتخاب للاستجابة لارتفاع نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في المحاصيل الأساسية للاستفادة من التأثير التسميدي للتركيز العالي لغاز ثاني أكسيد الكربون.

الإجهاد الحيوي والتنوع الوراثي للمحاصيل

الإجهادات الحيوية هي تلك الناتجة عن أي شكل ضمن طيف متنوع من أشكال الحياة ذات الصلة التي تعيش بين المحاصيل. ويمكن أن تؤثر الإجهادات الحيوية بشكل مختلف في الجماعات المختلفة والأصناف المختلفة من المحاصيل والمكونات الفردية للأنماط الوراثية. وهي تتضمن الآفات (حشرات وديدان خيطية وآكلات الأعشاب الأخرى) وتشمل آفات الحبوب المخزَّنة والعوامل الممرضة والطفيليات (على سبيل المثال، أنواع Orabanche) وميكروبات التربة وغياب الملقِّحات ووجود الماشية، والأعشاب المنافِسة. وقد أكَّدَت الفقرات السابقة التي تتحدث عن الإجهاد غير الحيوي والتنوع الوراثي للمحاصيل على ارتباط عدة أنواع من الإجهاد في تأثيرها في جماعات المحصول، وكذلك في الآليات الشكلية وآليات الوظائف والآليات الجزيئية التي يستخدمها النبات للتعامل مع الإجهاد. لكنَّ معظم أشكال الإجهاد الحيوي تختلف كلِّيَّاً عن أشكال الإجهادات غير الحيوية، ونقطة الاختلاف تكمن في إنَّ عوامل الإجهاد نفسها تتغيَّر (Teshome et al. 2001). إنَّ حجم جماعات الآفات والعوامل الممرضة وكذلك تركيبها الوراثيّ من شأنه أن يتغيَّر من جيل لآخر، وذلك يكون استجابةً للتغيرات في جماعات المحصول العائل، وتُوجِّهه التغيُّرات في البيئة (Le Boulc'h et al. 1994). تُعَرِّضُ الإجهاداتُ الحيوية تنوَّع المحاصيل إلى عمليات التطور المشترك. التطور المشترك عمليةٌ يقوم فيها نوعان مختلفان أو أكثر مرتبطان من الناحية البيئية بالتأثير في تطور بعضهما البعض على نحوٍ متبادل. وتؤدِّي إمكانية حدوث تطوُّر متبادل ما بين المحاصيل وعوامل الإجهاد الحيوي إلى التساؤل إذا ما كانت زيادة تنوّع العائل من شأنها أن تكون دائماً مفيدة. وهل سيكون استعمال تنوّع المحاصيل لإدارة الإجهاد الحيوي أمراً مفيداً بالنسبة للمزارع على المدى الطويل، أم هل يشكل خطراً، على سبيل المثال، تطور سلالات متفوقة من العامل الممرض (Marshall 1977; Jarvis et al. 2007a)؟

العوامل الممرضة

إنَّ المرض الناجم عن العوامل الممرضة للنبات كان عاملاً رئيسياً في تطور المحاصيل نتيجة التدجين. بيدَ إنَّه تبقى العواملُ الممرضةُ للنبات السببَ الرئيسيَّ لخسارة المحصول، ومواجهةُ هذا التحدي باستخدام التنوع الوراثي من حيث استجابة النباتات العائلة هي

الاستراتيجية الأساسية. وإذا كانت الخيارات الكيميائية متاحةً لتقليل أثر لمرض، فهي عادةً غير مرغوبة ومكلفة. وعلى المزارعين الاعتماد على الاستراتيجيات الزراعية (موعد الزراعة ومزج المحاصيل والدورة الزراعية،...إلخ) بالتوازي مع استغلال أي تنوع وراثي في استجابة العائل التي يظهرها المحصول. تُعرَّف مقاومة المرض بأنها امتلاك خصائص يمكن أن تَحُول دون حصول المرض أو تُعيق تطوُّرَه. وتَحَمُّل المرض هو قدرة النبات على تَحَمُّل مرضٍ مُعْدٍ أو غير مُعْدٍ بدون ضررٍ فعليٍّ أو خسارةٍ في الإنتاج. وهناك نوعان من مقاومة المرض: المقاومة الخاصة بالسلالة وغير الخاصة بالسلالة. وهناك اسماء أخرى للمقاومة الخاصة بالسلالة وهي العمودية، والمورِّث الرئيسي، والمقاومة النوعية. ويطلَق أيضاً على المقاومة غير الخاصة بالسلالة الأفقية، والمورِّث الثانوي، والمقاومة الكمية، ومقاومة الحقل. يتّم التحكُّم بالمقاومة الخاصة بالسلالة غالباً بواسطة مورثات مفردة سائدة ولذلك تّم استعمالها على نطاقٍ واسع من قبل محسِّني الأنواع لإنَّه من السهل نسبياً تحديد الصفة والتعامل معها من الناحية الوراثية. وعلى العكس من ذلك، فإنَّ تحديد المقاومة غير الخاصة بالسلالة غالباً يكون أكثر صعوبةً ويتم التحكم بها بواسطة السِمة الكمية للموضع (QTL) التي تكون متعددة، ممّا يجعل إدخالها إلى أصنافٍ جديدة أكثرَ صعوبة.

تُبيِّن المراجعُ عملياتِ غربلةٍ عديدة لمقاومة المرض باستعمال مجموعات بنوك البذور في الأصناف التقليدية بسبب تاريخها الطويل من التطور المشترك (على سبيل المثال، Teshome et al. 2001)، وبالتالي وَجَدت بشكل نموذجي إنَّها مصدر غنيٌّ لاستجابات متنوعة. وتعتمد المقاومة الفعَّالة لأي آفة أو مرض على التعبير الكافي لمئات المورثات أو السِمة الكمية للموضع (QTL). ويترافق بالتأكيد التنوُّع في التعبير عن المقاوَمة الكمية مع التنوع في التعبير عن العديد من هذه المورثات.

ومع انتقال الناس من بلد لآخر ناقلين محاصيلهم معهم، كذلك فعلت المادة الوراثية والسلالات الضارة من العوامل الممرضة. وتطورت مورثات المقاومة استجابةً للعوامل الممرضة الجديدة، ولكنْ قد يكون هناك بقايا مقاوَمة موجودة مسبقاً في المنطقة إذا كانت المحاصيل قد تعرَّضت سابقاً للمرض. وفي غربلةٍ لمجموعات عالمية من الشعير للاستجابة لفيروس الشعير الأصفر القزم (BYDV)، تّم ايجاد مدخَلات عالية المقاومة في إثيوبيا، والتي تعدُّ مركزاً للتنوع. وقد وصل (Qualset 1975) إلى خلاصة إنَّ الطفرة المسبِّبة لمقاومة فيروس الشعير الأصفر القزم (BYDV) قد حَدَثَتْ في إثيوبيا، وإنَّ وجودَ المرض أدّى إلى حصول اصطفاءٍ طبيعي يرجِّح الأصناف المقاوِمة. وبالمثل فإنَّ غربلةً لمجموعة عالمية من الفول السوداني لمقاومة الصدأ الناتج عن *Puccinia arachnidas*، ولمقاومة تبقُّع الأوراق النَّاتج عن *Phaeoisariopsis personata*، أظهرت أن 75 % من المدخَلات المقاوِمة تأتي من منطقة تارابوتو في البيرو. وتُعَدُّ البيرو ثاني مركز للتنوُّع بالنسبة للفول السوداني، الذي تطوَّر من

المركز الأولي للتدجين في جنوب بوليفيا (Subrahmanyam et al. 1989). ومن الأمثلة عن المقاومة التي تحدث بعيداً عن المركز الأولي للتنوع هو المقاومة لتبقع الشوكولا (*Botrytis fabae*) في الفول البلدي (*Vicia faba*) في الأنديز. إذ وصل الفول البلدي أولاً إلى أمريكا قبل مئات السنين، لكنَّ مركز تنوُّعه هو الهلال الخصيب.

ويَظهَر إنَّ أنواعاً مختلفةً من المقاوَمة تنتشر على نطاقٍ واسع في الأصناف التقليدية (Teshome et al. 2001). وهذا يُعزى إلى التطور المشترك طويل الأمدً ما بين الآفات وأنواع العائل في مراكز التنوع الأولية والثانوية. وغالباً ما تتزامن مراكز التنوع الوراثي لأنواع المحاصيل وتلك المراكز التي تركز على تنوع الآفات والعوامل الممرضة (Allen et al. 1999)، ولكن ليس دائماً. لاحظ (Buddenhagen 1983) إنَّ أكبر عدد من مورثات مقاومة الأمراض تأتي عادة من الأصناف التقليدية التي يوجد فيها العائل والعامل الممرض معاً لفترات طويلة من الزمن. وبعض هذه الجماعات قد تكون منخفضة الإنتاجية، لكن التنوع الوراثي للمقاومة داخلها وفيما بينها أعطى درجةً من التأمين ضد الأوبئة.

إنَّ زراعة مناطق واسعة بأصناف موحَّدة من محصول واحد تزيد خطر انتشار الأوبئة المرضية (Marshall 1977). وتسلِّم نظريات الاستفادة من التنوّع بإنَّ القواعد الوراثية المتنوعة للمقاومة مفيدةٌ للمزارعين لإنَّ التنوع يتيح لهم تخفيف ضغط المرض بطريقة أكثر ثباتاً مما تسمح به الزراعة المفردة (Jarvis et al. 2007a). وهذا يعود إلى إنَّ الزراعة المفردة تتدهور، ما يسبِّب خسارةً للمحصول بالكامل جرَّاء الضرر الذي تتسبَّب به الآفة أو ضرر المرض. وينتج الضرر من إدخال أو تطوُّر سلالات جديدة من الآفات والعوامل الممرضة التي تتفوق على مورثات المقاومة الموجودة حالياً في مناطق واسعة. إنَّ احتمال أن يصاب حقل متنوع وراثياً بمستويات عالية من الضرر هو أقل بسبب ضعف احتمالية أن تتدهور عدة أنواع من المقاومة في مكان واحد. والبديل أو نظريات تنوع الخطر هي إنَّ جماعات العائل المختلطة التي تضم أنماطاً وراثية تختلف في مقاومة مجموعات من العوامل الممرضة سوف تسمح لجماعات العامل الممرض المتنوعة أن تنشأ وبالتالي سيظهر احتمال ظهور سلالات متفوقة من العوامل الممرضة عن طريق التهجين، أو الطفرة ذات الخطوة الواحدة. وتخضع النظرية وراء فكرة السلالة المتفوقة إلى الكثير من النقاش (Mundt 1990, 1991; Kolmer et al. 1991). وهناك حاجة للمزيد من الأبحاث في جماعات المحصول غير المتجانسة لتحديد العوامل التي تحدِّد أين ومتى يكون التنوع مفيداً.

يمكن أن تتَّحد عوامل الانتخاب غير الحيوية مع ضغط العوامل الممرضة لتؤثر في شدة الانتخاب على أساس المقاوَمة. ويمكن أن يكون الوباء العرضي لآفة الأرز (الناتج عن *Pyricularia grisea*) مُدمِّراً على الارتفاعات العالية في بهوتان، وأن يكون قاتلاً لكامل المحاصيل في المنطقة. وهذا يشير إلى إنَّ آفة الأرز تشكِّل ضغطاً كبيراً من ناحية الانتخاب، مع

إنَّ ذلك يشير أيضاً إلى إنَّ مقاومةَ البرد سمةٌ حيوية ويمكن أن تكون في الواقع قوة الانتخاب المسيطرة في النظام (Thinlay et al. 2000). إنَّ التطورات الحديثة في التقانات لتحاليل الإنتاجية العالية لسمات المورثة جعلتْ من الممكن البدءُ بتفضيل مثل هذه الاستجابات من طرف العائل والعامل الممرض والناقل على المجهِدات الحيوية وغير الحيوية المختلفة والتوازن المحتمل في الاستجابات (Garrett et al. 2006).

آفات المفصليات

تّم زراعة الأصناف المقاوِمة للحشرات منذ بداية نشوء علم الحشرات التطبيقي في القرن الثامن عشر والتاسع عشر. وتختلف أصناف المحاصيل التقليدية في مقاومتها للآفات المفصلية في المحصول القائم وفي ظروف التخزين. وكل النباتات تقريباً توظف عدة خطوط دفاعية مختلفة ضد آكلات العشب. يتكون تحمُّل النبات من مجموعة من السِمات التي تمكِّن النبات من التعافي من ضرر المفصليات أو مقاومته. إنَّ مضاد التكاثر هو رد فعل المفصليات بعدم تفضيل النبات المقاوِم. ويكون مضاد التكاثر عندما تؤثر عوامل النبات الكيميائية أو الشكلية سلباً في تصرف المفصليات، ما يؤدي إلى تأخير أو رفض النبات كعائل. كانت الاختلافات الشكلية في أصناف القمح التركية التقليدية ذات السوق المصمتة مقاومةً لحشرة الدبور، بينما كانت الأصناف ذات السوق المجوَّفة غير مقاوِمة (Damania et al. 1997). يكون مضاد التكاثر عندما يؤثر نبات مقاوِم سلباً في سمات تاريخ حياة المفصليات التي تحاول أن تستخدم هذا النبات كعائل. وتتّم دراسة التطور الدقيق لدفاع النبات عادةً بواسطة تجارب الزرع المتبادل المميزة لجماعات النبات، بينما يتّم بشكل موازٍ التلاعب بوجود آكلات الأعشاب، والتي يفترض بأنها من عوامل الانتخاب الطبيعي (Agarwal 2010). ويتّم التفاعل المتضارب ما بين النباتات المقاوِمة والآفات المفصلية غير الخبيثة بواسطة البروتينات النباتية الناتجة عن المفصليات وتركيب المركبات الكيميائية الدفاعية بواسطة منتِجات مورِّثات المقاومة. ويقدم (Smith and Clement 2012) فهرساً لأربعين مورثة مقاوِمة للمفصليات، تَتَّصف باستخدام رسم الخرائط الجزيئية، من أكثر من 20 محصولاً رئيسياً، مع عدد من مواقع المقاومة ومنتجات المورثات ووراثة المقاومة وطبقات المقاومة المتعلقة بالنوع الشكلي.

تختلف الأصناف التقليدية من الذرة في المكسيك (Arnason et al. 1994) والذُرة السكرية في إثيوبيا (Teshome et al. 1999) بشكل واضح في مقاومة الآفات الحشرية أثناء التخزين، والتي تُعد ميزة مهمة في الزراعة المستدامة. إنَّ التنوع في القدرة التخزينية والمقاوِمة لحشرات الحبوب في إثيوبيا ترتبط بقوة بالمضادات الحيوية الكيميائية النباتية في الحبوب. وفي مقاطعة يوكاتان في المكسيك، القدرة التخزينية الضعيفة عاملٌ رئيسيٌّ ضد المزارعين الذين يستخدمون أصنافَ الذُرة المحسَّنة (Latournerie Moreno et al. 2006). وتملك الأصناف التقليدية

صفات قشرة تغطي عرانيس الذرة بشكل كامل، وبالتالي تحمي الحبوب فيزيائياً من الآفات الحشرية أثناء التخزين. والمزارعون الذين يستعملون مخزونَ بذورٍ محسَّنةٍ في الغالب يزرعون نباتاتٍ مستخدمةٍ محلياً، أو نسخاً هجينةً من الأصناف المحسَّنة، التي تُظهِرُ صفاتِ أصناف الذرة المحلية والتي تسهِّل عملية تخزينها.

الإجهادات الحيوية الأخرى

يمكن أن يكون لدى أنواع المحاصيل تنوعٌ وراثيٌّ للتعامل مع عوامل حيوية أخرى يمكن أن يكون لها أثر ضار في نمو النبات والإنتاجية. ومن الأمثلة على هذه العمليات منافسة الأعشاب، وقلة الملقِّحات ما بين محسِّني الأنواع، وخسارة ناثري البذور والتنوُّع الجرثومي في التربة. وفي حالة فشل توفر غبار الطلع، يمكن أن يكون هناك ضغط انتخاب للتلقيح الذاتي وزيادة معدلات التلقيح الذاتي. ويمكن لعُقد تثبيت الآزوت أن تُظهِر مدىً واسعاً من التنوع ما بين السلالات من حيث القدرة على التشكيل الفعال للعقد الجذرية ضمن الأنماط الوراثية من البقوليات. ويمكن أن تفضِّل الملقِّحات صنفاً ما على حساب صنف آخر، بغض النظر عن القرابة الكبيرة ما بين الأصناف المختلفة. وتؤثر بالفعل التعددية الشكلية الوراثية للنباتات المزهرة، في بعض الحالات، في جمْع الملقِّحات، والذي بدوره قد يؤثر في نوع التلقيح وتوفُّره، وبالتالي في الحفاظ على جماعات هذه النباتات. والمحصول الذي يتّم تلقيحه جزئياً بواسطة الحشرات، كالفول البلدي (*Vicia faba*)، يُظهِر تنوُّعاً في سِمة الأزهار لجذب الحشرات التي تؤثر في التلقيح الخلطي ما بين الجماعات (راجع Duc et al. 2010).

مقارنة الإجهاد غير الحيوي بالإجهاد الحيوي

يختلف الإجهاد غير الحيوي عن الإجهاد الحيوي في الصفات والتنوع الوراثي على مستوى المزرعة (Brown and Rieseberg 2006). وفيما يلي العديد من هذه الاختلافات المحتملة مصنَّفة على شكل فئات، يمكن استخدامها دليلاً لصياغة فرضيات البحث. تشمل الاختلافات ما يلي:

1. يكون مقياس التنوع في الإجهاد غير الحيوي في الزمان والمكان أكبر منه في الإجهاد الحيوي، حيث يمكن أن يدوم الإجهاد مدةً أطول ويحدثَ في منطقة أوسع.
2. تختلف "خشونة" البيئة (Levins 1968)، أو كيف يختبر الفرد التغير الزماني والمكاني في البيئة؛ حيث تميل التغيرات في الإجهادات غير الحيوية لأن تكون خشنة بينما تكون في الإجهادات الحيوية ناعمة.
3. التطور المشترك هو ميزة للأنظمة الحيوية، أي إنَّ آليّة استجابة جماعات النبات وتطوُّرها سوف تؤثر في درجة الإجهاد الحيوي والتطور المستقبلي للعامل المسبِّب. وإنَّ

التغيرات الوراثية للمحاصيل من أجل التَّعامل مع الإجهاد غير الحيوي لن تسبب التغيُّرَ بشكل مباشر في مستويات الإجهاد، على عكس جماعات العامل الممرض.

4. إنَّ تشعب الجماعة باعتبارها نسبةً من التنوع الكلي (G_{ST}) يظهر أكثر في الإجهاد غير الحيوي منه في الحيوي، والذي تكون التعددية الشكلية المحلية أكثر احتمالاً بالنسبة له.
5. يكون الميل مع الوقت في وتيرة أبطأ في الإجهادات غير الحيوية. يمكن أن تكون التدرجات الزمنية لِحدة وانتشار العوامل الممرضة سريعةً جداً مقارنةً بالتغير المناخي أو أنماط استخدام الأراضي غير المُستدامة.
6. يختلف نطاق ودور استراتيجيات التنوع مثل الخلط والتهجين ما بين الإجهاد غير الحيوي والإجهاد الحيوي. وبالنسبة للإجهادات غير الحيوية يمكن أن يكون هناك نطاق أقل للتنوع في المجموعات وتركيزٌ أكبر على استخدام الأصناف المتحمِّلة.
7. المرونة في المظهر وتجنُّب الإجهادات والعديد من آليات التحمُّل والتجنُّب تعمل في مراحل مختلفة من دورة الحياة، مما يعني إنَّ مقاومة الإجهاد غير الحيوي يمكن أن تتجمَّع أو تتراكم بفاعلية أكثر من تحمُّل الإجهادات الحيوية.

هناك اختلافاتٌ أخرى في الإجهادات أقلّ وضوحاً، وإنَّ المقارنات لمعرفة ما إذا كانت الإجهادات الحيوية متميزة عن تلك الإجهادات غير الحيوية أمرٌ معقَّد. فعلى سبيل المثال، تختلف الإجهادات المفردة في الأهمية النسبية للمورثات الرئيسية باعتبارها مصدراً لاستجابات التأقلم، مقابل تراكم عِدّة مورثات ثانوية. وتُعتَبَرُ المورِّثات الرئيسة ميزةً لتحمُّل المعادن الثقيلة والألمنيوم، وكذلك الاستجابات النوعية للإجهاد الحيوي (مورث مقابل مورث). وعلى العكس من ذلك، نجد في تحمُّل الجفاف واستجابة المقاومة الكمية للإجهادات الحيوية قاعدةً وراثيةً أكثر تعقيداً. وتختلف الاستجابة لكلٍّ من نوعي الإجهاد بحسب مرحلة النمو. التفاعل ما بين الإجهاد غير الحيوي والإجهاد الحيوي أمرٌ شائع، حيث إنَّ كليهما يشكل بيئة النبات. ومن الأمثلة على هذا التفاعل نجدُ المترابطات الحسَّاسة للملح في البقوليات، وتخفيف استجابة وتخفيف استجابة الإجهاد الناتج عن الجفاف في الحبوب عن طريق تحسين نوع مقاوِم لأمراض الجذور.

وتختلف تجارب المقاوَمة أو التحمُّل في تعقيدها. فبالنسبة للإجهاد غير الحيوي، تظهر الصعوبات في تكرارية القياسات وتعددية الآليات ومغزى الاستقراءات من بيئة الاختبار إلى الحقل (Munns 2005). وفي الإجهاد الحيوي، غالباً ما تكون استجابات التجارب محدَّدة حسب السلالة. ولذلك فإنَّ العلاقة ما بين تركيب حدة التجربة مقارنةً بتلك للجماعات الأصلية من العوامل الممرضة هي العامل الأساسي.

إنَّ فهم المزارع للمعوقات الإنتاجية الأساسية أو السُّهولة التي يتعرف بها المزارعون عليها، تختلف بشكل كبير ما بين أنواع الإجهاد. فالفروقات في وضوح وخصوصية أعراض النبات، والتغيُّرات المناخية ما بين السنوات، وأهمية الكائنات المرتبطة، وثقافة المزارع وخبرته كلُّها تختلف ما بين الإجهادات.

إدارة المزارع للتنوع الوراثي للمحاصيل للتعامل مع الإجهادات البيئية

لقد طّور المزارعون طرقاً عديدة لتغيير البيئة من أجل الاستجابة للضغوط غير الحيوية والحيوية التي تواجهها محاصيلهم. ويمكن أن ترتبط التهديدات بالمناخ المحلي أو التغيرات الموسمية أو تأثيرات العوامل؛ وقد تكون الاستجابات بسيطة أو معقدة، مؤقتة أو دائمة، تقليدية أو حديثة. وقد ترتبط إدارة البيئة الزراعية للمزارعين ارتباطاً وثيقاً بإدارة النظام البيئي الطبيعي المحيط، حيث إنَّ مكونات النظام البيئي الطبيعي مهمة أيضاً باعتبارها مؤشرات للمزارعين لتحديد بداية موسم الأمطار ونهايته، مما يؤثر في قرارات أوقات الزراعة وإدارة وحصد أصناف محاصيلهم المحلية. يستعرض (الجدول 7.1) مختلف أنواع الضغوط البيئية التي يواجهها المزارعون ويقدم أمثلة عن التغيرات البيئية التي يمكن استخدامها لتقليل تأثيرها السلبي على نباتات المحاصيل.

إنَّ ممارسات الإدارة الزراعية هذه ليست خاصة بأشكال متنوعة وتتضمن إدارةَ البيئة حول أصناف المحاصيل التقليدية بدلاً من أصناف المحاصيل نفسها، أو يتّم دمجها مع استخدام أصناف معدَّلة بشكل محدد. فعلى سبيل المثال، لتقليل ضرر إجهاد الملوحة في المناطق الساحلية في شمال فيتنام، يَعرِف المزارعون كيف يستخدمون التنوع المختلف، وليس ذلك فحسب وإنَّما أيضاً تطبق نشاطات زراعية محددة قبل زراعة شتلات الأرز.

أولاً، يُغمَر الحقل بالمياه العذبة من النهر أو ويتّم غمرها بمياه الأمطار. ثم تتّم حراثة التربة وهي مغمورة بالماء، وهذا يصرف المياه المالحة من الحقول. وأخيراً، يتّم ري الحقل مرة أخرى ويتّم زرع البذور أو زرع الشتلات. يعتقد المزارعون إنَّ هذا سيخفض مستويات سمّيّة الحديد والألمنيوم وإنَّ محصولهم من الأرز سوف يتطوَّر بشكل أفضل (Hue et al. 2006). وفي المناطق الزراعية عالية الارتفاع في نيبال، تنمو أنواع الأرز التقليدية المتحمِّلة للرطوبة على ارتفاع يصل إلى 3000 متر. ويقوم المزارعون بإعادة توجيه المياه الباردة من نهر الوادي الرئيسي بحيث يتّم تدفئتها بواسطة الشمس قبل استخدامها لري محصول الأرز؛ يحفز الماء الدافئ الإزهار في الوقت المناسب من الموسم ليتيح الوقت لنضج المحاصيل وحصادها.

الجدول 7.1. الإجهادات البيئية والعمليات الزراعية الممكنة من قبل المزارع.

العامل البيئي	*استجابة المزارع الممكنة لتغيير البيئة*
البرد القارس	حماية المحصول، أغطية الصقيع
الحرارة الشديدة	تظليل المحصول
مُحتوى كبير من الطين/ صرف ضعيف	إزالة الطبقة الكتيمة، إضافة خطوط الصرف
مُحتوى كبير من الرمل/ صرف سريع	إضافة خطوط الاحتفاظ بالماء
مُحتوى كبير من الحَصى/ الصخور	إزالة الصخور
درجة حموضة مرتفعة أو منخفضة	الأسمدة، المواد المضافة للتربة
مُحتوى منخفض من العناصر الغذائية	الأسمدة، المواد المضافة للتربة، الزراعات البينية، الدورة الزراعية مع البقوليات
مُحتوى كبير من الألمنيوم أو الملح	الأسمدة، المواد المضافة للتربة
هطولات مطرية مرتفعة/ تربة مُشبعة بالماء	إضافة خطوط الصرف
هطولات سنوية منخفضة	أنظمة ريّ/ حصاد المياه
هطولات فصلية منخفضة	أنظمة ريّ فصلية أو مؤقتة
التصحّر	حواجز للرمل
احتمال كبير في التعرية	تسوية انحدار الحقل، استخدام المدرجات
شدة إضاءة منخفضة	تقليل التظليل
فترة إضاءة طويلة/ قصيرة	الزراعة الحراجية، الدورة الزراعية
رياح محلية قوية	زراعة/ بناء مصدات الرياح، الزراعة الحراجية
الآفات	مُبيدات الآفات، الحواجز الفيزيائية، الزراعة البينية، الدورة الزراعية
الأمراض	تجنب الظروف المناسبة للأمراض، المبيدات الفطرية، الدورة الزراعية
النباتات المنافسة	التعشيب، تقليل المسافات الزراعية، مبيدات الأعشاب

لأنَّ تطور النبات يعكس كلاً من النمط الوراثي والبيئة، فليس من السهل دائماً تحديد بدقة كيفية إدارة المزارعين لعوامل الأنظمة الزراعية التي تؤثر في التنوع الوراثي المحلي. ولا تلعب كل ممارسة من ممارسات المزارعين دوراً في تشكيل التنوع الوراثي المحلي. هناك عدة نظريات حول تأثير مدخَلات المزارعين الزراعية في التنوع الوراثي، مثل كمية ومحتوى

الأسمدة وتأثيرها في التنوع الوراثي للمحصول. وعن طريق تغير ضغوط الانتخاب الطبيعية التي تواجه المحاصيل، يمكن أن تؤثر ممارسات إدارة المزارعين في أنماط التنوع الوراثي ضمن وفيما بين جماعات المحصول المحلية. والتحديات تكمن في تحديد كيف تؤثر إدارة المزارعين لبيئاتهم الزراعية في فائدة التنوع الوراثي للمحاصيل في تحسين إنتاجية أنظمتهم البيئية. والسؤال الثاني للبحث هو كيف تؤثر ممارسات الإدارة الزراعية في كيفية محافظة المزارعين على التنوع الوراثي أو انتخابه؟

"خيارات التنوع الوراثي" في إدارة المحصول

إنَّ الخيارات التي يتخذها المزارعون في إدارة محاصيلهم تنقسم إلى فئتين: إما خيارات زراعية تؤثر في بيئة المحصول (راجع جدول 7.1)، أو "خيارات التنوع الوراثي". وهذه الخيارات الأخيرة تَستخدم تنوع المحصول داخل النوع الواحد، أكثر من الخيارات الأخرى (استعمال المُدخَلات الكيميائية أو الممارسات الزراعية مثل الدورة الزراعية للمحصول)، لتقليل أو تحسين أثار العوامل المسببة للمشاكل. إنَّ خيارات التنوع الوراثي هي خيارات إدارة تؤثر في الإنتاجية الحالية والتطور ونجاة المحصول للموسم القادم. وتشمل هذه الممارسات إدارة الترتيبات المكانية والزمانية للتنوع داخل النوع. ويمن أن تكون ترتيبات الأصناف المكانية عشوائية، في صفوف أو قطاعات صغيرة. ويمكن جمع المعلومات من المزارعين حول الترتيب المكاني والأصناف المستَخدَمة ضمن هذا الترتيب. وتُستعمل هذه المعلومات لفحص علاقات الترتيب المكاني لصنف المحصول مع مستويات ضرر الآفة والمرض، وكذلك مع مستويات التلقيح لعقد الثمار في التلقيح الخلطي الإجباري المعتمِد على الحشرات أو الحيوانات الصغيرة.

في المناطق المعتدلة أو الاستوائية التي تحتوي تنوعاً تقليدياً كبيراً في أشجار الفاكهة، يَستعمل المزارعون تنوع الأصناف في بساتينهم أو حدائقهم المنزلية لزيادة التهجين الخلطي وعقد ثمار أفضل (Turdieva et al. 2010). وتّم استخدام ذلك في التفاح (*Malus* sp.) والمشمش (*Prunus armeniaca*) والإجاص (*Pyrus* sp.) والرمان (*Punica granatum*) في وسط آسيا المعتدل في أوزباكستان وكازاخستان وقرغيزستان وتركمانستان وطاجيكستان، وفي المنجا (*Mangifera indica*) والرامبوتان (*Nephelium lappaceum* L.) والحمضيات (*Citrus* sp.) في جنوب وجنوب شرق آسيا الاستوائية في مجتمعات المزارعين في تايلاند وإندونيسيا والهند وماليزيا. إنَّ أوقات الإزهار المفاجئة ما بين أصناف الفاكهة يمكن أن تصاحِب زيادة طول الموسم وامتداد موسم الإزهار لفترة طويلة ويزيد فرصة نجاة جماعة الملقِّحات. وهذا يُستعمل مع أصناف الذرة في منطقة يوكاتان في المكسيك، حيث تُزرع أصناف الذرة ذات دورة الحياة القصيرة مع

الأصناف الشائعة ذات دورة الحياة الطويلة لضمان الحصول على بعض المحصول عند التعرض للإجهاد في منتصف الموسم مما يقصِّر الموسم (Tuxill 2005).

وخيارات التنوع الوراثي تتضمن أيضاً انتخاب الأصناف لتناسب بيئة مستقبلية خاصة لأنظمة المزارعين البيئية كما تّم مناقشته سابقاً. وعلى مستوى أكثر صغراً، يتّم اتخاذ الخيارات الوراثية عندما يَنتخب المزارع نباتات معينة أو جماعات من جماعة الصنف، يتّم أخذ بذورها للزراعة في الموسم التالي، وهذا سيؤثر في التركيب الوراثي للجيل القادم (راجع الفصل الخامس)، وهذا يُعتَبر استراتيجيةً لإدارة خطر التغيرات البيئية غير المتوقعة.

تحديد مكان استخدام التنوع للتعامل مع الإجهادات البيئية

يمكن أن تمارس العوامل البيئية ضغطاً سلبياً ثابتاً أو متزايداً بصورة ثابتة على إنتاجية المحصول، أو يمكن أن يتغيّر بصورة متقطعة، أو في حلقات مع تغير في الطول والشدة والتردد باختلاف الأماكن أو الأوقات. ويمكن أن تتراوح مقاييس هذه التغيرات المكانية والزمانية من المناطق ما بين الحقول إلى المناطق الكاملة، ومن يومية إلى سنوية. وتختلف بداية المطر الربيعي بشكل كبير من سنة إلى أخرى، وكذلك ارتفاع أو انخفاض درجات الحرارة، موسمياً أو ما بين درجات الحرارة القصوى لليل والنهار، وكذلك الرياح يمكن أن تأتي بشكل مبكر جداً خلال الإزهار أو متأخر جداً حتى ينجح إنتاج المحصول. والتغيرات في تكرار وشدة غزو الحشرات والأوبئة وكذلك والأمراض، مع تغيرات في مجموعات الملقِّحات، هي عادةً أحداث أخرى غير متوقَّعة يمكن أن تؤثر في أداء المحصول ورفاهية المزارع.

ضمن هذه الظروف، من المفيد التمييز ما بين استعمال مجموعة من الأصناف المختارة عن عمد كونها متأقلمة مع بيئات مختلفة، واستعمال التنوع بحد ذاته باعتباره ضماناً للحفاظ على الإنتاجية في بيئات غير متجانسة، أو في ظلّ مناخات متغيرة. ولفهم استعمال المزارعين للتنوع للتعامل مع بيئات متغيرة يجب طرح الأسئلة التالية:

- ما هي العوامل البيئية التي يعتبرها المزارعون تهديداً للحفاظ على إنتاجية المحصول أو تحسينها؟
- كيف تختلف أصناف المحصول المتنوعة أو الأنماط الوراثية المكوِّنة لها في ردة فعلها تجاه العوامل البيئية السلبية، وتجاه التغير في مثل هذه العوامل؟
- كيف يستخدم أو كيف يمكن أن يستخدم المزارعون المعرفة بالتغيرات البيئية وتنوع الأصناف لتقليل خسائر المحصول وضمان إنتاجية مستدامة؟

يملك المزارعون معرفة حول مقاوَمة وتحمُّل موادهم النباتية للإجهاد غير الحيوي والحيوي. وضَّح الفصل الخامس إجراءات التشخيص المشاركة (مثل مجموعات المناقشة والاستقصاء) والتي تجمع معرفة المزارعين بالتنوع فيما يتعلق بالأصناف التقليدية والإجهاد غير الحيوي والحيوي. وكما هو موصوف في الفصل السادس، فإنَّ أدوات التشخيص التشاركي يمكن أن تُستخدم لتحديد معرفة المزارعين بالنباتات السليمة وغير السليمة أو المجهَدة من مختلف أصناف المحصول المحلية والمعايير التي يستخدمونها لتحديد ما إذا كان النبات سليماً. قام (Döring and colleagues 2012) بمقارنة هذه التعاريف المعيارية لسلامة النبات (التي تَعتمد على تقييم المزارعين الذين يقومون بتعريفها) مع التعاريف الطبيعية (التي ترتكز على سلامة النبات غير المعتَمِدة على التقييم البشري). وقد ناقشت دراستهم كيفية تأثير تعريف سلامة النبات في نوع ممارسة الإدارة التقليدي أو البديل المستخدم لحماية النبات. ويعترف المعياريون بمقاربات متنوعة لسلامة النبات، والطبيعيون يدَّعون إنَّه في حالةٍ مفترضة تكون مقاربةٌ واحدةٌ صالحةً للجميع، ويتّم تحديدها من قبل خبراء مدرَّبين رسمياً باستخدام طرائق العلوم الطبيعية. وتعكس هذه المواقفُ التشابهَ ما بين وقاية النبات الكيميائية ونظرة الطبيعيين لسلامة النبات من جهة، وبين وقاية النبات البيئية والمعياريين من جهةٍ أخرى.

التذبذب في التباينات المناخية وتغير المناخ

تشكل التغيرات العالميّة في أوقات التباينات المناخية مثل درجة الحرارة المتزايدة والأمطار الموسمية المتناقصة جانباً معاكساً من تغير المناخ. قام (Vigouroux et al. 2011b) بتوثيق كيفية قيام الأصناف المحلية من الدُخن في السهل الإفريقي بالتأقلم مع الجفاف المتكرر والقحط المتزايد. وبمقارنة الأصناف المأخوذة من الموقع عام 1976 مع تلك المأخوذة عام 2003، وجدوا إنَّ معظم الأصناف لها نفس الأسماء، ومستويات متشابهة من التنوع الوراثي. لكنَّ عيناتٍ تّم أخذُها عام 2003 تتصف بدورة حياةٍ أقصر، وتحوُّلٍ كبيرٍ في سمات التأقلُم، وتكرارٍ متزايدٍ في الأشكال البديلة للإزهار المبكر في حساس الضوء C (فيتوكروم C)، أو الموقع PHYC، وهذه الدراسة هي مثال جيد عن كيف يمكن للتنوع في الأصناف التقليدية أن يعطي مرونةً للتغيرات المناخية.

ربما ما يكون أكثر تحدياً لاستجابات التأقلم هو زيادة التباينات المناخية مع الوقت بحد ذاتها في منطقة معينة. ويبدو إنَّ الظواهر الجوية التي تصل لأقصى حالاتها أكثر تكراراً وأكثر تغيراً في درجة وصولها للحالة القصوى. وفي سبيل تحقيق الإنتاج المستدام على مستوى المزرعة، قد يكون التنوعُ الوراثي والاستراتيجياتُ المختلطة للنشر الأدواتِ الوحيدةَ التي يمتلكها المزارعون لمواجهة هذا التحدي.

إنَّ المزارعين الذين يواجهون أنماط هطول أمطارٍ عالية التباين قد ينشرون المخاطرَ عن طريق زراعة أصنافٍ متعددةٍ ذات أوقات نضوجٍ مختلفة، أو قد يزرعون نوعاً واحداً أو نوعين فقط ولكنهم يختلفون في تواريخ الزراعة في حقولٍ مختلفة. وبالنظر إلى هذا المستوى من التعقيد، من الضروري فهْم العلاقة الديناميكية بين تنوع المحاصيل والتنوع البيئي والإجهاد. تتمتع الأصناف التقليدية بالكثير من الاختلافات الوراثية ضمن وبين المجموعات فيما يخصّ الاستجابة لنقص المياه. ويستخدم المزارعون (على سبيل المثال، مزارعو الذرة الرفيعة في غرب إفريقيا) هذا التنوع لتقليل المخاطر الناجمة عن التقلبات المناخية، مثل تأخر هطول الأمطار وواجهات الصقيع المتقطعة أثناء الإزهار (Sawadogo et al. 2005b ؛ Weltzien et al. 2006؛ Zimmerer 2010). وفي حالة استفزازية، تَبيَّن لمزارعي الذُّرة الرفيعة في إثيوبيا الذين اعتمدوا نوعاً من الذرة الرفيعة، الذي تم تطويره للإفلات من الجفاف، إنَّ هذه الذرة غير فعّالةٍ مثل أصناف المزارعين، التي كانت أكثر قدرة على توفير الخصائص المرغوبة لتحمُّل الجفاف (Lipper et al. 2009). كما أشار الباحثون إلى إنَّ تحسين مستوى التعليم ومستوى القراءة والكتابة بين المزارعين سمح بإمكانية الحصول على المزيد من الأصناف التي تتكيف مع ظروف الإنتاج المنخفض.

التباين المكاني والمقياس: الترب غير المتجانسة

كما نوقش في الفصل السادس، فإنَّ خصائص التربة وظروفها تؤثر في خيارات المزارعين لأصناف المحصول بطرائق عديدة. ففي بعض الحالات، يستهدف المزارعون محاصيل أو أصناف من أجل ظروف تربة خاصة اعتماداً على التركيب أو الوفرة النسبية للعناصر الغذائية. ويمكن لتغيراتِ ظروف التربة مع الوقت أيضاً أن تقودَ المزارعين إلى تغيير تركيب وتنوُّع أصناف محصولهم. إنَّ التربة في المناطق شبة القاحلة التي تخضع للري تُراكِم الأملاح غالباً وتتطلبُ عنايةً مع الوقت لتجنُّب القلوية الزائدة، التي تحدِّد بشكل كبيرٍ المحاصيلَ التي يمكن زراعتها. وتميل الحقول الخاضعة لقلوية متزايدة لإظهار مثل هذه المشاكل بطرائق متباينة جداً. وفي مثل هذه الحالات، وقد تكون إنتاجية الأنماط الوراثية المتحمِّلة للملوحة أعلى منها في حالة الأنماط الوراثية الحساسة للملوحة في البقع المتملِّحة. وعلى العكس من ذلك، قد تكون إنتاجية الأنماط الوراثية المتحمِّلة منخفضةً نسبياً في البقع الأخرى التي لم تتملَّح بعد. وبالمعدل الوسطي للربح الناتج على كامل الحقل، فإنَّه قد يكون أقلَّ من الكلفة أو الخسارة في الإنتاجية في البقع غير المتملحة. لذلك فإنَّ وعي المزارعين لمدى التباين البيئي أمرٌ أساسيٌّ لضمان غلة محصول مستدامة.

الكوارث الكبرى العشوائية: الفيضانات، الإعاصير،...إلخ

من المخاوف الإضافية هناك الأحداث المناخية القصوى، التي يمكن أن تكون أكثر تكراراً وأكثر تبايناً في درجة شدَّتها. إنَّ المحاصيل والأصناف المختلفة في مواعيد الزراعة والنضج تعطي المزارعين الخيار لزراعة وحصاد المحاصيل في أوقات متعددة خلال الموسم لتوفير الحماية من خسارة المحصول بالكامل نتيجةَ أي حدث بيئي، مثل إعصار أو فترة جفاف. وإنَّ دماراً كهذا هو بشكل واضح غير قابل لتعديلِ تخفيف التنوع. ولكن كما هو واضح، يعتمد الانتعاش بشكلٍ أساسيٍّ على التنوع. فإذا حدثت خسارة في مخازن البذور المحلية، فإنَّ الاستبدال من مصدر خارج الموقع هو المفتاح، ويجب أن تكون البذرة المعاد إدخالها مماثلةً للأصناف المدمَّرة قدر الإمكان، وكذلك متنوِّعةً لتسمح بالتغير الوراثي السريع في الموقع. وتتّم مناقشة هذه المسائل على نحوٍ أكمل في الفصلين الحادي عشر والثاني عشر.

تغيرات في الأنواع المرضية والعدوانية والخطورة

تشكل جماعات محاصيل المزارعين والكائنات الحية الأخرى العديدة التي تعيش بينها نظامَ تفاعلٍ ديناميكي معقد. وإنَّ تطور هذا النظام البيئي في المزرعة يُحدِّد كيف يتصرف التنوع الوراثي للنبات مع الوقت وكيف يستخدم المزارعون مثل هذا التنوع، أو قد يستخدمونه، لتخفيض التأثيرات المؤذية للضرر الناجم عن المرض. والتغيرات في الخطورة (متوسط قدرة جماعة العامل الممرض على تجاوز التنوع في مورثات المقاومة الموجود في جماعة العائل المقابلة) وفي العدوانية (القدرة الكمية للعامل الممرض في النبات على الاستعمار والانتشار، مُسبباً الضرر لعائله) سوف تؤثر في كفاءة استخدام تنوع أصناف المحصول لتخفيض التأثيرات المؤذية للضرر الناجم عن المرض. ويعتمد تطور الوباء (التغير في شِدّة وخطورة المرض مع الوقت) أيضاً على التدرج في الوقت والمكان بين العائل والعوامل الممرضة والبيئة والبشر. إنَّ الاختلاف الجغرافي لمناطق التطور المشترك تنتج من الطبيعة المحلية لتفاعلات العائل-آفة-أنسان. والتفاضل والترابط بواسطة الهجرة والعزل ما بين هذه المناطق الجغرافية يخلق تفاعلات عائل-آفة ما بين الجماعات (Bousset and Chèvre 2013). وتهدف استراتيجيات وقاية المحصول إلى الفاعلية (القدرة على إنتاج تأثير في نقطة واحدة في الوقت والمكان) والاستقرار (ثبات فعالية النبات العائل مع الوقت والمكان). وتعتمد فاعلية أي استراتيجية على طبيعة العامل الممرض الحيوية وحجم الجماعة، بينما يعتمد الاستقرار على ديناميكية التأقلم في جماعات العامل الممرض.

يـزداد التبايـن الموسـمي أو السـنوي في التفاعـلات محصول-آفـة في الأنظمـة الزراعية-البيئيـة تعقيـداً عـلى نحـو مسـتمر. تتذبـذب جماعـات الآفـات مـع تغـير الظـروف المناخيـة ومدخَـلات المزارعـين ومقاومـة العائـل. وبالإضافـة لذلـك، قـد تكـون الآفـات متنقِّلـة بشـكل كبـير وخاصـة بمسـاعدة البـشر. إنَّ هـذه السـهولة في الحركـة، مترافقـةً مـع ظـروف مناسـبة، يمكـن أن تُنتِـج أوبئـة واسـعة الانتشـار، مـع تأثـيرات شـديدة في جماعـات المحصـول العائـل. وسرعـة التكاثـر في العوامـل الممرضـة للنبـات يُمكـن أن تزيـد مـن تأثـيرات التغـيرات الأخـرى الحاصلـة بواسـطة التغـيرات في المنـاخ أو التباينـات المناخيـة المتزايـدة (راجـع Garrett et al. 2011 للحصـول عـلى معلومـات أكثر).

الخلائط وتعددية الأصناف والأصناف المختلفة في أجزاء مختلفة من المزرعة نفسها

في العديـد مـن المناطـق في العـالم، يفضِّـل المزارعـون زراعـة خليـط أو زراعـة قطـعٍ صغـيرة مـن الأرض بأصنـاف مختلفـة بشـكل منفصـل في المزرعـة نفسـها لإنَّهـا يمكـن أن تؤمـن المقاومـة للآفـات والأمـراض المحليـة، مـا بـدوره يمكـن أن يحسِّـن اسـتقرار الإنتـاج. وفي مثـال حديـث، قـام (Mulumba et al. 2012) . بمـشروع بحثـي كبـير لدراسـة اسـتخدام المزارعـين لتنـوع الأصنـاف التقليديـة في المـوز (*Musa* spp.) والفاصوليـاء (*Phaseolus vulgaris*) باعتبـار ذلـك خيـاراً للتحكـم بـأضرار الآفـات (سوسـة المـوز وفراشـة الفاصوليـاء) والأمـراض (البقـع السـوداء والنيماتـودا والبثـور وتبقـع الأوراق الـزاوي) في أوغنـدا. في المواقـع ذات الحـالات المَرَضيَّـة الكثـيرة، تتعـرَّض الأسر التـي تملـك مسـتويات مرتفعـة مـن تنـوع الأصنـاف لأضرارٍ أقـل في محاصيلهـا. إنَّ التنـوع ضمـن المحصـول (عـن طريـق خلـط الأصنـاف، أو اسـتخدام عـدة أصنـاف في نفـس المـكان، أو اسـتخدام أصنـاف مختلفـة في أجـزاء مختلفـة في نفـس المزرعـة) يمكـن أن يخفّـض أضرار الآفـات والأمـراض. بـيَّن (Tooker and Frank 2012) إنَّ تأثـير تنـوع الأنـماط الوراثيـة في الطبيعـة وأنظمـة المحاصيـل في الاسـتجابة للآفـات والعوامـل الممرضـة وفي إنتاجيـة النبـات. وخلُصـا إلى إنَّ زيـادة تنـوع الأنـماط الوراثيـة في حقـول المحصـول تعـدُّ واعِـدةً جـدًّا لخفـض وفـرة الآفـة وزيـادة غلـة المحصـول. وفي الآونـة الأخـيرة، أظهـر (Ssekandi et al. 2015) إنَّ اسـتخدام خليـط مـن أصنـاف الفاصوليـاء العاديـة يحتـوي عـلى الأقـل عـلى 50 % مـن الصنـف الشـائع التقليـدي المقـاوِم قـد خفَّـضَ بشـكل معنـوي ضرر فراشـة الفاصوليـاء عـلى الصنـف الشـائع الحديـث الحسـاس.

الغـرض الرئيـس مـن اسـتخدام تنـوّع أصنـاف المحصـول في موقـعٍ واحـد مـن عـدة أجـزاء صغـيرة مـن أجـل إدارة الآفـة والمـرض هـو خفـض حجـم جماعـة الآفـة أو المـرض وإبطـاء انتشـار الآفـة والعامـل الممـرض. إنَ خلائـط أصنـاف كهـذه يمكـن أن تخفـض خطـورة المـرض لأن خلائـط العائـل يمكـن أن تحـد مـن انتشـار المـرض بشـكل يتناسـب مـع متوسـط مكوناتهـا، بـشرط أن تختلـف

المكونـات في حساسـيتها. مـن خـلال العـودة إلى أكثـر مـن 100 دراسـة، وجـد(Wolfe 1985) إنَّ مُعـدَّل الإصابـة في المكـوِّن الأكثـر حساسـية في الخلائـط الثنائيـة كان فقـط 25 % مـن معـدل الإصابة في القطاعـات النقيـة. ومنـذ ذلـك الحـين، تّـم تجريـب خلائـط الأصنـاف بشـكل واسـع في الزراعـة العضويـة (Dawson and Goldringer 2012) وفي اسـتراتيجيات تحسـين الأنـواع التطوريـة (Döring et al. 2011).

الآليات التي تؤثر في حدوث المرض

في الخلائـط والجماعـات المتباينـة وراثيـاً، يمكـن أن تؤثـر عـدة آليـات في حـدوث المـرض أو خطورتـه (عـادةً تخفيـض) في جماعـات العائـل (Wolfe and Finckh 1997). سـبعة مـن هـذه الآليـات التـي يمكـن أن تطبَّـق عـلى الأمـراض المنقولـة بالهـواء، المنقولـة بالـرش، أو المنقولـة في التربـة مدرَجـة أدنـاه:

1. إنَّ زيـادة المسـافة مـا بـين نباتـات الأنـماط الوراثيـة الأكثـر حساسـية في الجماعـة تخفِّـض كثافـة الأبـواغ واحتماليـة وصـول بوغـة مؤذيـة إلى عائـل حسـاس.
2. تعمل النباتات المقاوِمة حواجزَ لانتشار العامل الممرض.
3. يمكـن أن يسـهم الانتخـاب في جماعـة العائـل للأنـواع الأكثـر تنافسـية أو الأكثـر مقاوَمـة في تخفيـض إجمـالي خطـورة المـرض.
4. إنَّ زيـادة التنـوع في جماعـة العامـل الممـرض بحـد ذاتهـا قـد تخفـض حـدوث المـرض والـضرر (Dileone and Mundt 1994; Milgroom et al. 2008).
5. حيـث تكـون أنـماط العامـل الممـرض متخصصـة بالأنـماط الوراثيـة للعائـل، قـد تقـوم ردود فعـل المقاومـة التـي تسـببها الأبـواغ غـير الخطـيرة بمنـع أو تأخـير الإصابـة بالأبـواغ الخطـيرة المجـاورة (عـلى سـبيل المثـال، العفـن الدقيقـي عـلى خلائـط الشـعير [Chin and Wolfe 1984]).
6. إنَّ التفاعـلات مـا بـين سـلالات الممـرض (عـلى سـبيل المثـال، المنافسـة عـلى نسـيج العائـل المتـاح) يمكـن أن تخفـض خطـورة المـرض.
7. إنَّ التأثـيرات الحاجـزة متبادلـة – أي إنَّ النباتـات ذات النمـط الوراثـي المضيـف سـوف تعمـل كحاجـز للعامـل الممـرض المختـص بنمـط وراثـي مختلـف، وسـوف تعمـل نباتـات هـذا النمـط الوراثـي كحاجـز للعامـل الممـرض المُتخصـص في النمـط الوراثـي.

الآليات الأربعة الأولى يمكن تطبيقها على الخلائط والجماعات المتباينة. والآليات الثلاثة الأخيرة تنطبق على أنظمة العائل-العامل الممرض مع مقاومة متخصصة.

تميل الخلائط من الأنماط الوراثية للعائل التي تختلف في الاستجابة لمجموعة من الأمراض النباتية إلى إظهار استجابة شاملة لتلك الأمراض ترتبط بمستويات المرض على المكونات الأكثر مقاومة في الجماعات. بالإضافة إلى ذلك، عندما تتأثر أنماط وراثية معينة بالمرض، فإنَّ غلة المحاصيل الأخرى، الأفراد الأكثر مقاومة بشكل عام تعوض عنها.

تحليل إدارة التنوع في ديناميكية المزرعة - المحصول - العامل الممرض - البيئة

يمكن تحليل كيفية إدارة التنوع الوراثي في المزرعة لتمكين المزارعين من التغلب على الإجهاد الحيوي من حيث نموذج علم الأمراض النباتية في مثلث المرض (Scholthof 2007). يمثل مثلث المرض أداةً مهمة لفهم آليات الأمراض المُعدية لدى الجماعات. يحدث المرض عندما يلتقي الكائن الحي أو العامل الممرض بالعائل الصحيح في ظل الظروف البيئية المواتية لتطور المرض.

إنَّ مفهوم المثلث يؤكد أهمية العناصر الثلاثة كلها، ووجود تفاعلات ما بين كل زوج من هذه العناصر. والتلاعب بوجه واحد على الأقل من المثلث يمكن أن يخفِّض خطر الإصابة ويتحكم بالمرض. وفي حالة إدارة المزارعين للتنوع للتعامل مع الإجهاد الحيوي، وجدنا أن المزارع يلعب دوراً محورياً في القرارات التي تؤثر في جميع المحاور الثلاثة. ويهدف برنامج أبحاث (Mulumba et al. 2012) إلى اختبار وتوثيق هذا الدور وفاعليته ويتضمن الخطوات التالية:

الخطوة 1: تشخيصات تشاركية عن طريق المناقشات المعيارية للمجموعة المختارة للنقاش والدراسات الاستقصائية للأسر لجمع المعلومات من المزارعين عن تنوع أصناف المحاصيل وممارسات إدارة المرض.

الخطوة 2: مراقبة في الموقع (في حقول المزارعين) لتحديد كمية غزو الآفة والمرض عبر المقاطع وتسجيل الإصابات الفعلية، وعلاقة ضرر المرض بكمية النباتات المتنوعة. ويجب أن تتّم هذه المراقبة أثناء مقابلات الأسر في أوقات حدوث الآفة أو المرض.

الخطوة 3: تقدير مقاومة الأصناف التقليدية على مستوى المزرعة في ظروف المزارعين. وتكون عينات اختبار من أصناف المزارعين مع مجموعة من الأصناف المعيارية المختلفة.

الخطوة 4: جمع ما هو معزول لتقدير تنوع العوامل الممرضة والآفات ولتحضير التجارب في المحطة والتجارب المخبرية.

الخطوة 5: تكرار التجارب على مستوى المحطة في عدة محطات بحثية وبالتالي يمكن للشركاء تتبع الأوبئة مع الوقت (استجابات الشتول وتطور المرض والتأثير في الغلّة).

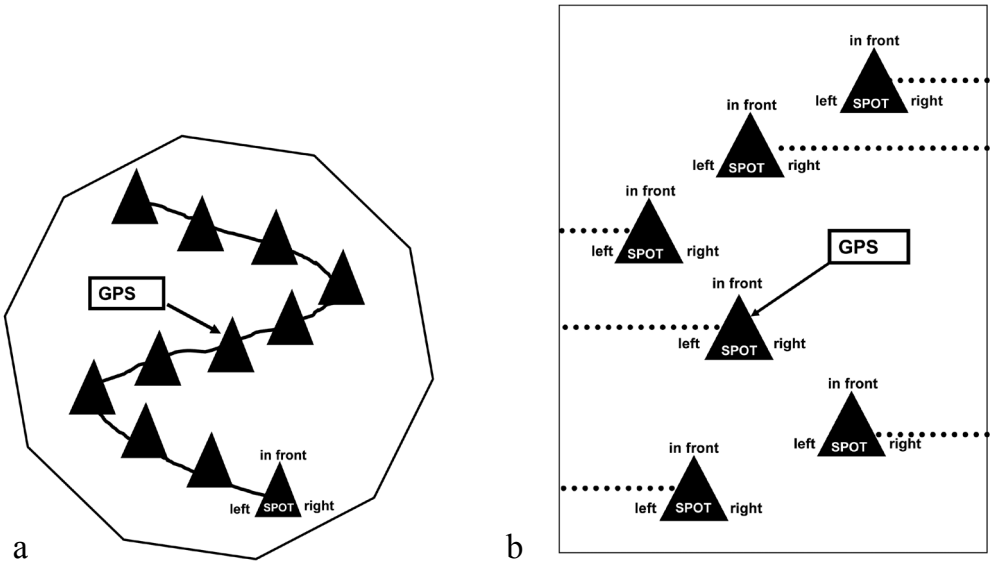
الخطوة 6: إجراء التجارب في البيت الزجاجي لتجربة التفاعلات عائل- آفة أو عائل - مُمرض في تجارب تحت المراقبة ولقياس تنوع التفاعلات واختبار أثر التنوع في الحساسية.

تقدير ضرر العوامل الحيوية في الحقل

إنَّ ربط مستويات تنوع الأصناف مع ضرر الآفة والمرض على مستوى الحقل يتطلب قياساتٍ لخطورة الضرر في الحقل لكل صنف مزروع من قبل المزارع (الخطوة 2 أعلاه). يتّم مزج العينات بشكل منهجي وعشوائي، لتكون التسجيلات ممثلة لكل مزرعة. ويجب تسجيل كل صنف موجود فيما يتعلق بالضرر الحاصل بواسطة كل مرض أو آفة مستهدفة ولكل صنف موجود، والقيمة التقديرية في كل حالة هي متوسط 30 مراقبة لنبات واحد أو أكثر.

إنَّ طريقة الخط المتعرج للحصول على عينة مناسبة تتم بالمشي في مسار متعرج عبر الحقل انطلاقاً من نقطة في بداية القطاع إلى نقطة أخرى، لتغطية كامل النباتات المزروعة من الصنف، بالتقاطع مع الخطوط المختلفة، من الارتفاع الأعلى إلى الأقل مع تجنب الحواف، كما هو مبين في (الشكل 7.1a). وإذا كان المشي بشكل متعرج عبر الحقل سيسبب ضرراً كبيراً للمحصول، عندها يتّم الدخول إلى القطاع عند نقاط مختلفة على طول القطاع كما هو مبين في (الشكل 7.1b). ومن المهم من أجل رسم الخرائط فيما بعد أخذ قراءات GPS في وسط كل قطاع.

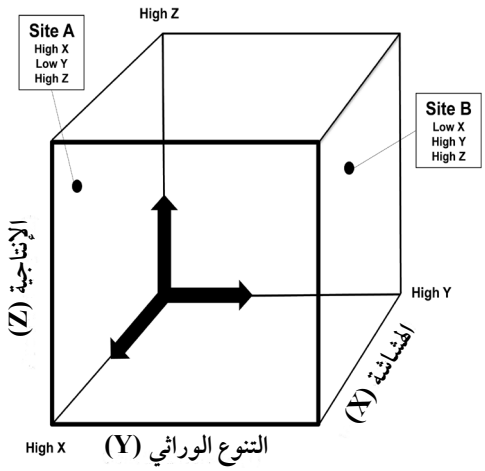
وفي عشرة نقاط عشوائية على طول هذا المسار، يتّم أخذ ثلاثة قراءات: واحدة لليسار، وواحدة لليمين، وواحدة للأمام. ويتّم تقدير نبات أو أكثر في كل واحدة من هذه المناطق باستخدام مدى التقدير المتوفر للمرض أو الآفة المستهدفة، بإعطاء ما مجموعه 30 نقطة لكل صنف أو خليط من الأصناف المزروعة مع بعضها البعض في القطاع. وإذا كان الصنف مزروعاً في عدة قطاعات، يتّم استخدام عدد أقل من نقاط أخذ العينات في كل قطاع للحصول على 30 قراءة. من الـ 30 قراءة، يمكن حساب تقديرٍ على مدى من 0 إلى 100 اعتماداً على حدوث المرض (النسبة المئوية للنباتات أوالأغصان أو الأوراق المصابة) مضروباً بدرجة الخطورة ومعبراً عنه كنسبة. ويتّم تقدير مؤشر ضرر الأسرة (HDI) عن طريق ترجيح نقاط الضرر لكل صنف مع نسبة المنطقة من المزرعة المغطاة بهذا الصنف. ثم يمكن أن يُقارَن تقدير مؤشر ضرر الأسرة HDI مع قيم غنى وتساوي الأسرة التي تّمت مناقشتها في الفصل الرابع. وتتّم مقارنة التباين في مستويات الضرر أيضاً ما بين الأُسر التي تزرع أعداداً مختلفة من الأصناف، وعلى أرض المجتمع ما بين المجتمعات أو سنوات أخذ العينات.



الشكل 7.1. رسوم تخطيطية لجمع قراءات ضرر الآفة والمرض على أصناف المحصول على مستوى حقل المزارع: ويُظهر 7.1a نمط Z لأخذ العينات من 10 أماكن، مع ثلاث قراءات في كل مكان؛ و7.1b هو تصميم معدَّل عن الضرر الأقل عند الدخول إلى حقول المزارعين، ويظهر كيفية الوصول إلى الأماكن في نمط Z عن طريق الدخول إلى الحقل من جوانب القطاع. (من Jarvis et al. 2012، بإذن من منظمة التنوع الوراثي العالمية)

التنوع الوراثي والضرر والضعف الوراثي

إنَّ العديد من المتغيرات مفيدة لتوصيف الأنظمة المتفاعلة في الوقت، والتفاعل ما بين العائل والآفة في بيئات خاصة هو واحد من هذه الأنظمة. وهنا نركز على ثلاثة مفاهيم أساسية قابلة للتطبيق في حقول المزارعين – التنوع الوراثي و(المرض) الضرر والضعف الوراثي – والعلاقات فيما بينها. (الشكل 7.2) هو مخطط تنوع- ضرر- ضعف (DDV)، والذي هو عرض مفهومي للعلاقات ما بين المفاهيم الأساسية، هدفه تأمين هيكل لبناء النظريات ومقارنة أنواع مختلفة من البيئات وأنظمة المحاصيل. في الأسفل وصف لمحاور مخطط لتنوع- ضرر- ضعف (DDV) بتفصيل أكثر ومثال رقمي افتراضي بسيط عن قياسات التنوع لنظام مثالي لتفاعل عائل-عامل ممرض. سوف يختار المزارعون استراتيجية التنوع التي تعطي أعلى إنتاجية مع أقل خسارة ناجمة عن المرض، وأقل حساسية.



الشكل 7.2. شكل ثلاثي الأبعاد للعلاقة بين التنوع الوراثي، والضرر الحالي للمرض أو الإنتاجية، والضعف الوراثي: المحور X = الهشاشة (احتمال خسائر الإنتاج في المستقبل) مُقاسة بمستويات التجانس الوراثي، وانخفاض القدرة على التكيف والطفرة والهجرة؛ المحور Y = التنوع الوراثي المُقاس باعتباره غنىً وتوازن وانحراف؛ المحور Z = الإنتاجية المقاسة باعتبارها مكاسب اقتصادية واجتماعية وثقافية (مقتبس من Brown 2012، بإذن من منظمة التنوع الحيوي العالمية).

مخطط التنوع- الضرر- الضعف (DDV)

مخطط الـ (DDV) هو هيكل ثلاثي الأبعاد، المحاور الثلاثة التي ستتّم أولاً تسميتها ثم وصفها في المقاطع المُعَنْونة التالية. وبشكل تقليدي فإنَّه في المخططات ثلاثية الأبعاد يكون المحور Y أفقياً، والمحور Z عمودياً، والمحور X قُطرياً، أو يُتخيل بشكل عمودي على مستوى الصفحة. وفي هذه الحالة، الأبعاد الثلاثة هي مفاهيم: الضعف الوراثي، التنوع الوراثي، والضرر. ويمكن أن يكون المحور X لأي من قياسات الضعف الوراثي، أو خطر الضرر المستقبلي، المناقَش أدناه. المحور الثاني (أو Y) هو أي من قياسات التنوع الوراثي (على سبيل المثال، الغنى، التوازن،...إلخ). وهو المتغير الأولي المستقل الذي يمكن للمزارعين التلاعب به عن طريق اختيارهم للصنف ومصدر البذور. المحور الثالث (أو Z) هو قياس الضرر الذي يظهر من الضغوطات الحيوية في الحقل أو، على العكس من ذلك وببساطة أكثر، قياس أداء الغلة أو الإنتاجية. والنقطة في فراغ ثلاثي الأبعاد تمثل قيماً على كل محور تّم قياسه ليكون خاصاً بمزرعة مفردة أو حقل أو مجتمع ومجموعة خاصة من العائل وضغط المرض أو الآفة. إنَّ وضع خريطة لأنظمة الدراسة يقود إلى كشف واختبار العلاقات، ويسمح بتوزيع مجموعات النقاط (مثل نوع المحاصيل وأنظمة تربية خاصة وأنماط العامل الممرض).

محور التنوع الوراثي

تم شرح محور التنوع الوراثي (Y) على نحو كبير في مواضع أخرى (على سبيل المثال، Jarvis et al. 2008؛ راجع الفصل الرابع)، ويمكن قياس التنوع بعدة طرائق، إذ إنَّ غنى اسم الصنف والتوازن والانحراف ما بين المزارع هي القياسات الأساسية مع عدة ميزات (Jarvis et al. 2008، الفصل الخامس). إنَّ مؤشر Nei للتنوع الوراثي (وهو مكمل لمؤشر Simpson للسيادة) يجمع مفاهيم الغنى والتوازن، لكنَّه يعطي أهمية أكبر لتوازن تردد الأنواع الأكثر شيوعاً. ناقش Sherwin et al. 2006 إنَّ مؤشر Shannon-Weaver information أكثر فائدة احصائياً للتنوع، وخاصة في المعطيات الهرمية مع تقسيم التنوع إلى مكونات داخل الحقل، وبين المزارع، وداخل المجتمعات، وبين المجتمعات.

محور الضرر أو فقد الإنتاجية

محور الإنتاجية (أو الضرر) (Z) يمثل تحديات في جمع المعطيات تحليلها. والمقاييس عبر القياسات المختلفة في أنظمة المحاصيل المختلفة يمكن أن تكون غير متجانسة تجانساً كبيراً، متدرجة من أنماط الاستجابة للمرض التخصصية المعرَّفة بالنسبة لأنظمة خاصة (على سبيل المثال، من أجل تعبير أعراض الصدأ) إلى قياس الصفات الشكلية. إنَّ طرائق المقاييس متعددة الأبعاد كتحليل مكوِّن رئيسي تقدم طرائق لجمع عدة متغيرات في عددٍ قليل من المؤشرات (راجع الفصل السادس) من أجل جميع قياسات الضرر، والشيء الرئيسي هو أن تكون المقاييس ثابتة في الاتجاه، بحيث تشير النقاط الأعلى إلى مرض أكثر أو ضرر أكثر أو غلة أقل أو سلبية أعلى لنواتج المرض. وضحنا سابقاً كيفية الحصول على نقاط موثوقة للضرر في الحقل. والمتغيرات الأخرى التي تنتمي لهذا المحور هي قياسات الأثر الاقتصادي والاجتماعي (الفصل الثامن والتاسع)، واستبدال مبيدات الآفات بالتنوع باعتبارها متوسطات انحسار الضرر (مناقش في الفصل التاسع).

تشمل المتغيرات التي تقيس (المرض) الضرر من العوامل الممرضة أو الطفيليات أو الآفات في المزرعة (ضغط الآفة) وجود أو تفشي آفات معينة في منطقة ما، والضرر والخسارة في الغلة الناتجة، والاستجابة لتطبيق مبيدات الآفات، واستجابة الأنماط الوراثية العائلة المختبِرة لمقاومة معروفة. والطرائق الأساسية لهذا التقدير تكمن في مشاهدة أثار المرض أو الآفة بما فيها الخسارة في الغلّة، وأخذ العينات من كل من العائل والآفة لاختبار الاستجابة لنمط حيوي محلي، ومقارنة عوائل محلية وغريبة من أجل التنوع في استجابة أنماطها الحيوية، وتقدير التنوع في الصفات التي تؤثر في استجابة العائل (على سبيل المِثال، الشكلية) والتنوع في الواسمات الحيادية.

محور الضعف الوراثي

المحور الثالث (X) للضعف الوراثي هو البعد الأكثر تحدياً من حيث تحديد كميته (Brown 2008). الحساسية الوراثي هي "الظرف الذي ينتج عندما يكون محصول أو نوع نباتي ما حساساً وراثياً وبشكل موحد لآفة، أو عامل ممرض، أو خطر بيئي" (National Research Council 1993). ويركز الضعف الوراثي على احتمالية الضرر المستقبلي أكثر من الضرر الحالي في المحصول. وتعتبر جماعات أنواع المحاصيل حساسةً وراثياً إذا كانت تفتقد للتنوع الوراثي الذي سيمكّنها من الصمود في وجه تحدٍّ حيويٍّ جديد، أو إجهاد غير حيوي من شأنه على الأغلب أن يكون شديداً، وخاصة عندما يكون مثل هذا التنوع الوراثي التأقلمي متاحاً في مكان آخر. لذلك فمفهوم الضعف الوراثي أكثر تقيداً من الضعف لوحده. حتى يكون "وراثياً" فإن تنوع التأقلم أو المقاومة المفقود في الموقع الحالي يجب أن يكون موجوداً في مكان آخر. ويَظهر الضعف الوراثي من سببٍ وراثي (نقص التنوع) وله علاجات وراثية. ومن الحالات الواضحة للضعف الوراثي الشديد تكون عندما تُزرع كامل المناطق بنمط وراثي واحد (على سبيل المثال، واحة تحوي سلالة واحدة من نخيل التمر، وهي متفوقة جداً في الطعم والإنتاجية، لكنَّها حساسة للمرض، في حين إنَّه من الممكن زراعة الأصناف الأخرى الأقل تفوقاً).

إنَّ وضع مقياسٍ للضعف الوراثي صعب لإنَّ القيمة الحقيقية تحتاج إلى معرفة دقيقة بالبيئات المستقبلية. (الجدول 7.2) يوضح القياسات الممكنة وافتراضاتها ومفاهيمها الأساسية، اعتماداً على أنواع مختلفة من الضعف الوراثي (Brown 2008). النمط الأول هو تقريباً تكرار بسيط يؤكد أنَّ التجانس الوراثي بحدِ ذاته يقود إلى خسارة كبيرة في المحصول عندما يتعرض إلى تحدٍّ بيئي جديد. من أجل هذا المفهوم، فإنَّ الغنى والتوازن في تنوع في الأصناف قياساتٌ عامة. بشكل بديل، تقدير التنوع يمكن أن يكون قائماً على التغير في تتابع نيكلوتيدات المورثة الواسمة. يعتمد المفهوم على ارتباط المتغيرات والبراهين المحتمَلة، من حيث كون التنوع الوراثي الأكبر للأنماط الوراثية أو الأصناف متعددة المواقع، بالمتوسط، مرجَّحاً لأن يرث التنوع الوراثي ليواجه الاحتياجات المستقبلية الخاصة (مثل مورثات المقاومة). وتعني النقاط المرتفعة في الغِنى إنَّ هناك عدداً أكبر من الأنماط الوراثية أو الأصناف موجودة في النظام المحلي، بما في ذلك تلك التي يكون تكرارها مُهملاً حالياً. وهي تمثل التنوع المبعثر المتوفر من أجل الإكثار السريع والانتشار في جيل المحاصيل التالي أو اللاحق. ومن جهة أخرى، يقيس التوازن التنوع المنتشر سلفاً في وقت واحد وعلى مقياس متخصص (إما في الحقول أو في المزرعة أو في القرية). وتدل النقاط العالية في التوازن على التنوع في الاستخدام الحالي، في مقاومة طيف واسع من العوامل الممرضة الفطرية، أو تحمُّل مجموعة من أنماط التربة.

الجدول 7.2. مفاهيم ومؤشرات الضعف الوراثي

مفهوم الضعف الوراثي	*القياس*
التجانس الوراثي: تزرع المنطقة صنفاً واحداً أو عدداً قليلاً من أصناف المحصول، وهذه الأصناف تتشارك جميعها ببناء مقاومة متشابهة جداً.	• غنى وتوازن في تنوع الأصناف. • تنوع المقاومات المختلفة وراثياً.
الضعف البيئي: الأصناف الحالية في منطقة ما، مع إنَّها متأقلمة مع البيئة الحالية في هذه المنطقة، إلا إنَّها تفتقر للتنوع الوراثي الذي سيؤدي إلى تأقلمها مع الكوارث البيئية أو الإجهاد المتزايد مع الزمن.	• الحساسية النسبية للأصناف المحلية عندما تُزرع في ظروف إجهادٍ متزايد.
الضعف الطافر: يكون المحصول حساساً لتمط عامل ممرض طافر جديد من العامل الممرض.	• نسبة الأنماط الممرضة غير المحلية أو العزلات المختلفة التي يمكن أن تسبب المرض.
ضعف الهجرة: يكون المحصول حساساً للمجموعة المهاجرة الجديدة من الآفة أو المرض الأتية من خارج المنطقة.	• احتمال نجاح انتشار آفة أو مرض مهاجر عشوائي. • نسبة النباتات التي تصبح مريضة في المناطق المعرضة للمرض وليس في البيئة الأصلية.

معدَّل من (Brown 2008).

إذا تّم استعمال قياس التنوع الوراثي مثل غنى الصنف أيضاً كقياس للضعف الوراثي، فنحن لا نملك اختباراً مستقلاً للعلاقة ما بين التنوع والضعف. ولكن من الممكن أن يعتمد قياس التنوع على واسمات حيادية (راجع الفصل الخامس) أو طبقات وراثية عامة (على سبيل المثال، أصناف)، وقياس الضعف على المعطيات التي تصف التفاعل الحيوي.

ومن الأهداف الآخرى لنشر التنوع، وتأثيره في الضعف، هو الأخذ بعين الاعتبار موقع التنوع. يحدث الضعف البيئي عندما يكون المحصول في منطقة الإجهاد فيها جديداً (مثل مناطق الجفاف أو الملوحة المتزايدة) لكن التنوع الذي سيضمن تأقلمه مع هذا الإجهاد الجديد غير متوفر للمزارعين المحليين.

الضغوطات الحيوية تؤدي إلى ظهور إمكانيات إضافية للخسارة المستقبلية عن طريق التغير الوراثي أو هجرة جماعات العامل الممرض أو الآفة. يمكن أن ينجم الضعف عن

طفرات خطيرة في العامل الممرض تكون جديدةً بالنسبة للجماعة. وهذا ما نشير إليه على أنه الضعف الطافر، والذي يقاس كمتوسط احتمال العدوى، أو المستوى المتوسط لضرر المرض المسبب بواسطة عينة غير محلية من العزلات أو سلالة من المرض عندما تُختبر على الأصناف المحلية. (العزلة هي زراعة أو فصل كائن حي دقيق مفصولٍ عن جماعته الأم ومحفوظٍ في ظروف تحت السيطرة والمراقبة). النقاط المنفصلة لكل عزلة ليست مهمة، حيث ليس من المعروف مسبقاً أي نمط ممرض أو طيف خطير ستحتويه الطفرة الجديدة.

الطريقة الأخيرة التي يمكن أن تكون فيها إنتاجية منطقة المحصول مهددة هي عندما تهاجر سلالة جديدة من المرض أو الآفة إلى هذه المنطقة والجماعة المحلية حساسة لها. نميز هذا على إنَّه ضعف الهجرة، ويقاس إما على مستوى المزرعة أو المجتمع باحتمال إنَّ مهاجراً عشوائياً دخل إلى المنطقة سيتمكن من النجاح في إحداث ضرر. وفي سياق أوسع، ميَّز (Stukenbrock and McDonald 2008) ما بين أربعة نماذج تطورية من خلالها ظهرت عوامل ممرضة جديدة للنبات في الأنظمة الزراعية البيئية على مقاييس الوقت المختلفة إى حدٍّ كبير وتؤكد أهمية التنوع الوراثي في مواجهة مثل هذه الأحداث في المستقبل. التركيز هنا يكون على المقاييس المكانية المحلية ومقاييس الوقت الأقصر. بالطبع نحن لا نعرف مسبقاً أيّ عامل ممرض خطير أو سُلالة آفة سوف تأتي إلى المنطقة. عوضاً عن ذلك، نحن نجرب حسابات تقريبية بغرض المقارنة باستعمال المعرفة الموجودة حول التوزع الجغرافي الحالي لمصادر العامل الممرض أو الآفة التي يمكن أن تشكل تهديداً، وبعلاقة عكسية مع البعد والهجرات المحتملة. وتكون تقديراتٌ بديلة لضعف الهجرة متاحةً إذا تم فحص عينة من الجماعة المحلية في سلسلة من المناطق المعرَّضة للمرض ويعتمد منح النقاط على نسبة النباتات المتضررة. الفقرة التالية تحوي مثالاً افتراضياً عن أصناف العائل المختبرة مقابل عزلات مختلفة من المرض.

أنظمة التفاعل المعرّفة وراثياً

في هذا المثال الافتراضي البسيط، عينة من خمسة عوائل من الأنماط الوراثية أو الأصناف تّم اختبارها في حالات متحكم بها للاستجابة للإصابة بخمس عزلات منفصلة من المرض أو تم غزوها بخمسة من مصادر الآفة. تّم تسجيل استجابة العوائل للاختبار الحقلي على أنه صف F. وفي هذه الحالة اختصرنا الاستجابة كمتغير ثنائي الحالة؛ لكن المبادئ يمكن أن يتّم توسيعها إلى فئات أكثر تعقيداً أو متغيرات كمية مع أدوات لجمعها في رتب.

تم تقسيم عزلات المرض الخمس إلى ثلاثة أنماط للاستجابة معروفة بواسطة عينة العوائل (SSSSS، RRRRS، RRRSS)، مع تردد في العينة مقداره 0.4، و0.4، و0.2. وبما إنَّ تنوع الغنى للأنماط الحيوية للآفة هو 3 فتنوع التوازن لـ Nei هو 0.64=$(0.2)^2$-$(0.4)^2$-$(0.4)^2$-1. إنَّ إحصائيات لاستجابة العائل هي غنى الأنماط الثلاثة (SSSSS، RRRRS، RRRSS)، وتوازن Nei هو 0.56. وهذا يتبع وجود تسعة أنواع من تفاعلات عائل-ممرض معرَّفة في الجدول. وتردد كل نوع يتراوح (6، 6، 3، 2، 2، 2، 2، 1، 1) في مجموع هو 25 اختبار (=5 X 5)، وتنوع التوازن لـ Nei هو 0.8416 (ويساوي في هذا الجدول الكامل [1-0.64] X [1-0.56] -1) (مخطط 7.3).

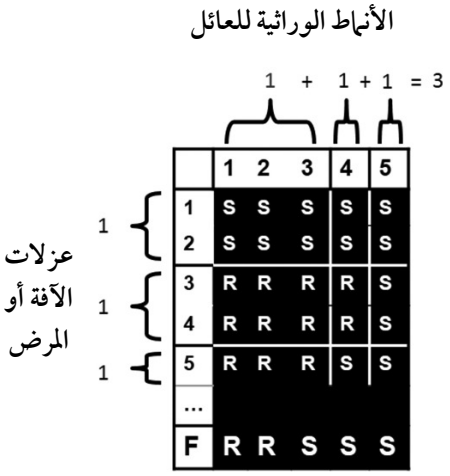
العلاقات ما بين متغيرات الـ DDV

بعد أن بنينا الإطار المفهومي لتحليل التنوع الوراثي المتطور والإجهادات الحيوية، نستطيع الآن أن ننظر إلى العلاقات ما بين المحاور الثلاثة الأساسية وأسئلة البحث المثيرة للاهتمام.

التنوع: الضرر

إنَّ الطريقة التي يرتبط فيها الضرر بالتنوع أمرٌ أساسيٌّ لفهم تنوع المحصول التقليدي في بيئته الحيوية. فيما يلي بعض أسئلة البحث الإرشادية في الاستجابة للضغوطات الحيوية، التي تختلف وراثياً بحد ذاتها في البيئة الأصلية:

- ما هو أداء الأصناف والأنماط الوراثية المحلية بالنسبة لتلك الحديثة أو الأصناف الغريبة؟
- ما هو النمط المسيطر من العلاقة ما بين الضرر الحيوي الحاصل والتنوع الوراثي، في حقول مزارع واحد وفي المجتمعات؟
- مع وجود تنوع أكثر، هل هناك مجرد معدل متوسط من الضرر، أو فائدة إضافية حول متوسط المكونات؛ أو في الواقع تكلفة على التنوع من حيث انخفاض المقاومة؟
- هل هناك اختلافات في العلاقات بالنسبة لأنواع المحاصيل، أو أنواع التهديدات الحيوية؟
- في الأنظمة التي يمكن أن تقدّر كميتها بطريقة مماثلة للمثال البسيط، ما هي العلاقة ما بين الضرر والقياسات المختلفة للتنوع؟



تنوع استجابة العائل
الغنى = 3، قيمة *Nei للتنوع الوراثي (Nei GD) = 0.56

تنوع الآفات
أنماط حيوية أو أنماط عوامل ممرضة:
الغنى = 3، قيمة Nei للتنوع الوراثي (Nei GD) = 0.64

تنوع أنواع التفاعل:
الغنى = 9
قيمة Nei للتنوع الوراثي (Nei GD) = 0.8416
{=1-[1-Pest Nei GD][1-Host Nei GD]}

* قيمة * *Nei للتنوع الوراثي (Nei GD) هي تتمة فهرس التوازن/ السيطرة الذي وضعه سيمبسون Simpson (إذا كانت هذه القيمة عالية فهذا يؤدى إلى زيادة في تكرار الأنواع، وإذا كانت قليلة فهذا يؤدي إلى أنواع قليلة).*

الشكل 7.3. مصفوفة لنظام التفاعل المعرّف وراثياً (من Brown 2012، بإذن من المنظمة العالمية للتنوع الحيوي).

التنوع: الضعف الوراثي

كما لاحظنا سابقاً، فإنَّ تحليل العلاقة ما بين هذه المحاور أمرٌ صعبٌ إذا كان التنوع الوراثي بحد ذاته هو قياس الضعف. لكن لاحظنا إنَّه من بين المحاور الثلاثة، يمكن أن يؤثر المزارعون في بعد التنوع من خلال استعمال الأصناف المتنوعة – وهذا هو عدد (غِنى) الأصناف المزروعة، والتوازن المحسوب في المنطقة المزروعة لكل صنف. من الواضح إنَّ هناك حاجة لإجراء دراسة على الفائدة المفترضة للتنوع الوراثي في خفض الضعف. على سبيل المثال، استعمال خليط من أصناف المحصول أو مجموعات مختلفة من أصناف المحصول يفتح مجالاً لطرح أسئلة عن تكوينها الأمثل (غِنى وتوازن المكونات)، وتصميم الزراعة (نظم في الوقت المناسب، عشوائي، الصفوف المزروعة، أو واقع فصل الأجزاء والحقول الصغيرة)، والزراعة، وإدارة الحصاد.

أي أنواع الأنظمة يظهر علاقةً ما بين التنوع والضعف ذو فائدة للمزارعين؟

إنَّ للسؤال حول استراتيجية التنوع الوراثي (الصنف) والضعف المخفف نظيراً مثيراً للاهتمام في "نظرية المحفظة" من أجل إدارة الاستثمار. السؤال المُناظر في الأهتمام

هو التوزيع الأمثل للاستثمارات بين أسهم الشركة (مناظر لمكونات الأصناف المختلفة في استراتيجية مختلطة) للحصول على أعلى غلّة كُلية، أو أعلى مرونة. النتيجة الجوهرية لهذه النظرية هي التركيز على مصفوفة التباين-التغاير لأداء النمط الوراثي (السهم) في عدد من البيئات (في الوقت)، وترجحها الفرصة المتاحة للحدوث. المرونة الأكبر في الأداء (ضعف أقل) تحدث عندما تسود ظروف سلبية، وهذا عندما يكون أداء "المستثمرين" المختلفين في كامل المحفظة مختلفاً استجابةً لتحديات مختلفة في الوقت في سوق قيد التطور. وفي حالة تنوع الأصناف، يحدث تخفيض الضعف عندما يكون لصافي "الارتباط المفيد" (المعرَّف على إنَّه ناتج طرح الارتباطات الموجبة من الارتباطات السالبة) قيمة مطلقة كبيرة.

الضرر: الضعف الوراثي

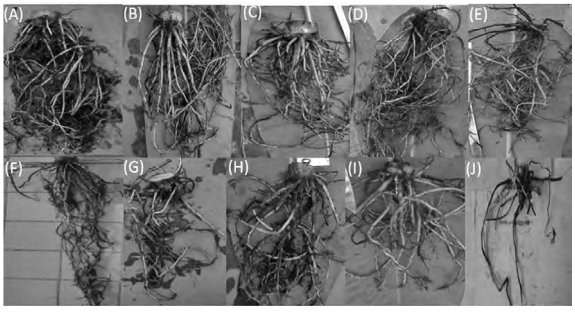
تؤثر العلاقة ما بين الضرر في المحصول الحالي والخسائر المحتملة في المستقبل في اتخاذ المزارعين قرار التنوع. في جماعات العائل المتضررة بشدة والتي تؤوي جماعات كبيرة من العامل الممرض، قد يزيد الحمل المتزايد من اللقاح من فرصة تطور أنماط حيوية خطيرة جديدة. لذلك فالأسئلة المهمة تتضمن:

- كيف يستجيب المزارعون للضرر في المحصول الناتج عن المرض؟ هل سيقومون بالرش، أو تغيير الأصناف، أو تبديل الممارسات الزراعية، أو ببساطة تحمُّل الخسارة؟
- هل ينبئ الضرر في المحصول الحالي عن ضرر أسوأ في المستقبل، وهل هذا سيقود المزارع لإجراء تغيير في ممارسات الإدارة؟

الاستنتاجات

ناقش هذا الفصل حالات وطرائق عن كيفية استخدام إنَّ التنوع الوراثي للمحاصيل لإدارة الإجهادات غير الحيوية والحيوية في بيئة المزرعة. بالطبع هذا المفهوم يمكن أن يشكل جزءاً من برنامج متكامل لإدارة الآفة. ولكن من المعروف أيضاً إنَّ مقاربة استخدام التنوع

الوراثي للمحصول ليست مناسبة لجميع الظروف. يكمن التحدي في تحديد متى، وأين، وكيف يمكن للتنوع الوراثي المحصول أن يلعب دوراً أساسياً في إدارة الضغوط البيئية الضارة في حقول المزارعين. ومن أجل تحديد ذلك يجب أن نضيف فهم البيئة الاجتماعية-الثقافية والاقتصادية والسياسية التي تؤثر في قرارات المزارعين، التي ننتقل إليها في الفصول اللاحقة (الفصول الثامن، والتاسع، والعاشر). وهذا من شأنه أن يشكل القواعد لأدوات وإجراءات اتخاذ القرار من قبل المزارعين والباحثين والعاملين في التطوير. وهو ما يسمح بمقارنة "استراتيجيات التنوع الغني" مع الطرائق الأخرى المتاحة لإدارة المحصول لضمان إنتاجية مستدامة ضمن ظروف الإجهاد (راجع الفصل الثاني عشر).



اللوحة 8. في أي حقل، ثمة مجموعة واسعة من عوامل المناخ وظروف التربة وعوامل الإجهاد الحيوي التي يمكن أن تكون بمستويات تؤثر في نمو النبات وإنتاجية المحصول. تتطور العديد من الأصناف التقليدية في الحقول التي تخضع في كثير من الأحيان لإجهادات متعددة. أعلى اليسار: واحة نخيل التمر في المغرب. يختار المزارعون أصنافاً مبكرة في النضج للحد من فترة التعرض للحرارة الشديدة، وبالتالي إدارة التنوع الوراثي لتجنب الإجهاد الحراري بدلاً من التحمل. أعلى اليمين: أصناف تقليدية من الفاصولياء الشائعة متسلقة وغير متسلقة والتي تم أخذها من من ثلاثة مواقع في أوغندا لتزرع مع بعضها لاختبار مقاومتها لمرض تبقع الأوراق الزاوي (*Phaeoisariopsis griseola*) والبثور. أسفل اليسار: تنوع ضرر النيماتودا (*Radopholus similis*) على أصناف (*Musa*) في الأكوادور. تشير الأحرف إلى أصناف مزروعة مختلفة من (*Musa* spp.): (A) Dominio Hartón؛ (B) Dominico؛ (C) Gros Michael؛ (D) Orito؛ (E) Barraganete؛ (F) Dominico Verde؛ (G) Limeño؛ (H) Dominico Negro؛ (I) Guineo de Jardín؛ (J) Williams. أسفل اليمين: تجربة خليط من أصناف الذرة من مقاطعة Zhaojue ومقاطعة Sichuan في الصين، حيث تمّ زرْع أحد الأصناف الحديثة مع ثلاثة أصناف تقليدية لإدارة المرض ضد تلف الأوراق الشمالي. اعتمادات الصورة: D. Jarvis (أعلى اليسار)، Joyce Adokorach (أعلى اليمين)، D. Vero / D. Vaca، C. Suárez-Capello / J. Lopez (أسفل اليسار)، H. X. Peng (أسفل اليمين).

الفصل الثامن

من هم مديرو التنوع؟

توصيف البيئات الاجتماعية والثقافية، والاقتصادية

في نهاية هذا الفصل يجب أن يكوّن القارئ فهماً أساسياً لما يلي:

- كيفية توصيف المزارعين والمجتمعات الزراعية الذين يحافظون على التنوع في بيئاتهم الاجتماعية والثقافية والاقتصادية.
- طرق لتحليل الأدوار الاجتماعية والثقافية والاقتصادية المحددة لأنماط شكل التنوع الوراثي للمحاصيل بين المزارعين وأسرهم أو شبكاتهم أو الجمعيات الرسمية للمزارعين ومجتمعاتهم.

أدوار المزارعين وإدارة تنوع المحاصيل

تُؤطر القرارات التي يتخذها المزارعون بشأن تنوع المحاصيل بأدوارهم المحدَدّة اجتماعياً وثقافياً واقتصادياً في مجتمعاتهم المحلية، وحياتهم. وتؤثر هذه الأدوار على مدى ونمط تنوع المحاصيل الذي يحافظ عليه المزارعون من خلال تأطير وصولهم إلى المعارف والموارد، وإجراءاتها اللاحقة. وأنَّ البحوث الاجتماعية تبين كيفية تَجّمع الناس وتفاعلهم معا في المؤسسات وكيف ينظمون ذلك، على الصعيدين الرسمي وغير الرسمي، للعمل الجماعي. ويمكن أن تُعرّف الثقافة على أنَّها تعبير عن التفاعل مع مرور الوقت بين المجتمعات وبيئتهم الاجتماعية والطبيعية، والتاريخية. ولا تكتفي هذه البيئات بتلبية الاحتياجات المادية للشعوب من الغذاء والعلف والمياه والأدوية وغيرها من الموارد الطبيعية ولكن أيضا توفير أسس القيم الأخلاقية، ومفاهيم الأماكن المقدسة، والخبرات الجمالية والهويات الشخصية أو الجماعية المستمدة من البيئة المحيطة (Kassam 2009). البحوث الثقافية تركز على العادات والمعتقدات

والقيم التي من خلالها يُعّرِف المجتمع أو المجموعات نفسها. وتتناول البحوث الاقتصادية القرارات التي يتخذها الناس بشأن تخصيص واستخدام الموارد، استناداً إلى القِيم السوقية وغير السوقية. تحليل ملاءمة الأدوار المحدَّدة اجتماعياً وثقافياً واقتصادياً للمحاصيل وإدارة التنوع ستساعد على فهم أنظمة إدارة تنوع المحاصيل. بالتالي، المساعدة في توجيه تصميم وتنفيذ برامج الحفاظ على التنوع في المزرعة. الخصائص المعتمدة تتضمن النظر في السن، والجنس، والقرابة، والثروة النسبية، والتعليم، والحالة الاجتماعية واللغة. وأنَّ توصيف العلاقات الاجتماعية ورأس المال الاجتماعي هو أيضاً أساسي.

كجزء من أي عملية تشخيصية، يتّم دراسة الخصائص المذكورة أعلاه في النِطاقات المكانية المختلفة بما في ذلك وحدة الإنتاج الزراعي (التي غالباً ما تكون، أُسرة في المزرعة، ولكن ليس دائماً)، ومجموعات المزارعين (التي تشمل الشبكات الاجتماعية وكذلك المزيد من الجمعيات الرسمية)، والمجتمعات الزراعية. والسبب الرئيس للتشديد على مجموعة من المقاييس المكانية هو أنَّ الاختلافات كثيراً ما يُعبّر عنها بقوة أكبر في التباين بين المجموعات والمجتمعات بدلاً من التباين ضمنها. وأنَّه لمن المهم أن يكون تصميم الدراسة (تركيب أخذ العينات، في حال استعمال الطرق الكمية) للتمكين من مثل هذه المقارنات.

توصيف أمناء ومديري التنوع

فيما يلي بعض الخصائص الاجتماعية الأكثر إفادة لفهم وتحليل إدارة المزارعين للتنوع في المحاصيل:

العمر

المعارف المتعلقة بتنوع المحاصيل والبيئات الزراعية المحلية في كثير من الأحيان تتعلق بفئات عمرية معينة في المجتمع. المعارف التقليدية أو الفطرية حول التنوع الوراثي للمحاصيل غالبا ما تكون موجودة عند الفئات المتقدمة بالسن من الأعضاء في المجتمع، على الرغم من أنَّ الأفراد الأصغر سناً قد تمتلك معلومات فريدة حول المحاصيل والنباتات البرية ذات العلاقة. وقد يكون لدى المزارعين الأصغر سناً أفضليات إيديولوجية أو شخصية تختلف عن تلك التي يمتلكها المزارعين الأكبر سناً، مما يؤدي إلى قرارات وخيارات مختلفة من قبل المزارعين والتي تؤثر على تنوع نُظمهم الزراعية.

الجندر

يشير جندر المُزارع إلى أدوار الرجل والمرأة ومسؤولياتهم الاجتماعية في مضمون سياق ثقافي والتي قد تتباين كثيراً وتكون متغيرة فيما بينها. يختلف الجندر عن الجنس. فالجنس يشير إلى

الاختلافات البيولوجية الثابتة بين الرجل والمرأة. أمّا الجندر فهو يتعلق بالأدوار الخاصة بالجنس والتي يتّم تعلمها عن طريق السلوكيات الاجتماعية حول الأنشطة المناسبة للرجل وتلك المناسبة للمرأة. القواعد والانظمة المتعلقة بالجندر تتغير كاستجابة للتغير في شروط المجتمع.

لدى النساء والرجال في العديد من الثقافات معرفة حصرية بمحاصيل مختلفة أو حتى أصناف تقليديه مختلفة داخل الأنواع، مما يجعل من الجنس فئة اجتماعية بالغه الأهمية لفهم التنوع الوراثي للمحاصيل وإدارته في المزرعة (الإطار 8.1). الاختلافات في المعرفة أو المسؤوليات حول المحاصيل يمكن أن تنجم عن التباين في الاستخدامات أو الأفضليات أو الملكية أو نُظم العمل المرتبطة بالرجل والمرأة. مساحات الإنتاج المختلفة، يمكن أن يكون ذلك حديقة المطبخ بالقرب من المنزل أو أكبر أو بستاناً تمتلكه الأسرة قد يكون تحت مسؤوليه افراد الأسرة من مختلف الجنسين. ويجوز أن تنطبق هذه الانقسامات على المنتجات المجنية من المحصول للبيع أو الاستهلاك، وعلى مخزون البذور الذي تم تخصيصه لإعادة الزراعة. ونظرا للطابع المتعلق بالجنس للمعارف والممارسات الإدارية المتعلقة بالموارد الوراثية للمحاصيل، فأنَّ البيانات يتّم جمعها في شكل مصنف من كل من الرجال والنساء. وينبغي أن يضمن تصنيف البيانات عينه متوازنة؛ على سبيل المثال مسح 60 عينة من العائلات يتوجب اجراء مقابلات مع 30 رجل بالغ مقابل 30 امرأة بالغة (50 %) بغض النظر عن موقع الرجل أو المرأة كربٍ في هذه الأسر.

القرابة

القرابة هي العلاقة المعترف بها اجتماعياً بين الأفراد في المجتمع والذين يرتبطون بيولوجياً، أو الذين يعطون موقع الأقارب عن طريق الزواج، والتبني، أو أي طقوس أخرى. وعلاقات الأقرباء داخل المجتمع غالباً ما تلعب دوراً مُعّرِفاً في تحديد حصول الأفراد على البذور وأصناف المحاصيل والمعرفة المتخصصة عن المحاصيل، مثل كيفية زراعة أو استخدام أصناف فريدة من نوعها. وكل من العلاقات الدموية وما يسمى حسب علماء الأنثروبولوجيا الثقافية "الاتحادية" أو القرابة الاجتماعية (مثل الترتيبات الأبوية) يمكن أن تؤّثر في الوصول إلى مواد الزراعة والمعلومات ذات الصلة بالخبرة الزراعية. أنَّ الجوانب الرئيسية للقرابة التي تعتَبَر مهمة لتحديد المقابلات والأساليب البحثية الاجتماعية الأخرى تتضمن قواعد عرفية للإقامة والميراث والبنوة والزواج (على سبيل المِثال، ما إذا كان الافراد يميلون إلى الزواج داخل مجتمعهم أو خارجه). وتؤثر مثل هذه الأنماط الأساسية وقواعد القرابة في الهيكلية الجغرافية للتنوع الوراثي للمحاصيل (Leclerc and Coppens d'Eeckenbrugge 2012) والأكثر شيوعاً هو عن طريق تعزيز التبادل "العمودي" لمخزونات البذور بين الأجيال على طول الأسرة أو العشيرة أو روابط القرابة الأخرى (الشكل 8.1).

المربع 8.1. أمثلة على نوع الجنس ومساحات الإنتاج

يوكاتان، المكسيك

في منطقه يوكاتـان في المكسـيك، يُنظـر إلى حقـول الـذُرة الصفـراء تقليديـاً عـلى أنّهـا نطـاق مركـز تأثـير الرجـال الذيـن يديـرون تدفـق بـذار المحاصيـل التـي تُـزرع هنـاك وخاصـةً الـذرة الصفـراء والفاصوليـاء واليقطـين. عندمـا تـزرع المحاصيـل نفسـها في الحدائـق المنزليـة والقـرى، فـإنَّ المـرأة كثـيراً مـا تقـوم بـدور بـارز في انتخـاب البـذور، والـشراء، والتبـادل لأنَّ هـذه المواقـع تُعتـبر مكانـاً لسـلطة النسـاء. هـذه المسـاحات الإنتاجيـة مترابطـة مـن حيـث الانتخـاب للصنـف والصيانـة لأنَّ الأسـباب -متشـابهة ومختلفـة عـلى السـواء- التـي يمتلكهـا الرجـال والنسـاء لزراعـة صنـف مفـترض في مسـاحة إنتاجيـة مفترضـة مقترنـاً ذلـك بالسـلطة التـي يمارسـها الرجـال والنسـاء عـلى بعضهـم بـما يخـص انتخـاب الصنـف تبعـاً لمسـاحة الإنتـاج (Lope 2004).

بوركينا فاسو

وفي بوركينـا فاسـو، غالبـاً مـا تكـون مُعظـم الأسر عبـارة عـن وحـدات كبـيرة للإنتـاج الزراعـي تتألـف مـن رئيـس الذكـور الكبـار وزوجتـه أو زوجاتـه، بناتهـم غـير المتزوجـات والعائـلات المتعلقـة بجميـع أبنائهـم. وقـد تشـمل وحـدات الإنتـاج أكثـر مـن 50 عضـو. معظمهـم يمتلكـون حقـولاً رئيسـية للعائلـة تمثلهـم بالإضافـة لمسـاحة المزرعـة التـي يعمـل فيهـا كل أفـراد الأسرة لإنتـاج الحبـوب الأساسـية (إمّـا الـذُرة البيضـاء أو الدخـن). وتُـدار مسـاحة الأراضي المتبقيـة بصـوره مسـتقله مـن قبـل الـزوج مـع زوجتـه، والأبنـاء الأكـبر سـناً يكـون عـادةً لهـم قطعـة أرض خاصـة بهـم (Dossou et al. 2004; Sawadogo et al. 2005a).

إثيوبيا

في شـمال إثيوبيـا، الأسر الزراعيـة التـي ترأسـها المـرأة، أو تلـك الأسر التـي ترتفـع فيهـا نسـبة الإنـاث تميـل لتشـكيل وُفـرة في زراعـة أصنـاف محاصيـل الحبـوب المتنوعـة (القمـح والـذرة والتـف الطيفـي) أكثـر مـن الأسر المحليـة الأخـرى.

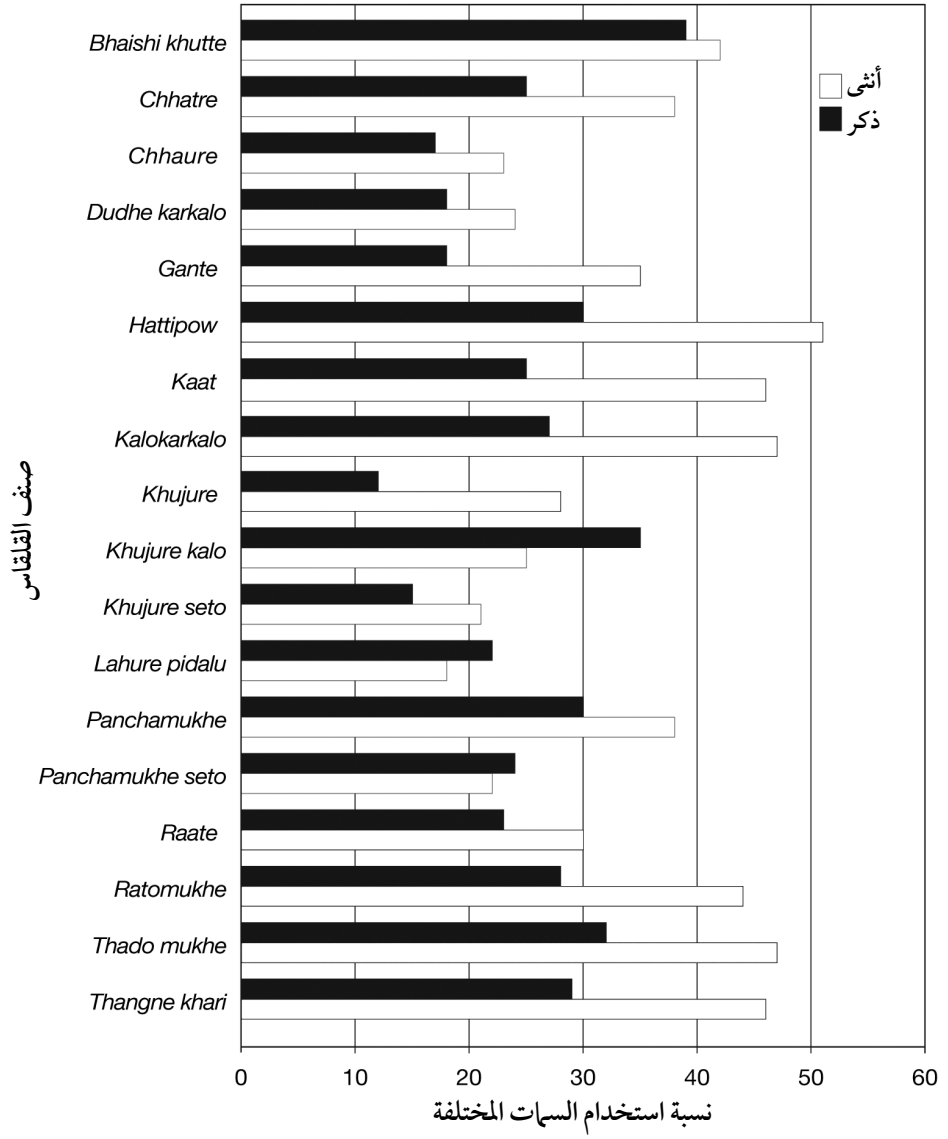
حالة الثروة والدخل

يتّـم غالبـاً تعريـف الثـروة بوصفهـا "الدخـل الدائـم"، طالمـا أنَّ الممتلـكات مثـل الماشـية والأدوات والمعـدات والإسـكان تسـاعد عـلى ضـمان القـدرة عـلى توليـد الدخل في المسـتقبل. وتشـمل مصـادر الدخـل، الدخـل الزراعـي وغـير الزراعـي، والإيجـارات والتحويـلات مـن الأقربـاء أو مـن خـلال العلاقـات الاجتماعيـة الأخـرى، وبطريقـه دائريـه إلى حـد مـا، يتّـم تعريـف مفهـوم الثـروة تبعـاً للسـياق الاجتماعـي والثقـافي والاقتصـادي للمزارعـين. وعـلى سـبيل المثـال فغالبـاً مـا تكـون الحيوانـات الزراعيـة مكونـاً رئيسـياً وقياسـاً للثـروة في بعـض المجتمعـات الإفريقيـة وخاصـةً عندمـا تكـون الوسـائل الأخـرى للتوفـير أو الاسـتثمارات غـير متوفـرة أو عندمـا تكـون الأرض خاضعـةً للقانـون العـرفي. وأي قيـاس لخصائـص الثـروة يبـدأ عـن طريـق تحديـد أولاً مـاذا يشـكل ثـروةً في المجتمـع أو المجموعـة الاجتماعيـة قيـد الدراسـة.

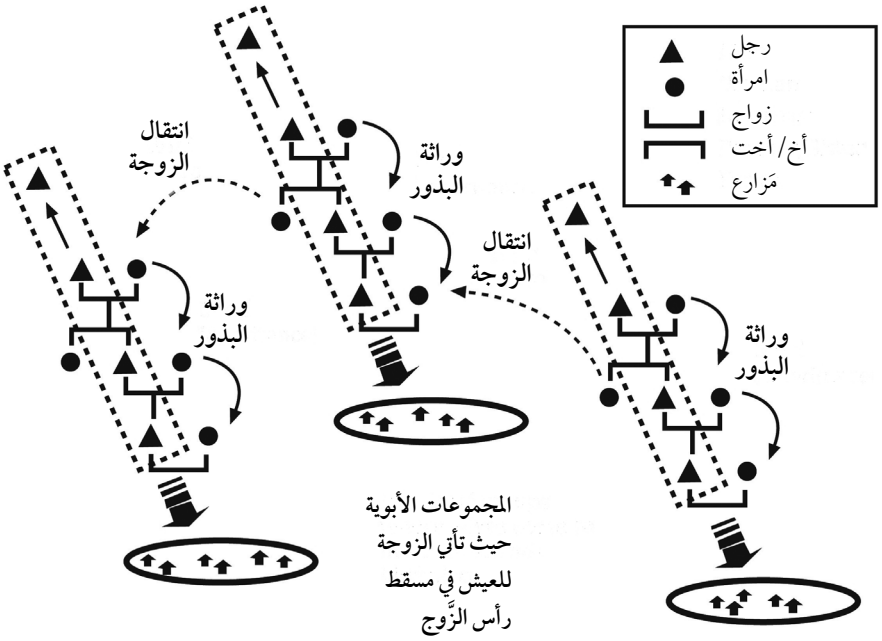
المربع 8.1. (تابع)

نيبال

تشير الدراسات التي أُجرِيَت حول تسمية أصناف القلقاس (*Colocasia* spp.) في نيبال إلى أن النساء أكثر توافقاً من الرجال في استخدامهم للسمات لوصف أصناف القلقاس المحلية (انظر الشكل أدناه). وقد قامت المزارِعات، مقارنةً بالمزارعين، باستخدام مجموعةٍ أوسع من واصفات السمات، وتطبيقها على نحوٍ أكثر توافقاً على أصناف تقليدية، وكانت المُزارِعاتُ أكثر موثوقية في التعرُّفِ على واصفاتٍ مُحَدَّدة من نظرائهنَّ الذكور عندما طُلب من كليهما وصفُ السلالات الأصلية (Rijal 2007).



(مقتبس من Rijal بيانات لم يتم نشرها)



الشكل 8.1 انتقال البذور عمودياً بين مجتمعات موتامبي في كينيا. وعندما تتزوج المرأة في عشيرة، فإنها تحصل على مخزونات من البذار من والدة زوجها الجديد. مع الإقامة الأبوية (أي النساء المقيمين في منازل عائله الزوج)، فإنّ نظام موتامبي السائد لنقل البذور يُفضّل الحفاظ على أصناف المحاصيل عبر الزمن داخل السلالات العشائرية الواضحة
(From Leclerc and Coppens d'Eeckenbrugge 2012 , reprinted with permission from MDPI Open Access Journals.)

اعتماداً على البيئة الزراعية والسياق الاجتماعي والاقتصادي المحلي، هناك إمكانيه لأن تكون الثروة مرتبطة إيجابياً أو سلبياً بالتنوع الوراثي للمحاصيل (انظر الفصل التاسع). وفي بعض الحالات، قد يكون المزارعون الأكثر ثراء قادرين على تحمل تكاليف الاحتفاظ بالأصناف التقليدية لأسباب جمالية بحته مثل تفضيلات الطهي، أو تقليدية كالاحتفالات الخاصة بالمكانة الاجتماعية المحلية. في شبه جزيرة يوكاتان المكسيكية، هنالك صنف محلي من الذُرة ذات لب أزرق تُعتبر مُكوّن ضروري من الحساء الخاص بيوكاتان *relleno negro* الذي يتّم تقديمه في حفلات الزفاف وأعياد الميلاد وغيرها من المناسبات الاحتفالية. وتُستخدم عجينه الذُرة لتكثيف الحساء، والذُرة الزرقاء تعتبر مُفضّلة لأنَّها تُحسّن اللون القاتم للحساء. وأقل من 15 % من الأُسر الريفية في يوكاتان تزرع الذُرة الزرقاء ولكن هؤلاء الذين يزرعون الصنف غالباً ما يُسوّقون أسباباً تفضيلية للطهي كسببٍ رئيسي (Tuxill et al. 2010). وهكذا فإنَّ الطهاة والمستهلكين، والمزارعين الذين يزرعون الذُرة الزرقاء، يستمدون قيمةً اقتصاديةً خاصةً من استخدام هذا

الصنف، على الرغم من أنَّ المُنتج لا يُباع عموما في الأسواق. وفي الوقت نفسه، قد يكون لدى المزارعين الأكثر فقرا معرفه أكبر بالتنوع الوراثي للمحاصيل المتكيّفة مع النظم الزراعية البيئية الهامشية والمنخفضة المُدخلات. على سبيل المثال، وَجدتْ دراسة لمزارعي الأرز النيباليين أنَّ الأسر الفقيرة الموارد تميل إلى زراعة أنواع خشنة الحبيبات ولكنها أصناف متأقلمة مع الجفاف وبالتالي أكثر ملائمة للمواقع الهامشية، في حين أنَّ الأسر الغنية بالموارد تؤكد على زراعة الأصناف التي لديها صفات الطهي جيدة للغاية وأسعار جيدة بالسوق. (Rana et al. 2000).

الثقافة

غالباً ما يتّم الاعتقاد أنَّ التعليم الرسمي يسحب الأفراد خارج الزراعة إلى أنشطةٍ أخرى مدرّه للدخل، مما يقلّل من الوقت الذي يخصصونه لمزارعهم. تعكس الثقافة مستوى الأميّة. عندما يكون لدى الناس مستوى منخفض نسبياً من الأميّة، وحتى مستويات متواضعة من التعليم يمكن أن توفر لهم وصولاً أفضل للمعلومات، والحالة الاجتماعية اللازمة للحصول على المعرفة ووضعها في الاستخدام.

الحالة الاجتماعية

يميل المركز الاجتماعي للأفراد لأن يكون مرتبطاً بالثروة والدخل، ولكن أيضاً في كثير من الأحيان يتضمن أبعاداً أو دقةً تبرر مزيداً من الاعتبارات. الأفراد أو الأسر ذات الصفة الاجتماعية أو الوضع السياسي الخاص يمكن أن تُمارس السيطرة على الجوانب الخاصة بالزراعة، مثل اختبار الأصناف الجديدة، ورعاية المحاصيل، وتوقيت الحصاد. وقد يكون للأفراد الذين لديهم طقوس أو أدوار ثقافيه محدّدة معارفَ فريدة في تنوع المحاصيل، كما قد يكون للمزارعين الذين لديهم خبره في إنتاج البذور مهام متخصصة أخرى، بغض النظر عن حالة الثراء. ويمكن أن يؤثر الوضع الاجتماعي على دور الافراد داخل الشبكات الاجتماعية، ومدى استخدامهم أو استفادتهم منها.

المكانةُ الاجتماعية للمزارعين وأدوارهم في المؤسسات الاجتماعية غير الرسمية (وأحيانا الرسمية) ربما تكون مسؤولةً عن تأثيرهم بأنظمة البذور المحلية وانسياب التنوع. وفي دراسةٍ من أوزبكستان، وُجد ارتباطُ إيجابي بين مشاركة الأسر الريفية في المؤسسات الاجتماعية التقليدية (التي تراوحت بين حضور حفلات الزفاف وقضاء الوقت في مركز القرية، والمشاركة في مجموعات العمل الجماعي) ومستوي تنوع أشجار الفاكهة والجوز المحتفظ به في الحدائق المنزلية. الحدائق في منازل الأوزبكيين تحتوي على تنوع هام للمشمش، التفاح، الجوز، العنب، وأنواع أخرى من الفواكه والجوز من أصول آسيا الوسطى والشرق الأدنى. ويشير تحليل نُظم البذور إلى أنَّ المصادر غير الرسمية (على سبيل المثال العلاقات العائلية والجيران وباعة الاسواق الشعبية) تعود لأكثر من 85 % من مواد زراعه الفاكهة والجوز التي تستخدمها الأسر الأوزبكية. (Van Dusen et al. 2006).

الأصل العرقي

يشير مصطلح الأصل العرقي أو الهوية العرقية إلى كون الشخص فرداً في مجموعة ثقافية معيّنة. يتّم تعريفها من خلال الممارسات الثقافية المشتركة، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر، الأعراف والتقاليد والطَّعام والأعياد واللغة. ورغم الظروف البيئية المتشابهة، قد تزرع مجموعات عرقية مختلفة أصنافَ محاصيل فريدة ويمكن أن توظِّف مختلف أساليب الإدارة البيئية الزراعية استناداً إلى التقاليد والمعايير والقيم الخاصة بتراثها الإثني.

من بين المجتمعات الناطقة بلغة الكيشوا في بيرو، يشير مصطلح "kawsay" إلى مجموعة من التوقعات الفلسفية والأخلاقية لكيفية تنظيم الأفرادِ حياتَهم. من خلال تعزيز معايير الطهي، وفَّرت kawsay حافزاً مهماً للمزارعين للحفاظ على أصناف تقليدية من البطاطا والذُرة والأقصليس الدرني (*Oxalis tuberosa*) والأولوكو (*Ullucus tuberosus*)، وغيرها من المحاصيل الأنديزية. وقد تّم توثيق الأسلاف الثقافية للـ kawsay منذ القرن السابع عشر، وقد أثبتت أنَّها عنصرٌ دائم في وجهة نظر الكيشوا حتى مع مشاركة المزارعين في الإنتاج الموجَّه للسوق مشاركةً أكبر في العقود الأخيرة. وأنَّ أحد أسباب هذه الديمومة هو أنَّ kawsay مفهومٌ ثقافي متطوِّر، وليس مفهوماً ثابتاً. فخلال فترات الصراع الاجتماعي، على سبيل المثال، ركزت مجتمعات الكيشوا المحرومة من حقوق الإنسان بشكل خاص على kawsay باعتبارها طريقةً للمساعدة في تبرير وتعزيز مطالبهم بالأراضي والموارد الإنتاجية. وفي حين تؤكد معايير kawsay في الطهي على إنتاج وتحضير مجموعة متنوعة من المواد الغذائية التقليدية في جبال الأنديز مثل البطاطا والكينوا، فأنَّ المحاصيل الأساسية غير الأصلية مثل الفول والبازلاء قد تمَّ دمجها مع الوقت (Zimmerer 1996; Hermida 2011).

قد يكون لأصناف المحاصيل قيمةٌ خاصةٌ في السياقات الشعائرية أو الدينية التي يتبعها المزارعون والمجتمعات الزراعية. فعلى سبيل المثال، في مناطق إندونيسيا حافظ المزارعون من السكان الأصليين الذي يزرعون أرز الأراضي الجافة في المساحات المرتبطة بالأراضي المرتفعة على عدد صغير من جماعات الأصناف التقليدية من البطاطا الحلوة، والقلقاس، والباما، ودموع أيوب (*Coix* spp.). وهذه المحاصيل الصغيرة لا تسهم إسهاماً كبيراً في الكفاف المنزلي ولا تُباع، بل يتّم الحفاظ عليها لدورها الأساسي في الاحتفالات والطقوس الزراعية التي تمارسها الأسر الفردية (Dove 1999).

اللغة

اللغة أيضاً علامة شائعة للمعرفة المحدَّدة اجتماعياً وثقافياً حول تنوع المحاصيل. وغالباً ما يتّم تصوُّر المعلومات حول كيفية تحديد أنواع المحاصيل وإدارتها بطريقة مختلفة، أو بمستويات مختلفة من التفاصيل، وبلغات مختلفة. وضمن المجتمع، قد تكون الاختلافات بين الأجيال في القدرات اللغوية أو التفضيل (كما هو الحال عندما تكون لغة مجموعة عرقية من الأقليات تتغلب عليها

لغة وطنية أكثر انتشاراً) مرتبطةً بمستويات التنوع المحصولي. وقد يعكس كل من العِرق واللغة العلاقات التاريخية الفريدة أو القيود الاجتماعية التي أثرت في توزيع الموارد الوراثية للمحاصيل داخل المجتمعات الزراعية، عبر المشاهد الطبيعية الزراعية الإقليمية، أو على مستويات أكبر (Perales et al. 2005). فعلى سبيل المِثال، تشير دراسات متعددة حول الذُرة الرفيعة إلى أنَّ تشتُّت الذُرة الرفيعة وتنويعها في إفريقيا قد تشكل من خلال أنماط لغوية بين متحدثي اللغات النيلية/السودانية والمتحدثين بلغات البانتو (Leclerc and Copensens D'Eeckenbrugge 2012). أنَّ العلاقات السياسية أو التجارية بين المجموعات العرقية هي حالات طارئة تاريخية إضافية قد تؤثر في وصول مجتمعات مختلفة إلى الموارد الوراثية بمرور الوقت.

العلاقات الاجتماعية وتوزيع التنوع

تؤثر العلاقات الاجتماعية داخل المجتمع على حصول الفرد على البذور وأصناف المحاصيل، والمعلومات اللازمة لنموِّها بنجاح. ولتسهيل الحصول عليها، يعتمد المزارعون غالباً على الشبكات الاجتماعية، استناداً إلى القرابة وعلاقات أكثر داخل المجتمع. وبالنسبة للمزارعين الباحثين عن البذور، تعمل هذه العلاقات بين الأفراد على توفير مقياس للتأكيد على مصدر وخصائص وجودة البذور التي يتمّ الحصول عليها – وهي معلومات قد لا يتمكَّن المزارع من مراقبتها أو تقييمها في مخزون البذور قبل الزراعة. وهكذا ففي نظم البذور غير الرسمية، يكون للعلاقات الشخصية والروابط الاجتماعية وظيفةٌ مماثلة لتلك التي حصلت عليها شهادات البذور في أسواق البذور الرسمية (Badstue et al. 2007; Dalton et al. 2010).

وعلى العكس من ذلك، توجد أيضاً حالات قد تؤدي فيها الأعراف الاجتماعية بالمزارعين إلى اللجوء إلى خارج دائرة أقاربهم وشبكاتهم المحلية الأخرى للحصول على البذور. فعلى سبيل المثال، غالباً ما ينظر القرويون في منطقة الساحل في مالي إلى عدم كفاية البذور في وقت الزراعة على أنَّه مصدر للعار، الأمر الذي يعكس بشكل سيِّئ قدرةَ الفرد وقدرتَه باعتباره مزارعاً (Smale et al. 2010). وفي ظل هذه الظروف، قد يفضِّلُ المزارعون في دولة مالي الذين يحتاجون إلى البذورِ الحصولَ عليها من غير الأقرباء أو الجيران المباشَرين، بل بالأحرى من خلال الوصول إلى الأسواق المحلية أو الإقليمية، حيث يمكن إجراء الصفقات بشكل غير شخصي أو ربما تحت ستار شراء الحبوب للاستهلاك التي يعتزم المزارع في الحقيقة استخدامَها للبذور (Lipper et al. 2010). وفي مثل هذه الحالات، يلجأ المزارعون إلى الأسواق على الرغم من احتمال وجود تكلفة الفرصة البديلة، على الأقل بالنسبة للأصناف التقليدية والفئات الأخرى من البذور غير المعتمدة. وتشير الأبحاث من مالي إلى أنَّ الأسواق الأكبر من المرجح أن توفر البذور التي تّم تجميعها من مصادر متعددة، ممَّا يؤدي إلى عدم التأكد بدرجة أكبر من هوية البذرة وبالتالي موثوقية سماتها الزراعية (Smale et al. 2010).

لا تلعب جميع الأسر الزراعية دوراً متساوياً في إدارة التنوع والحفاظ عليه داخل مجتمع ما أو شبكة معينة من البذور. فعلى المستوى المحلي وأيضاً في بعض الأحيان على المستوى الإقليمي، يكون بعض المزارعين مهّمين باعتبارهم مصادر للبذور والمعلومات والخبرة فيما يتعلق بزراعة التنوع. وأنَّ هؤلاء الأفراد الرئيسيين، الذين يُشار إليهم أحياناً باسم "المزارعين المورِّدين"، قد يكون لهم أيضاً مكانةُ الخبراء أو المزارعين الأساسيين في المجتمع. والكثير منهم لهم أدوارٌ اجتماعيةٌ مهمةٌ أخرى، مثل العمل باعتبارهم قادةً للطقوس أو خبراء أعشاب.

فأدوار المزارعين المورِّدين ليست ثابتةً أو مستقرّة، وقد تختلف على نحوٍ متواصل مع مرور الوقت، حيث يحلّ محلَّ مزارعٍ آخر بوصفه مُزارعاً مورِّداً مع تغيُّر الظروف الاجتماعية والاقتصادية. يحافظ بعض المزارعين الرئيسيين على كمياتٍ كبيرةٍ غير عادية من تنوع الأصناف على مستوى المزرعة، بما في ذلك الأصناف النادرة محلياً أو إقليمياً التي لا يزرعها معظم المزارعين، وغالباً ما تُعرف محلياً وحتى إقليمياً على أنَّها مصادر للأصناف غير العادية التي يصعب العثور عليها (Salick et al. 1997). وقد لا يحتفظ الأفراد الآخرون بمستويات عالية بعكس المُعتاد من التنوع على مستوى المزرعة، ولكنهم و معروفون ضمن مجتمعاتهم وشبكاتهم الاجتماعية على أنهم مزارعون متقنون ومخلصون ومَهَرة على نحوٍ استثنائي يحققون فوائد حصادية فائضة حتى في ظل ظروف بيئية أقلّ مثالية. وقد يكون هؤلاء الأفراد على وجه التَّحديد مصدراً مُهماً للبذور بالنسبة للمزارعين الآخرين وقد يلعبون دوراً كبيراً في أنظمة البذور المحلية والإقليمية، وخاصةً بعد الحصاد السيئ عندما يسعى العديد من المزارعين إلى الحصول على مخزونات إضافية لاحتياجات زراعتهم.

ومن منظور الحِفظ، فأنَّ أحد الأدوار المهمة للمزارعين المعروفين بالحفاظ على التنوع أو أنواع المحاصيل الفريدة وتوزيع مستويات عالية منها هو أنَّه يمكن اللجوء إليهم للحصول على الدعم لزيادة إمكانية الحصول على التنوع وتوفُّره في أيدي فئةٍ أكبر من أفراد المجتمع. أنَّ إجراء دراسةٍ أو مقابلات شبه منظمة (موصوفة كذلك أدناه) مع عينة مختارة عشوائياً من الأسر الزراعية ضمن مجتمع محليٍّ عادةً ما يقدِّم قسماً مقابلاً أولياً للأهمية النسبية للأُسر المختلفة في إدارة التنوع الوراثي للمحاصيل، ولكن قد لا يكون كافياً تحديد جميع الأفراد الرئيسيين. وإحدى وسائل المتابعة هي استخدام عملية "عينات كُرة الثلج"، حيث يقترح المخبِرون الأوليون أفراداً آخرين أو أسراً أخرى للقيام بالدراسة، والذين بدورهم يقترحون آخرين، وهكذا دواليك. ويمكن استخدام أساليب أخذ العينات هذا لمتابعة خطوط تبادل البذور، وفي هذه العملية، لتحديد المزارعين الذين يُعتبرون مصادرَ بارزةً ضمن المجتمعات لمواد الزراعة والمديرين الرئيسيين المحتملين للتنوع الوراثي للمحاصيل. ويمكن أن يؤدي رسم خرائط الشبكات الاجتماعية لأصول البذور إلى نتائج مماثلة (انظر الفصل الحادي عشر لمزيد من التفاصيل).

المربع 8.2. الشبكات الاجتماعية والتنوع التقليدي للأصناف في جبال الأنديز الوسطى

في منطقة الأنديز في بيرو والإكوادور وبوليفيا، يقوم عدّة ملايين من صغار المزارعين بزراعة أنواع تقليدية متنوعة من البطاطا والأقصليس الدرني والأولوكو والذرة والفاصولياء وغيرها من المحاصيل السنوية. وعادةً ما تكون بيوت الأسر في المزرعة مصدراً لمعظم مخزوناتها من محاصيلها، لكنَّ دراساتٍ تشير إلى أنَّ مزارعي الأنديز يعتمدون على مصادر البذور خارج المزرعة لِما لا يقل عن 15 ٪ من زراعة كل عام (Zimmerer 2003b). إنَّ الشبكات الاجتماعية التي تركز على علاقات القرابة والعلاقات الاجتماعية ذات القرابة (التبادلية "compadrazgo" أو الأبوية) هي المصادر الخارجية الأكثر أهمية للبذور، ولكن ثمَّة دورٌ كبيرٌ متزايدٌ تلعبه أيضاً جمعيات الفلاحين المحلية والإقليمية، وخاصة تلك المنظَّمة لأغراض الحفظ. وبالتعاون مع المنظمات غير الحكومية المحلية والوطنية على حدٍ سواء، ساعدت جمعيات الفلاحين في تنظيم معارض البذور وبنوك البذور في المجتمعات المحلية وغيرها من البرامج التي تساعد على تيسير وصول صغار المزارعين إلى التنوع المحصولي على المستويين المحلي والإقليمي (Tapia 2000). وبدرجات متفاوتة، عملت المنظمات غير الحكومية في البلدان الثلاثة مع المؤسسات الحكومية الوطنية مثل الوزارات الزراعية لتعزيز الشبكات الاجتماعية التي تعزز الوصول إلى التنوع المحصولي (Zimmerer 2003b).

تتنقل البذور والمعلومات المتعلقة بالبذور عبر بعض الشبكات الاجتماعية أكثر من غيرها، كما أن القدرة على التعرُّف على هذه القنوات أمرٌ ضروريٌّ لدعم التنوع في نظم البذور المحلية (المربع 8.2). من المكونات المهمة للشبكات الاجتماعية أنواعٌ كثيرةٌ من الجمعيات -ذات أصل داخلي وخارجي- الموجودة في المجتمعات. أنَّ جميع الجمعيات أو المؤسسات الأخرى التي تسعى إلى توفير فوائد للمزارعين تتضمَّن بناء رأسِ مالٍ اجتماعيٍّ، أو قدرة المزارعين (الرجال والنساء على حدٍّ سواء) على تطوير واستخدام الشبكات الاجتماعية (Jarvis et al. 2011). ويتّم تأسيس بعض الجمعيات رسمياً وتديرها جهاتٌ خارجية، مثل أندية ائتمانية للمزارعين التي تحصل على أصنافٍ حديثة ومدخَلات أخرى. ويتّم تأسيس العديد من الجمعيات الأخرى داخل قرية أو بلدة وتوجيهها إلى مجموعة من الاحتياجات اليومية، مثل الأموال المخصَّصة لحفلات الزفاف والدفن، وجمعيات الائتمان غير الرسمية، ومجموعات العمل. وتكون بعضُ هذه الجمعيات أكثر شمولاً من غيرها، وبعضها يؤدِّي وظيفةً اقتصاديةً إلى حدٍّ كبير.

يمكن تحديد الجمعيات الرئيسية للحصول على البذور والمعلومات المتعلقة بها من خلال إجراء المقابلات وأدوات الدراسات التي تطلب من المزارعين تحديد أنواع الجمعيات والمؤسسات الاجتماعية الأخرى التي يشاركون فيها، وكذلك توصيف مدى شدة/ أو تكرار مشاركتهم فيها، وتحديدًا فيما يتعلق بتبادل المعلومات الزراعية (Van Dusen 2006). وعندما يتّم الجمع بين هذه المعلومات مع بيانات نظام البذور الأخرى التي تّم الحصول عليها من الدراسات، مثل سؤال المزارعين عن مكان حصولهم على مخزون زراعتهم ومصدر هذا

المخـزون (انظـر الفصـل الحـادي عـشر)، فـأنَّ صـورةً مفصَّلـة تُـبرز أهميـة الجمعيـات في الشـبكات الاجتماعيـة لحصـول المزارعـين عـلى تنـوُّع الأصنـاف. ومن الممكن أيضاً وضع نموذج نوعـيّ للعلاقة بين مُشـاركة المزارعين في الجمعيات أو المؤسسات الاجتماعية الأخرى مـن جهـة وحفاظهـم عـلى التنوع مـن جهـة أخـرى، باستخدام تحليل التراجـع (انظر الفصل التاسـع).

رأس المال الاجتماعي والعمل الجماعي وحقوق الملكية

تؤثـر الشـبكات الاجتماعيـة أيضـاً عـلى حفـاظ المزارعـين عـلى التنـوع الوراثـي للمحاصيـل بِعـدّة طُـرق غـير مبـاشرة تعكـس مؤسسـات مجتمعيـة أوسـع وهيـاكل للسياسـات. ويتمثـل أحـد الأدوار الرئيسـية للشـبكات والجمعيـات (مثـل نقابـات المزارعـين وتعاونياتهـم) في تسـهيل حصـول المزارعـين عـلى الإئتـمان وعـلى المعلومـات المتعلقـة بخيـارات وممارسـات الإدارة الجديـدة. ويتضمـن رأس المـال الاجتماعـي الـذي يحصـل عليـه المزارعـون مـن خـلال الشـبكات والجمعيـات تطويـرَ ممارسـات الإدارة الجماعيـة المناسـبة وتعزيـزَ حقـوق الملكيـة للأفـراد أو الجماعـات.

تُفهَـم الإجـراءات الجماعيـة عـلى أنَّهـا الخطـوات الطوعيـة التـي تتخذهـا مجموعـةٌ مـا لتحقيـق المصالـح المشـتركة وأنظمـة الملكيـة (Meinzen- Dick and Eyzaguirre 2009). وقـد ينطـوي العمـل الجماعـي عـلى أفـراد مجموعـةٍ تعمـل بشـكل مبـاشر مـن تلقـاء نفسـها أو مـن خـلال منظمـة – عـلى سـبيل المثـال، في الاتفـاق عـلى قواعـد لاسـتخدام أو عـدم اسـتخدام مـورد وراثـي وتطبيـق هـذه القواعـد، وتنسـيق الأنشـطة بـين المَـزارع الفرديـة. قـد يتطلـع المزارعـون إلى العمـل الجماعـي للمسـاعدة في التعامـل مـع عُيـوب السـوق وتكاليـف المعامـلات التجاريـة، مثـل تلـك الناجمـة عـن القيـود المفروضـة عـلى المعلومـات والائتـمان والتسـويق.

وتنطـوي حقـوق الملكيـة عـلى "القـدرة عـلى دعـوة الجماعـة للوقـوف وراء مطالبـة أحدهـم بتيـار منفعـة" (Bromley 1991). ويمكـن للمشروعـات أو التدخـلات السياسـية التـي تُعـزز حقـوق الملكيـة الفرديـة أو الجماعيـة وتسـاعد المزارعـين عـلى المشـاركة في الأنشـطة الجماعيـة أن تحسِّـن مـن مواقفهـا التفاوضيـة وقدرتهـا عـلى التفـاوض مـع الجهـات الفاعلـة الاجتماعيـة الأخـرى (Eyzaguirre and Dennis 2007). وقـد تتضمـن مثـل هـذه التدخـلات تطويـر آليات مؤسسـاتية يمكـن للمشـاركين المحليـين اسـتخدامها لتنظيـم أنفسـهم وتشـجيع اسـتخدام أنـواع المحاصيـل التقليديـة، مثـلاً مـن خـلال المقاطعـات الخاصـة والجمعيـات الأهليـة والمبـادرات الحكوميـة المحليـة/ الإقليميـة (Meinzen-Dick and Eyzaguirre 2009). ويمكـن أن تـؤدي هـذه الآليـات إلى إقامـة روابـط أوثـق مـع مؤسسـات السياسـة التـي تدعـم نقابـات المزارعـين وتعاونياتهـم في الجهـود الراميـة إلى تثقيـف المزارعـين في الإنتـاج والتسـويق، والمسـاعدة في مفاوضـات الأسـعار، وجمـع الضرائـب المفروضـة عـلى الأراضي، ومشـاركة المعلومـات –جميـع الخطـوات التـي تسـهم في اسـتدامة النظـم الزراعيـة المحليـة والإقليميـة (Caviglia and Kahn 2001؛ Pretty 2008).

أدوات وأساليب توثيق خصائص المزارعين وربطها بالتنوع الوراثي للمحاصيل

طوَّر علماء الاجتماع مجموعةً واسعة من أساليب البحث التي يمكن استخدامها لتوثيق أو قياس الأدوار المحددة اجتماعياً وثقافياً واقتصادياً المناطة بالمزارعين وربطها بتنوع المحاصيل على مستويات مختلفة من التحليل. يبدأ هذا العمل عادةً بالتشخيص التشاركي للوضع على الأرض، باستخدام مجموعة من الأساليب الكمية والكيفية.

يهدف التشخيص التشاركي إلى رؤية "المشهد من الأسفل" من خلال استكشاف كيفية فهم مجموعات المستخدمين للمواقف الإشكالية والتصرف رداً عليها. تساعد نتائج التشخيص التشاركي على تحديد جدول الأعمال لمراحل المشروع اللاحقة مثل: (1) تحديد وتقييم خيارات التقنيات التي تعتمد على المعرفة والموارد المحلية؛ (2) ضمان أن تكون الابتكارات التقنية مُلائمة للظروف الاجتماعية الاقتصادية والثقافية والسياسية المحلية؛ (3) إنشاء آليات لتقاسم أوسع واستخدام الابتكارات الزراعية؛ (4) رصد وتقييم التحسينات الزراعية الناتجة عن عملية البحث والتطوير.

إنَّ التشخيص التشاركي مفيدٌ عندما يكون الغرض من المشروع دراسة المشكلات والاحتياجات والفُرص كما تراها مجموعات المستخدمين. أنَّه يكمل طرق البحث الأخرى التي يقوم فيها فريق المشروع بمراقبة وتفسير الأوضاع الحيوية الفيزيائية أو الاجتماعية مباشرة ولكنَّه لا يَحلّ بالضرورة محلَّها (على سبيل المثال، العلماء الذين يجمعون عينات التربة للتحليل المختبري). يُركز التشخيص التشاركي على تحديد المشكلة وتحديد الأولويات. كما يمكن أن يغطي القضايا أو المواضيع المرتبطة بتقييم الاحتياجات والفرص، وتحليل أصحاب المصلحة/ الجنس، وتقييم أنظمة التعليم، وتوثيق المعارف المحلية، ودراسات خط الأساس.

تسعى الدراسات التشخيصية، عموماً، إلى توليد معلومات حول الأنظمة الزراعية المستهدَفة للتحسين من خلال جهود البحث والتطوير. ويمكن تصنيف الدراسات التشخيصية على نطاق واسع إلى تلك التي تمكّن العاملين في البحث والتطوير من دراسة: (1) الخصائص الحيوية الفيزيائية لنُظم بيئية زراعية معينة. (2) الملامح الاجتماعية للمزارعين وغيرهم من مديري هذه النظم البيئية الزراعية. (3) المعرفة الموجدة لدى السكان المحليين في مجال علم السلالات وعلم الأجناس المرتبطة بالبيئة الخاصة بالديناميات الحيوية الفيزيائية والاجتماعية في النظم البيئية الزراعية. تشير الفئة الثالثة إلى المعرفة بمعناها الأوسع -المفاهيم والتصورات والمعتقدات والقيم والقرارات والإجراءات- وحيث يمكن أن يكون التشخيص التشاركي أكثر فائدة.

أساليب البحث الاجتماعي النوعي

تمكّن الأساليب النوعية الباحث من توثيق السياق الاجتماعي والثقافي لمجتمع زراعي توثيقاً معمَّقاً، وتجعله على درايةٍ مباشرة بالإدارة المحلية للتنوع الوراثي للمحاصيل. ومن

بين الأدوات النوعية التي يستخدمها علماء الاجتماع على نطاقٍ واسع هي المقابلات ومراقبة المشاركين وتوثيق القصص التاريخية الشفهية. ومعظم هذه الأدوات قابلةٌ للتطبيق في كلٍّ من الحالات الفردية والجماعية. وغالباً ما تكون المعلومات ذات الصلة بالسياق الاجتماعي لإدارة التنوع التي يتّم الحصول عليها نوعياً حيويةً بغية الوصول إلى التفسير الكامل والدقيق للبيانات اللاحقة التي يتّم جمعها كمياً.

المقابلات

غالباً ما تكون المقابلات الفردية أو المجموعات الصغيرة مكاناً أفضل للتحدث مع بعض أفراد المجتمع المحلي، مثل النساء أو الأفراد الأكثر فقراً، الذين قد يكونوا متحفِّظين في التعبير عن آرائهم الحقيقية في إطار مجموعات أكبر (Davis-Case 1990). وكما تّمت مناقشته في الفصل الخامس، تتمتع المقابلة الجماعية بميزة تقديم وجهات نظر متعددة من مجموعة اجتماعية أو مجتمع في بيئة واحدة. وفي كثير من الأحيان، قد تأتي بعضٌ من أكثر المعلومات المهمة التي يتم الحصول عليها من المقابلات الجماعية من التفاعل الاجتماعي بين مختلف أفراد المجتمع حيث يقدِّمون وجهات نظرهم بشأن مواضيع المناقشة (Freudenberger and Gueye 1990). ويمكن أن يتراوح أسلوب المقابلة ما بين نهايات مفتوحة نسبياً، والهدف ببساطة هو الحصول على معلومات عامة حول موضوعات الحياة المحلية، إلى المقابلات شبه المنظَّمة حيث يضع الباحث مخططاً مسبقاً لموضوعاتٍ أو نقاطٍ مرجعيةٍ أو أسئلة رئيسيةٍ ليتم تغطيتها خلال المقابلة.

القصص التاريخية الشفهية

القصص التاريخية الشفهية هي نوع من المقابلات الغرض منها توثيق الأحداث الماضية، والاتجاهات، والتغييرات من منظور المشاركين المحليين فيها. ويمكن إجراء تلك المقابلات كممارسة جماعية، للقيام على سبيل المثال بتوثيق التغييرات التاريخية في استخدام الأراضي أو حيازتها في مجتمع ما، أو بشكل فردي (للقيام على سبيل المثال بتسجيل تجارب المزارعين الفرديّة في زراعة أنواع المحاصيل واختيارها وإدارتها). ويكون في كثير من الأحيان إعدادُ جدول زمني تاريخي أو قصّة تاريخية طريقةً مفيدة ومركزة بصرياً لتوثيق وتنظيم معلومات التاريخ الشفوي. وتحقق، على مقياس زمني أقصر، التقويمات الموسمية للأنشطة الهدف نفسه.

مراقبة المشاركين

تُعتبر مراقبة المشاركين، في جوهرها، نوعاً من المقابلات الموسّعة ينضمّ فيها الباحث لأحد الأنشطة التي يقوم بها المشاركون، مثل تمهيد الأراضي، أو الزراعة، أو إزالة الأعشاب الضارّة، أو حصاد حقل ما، أو انتخاب البذور للدورة الزراعة القادمة. ويُشكل ما ينتج من

محادثات غير رسمية أُجريت مع المشاركين أثناء تنفيذ العمل، والتجربة المباشرة للباحث في محاولة قيامه بالعمل بنفسه، مصدراً للمعلومات. وتتمثل إحدى مزايا مراقبة المشاركين في أنَّه يمكّن المرء من طرح أسئلة شاملة ومفصلة (على سبيل المثال، حول الممارسات الزراعية وإدارة البذور) في سياق محادثة غير رسمية تجري بصورة طبيعية، والتحقق من المعلومات أو مقارنتها مع الأنشطة الفعلية التي تجري مراقبتها.

إعداد الخرائط

إنَّ إعداد الخرائط يُؤتي بنتائج إيجابية جداً إذا ما ترافق مع إجراء المقابلات. فإعداد خرائط غير رسميّة مع مجموعة (تُظهر على سبيل المثال الأراضي الزراعية للمجتمع، أو البيئات الزراعية المحيطة بقرية) أو مع أسرة (تُظهر على سبيل المثال حقول أحد المزارعين وأراضيه) يسجّل مقداراً كبيراً من المعلومات المكانية بصورة كفؤة. ولا يتمّ عادة رسم الخرائط العامة أو الإدراكية الناتجة عن مثل هذه الجلسات مع المشاركين المحليين وفقاً لمقياس بصورة كاملة، أو قد تعرض تضاريس محلية أو سمات من منظور غير عادي؛ ومع ذلك فهي مفيدة للغاية كقوالب لطرح الأسئلة حول الممارسات والاتجاهات الزراعية، أو إدارة الموارد الوراثية النباتية على مستوى المزرعة أو المجتمع (Tuxill and Nabhan 2000). عندما يكون المشاركون على دراية بقراءة خرائط الأساس الرسمية مثل الخرائط المرّبعة الطبوغرافية، يمكن استخدام تلك الخرائط كأساس للمناقشة. كما توفر تقنية النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS) وسيلة لتوحيد المعلومات التي تمّ الحصول عليها من خلال عمليات رسم الخرائط التعاونية (انظر الفصل السادس).

إعداد الرسومات البيانية

الرسم البياني هو نشاط يُستخدم لتوضيح وشرح العمليات والعلاقات والهياكل حتى إذا لم تكن المعلومات في الأصل ذات طبيعة مكانية. ويمكن للرسم البياني أنْ يكون بديلاً عن طرح العديد من الأسئلة على المُزارع لتوفير الوقت. أنَّ الرسم البياني لتدفق البذور هو طريقة بصرية فعالة للمزارعين لنقل معلومات دقيقة عن مكان وكيفية حصولهم على بذور أصناف مختلفة وإلى من قاموا بدورهم بتقديم تلك البذور (الشكل 8.2). ويشكّل الرسم البياني كذلك وسيلة فعالة لإيصال معلومات تدفق البذور للآخرين. ومن المهم عند إعداد الرسومات البيانية أنْ يقوم مُقدّمو المعلومات بتحديد معاني الخطوط والأشكال واستخدامها باستمرار. ويمكن بعد ذلك تجميع الرسوم البيانية الفردية للوصول إلى فهم النسبة المئوية للبذور المتدفقة داخل وخارج المجتمع من مصادرٍ مختلفة.

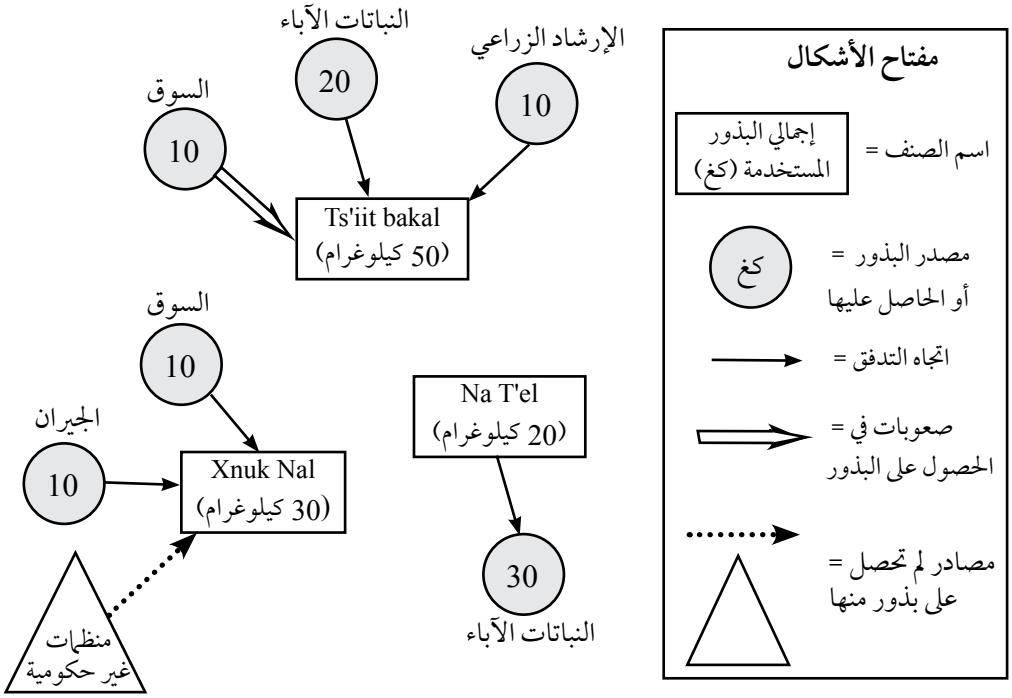
أساليب البحث الاجتماعي الكميّة

تتضمن أساليب البحث الاجتماعي الكميّة جمع البيانات الاجتماعية والاقتصادية بطريقة مُنظّمة بحيث تكون النتائج صحيحة من الناحية الإحصائية، وبالتالي تُمثّل جماعة كاملة من السكان أو المجتمع أو المنطقة، وفقاً لمقياس أخذ العينات. عادة ما يتمّ جمع المعلومات الكمية عن السياق الاجتماعي للتنوع باستخدام أدوات المسح أو الأسئلة القياسية من المقابلات الفردية. ويمكن لأساليب البحث التشاركي الموضحة في القسم السابق عند تطبيقها بشكل صحيح أنْ توفّر ثلاثة أنواع متميزة على الأقلّ من المعلومات الكمية:

1. تتضمن بيانات التعريف والتوصيف قوائم بالأسماء والمعايير والأوصاف والأسباب والبيانات الأسمية المُماثلة لتحديد وتمييز موضوع معين. وعادة ما يتّم إنشاء هذه البيانات من خلال أسئلة استقصاء مثل "ماذا"، "متى"، "أين"، "كيف"، "لماذا".

2. تغطي بياناتُ التقييمِ والمقارنةِ كلّ من الرتب والنتائج والبيانات المُماثلة حيث يُطلب من المزارعين أو مزودي المعلومات الآخرين تقييم مجموعة من المتغيرات ومقارنتها وتمييزها. ولتسهيل ترميز هذا النوع من البيانات، فأنَّه من المثالي استخدام نفس المجموعة من الدرجات أو المقاييس عند تصميم الأدوات لجمع البيانات. ويتّم إنشاء هذه البيانات عادةً من خلال ترتيب المصفوفة وأدوات تسجيل النتائج. أنَّ البيانات التي تُعبّر عن قناعات هي نوع آخر من البيانات التي تنطوي على التقييم والمقارنة. ويتّم تخصيص النتائج لكل استجابة محتملة على مقياس تصنيف. وتمثل هذه النتائج اتجاه أو مدى أو درجة الاتفاق أو الانسجام مع معتقدات ومواقف ومعايير ودوافع معينة.

3. تغطي بيانات التمثيل البصري الخرائط والرسومات البيانية والعينات، والتي تستخدم كأدوات بصريّة لمزودي المعلومات لتوضيح معرفتهم بموضوع معين. ويتّم في كثير من الأحيان استخدام تلك الأدوات لتوضيح الموقع والتوجّه والعلاقة والنمط والاتجاه. ويتمّ تمثيل البيانات على الخرائط بالرموز والعلامات والتسميات. ويمكن معالجة هذه البيانات البصرية باستخدام تحليل المحتوى، وهو طريقة لاستنباط المعاني التي ينقلها المزارعون من خلال الرموز كبيانات ميدانية، ثم ترميزها في قاعدة البيانات من خلال الهويات والقيم الرقمية المخصصة لها. وتعتبر كلّ خريطة أو رسم بياني، سواء من مشارك فردي في مقابلة أو مجموعة من المشاركين في جلسة مناقشات مركّزة جماعية، وحدة مُراقبة واحدة. ويمكن باستخدام تحليل المحتوى ترميز مجموعة من الرسوم البيانية في قاعدة بيانات ومن ثمّ تحليلها في وقت لاحق تماماً مثل بيانات المسح الأكثر تقليدية.



الشكل 8.2. خريطة رسمها المشارك أ لتدفّق بذور الذُرة في عائلته. (بالنسبة Ts'iit bakal: 10 كغ من السوق، 20 كغ من النباتات الآباء، 10 كغ من الإرشاد الزراعي، 10 كغ من البذور التي احتفظ بها بنفسه = 50 كغ من البذور تمّ نثرها ذلك الموسم، بالنسبة Na T'el: 20 كغ زُرعت من دون مؤشرات عن المصدر، 20 كغ من البذور التي احتفظ بها بنفسه). يمكن للرسومات البيانية الخاصة بتدفق البذور عند جمعها أنْ توفر فهماً لنسبة البذور المتدفقة دخولاً وخروجاً من المجتمع من مختلف المصادر. (From Jarvis and Campilan 2006, courtesy of Bioversity International)

يمكن القيام بجمع المعلومات الكمّية من المجموعات والأفراد. وفي جميع الحالات، من المهم التمييز بين وحدة المراقبة التي يتّم جمع المعلومات الكمية عنها. تُشكّل البيانات التي يتمّ جمعها من جلسة مناقشة جماعية، ملاحظة كمية واحدة، بغض النظر عن عدد المشاركين في كلّ جلسة. وبالمثل، ينتج عن رسم الخرائط المجتمعية، حيث يعمل المزارعون الذين يمثلون شريحة عرضية من العمل المجتمعي إلى جانب فريق بحث لتوثيق المعلومات المكانية، مخرجات على مستوى المجموعة. وتُشكّل كلّ خريطة يقوم بإعدادها بشكل جماعي مجموعةٌ من مزودي المعلومات من المزارعين الرئيسيين، وحدة ملاحظة واحدة. وتُشكّل كلّ واحدة من المقابلات الفردية وحدات منفصلة من الملاحظة بغض النظر عما إذا تمّ استخدام الأدوات التشاركية أو الأسئلة المباشرة لجمع الإجابات.

تتمّ الاستبيانات وأدوات المسح المماثلة على شكل "موقف يقوم على الأدوار البينيّة حيث يقوم القائم بإجراء المقابلة بطرح أسئلة على المجيبين عليه تهدف إلى الحصول على إجابات ذات صلة بفرضيات البحث. وتحدد الأسئلة وصياغتها وتسلسلها هيكل المقابلة" (Frankfort-Nachmias and Nachmias 1996:232).

مع ظهور نُظم المعلومات الجغرافية (GIS)، أصبح من الممكن بشكل متزايد تحديد وتحليل الأنماط المكانية للمتغيرات الاجتماعية والاقتصادية مع العوامل البيئية. على سبيل المثال، في دراسة أجريت في وسط البيرو، عمل الباحثون مع المزارعين في ثماني مجتمعات محلية لوضع خريطة للتوزيع المكاني لأنواع البطاطا التقليدية إلى جانب أنماط إراحة الأراضي وتناوب المحاصيل، وذلك بُغية فهم كيف أثرت قرارات المزارعين المتعلقة بإدارة الأراضي مع مرور الوقت على الحفاظ على تنوع البطاطا (de Haan and Juarez 2010). ويمكن كذلك الجمع بين المعلومات المكانية والدراسات الاستقصائية التي تركز على الأهمية النسبية لمجموعات الحالة الاجتماعية أو الاقتصادية المختلفة في إدارة التنوع.

يتّم استيفاء أدوات المسح أو الاستبيانات في مقابلة شخصية، وتمثل تلك الأدوات وسيلة لجمع البيانات الكميّة مباشرة من مقدمي المعلومات. ويمكن أنْ تختلف المقابلات الاستطلاعية في مستوى مرونتها من أجل الإجابة على الأسئلة قيد الدراسة. وفي المقابلات الأكثر تنظيماً، يجب صياغة الأسئلة لكل مشارك بنفس الطريقة، ويجب طرحها بالترتيب نفسه لمنع تأويلات مختلفة للمسألة.

كما هو الحال مع التقنيات الكمية الأخرى، يجب أنْ يُنتج المسحُ الذي يتم تنفيذه بشكل صحيح بياناتٍ مناسبةً للتحليل الإحصائي، وعلى وجه الخصوص لتطوير نماذج تجريبية يمكنها اختبار فرضيات حول سبب محافظة المزارعين على تنوع المحاصيل أو زيادته أو الحدّ منه في ظل ظروف اقتصادية مختلفة (Smale et al. 1994; Van Dusen 2006). ويمكن استخدام هذه النماذج لدراسة اتخاذ القرار بشأن تنوع المحاصيل على مستوى الفرد والمستوى الأسري، وهي قادرة على الجمع بين مجموعة من المتغيرات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية والزراعية الكيمائية، اعتماداً على الأسئلة المحددة المطروحة في أداة المَسح.

يتضمن أحد أكثر أساليب وضع النماذج استخداماً ارتباط متغير تابع، مثل اختيار أنواع المحاصيل المزروعة، مع سلسلة من المتغيرات المستقلة (مثل عمر وإثنية الفلاح، أو حجم المزرعة، أو توفر العمالة المنزلية). ويجمع النموذج بين المتغيرات المستقلة في دالّة رياضية يوجد منها أنواع مختلفة. على سبيلِ المِثال، تصف دالّة الإنتاج المقايضات التي يواجهها المزارعون

في زيادة الإمكانيات الإنتاجية لمدخلات مختلفة لهدف معين، مثل الغّلة أو توليد دخل للأسرة أو الحفاظ على التنوع. وتصف دالّةُ المنفعةِ الفوائدَ النسبية التي يجنيها المزارع أو مزرعة عائلة من سمات مختلفة لنشاط ما، مثل الحفاظ على حديقة الفناء الخلفي أو زراعة أصناف متنوعة وراثياً، وذلك لزيادة قيمة ذلك النشاط (Birol et al. 2006). وبمجرد وصف النموذج بالتفصيل كدالّة، يتّم اختباره وتنقيحه من خلال تطبيق بيانات المسح باستخدام معادلة انحدار (موصوفة بمزيد من التفاصيل في الفصل التاسع).

استخدام البيانات الاجتماعية والاقتصادية في إدارة التنوع

لكي يعمل صانعو السياسات والمحترفون المعنيون بإدارة التنوع الوراثي النباتي في المزرعة بكفاءة، عليهم معرفة الأفراد والأسر والمجتمعات التي من المرجح أنْ تحافظ على التنوع. ويكون ذلك صحيحاً بصورة خاصة في بيئة السياسات التي يتعين فيها تنفيذ برامج الحفظ بطريقة فعالة من حيث التكلفة، لأنَّها تتنافس مع تخصيص الأموال العامة الشحيحة الأخرى (انظر الفصل العاشر). أنَّ الأدوات المفاهيمية الموضّحة في هذا الفصل لجمع وتحليل المعلومات بشأن السياق الاجتماعي لتنوع المحاصيل مفيدة في تحديد وفهم المجموعات أو الشبكات الاجتماعية التي ينبغي أنْ تستهدفها سياسات الحفظ. أنَّ وضع النماذج الاقتصادية (التي تّمت مناقشتها في الفصل التاسع)، على سبيل المثال، يكشف عن أنَّ برامج الحفظ في المزرعة ينبغي أنْ تُدمج مع برامج القضاء على الفقر الموجّهة إلى أفقر قطاعات المجتمعات الزراعية الريفية، بل ويجب أنْ تكون مستعدة للعمل مع الأسر ذات الدخل الاقتصادي الأفضل والتي غالباً ما تسمح لهم فرصتهم الأكبر في الوصول إلى الموارد الإنتاجية بأنْ يقوموا بأداء أدوار رئيسية في الحفاظ على أصناف المحاصيل الأقل شيوعاً.

يبرز على وجه الخصوص مفهوم "الأسرة الزراعية" كمؤسسة اجتماعية رئيسية لفهم كيفية تطور تنوع المحاصيل واستمرّ وجوده في ظلّ إدارة المزارعين في السياقات الزراعية التي لم يتّم تسويقها بالكامل. إلا أنَّ الأبحاث الميدانية أثبتت أنَّه ينبغي تركيز اهتمام كبير على تحديد وحدة صنع القرار ضمن السياقات الاجتماعية والثقافية والاقتصادية.

يمكن كذلك استخدام الأدوات الواردة في هذا الفصل لتحديد المؤسسات المحتملة (مثل تعاونيات المزارعين أو المنظمات على مستوى القرية) التي يمكن أنْ تتعاون معها برامج الحفظ على أرض الواقع. على سبيل المثال، في جنوب إيطاليا، تبيّن أنَّ تعاونيات المزارعين تمثّل مؤسسة رئيسية مسؤولة عن استمرار وجود أصناف متنوّعة من القمح القاسي في

المشـهد الزراعـي (Di Falco and Perrings 2006). ختامـاً، توفـر الأدوات كذلـك اقتراحـاتٍ حـول كيفيـة تصميـم السياسـات بأكـبر قـدر مـن الفعاليـة، وذلـك مـن خـلال إلقـاء الضـوء عـلى كيفيـة تقديـر مختلـف الجهـات الفاعلـة الاجتماعيـة لتنـوع المحاصيـل، وسـبب اسـتمرارها في الحفـاظ عـلى التنـوع في نُهجهـا الزراعيـة. يمثّـل قيـاس وتحليـل وفهـم القيـم التـي يوفرهـا تنـوع المحاصيـل – بالنسـبة للمزارعـين والمجتمـع ككلّ – محـلّ اهتـمام الفصـل التاسـع.

مراجع أخرى

Brush, S. B. 2004. Farmer's Bounty: *Locating Crop Diversity in the Contemporary World*. Yale University Press, New Haven.

Chevalier, J. M., and D. J. Buckles. (2013). *Participatory Action Research: Theory and Methods for Engaged Inquiry*. Routledge, Milton Park, Abingdon, Oxon.

Howard, P. L., Ed. 2003. *Women and Plants: Gender Relations in Biodiversity Management and Conservation*. Zed Books, London.

Smale, M., Ed. 2006. *Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Resources and Economic Change*. CABI Publishing, Wallingford, UK.

اللوحة 9. لدى النساء والرجال والأطفال في العديد من الثقافات معرفة حصرية عن المحاصيل المختلفة أو حتى الأصناف التقليدية المختلفة ضمن الأنواع، مما يجعل الجنس والعمر من الفئات الاجتماعية المهمة على وجه الخصوص لفهم التنوع الجيني للمحاصيل وإدارتها في المزرعة. كما تُعدّ العلاقات الاجتماعية ورأس المال الاجتماعي عاملين أساسيين في فهم ممارسات المزارعين الإدارية. الصورة في الناحية العليا اليُسرى: Sona Thapa تسجل معلومات جدّها Naryan Subedi حول الأصناف التقليدية التي يزرعها في بغناس في نيبال، وذلك في سجل التنوّع الحيوي في المجتمع. الصورة في الناحية العُليا اليُمنى: مزارع هنغاري مع صنف ثمين تتمّ زراعته للاستهلاك المنزلي. الصورة في الناحية السفلى اليُسرى: يعمل المزارعون في بوركينا فاسو معاً لتخزين المحصول. الصورة في الناحية السفلى اليمنى: امرأة من شعب المايا في يوكاتان في المكسيك، تصنع تورتيلا الذُرة التي تحتوي على بذور القرع الكاملة مخلوطة في العجين؛ كلاهما من الأصناف التقليدية ذات القيمة العالية لما يتمتعان به من خصائص طهي خاصة بهما. الصورة بعدسة: B. Sthapit (العليا اليسرى)، D. Jarvis (العليا اليمنى)، R. Vodouhe (السفلى اليسرى)، J. Tuxill (السفلى اليمنى).

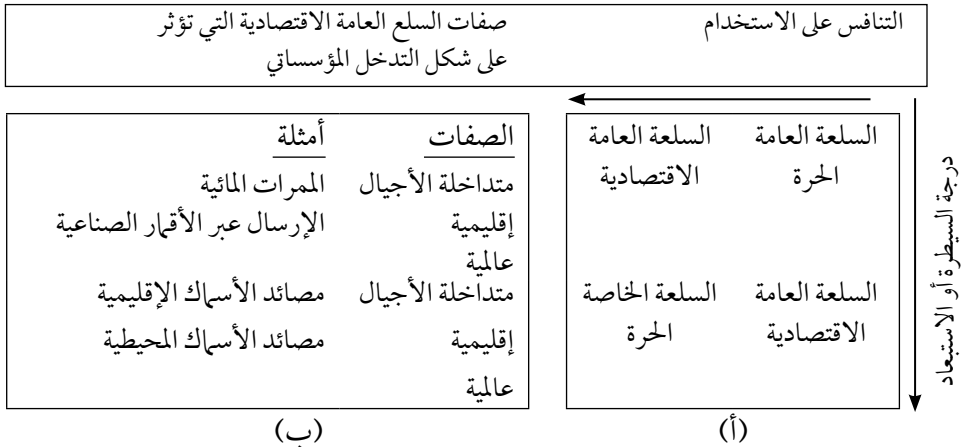
الفصل التاسع

قياس قيم التنوع في المزرعة

في نهاية هذا الفصل سيكون القارئ قد تمكن من فهم ما يلي:

- أدوات وطرق لتقييم التنوع على مستوى المزرعة من منظور اقتصادي.
- اختبار العلاقات بين العوامل الاجتماعية والثقافية والاقتصادية والتنوع على مستوى المزرعة.
- تحديد العوامل الخارجية التي تؤثر على صنع القرار لدى المزارعين فيما يتعلق بالتنوع.

علم الاقتصاد هو دراسة الخيارات التي يتخذها الأفراد والمجتمعات حول تخصيص الموارد المتاحة لهم. ويركّز البحث الاقتصادي حول إدارة الموارد الوراثية للمحاصيل على مستوى المزرعة على الأصناف وعلى خصائص التنوع التي يدركها المزارعون في حقولهم بدلاً من التركيز على علم الوراثة في المحاصيل أو على أداء المحاصيل في بيئة تحت السيطرة. إنَّ إحدى طرق التفكير في المعضلات الاقتصادية المرتبطة بالتنوع الوراثي للمحاصيل في نُظم الإنتاج الزراعي هي الاعتراف بأنَّ الموارد الوراثية للمحاصيل هي «سلعة عامة اقتصادية». وللسلعة العامة الاقتصادية سِماتٌ اقتصادية خاصة وعامة على السواء. ويمكن وضع جميع السلع في مكان ما على محورين محدَّدَيْن بمدى التنافس في الاستخدام وصعوبة استبعاد المستخدمين (الشكل 9.1 أ).



الشكل 9.1 تصنيفات مبسطة للسلع القائمة على الصفات الاقتصادية (مقتبسة من Smale 2006b ، وأعيدت طباعته بإذن من CABI)

إنَّ حفنة من بذور صنف معين من المحاصيل التي يزرعها المزارع لإعادة إنتاج هذا الصنف هي سلعة خاصة (مُدخلات الإنتاج)، كما هو حال محصول الحبوب أو الأعلاف (ناتج الإنتاج). والمادة الوراثية الموجودة في هذه الحفنة من البذور، والتي تميزها عن أي حفنة أخرى، هي سلعة عامة. ويمكن أن يستفيد العديد من المزارعين من نفس المواد الوراثية في آن واحد، ومن الصعوبة بمكان أن يقوم أحد المزارعين باستبعاد المزارعين الآخرين من مجتمعه. كما إن ذلك أكثر وضوحاً بالنسبة للأنواع ذات التلقيح غير الذاتي على نحو سائد مثل الذُرة، التي تحمل الرياح غبارَ الطلع منها وكذلك مورثاتِها من حقل إلى آخر. ومن المضاعفات الأخرى لتقييم التنوع الوراثي للمحاصيل أنَّ المحتوى الوراثي لحفنة من البذور أو الحبوب غير قابلٍ للملاحظة إلى حدٍ كبير دون مساعدةٍ مقدَّمة من مختبر ودون اللجوء إلى تقنيةٍ متقدمة. وتوحي هذه الاعتبارات إلى أنَّ أسواق الموارد الوراثية في كثير من السياقات ستكون بعيدة عن الكمال. وأخيراً، بما أنَّ القرارات التي يتخذها المزارعون بشأن استخدام أصناف المحاصيل في حقولهم وإدارة هذه الأنواع يمكن أن تؤدي إلى وجود جماعات نباتية أصغر وفقد لنسخ بديلة محتملة من المورثات، فإن خياراتهم لها عواقب بين الأجيال وبين الأقاليم (الشكل 9.1 ب). لذلك فإن العثور على المزيج الصحيح من السياسات والمؤسسات لحل المشكلة أمرٌ صعب للغاية.

القيم العامة والخاصة للتنوع

إنَّ أولَ ما يمكن أن نبدأ به هو التفريق بين القيم الخاصة والعامة للتنوع. فالقيم الخاصة هي تلك التي تتراكم في المقام الأول على المالكين أو القائمين على التنوع، في حين أن القيم العامة والفوائد التي تولدها مشتركة بين جميع أعضاء المجموعة المحلية أو المجتمع، وغالباً بطرقٍ غير مباشرة. فعندما يقوم المزارعون بزراعة أصناف تقليدية عالية القيمة لإنتاج محصول يمكنهم بيعه في الأسواق، فإنهم يؤكدون على قيمة خاصة للتنوع. وإذا أدت هذه الأصناف التقليدية المختلفة ذاتها إلى فوائد بيئية من حيث الحاجة إلى كميات أقل من مبيدات الآفات، فإنَّ القيمة الخاصة يتم إنتاجها من انخفاض تكاليف مبيدات الآفات ومن قلة التعرض للسمية الناجمة عن استخدام المبيدات في المزرعة.

كما يتم توليد قيمة عامة لأنَّ المزارعين القريبين من مجاري المياه يَحظون بمياه أنظف، ويتم تقليل مخلفات المبيدات في البيئة. ويستفيد المجتمع الزراعي والمجتمع بأكمله من بيئة صحية أكثر. وعلاوة على ذلك، قد تجني أجيال المستقبل من المزارعين والمستهلكين فوائدَ من التنوع

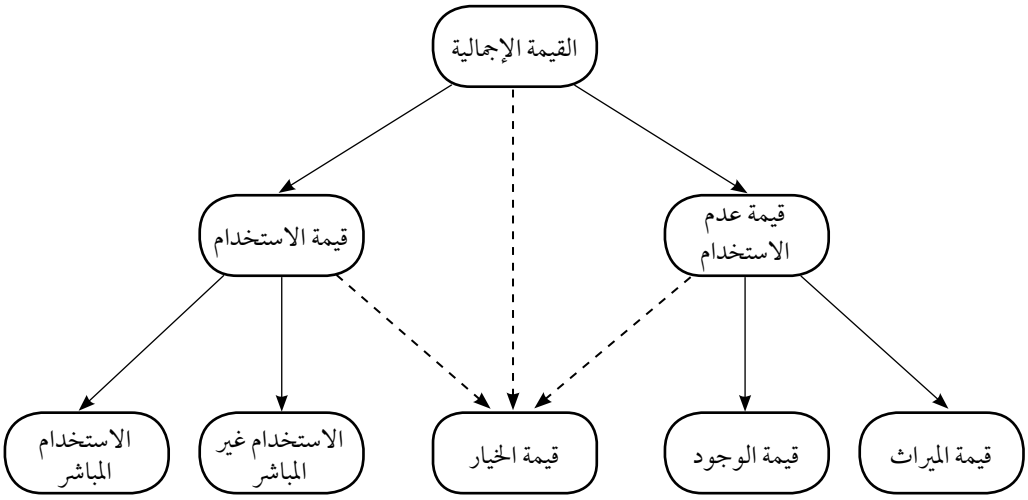
الوراثي الموجود ضمن جماعات الأصناف التقليدية الموجودة في المزرعة اليوم – وهو مفهوم يعرف باسم "قيمة الخيار" (Smale 2006a). وسيتم تناول المنافع العامة والخاصة للتنوع على مستوى المزرعة، وكذلك كيفية قياسها، في الأقسام التالية، وسنبدأ بالقيم الاجتماعية والثقافية، وهي القيم التي لا يتم التعبير عنها في كثير من الأحيان في تبادلات الأسواق.

القيمة الاقتصادية الإجمالية

إنَّ المفهومَ الذي يستخدمه الاقتصاديون في الغالب لتحديد قيمة الموارد الطبيعية وقياسها، بما في ذلك الموارد الوراثية للمحاصيل، هو القيمة الاقتصادية الإجمالية، كما هو مبين في (الشكل 9.2). الاقتصاد هو النفعية، مع التركيز على المجتمع البشري بدلاً من النُظم الحيوية. وهكذا فإن القيمة الاقتصادية للموارد الوراثية للمحاصيل مستمدة من الاستخدام البشري المباشر وغير المباشر. ويتضمن استخدام البشر القيمةَ المباشرة للأغذية والألياف والعلف الحيواني والأدوية، وكذلك قيمة عدم الاستخدام أو قيمة الراحة التي يمكن أن يتمتع بها المزارع عند زراعة مجموعة تقليدية متنوعة ذات جودةٍ وقبولٍ معروفَيْن. تمَّ اقتراح فكرة قيمة عدم الاستخدام لأول مرة من قبل (Krutilla 1967). فعلى سبيل المثال، تشير قيمة الوجود إلى الإحساس بالرضا لدى الأفراد أو المجتمعات من مجرد معرفة وجود شيء، سواء تم استخدامه أم لا. إنَّ قيمة الميراث للبذرة الخاصة هي الرضا المكتسب من معرفة أنَّ الأجيالَ المستقبلية ستتمتع بصنف موروث.

وتعكس قيمة الاستخدام غير المباشر إسهام الموارد الوراثية للمحاصيل في البيئة الطبيعية المحيطة والنُظم البيئية ووظائف الدعم الاجتماعي الأخرى. ولكل من الاستخدامات المباشرةِ وغير المباشرةِ أبعادٌ حاليةٌ ومستقبلية. وتضمن قيمة استخدام أخرى معروفةٌ باسم قيمة الخيار المرونةَ في توفير الموارد الوراثية للمحاصيل على الرغم من الأحداث المستقبلية غير المتوقعة. وفي بعض الأحيان يُنظر إليها على أنها زيادة في التأمين بالنسبة لجماعة محلية أو لمجتمع ما، على الرغم من عدم وجودِ إجماعٍ عامٍ حول ما إذا كانت قيمة الخيار هي قيمة استخدام أو عدم استخدام، أو كليهما.

يتم تناول موضوع القيمة الاقتصادية الإجمالية في مجموعة كبيرة من الأدبيات في مجال الاقتصاد البيئي، وقد تمَّ تطبيقها في العديد من السياقات. ويطبق الكتاب الذي وضعه Pearce and Moran (1994) على وجه الخصوص هذا المفهومَ على التنوع الحيوي.



الشكل 9.2. القيمة الاقتصادية الإجمالية ومكوناتها الأساسية (مقتبسة من D. Dzie - Gielewska و T. Tietenberg و SN Seo "Total Economic Value." In: Encyclopedia of Earth. Ed. CJ Cleveland , DC: Environmental Information Coali-tion ،[Washington]، المجلس الوطني للعلوم والبيئة، http://www.eoearth.org/article/Total_economic_value, 2009).

الاختيار الصنفي وصيانة التنوع

إنَّ أهم القرارات التي يتخذها المزارعون فيما يتعلق بالتنوع هو الاختيار للأصناف: أيُّ الأصناف يجب زراعتها، وفي أيِّ جزء من مناطق المحاصيل يجب زراعة كل صنف. ويتأثر اختيار الأصناف بشدة بمواد الزراعة المتاحة للمزارع. وهذا يفترض أن يكون لدى المزارعين أراضٍ أو دخلٌ أو اتصالات كافية لشراء الأصناف التي يحتاجونها أو مقايضتها (انظر الفصل الحادي عشر). وكان الدافع الرئيسي لبعض الدراسات الأولى التي تمَّ إجراؤها على اختيار الأصناف والحفاظ على التنوع هو "فرضية التنحية" – إذ أنّ الانتشار السريع للأصناف الحديثة يؤدي حتماً إلى فقدان أصناف تقليدية ذات قيمة محتملة – وهذه الفرضية لوحظت خلال المراحل الأولى للثورة الخضراء في آسيا (Frankel 1970؛ Harlan 1972). وكشفت دراسات لاحقة أن فرضية التنحية لم تكن دائماً صحيحة، وأنَّه في كثيرٍ من الحالات استمر المزارعون الذين يعتمدون الأصناف الحديثة في زراعة الأصناف التقليدية (التي يتم توفيرها إلى حد كبير بواسطة شبكات البذور المحلية أو الإقليمية) في جزء من الأراضي التي يمتلكونها (Brush 1995).

يتأثر اختيار الأصناف أيضاً بمستويات التغايرية البيئية، مثل تقلبات الأمطار، وأنواع التربة المتغيرة، وحالات الإصابة بالآفات والأمراض. وهذا الاختيار يعمل بمثابة تأمين ضد المخاطر البيئية الموصوفة في الفصلين السادس والسابع. وقد يتأثر الصنف المزروع والمنطقة

المخصصة لهذا الصنف بمتطلبات السوق وإمكانية الوصول إليه، وبالخصائص الاجتماعية والاقتصادية للأسرة التي تعيش في المزرعة (بما في ذلك توافر العمالة للكبار)، وبالميول الثقافية والدينية والرمزية. وقد تكون القيمة الرمزية للأصناف أكثر تجريدية، وقد تشمل قيم الاكتفاء الذاتي والاستقلالية.

وقد يتغير اختيار الأصناف حتى بالنسبة للأسرة الواحدة مع مرور الزمن وأحياناً على نحو مفاجئٍ تماماً. فعلى سبيل المثال، في أوقات الاضطرابات المدنية أو الكوارث الطبيعية عندما لا يكون الاكتفاء الذاتي للأسرة ممكناً، يتحتم على المزارعين اللجوء إلى استخدام مجموعة مختلفة من الأصناف المُتاحة لهم. كما يتم اختيار الأصناف لقيمتها الغذائية ، أو لصفاتها في مرحلة ما بعد الحصاد، أو لمذاقها أو أهميتها فيما يتعلق بالطهو، أو لخصائصها التقليدية عالية الجودة. وفي الحالة الأخيرة، يمكن للأصناف التقليدية ذات القيمة العالية أن تفرض فارقاً عن السعر المعتاد، وبالتالي تعوض عن انخفاض عائدات المحاصيل. وتَعتبر أنواع المحاصيل وأصنافها المحددة أيضاً مكونات قيِّمةٍ في المطابخ المحلية والإقليمية، وتسهم في إدخال فوائد غذائية للأنظمة الغذائية. لاحظ أنه عندما يكون للمحاصيل المحلية أدوارٌ مميزة في الطهو، فإنَّه لا يمكن استبدالها بسهولة بأصناف أخرى (انظر الفصل الثامن للاطلاع على أمثلة). وقد يفضل المزارعون أيضاً الأصناف التقليدية على الأصناف الحديثة عندما لا تتكيف المادة الوراثية التي طورتها برامج تحسين الأنواع النباتية المركزية على نحو جيد مع المناطق الهامشية ومناخها الدقيق. وقد يتأثر اختيار الأصناف باستخدام المزارعين للمدخلات الزراعية التكميلية مثل الأسمدة الكيميائية ومبيدات الآفات، أو توفر هذه المدخلات الزراعية، أو بالإعانات التي تدعم أصنافاً معينة ومدخلات كيميائية.

يمكن أن يساعد ربط تصورات المزارعين عن الأصناف بمعلومات عن البنية الوراثية في تحديد مجموعات المحاصيل المستهدَفة من أجل «خيارات القيمة المضافة». وقد توصل فريقٌ دولي من معهد بحوثِ الأرُز يعمل في أنظمة الزراعة البعلية في الفلبين إلى أن مجموعةً من أصناف الأرز غير اللزجة المعروفة بالأصناف من النوع الأول توضح ردود الفعل الإيجابية للمزارعين فيما يتعلق بصفات أصناف الأرز التقليدية من المنطقة (Pham et al. 1999). وعلى وجه الخصوص، أظهر المزارعون إعجابهم بالصفات العطرية والتوسع الجيد في حجم الأرز من الصنف الأول بعد الطهو. وأظهر تحليل التطابق الذي أُجريَ على العلاقات الوراثية أّن مجموعة الصنف الأول من الأرز متميزة وراثياً عن جميع صفات الأرز الأخرى المزروعة في النُظم البيئية للأراضي المنخفضة البعلية والمروية في الفلبين. كما تمَّ إثبات النتائج الوراثية من خلال بيانات حول تعدد الأشكال التي تمَّ قياسها باستخدام تقنيات النظائر الأنزيمية

والموجات الصغرى. ومع ذلك فإنّ أصناف الأرز الأولى تدّر محصولاً أقل وتحتاج وقتاً أطول للنضج مقارنة بأصناف الأرز الحديثة. وخلُص فريق البحث إلى أنّ برنامج تحسين الأنواع أو الإدارة الذي يهدف إلى تقليل وقت النضج للأصناف من النوع الأول قد يضيف قيمة ويعزز مدى قبولها لدى للمزارعين، في حين يسهم في الحفاظ على التنوع الوراثي للأرز على مستوى المزرعة في الفلبين، على افتراض عدم حدوث تغيرات كبيرة مع مرور الزمن في بنية النسخة البديلة من الصنف الأول من الأرز (Pham at al. 1999).

تمَّ تحقيق تقدم كبيرٍ في التفكير في العلاقة بين الآفات وضغوط المرض واستخدام المدخلات الزراعية في المزارع عندما أقّر الباحثون مفهوم الحد من الضرر. في المزارع الفردية، يمكن أن تعطي المدخلات الزراعية تأثيراً مباشراً على المحاصيل، والذي يرتبط بتأثير استخدام المدخلات الزراعية الإنتاجية مثل الأسمدة أو العمالة أو نوع البذور التي يمكن أن يكون لها تأثير مباشر على أداء المحصول. ويمكن أن يكون للمدخلات الزراعية أيضاً تأثيرٌ في الحد من الضرر، يتعلق بتأثير استخدام مدخلاتِ التحكم مثل المبيداتِ الحشرية ومبيداتِ الفطريات أو الأصناف المقاوِمة التي لا تزيد الإنتاجَ بشكل مباشر ولكنها تقلل من تأثير الآفات أو الأمراض على المحصول. ومنذ العمل المتميز الذي قام به Lichtenberg and Zilberman (1986)، قام الباحثون التطبيقيون بتحديد نماذج تفصل تأثيرات المدخلات الزراعية في الحد من الضرر عن تعزيز إنتاجية المحصول.

في الجدول (9.1) نجد بعض المراجع الرئيسية في الأدبيات المتعلقة بالحد من الأضرار، والعديد من المراجع التي تربط التنوع الوراثي للمحاصيل بإنتاج المحاصيل في المزارع. وقد اختبر الباحثون التطبيقيون العلاقة بين التنوع الوراثي للمحاصيل بالقدرة الإنتاجية وتفاوت المحاصيل، إلا أنه لم يتم التوصل إلى تحديد أي دراسة تبحث في العلاقة بين التنوع الوراثي للمحاصيل والحد من الأضرار.

إنَّ كلّ صنف على حدة له عادةً سماتٍ مرغوبةٍ وغير مرغوبة، ومن غير المرجح أن يعتمد المزارعون على صنف واحد فقط لتلبية جميع احتياجاتهم الزراعية والاستهلاكية. وقد دَرسّ عدد قليل نسبياً من التحليلات الاقتصادية التي تناولت اختيار صنف المحاصيل سماتٍ أخرى غير غلّة المحصول وتنوعه (التباين) في الحبوب، على الرغم من أنَّ المزارعينَ في العديد من أنحاء العالم يحتاجون إلى تلبية جزء من احتياجاتهم على الأقل من الغذاء والأعلاف من إنتاجهم الخاص. وفي حين أنّ كمية الإنتاج ـ سواء كانت حبوباً أو علفاً ـ تُعد متغيراً مهماً للمزارعين، إلا أنّهم يولون اهتماماً كبيراً أيضاً لجودة المواد المقدمة. على سبيل المثال، تنتج بعض الأصناف الأساسية نسباً أعلى من العلف مقارنة بالحبوب، في حين ينتج بعضها الآخر حبوباً مناسبة أكثر للتجهيز في المزرعة أو الأطباق المتخصصة.

الجدول 9.1 أثر التنوع الوراثي للمحاصيل على غلّتها في المزارع

أثر التنوع الوراثي للمحاصيل	*أثر خاص*	*النموذج*	*المرجع*
تأثير المحصول	المحصول المحتمل	وظيفة الإنتاج القياسية بما في ذلك التنوع الوراثي.	Headley 1968
	تنوع المحصول	يتضمن المخاطر وحالات الالتباس	Smale et al. 1998; Widawsky et al. 1998; Di Falco et al. 2006
		وظيفة الإنتاج الديناميكي مع أثر الفاصل الزمني لمراقبة أثر التنوع الوراثي مع مرور الوقت.	Di Falco and Chavas 2006
تأثير الحدّ من الأضرار	أثر المبيدات الحشرية ووسائل المكافحة الأخرى	نموذج الحدّ من الأضرار، وهو وظيفة إنتاج قياسية مسؤولة عن تأثير الحدّ من أضرار وسائل المكافحة.	Lichtenberg and Zilberman 1986; Babcock et al. 1992; Carrasco-Tauber and Moffitt 1992; Oude Lansink and Carpentier 2001; Thirtle et al. 2003; Qaim and de Janvry 2005; Pemsl et al. 2005 No references found
	أثر التنوع الوراثي للمحاصيل	نموذج الحدّ من الأضرار، وهو وظيفة إنتاج قياسية مسؤولة عن تأثير الحدّ من أضرار وسائل المكافحة بما فيها التنوع الوراثي.	

درسَ الباحثونَ في أوغندا، الأهمية النسبية لسمات الإنتاج وصفات الصنف لتوضيح أنماطِ تنوع الموز (Edmeades et al. 2006). إنَّ غالبية إنتاج الموز في أوغندا هي في أيدي مزارعي الكفاف الموجودين والذين يعتنون بمزارع أقل من 0.5 هكتار باستخدام طرق منخفضة المدخلات. يزرع المزارعون الأوغنديون مجموعة مثيرة للإعجاب من أصناف الموز المستوطنة في المرتفعات، فضلاً عن الأصناف الهجينة المطورة حديثاً وأنواع غير محسنة تعود أصولها إلى جنوب شرق آسيا. قام الباحثون بتطبيق تصنيف لمستنسخات الموز للحصول على قياسات التنوع على أساس عدد الجذامير وحصة الجذامير التي يخصصها المزارعون الأوغنديون

لأصناف الموز. الجذمور هو نظام جذري وحيد سطحي تنمو منه سيقان متعددة فوق الأرض خلال فترة حياته. حدد الباحثون مجموعة من الصفات الخاصة بأصناف الموز المهمة في اتخاذ القرار حول أنواع النباتات التي يجب زراعتها، وبأي وتيرة. وبالاعتماد على بيانات المسح التي تم الحصول عليها من 517 أسرة زراعية أوغندية، حدد الباحثون الأهمية النسبية لكل سمة من سمات الصنف. وكشفت الدراسة أنَّ سمات الإنتاج، مثل مرض الصنف أو مقاومته للآفات، أكثر أهمية عموماً في شرح تنوع الموز من سمات الاستهلاك مثل جودة الطهي (Edmeades et al. 2006).

تمَّ القيام بعمل أقل بشأن الفائدة المحتملة لتنوع أصناف المحاصيل أو لأصناف محددة لتوفير خدمات نظام بيئي، مثل تنظيم ومكافحة الآفات والأمراض، واستدامة تنوع الملقحات، وتعزيز التنوع الحيوي تحت الأرض وصحة التربة (Di Falco et al. 2007). إنَّ من شأن استخدام مثل تلك الأصناف التقليل من المخاطر المالية والصحية للمستويات العالية من المستلزمات الزراعية مثل الأسمدة ومبيدات الآفات لكل من صغار المزارعين والبيئة، ولكن من غير المعروف إلى حدّ كبير إلى أي درجةٍ يأخذ المزارعون هذه العوامل في عين الاعتبار عند اختيار الأصناف التي يزرعونها. وتحدد العوامل الخارجية، مثل إمكانية الوصول إلى الأسواق والبيئة الزراعية، القرارات التي يتخذها المزارعون الأفراد أو تحدّ منها، حيث أنّ تلك العوامل هي خارج سيطرة المزارعين المباشرة. يناقش الفصل الحادي عشر بمزيد من التفاصيل المعوقاتِ التي يواجهها المزارعون في الحصول على المواد الزراعية المفضلة في الوقت الذي يحتاجون فيه إليها.

لا يمكن اختبار الفرضيات التي تربط تكثيف الإنتاج الزراعي والبيئة الزراعية وتطوير السوق مع اختيار المزارعين للأصناف إلا عندما يكونُ هناك تباينٌ ملحوظٌ في هذه العوامل عبر عينةٍ من المجموعات النباتية. إنّ التقسيم الطبقي هو طريقة ملائمة لاختبار الفرضيات المتعلقة بالخصائص البيئية والاجتماعية والاقتصادية للتنوع. ويمكن جمع البيانات حول الخصائص الأسرية داخل كل طبقة، بما في ذلك بعض المتغيرات الاجتماعية والثقافية التي نوقشت سابقاً في الفصل الثامن والخصائص البيئية التي نوقِشت في الفصلين السادس والسابع. وتشمل عينة المتغيراتِ أو العواملِ الدخلَ ونوعَ المنتج (على سبيل المثال الكفاف أو التجارة)، والاعتماد على مصدر دخل من خارج المزرعة، والمعروض من العمالة، والعرق، والسن، والجنس، وحيازة الأراضي، وجودة الأرض (الجدول 9.2). ومن ثم يتم افتراض المتغيرات المختارة لرسم شكل طلب المزارعين على أصناف معينة، مع اعتبار الأسر الزراعية منتجين ومستهلكين في الوقت نفسه. يتوقف طلب المزارعين على الأصناف وخصائصها على أنواع العوامل الخارجية التي نوقشت هنا.

الجدول 9.2 المتغيرات المستقلة المستخدمة في تحليل اختيار مزارعي الأرز للأصناف في نيبال

اسم المتغير	*تعريف المتغير*	*الأثر المفترض*
سمات الأسرة		
AGEPDM	عمر صانع القرار بشأن الإنتاج (سنة)	(+)
EDUPDM	المستوى التعليمي لصانع القرار بشأن الإنتاج (سنة)	(-،+)
EDUCDM	المستوى التعليمي لصانع القرار بشأن الاستهلاك (سنة)	(-،+)
AAGLABR	البالغون الفعليون العاملون في المزرعة (عدد)	(+)
FAADTPCT	نسبة الإناث في البالغين الفعليين العاملين	(+)
LANIMLV	قيمة الحيوانات الكبيرة (العجول، الحيوانات الحلوب)	(+)
TOTEXP	المتوسط الشهري لنفقات الأسرة منذ آخر حصاد قبل هذا الموسم (مصدر دخل خارجي)	(-،+)
SBRATIO	نسبة متوسط عدد كيلوغرامات الأرز المنتج إلى الأرز المستهلك في خمس سنوات	(-،+)
خصائص المزرعة		
IRPCNT	نسبة مساحة الأرز المروي	(-،+)
LNDTYPS	عدد أنواع أراضي الأرز	(+)
RDPLCULH	إجمالي المسافات المقطوعة سيراً على الأقدام (دقائق) من المنزل إلى أراضي الأرز، مقسمة على عدد الهكتارات المزروعة	(+)
خصائص السوق		
TMKTDS	إجمالي المسافة المقطوعة سيراً على الأقدام من المنزل والأراضي الزراعية إلى السوق المحلي (دقائق)	(+)
LRSOLD	كمية الحبوب من الأصناف المحلية التي باعتها الأسرة في الموسم السابق (كغ)	(+)
MVSOLD	كمية الحبوب من الصنف الحديث التي باعتها الأسرة في الموسم السابق (كغ)	(-)

المصدر: Gauchan et al (2008).

نماذج الاقتصاد القياسي

بعد جمع البيانات التي تميز أُسَر المزارعين، يصبح بالإمكان تحليل قرارات المزارعين عبر تطبيق نظرية الاقتصاد الجزئي على اختيار الصنف باستخدام نماذج الاقتصاد القياسي (انظر قسم "مراجع أخرى" للاطلاع على نصوص تصف هذه النماذج). النموذج الاقتصادي القياسي هو نموذج تُستخدم فيه النظرية الاقتصادية لافتراض علاقات سببية واختبارها باستخدام تحليل الانحدار المتعدد. وعلى الرغم من أنأن علماء البيئة والاقتصاد يستخدمون هذا التحليل

على نطاق واسع، إلا أنَّ كل تخصص يطبقه بطرق مختلفة اختلافاً تاماً. إذ يستخدمه علماء البيئة لاختبار الأنماط المُلاحظة في مجموعة البيانات، خاصةً الاستقلالية المكانية للملاحظات، ووضع أكثر تفسير مقتضب للعلاقات بين المتغيرات. وعلى عكس ذلك فإن علماء الاقتصاد يطبقون عادة الانحدار المتعدد لاختبار العلاقات بين المتغيرات في نموذج نظري تم وضعه قبل جمع البيانات. فبالنسبة إلى علماء الاقتصاد، يُعتبر الانحدار وسيلة لتحديد وتأكيد المتغيرات التابعة والمستقلة (أو التفسيرية) في النموذج. وعلى الرغم من هذه النقاط المختلفة من التركيز، يبقى تحليل الانحدار أداةً إحصائية لا غنى عنها لكل من علماء الطبيعة وعلماء الاجتماع (Armsworth et al. 2009).

في الانحدار المتعدد، يرتبط المتغير التابع الذي يمثل مؤشر التنوع (إما اختيار الصنف أو تنوع الأصناف) بالعوامل المذكورة أعلاه، والتي يتم التعامل معها كمتغيرات مستقلة (الجدول 9.3). ويجعل الانحدار المتعدد اختبار التأثيرات المنفصلة لكل متغير مستقل أو مجموعة من المتغيرات أمراً ممكناً، مع التحكم في تأثيرات المتغيرات الأخرى. في تحليلات تنوع المحاصيل في المزارع، يمكن قياس المتغير التابع بعدة طرق – على سبيل المثال، بالاختيار بين نوعين من مجموعات المحاصيل؛ بعدد إجمالي الأصناف التي ستُزرع؛ بالمخصصات الحقيقية بين الأصناف؛ وبمؤشر التنوع المكاني للأصناف المذكورة (الجدول 9.4). يعرض (المربع 9.1) أمثلة إضافية على قرارات المزارعين بشأن تنوع الأصناف التي تم تحديدها من خلال تحليل الانحدار المتعدد.

التنوع:

أهمية المستويات

إنّ الأسواق مؤسساتٌ اجتماعية تنطوي على تبادل السلع و/ أو الخدمات بين المشاركين، وهي تتمتع بتأثيرٍ كبير على إدارة المزارعين للتنوع. عندما يقّرر المزارعون إنتاج محاصيل للسوق، تلعب أذواق المستهلكين وتفضيلاتهم دوراً كبيراً في تحديد الأسعار التي يمكن أن يحصل عليها المزارعون. تحدد تلك الأذواق والتفضيلات الطلبَ على محصول ما ويمكنها أن تتغير وفقاً لمجموعة من العوامل، بما في ذلك مستويات دخل المستهلكين، والمعاييرِ المتصورةِ لنوعية المنتج، ومتطلبات المعالجة ما بعد الحصاد. ويعبّر المستهلكون عن تفضيلهم لمنتج ما من خلال دفع فارق سعره عن السعر المعتاد، وعندما تعود هذه الإشارات إلى المزارع، يكون لديه الحافز لزراعة المحاصيل المتنوعة التي تحقق أفضل فارقٍ سعر. إنّ سمات القيمة السوقية منتشرةٌ للغاية في الأصناف الحديثة، مما يعني أنّ هناك "عوامل مثبطة" في السوق لزراعة

الجدول 9.3 ربط التنوع بالمتغيرات الاجتماعية باستخدام الانحدار المتعدد

أُخضعت البيانات التي جُمعت من مقابلات مع مزارعين في دراسات حالة متعددة، لاختبارات احصائية باستخدام الانحدار المتعدد. تشير علامة الجمع (+) إلى أن التنوع يزداد كلما زاد المتغير؛ وتشير علامة الطرح (-) إلى تراجع التنوع كلما ازداد المتغير؛ ويعني (0) أن التأثير لم يكن ذو دلالة إحصائية؛ وتشير الخلية الفارغة إلى أن المتغير لم يكن ضمن دراسة حالة الانحدار.

	البيرو: تنوع الصنف التقليدي للبطاطا	*تركيا: تنوع الصنف التقليدي للقمح*	*المكسيك: نظام ميلبا، إجمالي المحاصيل وتنوع الأصناف*	*المكسيك: تنوع الصنف التقليدي للذرة*	*أثيوبيا: تنوع أصناف الحبوب*	*هنغاريا: الحدائق المنزلية، الأصناف التقليدية*
عمر ربّ الأسرة	0	0	+		+، 0، -	+
مستوى التعليم		0	+		+، 0	
تعليم المرأة					+، 0	
توريد العمالية الزراعية		-	0		+، 0	0
مصدر دخل من خارج المزرعة، الهجرة	-	-	-	0		
الأصول	-، +، 0	-		0	-، 0	-، 0

المصدر: Birol (2004); Benin et al. (2004); Smale et al. (2001); Van Dusen (2000); Meng (1997); Brush et al. (1992).

الجدول 9.4 المتغيرات التابعة في تحليل الانحدار المتعدد الذي أجري بن مزارعي الأرز في نيبال.

التنوع	غير منتظم، السكان غير متجانسين	نعم=1، خلاف ذلك=0	أي صنف محلي يلبي هذا المعيار للاختيار
الندرة	سمات فريدة غير شائعة	نعم=1، خلاف ذلك=0	أي صنف محلي يلبي هذا المعيار للاختيار
قابلية التكيف	تكيف على نطاق وسع	نعم=1، خلاف ذلك=0	أي صنف محلي يلبي هذا المعيار للاختيار

المصدر: Gauchan et al (2008).

الأصناف التقليدية في العديد من المواقع. ومع ذلك، هناك أيضاً حالات حيث تُترجم السمات الفريدة للأصناف التقليدية إلى فارقٍ في سعرها مع السعر المعتاد في الأسواق على عدة مستويات (من المستوى المحلي إلى العالمي) وفي كل من المناطق الريفية والحضرية. على سبيل المثال، تحصل أصناف الذرة التقليدية في مرتفعات وسط المكسيك على علاوة سعرية في الأسواق المتخصصة، وقد قامت الدراسات التجريبية في إسبانيا والبرتغال بإجراء تقدير كمّي لرغبة المستهلكين في دفع المزيد مقابل الأصناف الإقليمية التقليدية من الطماطم والتفاح مقارنة بالأصناف الحديثة (Dinis et al. 2011 ؛Brugarolas et al. 2009 ؛Keleman and Hellin 2009).

عندما تكونُ لسماتِ الأصناف قيمةٌ في الأسواق (مثل طماطم أواكساكا التقليدية التي تتمتع بخصائص طهي مرغوبة على نطاق واسع)، يكون من الممكن تحديد تلك القيمة وتحديد سعر فارق سعر تلك الأصناف عن السعر المعتاد باستخدام نموذج لسعر المتعة. يتضمن تحليل المتعة تقديراً نسبياً بسيطاً من الانحدار الخطي الذي يربط الأسعار المأخوذة من عينات السوق بالخصائص المُقاسة على تلك العينات. تقدم لنا مؤشرات وأهمية معاملات الانحدار تقديراً للقيمة الهامشية لكل خاصيّة. إنّ ربط الخصائص الملحوظة التي يدفع المستهلكون فارقاً في السعر مقابلها (مثل الرائحة، واللون، وجودة الطهي) بالصفات المادية لبذرة أو نبات محصولي من شأنه أن ينطوي على تعاون مع الكيميائيين وعلماء المحاصيل وغيرهم من المتخصصين. وبإمكان التحليلات الاقتصادية الأخرى ذات الصِلة، مثل تقييم كفاءة السوق أو تكاليف المعالجة والتسليم، أن تقدم نظرة قيّمة حول كيفية عمل الأسواق ضمن المنطقة أو نظام الزراعة قيد الدراسة.

المربع 9.1 أمثلة على نماذج الاقتصاد القياسي لتقدير العلاقات

توضح النتائج التالية المأخوذة من دراسات أُجريت في المكسيك وإثيوبيا وتركيا، توضح استخدام التحليلات الاقتصادية القياسية لفهم قيمة التنوع الوراثي النباتي:

- يعتمد المزارعون عند مواجهة ظروف الجفاف الشديد في شرق إثيوبيا على الذرة الرفيعة التقليدية أكثر من اعتمادهم على الأصناف المحسّنة مبكرة النضج (Cavatassi et al. 2011).
- بالنسبة للمزارعين في تيغراي في إثيوبيا، فإن تنوّع الأصناف في حقول القمح يعزّز الإنتاجية ويقلل من تقلبات المحصول وتعرّض محاصيلهم من القمح للخطر بشكل كلي (Di Falco et al. 2007).
- أيدت النتائج الاقتصادية القياسية الناتجة عن دراسة لزراعة الذرة في تشياباس في المكسيك، الفرضية القائلة إن اختيار المزارعين لأصناف الذرة يصوغه تصنيفهم التقليدي للتربة، حيث قام المزارعون بمطابقة أصناف الذرة مع أحوال التربة الملموسة بطرق يمكن التنبؤ بها (Bellon and Taylor 1993).
- تشير الأدلة الاقتصادية في تركيا، حيث يواصل المزارعون زراعة القمح التقليدي بالإضافة إلى الأصناف الحديثة، تشير إلى أنه من الممكن أن تتعايش الأصناف الحديثة والتقليدية وذلك على المدى الطويل، مع وجود فوائد إيجابية خاصة للمزارعين إضافة إلى فوائد عامة للتنوع المكاني (Meng 1997; Negassa et al. 2012).

يُمكن استخدام نهج ذي صلة، يُسمى تحليل سلسلة القيمة، لتحديد العقبات التي تحول دون الحصول على قيمة أكبر للأصناف التقليدية، ولرسم العلاقات بين الجهات الفاعلة في السوق والمحتكرين في عمليات تدفق الموارد الوراثية للمحاصيل، ولتوفير أفكار حول كيفية تحكّم الأسعار بأسواق البذار والمنتجات (Giuliani 2007; Kriujssen et al. 2009; Anderson et al. 2010). يشير مصطلح «سلسلة القيمة» إلى الطريقة التي تزداد فيها قيمة سلعة ما (مثل المنتجات الزراعية) عندما تنتقل من المنتِج (المزارع، على سبيل المثال) عن طريق سمسار واحد أو أكثر (المستثمرون، والتجار، والوسطاء على سبيل المثال) حتى تصل إلى المستهلك. وكنتيجة لحركة البضائع ضمن سلسلة القيمة، تنشأ سلسلة من تكاليف المعاملات، وهي مصنفة إلى تكاليف المعلومات، والمفاوضات، والمراقبة أو الإنفاذ (Pingali et al. 2006). يُقدم لنا (Anderson et al. 2010:39 from Kaplinsky and Moris 2001) تعريفاً موجزاً لسلسلة القيمة وهو كالتالي: "النطاق الكامل للأنشطة اللازمة لنقل منتج أو خدمة من مرحلة التصميم مروراً بمراحل الإنتاج المختلفة (التي تنطوي على مزيج من التحولات المادية ومُدخلات خدمات المنتجين المختلفة) وصولاً إلى التسليم للعملاء النهائيين، والتخلص النهائي بعد الاستخدام".

يُعتبر نَهج سلسلة السوق أداةً تحليليةً مفيدةً للغاية لتحديد كيفية ربط مختلف الجهات الفاعلة في السوق (المنتجون، والمصنعون، والتجار، والمستهلكون). وهو نهج يتيح تحليل الآثار المترتبة على من يفعل ماذا، وفي أي مرحلة في السلسلة. يشمل تحليل سلسلة السوق قضايا مثل التنظيم، وعلاقات السلطة بين الجهات الفاعلة، والروابط، والجوانب الإدارية.

ومن أجل تحديد الطريقة التي تزداد فيها القيمة السوقية لأصناف المحاصيل التقليدية أثناء انتقالها من المنتجين إلى المستهلكين، يبدأ تحليل سلسلة القيمة بإنشاء خريطة مفاهيمية للسوق الخاص بالبذار أو المواد الزراعية الأخرى لمحصول معين. تحدد خريطة السوق الكاملة عادة ثلاثة عناصر مترابطة (Anderson et al. 2010; Albu and Griffith 2005) وهي:

1- الجهات الفاعلة الرئيسية المعنيين في سلسلة القيمة.

2- البنية التحتية، والمؤسسات، والسياسات، والممارسات العرفية التي تؤثر على بيئة السوق الأوسع (والتي تسمى أيضاً "البيئة التمكينية"). غالباً ما تعمل المؤسسات والسياسات التي تشكل البيئة التمكينية على نطاق واسع (على سبيل المثال السياسات الزراعية الوطنية) خارج نطاق السيطرة المباشرة للجهات الفاعلة في سلسلة القيمة (Anderson et al. 2010). سوف تكشف خريطة السوق بشكل مثالي آلياتِ السلطة والاتجاهات في البيئة التمكينية التي تؤثر على سلسلة القيمة بأكملها، والتي بإمكانها أن توفر فرصاً لوضع سياسات أو إنشاء مؤسسات جديدة تدعم التنوع الوراثي للمحاصيل.

3- مزودو الخدمة (على سبيل المثال الشركات وخدمات الإرشاد الزراعي) الذين يدعمون أنشطة ووظائف سلاسل القيمة. يعتبر مقدمو الخدمات أحد التأثيرات الرئيسية على كفاءة سلاسل القيمة، وهم قادرون على إضافة القيمة بطرق متنوعة الجدول (9.5). ويتم بعدها ربط هذه العناصر بمقياس مناسب للتنوع مثل الثراء أو التوزيع المتساوي للأصناف أو خصائص محددة موجودة في الأصناف التقليدية المتوفرة.

يبدأ تحليل سلسلة القيمة من تحديد نطاق ومجال خريطة السوق، واختيار عينات من الأسواق، ومن ثم جمع البيانات النوعية والكمية من خلال مراقبة معاملات السوق واستبيانات الباعة. إنّ إحدى الطرق المفيدة للتفكير في مقياس مناسب لتحليل سلسلة القيمة هي ما يسمى "سقيفة السوق"، وهي منطقة جغرافية يكون لسكانها علاقات تجارية فعلية أو محتملة مع مركز السوق القابل للتحديد (Anderson et al. 2010: 44).

يحاول تحليل سلسلة القيمة تحديد أوجه القصور وعدم المساواة والخسائر التي يمكن معالجتها على مستويات مختلفة من السلسلة، وذلك من خلال فهم أفضل للمساهمة الذي يقدمها كل عنصر من عناصر السوق للمنتج في تلك السلسلة.

الجدول 9.5 الطرق التي تضيف بها الشركات وخدمات الإرشاد الزراعي قيمة للبذار والسلع الأخرى عند انتقالها من المنتجين إلى المستهلكين

نوع الخدمة المقدّم	*أمثلة محدّدة*
معلومات عن السوق	الأسعار، الاتجاهات، المشترون، المورّدون
خدمات مالية	الرصيد، التوفير، التأمين
ضمان الجودة	المراقبة، الاعتمادية
الدعم الفني	تطوير المنتج، التنويع، التسويق
النقل	البضائع، الجهات الفاعلة

مُعدَّل من Anderson et al. (2010).

يُسلط تحليل "البيئة التمكينية" الضوء على الاتجاهات التي تؤثر على سلسلة السوق بأكملها، ويدرس القوى والمصالح التي تقود التغيير. يمكن لهذه المعرفة أن تساعد في تحديد سبل وفرص العمل الواقعي، والضغط، وروح المبادرة في مجال السياسات (Albu and Griffith 2005).

وبمجرد تحديد المعلمات الأولية للتحليل، تصبح اجتماعات أصحاب المصلحة وسيلة مفيدة لجمع معلومات مهمة حول سلاسل القيمة، بحيث يكون الهدف أن تضم تلك الاجتماعات مجموعة كاملة قدر الإمكان من الجهات الفاعلة (المعنيون المباشرون وغير المباشرون بذلك السوق): المنتجون والتجار وتجار التجزئة والمصدّرون وخبراء الزراعة والمنظمات غير الحكومية وممثلي الوزارات وغيرهم (Giuliani 2007). يُمكن لتلك الاجتماعات أن تساعد على توليد الثقة والطمأنينة بين الأطراف الفاعلة في سلسلة القيمة (مثل المزارعين، ومصنعي الأغذية، وتجار التجزئة، والمنظمات المجتمعية، والوكالات الحكومية) وذلك في مجالات الجودة والأسعار، وربما تساعد على إنشاء مشاريع مشتركة مع شركات القطاع الخاص، وهو أمر مهم في خفض تكاليف المعاملات (Almekinders et al. 2010; Lipper et al. 2010).

قياس القيم السوقية للتنوع

لا يتمكنُ السوقُ من تقدير القيمة الكاملةِ للتنوّع النوعي للمحاصيل وخدماتها وذلك بسبب الفشل في احتواء التكاليف الخارجية. حيث يتمّ التقليل من تقدير القيم الاجتماعية والثقافية وقيم التأمين والخيارات للتنوع النوعي للمحاصيل في حال تُركت للسوق. فلا تتمكن الأسر الريفيّة عادةً من الحصول على خصائص أصناف المحاصيل التي تهمها أكثر من غيرها من خلال تبادلات السوق. وفي هذه الحالات، يكون المزارعون مستهلكين جزئيين على الأقل للمحاصيل التي ينتجونها، ويُشار إليهم بمنتجي الكفاف. ويمثّل إنتاج الكفاف تحدياً لتقدير قيمة الأصناف التي يزرعها المزارعون تقديراً دقيقاً.

تتضمّن أكثر الطرق مباشرة لتقدير القيم غير السوقية أساليب التقييم أو الترتيب وهي (1) الحصول من المزارعين على صفات المحاصيل الأكثر أهمية لهم، بما فيها صفات الإنتاج والاستهلاك، و(2) الطلب من المزارعين تقييم مدى تلبية كلّ صنف للصفات المرغوبة. يمكن قياس "تكاليف" الإنتاج والاستهلاك التي يتمّ تحديدها بهذه الطريقة من حيث ساعات عمل الفرد، بما فيها إدارة المحاصيل وعمليات المعالجة ما بعد الحصاد السابقة للاستهلاك.

تُعتبر الطرق السابقة بسيطة التطبيق حيث أنّ المزارعين يعرفون أصنافهم بشكلٍ جيّد وعادة لا يكون لديهم مشكلة في تقييمها وترتيبها وفقاً لخصائصها. لكن هنالك بعض القيود على نهج التقييم والترتيب. أولاً؛ من المهم أن نكونَ قادرين على ربط خصائص الأصناف المجرّدة التي حددّها المزارعون بالسمات الفزيولوجية للمحاصيل كما يعرّفها العلماء. ثانياً؛ ينتج عن طريقة التقييم والترتيب قائمةٌ طويلة من الصفات النوعية التي قد تكون مُتعبة للتحليل والاستخدام لأغراض إحصائية. وعموماً، وعلى الرغم من ذلك، إذا كان الهدف من الدراسة تحديد نظرة أُسر الكفاف لإيجابيات وسلبيات مختلف الأصناف التي يزرعونها، فإنّ الطرق السابقة كافية بشكلٍ عام. ومن المهمّ دائماً في هذه الحالة أن يشمل المسح كلّ من الرجال والنساء، والكبار والصغار، ومجموعات مختلفة الدخل حيثما أمكن، حيث أنّ لديهم في الغالب تصورات مختلفة عن القيمة النسبية لأصنافٍ مختلفة. وهنالك متغيّر آخر يجب أخذه بالاعتبار وهو فيما إذا كانت تكاليف الإنتاج، مثل استخدامات الأسمدة وكثافة النبات، تتنوّع بشكلٍ كبير بين الأصناف المختلفة. في هذه الحال، يجب تسجيل هذه الاختلافات.

ويقومُ الاقتصاديونَ باستخدامِ عددٍ من أدوات التحليل لتقدير التغيرات في القيم غير السوقية للبضائع والخدمات الناتجة عن قرارات أو أفعال الأشخاص. وتتطلب بعض الأساليب جمع مكثّف للبيانات باتّباع مراسم صارمة، كما أنها يمكن أن تكون مُكلفة. ويمكن اتّباع مزيج من الأساليب من أجل التحقق من صحتها. وبشكلٍ عام، فإنَّ الأدوات التي تعتمد على السلوك الذي تتم معاينته (تقنيات التفضيل الظاهر، مثل تحليل خيار التنوّع اعتماداً على بيانات المسح [مثال، Pham et al. (1999)]، وتحليل المتعة المذكور سابقاً) مُفضّلة على تلك التي تعتمد على السلوك الافتراضي (منهج التفضيل المُعلَن).

وتُستخدم وسائل التفضيل المُعلن لتقدير قيم عدم الاستخدام. وهنالك منهجان شائعان هما التقييم الاحتمالي وتجربة الاختيار. ويتضمن منهج التقييم الاحتمالي سؤال الذين يخضعون للبحث عن استعدادهم للدفع مقابل سلعة أو خدمة ليس لها سعر سوق، وقد تمّ تطبيق منهج التقييم الاحتمالي على نطاق واسع في اقتصاديات البيئة والموارد الطبيعية (على سبيل

المثال، لتقدير القيمة التي يعطيها الناس للحياة البرية أو لتحديد قيمة خدمات النظام البيئي [Hanemann 1994]). ومن المشاكل الشائعة لاستخدام التقييم الاحتمالي هو أنّ معرفة الخاضعين للبحث محدودة فيما يخصّ السلعة أو الخدمة، بالإضافة للتحيّز المحتمل المرتبط بأجوبتهم.

بينما تقلل طريقة تجربة الاختيار من بعض حالات التحيّز، وهي مناسبة بشكلٍ خاص لتحليل سمات تنوّع المحاصيل لأنّها تستند على معايير السمات. ويتم تزويد الذين يخضعون للبحث بقائمة محددة مسبقاً من الخيارات للاختيار منها (على سبيل المثال، انظر الجدول 9.2). كما أنّ تنفيذها بسيطٌ نسبياً، على الرغم من أنّ معرفة الخاضعين للبحث يمكن أن تشكّل تحديات أيضاً. ويتطلّب التحليل طرقاً إحصائية متقدمة يمكن أن تكون معقّدة أيضاً.

ويمكن أن تُستخدمَ طريقة تجربة الاختيار لتقدير قيمة عدم الاستخدام للأصناف التقليدية. وفي دراسةٍ لحدائق المنازل في هنغاريا (المربّع 9.2)، خَلُصَت تجارب الاختيار التي أُجريت على المزارعين في ثلاث مناطق مختلفة إلى أنّ الذين يخضعون للبحث ممن يقيمون في أماكن سكن معزولة ومهمّشة اقتصادياً كانوا أكثر من قدّروا قيمة التنوّع الحيوي الزراعي في حدائقهم المنزلية، بما فيها الأصناف التقليدية وغنى تنوّع المحاصيل (Birol et al. 2006). واستخدمت دراسة مشابهه في المكسيك طريقة تجربة الاختيار لتقدير تقييم المزارعين لغنى أنواع المحاصيل وغنى تنوّع الذُرة في نظام ميلبا، ولاكتشاف اهتمام المزارعين في زراعة ذُرة معدّلة وراثياً (GM) (Birol et al. 2009).

في إطار العمل النظري للأسر الزراعية، يشير سعر الظلّ إلى قيمة غير محددة لسلعة أو خدمة ما لصانعي القرارات الأسرية. ويختلف سعر الظل، وهو قيمة تتميز عن سعر السوق، بين الأسر وتُحدد من خلال مميزاتها مثل العرق واللغة والغنى ودورة الحياة، بالإضافة إلى إمكانية وصولها إلى الأسواق التي تتواجد فيها السلع والخدمات. ومن المتوقّع اختلاف سعر الظلّ عن سعر السوق كلّما كانت الأسرة بعيدة عن الأسواق وتتجه لزراعة الكفاف.

وقد طوّرت إحدى الدراسات مؤخراً طريقةً لتقدير سعر الظلّ لأصناف الذُرة التقليدية في المكسيك باستخدام الانحدار متعدد المتغيرات، وذلك بالاعتماد على بيانات بحث تمثيلي وطني (Arslan and Taylor 2009). وقد وجد الباحثون أنّ أسعار الظلّ أعلى من أسعار السوق بالنسبة لأصناف الذُرة التقليدية، لكنّها متقاربة مع أسعار السوق بالنسبة لأصناف الذُرة المحسّنة، وبالأخص في المناطق الطبيعية في جنوب وجنوب شرق المكسيك. وتؤكد هذه النتيجة أنّ هنالك حوافز اقتصادية لبعض المزارعين للاستمرار في زراعة الأصناف التقليدية.

المربّع 9.2. طريقة تجربة الاختيار: نموذج من هنغاريا

تـمّ طـرح مجموعـة مـن الخيـارات عـلى أحـد الخاضعـين للبحـث في المسـح الـذي أُجـري عـلى أُسَر هنغاريـة ممـن يديـرون حديقـة منزليـة. وقـد تـم تطويـر هـذه المجموعـة مـن الخيـارات بكونهـا مجموعـة مُختـارة عشـوائياً مـن صفـات الحدائـق المنزليـة (أو السـمات) التـي تـم تحديدهـا بنـاءً عـلى بحـث أوّلي. وفي هـذه الدراسـة، كانـت السـمات الأساسـية هـي: العـدد الـكلّي مـن أصنـاف المحاصيـل المزروعـة، ووجـود أو عـدم وجـود السـلالات الأصليـة، ووجـود أو عـدم وجـود الماشـية، واسـتخدام الطـرق العضويـة، والاكتفـاء الـذاتي لـلأسرة في المزرعـة. وقُـدّم لـكل مـن الذيـن يخضعـون للبحـث مجموعـة الخيـارات كـما المجموعـة التاليـة، وطُـرح عليهـم السـؤال التـالي:

بافـتراض أنّ الحدائـق المنزليـة التاليـة هـي الخيـارات الوحيـدة التـي لديـك، أيّ منهـا تفضّـل أن تزرع؟

صفات الحديقة المنزلية	*الحديقة المنزلية A*	*الحديقة المنزلية B*	
العدد الكلّي من أصناف المحصول التي تُزرع في الحديقة المنزلية	25	20	
تحتوي الحديقة المنزلية على سلالات صافية	لا	نعم	
يتم دمج إنتاج الحديقة المنزلية مع إنتاج الماشية	نعم	نعم	لا الحديقة المنزلية A والحديقة المنزلية B.
تمّ إنتاج الحديقة المنزلية بطرق عضوية فقط	لا	لا	
النسبة المئوية المتوقّعة من استهلاك الطعام السنوي للأسرة من خلال الإنتاج الغذائي في الحديقة المنزلية	45	75	لن أزرع حديقة منزلية.

مـن ثـمّ طُلـب مـن الخاضعـين للبحـث اختيـار أحـد الخيـارات للإجابـة عـن: "أفضّـل زراعـة : (1) الحديقـة المنزليـة A، (2) الحديقـة المنزليـة B، (3) ولا واحـدة منهـما".

تـمّ تقديـم خمـس أو سـت مجموعـات مـن الخيـارات لـكلّ مـزارع مُشـارك في تجربـة الاختيـار، حيـث تحتـوي كلّ مجموعـة منهـا تغـيراً مختلفـاً للصفـات المُحـددة للحديقتـين الافتراضيتـين (A وB). وفي هـذه الدراسـة، تـمّ تسـجيل 1487 خيـاراً بالمجمـل مـن 277 مـزارع مشـارك في ثـلاث مناطـق مـن هنغاريـا، والتـي شـكّلت مجموعـة البيانـات الرئيسـيّة التـي تخضـع للتحليـل الإحصائـي.

(المصدر: Birol et al. 2006).

المصدر الذي يُوفر مقدّمة لمنهج تجربة الاختيار مع أمثلةٍ عن تطبيقه في سياق الدول النامية هو Bennett and Birol (2010).

استخدام المعلومات المتعلّقة بكيفية تقييم المُزارعين للتنوّع في قرارات الإدارة والتوصيات

غالباً ما تقوم الحكومات والمؤسسات الأخرى بوضع، وتطبيق، سياسات معونات الإنتاج، والإعفاءات الضريبية، ومراقبة الأسعار، وغيرها من السياسات الزراعية الأخرى التي تؤثّر، بشكل مباشر أو غير مباشر، على قرارات المزارعين فيما يتعلّق بالتنوَع. لقد أدّت العديد من السياسات إلى خللٍ في القرارات على مستوى المزرعة فيما يتعلّق بخيارات الأنواع والحفاظ على التنوّع، وقد كانت في نهاية المطاف ضدّ حفظ التنوّع الحيوي الزراعي (Pascual and Perrings 2007). ويُعتبر فهم كيفية تقييم المزارعين للتنوّع الخطوةَ الأولى في وضع السياسات الزراعية التي تؤمّن الحوافز للحفاظ على التنوّع في المزرعة. إنّ كلّ من القيم السوقية وغير السوقية للتنوّع نقاطَ انطلاقٍ مهمّةٍ لتطوير السياسات الهادفة لدعم التنوّع في المزرعة، وهو موضوع الفصل العاشر.

مراجع إضافية:

Bennett, J. W., and E. Birol, Eds. 2010. *Choice Experiments in Developing Countries: Implementation, Challenges and Policy Implications.* Edward-Elgar Publishing, Chel- tenham, UK.

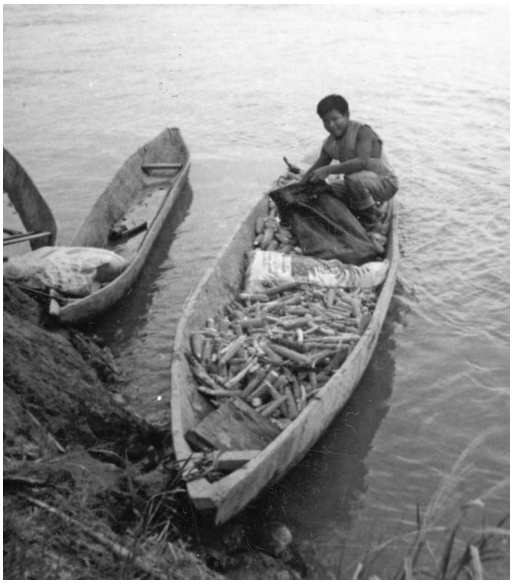
Kontoleon, A., A. Pascual, and M. Smale, Eds. 2009. *Agrobiodiversity, Conservation and Economic Development.* Routledge, London and New York.

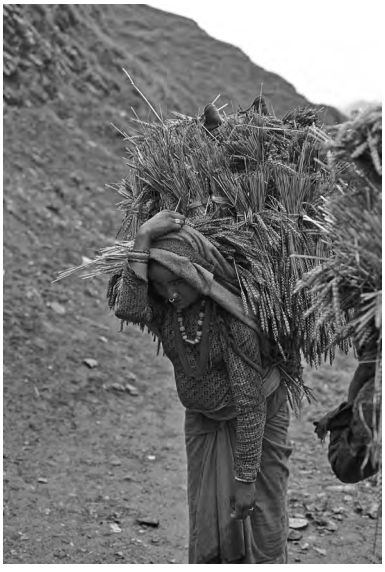
Lipper, L., C. L. Anderson, and T. J. Dalton. 2010. *Seed Trade in Rural Markets: Implications for Crop Diversity and Agricultural Development.* Earthscan, London.

Nicholson, W., and C. Snyder. 2011. *Microeconomic Theory: Basic Principles and Exten- sions,* 10th ed. Thomson/South-Western.

Smale, M., Ed. 2006. *Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Resources and Eco- nomic Change.* CABI Publishing, Wallingford, UK.

Wooldridge, J. 2009. *Introductory Econometrics,* 4th ed. South-Western, Cengage Learning.





اللوحة 10. قد لا يتمكن السوق من تقدير القيمة الكاملة للتنوّع النوعي للمحاصيل وخدماتها وذلك بسبب فشله في احتواء التكاليف الخارجية. ويسكن العديد من المزارعين في مناطق بعيدة عن الأسواق الحضرية وأسواق المنطقة ويفتقرون لوسائل نقل فعّالة ومُعتمدة. في أعلى اليسار: مزارع في البيرو على طول نهر أوسالي، أحد روافد الأمازون، يحضر محصوله من الذُرة ليبيعه في قرى أخرى، ويمكن أن يستغرق الانتقال عن طريق القارب إلى أقرب مدينة، بوكالبا، ثلاثة أيام. أسفل اليسار: امرأة تُحضر محصولها من الشعير إلى السوق في جُملا، نيبّال. أعلى اليمين: مجموعة مُنتقاة من أصناف التفاح المحليّة في سوق للفواكه في أوزبكستان. الحدائق المنزلية هي استخدام للأرض التي تقع حول المنزل حيث يمكن زراعة العديد من أصناف النباتات السنوية والدائمة والاعتناء بها من قبل أفراد الأسرة، ويمكن لها أن تؤمّن دخل الأسرة. أسفل اليسار: حديقة منزلية تُديرها امرأة في ياكسابا، يوكتان، المكسيك، حيث تزرع أصناف الذُرة التي قد لا تتواجد في الحقول الرئيسية، بالإضافة للعديد من أصناف الفلفل والزراعات الدائمة. حقوق الصورة: L. Collado (أعلى اليسار).

الفصل العاشر

السياسات والتنّوع الوراثي على مستوى المزرعة

في نهاية هذا الفصل، ينبغي أنْ يفهم القارئ ما يلي:

- كيف تؤّثر السياسات والأطُر القانونية في قدرة المزارعين على الوصول إلى التنوع الوراثي للمحاصيل واستخدامه وتبادله والحفاظ عليه على مستوى المزرعة.
- آليات السياسات الممكنة لخلق حوافز للمزارعين للحفاظ على التنوع واستخدامه على مستوى المزرعة، بما يتماشى مع مفهوم حقوق المزارعين المُعترف به دولياً.

مقدمة

يشرح هذا الفصل كيف أنّ السياسات والأطر القانونية تخلق حوافزَ أو عقباتٍ للمزارعين للحفاظ على التنوع النباتي وإدارته وتقديم نظرةٍ عامة للمفاهيم والأساليب لتحليل وتطوير تدابير السياسات الموجهة نحو خلق حوافز للمزارعين لمواصلة استخدام الموارد الوراثية النباتية في المزرعة، تماشياً مع مفهوم حقوق المزارعين على النحو المعترف به في المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة.

تشير معظم الأمثلة الواردة في هذا الفصل إلى سياسات وقوانين الحكومات الوطنية، حيث يتوقع أنْ يكون للتدابير العامة على المستوى الوطني التأثير الأكبر في مجموعة من الجهات الفاعلة المختلفة المشاركة في إدارة تنوع المحاصيل. ومع ذلك، فإن مُصطلح «سياسة» يمكن فهمه بمعنى أشمل وينبغي ذلك، بما في ذلك السياسات والقواعد الداخلية التي تعتمدها المنظمات العامة والخاصة المشارِكة في الأبحاث والتطوير الزراعي (على سبيل المثال، المراكز الدولية للبحوث الزراعية، ومؤسسات البحث الوطنية، والمانحين الدوليين الذين يقومون بدعم مشاريع التنمية، وكذلك الصناعة الخاصة).

السياسات والأُطر القانونية التي لها تأثير سلبي على قدرات المزارعين على استخدام التنوع على مستوى المزرعة

يكون عادةً تحديث الزراعة أحد المكونات الرئيسية لاستراتيجيات التنمية التي تتبناها الحكومات. وهو يَعتمد في كثير من الأحيان على مكننة عمليات الإنتاج، وري الأراضي الصالحة للزراعة، واعتماد "حزم التكنولوجيا"، التي تشمل الأصناف النباتية الحديثة والكيماويات الزراعية (مبيدات الآفات والأسمدة ومبيدات الأعشاب) اللازمة لضمان زيادة الإنتاجية. وكثيراً ما يستند توليد مثل هذه الحزم التكنولوجية ونشرها إلى نموذج بسيط وخطي إلى حد ما، يقوم بموجبه العلماء في المؤسسات البحثية وشركات الكيماويات الزراعية بتطوير التكنولوجيا وإظهارها للمزارعين الذين يُنظر إليهم على أنّهم مستخدِمون سلبيون للتكنولوجيا (Biggs 1990).

وعلى الرغم من أنّ هناك أمثلة لنهُج أكثر تعاونية لتوليد ونشر التكنولوجيا في جميع أنحاء العالم، إلا أنّ السياسات الحكومية السائدة لا تزال مستوحاة من نموذج نقل التكنولوجيا الخطي التقليدي والبسيط. ونتيجة لذلك، تمَّ وضع هذه السياسات بحيث يتم ما يلي: (1) ضمان قيام التقنيات بخدمة الهدف النهائي المتمثل في تحديث الزراعة لزيادة الإنتاجية، (2) دعم الجهات الفاعلة فيما يفترض أنْ تقوم به وفقاً لهذا المفهوم البسيط الذي يعبّر عن توليد التكنولوجيا ونقلها.

وفي هذا القسم، نوضح كيف تخدم السياسات العامة هذين الغرضين ونعرض تبعات توّفر التنوع الوراثي على مستوى المزرعة واستخدامه. ونعرض ها هنا أمثلة من أجزاء مختلفة من العالم توضح كيف يمكن اعتماد مبادرات مختلفة لتقليل التبعات السلبية للسياسات أو تجنبها.

أدوات السياسة التي تضمن استجابات التكنولوجيا لغرض تحديث الزراعة: قوانين البذور

نستخدم مصطلح "قوانين البذور" للإشارة إلى مجموعة القوانين واللوائح التي تصدرها الدولة لضمان أنْ تكون أنواع المحاصيل المتوفرة للمزارعين ذات قيمة زراعية من حيث زيادة الإنتاجية، وتكون متماثلة ومستقرة على المدى الطويل. وكثيراً ما يُستخدم مصطلح «نظام البذور الرسمي» للإشارة إلى قوانين البذور والجهات الفاعلة التي تفي بمتطلباتها لتطوير أصناف جديدة وإنتاج ونشر بذورها -أي مؤسسات البحوث الرسمية ومنظمات إنتاج البذور.

تـمّ وضـع قوانـين البـذور في البدايـة نتيجـة تطويـر منتجـات متخصصـة لتحسـين النباتـات في أوروبـا في منتصـف القـرن التاسـع عـشر، مـن أجـل خلـق شـفافية في سـوق البـذور حيـث انتـشرت أسـماء الأصنـاف بسرعـة (Bishaw and Van Gastel 2009). ووفقـاً للأنظمـة الحاليـة، يجـب تسـجيل الأصنـاف قبـل أن تصبـح بذورهـا متاحـة في السـوق. ويتطلـب التسـجيل أنْ يكـون الصنـف الجديـد مختلفـاً عـن جميـع الأصنـاف المعروفـة والشـائعة، والمتماثلـة في صفاتهـا الأساسـية، ومسـتقرةً للغايـة بعـد الـضرب المتكـرّر (DUS = التميـز، والتماثـل، والاسـتقرار). وتضمـن هـذه المعايـير أنّـه عندمـا يشـتري مـزارعٌ بـذورَ صنـفٍ مسـجَّل، فـإنّ هـذه البـذور سـتكون بالـضرورة مـن هـذا الصنـف، وأنّ جميـع النباتـات سـتكون بنفـس السـوية مـع مـرور الوقـت. وبالإضافـة إلى ذلـك، تّـم إدخـال اختبـار لقيمـة الزراعـة والاسـتخدام (VCU) كـشرط للاتجـار، حتـى يتمكـن المزارعـون مـن إجـراء تقييـم مسـتقل لمحاصيـل الحبـوب ونوعيتهـا وقيمتهـا. وبـما أنّ البلـدان الناميـة قد أنشـأت أنظمـةَ تسـويقٍ للبـذور مسـتوحاةٍ إلى حـد بعيـد مـن تلـك الموجـودة في أوروبـا، فقـد اعتَمـدت برامج لإصـدار شـهادات البـذور ومخططـاً لتسـجيل الأصنـاف مماثـلاً للنمـوذج الأوروبي (Grain 2005).

فالأصناف التقليدية التي يختارهـا المزارعون والأصناف المُحسنة الناجمة عن تحسـين النباتات التشاركـي لا تلبي غالباً معايير التماثل والاستقرار الصارمة التي تستلزمها قوانين البذور. بالإضافة إلى ذلك، لا يسـتطيع المزارعـون عـادةً تحمـل التكاليـف المتعلقـة بتسـجيل الأصنـاف النباتيـة. ففـي بعـض البلـدان، لا يمكنهـم حتـى التقـدم للتسـجيل، لأنهـم غـير مؤهلـين مثـل العلـماء. ونتيجـة كل ذلـك هـو أنّ الأصنـاف التـي لديهـم تُـترك خـارج السـوق القانونيـة للبـذور (Leskien and Flitner 1997؛ Louwaars 2002). ونتيجة لذلك، فإنّ معظم أنواع البذور المتوفرة في السوق القانوني أو الرسمي هي تلك الأنواع من الأصناف الحديثة التي لا تلبي دائماً احتياجات المزارعين التقليديين، ولاسيما في الزراعة ذات الدخل المنخفض وفي الظروف البيئية القاسية. في الزراعـة الصناعيـة، تضمـن المـواد الكيميائيـة الزراعيـةُ الخصوبـةَ ومكافحـة الآفـات والأمـراض ومنـع نمـو الأعشـاب. ويتـم أيضـاً ضـمان إمـدادات الميـاه مـن خـلال أنظمـة الري الميكانيكيـة أو عـن طريـق هطـول أمطـار يمكـن التنبـؤ بهـا وتكـون كافيـة نسـبياً. وفي هـذا السـيناريو، قـد لا تركّـز اسـتراتيجيات تحسـين المحاصيـل عـلى تلـك السـمات التـي تسـمح للنبـات بالحصـول عـلى فوائـد المـوارد واسـتخدامها مثـل المـاء ومغذيـات التربـة دون اسـتخدام المسـتلزمات الزراعيـة. وعـادة مـا تكـون هـذه السـمات ذات أهميـة كبـيرة في النظـم الزراعيـة التقليديـة التـي لا تسـتفيد كثـيراً مـن المسـتلزمات الخارجيـة، وحيـث تكافـح أصنـاف المحاصيـل في ظـل ظـروف مناخيـة قاسـية ومتغـيرة. وبالإضافة إلى ذلك، فإنّ الأصناف الحديثـة المصـادَق عليهـا متطابقـة ومستقرة بحكـم التعريـف. لا يتّـم دائـماً تقييـم تماثـل جميـع النباتـات مـن نفـس النـوع في نظـم الزراعـة التقليديـة. بـل عـلى العكـس مـن ذلـك، وكـما هـو موضـح في الفصـل السـابع، يمكـن للتنـوع أن يضمـن اسـتقرار المحصـول في

الظـروف غـير المواتيـة. وبالمثـل، فـإنّ قـدرة الأصنـاف النباتيـة عـلى إنتـاج نفـس الخصائـص مـع مـرور الأعـوام (الاسـتقرار) ليسـت مفيـدة بالـضرورة بالنسـبة للمزارعـين التقليديـين، لأن قـدرة الأصنـاف عـلى التغيـير والتكيـف مـع الظـروف المتغـيرة (التـي تمـت مناقشـتها في الفصـل الحـادي عـشر) تجعلهـم أكثـر قابليـة للتكيـف مـع التغـيرات البيئيـة.

في البلـدان الناميـة، نـادراً مـا يتّـم إنفـاذ قوانـين البـذور عـلى المسـتوى المحـلي، ويتّـم تبـادل الأصنـاف التقليديـة والحديثـة بحريـة بـين المزارعـين وبيعهـا في الأسـواق المحليـة (Louwaars و Burgaud، قيـد الطباعـة). ومـع ذلـك، فـإنّ الاسـتعاضةَ عـن الأصنـاف التقليديـة المسـتخدمة واختيـار الأصنـاف الحديثـة المتصفـة بالتميّـز والتماثـل والاسـتقرار، والتـي يتّـم الحصـول عليهـا مـن مصـادر رسـمية، يدعمهـا إجـراءات الخدمـات الإرشـادية، التـي تربـط اسـتخدام هـذه الأنـواع بمرافـق التسـليف والإعانـات، وصناعـة تصنيـع المـواد الغذائيـة، التـي تفـرض عـلى مورديهـا اسـتخدام الأصنـاف المتماثلـة (Tripp 1997).

لا تسـتطيع أنظمـة البـذور الرسـمية القائمـة تلبيـة الطلـب الـكلّي عـلى البـذور. ولا تمتلـك منظمـات البـذور العامـة القـدرة عـلى توفـير بـذور ذات نوعيـة جيـدة في الوقـت المناسـب، ولا تصـل شركات البـذور الخاصـة، ولا سـيما إن كانـت كبـيرة أو متوسـطة، إلى مناطـق كاملـة مـن البلـدان حيـث لا يبـدو وجـود سـوق للبـذور المحسـنة. وعلاوةً على ذلك، يرى القطاع الخاص مزايا في الاستثمار في إكثـار الهجائـن ونشرهـا (وهـذه الهجائـن ينبغي أن يشتريها المستخدمون كل سنة من أجل الحفاظ على خصائصها الفريدة) وكذلـك في الأنواع ذات الطلبـات الكبيرة والمنظمـة جيـداً. ويـؤدي ذلـك إلى إهمـال تلـك المحاصيـل التـي يزرعهـا المزارعـون الهامشـيون في الغالـب الذيـن يعانـون مـن قلـة الحصـول عـلى المـال، أو تلـك الأنـواع غـير المدعومـة بمخططـات الإعانـات الوطنيـة. هـذا هـو الحـال بالنسـبة للبقوليـات، التـي تتطلـب كميـات كبـيرة مـن البـذور للهكتـار الواحـد وتُعتـبر أكثـر صعوبـة في التخزيـن، والعديـد مـن الأنـواع "الثانويـة" المحليـة الأخـرى. وبالنسـبة لهـذه المحاصيـل، ولصغـار المزارعـين في المناطـق النائيـة، يُعتـبر حصـاد المزارعـين وغيرهـم مـن المزارعـين والأسـواق المحليـة المصـدرَ الرئيـسي للبـذور.

ويتمثـل الجانـب السـلبي الرئيـسي لهـذه المصـادر غـير الرسـمية في عـدم ضـمان جـودة البـذور غير المعتمـدة، بـما في ذلـك درجـة نقـاء الأصنـاف. وتتفاقـم هـذه المشـكلة عندمـا تـؤدي الهجـرة والعوامـل الأخـرى إلى تفـكك الشـبكات الاجتماعيـة التـي تدعـم التبـادل غـير الرسـمي للبـذور والآليـات غـير الرسـمية لمراقبـة الجـودة التـي تصاحـب شـبكات التبـادل غـير الرسـمية (انظـر الفصل الحـادي عشر). وبالإضافـة إلى ذلـك، فـإنّ عـدم شرعيـة بيـع البـذور غـير المعتمـدة لا يشـجع عـلى تطويـر نـماذج بديلـة لإمـدادات البـذور والاعـتراف بهـا رسـمياً (Lipper et al. 2010). ولا يسـتطيع المزارعـون،

باعتبارهم منتجي البذور، الاستفادة من الاعتراف الرسمي بأصنافهم، وباعتبارهم مستهلكين للبذور، فلا يمكنهم الحصول على بذور نوعية معتمدة من الأصناف التي يفضلونها.

وبما أنّ هذه القيود قد تّم الاعتراف بها في عدد من البلدان، فقد تّم اقتراح واختبار نماذج مختلفة لتنظيم التسويق التجاري للأصناف التقليدية والحديثة بطريقة تتكيف على نحو أفضل مع احتياجات المزارعين التقليديين. وبعض هذه النماذج معروضة في الفصل الثاني عشر، باعتبارها جزءاً من الأدوات التي تعمل على تحسين توفر مجموعةٍ متنوعة وراثياً من مواد الزراعة كافية للمزارعين لاستخدامها في نظم الإنتاج الخاصة بهم.

ويمكن إيجاد مثال واحد في فيتنام: إذ يهدف القرار 35/2008، الذي وافقت عليه وزارة الزراعة والتنمية الريفية في فيتنام، إلى دعم جهود المزارعين لإنتاج بذرة اقتصادية جيدة النوعية. ويصف هذا القرار ماينبغي للمزارعين القيام به للحصول على دعم مالي (يصل إلى 100 %) لجمع البذور ذات الأصناف المحلية، وحِفظها واختيارها وتقييمها وتسجيلها وإنتاجها، ويحدِّد شروط الجودة وعمليات مراقبة الجودة للبذور ذات الأصناف المحلية التي سيتّم توزيعها مثل تلك الأنواع ذات الأصناف المسجَّلة في اللائحة الرسمية للأصناف النباتية التي يتّم تسويقها في فيتنام. وفي عام 2010، تّم تسجيل صنفين من أصناف الأرُز – التي أنتجها المزارعون– في اللائحة الرسمية، وحصل المزارعون على دعم مالي لإنتاج وتسويق بذور هذه الأصناف بالجودة المطلوبة. وتكمن قيمة القرار أيضاً في العملية التي أدت إلى اعتماده في عام: 2011 هذا الإجراء القانوني هو نتيجة لعملية تشاركية للغاية في بلد يتّم فيه عادة اتخاذ القرارات السياسية بطريقة مركزية للغاية.

أدوات السياسات التي تدعم تحسين المحاصيل من أجل تطوير الأصناف الحديثة:

حقوق الملكية الفكرية

تمنح قوانينَ الملكية الفكرية المزارعين الذين قاموا بتحسين الأصناف الحّق الحصريَ في استغلال الأصناف النباتية التي يطورونها لعدد من السنوات. وبدون نوع من الرقابة على استخدام الأصناف التي أنتجها المزارعون، يمكن لأي منتج للبذور أن يستغلها لأهداف ربحية، ويمكن للمزارعين إعادة إنتاجها بحُرية دون الاضّطرار إلى شراء البذور من أجل المحاصيل في المواسم التالية، مما يمنع محسني الأصناف من الاستفادة من ثمار جهودهم. تمّ اعتماد أولَ نظام فريد لتطبيق حماية الملكية الفكرية على الأصناف النباتية في الولايات المتحدة

الأمريكيـة في عـام 1930، مـن خـلال قانـون بـراءات الاخـتراع النباتيـة. وفي أوروبـا، كانـت فرنسـا رائـدة في مجـال حمايـة الأصنـاف النباتيـة، واحتضنـتْ هـذه الحمايـة عـدة دول مـن خـلال الاتفاقيـة الدوليـة لحمايـة الأصنـاف الجديـدة مـن النباتـات التـي طورهـا الاتحـاد الـدولي لحمايـة الأصنـاف الجديـدة مـن النباتـات في عـام 1961 (UPOV حسـب الاختصـار الفرنـسي). ويسـعى هـذا الإطـار القانـوني لحمايـة أصنـاف نباتيـة جديـدة تـم إنتاجهـا بواسـطة طـرق وتقنيـات تُعتـبر «علميـة» والتـي ينتـج عنهـا بشـكل عـام أصنـافٌ متماثلـة ومسـتقرة، وتتكيـف مـع النمـوذج الزراعـي الصناعـي.

واسـتناداً إلى إالإدراك أنّ الحمايـة الموحـدة للملكيـة الفكريـة في جميـع أنحـاء العـالم مـن شـأنها تسـهيل حركـة السـلع والخدمـات عـبر التجـارة الدوليـة، فـإنّ اتفـاق الجوانـب المتصلـة بالتجـارة مـن حقـوق الملكيـة الفكريـة (TRIPS)، الـذي اعتُمِـد في عـام 1992، فـرض حـداً أدنـى مـن حمايـة حقـوق الملكيـة الفكريـة عـلى جميـع الـدول الأعضـاء في منظمـة التجـارة العالميـة. وفيـما يتعلـق بالنباتـات والأصنـاف النباتيـة، نـصّ ذلـك الاتفـاق عـلى مـا يـلي:

- يمكن للبلدان أن تسمح ببراءات الاختراع للنباتات.
- يجب على البلدان أن تسمح بحماية الأصناف النباتي الجديدة.

وقـد حظـي تنفيـذ البلـدان الناميـة لهذيـن الحكمـين بالرعايـة مـن الاتفاقـات الثنائيـة مـع الولايـات المتحـدة والبلـدان الأوروبيـة واليابـان، لأنّ هـذه الاتفاقـات تشـمل بانتظـام اعتمادَ تدابـير فعّالـة لحمايـة الملكيـة الفكريـة.

ونظـراً لتوسـيع الأطـر القانونيـة الدوليـة لنطاقهـا الجغـرافي وموضـوع حمايـة حقـوق الملكيـة الفكريـة، فقـد أصبـح هـذان العنـصران جـزءاً متكـرراً في المناقشـات حـول دور المزارعـين كمحافظين عـلى تنـوع المحاصيـل ومصـدر لـه. وتحتـل القضايـا التاليـة محـل الصـدارة في مثـل هـذه المناقشـات (The Crucible Group 1994):

1. تفـرض حقـوق الملكيـة الفكريـة قيـوداً عـلى اسـتخدام المـادة الوراثيـة النباتيـة أو حفظهـا أو نسـخها أو اسـتبدالها. لقـد سـمحت أنظمـة حمايـة الأصنـاف النباتيـة المسـتوحاة مـن الاتحـاد الـدولي لحمايـة الأصنـاف النباتيـة الجديـدة (UPOV) في السـابق للمزارعـين بحفـظ بـذور الأصنـاف المحميـة لإعـادة اسـتخدامها في اسـتثماراتهم. إنّ مراجعـة اتفاقيـة الاتحـاد الـدولي لحمايـة الأصنـاف النباتيـة الجديـدة في عـام 1991 جعلـت هـذا الإعفـاء اختياريـاً لأعضـاء الاتحـاد الـدولي لحمايـة الأصنـاف النباتيـة الجديـدة. وقـد اختـارت بعـض الـدول منـح المزارعـين حقـاً غـير مـشروط في إعـادة زراعـة البـذور مـن محصولهـم السـابق، في حـين حـصرت دول أخـرى هـذا الحـق عـلى بعـض المحاصيـل أو عـلى صغـار المزارعـين.

لقد مهدت العديد من القرارات في مكاتب براءات الاختراع في الولايات المتحدة وأوروبا الطريق نحو الحصول على براءة اختراع أشكال الحياة. فوفقاً للتشريعات الأوروبية، لا يمكن أن تكون الأصناف النباتية موضوع حماية البراءة. ومع ذلك، ومن الناحية العملية، تُطبق حماية براءة الاختراع على عمليات تحسين الأنواع النباتية وعلى النبات الناتج وأجزائه وبذوره (المكتب الأوروبي للبراءات لعام 2009). يُعتبر في هذا السيناريو استبعاد الأصناف النباتية من براءات الاختراع قانونياً أمراً غيرُ ضروري. وفي الولايات المتحدة وفي بلدان أخرى، يُسمح قانوناً بتسجيل الأصناف النباتية في براءات الاختراع. ولا تلتزم أنظمة براءات الاختراع بأي إعفاء للمزارعين شبيه بإعفاء الاتحاد الدولي لحماية الأصناف النباتية الجديدة.

في مجال العلوم والتكنولوجيا الزراعية، هناك نمو ملحوظ في عدد طلبات الحصول على براءات وحقوق محسنين للأنواع النباتية للسيطرة على استثمارات النباتات والأصناف النباتية وبذورها، ولا سيما في البلدان المتقدمة والاقتصادات الناشئة. وقد أدّى هذا إلى تزايد المخاوف بشأن التأثير المحتمل لحماية الملكية الفكرية على (1) محسني الأنواع النباتية وغيرهم من الباحثين في النباتات الذين يحتاجون إلى الحصول على المادة الوراثية المتقدمة لتطوير الأصناف، و(2) المزارعين الذين قد يحتاجون إلى أصناف حديثة/ محمية للتصدي للإجهادات غير الحيوية والحيوية، ولكن لم يتّم إثبات هذا التأثير بعد من خلال الأدّلة التجريبية. إضافة إلى ذلك، وعلى الرغم من أنّ نطاق الحماية وامتدادها الجغرافي آخذان في الاتساع، إلّا أنّ أكثرية الحماية تتعلق بالبلدان ذات الدخل المرتفع والمتوسط المرتفع، مما يترك البلدان الفقيرة حرة للاستفادة من هذه التقانات. علاوةً على ذلك، فإنّ حصةً كبيرة من الأصناف المحمية هي نباتات الزينة، وليس المحاصيل الغذائية، ويتم توفير الحماية لمعظم أنواع النباتات التي تمكّن أصحاب الحقوق من التضييق على الآخرين أو منعهم من تسويق المادة المحمية ولكن ليس تحسينها أو تخزين بذورها لزراعتها في المستقبل، مما يترك للباحثين والمزارعين في كل من البلدان المتقدمة والنامية حرية استخدامها في أنشطتهم (Koo et al. 2004).

2. لا تستطيع نُظم الملكية الفكرية حماية ابتكارات المزارعين ومجتمعات المزارعين. تَعتبرُ نُظمُ الملكية الفكرية القائمة بحكم الواقع أنّ القائمين على تحسين الأنواع النباتية المهنيين هم الوحيدون القادرون على جلب الابتكارات إلى الزراعة. وعلى غرار ما تفعله قوانين البذور، فإنّ حماية الأصناف النباتية تتطلب أن تكون الأصناف الجديدة فريدة ومتجانسة وراسخة. ونادراً ما تفي الأصناف التقليدية الخاصة بالمزارعين بهذه

المعايير، وبالتالي فهي غير مناسبة للحماية. وقد وضِعتْ بعضُ القوانين الوطنية أنظمةً فريدة من نوعها لحقوق الملكية الفكرية لحماية الأصناف البلدية والأصناف الجديدة التي طورها المزارعون. ومن الأمثلة على هذه الأنظمة قانون حماية الأصناف النباتية في تايلاند لعام 1999، وقانون حقوق حماية الأصناف النباتية وحقوق المزارعين في الهند لعام 2001، وقانون حماية الأصناف النباتية الجديدة في ماليزيا لعام 2004. ومع ذلك، فإنّ نجاح هذه القوانين في تحقيق الحفاظ على تنوع المحاصيل وحماية حقوق المزارعين هو أمرٌ مشكوك فيه. وهناك كذلك معارضةً شديدة للاعتقاد بأنّ منح حقوق خاصة لأصناف المزارعين سيكون مفيداً للمزارعين ومجتمعات المزارعين (and Eyzaguirre Dennis 2007). يقول Jaffé and Van Wijk (1995: 76) إنّ تطبيق حماية الأصناف النباتية يؤدي إلى تغيير المبدأ: "عندما يبدأ المزارعون في استخدام أصناف محمية، يصبح حقهم الطبيعي في حفظ البذور حقاً قانونياً، أو حتى أقل من ذلك، 'امتيازاً.' ويخضع مثل هذا الحق القانوني لقرار سياسي وقد يكون عرضة للقيود في المستقبل".

3. لا توفر برامج الملكية الفكرية الحالية أدوات للاعتراف و/ أو التعويض عن المزارعين الذين تصبح أصنافهم التقليدية و/ أو معارفهم الموروثة مصدراً لأصناف حديثة طورها آخرون.

4. لقد أدى فشل نظام الملكية الفكرية إلى منح براءات اختراع وحماية للأصناف النباتية إلى أصناف من النباتات تقع في الواقع ضمن نطاق الملكية العامة وكان الفلاحون يزرعونها تقليدياً. وهناك حالة مشهورة مؤخراً هي فاصولياء إينولا. ففي عام 1999، منح مكتب الولايات المتحدة للبراءات والعلامات التجارية (USPTO) ومكتب حماية الأصناف النباتية في الولايات المتحدة (USPVPO) براءة اختراع وشهادة حماية صنف نباتي، على التوالي، إلى Larry M.Proctor على صنف فاصولياء حقلية شائع يُسمى إينولا. أوضح بروكتور في طلب الحصول على براءة الاختراع أنه كان قد اشترى بعض الفاصولياء في سوق في المكسيك، وبعد بضع سنوات من الزراعة، طور "صنفاً جديداً من الفاصولياء يُنتج بذرة ذات لون أصفر فريد لا يتغير نسبياً على مدار الفصل". استنكرت منظمات عديدة براءة اختراع إينولا، بما في ذلك المركز الدولي للزراعة الاستوائية (CIAT)، ومنظمة الأغذية والزراعة (FAO) التابعة للأمم المتحدة، والمنظمة غير الحكومية إي تي سي غروب (ETC Group) في هولندا. تمكّن المركز الدولي للزراعة الاستوائية من الطعن في مزاعم بروكتور عن طريق تقديم دليل بوجود 260 حبة فاصولياء صفراء بين عينات من الفاصوليا المحفوظة

في بنك المورثات الخاص بها، كما قدّم العديد من المقالات العلمية عن الفاصولياء الصفراء التي أظهرت وجود مؤلفات سابقة. في سياق مراجعة البراءة، أظهرت العديد من الدراسات تطابق إينولا شبه الكامل مع أصناف من البيرو والمكسيك يزرعها عادة مزارعو أمريكا اللاتينية، بالإضافة إلى تطابق النمط الوراثي للبذرة الصفراء مع أصناف الفاصولياء الصفراء الموجودة والموثقة في مؤلفات علمية قبل طلب البراءة (Pallottini et al. 2004). وأظهر Azufrado Peruano 87، الذي عرضته لأول مرة وزارة الزراعة المكسيكية في عام 1987، بأنّ لديه بصمة وراثية مطابقة لبذور إينولا المزعومة. أصدر مكتب الولايات المتحدة للبراءات والعلامات التجارية قراراً مبدئياً في عام 2003 يرفض جميع طلبات براءة الاختراع وأصدر رفضاً نهائياً في ديسمبر 2005. فتقدم بروكتور بطلب استئناف من خلال مكتب الولايات المتحدة للبراءات والعلامات التجارية، فظلت براءة الاختراع سارية المفعول بينما كان مجلس الطعون والتدخل المعني ببراءات الاختراع ينظر في طلب الاستئناف. رفض المجلس أخيراً جميع مطالبات البراءة في أبريل 2008، بعد تسع سنوات من بدء بروكتور في استثمار براءة الاختراع بفرض مبلغ 0.6 دولار أمريكي على كلّ رطل من الفاصولياء الصفراء التي تباع في الولايات المتحدة. وقد صادقت على هذا القرار محكمة الاستئناف الأمريكية للدائرة الفيدرالية في يوليو 2009.

أدوات السياسات الداعمة للمزارعين لاعتماد أصناف حديثة من المحاصيل ذات القيمة في الأسواق الوطنية والدولية: الإعانات المالية

إنّ الإعاناتِ المالية هي شكلٌ من الحوافز التي تقدمها الحكومة أو مؤسسات أخرى، وتهدف إلى تشجيع الأفراد على الانخراط في أنشطة قد لا يقومون بخلاف ذلك بالقيام بها. تُعتبر الإعانات المالية وسيلةً شائعةَ الاستخدام لتشجيع تبني ونشر التكنولوجيات الزراعية الجديدة عن طريق خفض المخاطر الأولية وتكلفة تعلم استخدام تكنولوجيا جديدة. من خلال التغلب على الإخفاقات المؤقتة في الأسواق، وتعويض التكاليف الثابتة للبنية التحتية، والحد من المخاطر، تعزز الإعانات المالية استخدام المستلزمات النباتية (بذور الأصناف المحسنة، والأسمدة، والمبيدات الحشرية، والائتمانات) لزيادة الإنتاج الزراعي، مما قد يسهم في نهاية المطاف في الحد من الفقر (البنك الدولي 2008). يمكن العثور في المؤلفات على العديد من الأمثلة على نجاح الإعانات المالية في نشر محاصيل وأصناف معينة؛ على سبيل المثال، بدون الدعم الحكومي في شكل حوافز ومعلومات وبنية تحتية، لما نجحت الثورة الخضراء

في آسيا. فقد أمكن نشر أصناف عالية الإنتاجية من القمح والأرز، لا سيما في الهند والصين من خلال الدعم القوي للسياسات والاستثمار في البحث والتطوير الزراعيين. وبالمثل، كانت الحوافز الاقتصادية، بما في ذلك البذور المدعومة مالياً وأسعار المواد الغذائية القائمة على الذرة، أساسية في تبني الذرة ونشرها في أفريقيا. وفي الآونة الأخيرة، ساعد برنامج مينيكيت المدعوم مالياً الذي نفذته الحكومات المحلية في ولاية البنغال الغربية بالهند في نشر المواد الوراثية المعززة للأرز ومحاصيل أخرى.

هناك إدراك متزايد بأنّ الإعانات المالية قد تعيق الطلب على تنوع المحاصيل في الإنتاج الزراعي واستخدامه. يتم تقديم تلك الإعانات بشكل عام إلى أصناف محسنة من الحبوب الرئيسية (الأرز والقمح والذرة) من خلال أنظمة التوزيع العامة، مما يؤدي إلى ثني المزارعين عن زراعة محاصيل أخرى – بما في ذلك المحاصيل التي تعتمد عليها مصادر رزقهم، مثل الحبوب الصغيرة والبقوليات والدرنات – وإلى استخدام أصناف تقليدية من هذه المحاصيل أو أصناف غير مسجلة تمّ تطويرها من خلال نُهج تحسين أنواع نباتية بديلة مثل تحسين الأنواع النباتية التشاركية واصطفاء الأصناف التشاركي (تمت مناقشتها في الفصل الثاني عشر).

تُظهر بعض الدراسات كيف أنّ الإعانات المالية الضخمة للأرز الهجين في الفلبين قد شوّهت قدرة المزارعين على اتّخاذ خيارٍ مدروس بين أصناف الأرز الهجينة وذاتية التلقيح (Cororaton and Corong 2000؛ David 2007). وفي الهند، لا تقوم الإعانات المالية الزراعية، والتي يمكن أن تصل إلى 50 - 60 % من سعر البذور مثل الأرز الهجين، بتغطية المحاصيل التقليدية مثل الدخن اللؤلؤي والذرة البيضاء والبقوليات التي تعتبر أساسية بالنسبة للأمن الغذائي للمزارعين. وفي بعض الأحيان، يتم توزيع البذور مجاناً، ولكن ليس دائماً بجودة جيدة. وتتوفر الإعانات كذلك للأسمدة والآلات والري والمستلزمات الزراعية الأخرى.

في بعض الجمهوريات السوفياتية السابقة في آسيا الوسطى، تسيطر الحكومات على إنتاج المحاصيل ذات الأولوية. ففي طاجيكستان وتركمانستان وأوزبكستان، لا يزال هناك هيكل مؤسسي للقيادة والتحكم قيد العمل، وهو يفرض في بعض الحالات على المزارعين نمطاً صارماً لزراعة محاصيل القطن والقمح (عادةً في أفضل الأراضي المروية)، مما يحرمهم من حرية اتخاذ قرار بشأن ما يزرعونه في مزارعهم. يحدث تدخل الدولة المتفشي من خلال خطط مفصلة لتسليم القطن والمساحات المزروعة، وتوقيت البذر والحصاد، وأسعار الإنتاج. وفي المقابل، تصاحب هذه الخطط برامج مدعومة من الدولة تؤمن حصول مزارعي القطن على الماء والدعم الاقتصادي للطاقة والأسمدة. يدفع قيام الحكومة بالاحتفاظ بإمكانية الحصول على المياه ومستلزمات الإنتاج الأخرى للقمح أو القطن، المزارعين إلى التخلي عن المحاصيل

غير ذات الأولوية لتوسيع نظم الزراعة الأحادية (Lapeña et al. 2013). وفي كازاخستان، تُطبق خطط الإعانات المالية على قائمة من المحاصيل ذات الأولوية، وتتناول بصفة رئيسية احتياجات كبار المنتجين الزراعيين من الحبوب، مما يجعلها غير قابلة للوصول إلى المزارع الصغيرة. وفي عام 2009، تمّ كذلك إنشاء آلية دعم مالي للمزارع المعمرة لأشجار الفاكهة والتوت والكرمة، ولكن فقط للأصناف المسجلة في السجل الوطني للأصناف النباتية ولأنظمة الإنتاج الحديثة التي لا تقل مساحتها عن 5 هكتارات. يُخرج ذلك المزارع الصغيرة من دائرة آلية الدعم حيث تزرع الأصناف الموروثة بتطبيق ممارسات تقليدية منخفضة المدخلات (Lapeña et al. 2013).

من الممكن أنْ تتأثر إدارة المزارعين لتنوع المحاصيل في المزارع ببرامج الإعانات المالية المعقدة، وليس فقط المخصص للزراعة منها. ففي المكسيك على سبيل المثال، لعبت البرامج الحكومية الزراعية دوراً مهماً في تعزيز تبنّي الذرة المهجنة، في حين يبدو أنّ برنامج الحد من الفقر، الذي ضّم مكوناً قوياً بشأن تمكين المرأة (برنامج "Opportunities") قد أدّى إلى تعزيز الاحتفاظ بالتنوع التقليدي (Bellon and Hellin 2010).

وفي الهند، تدعم أنظمة توزيع الأغذية المدعومة المخصصة للفقراء (Fair Price Shops) استهلاك الأغذية التي يكون أساسها القمح والأرز والذرة والسكر. كما أنّ برامج الأمن الغذائي الأخرى، مثل تلك التي تدعم وجبات الطعام في منتصف النهار في المدارس، كلها تعتمد على المحاصيل الرئيسية بصورة حصرية، مما يؤثر سلباً على الطلب على الغذاء المعتمد على المحاصيل الهندية التقليدية، فيؤثر بالتالي على اهتمام المزارعين بمواصلة زراعة هذه المحاصيل (López Noriega et al. 2012).

عمليات السياسات العامة: نظرة عامة على المفاهيم والأساليب

يشير مصطلح "عمليات السياسات" عادة إلى عملية معقدة وديناميكية يتم من خلالها طرح القضايا على جدول الأعمال بوصفها مسائل تهم عامة الشعب وتخضع لاتخاذ القرارات من قبل الحكومات. وخلال ذلك، تُحدد العديد من الآليّات غير الملموسة طريقة التفكير في مثل هذه القضايا وطرحها (Keeley 2001). تشمل عمليات السياسات (Karl 2002) ما يلي:

- الصياغة (والتي تشمل جمع المعلومات وتحليلها واتخاذ القرارات).
- التنفيذ (الذي ينطوي على وضع القواعد واللوائح، وإنشاء المؤسسات).
- المراقبة والتقييم.

وفقًـاً لوجهـة نظـر كلاسـيكية ومـا تـزال سـائدة عـلى نطـاق واسـع في وضـع السياسـات، تتبـع عمليـات السياسـات نموذجـاً خطيـاً مـن أعـلى إلى أسـفل حيـث يفـترض بصانعـي القـرار امتـلاك الخـبرة اللازمـة لضـمان أنّ قراراتهـم سـتؤدي إلى إجـراءاتٍ منطقيـة ومتوقعـة عـلى مسـتوى التنفيـذ في المراحـل المتتابعـة التاليـة (Hogwood and Gunn 1984; Fischer 1990):

- إدراك طبيعة القضايا وتعريفها.
- تحديد مسارات العمل الممكنة.
- قياس مزايا وعيوب البدائل.
- انتقاء الخيار الذي يقدم أفضل الحلول.
- تنفيذ السياسة.
- تقييّم النتيجة.

يُمكـن للنمـوذج الخطـي أنْ يفـسّر إلى حـد مـا عمليـات السياسـات، ولكـن تُظهـر الأدلـة أنّ الأشـياء لا تسـير في الواقـع بطريقـة بسـيطة. فوضـع السياسـات وتنفيذهـا هـي عمليـة أكثـر تعقيـداً حيـث التفـاوض بـين أصحـاب المصلحـة، والجمـع بـين أنـواع مختلفـة مـن المعرفـة، ومنافسـات القوة بـين الجهـات الفاعلـة هـي الأمـور التـي تحـدد كلًّا مـن العمليـة ونتائجهـا (Dobuzinskis 1992). عـلاوةً عـلى ذلـك، يتطلـب التنفيـذ اتخـاذ سلسـلة مـن الإجـراءات لضـمان أن تكـون للسياسـة نتائـج عمليـة: بنـاء القـدرات، ومشـاركة أصحـاب المصلحـة الرئيسـيين، وحـل النزاعـات، والمرونـة، والتخطيـط للطـوارئ، وتعبئـة المـوارد، والتكيـف (Sutton 1999).

إنّ المجموعـة الواسـعة مـن الطـرق التـي يمكـن مـن خلالهـا وضـع السياسـات توضـح لنـا أنّـه لا يوجـد نمـوذج واحـد لوضـع السياسـات مقبـول وقابـل للتطبيـق عـلى نطـاق عالمـي. تعتمـد كيفيـة وضـع السياسـة عـلى السـياق. نحـن نقـترح، بالاسـتناد إلى الدراسـات الموجـودة وإلى تجاربنـا السـابقة، أن يسـتند العمـل المتصـل بالسياسـات في مشـاريع البحـث والتطويـر بشـأن الحفـاظ عـلى تنـوع المحاصيـل واسـتخدامها في المزرعـة إلى الأركان التاليـة.

تحديد مناطق من أجل إصلاح السياسات

يجـب تقيّيـم الحاجـة إلى التدخـلات السياسـية وفقـاً لتحليـل مشـترك لاحتياجـات المزارعـين وحدودهـم فيـما يتعلـق بالوصـول إلى تنـوع المحاصيـل وإدارتهـا، وبالسياسـات والأطـر القانونيـة

القائمة، بما في ذلك مستوى تنفيذها وثغراتها. يمكن لمثل هذه الأسئلة أن توجّه مثل هذا التحليل:

- ما هي السياسات التي تؤثر على قرارات المزارعين بشأن ما يجب زرعه؟
- في أي المستويات تنشط هذه السياسات؟ الدولية، أم الإقليمية، أم الوطنية، أم ما دون الوطنية، أم المحلية؟
- هل يتّم حقاً تنفيذ هذه السياسات؟ ما هي المؤسسات المسؤولة عن تنفيذها؟
- إلى أي مدى هناك حاجة بالفعل لعمليات السياسات لتلبية احتياجات المزارعين؟ هل هناك نُهج/ حلول أكثر فعالية؟
- أيُّ جزء من أجزاء عمليات السياسات يحتاج إلى المزيد من الاهتمام: جمع المعلومات، التحليل، صنع القرار، صياغة القوانين واللوائح، إنشاء المؤسسات، التقييّم، أم غيرها؟
- ما هي القيود المتوقعة التي من شأنها أن تعيق إصلاح السياسات؟

فهم السياق الذي تتم فيه عمليات السياسات

يُعتبر فهم السياق السياسي أمراً حاسماً لتحديد نقاط دخول الممكنة لتأثير السياسات، وتقييّم جدوى عمليات تدخل السياسات المحتملة، واختيار النهج والمنهجيات المناسبة لصياغة السياسات وتنفيذها. يتّم تعريف السياق السياسي من خلال عدد من العناصر. وأكثر هذه العناصر ملائمة هي كما يلي:

- نوع النظام الذي تمتلكه الدولة (ديمقراطي أو أقل).
- بنية الحكومة (مركزية أو لامركزية).
- شفافية بيروقراطيتها أو عدمها.
- ثقافة البلد فيما يتعلق بمشاركة المواطنين في القانون ووضع السياسات.
- القنوات المتوفرة لتأثير وتطوّر السياسات.
- أولويات الحكومة فيما يتعلق بالتنمية الاجتماعية الاقتصادية والزراعة.
- استعداد الهيكل الحكومي وقدرته على الشروع في إصلاحات السياسات والمؤسسات فيما يخصّ الزراعة
- التغييرات المفاجئة أو التدريجية التي لها آثار قوية في مجال الزراعة، مثل الانتقال إلى اقتصاد السوق، أو اتفاقية تجارة دولية، أو إدخال تقنيات إنتاج جديدة، أو وجود نزاعات، أو اتفاقية السلام.

تطبيق أدوات تشاركية للبحث والتطوير في مجال السياسات

لقد تمّ تدريجياً إدماج مشاركة أصحاب المصلحة، والتي يُقصد بها عملية يختار فيها الأفراد والمجموعات والمنظمات القيام بدور نشط في اتخاذ القرارات التي تؤثر عليهم أو يؤثرون عليها، في السياسات البيئية والزراعية الوطنية منها والدولية. ويتطلب إدخال أدوات تشاركية إلى صنع القرار السياسي فهماً لعمليات السياسي يبتعد عن العملية الخطية الكلاسيكية ويدرك التعقيدات التي ينطوي عليها توليد وتنفيذ السياسات.

وقد قِيل أنّ مشاركة أصحاب المصلحة تقلل من احتمال تهميش أولئك الموجودين في محيط صناعة القرار (Martin and Sherington 1997). يمكن لمشاركة أصحاب المصلحة أن تعمل على تمكينهم من خلال توفير مجال لأنواع مختلفة من المعرفة (المحلية والتقليدية والعلمية) لتلبية والمشاركة بتوليد فهم أفضل للقضايا المعقدة (Greenwood et al. 1993؛ Stringer and Reed 2007). وبهذه الطريقة، من الممكن أن تزيد مشاركة أصحاب المصلحة من احتمال أن تكون القرارات المتخذة شاملةً وعادلة، قراراتٌ تمثل مجموعة متنوعة من القيم والحاجات وتدرك تعقيد التفاعلات بين البشر والبيئة. كما يُقال أيضاً أنّ مشاركة أصحاب المصلحة تسمح بتطوير علاقات جديدة وتجنب العلاقات العدائية، مما يساعد الأفراد على تقدير شرعية آراء بعضهم البعض (Stringer et al. 2006). وكنتيجة لكل ذلك، يُنظر إلى مشاركة أصحاب المصلحة على أنّها تعمل على تحسين جودة السياسات وبالتالي تعزيز معدل قبولها وقابلية استمراريتها وانتشارها بين الفئات المستهدفة (Fischer 2000; Beierle 2002).

لقد أصبحت الفوائد المحتملة لنُهج التشاركية في تطوير السياسات تحظى بأهمية خاصة عند التعامل مع استخدام التنوع الوراثي لنباتات المحاصيل (انظر الفصلين الخامس والثامن). تتطلب قضايا السياسات إشراكَ مختلف أصحاب المصلحة (من المزارعين حتى علماء النبات، وممثلي القطاع الخاص، وصنّاع السياسات) والاستخدام المشترك لمجموعة واسعة من التخصصات (علم الأحياء، والهندسة الزراعية، وعلم الأعراق، وعلم الاجتماع، والاقتصاد، والسياسة). إنّ لهذا التعقيد عدد من المضاعفات على عمليات صنع السياسات.

أولاً؛ قد تشكل البنية المجزأة التقليدية للحكومة القائمة عقبة أمام التنفيذ الكامل للسياسات المتعلقة بحفظ التنوع الوراثي للمحاصيل، إذ قد تحتاج هذه السياسات إلى الاعتراف بها ودعمها وتنفيذها من الإدارات الحكومية بالإضافة إلى الإدارات المسؤولة تقليدياً عن الزراعة وإدارة الموارد الطبيعية (أي وزارات أو إدارات الزراعة والبيئة). ثانياً؛ قد تؤدي المشاركة غير الكافية لجميع أصحاب المصلحة في عمليات صنع القرار إلى وضع سياسات وأدوات قانونية

لا تلبي احتياجات أصحاب المصلحة، أو قد تتعارض مع مصالحهم أو ظروفهم الاجتماعية والاقتصادية والثقافية. ويكون ذلك في كثير من الأحيان حال صغار المزارعين الذين يعيشون في المناطق الريفية النائية.

وأخيراً، يعد التواصل بين الأوساط العلمية وصنّاع السياسات أمراً أساسياً لضمان أن تستند سياسات الحفظ والإدارة إلى أدلةٍ علمية، وأنّ الأحكام القانونية معقولة من الناحية التقنية، وأنّ الآثار الاقتصادية والاجتماعية للسياسات تُأخذ بعين الاعتبار في مرحلة النمو.

يتعين على المرء أنْ يأخذ في الاعتبار عددًا من العوامل وذلك عند تحديد الأدوات التشاركية التي يجب تطبيقها في النشاطات المتعلقة بالسياسات، وبالتالي مدى مشاركة أصحاب المصلحة في مشروع معين، ومن هذه العوامل:

1- أهداف المشروع.

2- الموارد اللازمة والمتاحة.

3- السياق السياسي المحيط بالمشروع (كما هو موضح أعلاه).

4- من الذي يقود عمليات السياسات في المشروع (وكالة حكومية، منظمة بحثية، منظمة مجتمع مدنية).

في حال كان للمشروع عامل تدخل قوي، وكان تقييّم السياسات والإصلاح من بين أهدافه الرئيسية، فمن المستحسن أن يعتمد المشروع الأدوات التشاركية التي لا تشمل فقط جمع المعلومات والآراء من مختلف أصحاب المصلحة فحسب، وإنّما تشمل أيضاً تسهيل تبادل وجهات النظر والتوافق فيما بينها. وبالنظر إلى الدور المركزي للمزارعين بصفتهم محافظين على تنوع المحاصيل في المزرعة ومصدر له، فإنّ الأنشطة الموجهة للتعريف باهتمامات المزارعين هي أنشطة مهمة. ومن الناحية المثالية، سيقوم المزارعون، بالتعاون مع الجهات الفاعلة الأخرى، بإجراء أبحاث السياسيات نفسها وذلك لإيصال صوت المجتمعات المحلية لصنّاع السياسات.

لقد تمّ وضعُ تصورٍ للعديد من نماذج الأدوات التشاركية واختبارها وتقييمها، وذلك من أجل زيادة مشاركة الجهات الفاعلة في صنع السياسات الزراعية (Reed 2008). يعرض الجدول (10.1) هذه الأدوات مصنفة في فئات مختلفة، تتراوح من الحد الأدنى للمشاركة وصولاً إلى المشاركة الكثيفة.

الجدول 10.1 الأدوات التشاركية لعمليات السياسات

الأدوات التشاركية	*مستوى انخراط أصحاب المصلحة*	*النشاطات والأدوات*
مشاركة المعلومات	يتم إطلاع أصحاب المصلحة على حقوقهم ومسؤولياتهم وخياراتهم	صياغة وثائق السياسات، والتقارير المرحلية عن السياسات القائمة والتي يتم تبادلها عبر وسائل الإعلام التقليدية (الإذاعة، والتلفزيون، والنشرات الإخبارية) وإلكترونياً عبر المواقع الإلكترونية والبريد الإلكتروني، أو عن طريق إعداد كشك للمعلومات في مكان عام.
المشاورات	يُمنح أصحاب المصلحة الفرصة للتفاعل وتقديم الردود، وقد يعبرون عن اقتراحاتهم ومشاغلهم. عادة ما تقوم جهات خارجية بإجراء التحليل واتخاذ القرارات، وليس لدى الجهات المعنية أي ضمانة لاستخدام مدخلاتها.	منتديات المناقشة مثل اجتماعات الطاولة المستديرة، وجلسات الاستماع العامة، ومجموعات التركيز، والمؤتمرات الإلكترونية. الاستطلاعات (شخصياً أو إلكترونياً). أدوات التشاور مع الحكومات مثل استطلاعات الرأي العام، وفترات إبداء التعليق على مشروع السياسات. مؤسسات استشارية دائمة مثل اللجان الخاصة بالمواطن، واللجان الاستشارية لممثلي مجموعات المصالح.
المشاركة وبناء التوافق	يتفاوض أصحاب المصلحة على المواقف ويساعدون في تحديد الأولويات ولكن تقوم أطراف خارجية بتوجيه العملية	منصات أصحاب المصلحة المختلفين مؤتمرات التوافق
صنع القرار	إن لأصحاب المصلحة دوراً في تصميم وتنفيذ المشاريع والسياسات	هيئة المحلفين الخاصة بالمواطن منتدى المواطن
الشراكات	يعمل أصحاب المصلحة معا على أساس المساواة لتحقيق الهدف المشترك	الحملات العامة
التمكين	نقل السيطرة على صنع القرار والموارد إلى أصحاب المصلحة	الشراكات التحالفات

المصدر: Based on Rietbergen-McCracken (1996) and OECD (2001).

تحديد الجهات المعنية للمشاركة في تقييم وصياغة السياسة

إنّ تحديدَ الجهات الفاعلة والعلاقة التي تربط بينها من شأنه أن يُسهّل تحديد المنظمات والأفراد الذين لهم مصلحة في الحفاظ واستخدام التنوع الوراثي للمحاصيل في حقول المزارعين. فيما يلي بعض من الأسئلة التي يمكن أن توجّه للقيام بذلك:

- ما هي المجموعات والمنظمات الموجودة على المستوى المحلي؟
- أيُّ شريحة تمثل هذه المنظمات (المزارعين، خدمات الإرشاد الزراعي، القطاع الخاص، الشركات والمستهلكين، أم غيرها)؟
- هل تعاني بعض القطاعات من نقص في التمثيل (على سبيل المثال النساء والسكان الأصليين)؟
- ما هي علاقات السلطة والديناميات بين المجموعات والمنظمات؟
- ما هي الخبرة التي يتمتعون بها في مجالي بحوث السياسات التشاركية وتطوير السياسات؟
- ما هي الموارد البشرية والاجتماعية والمالية التي يمكنهم إحضارها إلى عمليات السياسات؟
- ما هي المهارات التي يمتلكونها أو يفتقرون لها لتطوير السياسات التشاركية؟
- أي نوع من بناء القدرات يحتاجونه ليشعروا بالتمكين؟

تُعتبر بعض المنهجيات التي تطبقها العلوم الاجتماعية، مثل تحليل الشبكة الاجتماعية، مفيدة في تحديد الجهات المعنية الواجب إشراكها في عمليات السياسة، وتحديد العلاقات فيما بينها.

إنّ التمثيل الصحيح للمزارعين في الأنشطة المتعلقة بالسياسات الخاصة بمشروع معين يعتمد على مشاركة مجموعات ومنظمات المجتمع المدني الفعالة التي تمثل مصالح المزارعين. وقد تكون هذه المنظمات دولية أو وطنية غير حكومية، ونقابات مزارعين، ومنظمات دينية، ومؤسسات بحثية، وغيرها. يجب أن تستند الشراكة مع منظمات معينة إلى تحليل مقارن لدورها المحتمل وفقاً لنقاط قوتها وضعفها، ومزايا وعيوب العمل معها. يمكن أخذ المعايير التالية في الاعتبار من أجل اختيار الشركاء العاملين على المستوى المحلي، وهي معايير يطبقها الصندوق الدولي للتنمية الزراعي (IFAD 2001):

- الإلمام بالوضع المحلي.
- الالتزام ببناء القدرة التنظيمية المحلية ضمن نطاق إطار المناهج التشاركية.
- الاستعداد لوضع العملية الخاصة في سياق خطط المجتمع.
- إبداء الاستعداد للتعاون وتبادل المعرفة مع الآخرين.

- الالتزام بتعبئة الموارد المحلية والاستجابة لاحتياجات المجتمعات المحلية المتغيرة.
- هيكل تنظيمي واضح المعالم وشفاف.
- القدرة الفنية، والخبرة، والإدارة الملائمة، والتسهيلات من أجل المهام التي هي في متناول اليد.

وفيما يتعلق بصياغة السياسات، يمكن إضافة المعايير التالية (Karl 2002):

- علاقة الثقة بين المنظمة والمجتمع المحلي.
- القدرة والالتزام بتوجيه المعلومات من وإلى المجتمع المحلّي وصنّاع السياسات.
- القدرة والالتزام بتسهيل الوصول المباشر والتواصل.

تطوير السياسات التي تدعم دور المزارعين بوصفهم يولّدون ويديرون تنوّع المحاصيل ويحافظون عليه

ضمان وصول المزارعين إلى الفوائد الناتجة عن استخدام التنوّع في المزرعة

قام المجتمع الدولي بتبنّي الفكرة القائلة بأنّ أولئك الذين يحفظون الموارد الوراثية يجب أن يحصلوا على جزء من الفوائد الناتجة عن استخدام هذه الموارد، وذلك من خلال اعتماد اتفاقية التنوّع الحيويّ (CBD) في عام 1993. وقد ترجمت اتفاقية التنوّع الحيويّ حقوق الدول السيادية على الموارد الوراثية إلى ثلاث مبادئ محددة: (1) مسؤولية الدول في حفظ الموارد الوراثية الموجودة في أراضيها، و(2) قدرتها على تنظيم الوصول إلى مثل هذه الموارد، و(3) حقها في الحصول على جزء من المنافع الناتجة عن استخدام تلك الموارد، بما فيها المنافع النقدية. وتمّ اقتراح منهج الوصول وتقاسم المنافع (ABS) من قبل اتفاقية التنوّع الحيوي ومن ثمّ إعادة التأكيد عليها من قبل بروتوكول ناغويا المتعلّق بالوصول وتقاسم المنافع. وكان من المتوقّع أن يخلق هذا المنهج دورات فعّالة من الاستخدام وإعادة الاستثمار في الحفظ بحيث يكون مصدر العديد من الأموال اللازمة للبلدان النامية من أجل حفظ الموارد الوراثية يأتي من الاستخدام التجاري لهذه الموارد (Stannard 2012).

وقد تمّ تبنيّ نفس المنهج من قبل المفاوضين في المعاهدة الدولية للموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة (PGRFA) من أجل إيجاد نظام متعدد الأطراف للوصول وتقاسم المنافع (نظام متعدد الأطراف)، وتوافق فيه الأطراف المتعاقدة على تأمين الوصول المسهّل إلى الموارد الوراثية لـ 64 من المحاصيل والأعلاف الأساسيّة للأمن الغذائي في جميع أنحاء العالم. ويجب إيداع جزء من المنافع النقدية الناتجة عن الاستخدام التجاري لمثل هذه الموارد في صندوق متعدد الأطراف يهدف إلى دعم مشاريع الحفظ والاستخدام المستدام للموارد الوراثية النباتية

للأغذية والزراعة في البلدان النامية (Halewood and Nnadozie 2008; Manzella 2012). وحتى الآن على أية حال، لم تحقق اتفاقية التنوّع الحيويّ والمعاهدة الهدف المتمثل بتحويل جزء من المكاسب التجارية إلى المزارعين الذين يحافظون على التنوع النباتي في المزرعة. فالموارد المالية الموجودة في الصندوق متعدد الأطراف التابع للمعاهدة والمستخدمة حالياً لدعم مشاريع التطوير والحفظ في البلدان النامية هي عبارة عن تبرعات من الدول الأعضاء والمنظمات الدولية. وفي ظلّ إطار عمل اتفاقية التنوّع الحيويّ، لم يتلقّى المزارعون أيّ دعمٍ مباشر للحفظ في المزارع من الشركات التجارية التي تُنتج منتجاتٍ زراعيّة وغذائية. وتعتمد هذه الشركات على مجموعات العمل الخاصّة بها وعلى المواد الخاصّة بتحسين الأنواع من الوكالات الخاصّة والعامّة الأخرى. حيث أنّ وجود مجموعات عامّة كبيرة تقوم بتأمين المادّة الوراثية والمعلومات بدون تكلفة يجعله أمراً غير ضروري للمؤسسات التجارية بأن تجمع الموارد الوراثيّة للمحاصيل من حقول المزارعين.

ولضمان أنّ المزارعين يحصلون على المنافع التي يحصل عليها الآخرون من خلال استخدام التنوّع الوراثي الذي يولّدونه ويحفظونه ويديرونه، فإنّ على الحكومات والمنظمات التي يعتمد عملها على استخدام التنوّع الوراثي مسؤولية تأسيس صيغ تقاسم المنافع التي تضمن مشاركة المزارعين بالنواتج النقدية وغير النقدية للأنشطة البحثية والتجارية القائمة على استخدام الموارد الوراثية النباتية، بغض النظر عمّا إذا تمّ الحصول على هذه الموارد من مجموعات خارج الموقع أو من حقول المزارعين. ويتّجه نظام المعاهدة متعددة الأطراف في المنحى ذاته، لكن يتمّ تعويق إمكاناته بسبب بطء البلاد في التنفيذ والمجال المحدود للنظام: فليست جميع المحاصيل مُتضمّنه ولا يخضع لالتزامات تقاسم المنافع سوى المكاسب التجارية الناتجة عن الموارد الوراثية للمحاصيل المحميّة. ويجب توجيه مبادرات اتفاقية الوصول وتقاسم المنافع التي تقودها مؤسسات خاصّة وعامّة على أساس نتائج تحليل شامل لنجاح وفشل القوانين الدولية والمحليّة التي تذع آليات الوصول وتقاسم المنافع من أجل خلق حوافز للمزارعين للحفاظ على التنوّع الوراثي في المزرعة لصالح مختلف المستخدمين. ومن بين هذه القوانين، فإنّ النموذج الهندي والنموذج التايلاندي يستحقّان الاهتمام. يتناول قانون حماية أصناف النبات وحقوق المزارعين 2001 في الهند قضايا تقاسم المنافع، حيث أنشأ الصندوق الوطني للمورثات والذي يهدف إلى جمع المال من التسويق الناجح للمعلومات المحليّة أو نقل الأصناف المحليّة من أجل تحسين الأنواع، وإلى إتاحة هذه الأموال للمالكين الأصليين للموارد الوراثيّة. ويقوم قانون حماية الأصناف النباتية التايلانديّ 1999 بإيجاد صندوق تقاسم المنافع أيضاً، إلاّ أنّ الصندوق التايلانديّ لا يرتبط بالمنافع الفعليّة الناتجة عن استخدام المعرفة أو الموارد الوراثية المحدّدة: بل يقوم على المساهمات المفروضة على أي تطبيق للأصناف النباتية في تايلاند.

المربّع 10.1 المادّة 9 من المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة

حقوق المزارعين

9.1 تعترف الأطراف المتعاقدة بالإسهام الهائل الذي قدمته المجتمعات المحلية والأصلية والمزارعون في جميع أقاليم العالم، ولاسيما أولئك الذين في مراكز المنشأ وتنوع المحاصيل، ومازالوا يقدمونه لأجل حفظ وتنمية الموارد الوراثية النباتية التي تشكل قاعدة الإنتاج الغذائي والزراعي في مختلف أنحاء العالم.

9.2 تتفق الأطراف المتعاقدة على أن مسؤولية تنفيذ حقوق المزارعين، من حيث ارتباطها بالموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، تقع على عاتق حكومات البلدان. ويتخذ كل طرف متعاقد، وفقا لاحتياجاته وأولوياته، وحسبما يكون ذلك ملائما، ورهنا بالتشريعات الوطنية لديه، التدابيرَ لحماية وتدعيم حقوق المزارعين، بما في ذلك:

(أ) حماية المعارف التقليدية ذات الصلة بالموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة؛

(ب) الحق في المشاركة المتكافئة في اقتسام المنافع الناشئة عن استخدام الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة؛ و

(ج) الحق في المشاركة في صنع القرارات، على المستوى الوطني، بشأن المسائل المرتبطة بحفظ الموارد النباتية للأغذية والزراعة واستخدامها المستدام.

9.3 ليس في هذه المادة ما يُفسّر بأنه يحد من حقوق المزارعين في ادخار واستخدام وتبادل وبيع البذور/ مواد الإكثار المدخرة في المزرعة، وفقا للقوانين القطرية، وحسبما يكون ذلك ملائما.

تعزيز تطبيق حقوق المزارعين

وتتخصص المادة 9 من المعاهدة الدوليّة للموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة (التي اعتمدها مؤتمر منظمة الأغذية والزراعة FAO في عام 2011) بحقوق المزارعين (انظر المربّع 10.1). ووفقاً لهذه المادّة فإنّه على الحكومات أنْ تعتمد تدابير لدعم وحماية حقوق المزارعين. وقد تشمل بعض هذه التدابير، تبعاً لنص المعاهدة، حماية معارف المزارعين التقليدية، والحصول على المنافع الناتجة عن استخدام الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، والمشاركة في صنع القرار، والحق في ادخار واستخدام وتبادل وبيع البذور ومواد الإكثار المدخرة في المزرعة.

ولكن مازال فهم حقوق المزارعين وصيغ تطبيقها غير واضح. وقد قامت الهيئة الإدارية للمعاهدة الدولية باتخاذ خطواتٍ لتوجيه البلدان للاعتراف الفعّال والعملي بحقوق المزارعين. وفي نهاية الأمر، يجب توجيه التدابير التي تُتخذ ضمن المفهوم العام «لحقوق المزارعين» نحو تسهيل دور المزارعين بوصفهم أوصياء ومولّدين للتنوّع الوراثي في المزرعة. وتقدّم العديد من التجارب حول العالم أمثلةً عن الممارسات الصحيحة لكيفيّة إيجاد الحوافز للمزارعين وإبعاد العقبات عن طريقهم ليلعبوا مثل هذه الدور. وسنقدّم مثل هذه الأمثلة في الفصل الثالث عشر.

مراجع إضافية:

Aoki, K. 2004. "Malthus, Mendel and Monsanto: intellectual property and the law and politics of global food supply: an introduction." *Journal of Environmental Law and Litigation* 19:397–454.

Bishaw, Z., and A. J. G. Van Gastel. 2009. "Variety release and policy options." Pp.

565–87 in *Plant Breeding and Farmer Participation* (S. Ceccarelli, E. P. Guimareaes, and E. Welzien, Eds.). FAO, Rome.

Bragdon, S., D. I. Jarvis, D. Gaucham, I. Mar, N. N. Hue, D. Balma, L. Collado, L. Latournerie, B. R. Sthapit, M. Sadiki, C. Fadda, and J. Ndungu-Skilton. 2009. "The agricultural biodiversity policy development process: exploring means of policy development to support the on-farm management of crop genetic diversity." *International Journal of Biodiversity Science and Management* 5:10–20.

Brush, S. B. 2013. "Agrobiodiversity and the law: regulating genetic resources, food security and cultural diversity." *Journal of Peasant Studies* 40:447–49.

Correa, Carlos. 2000. "Options for the Implementation of Farmers' Rights at the National Level." South Centre Working Paper 8, December 2000.

Gepts, P. 2004. "Who Owns Biodiversity, and How Should the Owners Be Compen- sated?" *Plant Physiology* 134:1295–1307.

Louwaars, N. 2002. *Seed Policy, Legislation and Law: Widening a Narrow Focus.* Food Products Press and Haworth Press, Binghampton.

Reed, M. S., A. Graves, N. Dandy, H. Posthumus, K. Hubacek, J. Morris, C. Prell, C.H Quinn, and L. C. Stringer. 2009. "Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management." *Journal of Environmental Management* 90:1933–49.

Santilli, J. 2012. *Agrobiodiversity and the Law: Regulating Genetic Resources, Food Secu- rity and Cultural Diversity.* Earthscan.

Tripp, R. 1997. *New Seed and Old Laws.* Intermediate Technology Publications on behalf of the Overseas Development Institute. Retrieved from http://books. google.ch/books/about/New_seed_and_old_laws. html?id=c5_vAAAAMAAJ& redir_esc=y.

Vernooy, R., and M. Ruiz, Eds. 2012. *The Custodians of Biodiversity. Sharing Access to and Benefits of Genetic Resources.* Routledge and IDRC, London and Ottawa.

Visser, B. 2002. "An Agrobiodiversity Perspective on Seed Policies." *Journal of New Seeds* 4: 231–45.

Wale, E., N. Chishakwe, and R. Lewis-Lettington. 2008. "Cultivating participatory policy processes for genetic resource policy: lessons from the Genetic Resources Policy Initiative (GRPI) project." *Biodiversity Conservation* 18:1–18

اللوحة 14. تخلق أُطر العمل القانونية والسياسات عقباتٍ في طريق المزارعين عند الحفاظ على تنوّع المحاصيل وإدارتها. ولضمان أنّ المزارعين يحصلون على المنافع التي يحصل عليها الآخرون من خلال استخدام التنوّع الوراثي الذي يولّدونه ويحفظونه ويديرونه، فإنّ على الحكومات والمنظمات مسؤولية تأسيس صيغ تقاسم المنافع التي تضمن مشاركة المزارعين بالنواتج النقدية وغير النقدية للأنشطة البحثية والتجارية القائمة على استخدام الموارد الوراثية النباتية. ويجب على الإجراءات التي تؤدي إلى الوصول إلى القوانين والأنظمة المتعلّقة بحفظ واستخدام تنوّع المحاصيل والاعتراف بحقوق المزارعين وتطبيقها أن تضمن مشاركة عدد من أصحاب المصالح الذين لديهم مصالح ومسؤوليات في هذا الشأن. أعلى اليسار: وزير الزراعة في نيبال مع مزارع فاز بجائزة خلال معرض التنوّع. أعلى اليمين: ساراسواتي أدهيكاري، مُزارعة تقوم بزراعة أصناف الأرز في مزرعتها في نيبال. أسفل اليسار: جلسة تدريبيّة حول تحليل الشبكات الاجتماعية من أجل تحديد الجهات الفاعلة المشاركة في تطبيق المعاهدة الدولية للموارد الوراثية النباتية للغذاء والزراعة في رواندا، في أيار (مايو) من عام 2013. أسفل اليمين مشاركون من 30 دولة يناقشون التعاون بين بلدان الجنوب كجزء من التشاور العالمي حول استخدام وإدارة التنوّع الحيوي الزراعي للأمن الغذائي المستدام في نيوديلهي، الهند، في شباط (فبراير) من عام 2013. حقوق الصورة: B. Sthapit (أعلى اليسار وأعلى اليمين)، G. Otieno (أسفل اليسار)، C. Zananiani (أسفل اليمين).

الفصل الحادي عشر

المزرعة والمجتمع والمشهد الطبيعي الريفي:

التنوع الوراثي وضغوط الانتخاب على مختلف الأصعدة الاجتماعية والمكانية والزمانية

في نهاية هذا الفصل ينبغي أنْ يكونَ للقارئ تقديرٌ وفهمٌ لما يلي:

- العلاقات بين إدارة المزارعين والقوى التطورية التي تحدّد التنوع الوراثي الموجود في الأصناف التقليدية.
- الدور الأساسي الذي يلعبه الانتخاب.
- تفعيل أنظمة البذور في المجتمعات الزراعيّة التقليدية.
- أهمية الأبعاد الاجتماعية والمكانية والزمانية فيما يتعلق بأنماط التنوع.

مقدمة

وصَفت الفصول السابقة الأساليب المختلفة التي يمكن استخدامها لفهم الطرق التي تؤثر بها القوى الموجودة ضمن الأبعاد البيئية والاجتماعية والاقتصادية والسياسية على إدارة الأصناف التقليدية واستخدامها. إذ تحدِّد هذه القوى، إلى جانب الخصائص الحيوية والإنتاجية للمحاصيل المزروعة، النشاطات الإدارية التي يستخدمها المزارعون والمجتمعات المحلية للحفاظ على الأصناف التقليدية في نظم الإنتاج الخاصة بهم. وهذه القوى الحيوية والوراثية والبيئية والاجتماعية والاقتصادية والثقافية لا تعمل منعزلةً لوحدها، بل تعمل معاً وتتفاعل بطرق معقدة. وإلى جانب النشاطات الإدارية للمزارعين، فإنَّها تؤّثر في الانتخاب وتدفق المورثات والطفرة والهجرة والتهجين بطرقٍ تؤدي إلى الأنماط الملاحَظة للتنوع الوراثي ضمن الأصناف في نظم الإنتاج وما بينها. ويستعرض هذا الفصل كيف تؤّثر الجوانب المختلفة

لعملية الإنتاج ونظام الإنتاج في التنوع الوراثي، ويصف النُّهجَ البحثية التي يمكن استخدامها لفهم الطرق التي تؤثر بها قوى مختلفة في التنوع الوراثي على مختلف الأصعدة الاجتماعية والمكانية والزمانية. ويستلزم البحث في هذا الوضع المعقد نُهجاً ذات اختصاصات متعددة ومتداخلة ومشتركة (Vandermeulen and Huylenbroeck 2008)، حيث يعمل الباحثون من ذوي الخبرة المختلفة معاً لتطوير مفهوم مشترك. ويجب أنْ يكون جمْع البيانات متكاملاً بحيث يمكن ضم البيانات التي جمعها مختلف الباحثين بطريقة هادفة.

يتمثل النَّهْج المعتمَد في هذا الفصل في النظر أولًا في مراحل مختلفة من إنتاج المحاصيل: إدارة البذور وزراعة البذور، ونمو المحاصيل، وجني البذور أو مواد الغرس من أجل المزراعة في الجيل التالي. إنَّ الانتخاب هو قوة تطورية رئيسية تؤثر في التنوع الوراثي في الأصناف التقليدية، ويُخصَّص جزء من هذا الفصل لدراسة ما يترتب عليه انتخاب المزارعين. ويُعتَبر تبادل البذور جانباً مهماً للحفاظ على الأصناف التقليدية، وهو ذو تأثير قوي في أنماط التنوع التي تخضع للملاحَظة، ويتمّ وصف الطرق التي يمكن من خلالها تحليلُ أنماط تبادل البذور ومقارنتها. ويناقش القسم الأخير من الفصل الأبعاد الأوسع – الاجتماعية والمكانية والزمانية – التي ستؤثر في التنوع الذي يخضع للملاحظة في أي نظام إنتاج.

دورة المحاصيل

تؤثر عملية زراعة البذور والزراعة ورعاية المحاصيل أثناء نموها في التنوع الوراثي الموجود في الأصناف التقليدية وبينها. وإنَّ العديد من العوامل المحدَّدة التي تؤثر في أنشطة إدارة المحاصيل مثل عمليات زراعة البذور والزراعة وتوقيت إزالة الأعشاب وتواتر هذه العملية قد تّم إدراجها في الفصول السابقة. وهي تشمل الاستخدام الأمثل للعمالة المتاحة (الفصل التاسع) أو نشاطات معينة متعلقة بالإدارة للحّد من مشاكل الصقيع أو الآفات والأمراض (الفصل السابع). فعلى سبيل المثال، قد تتطلب الحقول المشبعة بالماء أو الحجرية على نحو التحديد، أو تلك التي تقع في المناطق الأكثر تعرضاً للصقيع، محاصيلَ معينة أو تكون مناسبة فقط لأصناف محاصيل معينة معروفة بتحمُّل الظروف. وقد تظهر هذه الأصناف باعتبارها نادرة، وباعتبارها تُزرع في مناطق صغيرة ويجب أن يتّم إدارتها بطرق تضمن بقاءها متكيِّفة مع ظروف ميدانية معيَّنة.

ويمكن أنْ تكون الخطوة الأولى في محاولة فهم الحفاظ على الأصناف التقليدية وتحديد بعض أهم العوامل البيئية والزراعية والاجتماعية الثقافية والاقتصادية هي وضع جدول زمني للمحاصيل التي تكون قيد الدراسة (انظر الفصل السادس). ويتمثل جانب مهم

من هذا التحليل في دمج المعلومات حول توزيع الأصناف والمحاصيل المختلفة مع نشاطات الزراعة خلال موسم الإنتاج (الأبعاد المكانية والزمانية المحلية). وقد تكون الاختلافات في فترات زراعة البذور والحصاد بين الأصناف مهمة للحصول على استخدام أمثل للعمالة المتاحة أو لتحديد أوقات الإزهار لتجنب التلقيح الخلطي، في حين إنَّ خليطاً من الأصناف أو المحاصيل التي لها متطلبات وأوقات مختلفة من حيث الإدارة ومن حيث المدخلات يمكنه تحسين استخدام الموارد. ويمكن ملاحظة ذلك على مستوى المزرعة والمجتمع على حد سواء، ويمكن أنْ يتخذ عدداً من الأشكال المختلفة التي تعكس الاستخدام التعاوني للعمالة المتاحة أو التشارُك في معدات الحصاد أو معدات الحراثة.

إنَّ أخذ العينات المناسبة التي تدمج بين العوامل البشرية والوراثية والبيئية أمرٌ مهم لضمان وجود التمثيل الكافي للحالة أو الموقع في المعلومات التي تمَّ جمعها. ويعتمد حجم أخذ العينات على مقدار التبايُن بين عينات أي مجموعة. وسيعطي حجم العينة الأكبر مزيداً من المعلومات حول الاختلاف بين العينات أكثر مما قد تعطيه العينة الأصغر. وأشارت العديد من دراسات التنوع إلى إنَّ أخْذ عينة أقل من الأفراد في مواقع أكثر يعطي فائدةً أكثر مما يعطيه أخذ عينة من عدد أقل من الأفراد في مواقع أقل كلما كان الخيار متاحاً (Frankel et al. 1995).

والقرار الرئيسي هو ما إذا كان ينبغي أخذ العينات بطريقة عشوائية أو نظامية. إنَّ الغرض الأساسي من أخذ العينات العشوائية هو اكتشاف وتقيّيم العلاقة بين عمليات توزيع عامل واحد فيما يتعلق بعامل آخر. ويجب وضع إجراءات لأخذ العينات بغية استكشاف كيفية ارتباط توزيع التنوع الوراثي بعوامل معينة اجتماعية واقتصادية وحيوية وبيئية ومحلية وعوامل متعلقة بإدارة المحاصيل في المجتمع المحلي. هل لدى المزارعين الذين يمتلكون المزيد من الأراضي المجزأة تنوعٌ أكثر؟ هل ترتبط بعض نشاطات انتخاب البذور بأي مستوى من التنوع الوراثي ضمن المجموعة النباتية؟ من الأفضل تحليل هذه الأسئلة باستخدام عينة عشوائية من المجموعات من جميع أنحاء المشهد الطبيعي الريفي .

كما قد تكون العينات العشوائية لحقول المزارعين في جميع أنحاء الموقع ملائمةً لأخذ فكرة عن مدى وتنوع العوامل الأساسية الحيوية وغير الحيوية التي تؤثر في تنوع المحاصيل (الفصل السابع). وعلى الرغم من إنَّ وضع العينات العشوائية هي الطريقة الأقوى من الناحية الإحصائية، إلا إنَّ ذلك يستغرق وقتاً طويلاً على وجه الخصوص. ومن السهل تنفيذ وضع العينات بطريقة منتظمة أو تصنيفية، ولكن يمكن أنْ يكون أقل ملاءمةً للتحليل الإحصائي. وهكذا فإنَّ الطريقة التي تشكل حلاً وسطاً هي طريقةُ أخذ

العينات العشوائية المقسَّمة إلى مجموعات، حيث يتّم استخدام المعايير لتقسيم موقع الدراسة أو الجماعة النباتية إلى مجموعات مختلفة، إذ يتّم سحْب عدد معين من العينات من كل من هذه المجموعات بطريقة عشوائية.

يمكن أن يساعد التقسيم إلى مجموعات على تقليل حجم العينة بالنسبة للبيانات التي يتّم جمعها ضمن أكثر من تخصص واحد. وهذا مهم لتجنب عدد غير معقول من العينات الإجمالية بالنظر إلى القيود التي يشكلها عامل الزمن والموارد – فعلى سبيل المثال، عدد الأُسر التي تّم أخذ عينات منها من أجل المعوامل الاجتماعية والاقتصادية مضروباً بعدد المحاصيل لكل أسرة، مضروباً بعدد الأصناف في كل محصول مضروباً بعدد النباتات التي تّم اختيارها كعينات في كل صنف من أجل التحليل الوراثي. ويتطلب خفض حجم العينات هذا أنْ يتّم تنظيم جمع البيانات للإجابة على فرضيات محددة قابلة للاختبار على الصعيدين المحدَّدَيْن المكاني والزماني، وسيتم تقديم بعض الأمثلة في وقت لاحق من هذا الفصل. وبغض النظر عن الأسلوب الذي تّم اختياره من أجل أخذ العينات، فلن يتّم أخذ عينات من جزء معين من التنوع في عوامل التنوع البشري والبيئي والوراثي.

وعندما يتّم جمع البيانات في أوقات مختلفة، يمكن استخدام طرق تحليل السلاسل الزمنية لفحص العلاقات بين المتغيرات على مر الزمن (Kendall and Ord 1990). ويعتمد تحليل السلاسل الزمنية على فكرة إنَّ المتغيرات القابلة للقياس والتي يتّم ملاحظتها على نحو مستمر يُمكن اعتبارها إشارات للمعلومات. وينتج عن أخذ هذه الإشارة على فترات زمنية مختلفة إشارةٌ منفصلة أو سلسلة زمنية. ويتمّ تحديد درجة الترابط الذاتي على إنَّها قياسٌ لأوجه التشابه في القياسات التي يتّم فصلها بفاصل زمني معين، في حين يتّم استخدام درجة الارتباط المتبادل للكشف عن أنماط الاختلاف بين المتغيرات مع مرور الوقت. ولمقارنة تردّدات الأحداث مع مرور الوقت، فإنَّ الأداة الإحصائية الشائعة المستخدمة هي التحليل الطيفي للقدرة. يُستخدم التحليل الطيفي للقدرة لتحديد الدورية في البيانات عن طريق إعطاء إشارة للترددات المختلفة مع مرور وقت التباين، وهذا ما يمثل معظم حالات التباين في البيانات. وتحتاج كل هذه الأدوات إلى العديد من نقاط البيانات أو أوقات مناسبة لأخذ العينات. وفي بعض الحالات، قد يكون من المثير للاهتمام حساب احتمالات الانتقال بين الفئات (على سبيل المثال، تحديد أصناف مختلفة من المحاصيل التي تُزرَع في أنواع مختلفة من استخدام الأراضي (الفصل السادس) أو لقيم استخدام مختلفة (الفصل الثامن) في منطقة الدراسة، ومن ثم استخدام نموذج ماركوف (Markov) لمحاكاة التغيرات مع مرور الوقت على اعتبار إنَّه من المتوقَّع أنْ تتغير أنواع الأراضي أو الاستخدامات).

استخدام المواد المجنية وتنوع الأصناف التقليدية

هناك أدبيات غنية تصِف العديد من نشاطات جني أصناف المحاصيل المختلفة وأهمية ضمان توفر الأصناف لتلبية الاستخدامات المختلفة أو لتلبية الاستخدامات المتعددة (Balick 1997؛ الفصول السابع والثامن والتاسع). وفي المحاصيل المنتِجة للبذور، فإنَّ الجانب الأوّل الذي يتعين البحث فيه هو مدى تفريق المزارعين بين البذور المجنية للاستهلاك والبذور المخصَّصة للإنتاج المستقبلي. وقد يختلف المزارعون في مكان واحد اختلافاً كبيراً في مستوى التمييز والنشاطات التي يقومون بها. وهذا التمييز من شأنه أنْ يؤثر أيضاً في أساليب التخزين التي ستتم مناقشتها لاحقاً في هذا الفصل.

تؤثر الطرق التي تُستخدم بها المحاصيل التي تّم جنيها في التنوع ضمن الأصناف وفي انتخاب الأصناف. إنَّ نمط الاستخدام –سواء تمّ إنتاج المواد لسوق معيَّن أو بيئة معينة أو نشاط ثقافي معين، أو كان لأغراض أكثر شمولية– سيؤثر في نشاطات انتقاء المزارعين وبالتالي في التنوع الوراثي للمواد (Rana et al. 2007). ويمكن أن يؤثر نوع الاستخدام أيضاً في كيفية تأثير نشاطات الإدارة في التنوع الوراثي للأصناف. وتختلف الأصناف المختارة لما فيها من صفات متعلقة بالطهي أو صفات غذائية والأصناف المختارة خصيصاً للأعلاف أو للمواد المستخدمة في بناء الأسقف في طبيعة وتنوع الصفات المختلفة الموجودة في أصناف مختلفة. ويمكن أن يؤثر الهدف النهائي من المحاصيل في مستوى الاهتمام الذي يمكن أن يوليه المزارعون إلى نقاء الأصناف أو المواد الزراعية المناسبة لكل نوع. ويعرض الجدول (11.1) بعض الجوانب الرئيسة لتلك الحاجة التي يتعين مراعاتها عند دراسة الطرق التي يؤثر بها الاستخدام في التنوع الوراثي.

يتّم الجمع بين جوانب أو أنواع مختلفة من الاستخدام في كثير من الأحيان. وهكذا، في غرب أفريقيا، يعتبَر إنتاج القش وإنتاج البذور الكلي مهمَّيْن في صنف الذرة الرفيعة التي ستُستخدم لتوفير كل من العلف للحيوانات والأغذية البشرية (Nordblom 1987). ويميل انتخاب المزارعين إلى تفضيل النباتات ذات المجموع الخضري القوي والتي لا تزال تنتج محصولاً مقبولاً من البذور. ويمكن زراعة أنواع معينة، مثل أرُز بسمتي، لتلبية فرص السوق المعروفة، وستسعى قرارات الحفاظ على البذور والمحاصيل إلى ضمان الحفاظ على قيمة هذه الأصناف، على سبيل المثال من خلال تجنب الاختلاط بمجموعة أخرى من البذور أو من خلال الاستئصال الحذر للنباتات التالفة أو الزراعة الحذرة خلال نمو المحاصيل. ويمكن اعتبار مجوعة من البذور وحدةً لإدارة المُزارِع –أي إنَّه يتم إدارة مجموعة البذور على إنَّها وحدة واحدة من قبل المُزارِع. والطرق التي تُستخدم فيها الأصناف بهذا الاعتبار هي بمثابة قوىً انتخابية بارزة.

الجدول 11.1 الجوانب المختلفة لاستخدام المواد المجنية التي ستؤثر في خصائص الأصناف التقليدية.

خصائص الاستخدام	*خصائص الأصناف*
نمط الاستخدام	• محدَّد الاستخدام (تتم زراعته لاستخدام معيَّن، مثل الحبوب من أجل البيع في السوق، وأرز بسمتي عالي الجودة) • متعدِّد الاستخدام (تتم زراعته عمداً ليصلُح لاستخدامات مختلفة، مثل الأغذية والأعلاف) • عامّ الاستخدام (يمكن استخدامه بعدة طرق مختلفة حسب الحاجة)
نوع الاستخدام	• غذاء (مثل التخزين والطهي والتغذية وخصائص من أجل الطهي والنكهة) • علف (مثل الجودة والكمية والملاءمة للحيوانات المختلفة) • مواد البناء (مثل القش والسياج) • المشروبات الكحولية (مثل البيرة والمشروبات الروحية) • الأدوية (مثل الأدوية المناسبة للأمهات المرضعات أو للأمراض المختلفة)
شكل التوزيع	• الاستهلاك المنزلي • بيع للأفراد • بيع للأسواق المحلية • بيع إلى منافذ متخصصة باعتبارها محاصيل عالية القيمة

وفي معظم المجتمعات المحلية التي لا تزال تزرع الأصناف التقليدية، يشكل الأمن الغذائي هدفاً رئيسياً، ومن المحتمل دائماً أن تشكل المحاصيل والقابلية للتخزين أمراً مهيمناً للأُسر الزراعية، مما يجعل المحصول معياراً مهماً للانتخاب. وغالباً ما يكون المحصول وكذلك خصائص الاستخدام الأخرى تحت سيطرة وراثية معقدة، وكما هو مذكور في الفصل الرابع (وأدناه)، فإنَّه يمكن أن تتضمن أهداف الانتخاب عدداً كبيراً من السمات المعقدة المختلفة، مما يؤّدي إلى أن تكون الفعالية الإجمالية للانتخاب منخفضةً للغاية. وينطبق هذا بصفة خاصة عندما يكون من الضروري الجمع بين الانتخاب لأهداف استخدام معيَّن مع الانتخاب من أجل السمات الزراعية الأخرى مثل مقاومة الأمراض أو مكافحة الآفات.

إنَّ الحفاظ على العديد من الأصناف المختلفة التي تّم تكييفها للاستخدامات المتنوعة هي إحدى طرق تحقيق هذه الأهداف المتعددة والمعقدة، ويبدو إنَّها مميزة بشكل خاص للمحاصيل الرئيسية ذاتية التلقيح أو المحاصيل التي يتّم إكثارها عن طريق الاستنساخ مثل الأرّز والبطاطا والموز (انظر الفصل التاسع للاطّلاع على المزيد بشأن انتخاب الأصناف). وفي المحاصيل الأخرى، قد يوّفر التنوع ضمن الصنف طريقةً لتلبية أهداف متعددة أو تقديم الحل

الوسط الأكثر قبولاً بالنسبة للمُزارِع. ومن خلال تسجيل الفوائد المختلفة المجنية من مختلف الأصناف، فإنَّ الأهمية النسبية للاستخدامات المختلفة والخصائص المرتبطة بها (الضرورية أو المرغوبة أو الاختيارية) هي جزء أساسي من عملية تحليل التنوع الموصوفة في الفصل الخامس.

يشير عدد معقول من الأدبيات إلى إنَّ المزارعين لديهم اهتمام طبيعي في تحديد مختلف أنواع محاصيلهم والمحافظة عليها. فعلى سبيل المثال، حدّد مزارعو غرب إفريقيا أنواع الأرُز من مجموعة من المواقع المختلفة وحافظوا على أنواع الأرز التي كان من الظاهر إنَّها تمتلك سمات قيِّمة (Richards 1986). وقد تكون هذه الأنواع نتيجةً للتلقيح الخلطي، أو التهجين، أو للطفرات الوراثية التي تحدث في المحاصيل التي يتّم إكثارها عن طريق الاستنساخ. ومن المرجح أنْ يكون المزارعون الذين يقومون بذلك أكثر دراية وأنْ يكون لديهم اهتمام خاص بتنوع الأصناف والإمكانيات التي يقدمها التنوع لتوليد أنواع جديدة. ويبدو إنَّ هذا العمل هو الأكثر شيوعاً في المحاصيل ذاتية التلقيح أو التي التي يتّم إكثارها عن طريق الاستنساخ حيث تكون فرص الحفاظ على نوع تّم تحديده حديثاً أكبر من تلك الموجودة في المحاصيل ذات التلقيح الخلطي.

إدارة البذور

يمكن التميّيز بين ثلاثة جوانب لإدارة البذور والتي لها تأثير مهم على تنوع الأصناف التقليدية: (1) حجم وطبيعة "كمية البذور"، بما في ذلك الموقع والتوقيت ونسبة البذور المخصصة للزراعة، (2) وإدارة البذور أو تخزينها من قبل المزارعين بين الحصاد والغرْس، (3) والطرق التي يحافظ فيها المزارعون على بذور مختلف الأصناف من محاصيل مختلفة ويقومون بتبادلها (يشار إليه باسم "نظام البذور" وستتم مناقشته لاحقاً). لاحظ إنَّه، كما هو الحال في الفصول السابقة، يُستخدم مصطلح "بذرة" لمواد التكاثر في محصول ما، وهو يشمل الجذور والأبصال والدرنات وغيرها من مواد الإكثار. وتركز الفقرات التالية على نحو كبير على الحفاظ على البذور الحقيقية، على الرغم من إنَّ هذه الفقرات قابلة للتطبيق على نطاق واسع على الجذور أو الدرنات أو الأبصال. يتّم إكثار العديد من الأشجار المثمرة ومحاصيل البندق من خلال العقلات التي غالباً ما تستخدم للتطعيم في سوق نباتات معينة (في كثير من الأحيان في الأنواع البرية ذات الصلة)، ويكون الصنف استنساخاً موحَّداً من الناحية الوراثية، كما هي الحال في معظم أصناف الفاكهة الغضة (الفريز والتوت). وفي هذه المحاصيل يعمل ما يُدعى بنظام البذور بطريقة مختلفة تماماً. إذ إنَّ الانتخاب والقوى التطورية الأخرى باستثناء الطفرة ليس لها أيُّ تأثير في البنية الجينية لمواد الإكثار التي تّم إكثارها.

حجم كمية البذور المخزّنة وطبيعة البذور

في كثيرٍ من محاصيل البذور السنوية (الحبوب، البقوليات، البذور الزيتية)، يتم حصاد كمية بذور أكبر بكثير من التي ستُزرع في الموسم التالي. وبالتالي يكون حجم الجماعة النباتية المصدر أكبر من حيث المبدأ، وتكون خصائصه على نطاق واسع هي خصائص الصنف المحصود بالإضافة إلى نتائج أي تلقيح خارجي. ولكن في الكثير من الثقافات، يختار المزارعون نباتات معيّنة أو سنابل محصودة من محاصيل مختلفة لتوفير البذور للسنة التالية، كما قد يختارونها من جزء معين من حقولهم حيث اكتشفوا وجود تربة أفضل أو ماء أو ظروف نمو أخرى. قد يحدث هذا الانتخاب في الحقل قبل الحصاد أو خلال عملية الدرس بعد الحصاد. ويمكن أن يشكّل مكان حدوث ذلك قوة انتخابية قوية وقد ينتج عن كذلك حجم جماعة زراعية أصغر بكثير من إجمالي المادة المحصودة. في كوزالبابا في المكسيك، أشارت لويت (1999) إلى إنَّ المزارعين استخدموا بذور ما يعادل حوالي ٤٠ كوز ذرة لتوفير البذور للمحصول التالي. واعُتبرت إنَّه في هذا المحصول خلطي التلقيح، فإنَّ الجماعة النباتية الصغيرة المُحتفظ بها ستؤدي إلى فقدان التنوع وربما انحدار التخصيب الداخلي، خاصة في الأصناف التي زُرِعت بكميات صغيرة نسبياً. ولكن التلقيح الخلطي وتدفق المورثات بين الأصناف حافظ على التنوع في المنطقة.

في حين إنَّ هناك العديد من الأمثلة على الانتخاب المدروس لتوفير البذور للمحاصيل المستقبلية، إلا إنَّ هناك حالاتٍ لا يبدو إنَّ هناك أي انتخاب يَمارس فيها. قد يكون هذا سمة في المزارع أو المجتمع أو الثقافة، أو قد يكون ناتجاً عن ظروف معينة (سوء الإدارة، نقص العمالة عند الحصاد، سوء الحظ الأسري)؛ يجب التمييز بين هذه العوامل المختلفة في أي بحث.

وعادةً ما يكون عدد النباتات المزروعة في محاصيل الخضار أقل بكثير من محاصيل البذور في الحقل. وغالباً ما يكفي واحد أو اثنين من النباتات لتوفير البذور للمحصول التالي ويتّم اختيارهما في كثير من الأحيان بصورة مدروسة وتركهما لإنتاج ثمار وبذور ناضجة. وبالتالي يمكن أن يكون ضغط الانتخاب قوياً في هذه المحاصيل، وقد يكون حجم الجماعة النباتية الفعّال صغيراً. في حالة التلقيح الخارجي مثل الملفوف، يجب ترك ما يكفي من النباتات لضمان التلقيح الخلطي ومنع انحدار التخصيب الداخلي.

تخزين البذور

يُعتبر تخزين البذور مرحلةً مهمة للحفاظ على الأصناف التقليدية، وهي مهمة بالقدر نفسه لضمان إنَّ الأسرة لديها ما يكفي من الطعام حتى الحصاد القادم. لقد طوّر المزارعون

والمجتمعات الريفية في جميع أنحاء العالم مجموعة واسعة من الطرق المختلفة لتخزين البذور، بما في ذلك الحاويات المصممة خصيصاً؛ وإضافة مواد مثل روث الأبقار أو الرماد أو مركبات أخرى للحد من مخاطر الآفات والأمراض؛ والحفاظ عليها في بيئات محددة مثل العوارض الخشبية المليئة بالدخان في مباني المزرعة (Lewis and Mulvany 1997؛ Latournerie Moreno et al. 2006).

ومرةً أخرى، هناك تمييز مهمٌ بين الحفاظ على البذور للاستخدام في السنة التالية بشكل منفصل عن تلك المستخدمة للاستهلاك، والحفاظ على الاثنين معاً. وحتى عندما يكون الحفظ المنفصل هو الممارسة المعتادة، فقد لا يكون ممكناً في بعض السنوات عندما يكون الحصاد رديئاً. ومع ذلك، ينجح المزارعون في كثير من الأحيان في الحفاظ على بعض بذور الأصناف التقليدية حتى في ظل ظروف الحرب الأهلية أو حدوث مجاعة نتيجة لوقوع كارثة (Sperling and McGuire 2010).

من الواضح إنَّ العوامل الاجتماعية والثقافية تلعب دوراً رئيسياً في تحديد ممارسات تخزين البذور، وهي تنعكس في سماتٍ مثل معرفة طرق تخزين البذور والطرق المختلفة المستخدمة وهوية عضو الأسرة المسؤول عن تخزين البذور (Latournerie Moreno et al. 2006). إنَّ العوامل البيئية مهمة أيضاً. فتخزين البذور في البيئات الجافة أسهل وأكثر فعالية بصورة عامة من المناخات الاستوائية الرطبة. وفي نهاية المطاف، قد يحّدد الوضع الاقتصادي للأسرة بصورة كبيرة ما إذا كانت البذور متوفرة لمحصول العام القادم أم يجب استخدامها خلال العام.

من المرجح أن يكون انخفاض حجم الجماعة النباتية نتيجة الافتراس أو المرض عاملاً مهماً يؤثر على المكوّن الوراثي للمواد المخزنة. ويحدث الانتخاب على سبيل المثال بل ويفضّل مقاومة الأمراض أو آفات معينة، أو القدرة على البقاء على قيد الحياة في ظل ظروف تخزين محددة حيث يتّم التحكم في تلك الجماعات وراثياً. ينبغي أن يتضمن أي بحث إجراءَ بعض الدراسات على جودة البذور بعد التخزين، وذلك باستخدام عينات مأخوذة من مختلف المزارعين وأصناف مختلفة. يوّفر ذلك مقياساً للبذور المتوفرة للإنتاج ووجود أو طبيعة أي انتخاب قد يؤثر على التنوع الوراثي أثناء التخزين.

الانتخاب أثناء إنتاج المحصول وإدارة البذور

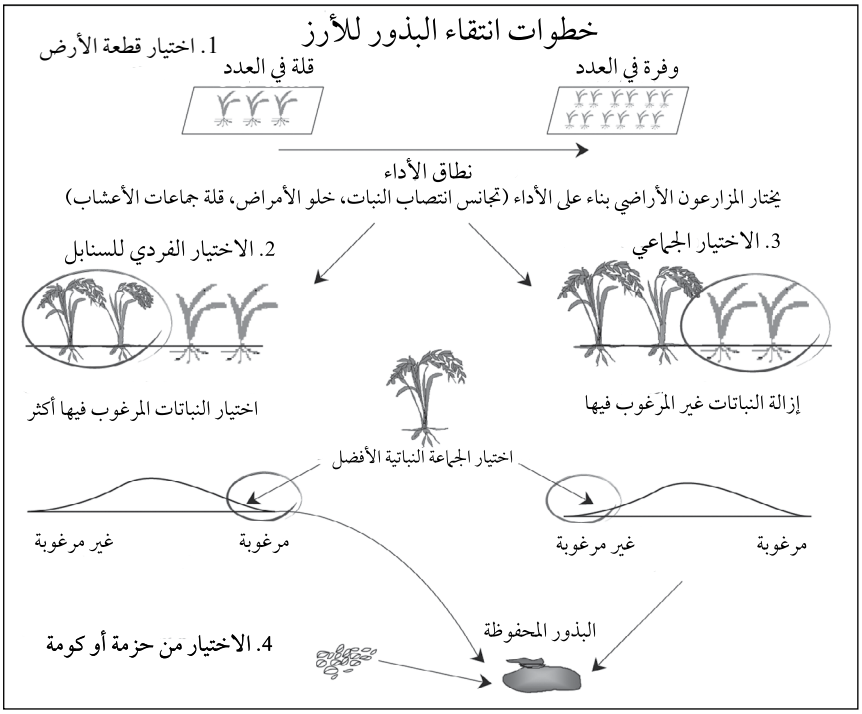
إنَّ الانتخاب هو القوة التطورية الرئيسية التي تعمل خلال نمو المحاصيل وهو يحدث طوال الفترة التي يكون فيها المحصول في الحقل، من نثر البذار إلى الحصاد. يفشل جزءٌ من البذور التي زُرعت في النمو أو الظهور، أو لا يكون قادراً على البقاء حتى الحصاد. يحتوي

الفصل الرابع على وصف لبعض السمات الرئيسية للانتخاب. عرّف Allard (1999) الانتخاب بأنه «أي عملية غير عشوائية تجعل الأفراد الذين لديهم أنماط وراثية مختلفة يُمثَّلون بشكل غير متساوٍ في الأجيال اللاحقة». لقد وجدنا إنَّ العديد من العمليات وقرارات المزارعين في النظم الزراعية التقليدية تؤثر أو يمكنها أن تؤثر على التنوع الوراثي الموجود في المجتمع الزراعي. عندما ينتج عن مثل هذه العمليات تغير في تركيبة الصنف الموروث، فإنَّنا نتحدث عن إنَّ الانتخاب يُحدث تغيراً تطويرياً. فليس كل عمليات الانتخاب تؤدي إلى تغير تطويري (على سبيل المثال، عندما تتمتع الجماعة النباتية بتوازن في تكرار الأليلات في ظلّ الانتخاب المتوازن).

يختلف الأفراد داخل الجماعة النباتية بل وتختلف الجماعات النباتية داخل النوع في احتمالية البقاء على قيد الحياة وفي معدل تكاثرها. ومع ذلك، ليس صحيحاً دائماً إنَّ هذا التباين في التكاثر له أي تبعات على التطور. فلإحداث تغير في التركيب الوراثي للأنواع، يجب على الأفراد المفضلين امتلاك اختلاف وراثي ثابت عن بقية الجماعة النباتية. وقد يحظى هؤلاء الأفراد بالأفضلية لأنهم يحملون مورث معيّن، أو مجموعة محددة من المورثات، ويقدّمون، في حالة الأصناف التقليدية، منفعة ما تحظى بإعجاب المزارع.

تتأثر طبيعة التغير التطوري بشكل كبير بنظام تحسين الأنواع النباتية أنواعاً. في الأنواع ذات التهجين الخارجي، تتفكك مجموعات المورثات عند مرحلة إعادة التركيب المورثي، إلا إذا كان يجمع بينها رابط كروموسومي وثيق. في الأنواع ثنائية الصبغيات ذاتية التلقيح، يُبطئ التلقيح الذاتي إعادة التركيب ويحافظ على تركيبات الأليلات المفيدة معاً لفترة أطول. ولكن، في كل جيل، يُقلل التلقيح الذاتي بمقدار النصف عدد الحالات التي تتصف بإنَّها متغايرة اللواقح الموجودة في الأنماط الوراثية المفضلة. وعندما تتكاثر النباتات لا جنسياً كما هي الحال في الدرنات أو قطع الساق أو البذور التي تنتج بواسطة التكاثر البكري، يتّم الحفاظ على النمط الوراثي بأكمله ويعمل الانتخاب على أنماط وراثية كاملة بين مختلف الاستنساخات.

يقوم المزارعون بالانتخاب الغير هادف والمدروس من خلال ممارساتهم الزراعية المختلفة (على سبيل المثال، تشذيب الشتلات الناشئة، والتطعيم، وإزالة الأنواع الغريبة؛ Rana et al. 2011; figure 11.1). قد يشجع توقيت هذه العمليات وموقعها بعض الأنماط الوراثية على حساب الأخرى. وقد يختار المزارعون البذور من جزء معين من حقولهم التي يعتنون بها خصيصاً لإنتاج البذور، أو من الحقول التي يتم استصلاح التربة فيها، أو يتم إزالة الأعشاب منها بشكل حثيث لإنتاج أفضل للبذور.



الشكل 11.1 توقيت مختلف لانتخاب بذور الأرز في نيبال
(Rana 2004 in Hodgkin et al. 2007, courtesy of Bioversity International)

في حالة الذرة في المكسيك، غالباً ما يتّم الانتخاب بعد الحصاد قبل عملية الدرس، حيث يتّم تخصيص كيزان بكاملها للمحاصيل المستقبلية. ويُستخدم هذا النهج كذلك في حالة الذرة البيضاء أو الدخن اللؤلؤي في مجتمعات زراعية مختلفة في أفريقيا. أشار Gautam et al. (2009) بإنَّ اختيار الجيل القادم من مواد الزراعة في الحقل كان شائعاً في نيبال، سواء في مرحلة انتصاب نباتات المحصول أو في مرحلة الإثمار الأولى، عندما يقوم المزارعون باختيار أفضل النباتات أو أفضل الثمار في الخردل واسع الأوراق (*Brassica juncea*) وقرع الإسفنج (*Luffa cylindrical* L.) والخيار (*Cucumis sativus* L.) للبذور. وفي محاصيل أخرى، مثل القلقاس والفاصولياء، استخدم المزارعون أي مواد تكاثر متبقية بعد الاستهلاك. وأشار Gautam وزملاؤه إلى إنَّ ممارسات المزارعين ترتبط إلى حد كبير بالبيولوجيا التكاثرية للأنواع الرئيسية وإنَّ المزارعين بدوا أكثر حرصاً في انتخاب البذور للمحاصيل المفتوحة التلقيح.

ينطوي تحديد فعاليّة أو أهمية الانتخاب أثناء عملية الحصاد على تجارب مصممة خصيصاً تُظهر العلاقة من جهة بين الممارسات الزراعية المختلفة ذات الصلة ومن جهة أخرى الاختلافين الزراعي الشكلي والجزيئي على مدار عدد من المواسم ونظام الإلقاح ذو الصلة.

في محاصيل البذور الملقحة تلقيحاً خلطياً مثل الذرة أو الدخن اللؤلؤي، قد يكون لتدفق المورثات أهميةً أثناء الإزهار. وقد يهدف انتخاب المزارعين خلال مرحلتي الإنتاج والحصاد إلى مكافحة ذلك التدفق وإعادة التركيب المورثي وذلك لضمان الاحتفاظ بالخصائص المفضلة للصنف. في الكاميرون، وجد Barnaud et al. (2009) إنَّ الانتخاب أثناء الإنتاج والحصاد يحافظ على خصائص الصنف على الرغم من الطبيعة الخارجية للتلقيح ووجود أنواع برّية في حقول المزارعين وحولها.

مستويات الانتخاب وأنماطه

يمكن للانتخاب أن يعمل على عدة مستويات. لقد سلطنا عليه الضوء للتو أثناء عمله في تفضيل مورثات محددة. تحدث عملية الانتخاب كذلك عندما يتم تفضيل خصائص معينة (على سبيل المثال محتوى الحبوب وجودتها، ارتفاع النبات، نضج النبات، الوقت اللازم للإزهار وغير ذلك). في هذه الحالة، تكون المسألة الرئيسية هي الأساس الوراثي للاختلافات بين الأفراد في هذه الخصائص. إذا كانت الخاصية المفضلة موروثة بقوة، فإنَّ المورثات التي ترمز إليها سيزداد تكرارها. وبطريقة مماثلة، يمكن أن يحدث الانتخاب بين جماعات نباتية مختلفة للأنواع أو الأصناف. يعني الانتخاب في هذا المستوى، والمتمثل بتفضيل أحد الجماعات النباتية على أخرى، إنَّ أي اختلافات في تركيب تلك الجماعة الوراثي عن جماعة نباتية أخرى ستزداد في الانتشار داخل النوع. يمكننا أن نتوقع مثل هذه الاتجاهات عندما تكون هناك مصادر مفضلة بشدة للحصول على البذور أو "مزارعو توزيع للبذور" (انظر أدناه). المستوى الثالث من الاهتمام المحتمل هو الانتخاب بين الأصناف. وفي هذا المستوى، قد يخرج صنف بكامله من دائرة ما يفضله المزارعون، وسيتم فقدان أي مورثات خاصة محصورة به.

تذكر نظرية الانتخاب الكثير من الأنماط، بما في ذلك الانتخاب الاتجاهي، والانتخاب التثبتي، والانتخاب التمزقي، والانتخاب الهادف أو غير الهادف، والانتخاب الزماني والمكاني، وغير ذلك من أنماط الانتخاب كما هو وارد في الفصل الرابع. لا يحدث عادةً الانتخاب ضمن جماعة نباتية كنمط وحيد لخاصية وحيدة؛ بدلاً من ذلك، تعمل العديد من الأنماط معاً. وأبرز هذه الأنماط هو النمط الذي يتفاعل فيه الانتخاب الذي يتّبعه المزارعون (ما يُسمى بالانتخاب الاصطناعي) مع الانتخاب الذي تحدده بيئة المزرعة (البيئي أو "الانتخاب الطبيعي"). يختار المزارعون نباتات من الجماعات النباتية، أو من مصادر مختلفة لبذور الجماعة، ويختارون بالفعل أصنافاً مختلفة بناء على ما يرونه أو يعلمون إنَّه قدرة تلك الأصناف على التأقلم مع التحديات البيئية وقدرتها على الإنتاج – تأقلمها مع بيئة المزرعة.

وبقدر ذلك (1) ينعكس اختيار المزارع بصورة جيدة في الأصناف الوراثية لذلك الوضع، و(2) تصبح السمات البيئية لتلك المزرعة مستقرة نسبياً بحيث تتواصل الإنتاجية، فإنَّ مورثات النباتات التي وقع عليها الانتخاب سيزداد كذلك تكرارها. وبهذه الطريقة، يعزّز الانتخاب "الاصطناعي" والانتخاب الطبيعي بعضهما البعض. إنَّ الصنف الذي تمّ انتخابه بسبب تكيفٍ ما يشتهر به أو لغرض ما، ويؤدي بالفعل ما هو منتظر منه، سوف يفيد المزارع والمستقبل التطوري للمورثات التي يحملها. ومن الأمثلة الكلاسيكية على ذلك مورثات التدجين (مثل أصناف الحبوب غير المشطئة) التي تمنح ميزة للمزارع في استبقاء البذور للحصاد، وبالتالي زيادة في تكرار البذور المختارة للزراعة، سواء كان ذلك انتخاباً هادفاً أو غير هادف من جانب المزارعين.

تتّم الزراعة التقليدية في المجتمعات التي تحكمها القرابة أو المكان أو الظروف بدرجات مختلفة. ويتشارك أعضاء المجتمع البذور والمعرفة والتنوع البيئي بدرجات متفاوتة كذلك. والنتيجة هي خليط من عمليات صنع القرار – وضع "متعدد البيئات". ونتوقع أن يحافظ هذا النموذج على التنوع إلى حد أكبر مما لو كانت العادات واللوائح والأسواق والاستخدامات والبيئات موحدة ومطبقة. وهذا يعطي أهمية إضافية لتوثيق تنوع معايير الانتخاب بين المزارعين وقبول إنَّ النمط الوراثي في معظم النظم الزراعية التقليدية لا يناسب جميع المزارعين أو ظروف الإنتاج أو الاستخدامات.

دراسة الانتخاب في النظم الزارعية

في حين إنَّ الطرق التشاركية المختلفة ووصف أهمية العوامل البيئية والاجتماعية والاقتصادية قد توفر مؤشرات للأهمية النسبية للقوى الانتخابية المختلفة في الحفاظ على التنوع في الأصناف التقليدية أو تغييره، فإنَّ هناك حاجةً لإجراء أبحاث يتم التخطيط لها بصورة خاصة لدراسة أهمية الأصناف المختلفة من الانتخاب أو العمليات التطورية الأخرى في تحديد التنوع قيد البحث، والأهمية النسبية لمختلف القوى الانتخابية العاملة، ومراحل إنتاج المحاصيل التي يكون فيها الانتخاب أكثر أهمية. يجب أن تتضمن هذه الأبحاث وصفاً وافياً لعمليات الحفاظ على الأصناف لمجموعة مختارة من الأصناف مع بيانات زراعية شكلية وجزيئية يتم جمعها بطريقة تسمح بتمييز ودراسة تأثير مختلف القوى التطورية. يوفر المربع (11.1) مثالين على الأبحاث التي تمّت فيها دراسة تأثيرات الانتخاب على التنوع بشيء من التفصيل.

المربع 11.1 تحليل لانتخاب الشعير في سردينيا والدخن اللؤلؤي في النيجر

أ. التركيب الوراثي للأصناف التقليدية من الشعير في سردينيا

تـمّ دراسـة حـالات اختـلال التـوازن الارتباطـي ثنائـي المورثـات متعـدد الموضـع المورثـي وبُنيـة الجماعـة النباتيـة لتلـك الحـالات في 11 جماعـة بلديـة مـن الشـعير (*Hordeum vulgare*) في سردينيـا، وذلـك باسـتخدام 134 واسـمة غالبـة مضخّمـة متعـددة الأشـكال بسـيطة السلسـلة. وأظهـر تحليـل التبايـن الجزيئـي لهـذه الواسـمات إلى إنَّ الجماعـات النباتيـة كانـت مختلفـة بصـورة جزئيـة (GST = 0.18) ومتجمعـة في ثـلاث مناطـق جغرافيـة. وأشـار تقسـيم الارتباطـات متعـددة الموضـع الصبغـوي إلى مكونـات مختلفـة إلى أنَّ الانحـراف الوراثـي وتأثـير المؤسـس قـد لعبـا دوراً رئيسـياً في تحديـد التركيـب الوراثـي الـكلّي للتنـوع في هـذه الجماعـات النباتيـة، ولكـن أشـار أيضـاً إلى إنَّ التجانـس التفوّقـي أو الانتخـاب التنويعـي كان موجـوداً أيضـاً. وأشـارت تحليـلات البنيـة متعـددة الموضـع المورثـي في هـذه الجماعـات البلديـة مـن الشـعير إلى اختـلاف بنيتهـا الوراثيـة عـن بنيـة الجماعـات النباتيـة مركبـة التهجـين وبنيـة الجماعـات النباتيـة الطبيعيـة في الشـعير الـبري (Rodriguez et al. 2012).

ب. انتخاب الدخن اللؤلؤي ذو الإزهار المبكر في النيجر

تـمّ جمـع عينـات مـن الدخـن اللؤلـؤي في عـام 2003 مـن 79 قريـة في عـدة مناطـق إنتـاج مـن البـلاد ومقارنتهـا مـع عينـات جُمعـت في عـام 1976 مـن حيـث أسـماء الأصنـاف والسـمات الشـكلية والواسـمات الجزيئيـة. وعـلى الرغـم مـن الضغـوط الاقتصاديـة والاجتماعيـة الكبـيرة التـي طـرأت عـلى مـدى أكثـر مـن 25 سـنة، لم يكـن هنـاك أي دليـل عـلى فقـدان التنـوع في البـلاد. في الواقـع، تبـيّن إنَّ عـدد أسـماء الأصنـاف قـد زاد بشـكل كبـير، كـما تّـم اكتشـاف وجود كميـات مماثلـة مـن التنـوع الجغـرافي الزراعـي الوراثـي. وكان التغيـير الرئيـسي في تكـرار المورثـات المرتبطـة بالإزهـار المبكـر. أُشـير إلى أن ذلـك يعكـس زيـادة الضغـوط المناخيـة في المنطقـة. فبالمقارنـة مـع عينـات عـام 1976، أظهـرت العينـات التـي جُمعـت في عـام 2003 دورة حيـاة أقـصر، وانخفـاض في حجـم النبـات وسـنبلته. وازداد تكـرار الأليـل المزهـر المبكـر في موضـع PHYC بـين عامـي 1976 و2003. وتجـاوزت الزيـادة تأثـير الانحـراف الوراثـي وأخـذ العينـات، ممـا يشـير إلى وجـود تأثـير مبـاشر لانتخـاب البـذور التـي تتمتـع بالإزهـار المبكـر عـلى هـذا المـورث. وخلـص المؤلفـون إلى إنَّ الجفـاف المتكـرر قـد أدّى إلى انتخـاب الإزهـار المبكـر في هـذا المحصـول السـاحلي الرئيـسي (Vigouroux et al 2011b ; Bezançon et al. 2009).

أنماط توريد البذور: "نظام البذور"

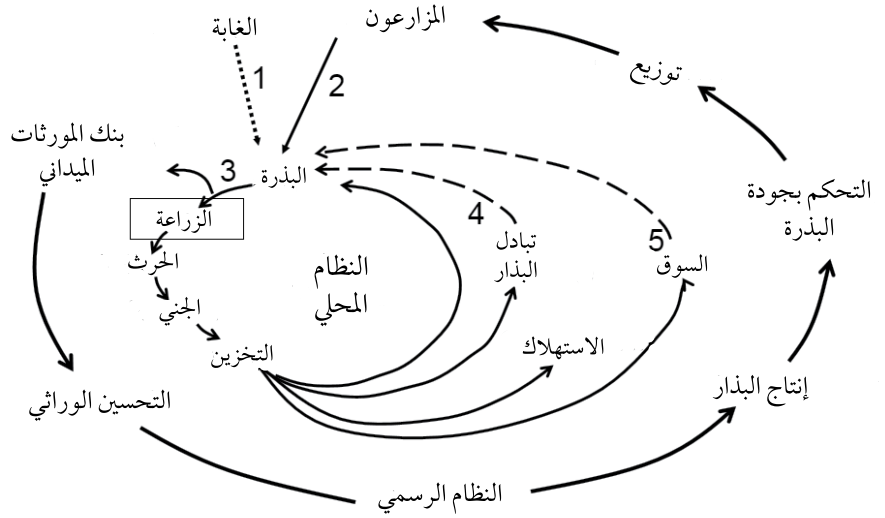
يُسـهم تحليـل أنظمـة البـذور وشـبكات تبادلهـا بصـورة جوهريـة في فهـم العوامـل التـي تسـهم في الحفـاظ عـلى التنـوع أو تحـد منـه. مـن الناحيـة المثاليـة، ينطـوي التحليـل عـلى فهـم مـا يـلي:

1. هويات وكميات أصناف متنوعة من المحاصيل المختلفة التي يحافظ عليها المزارعون الأفراد ونسب البذور المحفوظة مقابل البذور التي يتم تبادلها
2. طبيعة ونطاق علاقات تبادل البذور بين المزارعين أو المجتمعات، والطرق التي تعمل بها في مختلف المحاصيل أو الأصناف.

قام Hodgkin et al. (2007) بمراجعة شاملة لنظم بذور المحاصيل، كما قام (Pautasso et al. 2013) مؤخراً جداً بمراجعة شبكات تبادل البذار. وقد وصفت الفصول السابقة، ولا سيما الفصل الثامن، بعض سمات أنظمة توريد البذار ذات الأهمية بالنسبة للأصناف التقليدية. هذا وقد ناقش (Hodgkin et al) الطرقَ التي أسهمت فيها سماتٌ مختلفة لنظم البذار في تدفق المورثات، والهجرة، والانتخاب، والتهجين، مشددين على أهمية الحفاظ على مستويات عالية من التنوع في نظم البذار مع ضمان وجود أصناف محددة لتلبية احتياجات المزارعين. وأكّد (Thomas et al. 2011) في معرض بحثهم على الروابط بين العوامل الاجتماعية والثقافية للسمات الوراثية في نظم البذار وتأثير هذه العوامل في الحفاظ على أنواع المحاصيل التقليدية. ودعا (Pautasso et al. 2013) إلى استخدام مجموعة من الأساليب المختلفة لتحليل أنظمة البذار. هذا وتشمل هذه الدراسات كلًّا من الدراسات العرقية والوصفية، والعمل التشاركي مع المزارعين، والتحليلات البيئية الجغرافية، والدراسات التجريبية (إطلاق البذار)، والتحقيق في الارتباطات، والتحليلات السابقة. ومن الممكن أن تكشف كل هذه النُّهُج، مقترنة بالدراسات الوراثية المناسبة والمعلومات المأخوذة من المصادر البيئية والاجتماعية والاقتصادية والثقافية، عن الطرق التي يسهم بها نظام البذار في الأنماط الملحوظة للتنوع المحصولي والصنفي والتنوع الوراثي.

وفي حين إنَّه عادة ما يتّم شراء الأصناف الحديثة من مصادر محددة (شركات البذار، والموردين الحكوميين، أو الموردين المحليين الخاصين)، إلا إنَّه عادة ما يحتفظ المزارعون بالأصناف التقليدية التي يزرعونها من سنة إلى أخرى، أو يتّم الحصول عليها من الأسواق المحلية. وغالباً ما يُشار إلى موردي البذار التجاريين والمصادر الحكومية باسم «نظام البذار الرسمي»، بينما يكون احتفاظ المزارعين بالبذار والتبادلات التي تحدث بين المزارعين الأفراد أو التي يتم فيها إشراك الأسواق المحلية هو ما يتّم وصفه على أنه "نظام البذار غير الرسمي" كما هو موضح في الشكل (11.1)، مع العلم أن النظامَين غير منفصلين تماماً. يقوم العديد من المزارعين بحفظ وتبادل بذور الأصناف التي نشأت ضمن النظام الرسمي كأصناف جديدة محسنة، والتي أصبحت هجينة مع مرور الوقت (بدقة من Bellon and Risopoulos 2001). وبالمثل، غالباً ما تباع الأصناف التقليدية الشعبية من قبل بائعي البذار التجاريين في الأسواق المحلية أو أسواق المنطقة.

وتلعب شبكات تبادل البذار دوراً مركزياً في الحفاظ على الأصناف التقليدية. كونها تساعد المزارعين على تحقيق هدفهم المتمثل في الحصول على ما يكفي من بذار الأصناف المفضلة لديهم في الوقت المناسب (Weltzien and vom Brocke 2001)، كما تسمح لهم بالوصول إلى بذار الأصناف التي ربما كانوا قد خسروها، وتساعدهم أيضاً في الحصول على أصناف جديدة تناسب الظروف أو الاحتياجات المتغيرة. وتسهم شبكات تبادل البذار أيضاً في تدفق المورثات والهجرة، وتعرض الأصناف إلى بيئات الإنتاج الجديدة والتقلبات، إلى حد ما على الأقل، مع تنمية المجموعات الفرعية التي ينفرد بها المزارعون الأفراد.



الشكل 11.2 أنظمة المزارعين المحلية والرسمية لمخزون البذار: نظامان متوازيان يعملان مع وجود تداخل نسبي بسيط (معدّل عن Almekinders and de Boef, Encouraging Diversity: The conversation (and Development of Plant Genetic Resources, courtesy of Practical Action Publishing

يوفر تحليل الشبكة وسيلة لاستكشاف طبيعة وديناميكية المحافظة على الأصناف من قبل المزارعين والمجتمعات. ويمكن اعتبار شبكة البذار بمثابة مجموع العمليات التي تضمن استمرار صيانة وتوفر الأصناف التقليدية في منطقة ما. ويشمل ذلك الحفاظ على الأصناف الفردية من قبل المزارعين الذين يحتفظون بذارهم الخاص، ونقل البذار من خلال التبادل، أو البيع والشراء، أو الهدايا، أو المقايضة. وفي حين يكون التبادل أو المقايضة عادة بين مزارعين أفراد، إلاّ إنَّ البيع والشراء قد يشمل الأسواق المحلية أيضاً. وفي العديد من المجتمعات، تعتبر هدايا البذار جزءاً مهماً من الثقافة المحلية، وغالباً ما تكون جزءاً من الزيجات أو الأحداث الكبرى الأخرى.

ويمكن أن يكون النطاق الجغرافي لشبكات تبادل البذار كبيراً، وذلك اعتماداً على عوامل مثل الاختلاف البيئي، والتكيف بين مختلف الأصناف، ودرجة التواصل بين المجتمعات. قد تكون العوامل البيئية الجغرافية أو البيئية أكثر أهمية في المناطق الكبيرة، بينما قد تلعب الجوانب الاجتماعية والثقافية الجزء الأكثر أهمية على المستوى المحلي. في الممارسة العملية، يحدث معظم تبادل البذار داخل المجتمعات أو بين المجتمعات المجاورة التي تنطوي على مسافات تقل عن 10 كم (Chambers and Brush 2010). ومع ذلك، قد يحدث التبادل عبر مناطق أكبر بكثير. تم نقل أصناف البطاطا في بيرو بين مناطق مرتفعة مختلفة كجزء من نشاطات الإنتاج والإدارة التقليدية (Zimmerer 1996). قال Valdivia (2005) إنَّه تّم نقل درنات البذور من النوع Oca Isleño بين مراكز متنوعة في بيرو وبوليفيا وإنَّ الصنف ذاته كان يباع في أسواق تفصل بينها مسافة تتجاوز 800 كم.

ونظراً لإنَّ كمية المعلومات التي يجب الحصول عليها في تحليل نظم البذور يمكن أن تكون كبيرة، فمن المحتمل أن يتّم جمعها على مجموعة فرعية واحدة فقط من إجمالي تنوع المحاصيل في أي مجتمع، عندها ستكون هناك حاجة لاستراتيجية مناسبة لأخذ العينات، استراتيجية تركز على المكان الذي يبدو إنَّه من المرجح أن يكون نظام البذار فيه عاملاً رئيسياً في تحديد أنماط التغير الملحوظة. يجب وضع استراتيجية أخذ العينات من أجل اختبار أو تأكيد نتائج المقابلات والمناقشات الجماعية الموضحة في الفصول السابقة. وستكون هناك حاجة إلى التحليلات الوراثية للعينات المختلفة من البذور لاستكشاف الأهمية النسبية لمختلف القوى التطورية. وتلخص الفقرات التالية بعض أهم الاعتبارات.

تختلف نشاطات الحفاظ على البذار وتبادلها اختلافاً واضحاً تبعاً لاختلاف المحاصيل. وتُعتبر أهمية المحصول بالنسبة لسبل معيشة المزارعين وأمنهم الغذائي واحدةً من الاعتبارات الرئيسية. ويبدو إنَّ نُظمَ البذار الأكثر تطوراً وتعقيداً ترتبط إلى حد كبير بالمحاصيل الرئيسية مقارنة بالمحاصيل الثانوية، التي يمكن للمزارع أن يتحمل تكاليفها إنْ جعلَها خارج خططه الإنتاجية للموسم إذا لم تتوفر البذار. كما ويعتبر نظام الانتاج وطريقة انتشاره أيضاً من الاعتبارات المهمة، حيث تحتاج محاصيل التلقيح الخلطي إلى انتخاب هادف مستمر للحفاظ على خصائصها مقارنة بالمحاصيل ذاتية التلقيح أو المحاصيل التي تّم إكثارها بالاستنساخ. وهنا يمكن للمرء أن يتساءل ما إذا كانت شبكات البذار الخاصة بمحاصيل التلقيح الخلطي مرتبطة بمصادر إمدادات أقل إنَّما أكثر أمناً (مثل المزارعين الموردين) وتلك الخاصة بالمحاصيل ذاتية التلقيح مع عدد أكبر من المبادلات الفردية. كما ستكون كمية البذار المطلوبة من المتغيرات المهمة، والتي تعكس كلاً من خصائص إنتاج البذار للمحاصيل (أعداد البذور لكل ثمرة) والمنطقة التي سيتم استخدامها للمحصول. كذلك ستكون السمات الاجتماعية والثقافية بالغة الأهمية. يتّم في بعض الثقافات إعطاء أنواع معينة كهدايا في مناسبات مهمة (مثل الزواج) ولا يمكن إعادة عرضها بشكل عرضي من قبل أي مصدر مناسب.

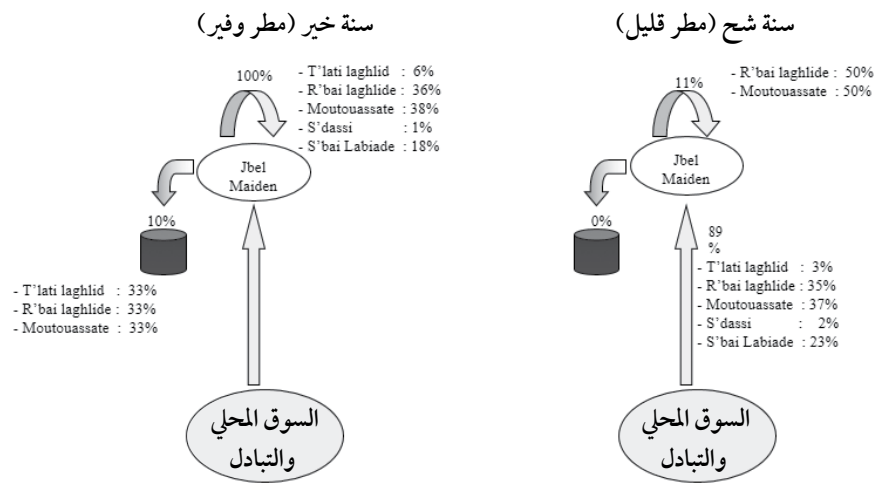
عادة ما يتم تحديد خصائص أي شبكة من خلال تحليل كميات التبادل داخل المجتمع، والتكرار النسبي للتبادل مقارنة باستخدام البذار المدَّخرة، ومصادر البذار التي يستخدمها المزارعون عند الحصول على البذار. وفي العديد من المواقف، يكون أفراد العائلة من المصادر المفضلة، يليهم الجيران وأفراد آخرون في العائلة والأسواق المحلية. يمكن استكمال البيانات الخاصة بكميات التبادل لمختلف الأصناف باتباع أنماط التبادل وتعقب مصادر البذار التي يستخدمها عينة من المزارعين في المجتمع. يَسمح مثل هذا التحليل للشخص بتطوير صورة شاملة للشبكة وتحديد الأهمية النسبية لمختلف المورّدين ومدى وجود شبكة معقدة واحدة أو

مجموعة مجزأة من الشبكات المختلفة (Subedi et al. 2003). ومن الواضح إنَّ أي دراسة يجب أن تكون حساسة تجاه مشاكل تحديد الأصناف والأسماء كما تم مناقشته في الفصل الخامس، وخاصة عندما يميل المزارعون إلى إعادة تسمية الأصناف التي حصلوا عليها من أماكن أخرى.

وفي حين قد تكون نسبة البذور المتبادلة منخفضة جداً في سنة ما ولا تشمل سوى مجموعة صغيرة من المزارعين، إلا إنَّه ومع مرور الوقت، قد يشارك عدد كبير من المزارعين في بعض عمليات تبادل بعض أصنافهم عاجلاً أم آجلاً. وهكذا وجد Baniya et al (2003) إنَّه في حين إنَّ 90 % من المزارعين احتفظوا ببذار الدخن الإصبعي في سنة معينة، فإنَّ نحو ٨٠ % قاموا بتغيير بذارهم في وقت ما، ومعظم هذا التغيير حدث بعد ما يقارب حوالي ثلاث سنوات. وبمرور الوقت وحتى مع التبادل المحدود إلى حد ما، لُوحظ انتشار بعض الأنواع على نطاق واسع من خلال الشبكة غير الرسمية. وبعد خمس عشرة سنة من تقديم صنف جديد من الأرز لمُزارع وواحد، وُجِدَ إنَّ 73 % من المزارعين في الجزء الغربي من غانا قد قاموا بزراعته (Marfo et al. 2008).

ويمكن أن تكون التقنيات الإحصائية الكلاسيكية مثل التراجع المتعدد (انظر الفصل التاسع) أو الإحصاء (انظر الفصل السادس) مفيدة في بعض الحالات لتوضيح الارتباطات بين أنظمة البذار والعوامل الأخرى. ومع ذلك، وفي كثيرٍ من الأحيان قد تكون بيانات نظام البذار غير دقيقة، أو قد يكون للأسر مُلكية جزئية فقط لنوع معين من مصادر البذار أو نظام تبادل البذار. إنَّ طريقة التحليل المنظم للتعامل مع مجموعات البيانات غير الدقيقة (مثل النسبة المئوية لمصدر البذار) والتي تسمح بالمُلكية الجزئية هي «منطق ضبابي»، حيث تُسمى المجموعات الجزئية أو غير الدقيقة «مجموعات ضبابية» (Baldwin 1981). قد تتعامل هذه الطريقة مع البيانات التي قد لا تنتمي بكاملها لمجموعة أو أخرى. ويمكن إعطاء نسب مختلفة من العضوية لمجموعات مختلفة، نسب تتراوح من عضوية كاملة (استخدام البذار الخاصة بها دائماً على سبيل المثال) حتى العضوية الجزئية (مثل استخدام الشخص للبذار الخاص به بنسبة 30 % من الوقت) وصولاً إلى عدم عضوية (مثل عدم استخدام الفرد لبذاره الخاص).

ويتوجب إجراء تحليل نظم البذار في أي مجتمع كل عدة سنوات إن أمكن ذلك. ففي أعوام الخير يقل احتمال تبادل المزارعين للبذار، بينما في سنوات الشح، حين تكون المحاصيل ضعيفة، قد يحتاج المزارعون إلى الاعتماد وبشكل كبير على مصادر التوريد الجديدة. وفي حال كان المجتمع بأكمله قد مرّ بعام صعب، فإنَّه سوف يحتاج إلى استخدام الأسواق المحلية أو البحث عن البذار في المجتمعات الأخرى الشكل (11.3).



الشكل 11.3 تصميم أنماط لتدفق بذار أصناف مختلفة من حبوب الفابا في قرية مغربية وذلك في سنة شح وسنة خير (مقتبس من Sadiki et al, 2005, courtesy of IPGRI)

إنَّ ما تمّ ملاحظته من العمل في المغرب هو ميل المزارعين إلى استخدام نفس الأصناف في سنوات الخير أو سنوات الشح؛ وما يتغير فقط هو مصدر الأصناف فقط، من المصدر الشخصي إلى السوق (Sadiki et al. 2007). وقد يكون بعض المزارعين في بعض المجتمعات مصدراً مشتركاً لبذار عدد من الأصناف المختلفة للمزارعين الآخرين (Subedi et al. 2003). وقد تّم تحديد هؤلاء كمزارعين موردين (انظر أيضاً الفصل الثامن)، وقد يتغيرون هم أيضاً من سنة إلى أخرى. ومن شأن كلٍّ من هاتين الظاهرتين أن تؤثر في الأنماط الملاحظة للتنوع الوراثي.

إنَّ عمليات شبكة البذار، والتوازن بين الحفاظ على البذار من قبل المزارعين الأفراد وتبادلها، وأنماط التبادل، والاختلافات المُلاحظة من سنة إلى أخرى، هي بشكل واضح العوامل الرئيسية المحدِّدة للسمات الملحوظة لحفظ التنوع ومدى وتوزيع التنوع الوراثي. فهي تؤثر في الهجرة، وتدفق المورثات، والانتخاب، وحجم المجموعة النباتية بطرق مختلفة.

وحيث يحتفظ المزارعون ببذورهم الخاصة من سنة إلى أخرى، فإنَّ المجموعات الفرعية للأصناف من شأنها أنْ تميل إلى أنْ تكون ثابتة مع خصائص تعتمد على الطرق التي يدير بها المزارعون الأفراد موادهم، والسمات المحددة التي يفضلونها، وطبيعة أراضيهم. إنَّ تبادل البذار هو شكل من أشكال هجرة مجموعة ما إلى منطقة أخرى. وحيثما يكون المزارعون العقديين مصدراً مهماً، سيكون هناك ميل لنمو نفس الصنف في مجموعة مواقع مختلفة، وبالتالي ستكون

الهجرة مصحوبة بعملية تجانس. وفي حال لم يكن الاستبدال مكتملاً - أي بمعنى آخر، في حال كان المزارعون يحصلون على بعض البذار الجديدة ويخلطونها مع بذارهم الخاص- قد يحدث تدفق للمورثات في السنة التالية نتيجة للتهجين. وسيترافق هذا الأمر مع إعادة التركيب، وإنشاء توليفات جديدة من المورثات وأنماط وراثية جديدة يستطيع المزارعون من خلالها انتخاب أنواعهم المفضلة. وبالمثل، فإنَّ سنوات الشّح، التي يتعين فيها على أغلبية المزارعين في المجتمع المحلي الحصول على البذار من الأسواق المحلية، ستخلق أيضاً مجموعة صنفيه متماثلة، ويمكن أن يتم على مدار السنوات المتتالية خلق مجموعات جديدة من هذه المجموعة الصنفية من خلال الانتخاب الفردي الذي يقوم به المزارعون.

إنَّ المناقشة أعلاه هي الأكثر ملاءمة لأنواع المحاصيل المنتشرة على نطاق واسع في أي منطقة. وكما لُوحظ في الفصول السابقة، فإنَّ مزارعاً أو اثنين فقط وفي مناطق صغيرة يحتفظون بالعديد من الأصناف (ما يزيد غالباً عن 50 %). ومن المحتمل أن تكون أهمية تبادل بذار هذه الأصناف منخفضة، لكن الدراسات المتعلقة بتبادل الأصناف لم تميّز بشكل عام بين الأصناف التي تُزرع على نطاق واسع وبين الأنواع النادرة.

إنَّ الأصناف المذكورة على إنَّها أصناف فرعية والتي يتبادلها المزارعون بين الحين والآخر، قد يُنظر لها على إنَّها مجموعات أحادية- أي مجموعة من النباتات من الصنف نفسه والمنفصلة مكانياً وتتفاعل على مستوى ما (انظر على سبيل المثال Slatkin 1977). هناك اهتمام متزايد باستخدام المجموعات الأحادية لتحليل أنماط توزيع التنوع الوراثي في أصناف المحاصيل. ويبدو إنَّ الأنماط المستمرة المنقرضة محلياً والمتبوعة بأنماط جديدة تشير إلى إنَّ النُّهُج التي تتبع المجموعات الأحادية قد تكون ذات أهمية خاصة. ومع ذلك، فإنَّه وكما لاحظ (van Heerwarden et al. 2010)، هناك القليل من البيانات المتاحة من النوع اللازم لتعديل النُّهج المتعلقة بالمجموعات الأحادية بما يتناسب مع واقع إدارة المزارعين لتنوع المحاصيل. لذلك فإنَّهم يقترحون إنَّه يجب أنْ تميّز الدراسات بين الاستبدال، ومقدار الهجرة، وتكرر الهجرة، كما يجب أن تتضمن، فيما يتعلق بالمحاصيل ذات التلقيح الخلطي، دراسات صريحة عن تدفق غبار الطلع وأثره.

الأبعاد الاجتماعية والمكانية والزمانية للأصناف التقليدية والنظام البيئي الزراعي

من شأن الأبعاد المكانية والزمانية والمجتمع وقرارات المزارعين الأفراد أن تؤثّر بالتنوع الموجود ضمن وبين أنواع المحاصيل. وسيتم في هذا القسم النظر في بعض جوانب وجهات النظر هذه الأوسع نطاقاً، واقتراح بعض أساليب تحليلها.

الأبعاد الاجتماعية

هنالك العديد من القرارات التي تؤثّر على حفظ التنوّع والتي لا يتّم اتخاذها من قبل المزارعين كأفراد بل من قبل المجتمع ككل. وتتضمن هذه القرارات تلك التي تؤثّر على إدارة موردٍ ما حيث يحتاج المجتمع كلّه الوصولَ إليه وحيث قد يكون هنالك عملٌ جماعي (انظر الفصل الثامن). وفي مناطق زراعة الأرزّ عادة ما تتضمّن هذه القرارات تلك التي تعكس أو تتعلّق بإدارة الموارد المائية. وبالتالي، وفي أجزاء من سيرلانكا حيث يتّم توفير المياه من بحيرات صناعية (تُسمّى خزانات صغيرة)، يتحدّد مقدار الأراضي المستخدمة لزراعة الأرزّ من خلال العمليّات الاجتماعية الراسخة التي تأخذ في الاعتبار توفّر المياه المتوقّع في فصل الزراعة التالي (Shah et al. 2013). ويمكن لهذا بدوره أن يؤثّر على تخصيص الأراضي للمحاصيل. ومن الأمثلة الأخرى عن النشاطات الجمعيّة التي يمكن أن تؤثّر على قرارات المزارعين الفردية هو تخصيص الأراضي في ظلّ نُظم زراعية متبدّلة، والوصول إلى الغابات للحصول على منتجات الغابة الطبيعيّة التي يمكن أن تكون مكمّلة لسُبل العيش، وإدارة المياه (على سبيل المثال، Swallow et al. 2001). ويمكن لهذه النشاطات أن تؤثّر بدورها على توفّر الأرض والجهد، وتؤثّر بذلك على المحاصيل والأصناف التي تُزرع.

الأبعاد المكانية

إنَّ التقدير والفهم الكامل لأنماط توزيع التنوّع الوراثي للمحاصيل عادةً ما يتضمّن تقديراً لأبعاد المشهد ككل، أي المنطقة الأوسع من تلك التي يحدّها مجتمع أو قرية معيّنة (McNeely and Scherr 2002). ويمكن اعتبار المشاهد الطبيعية مناطق تتشارك عدداً من الصفات أو المميزات وهي أكبر من القرى والمجتمعات المفردة. ويمكن ربطها بالمساقط المائية أو غيرها من المميزات الجغرافية واسعة النطاق. إنَّ الميزة الهامّة لمنهج المشهد الطبيعي الريفي هو الاعتراف بقيمة اكتشاف جوانب مكانية أكبر من المزرعة أو القرية.

عادة ما تكون المشاهد الطبيعية فسيفساء لمختلف ممارسات ومميزات استخدام الأراضي. وقد تتضمّن أنواعاً مختلفة من الإنتاج على ارتفاعات مختلفة أو في مناطق مختلفة. ومن المحتمل أن تتضمّن المشاهد الطبيعية تنوعاً أكبر من ذلك الموجود في أي قرية أو مجتمع واحد فيما يتعلّق بتوفّر المياه وأنواع التربة وغيرها من الجوانب الفيزيائية مثل الارتفاع والميل. وبالتالي فإنها تحتوي تنوعاً أكبر من الأصناف المُتكيّفة مع مختلف الظروف. كما إنَّها تشمل مناطق إنتاج مُخصصة مثل الحدائق المنزلية (على الرغم من إنَّها مهمّة على مقاييس القرية والمزرعة أيضاً) ومناطق الغابات والأراضي غير المنتجة والممرات المُشاطئة والطرقات والمسارات. وتؤمّن هذه

المناطق بيئات يمكن أن يتعايش فيها التنوّع الحيوي المختلف مع الأصناف التقليدية ويتمّ توفير خدمات النظام البيئي المهمّة مثل التلقيح، والمضيفات البديلة للآفات والأمراض، والأعشاب الضارّة، والأقارب البرية للمحاصيل وغيرها.

قد يترافق التنوّع المتزايد في السمات البيئية التي تميّز مسطحاً ما من المسطحات الخضراء مقارنة بمزرعة أو مجتمعٍ ما مع تنوّع متزايد في مجال المتغيرات الاقتصادية الاجتماعية مثل العرق ومستوى الدخل والمحاصيل والأصناف المزروعة أيضاً. ونجد مثالاً جيداً في مختلف المحاصيل والأصناف المرتبطة بالمرتفعات في المشاهد الطبيعية في الأنديز (Brush 2000). ولا يقتصر الأمر على زراعة محاصيل معيّنة في ارتفاعات مختلفة، بل تتغير الأصناف أيضاً. ويتناقض هذا مع حالة الذرة الموصوفة في يوكاتان، حيث كان التنوّع الموجود في قريةٍ واحدة يمثّل المنطقة ككل (الفصل الخامس). وبالضرورة فإنَّ التحليلات على مستوى المشهد الطبيعي الريفي تتضمّن على الأرجح مستوى مختلف من التفاصيل أكثر من تلك المعنيّة بمجتمعات ومزارع محددة، ويجب أن يكون هنالك تفكّر دقيق بالمعلومات التي تستحقّ الجمع وكيفية جمعها. على أيّة حال، بوجود تقنيات جمع العينات الطبقية المناسبة فيمكن لدراسات المشهد الطبيعي الريفي أن تُظهر الأنماط والتوجهات التي قد لا تكون واضحة على المستويات المحليّة، كما يوضّح Zimmerer (2003a) بالنسبة للبطاطا والألوكوس في منطقة الأنديز، وBezançon et al. (2009) بالنسبة للذرة البيضاء والدخن اللؤلؤي في نيجيريا، والذرة في تشيباس في المكسيك (Brush and Perales 2007).

وعلى نطاق المشهد الطبيعي الريفي، من المحتمل إنَّ العمليات التطوريّة ذات الأهمية الكبرى تتضمّن الانتخاب وتدفق المورثات والهجرة الوراثية. وقد يصبح اكتشاف عملية الانتخاب أمراً أكثر تعقيداً حيث يسعى مختلف المزارعون في مختلف المجتمعات للوصول إلى أهدافٍ مختلفة ويتعاملون مع تنوّعٍ كبير في الظروف. وقد ينعكس تدفق وهجرة المورثات في عمليات الخلط حيث تتشارك المجتمعات الموادَ في الأسواق أو في أجزاءٍ أخرى من أنظمة البذور. وقد يحدث تدفق المورثات كنتيجة للتلقيح الخلطي أيضاً، لكنّه من المحتمل أن يكون سمةً محليّة أكثر من كونها على مستوى المشهد الريفي الكلّي.

كما إنَّ نطاق وجهات النظر مهمّة أيضاً في استكشاف أنماط التنوّع في أنواع مختلفة من أنظمة الإنتاج. تعتبر الحدائق المنزلية التي تحيط بالمنزل والزراعات المتنقّلة مثالين مختلفين للمقاييس. فالحدائق المنزلية تُعدّ سمة مهمّة للعديد من أنظمة الإنتاج حيث يتّم الحفاظ على مقادير كبيرة من التنوّع (من حيث الأصناف والأنواع) (Eyzaguirre and Linares 2004). فهي عبارة عن أنظمة بيئية زراعية معقّدة ومتعددة الطبقات حيث تجمع الأشجار والشجيرات

وأنواع الطبقة السفلية مثل الخضروات والأعشاب والنباتات الطبية في منطقة صغيرة واحدة. وتلعب النساء في العديد من المجتمعات دوراً هاماً في إدارة الحدائق المنزلية. وغالباً ما تتميز المحاصيل الموجودة في الحدائق المنزلية بجماعات صغيرة الأحجام مقارنة بتلك الموجودة في الحقول الصالحة للزراعة. فالقليل من النباتات يمكن أن تُزرع من أيّ من المحاصيل. كما إنَّ التعاقب مهمّ أيضاً، والأرض المتوفّرة في حالة استخدام دائم لأحد المحاصيل أو آخر. وتتميّز الحدائق المنزلية بأصنافٍ قليلة لأيّ من المحاصيل ضمن أيّ حديقةٍ منزلية محددّة، لكنّها غنيّة جداً بمختلف الأنواع (Galluzzi et al. 2010). وبينما قد تكون أحجام الجماعات صغيرةً جداً ومن المحتمل أن تكون الأصناف عُرضةً للانحراف الوراثي، فالتنوّع الكلّي لأحد المحاصيل في مجموعة من الحدائق المنزلية قد يكون كبيرا».

ومن نطاقٍ مغاير فإنَّ الزراعة المتنقّلة تؤمّن نظام إنتاج آخر غنيّ بالتنوّع الوراثي وتنوّع المحاصيل، مع وجود ممارسات إدارية معقّدة كما تقدّم في الفصل السادس. بينما تُعتبر في بعض الأحيان من الممارسات "المُتقادمة تاريخياً"، يُقدّر وجود ملايين من المزارعين حول العالم ممن يستخدمون نوعاً من الزراعة المتنقّلة ليحققوا جزءاً على الأقل من احتياجات الإنتاج لديهم (Cairns and Garrity 1999). وقد تتضمّن ممارسات الزراعة المتنقّلة الاستخدام المؤقّت للأراضي المتاخمة لمناطق إنتاج المحاصيل (غالباً ما تكون أطراف الغابات) من أجل محاصيل محدّدة. ففي سيريلانكا، يوجد محاصيل سريعة النمو يمكن تسويقها بسرعة من أجل تأمين مصدر مالي للعائلة. وعلى الجانب المقابل، وبالأخصّ في أجزاء من آسيا مثل شمال شرق الهند أو شمال تايلاند، نجد إنَّ الأنظمة متطورة للغاية وتتّم إدارتها بعناية. ومن المرجّح أن تُقلل الزراعة المتنقّلة من احتمال انتقاء بيئات إنتاج محددة لإنَّ الأرض المُستخدمة تتغير باستمرار. ومن ناحية أخرى، فإنها تُفضّل الأصناف التي تتطلب الحد الأدنى من مستلزمات الزراعة وتتنافس بشكل جيد مع الأنواع الأخرى في الأراضي التي تمّ تهيئتها مؤخراً. وغالباً ما يتمّ توزيع الأراضي بشكلٍ جماعي تقريباً أو بتوجيه من الزعيم المحليّ، وهي حالاتٌ قد تميل أيضاً إلى تفضيل الأصناف المتأقلمة على نطاق واسع وقد تقلل احتمال ظهور جماعات فرعية محدّدة ذات خصائص محددة.

الأبعاد الزمانية

وكما إنَّ التركيب الوراثيّ لجماعات النبات في حالة تغيّر وتطوّر مستمرّ، فكذلك الأمر بالنسبة للبيئة الزراعية. فالعديد من جوانب البيئة ستختلف من موسمٍ إلى آخر. حيث ستشمل جماعات العوامل الممرضة في العام القادم أنواعاً ممرضة مختلفة بتردّدات متغيّرة، أو

سيكون هنالك تغيّر ملحوظ في انتشار الآفات. وقد يتغيّر مستوى خصوبة التربة أو ملوحتها أو حموضتها، وذلك مع احتمال تغيّر العديد من المتغيرات المناخية مثل معدل الهطول المطري والحرارة. ويجمع مثل هذا التنوّع تأثيرات التغيرات المباشرة (الاحتباس الحراري على سبيل المثال) والتغيرات الدورية (مثل مواسم إل نينو ولا نينا) مع تقلباتٍ عشوائية. وتتعايش جماعات النبات مع الظروف المتغيّرة إمّا من خلال التنوّع الوراثي (بعض الأنماط الوراثية ذات تكيّف خاص) أو من خلال مرونة النمط الوراثي (بعض الأنماط الوراثية أو الأصناف لها القدرة على الاستمرار والإنتاج رغم البيئة المتغيّرة).

تُساهم العوامل الاقتصادية والاجتماعية أيضاً في خلق أوضاعٍ متغيرة للمزارعين. وقد يؤدي بعضٌ من هذه المتغيرات لتقلباتٍ سنويّة أو دورية تميل لتفضيل مرونة النمط الوراثي. وقد قام Labeyrie et al. (2014) مؤخراً بتحليل التفاعل الحاصل بين السمات الوراثية والبيئية والاجتماعية، مما يوضّح إنَّه من الضروري الجمع بين التحليلات الاقتصادية الاجتماعية والثقافية مع الدراسات الوراثية والبيئية. وسيكون للتغيرات الأخرى، مثل نقص توفّر العمالة أو قلّة المعرفة المرتبطة بإدارة الأصناف التقليديّة، تأثيرٌ أكثر استمراراً ويمكن أن يرتبط بتغيير خصائص الأصناف مثل التكيّف مع عدد أقلّ من تدخلات الفلاحين.

تتميّز الأصناف التقليدية بفعالية مستمرّة وتتغيّر مع الوقت كنتيجةٍ لتأثيرات الانتخاب والتدفق الوراثي وغيرها من القوى التطورية. ويشمل فهم الطبيعة الديناميكية لهذه الأصناف الدراسات المُصمَمَة للاستمرار على فترات زمنية أطول وأقصر. ويمكن أن يحصل التغيّر ضمن الأصناف ومن خلال استبدال أحد الأصناف بآخر. وهنالك جوانب قصيرة الأمد وجوانب طويلة الأمد لهذه التغيرات. فعلى المدى القصير، ستؤدي التغيرات من عامٍ إلى آخر، مثل الطقس وتوفّر العمالة أو توفّر المواد الزراعية و/ أو الطلب في السوق، إلى تغيير المحاصيل والأصناف المزروعة ومدى وتوزيع التنوّع الوراثي ضمن وبين الأصناف في أيّ منطقة.

وقد تمَّ وصف التغيرات قصيرة الأمد في أنظمة البذار سابقاً بالنسبة لحبوب الفول في المغرب حيث إنَّها أثّرت بشكل واضح على الأصناف المتوفّرة في العام القادم وعلى تشكيلها الوراثيّ. وفي بعض السنوات، استطاع المزارعون استخدام بذارهم الخاصّة، بينما في سنواتٍ أخرى كان عليهم الاعتماد على الأسواق المحليّة لتأمين البذار. ومن المحتمل أن يؤدّي الاستخدام المستمرّ للبذار التي قام المزارعون بتوفيرها على ممرّ عدد من السنين إلى إيجاد جماعاتٍ فرعيّة لكلّ منها مميزاتها الخاصّة. وبالمقابل، من المحتمل أن يؤدي استخدام البذار من الأسواق المحليّة إلى انتشار جماعة واحدة على نطاقٍ واسع. وهذا مشابهٌ في بعض النواحي لظاهرة الانقراض والاستبدال التي تُعتبر مهمّة لفهم الجماعات من النوع الأول. وتوّضح

عمليـة الاسـتمرار بتدجـين نبـات اليـام في غـرب أفريقيـا، والمَنِيْهُـوت (الكاسـافا) في أمريـكا الجنوبية، والبطاطـا الحلـوة في أندونيسـيا أمثلـةً أخـرى للتغـيّر السريـع في التنـوّع المتوفّـر والمسـتخدم ضمـن أي نظـامٍ زراعـيّ (عـلى سـبيل المثـال Scarcelli et al. 2006a).

ومـع تغـيّر ظـروف الإنتـاج، فـإنَّ متطلّبـات المزارعـين تتغـيّر أيضـاً. عـلى سـبيل المثـال، إنَّ التغـيرات في طلـب السـوق سـتدفع المزارعـين إلى الاسـتجابة مـن خـلال انتخـاب أصنـاف أو الانتخـاب مـن بـين أصنـاف عـلى أسـاس السـمات المطلوبـة في السـوق. ويمكـن أن تـؤدّي فـرص السـوق الجديـدة إلى تطويـر أصنـاف تسـتجيب لهـذه الفـرص. ويتماشـى مـع النقـص في توفّـر العمالـة الريفيـة زيـادة في اسـتخدام الأصنـاف التـي تكـون أقـلّ طلبـاً للعمـل. ويـؤدّي تغـيّر المنـاخ أيضـاً إلى تغـيّر التنـوّع ضمـن وبـين أصنـاف أيّ مـن المحاصيـل. كـما يُعتقـد إنَّ ارتفـاع درجـات الحـرارة وانخفـاض معـدّل الهطـول المطـري في السـاحل الإفريقـي هـي المسـؤولة عـن زيـادة انتشـار الأصنـاف مبكـرة النضـج والزيـادة في المورثـات المرتبطـة بإزهـار مبكّـر، وسـنابل أقـصر، ونباتـات أصغـر (Vigouroux et al. 2011b).

ويسـتمر تقديـم الأصنـاف الجديـدة المطـوّرة كجـزء مـن برامـج تحسـين الأنـواع واعتمادهـا في أنظمـة الزراعـة التقليديـة. وعـادة مـا يُعتقـد إنَّ هـذه الأصنـاف سـتؤدي إلى اضمحـلالٍ وراثـيّ ملحـوظ مـع خسـارة الأصنـاف التقليديـة. عـلى أيـة حـال، لا يبـدو إنَّ هـذا هـو الحـال دائـماً.

أمّـا دراسـات التغـيرات طويلـة الأمـد في أنـماط التنـوّع الوراثـي فهـي محـدودة لكنّهـا أُجريـت عـلى الدُخـن اللؤلـؤي والـذرة البيضـاء. بالنسـبة للدُخـن اللؤلـؤي في نيجيريـا انظـر المربّـع (11.1)، لم يتـمّ ملاحظـة خسـارات طويلـة الأمـد بالنسـبة للـذرة البيضـاء في نيجيريـا (Deu et al. 2010)، وأثيوبيـا (Mekbib 2008)، وغينيـا البحريـة (Barry et al. 2008). وقـد اسـتخدم Deu et al (2010) 28 مـؤشرات المايكروسـتلايت (التوابـع الدقيقـة: تتابـع محـدد مـن النيوكليوتيـدات موزعـة داخـل كامـل الحمـض النـووي الوراثـي للخليـة) وقـام بتطبيـق طـرق التجميـع المـكاني والوراثـي عـلى مجموعـات مـن عـام 1976 وعـام 2003. إنَّ غنـى الأليـلات قـد زاد ضمـن المناطـق الإقليميـة والمناطـق المناخيـة خـلال هـذه الفـترة. وقـد تكهّـن الباحثـون إنَّ زيـادة تبايـن اللواقـح خـلال هـذه الفـترة قـد نتـج عـن تحكّـم أكـبر بنقـاء الأصنـاف وانتبـاه أكـبر لإنتـاج البـذور مـن قبـل المزارعـين خـلال هـذه الفـترة.

وتُظهـر النتائـج قيمـة مثـل هـذه الدراسـات وتقـترح إنَّهـا يجـب أن تمتـد لتشـمل نطاقـاً أوسـع مـن المحاصيـل في مختلـف الحـالات. وبالتأكيـد، مـن الصعـب التخطيـط لذلـك لكنّـه يشـير إلى قيمـة التخطيـط لأي دراسـة معيّنـة بمثـل هـذه الطريقـة التـي تتيـح للتحليـلات المسـتقبلية تأمـين معلوماتٍ

إضافية عن التغيير. إنَّ التخزين طويل الأمد لعيّنات البذور، وإجراءات أخذ العيّنات الموثّقة على نحوٍ جيّد، واستخدام نظام تحديد المواقع GPS جميعها جوانب مهمّة في أي برنامج بحث، مما سيمكّن الدراسات المستقبلية من تأمين معلومات عن التوجّهات الزمانية. ومع ازدياد الفرص لاستخدام تسلسل الحمض النووي DNA، سيتوفّر المزيد من المعلومات فيما يتعلّق بالتغيرات التي تحدث بين وضمن الأصناف، وقد يصبح من الممكن تتبّع أصل الأصناف والعلاقات بينها. وتقوم دراسة محاكاة حديثة (De Mita et al. 2013) تقارن الطرق المختلفة للكشف عن أنماط الانتقاء بتقديم التوجيهات التالية:

- إنَّ للطرق القائمة على التفاضل (تلك التي تعتمد على تحليل G_{ST}) معدلات إيجابية كاذبة أقلّ من الطرق القائمة على الارتباط.
- إنَّ أخذ عيّنات من القليل من الأفراد في العديد من الجماعات أفضل من أخذ عيّنات من العديد من الأفراد في القليل من الجماعات.
- تعتمد النماذج والطرق المستخدمة والأكثر ملائمة على الافتراضات وتختلف بالنسبة للإخصاب الذاتي والإخصاب الخلطي وبالنسبة للنماذج المعزولة مقابل نماذج الانطلاق.

نتائج

لقد كان التركيز في هذا الفصل على الطرق التي تؤثر بها السمات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لنظام الزراعة، والمجتمع والمزارعين الذين يقومون بإدارتها، على القوى التطورية التي تحدّد التنوّع الموجود في النظام. وستُشير الأهمية النسبية لهذه القوى المختلفة وخصائصها إلى نوع النشاطات التي قد تدعم الحفاظ على تنوّع الأصناف التقليدية على نحوٍ مفيد. وهذا الأمر صحيحٌ بشكلٍ خاصّ بالنسبة للطريقة التي تجري بها عملية الانتخاب وطبيعة نظام البذور.

إنَّ تعقيد أنظمة الزراعة التقليدية والطرق التي تتفاعل فيها مختلف العوامل للتأثير على التنوّع المتاح تجعل من أيّ تحليلٍ أمراً صعباً لكنه مثمرٌ في الوقت ذاته. فالمنهج المُقترح هنا، وخلال هذا الكتاب، هو تطوير فرضيّات محدّدة قابلة للاختبار تعكس مخاوف ومصالح المزارعين، وتستند على المناهج التحليليّة القائمة على المشاركة والموضّحة في فصول سابقة من هذا الكتاب. وقد تتناول هذه الفرضيات قضايا محددة مثل وجود التنوّع للتعامل مع التغيرات المناخية، أو مواجهة مشاكل الأمراض والآفات المتغيّرة، أو فتح أسواق جديدة. كما إنَّها قد تطرح أسئلة عن وجود المؤسسات الضرورية التي تستطيع أن تدعم الهجرة المستمرة

والانتخاب وغيرها من القوى اللازمة للحفاظ على التنوّع الكلّي أو أصناف محدّدة. بالإضافة لذلك، يجب توضيح تأثير سياسة محددة على مختلف القوى التطورية في حال كان التنوّع الموجود في أصناف المحاصيل التقليدية سيبقى.

إنَّ أهمية التحليل الصحيح أمرٌ أساسيّ لاستكشاف الإجراءات اللازمة لدعم إدارة واستخدام الأصناف التقليدية التي ستُناقش في الفصل التالي. ومن الواضح إنَّه في حال كان التشخيص غير مكتملٍ أو خاطئ، فقد تسبب التدخلات المُقترحة مشاكل أكثر مما ستحلّ.

مراجع إضافية

Balick, M. J. 1997. *Plants, People and Culture: The Science of Ethnobotany.* W. H. Free- man and Co.

De Boef, W. S., H. Dempewolf, J. M. Byakweli, and J. M. M. Engels. 2010. "Inte- grating genetic resource conservation and sustainable development into strategies to increase the robustness of seed systems." *Journal of Sustainable Agriculture* 34:504–31.

Hodgkin, T., R. Rana, J. Tuxill, D. Balma, A. Subedi, I. Mar, D. Karamura, R. Val- divia, L. Collado, L. Latournerie, M. Sadiki, M. Sawadogo, A. H. D. Brown, and

D. I. Jarvis. 2007. "Seeds systems and crop genetic diversity in agroecosystems." Pp. 77–116 in Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems (D. I. Jarvis,

C. Padoch, and H. D. Cooper, Eds.). Columbia University Press, NY.

Pautasso, M., G. Aistara, A. Barnaud, S. Caillon, P. Clouvel, O. T. Coomes, M. Delê- tre, E. Demeulenaere, P. De Santis, T. Döring, L. Eloy, L. Emperaire, E. Garine,

I. Goldringer, D. Jarvis, H. I. Joly, C. Leclerc, S. Louafi, P. Martin, F. Masso,

S. McGuire, D. McKey, C. Padoch, C. Soler, M. Thomas, and S. Tramontini. 2013. "Seed exchange networks in agrobiodiversity conservation: concepts, meth- ods and challenges." *Agronomy for Sustainable Development* 33:151–75.

اللوحة 12. في العديد من الثقافات، يختار المزارعون نباتاتٍ محددة أو يحصدون رؤوس البذور لمختلف المحاصيل من أجل تأمين البذور للعام التالي. وقد يقومون بالاختيار من منطقةٍ محددة من حقولهم حيث هنالك تربة أو ماء أو شروط نموٍ أخرى أفضل. وقد يحدث هذا الانتقاء في الحقل قبل الحصاد أو في البيدر بعد الحصاد. ويمكن أن يشّكل المكان الذي يحصل فيه الانتقاء قوّة انتقائية كبيرة (أنظر في الأسفل)، كما يمكن أن توجد حجما جماعةٍ أصغر من المواد المحصودة الكليّة. أعلى اليسار: نساء فيتناميات يقمن بانتقاء بذور اللوبياء من الحصاد من أجل زراعتها في الموسم التالي. أسفل اليمين: نساء فيتناميات ينتقون نباتات الأرز التي سيقومون بتخزينها بشكلٍ منفصل كبذور. أسفل اليسار: تخزين الذرة التقليدي في يوكاتان في المكسيك، تُخزّن عيّنة صغيرة من بذور الذرة بشكل عرانيس (أكواز) كاملة في قشرتها وتوضع على العوارض الخشبية في المطبخ حيث يساعد الدخان الصادر عن نار الطهي بإبعاد الحشرات عن العرانيس. أعلى اليمين: أبنية تخزين تقليدية في بوركينا فاسو. حقوق الصورة: D. Jarvis (أعلى اليسار وأعلى اليمين)، J. Tuxill (أسفل اليسار)، B. Sthapit (أسفل اليمين).

الفصل الثاني عشر

استراتيجيات التعاون والتدخل

في نهاية هذا الفصل، فإنّ القارئ يجب أنْ يكونَ لديه فهم لما يلي:

- كيف يمكن تكوين روابط فعالة بين الشركاء على مستويات مختلفة من أجل إدارة التنوع الوراثي للمحاصيل على مستوى المزرعة والمحافظة على هذه الروابط.
- مجموعة الخيارات المتاحة لتعزيز تَمكُّن المزارعين من الحفاظ على التنوع الوراثي للمحاصيل واستخدامه على مستوى المزرعة وإدارته وجني فوائده.

يَتطلب تطوير برنامجا يدعم استخدامَ التنوع الوراثي للمحاصيل في نظام الإنتاج الزراعي والمحافظة على هذا التنوع وتنفيذ هذا البرنامج أكثرَ من الموارد والخبرات اللازمة لجمع واستيعاب بيانات البحث. كما يتطلب أيضاً إقامةَ شراكات بين العديد من الأفراد والمؤسسات، واستنفارَ المنظمات المجتمعية من أجل اتخاذ إجراءات ملموسة. وعلى الرغم من أنّه قد يكون من السهل تجاهل هذه الجوانب التعاونية، إلا أنّها تشكل عنصراً أساسياً في مبادرة ناجحة على مستوى المزرعة. ويَعرض هذا الفصل أولاً مجموعةً من الشركاء المعنيين وأنواع العلاقات الضرورية والطرق التي يمكن من خلالها تقاسم المسؤوليات والمزايا. ثم إنّ الفصل يُقدِّم نهجاً تجميعياً من خلال استخدام أنواع المعلومات المشمولة في الفصول السابقة لتحديد مجموعة من الإجراءات لدعم الحفاظ على أنواع المحاصيل التقليدية واستخدامها.

التنوع المؤسساتي والتشاركي

ستشارك أنواع مختلفة من المؤسسات والشركاء في دعم الحفاظ على التنوع الوراثي التقليدي للمحاصيل واستعماله في المزارع على مستويات مختلفة. وإنّ هذا التنوع المؤسساتي ضروري في جزء منه لأنّ كلّ نوع من التنظيم يتمتع بمجموعة فريدة من القدرات، وفقط من خلال الجمع بين هذه القدرات يمكن معالجة التعقيدات التي نوقِشَت في الفصول السابقة المتعلقة بالحفاظ على التنوع في نظام الإنتاج. ويعود ذلك جزئياً إلى أنّ أي وصفٍ أو تحليل

لكمية التنوع الوراثي للمحاصيل وتوزيعه وإدارته في النظم البيئية الزراعية يمكن أنّ يؤدي إلى عدد من الإجراءات المختلفة وعلى الأرجح سيكون كذلك.

قد نناقش على نحو منفصل تصوُّرات ست مجموعات كبيرة وكذلك أهدافها: (1) المزارعون والمجتمعات المحلية (2) وعلماء البيئة أو العاملون في مجال الصحة البيئية (3) وعلماء الحفاظ على التنوع والقائمون على تحسين الأنواع (4) والحكومات الوطنية (5) والقطاع الخاص (6) والمستهلكون. وقد يُحافظ المزارعون وكذلك المجتمعات المحلية على تنوع الأصناف الزراعية التقليدية ويستخدمونه لتوفير الأغذية المختلفة التي تعزز سلامتهم الغذائية وتضمن الأمن الغذائي المحلي في المجتمع. وقد يؤدي استخدامهم لهذه الأصناف إلى تمكينهم من وضع قيود العمل والميزانية في المنازل، والتخفيف من آثار الآفات والأمراض والضغوط البيئية الأخرى، وتوفير تأمين للمواد الوراثية الجديدة في مواجهة التغيرات البيئية أو الاقتصادية في المستقبل، وزيادة الدخل، والحفاظ على الهوية الثقافية، وتطوير وتعزيز المنظمات الاجتماعية من أجل تمكين المزارعين والمجتمعات المحلية من القيام بأعمال المحافظة ذات التوجيه الذاتي (الفصول السابع والثامن والتاسع والعاشر).

وقد يَنظر علماء البيئة أو العاملون في مجال الصحة البيئية في إدارة التنوع الوراثي للمحاصيل في المزارع باعتبارها وسيلةً مهمة للحفاظ على نظم إدارة المحاصيل المحلية من أجل استدامة خدماتِ النظم البيئية وصحةِ النظام البيئي الزراعي من حيث ضمان تكوين التربة وعمليات دورة المغذيات من خلال تحسينِ التنوع الحيوي للتربة والحدِّ من تلوث المياه الجوفية وكذلك الحدِّ من انتشار أمراض النبات (الفصلان السادس والسابع).

وربما يرّكز علماء الحفاظ على التنوع ومربو النبات على الحفاظ على القيمة الوراثية للمادة أو تعزيزها لضمان التنوع الكافي للجهود المستقبلية في تحسين أنواع النبات من أجل الحفاظ على الغلات المثالية، وضمان المرونة في البيئات المجهَدة، وكذلك ضمان التغيرات في إطار التكيف مع الآفات والأمراض الجديدة (الفصلان الرابع والخامس).

وقد تقوم الحكومات الوطنية بتنفيذ سياسات وبرامج لإدارة المزارع والاستخدام المستدام للموارد الوراثية للأغذية والزراعة على أنّها طريقة لتأمين الإمدادات الغذائية المحلية. كما أنها قد تحافظ على تراث وطني ذي قيمة اقتصادية فعلية أو محتملة كشبكة أمان للمزارعين أصحاب الحيازات الصغيرة في المناطق الضعيفة، وكطريقة الإسهام في الاستقرار الاجتماعي (الفصل العاشر).

ومن المحتمل أنْ يدعم القطاع الخاص المحافظة على أنواع المحاصيل التقليدية واستخدامها من أجل تسهيل الوصول إلى اختيار المواد الزراعية والمنتجات من أجل الاستهلاك وتحسين

الأنواع والتسويق لتحقيق الأرباح، في حين قد ينظر المستهلكون إلى مبادرات المحافظة على التنوع على أنّها وسيلة لتحسين وصولهم لتنوع مختلف للمحاصيل لتلبية الأنظمة الغذائية المتنوعة وغيرها من المنتجات الزراعية (كالأعلاف والتبن) (انظر الفصل التاسع).

ومن خلال تحقيق التوازن بين أهداف مختلف الشركاء ووجهات نظرهم، يمكن تلبية الاحتياجات المتباينة لعلماء الحفاظ على التنوع، وعلماء البيئة، والمزارعين الذين يحافظون على التنوع الحيوي الزراعي وتوليده، وكذلك العاملين في مجال التنمية الزراعية والعاملين الاجتماعيين، في وقت واحد عن طريق اتخاذ عدة إجراءات منصوص عليها لاحقاً في هذا الفصل.

لا يتّم استخدام جميع المؤسسات للعمل بطريقة المؤسسات المتعددة مُتعددة الاختصاصات ومتكاملة، وفي كثير من الأحيان لا يوجد إطار لهذا النوع من التعاون. وفي هذه الحالات يجب تخصيص الوقت والطاقة لوضع أطر عمل تعاونية للمشروع. ويمكن أن يلعب النظام الهرمي الطبقي والبيروقراطية الإدارية المقحَمان في هذه العملية دور المعرقِل ويقوم بهدر الوقت. لذا يجب تخصيص وقت في البداية للأنشطة ذات الصلة بكسب هذا الدعم يعادل الوقت المخصص لأنشطة المشاريع الأخرى بحيث تَجعل النتيجةُ جميعَ المعاهد الرسمية وغير الرسمية راضية من حيث المسؤوليات والفوائد العلمية والإدارية والمالية. ومن بين الأمثلة على أداة للتعاون هو مذكرة تفاهم، وهي اتفاقية توصلت إليها المؤسسات المعنية وتمَّ توقيعها على مستويات إدارية عُليا، تنص على الإطار الذي سيتم بموجبه إجراء هذا التعاون. وعلى الرغم من أنّه يمكن أن تكون مذكرات التفاهم هدراً للوقت ريثما يتم التوصل إليها وتتطلب موافقة واسعة النطاق، إلا أنّها أكثر موثوقية من اتفاقية مسؤول معين في توفير الاستمرارية والالتزام من جهة المعهد، ولا سيما في البلدان التي كثيراً ما يتم فيها نقل المدراء رفيعي المستوى من وظيفة إلى أخرى.

إنَّ إجراء مناقشات مبكرة مع الوزارات أو دوائر الزراعة والبيئة المسؤولة عن خدمات الإرشاد التقني الحكومية أمرٌ ضروري لتجنب الالتباس والتضاد في الرسائل التي يقدمها موظفو الإرشاد الحكوميون مقابل الرسائل الواردة من موظفي التنمية غير الحكوميين على المستوى المحلي. إنّ التدريب المتَضَمَّن في المناهج الدراسية للعاملين في مجال الإرشاد على المستوى الوطني أو الذي يتّم تقديمه أثناء الخدمة للعاملين الإرشاديين ذوي الخبرة هو خطوة مهمة في إنشاء برامج الإرشاد التي تدعم الحفاظ على مختلف موارد المحاصيل في المزرعة بدلاً من أن تقوم بعرقلته. وبناء شبكات من الأشخاص ذوي المعرفة في مجال الزراعة جنباً إلى جنب مع توفير التدريب عند الضرورة، وتكوين روابط بين هؤلاء الموظفين المتخصصين في الإرشاد

الزراعي في المجتمع من جهة (الإجراء العملي 2011) ودوائر الإرشاد الزراعي الحكومية من جهة ثانية (وكذلك مُقدِّمي المستلزمات الزراعية عند الحاجة)، كلُّ ذلك مهم من أجل بناء الثقة والتفاهم المتبادل.

بناء الثقة والتعاون المتكافئ

إنّ بناء شراكات تمثيلية يعني أنّ المزارعين وأصحاب المصلحة الآخرين لديهم القدرة – المالية والمعرفية – على المشاركة على قدم المساواة مع الشركاء الآخرين. وقد يكون ضمان "الموافقة الحرّة المسبقة عن علم" (التي نُوقِشت في الفصل الخامس) خطوة مهمة في بناء الثقة بين المزارعين والباحثين من خلال الكشف عن كامل النية ونطاق البحث، بلغة وعملية مفهومتين من جانب المزارعين، وقبل القيام بأي نشاط أو استخدام المعرفة التقليدية.

وإنّ التعاون المتكافئ في إدارة الموارد الوراثية للمحاصيل واستخدامها وفي التنوع الحيوي الأوسع ذي الصلة هو أمر أساسي أيضاً لتحقيق السيادة الغذائية (الإجراء العملي 2011). السيادة الغذائية هي إطار عمل مُقتَرح من قبل Via Campesina (طريق الفلاحين)، تمّ طرحه في عام 1996 وبعد ذلك قامت حركات اجتماعية بتطويره أكثر. "طريق الفلاحين" هي حركة الفلاحين الدولية التي تمثل منظمات الفلاحين المنتجين الصغيرة ومتوسطة الحجم والعمال الزراعيين والمرأة الريفية والمجتمعات الأصلية من آسيا وأفريقيا والأمريكيتين، وأوروبا (http://viacampesina.org/en/).

السيادة الغذائية هي حق الشعوب في الحصول على الأغذية الصحية والثقافة الملائمة المنتجَة عن طريق اتباع الأساليب السليمة بيئياً والمستدامة، وتحديد أنظمة الأغذية والزراعة الخاصة بهم. إنّها تضع تطلعات أولئك الذين ينتجون الأغذية ويوزعونها ويستهلكونها، وكذلك احتياجاتهم – بدلاً من متطلبات الأسواق والشركات – في قلب النظم والسياسات الغذائية.

إنَّ تحسين الثقة والتفاهم المتبادل بين مختلف الجهات الفاعلة والمؤسسات هي الخطوات الأولى لضمان اتخاذ القرارات التي تضمن احتياجات جميع المشاركين. وتأتي الثقة من الشفافية والتبادلية والالتزامات والثقة المتبادلة والقواعد المتفق عليها بصورة متبادلة، والتي يتّم تنظيمها وربطها من خلال المجموعات والشبكات.

وعلى مدى العقد الماضي في أوروبا، تطورت شبكات من الجهات الفاعلة في المجتمع المدني المهتمة بإدارة التنوع الوراثي للمحاصيل واستخدامه في إسبانيا (Red de Semillas, RdS) وإيطاليا (Rete Semi Rurali) وفرنسا (Réseau Semences Paysannes, RSP). وتختلف شبكات الشركاء هذه عن منظمات المزارعين المحترفين في أنّها تُجند أشخاصاً غير

مزارعي الأسر الصغيرة أنفسهم، وتجمع بين جميع المواطنين الذين يهتمون بالبذور في اختيار أغذيتهم وحماية نظمهم البيئية الزراعية، بما في ذلك الفنيين والمستهلكين ومجموعات العمل المحلية وغيرها ذات الصلة بالجامعات والأبحاث. ويجمع الشركاء بين مهاراتهم من أجل العمل في مجال البذار التي شكلتها التربة المحلية والمناخ وتعزيز هذا المجال، والتي تطورت تماشياً مع تاريخ منطقة معينة ومزارعيها «الفلاحين». إذ أنَّهم ينفذون مشاريع بحثية مشتركة، ويفتتحون معارض للتنوع الحيوي ويقومون بأنشطة تدريبية، ولديهم القدرة على التواصل مع الجمهور الواسع لتبادل مخاوفهم. وعلى المستوى الوطني قاموا بتقديم نصوص للقوانين الخاصة بالمحافظة على الأصناف (Bocci and Chablé 2009).

إنَّ المؤسسات الثقافية – مثل حفلات الزفاف والنوادي الرياضية والحمامات العامة – هي أماكن موثوقة حيث يمكن ربط تبادل المعلومات بشبكات الدعم الأوسع. وللشبكات الثقافية نفسها دور في تعزيز المعرفة، بما في ذلك محو الغموض الذي يكتنف التكنولوجيات القائمة على المختبرات، والذي قد يشكل عائقاً أمام ثقة المزارعين في المشاركة في المناقشات (Meinzen-Dick and Eyzaguirre 2009). وإنّ التحليل الاجتماعي للسلطة والفائدة وشرعية أصحاب المصلحة الرئيسيين هو أمر أساسي لتخفيف أي صراع محتمل وترجمة ذلك إلى إجراءات تعاونية. يُعد التدريب على محو الأمّية، بدعمٍ من تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الجديدة، أداةً لتمكين المزارعين من السيطرة على مواردهم. ومن الأمثلة على الشراكات التي شكلها المسؤولون عن المزارع والباحثون التقدميون وكذلك فنيو المنظمات غير الحكومية بُغية تقييم عدالةِ نظم البحث التقليدية، واستدامتِها، وكذلك المبادرات، ومداولة كل ذلك والتعامل علنًا معه هو هيئات المحلفين التي تمثل المواطنين (Pimbert et al. 2010).

ولا تتطلب المعرفة المختلفة المتوفرة لدى النساء والرجال، فضلاً عن أهمية ضمان المنافع المتكافئة، أن تكون المعلومات مصنفة حسب الجنس فحسْب، بل ينبغي أيضاً توزيع فرص التدريب والإدارة بطريقة عادلة (Howard 2003). وهذا يُتَرجم إلى ضمان المشاركة المتساوية وتوظيف النساء والرجال في مواقع صنع القرار والإدارة، وتعزيز المساواة بين الجنسين والعدالة الاجتماعية في الفرص التقنية وفرص التدريب رفيعة المستوى.

وإنَّ وضع إطار تعاوني رسمي يمكن أن يساعد في ضمان وجود روابط متساوية بين المزارعين وأولئك الذين يمتلكون الموارد الوراثية للمحاصيل أو يوفرونها، مثل بنوك المورثات الوطنية ومجموعات المواد الوراثية الأخرى (انظر الفصل الثالث). هذه صلة ثنائية الاتجاه، حيث يستطيع كل طرف من خلالها (بنوك المورثات والمزارعون المحليون) توفير موارد قيِّمة للطرف الآخر. وغالباً ما يجد المزارعون صعوبات في الوصول إلى نفس الأصناف التقليدية

مـن بنـوك المورثـات ومـربي النبـات الذيـن يحتفظـون بهـا خـارج بيئتهـا الطبيعيـة، وحتـى بالنسـبة للأصنـاف التـي تـمَّ جمعهـا في وقـت مـا مـن مجموعاتهـا المحليـة. وفي المقابـل، قـد تكـون مؤسسـات تربيـة النبـات الرسـمية مـترددة في زيـادة اسـتخدام المـواد المختـارة مـن قبـل المزارعـين والأصنـاف التقليديـة في برامـج تربيـة النبـات الخاصـة بهـا. ويمكـن أن تسـاعد هـذه الأُطـر عـلى دمـج نشـاطات اختيـار المزارعـين، والمـواد المحليـة، ونشـاطات تربيـة النبـات التشـاركية لتحسـين الإنتـاج والصفـات النوعيـة للأصنـاف المحليـة المقاوِمـة وكذلـك مقاوَمـة الأصنـاف غـير المقاوِمـة المعدلـة محليـاً (انظـر القسـم الخـاص بتربيـة النبـات التشـاركية لاحقـاً في هـذا الفصـل).

إنَّ دعـم تعاونيـات المزارعـين لتعليـم المزارعـين في مجـال الإنتـاج والتسـويق، والمسـاعدة في مفاوضـات الأسـعار، وجمـع الضرائـب عـلى الأراضي، وتبـادل المعلومـات مـن خـلال العمـل الجماعـي، هـي أدوات لتمكـين المزارعـين. وتمكّـن هـذه الـشراكات الخدمات الإرشـادية والاستشـارية الزراعيـة مـن الاسـتجابة لاحتياجـات جميـع المزارعـين، ولا سـيما النسـاء والمجتمعـات والأسر الفقـيرة والمهمشـة. وتمثـل خطـط التمويـل الصغـير والتأمـين البالـغ الصغـر أدوات اسـتُخدمت لبنـاء رأس المـال الاجتماعـي والمـالي لتمكـين المزارعـين، ولا سـيما النسـاء، مـن الانخـراط في الأنشـطة الاقتصاديـة والانضـمام إلى الشـبكات الاجتماعيـة التـي يمكـن مـن خلالهـا التغلـب عـلى الفقـر والاعتـماد الاجتماعـي. وتبـدأ الأطـر التعاونيـة لتعزيـز إمكانـات السـوق والتقاسـم العـادل للمنافـع مـن خـلال تنظيـم اجتماعـات تربـط جميـع الجهـات الفاعلـة في السلسـلة المحتملـة بـما في ذلـك المنتجـين والتجـار، وخـبراء الزراعـة، والمنظـمات غـير الحكوميـة، وممثـلي الـوزارات المعنيـة، وأعضـاء المجتمـع المحـلي لتطويـر أفـكار لتعزيـز قـوة السـوق فيـما يتعلـق بالأصنـاف التقليديـة (انظـر الفصـل التاسـع).

وثمـة نهجـان تّـم اعتمادهمـا عـلى نطـاق واسـع في أجـزاء مختلفـة مـن العـالم لتعزيـز الروابـط المتكافئـة وبنـاء شراكات تمثيليـة في إدارة المـوارد الوراثيـة للمحاصيـل بـين شركاء مـن المسـتوى المحـلي وحتـى المسـتوى الوطنـي، وهمـا المنتديـات الميدانيـة للتنـوع وإدارة التنـوع الحيـوي للمجموعـات النباتيـة.

المنتديات الميدانية للتنوع

يعتمـد منهـج المنتديـات الميدانيـة للتنـوع عـلى مفهـوم المـدارس الميدانيـة للمزارعـين، حيـث يتّـم تدريـب المزارعـين كمدربـين لزملائهـم المزارعـين (انظـر van der Berg and Jiggins 2007 للمراجعـة، و Doing 2011 للحصـول عـلى وصـف مفصـل للمـدارس الميدانيـة للمزارعـين). تّـم تطويـر نهـج المنتديـات الميدانيـة للتنـوع في بيئـات منخفضـة التوريـث في غـرب أفريقيـا لتعزيـز قـدرة

المزارعين على تحليل وإدارة الموارد الوراثية النباتية للمحاصيل الخاصة بهم، في إطار برنامج إقليمي لتعزيز الحفاظ على التنوع الوراثي للمحاصيل المحلية واستخدامها لمحاصيل الأمن الغذائي (Bioversity International 2008). إنَّ البيئات منخفضة التوريث هي البيئات التي يكون فيها إنشاء الشتلات وتحسين الأصناف التكيفية أمراً صعباً بسبب بيئات زراعة المحاصيل المتغايرة والظروف البيئية، مثل عدم القدرة على التنبؤ، أو عدم التأكد من كمية الأمطار وتوزيعها الموسمي في منطقة الساحل (إفريقيا). ويولد النهج التشاركي خيارات يستطيع المزارعون استخدامها بدلاً من نقل التكنولوجيا من مصادر خارجية. تتكون المنتديات الميدانية للتنوع من رجال ونساء يتم تنظيمهم في فرق (عادة ما بين 25 إلى 30 شخص) حسب الجنس لتقييم التنوع الوراثي للمحاصيل. وتُختبر مجموعات المزارعين الأصناف المحسَّنة والمحلية. ويتّم تدريب المزارعين على إكثارالبذار، ويتّم إجراء إكثار البذار الأصناف المنتخبة ونشرها داخل المجموعات وخارجها. ويأخذ هذا النهج في الاعتبار أنّ معايير الانتخاب المفضَّلة لدى المزارعين من النساء والرجال تختلف. ومن خلال الاجتماعات الأسبوعية، يتم إطْلاع المزارعين على الاتفاقيات/ التشريعات الدولية والوطنية ذات الصلة بتبادل الموارد الوراثية النباتية (على سبيل المثال، اتفاقية التنوع الحيوي والمعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة)، واللوائح الوطنية للبذور. ويُستخدم نظام البذور غير الرسمي لتوفير مجموعة وراثية متنوعة ومتطورة من خلال تبادل المزارعين واختيارهم لتمكين التكيف المستمر مع الظروف المتغيرة. ويقوم نهج المنتديات الميدانية للتنوع بإنشاء منتدىً للمزارعين بُغية تبادل المعلومات والمعرفة حول استخدام التنوع الحيوي للمحاصيل وإدارته والحفاظ عليه، كما يقوم بتوفير فرص التدريب التي تُنتِج نموذجاً جديداً للشراكات بين المزارعين والباحثين وخدمات الإرشاد (Smale et al. 2009).

إدارة المجموعات للتنوع الحيوي

إنَّ نهج إدارة المجموعة للتنوع الحيوي (CBM) هو عملية تشاركية متعددة الخطوات مماثلة تركز تحديداً على تعزيز قدرة المجتمعات المحلية والمؤسسات الريفية على اتخاذ القرار والحوكمة المحلية لاستخدام التنوع الحيوي الزراعي. ويتّم تمكين الفرد أو المجتمع أو المؤسسة إذا كان لديه المعرفة والمهارات التي تمكنه من فهم ما يمكن أن يتأثر به وما يمكن أن يؤثر فيه (المؤثرات)، وإذا كان يستخدم المعرفة والمهارات لاتخاذ القرار الذاتيّ التوجيه بشأن كيفية التلاعب بالعوامل لتحقيق النتيجة التي يقدِّرها. وإنّ القدرة على الوصول إلى الأصول الطبيعية واستخدامها تعتمد على المعرفة والمهارات والعلاقات الاجتماعية في المجتمع. وتعتمد طريقة إدارة التنوع الحيوي للمجموعات على أربعة مبادئ أساسية: (1) السماح لأصحاب المصلحة المحليين بتولي

تمكين المزارعين ومؤسساتهم المحلية، (2) وتعزيز الابتكارات والنشاطات والموارد المحلية (3) وتنويع خيارات سُبل العيش القائمة على التنوع الحيوي (4) وتوفير نموذج للتعليم الاجتماعي والعمل الجماعي. وتشمل العملية تقييم التنوع الوراثي المشترك للمزرعة وإنشاء صندوق لإدارة التنوع الحيوي للمجموعات بحيث تكون وظيفته بمثابة منح القروض الصغيرة، ولكن مستخدمي الخدمات مسؤولون عن صيانة تنوع المحاصيل المحلية، ورصد المجموعات النباتية وتقييمها، والتعلم الاجتماعي، وتوسيع نطاق للعمل الجماعي المجتمعي (Sthapit et al. 2006; Shrestha at al. 2012). إنَّ تنمية وتطور إدارة التنوع الحيوي للمجموعات باعتبارها منهجية قام بتوثيقها (Subedi et al. 2013). و(De Boef at al. 2013) أكملت مؤخراً مراجعة عالمية لمبادرات إدارة التنوع الحيوي للمجموعات النباتية وتأثيرها (انظر المراجع الإضافية).

الإجراءات التي تدمج الشواغل الوراثية والبيئية والاجتماعية والاقتصادية في دعم إدارة التنوّع الوراثي للمحاصيل على مستوى المزرعة

على الرغم من أنَّ الإجراءات التي يمكن أن تدعم الحفاظ على الأصناف التقليدية واستخدامها غالباً ما تكون متنوعة وظاهرياً محددة من ناحية الموقع أو الثقافة أو المحصول، إلا أنّه تّم وضع إطار إرشادي شامل لمساعدة الموظفين المسؤولين عن الحفاظ على التنوع وعن التنمية على تحديد الإجراء الذي من المرجح أن يكون الأكثر ملاءمة في المواقف المختلفة. ويستند هذا الإجراء الإرشادي إلى تصنيف القضايا أو القيود التي يواجهها المزارعون إلى أربع مجموعات رئيسية، ما قد يقلل من قدرتهم على الاستفادة من الحفاظ على الموارد الوراثية للمحاصيل واستخدامها في تنظيم إنتاجهم الزراعي: (1) نقص التنوع الكافي لأنواع المحاصيل التقليدية في نظام الإنتاج (انظر الفصلين الرابع والخامس) (2) وعدم حصول المزارعين على التنوع المتاح (انظر الفصلين الثامن والحادي عشر) (3) والقيود المفروضة من ناحية المعلومات على أداء الأصناف المتوفرة في الجوانب الرئيسية (انظر الفصول الخامس والسادس والسابع) (4) وعدم قدرة المزارعين والمجتمعات على تحقيق القيمة الحقيقية للمواد التي يديرونها ويستخدمونها (انظر الفصول الثامن والتاسع والعاشر). يحتوي الشكل 12.1 على مخطط وصفي للعلاقات ضمن هذا الإجراء الإرشادي. وما هو مهم ملاحظته هو أنّ أي وصف أو تحليل ضمن مجموعات القيود الرئيسية الأربعة يمكن أن يؤدي إلى عدد من الإجراءات المختلفة وعلى الأرجح سيتم ذلك. إنَّ قدرة المجتمعات الزراعية ومؤسساتها المحلية ومزودي الخدمات المحليين على استخدام هذا الإجراء الإرشادي هي في جوهرها أساس نجاح إدارة التنوع الحيوي للمحاصيل محلياً على مستوى المزرعة.

قيود للحفاظ على الأصناف التقليدية واستخدامها

1. التنوع الوراثي للمحاصيل المحلية غير موجود أو ليس متوفراً بكميات كافية ضمن نظام الإنتاج.
   1 أ. التنوع الوراثي للمحاصيل المحلية غير موجود في النظم البيئية لنظام الإنتاج.
   1 ب. التنوع الوراثي للمحاصيل المحلية موجود ولكن بكميات غير كافية.
      1 ب. 1. المواد المتاحة غير كافية.
      1 ب. 1. نقص القدرة على مضاعفة المواد.
2. لا يمكن للمزارعين الوصول إلى التنوع الوراثي للمحاصيل المحلية.
   2 أ. يفتقر المزارعون إلى الموارد للحصول على المواد.
      2 أ. 1. نقص التمويل الذي يتم التوصل إليه ضمن المجتمع.
      2 أ. 2. نقص التمويل لتغطية تكاليف النقل من خارج المجتمع.
   2 ب. لا يمكن الوصول إلى التنوع الوراثي للمحاصيل بسبب القيود الاجتماعية.
      2 ب. 1. الضغط من القطاع الرسمي يعرقل إمكانية الوصول إلى التنوع.
      2 ب. 2. غياب الروابط الاجتماعية للوصول إلى التنوع.
   2 ج. تفتقر أنظمة محصول البذور إلى القدرة على التغيير أو توفير أحجام عينة كبيرة بما يكفي لضمان التكيف والتطور.
   2 د. السياسات والمؤسسات تقيد محصول البذور.
3. لا يقوم المزارعون بتثمين الموارد الوراثية للمحاصيل المحلية أو استخدامها.
   3 أ. لا يقوم المزارعون باعتبار المواد الوراثية للمحاصيل المحلية تنافسية.
      3 أ. 1. توجد معلومات عن القيمة/ الفائدة ولكنها غير متاحة أو لا يمكن الوصول إليها.
      3 أ. 2. لا توجد معلومات عن قيمة/ فائدة المواد.
   3 ب. المواد لديها ضعف في الأداء الزراعي أو البيئي أو الجودة، أو تفتقر إلى القبول الثقافي.
      3 ب. 1. تتمتع المادة بأداء زراعي منخفض.
      3 ب. 2. لا تتكيف المادة مع الظروف غير الحيوية.
      3 ب. 3. لا تتكيف المادة مع الضغوط الحيوية.
      3 ب. 4. جودة المادة ضعيفة.
      3 ب. 5. المواد غير مقبولة ثقافياً.
   3 ج. يمكن تحسين إدارة المواد.
      3 ج. 1. تنظيف البذور وتخزينها أمر إجباري.
      3 ج. 2. لا تدار المواد على أنها مجموعات متنوعة من الأصناف.
   3 د. السياسات تمنع استخدام المواد التي يديرها المزارعون وأساليب الإدارة.
4. لا يستفيد المزارعون من استخدام التنوع الوراثي للمحاصيل المحلية.
   4 أ. عائدات السوق من المواد غير كافية.
      4 أ. 1. قيمة السوق المنخفضة.
      4 أ. 2. الطلب المنخفض على السوق.
      4 أ. 3. نقص التكنولوجيا المستخدمة في معالجة المواد المتنوعة.
      4 أ. 4. نقص الثقة بين الجهات الفاعلة في سلسلة السوق.
   4 ب. عدم كفاية عائدات المواد التي تتأتى من خارج السوق.
      4 ب. 1. لا يتم تقييم المنافع الاجتماعية الثقافية.
      4 ب. 2. لا يتم تقييم استبدال المدخلات (الأسمدة والمبيدات الحشرية).
      4 ب. 3. لا يتم تقييم عائدات مواد خدمة النظام البيئي.
      4 ب. 4. لا يتم تقييم حقوق المزارعين.
      4 ب. ٥. قلة المسؤولية الاجتماعية.
   4 ج. ضعف المؤسسات المحلية وقيادة المزارعين/ المجتمعات المحلية.
      4 ج. 1. غياب الإجراءات الجماعية.
      4 ج. 2. غياب قيادات المزارعين/ المجتمعات المحلية.
      4 ج. 3. نقص الدعم المقدم للمؤسسات المحلية.

تتضمن الفصول الرابع والخامس والسابع أوصافاً لأساليب تقدير مدى التنوع في أنظمة الإنتاج الخاصة بالمزارعين وتوزيع هذا التنوع. هذه هي الخطوة الأولى في تحديد ما إذا كان هناك تنوع كاف لمحصول ما داخل نظام الإنتاج لتلبية الاحتياجات المختلفة للمجتمعات الزراعية. وفي حين أنّ قرار إضافة تنوع جديد إلى نظم الإنتاج الخاصة بالمزارعين، أو قرار إعادة تأهيل نظام الإنتاج مع التنوع المفقود، يقع في نهاية المطاف على عاتق المزارعين، فإنّ تقديم الأصناف التقليدية مقترن بعدد من الصعوبات. ثمة عدد قليل من بنوك المورثات المجهزة لتوفير البذار الكافية للزرع المباشر من قبل المزارعين أو لتوفير أحجام مجموعات كافية للتكيف مع الظروف البيئية المتغيرة وممارسات الإدارة.

وكان أحد النهج هو تطوير بنوك بذور المجموعات النباتية المرتبطة ببنوك مورثات المجموعات النباتية، ومشاتل أشجار الفاكهة التي تديرها المجتمعات المحلية. تهدف بنوك مورثات المجموعات النباتية إلى جمع تنوع المحاصيل المحلية وتخزينه وتوفير الوصول إلى كمية صغيرة من البذور لتكون بمثابة المادة الوراثية، في حين يتم استخدام بنك بذور المجموعات لضمان توفر البذور المحلية من أجل الأمن الغذائي.

تمَّ إنشاء بنوك بذور ومورثات المجموعات النباتية في عدد من الدول خلال العقود الماضية إثرَ الحروب وفصول الجفاف الطويلة والفقدان الكبير للتنوع الوراثي في المحاصيل المحلية. توفر هذه المعاهد المحلية إمكانية الوصول إلى مواد زراعةِ أنواعٍ مختلفة من المحاصيل التقليدية، وغالباً ما تحظى بدعم من وكالات التطوير الدولية والوطنية. وتضطلع تلك المعاهد بعدد من الأدوار، بما في ذلك الحفاظ على الأصناف المحلية النادرة وجعل بذور الأصناف الحديثة والتقليدية متوفرة أمام المزارعين، وخاصة بعد حالات حدوث أزمة. وهناك عموماً اختلاف بين كافة بنوك بذور المجموعات النباتية، ولكن يقوم تأسيسها والحفاظ عليها على ثلاثة أنشطة أساسية:

1. جمع المادة الوراثية (والمعارف المرتبطة بها)، ويتّم ذلك في كثير من الأحيان من ضمن المجموعة والأسواق والقرى المجاورة.
2. تخزين المادة الوراثية.
3. إكثار البذور ومواد الزراعة لتوزيعها على المزارعين كلما احتاجوها.

وفي حين يُدير غالبية بنوك بذور المجموعات النباتية مزارعٌ أو مجموعة من المزارعين باستخدام الهياكل والمرافق المجتمعية، تكون بعض بنوك البذور لا مركزية – يضطلع العديد من المزارعين بمسؤولية جمع البذور والحفاظ عليها ضمن مزارعهم للمجموعة بكاملها (Development Fund 2011).

تُتيح المشاتل التي تديرها المجتمعات للمزارعين إمكانية الوصول لكل من النباتات الأم (قلم التطعيم والطعوم الجذرية) والمعلومات المقترنة بها. وهي كذلك مكان للمزارعين لتعلم سُبل تحسين ممارسات إدارة المشاتل. إضافة إلى ذلك، قد تكون جمعية بذور مَحَلاً لجمع البذور وتوزيعها وإكثارها، كما قد تكون معارض التنوع (كما هو مبين أدناه) قادرة على تحديد مواد زراعة متنوعة للمجموعة النباتية.

لقد ظلت معارض البذور قائمة لعدة قُرون في بعض أنحاء العالم. ففي جبال الأنديز، على سبيل المثال، يتجمع أناس من مجتمعات مختلفة في الاحتفالات الدينية، عادة في نهاية موسم الحصاد، ويبيعون ويشترون ويتبادلون الموارد الوراثية النباتية والمعارف ذات الصلة (Tapia and Rosa 199). ولا تتيح معارض البذور للمزارعين تبادل البذور المنتجة محلياً للأصناف التي تتكيف مع الظروف المحلية فحسب، بل تعزّز أيضاً التفاعل الاجتماعي بين المزارعين أنفسهم، والمزارعين ووكلاء الإرشاد الزراعي، والمزارعين والشركات الخاصة. وبهذه الطريقة، يطّلع ممثلو قطاع البذور الرسمي لتفضيلات المزارعين واحتياجاتهم، بينما يحصل المزارعون على فرصة التعرف على ما يمكن أن يقدمه القطاع الرسمي. ويمكن أن يؤدي مثل ذلك التفاعل أيضاً إلى تعزيز شبكات توزيع البذور.

يُعدّ معرض التنوع وسيلة لزيادة الوعي في المجتمعات الزراعية بشأن قيمة تنوع المحاصيل. فهو ملتقى للمزارعين من مجتمع أو أكثر لعرض مجموعة من الأصناف التقليدية التي يزرعها كلٌ منها. وبدلاً من إعطاء جوائز لأفضل صنف فردي (على سبيل المثال، على أساس المحصول أو الحجم)، فإنّ معارض التنوع تمنح المزارعين أو التعاونيات جوائز بناءً على أكبر قدر من تنوع المحاصيل والمعارف ذات الصِلة. في بعض المجتمعات، توجد بالفعل تجمعات مماثلة لمعارض التنوع كفعاليات تقليدية يتلاقى فيها المزارعون لعرض أصنافهم التقليدية وتبادل كلّ من البذور والمعارف. قد تصبح هذه المعارض أسواقاً كذلك، حيث يمكن شراء الأصناف التقليدية وبيعها. ولزيادة جاذبيتها باعتبارها "فعاليات"، ربما من الأفضل ألا تُعقد معارض التنوع كثيراً بل على أساس متكرر، ربما مرة واحدة في السنة. تساعد معارض التنوع في التعرف على المزارعين الذين يحتفظون بكميات كبيرة من التنوع الوراثي، ولديهم معرفة غير عادية عن تنوع المحاصيل، ويحظون بعرفان المزارعين الآخرين واحترامهم على نطاق واسع. وقد استُخدمت تلك المعارض لإعداد قوائم جرد لأصناف المحاصيل التقليدية لمجتمع أو منطقة (بما في ذلك تحديد الأنواع النادرة أو المهددة بالانقراض وتحديد مواقعها)، وتحديد جيوب التنوع الخاص، وتحديد مصادر توريد البذور الرسمية وغير الرسمية داخل المجتمع. وهي توفر منتدى لمجموعة من المزارعين، أو لأفراد المجتمع عموماً،

للجمع بين الأصناف التقليدية وتقييمها مع المادة الوراثية الجديدة، سواء في شكل أصناف حديثة أو كنتيجة للأنشطة التشاركية لتحسين الأنواع النباتية.

تمثل الأسواق المحلية مصدراً مهماً للبذور للمزارعين. وعلى عكس معارض البذور والتنوع، يمكن أن يكون تنوع المحاصيل المتاح في الأسواق المحلية ضيق النطاق. ولا يؤدي توريد المزارعين للبذور في الأسواق المحلية دائماً إلى زيادة تنوع المحاصيل المستخدمة في حقولهم (Lipper Et al. 2012). ومع ذلك، يمكن أن تكون الأسواق المحلية نقطة مهمة للتدخل لزيادة إمكانية الوصول إلى البذور المتنوعة، لا سيما وأنّ العوامل البيئية والاجتماعية تفكك الشبكات التقليدية لمورد البذور. ويمكن أن تؤدي الجودة السيئة للبذور وممارسات إدارة البذور غير الملائمة إلى الحّد من توافر تنوع المحاصيل عند المزارعين، كما تبيّن في الفصل الحادي عشر. كما يمكن أن تؤدي النظم اللامركزية لإنتاج البذور ومراقبة جودتها إلى تقريب التنوع من المزارعين مع ضمان جودة البذور. هناك بعض الأمثلة على مثل هذه الأنظمة في (المربع 12.1).

كما هو موضح في الفصل العاشر، يمكن للسياسات أنْ توجد الفرص والعقبات على حد سواء أمام المزارعين للاستفادة من تنوع المحاصيل في الإنتاج الزراعي. تُعتبر بيئة السياسات المواتية أمراً مهماً للحفاظ على تنوع المحاصيل في المزرعة والاستخدام المستدام له. وعلى وجه الخصوص، يمكن لسياسات البذور والقوانين واللوائح فرض قيود خطيرة على توافر تنوع المحاصيل وتبادله فيما بين المزارعين. والتزاماً بالأهداف الأصلية لنظام البذور الرسمي المتمثلة في تحقيق الشفافية في سوق الأصناف النباتية وضمان جودة البذور، فقد تّم اقتراح وتجريب نماذج مختلفة لتنظيم تسويق الأصناف التقليدية والحديثة في محاولة للحد أو إلغاء الآثار السلبية للسياسات والقوانين المعتادة أو القياسية المتعلقة بالبذور على التنوع في المزرعة.

بدائل لتسجيل الأصناف النباتية وشهادات جودة البذور

أصناف الحفظ

وافق الاتحاد الأوروبي مؤخراً على أن يُوليَ معاملة خاصة لما يُعرف باسم أصناف الحفظ التي يمكن من خلالها تسجيل الأصناف التقليدية التي تمّ تكييفها للظروف المحلية والإقليمية والمهددة بالاضمحلال الوراثي وذلك بغرض تسويقها وفقاً لظروف محددة (Directive 2008/62/ EC of 20 June 2008)

المربع 12.1 النُظم المركزية والمشتركة الرسمية وغير الرسمية لإنتاج البذور في بوليفيا ونيبال

في السنوات العشرين الماضية، قامت مؤسسة PROINPA بتطبيق عدة مشاريع تمَّ من خلالها تقديم بذور ما قبل أساسية وأساسية معتمدة من أصناف تقليدية مسجلة من البطاطا للمزارعين، إلى جانب الدعم الفني "لمزارعي البذور" المحليين الذين يهتمون بتخزين البذور وإكثارها وتوزعيها. وبفضل هذه المشاريع، تُقرّ المكاتب الإقليمية التابعة لوزارة الزراعة للمزارعين المتخصصين بأنّ لديهم الإمكانيات لإنتاج كميات معينة من البذور التي تصادق مثل تلك المكاتب على جودتها.

وفي نيبال، أطلقت مكاتب تنمية الزراعة في المقاطعة برنامج الاكتفاء الذاتي من البذور في المقاطعة في عام 1996، وهي تعمل حالياً في جميع المقاطعات. يهدف البرنامج إلى تعزيز نظام الإكثار والتوزيع غير الرسمي للبذور من خلال توفير التنسيق والدعم الفني للمؤسسات المحلية. ولكن فوائد البرنامج لم تتحقق بالكامل بسبب القيود الكبيرة المفروضة على الموارد، والكمية المحدودة من البذور الأساسية، والعدد غير الكافي من المزارعين المشاركين.

وتتكون المعاملة الخاصة من:

1. درجة معينة من المرونة في مستوى التجانس المطلوب.
2. إعفاء من الفحوصات الرسمية إذا كان بإمكان المتقدّم توفير معلومات كافية حول الصنف من خلال وسائل أخرى مثل الاختبارات غير الرسمية والمعارف المكتسبة من التجارب العملية.

تسجيل وإطلاق أصناف المزارعين

في نيبال، تمَّ تطبيق متطلبات تجانس البذور الواردة في قانون البذور النيبالي بطريقة متساهلة لكي يتّم استيعاب تقدم المزارعين بطلبات تسجيل أصناف معينة تمّ تطويرها بواسطة تحسين النوع النباتي التشاركي في الحقل مع المزارعين ومالكي المطاحن وتجار التجزئة. كان الصنف الأكبر المعزز مطابقاً من ناحية النمط الظاهري للسمات الزراعية وسمات ما بعد الحصاد وسمات الجودة، بالإضافة إلى تفضيلات السوق، وقامت لجنة الموافقة على الأصناف وتسجيلها وإطلاقها (VARRC) بتسجيلها رسمياً وإطلاقها في يونيو 2006 تحت مسمى "Pokhareli Jethobudho" (Gyawali et al. 2010).

صنف محدد مشترك

في الأرجنتين، يمكن تسويق بذور من أصناف قديمة باسم (صنف محدد مشترك)، من دون الإشارة إلى اسم الصنف على عبوة البذور. ويمكن بالتالي بيع صنف من البرسيم يُعرف باسم برسيم بامبيانو تحت الاسم العام لبذور البرسيم. وبما أنّ اسم الصنف ليس مطلوباً في هذه

الحالـة، فيُمكـن قانونيـاً بيعـه مـن دون الحاجـة إلى أن يحقـق معايـير الصرامـة والتجانـس والاسـتقرار التـي يشـترطها تسـجيل الصنـف (Gutiérrez and Penna 2004) ولكـن قـد يـؤدي هـذا البديـل إلى فجـوات في المعلومـات بمجـرد تسـويق البـذور في إطـار يتخطـى الدائـرة المحـدودة والموثوقـة.

نظام البذور المُعلنة الجودة

حظـي نظـام البـذور المُعلنـة الجـودة الـذي اقترحتـه منظمـة الأغذيـة والزراعـة (الفـاو) التابعـة للأمـم المتحـدة (الفـاو 1993) باسـتخدام واسـع النطـاق في المناطـق التـي لا يوجـد فيهـا أسـواق للبـذور ومـوارد الحكومـة محـدودة للغايـة لإدارة فعالـة لأنظمـة شـاملة لمنـح الشـهادات. وبموجـب هـذا النظـام، يكـون منتجـو البـذور مسـؤولين عـن مراقبـة الجـودة، بينـما يقـوم وكلاء حكوميـون فقـط بفحـص جـزء محـدود للغايـة مـن عينـات مـن البـذور وحقول إكثـار البـذور. وقـد تّـم مراجعـة النظام في عـام 2006 بهـدف الوقـوف عـلى دور السياسـات الوطنيـة ووضـع شرح أوضـح عـن الكيفيـة التـي يمكـن مـن خلالهـا للبـذور معلنـة الجـودة أن تسـتوعب الأصنـاف المحليـة، ومـن ثـم وضـع نظـام لمـواد الزراعـة معلنـة الجـودة لمحاصيـل منتقـاة يتـم إكثارهـا زرعيـاً (الفـاو 2006، 2010).

قوانين البذور صحيحة الوسم

البـذور صحيحـة الوسـم هـي إجـراء قانـوني آخـر صُمـم للتركيـز عـلى جـودة البـذور وليـس عـلى نقـاوة الصنـف. تكـون البـذور صحيحـة الوسـم مـن سـلالة البـذور الأسـاس، أو بـذور حاصلـة عـلى شـهادة، أو بـذور موسـومة؛ وتكـون معايـير البـذور والحقـل مكافئـة للبـذور الحاصلـة عـلى شـهادة، وتكـون إجـراءات الإنتـاج هـي نفسـها كالبـذور الحاصلـة عـلى شـهادة؛ إلا أنّـه ليـس مـن الـضروري وجـود وكالـة إصـدار شـهادات للبـذور لتسـويقها.

الإجراءات الموجهة لتعزيز إمكانية وصول المجتمع الزراعي إلى التنوع الوراثي للمحاصيل

يتطلـب الحصـول عـلى بـذور المحاصيـل أو تنـوع المـواد الزراعيـة ممـن يمتلكـون الأرض الكافيـة (رأس المـال الطبيعـي)، أو الدخـل (رأس المـال المـالي)، أو الاتصـالات (رأس المـال الاجتماعـي) أن يقومـوا بـشراء الأصنـاف التـي يحتاجونهـا أو مقايضتهـا (الفصـل الثامـن). ولكـن قـد تكـون البـذور المناسـبة غـير متوفـرة ضمـن القريـة، وقـد يفتقـر المزارعـون إلى المـوارد اللازمـة للذهـاب إلى المـكان الـذي توجـد فيـه البـذور، كـما قـد يتعـذر الوصـول إلى مـواد الزراعـة للأصنـاف التقليديـة بسـبب القيـود الاجتماعيـة. وقـد يكـون هنـاك ضغـوط مـن كل مـن خدمـات الإرشـاد الزراعـي الرسـمية ومـن نظرائهـم في المجتمـع ضـد الحصـول عـلى مـواد زراعـة مـن الأصنـاف المحليـة واسـتخدامها، أو قـد يفتقـر المزارعـون إلى الروابـط الاجتماعيـة أو الوضـع الاجتماعـي الصحيـح للحصـول عـلى أصناف.

يمكن تطبيق العديد من الإجراءات لتحسين إمكانية وصول المزارعين إلى بذور متنوعة. قسائم البذور هي قسائم أو شهادات ذات قيمة نقدية مضمونة يمكن استبدالها ببذور من البائعين المعتمدين. ثم يمكن لبائعي البذور استرداد قيمة قسائمهم النقدية من وكالة إصدار. تّم توفير مجموعات التنوع، التي تحتوي على مجموعة من كميات صغيرة من مختلف البذور، للمزارعين لتعزيز إمكانية وصولهم إلى مجموعة أوسع من الأصناف المحلية. يتّم حصاد بذور مجموعات التنوع من مجموعات التنوع (انظر الوصف أدناه)، أو مزارع الأبحاث، أو حقول المزارعين وتوزيعها بين المزارعين. يمكن لمصرف البذور المجتمعي، كما تم مناقشته أعلاه، أن يعمل كمصدر مفتوح للبذور للمجتمع المحلي، ويمكن إجراء معاملات البذور كما هو الحال في أي بنك. غالباً ما يكون العائق أمام الحصول على البذور هو تكلفة وسائل النقل. يتم وضع برامج للتمويل الصغير أو الائتمانات لتمكين المؤسسات المحلية التي تقوم بتقييم تكاليف النقل على أساس سنوي من شراء المواد المحلية.

الإجراءات الرامية إلى تحسين الاستخدام من خلال تحسين المعلومات والمواد والإدارة

يعتمد الإقرار بالأداء واستخدام أنواع المحاصيل التقليدية على معلومات عن خصائص (السمات الزراعية والتكيفية والتغذوية وسمات الجودة) أو استخدامات هذه المواد؛ وأداء تلك المواد على الصعيد الزراعي والبيئي والجودة؛ و/ أو ممارسات الإدارة الزراعية الجيدة. قد يدرك المزارعون أن الأصناف التقليدية لا تتنافس مع الخيارات الأخرى بسبب الافتقار إلى معلومات التوصيف والتقييم حول السمات البيئية-الوظائفية أو التكيفية أو النوعية لأصنافهم، أو بسبب نقص المعلومات حول طرق الإدارة المناسبة التي من شأنها تحسين إنتاجية أصنافهم المحلية أو إمكانية تسويقها. قد يحدث هذا النقص في المعلومات إما لأنّ المعلومات غير موجودة (على سبيل المثال، لم يتّم على الإطلاق تحديد خصائص الأصناف أو تقييمها في المزرعة)، أو لأنَّ المعلومات غير متوفرة لمجتمع المستخدمين.

لقد تمَّ القيام بالعديد من الإجراءات لزيادة المعلومات المتعلقة بتحديد خصائص أصناف المحاصيل التقليدية وتقييمها. مجموعات التنوع في المزرعة هي مجموعات تجريبية لأصناف المزارعين لأغراض البحث والتطوير تديرها المؤسسات المحلية، حيث تُدعى مجموعة من المزارعين من ذوي الاطلاع لمراقبة مجموعة التنوع خلال تربيتها. ويمكن استخدام المجموعة لإكثار مواد الزراعة، وذلك عقب زراعة مادة وراثية نادرة فيها، كما تُستخدم كمصدر للبذور لمصارف البذور المجتمعية. إنّ التجارب الميدانية والمخبرية التي تقارن الصنف التقليدي مع الأصناف الحديثة مهمة لإثبات الفروق الكمية للخصائص الإنتاجية والتكيفية في ظل

ظروف المزارعين (انظر الفصل السابع، و He et al. 2011; Serpolay et al. 2011). وتساعد هذه التجارب، بالإضافة إلى المقارنة بين الأنواع التقليدية والحديثة، على تعريف المزارعين بالتكنولوجيا. وقد تمَّ لهذا الغرض وضع طرق متنوعة مثل انتخاب الأصناف التشاركي (المبين أدناه) وتجارب الأم والطفل قد تم تطويرها لهذا الهدف (ومثل هذه التجارب تسلّم بصعوبة الحصول على بيانات غلّة يمكن الاعتماد عليها من تجارب تشاركية منتشرة بكثرة لذلك في مثل هذه التجارب والتي تدعى تجارب غير ناضجة فإنّ البيانات التي يتم جمعها بما يخص الإنتاج هي تلك التي تُستقى من نفاذ بصيرة المزارعين. (Snapp et al. 2002). تسمح قواعد البيانات الخاصة ببيانات الأصناف والأرض المرتبطة بأنظمة المعلومات الجغرافية والتي تكون في أشكال ملائمة للمزارعين، برؤية توزيع مختلف الأصناف في مجتمعهم. كما يمكن استخدامها لرسم مخطط بأنواع التربة وانتشار الأمراض لمساعدة المزارعين على اتخاذ القرارات بشأن الأصناف التي ستكون مناسبة لمختلف الظروف البيئية الزراعية في مزارعهم (انظر الفصل السادس). لقد أصبحت تكنولوجيا المعلومات والاتصالات متاحة الآن ويمكن تطبيقها على المجتمعات الأصلية والمحلية من أجل الوصول إلى البيانات وتبادلها حول المواد المتكيفة محلياً، وذلك عبر شبكات الهاتف المحمول. وقد تمَّ بناء التكنولوجيا الهجينة السلكية اللاسلكية باستخدام الطاقة الشمسية حيث لم تكن الكهرباء مستمرة أو متوفرة وكانت اتصالات الهاتف الخلوي غير موثوقة (Kesavan and Swaminathan 2008). وأصبح من الممكن الآن إرسال رسائل نصية أو صوتية بسيطة (مترجمة إلى اللهجات المحلية) لزيادة قدرة المزارعين الريفيين على الوصول إلى أهم المعلومات المتعلقة بالمناخ والأسواق والزراعة لاتخاذ قرارات مدروسة للحفاظ على أصنافهم واستخدامها. ويشمل ذلك ربط محطات الأرصاد الجوية الصغيرة بمواقع الإنترنت؛ ويمكن شراء محطة طقس رخيصة نسبياً لمجتمع زراعي وإضافتها إلى شبكة طقس مجانية مثل شبكة Weather Underground (http://www.wunderground.com/)، مما يجعل البيانات المحلية مُتاحة للآخرين. ويستطيع المزارعون عندها الدخول إلى هذه الشبكات للحصول على بيانات الطقس في الوقت الحقيقي، والوصول إلى النماذج الخاصة بتطوير نمو المحاصيل وتوقعات الآفات/ الأمراض.

تُعد البرامج الإذاعية الريفية التي تشمل المحادثات حول أهمية التنوع الحيوي للمحاصيل واحدة من أسرع وأقوى الوسائل لتوفير المعلومات ورفع مستوى الوعي عند الناس الذين يعيشون في المناطق الريفية وشبه الحضرية. ولا يقوم الراديو الريفي فقط بنشر المعلومات لأصحاب المصلحة، بل يُوفر أيضاً منتدى لتبادل الآراء حول مختلف القضايا لجمهور أكبر. وغالباً ما تكون المعارف التقليدية جزءاً لا يتجزأ من الأغاني الشعبية والقصائد والحكايات الشعبية، التي تعكس القيم الاجتماعية والثقافية في المجتمع. وبالتالي يمكن نقل المعلومات أو الرسائل عبر البرامج الدرامية والموسيقى والشعر التي يكون التنوع الحيوي للمحاصيل موضوعاً لها.

المربع 12.2 السجلات الوطنية والمجتمعية لأصناف المحاصيل التقليدية

سجلات التنوع الحيوي المجتمعية

سجل التنوع الحيوي المجتمعي هو تسجيل لأصناف المحاصيل التقليدية في مجتمع، يحتفظ به أعضاء المجتمع وقد يحتوي على معلومات مثل السِمات الزراعية والشكلية الزراعية، والتكيف الزراعي البيئي، والاستخدامات الخاصة، والسمات الفريدة، ومكان المنشأ، والشخص القائم على الصنف. ولا يحتفظ مديرو سجل التنوع الحيوي المجتمعي بتتبع للأسر التي تخزن البذور فحسب، بل تقدم المساعدة كذلك في إدارة البذور على مستوى المجتمع وتشجع على تبادل المعلومات والبذور غير الرسمي بين المزارعين.

السجلات الوطنية للأصناف التقليدية

في البيرو، قام المعهد الوطني للأبحاث الزراعية بتطوير سجل إلكتروني لأصناف البطاطا المحلية (Ruiz 2009). وقد تمَّ إقرار هذا السجل قانونياً، وتحظى عملية الحفاظ عليه بدعم من الصناديق العامة.

لا تنحصر جهود توثيق التراث الوراثي النباتي الوطني والمحلي على العالم النامي. إذ يمكننا العثور على أمثلة لسجلات وفهارس للأصناف التقليدية في البرتغال وفرنسا وإيطاليا. وبشكل عام، فإنَّ الشرط الرئيسي لإدخال صنف ما لهذه السجلات هو توفير وصف جيد للصنف وإثبات على أنّه قد تّم استخدامه لفترة طويلة وبالتالي يمكن اعتباره "تقليدياً".

أصبحت السجلات المحلية العامة التي أطلقتها الأبحاث أو منظمات المجتمع المدني لتوثيق التنوع الحيوي واستخداماته على المستوى المحلي أكثر شيوعاً، خاصة في البلدان النامية. وهي تختلف اختلافاً كبيراً من حيث أهدافها الأساسية، لكن تمثل جميعها، إلى حدّ ما، طريقة "تخزين الذاكرة في بنك". صاغ هذا المصطلح (Nazarea-Sandoval 1998) للإشارة إلى جمع وتوثيق معارف المزارعين لاستخدامها في المستقبل وهو يشبه تخزين وتوثيق المادة الوراثية في بنك المورثات. يعمل تخزين الذاكرة في بنك على تسجيل الأبعاد الثقافية للتنوع البيولوجي النباتي في حواسيب، بما في ذلك الأسماء المحلية، وتقنيات السكان الأصليين، والاستخدامات المرتبطة بمختلف النباتات والأصناف التي تم تناقلها تقليدياً من جيل إلى آخر بالوسائل الشفهية، وجعلها متاحة أمام المجتمعات المحلية للوصول إليها وإدارتها. يعطي المربع (12.2) أمثلة على السجلات الوطنية للأصناف التقليدية وسجلات التنوع الحيوي المجتمعية.

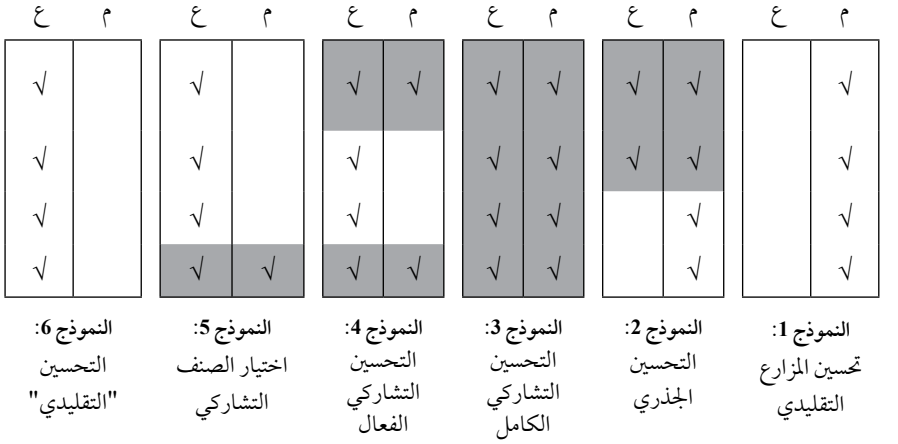
وبالإضافة إلى توثيق الأنواع المحلية والذكريات والمعارف المرتبطة بها، قد تعمل سجلات التنوع الوراثي للمحاصيل المحلية أو الوطنية على حماية هذه الأصناف من التملك غير المشروع لها. فمن خلال جعل أصناف المزارعين متاحة للعامة، يتّم تأمين الطبيعة المفتوحة لهذه الأصناف ضد محاولات إخضاعها لبراءات الاختراع أو لحماية الأصناف النباتية. يتمثل جوهر استراتيجية الحماية الدفاعية هذه في وصف تفصيلي لصنف الفلاح في وثيقة عامة. إنّ جعل السجلات سهلة المنال بالنسبة لفاحصي البراءات هو جزء من استراتيجيات الحماية الدفاعية.

الإجراءات الموجهة نحو تحسين مواد التنوع التقليدية

حتى عندما تلبي الأصناف التقليدية بعض احتياجات المزارعين، فقد يكون هناك عدد من القيود التي تحد من استخدام هذه المواد أو تمنعه من الوصول إلى الإمكانات الكاملة. فقد تكون ظروف البيئة أو السوق قد تغيرت، أو قد تصبح الأصناف عُرضة لآفات وأمراض جديدة. إنّ بعض سمات الجودة مُتجذرة بعمق في الثقافة الغذائية المحلية ولديها نطاق محدود تعجز معه عن التوسع لتتخطى المجموعات المحلية. قد لا تكون مجموعات أصناف المحاصيل التقليدية نفسها متجانسة في سماتها من حيث التكيف والجودة، مع وجود تباين كبير سواء داخل المجموعات أو فيما بينها. يمكن تعزيز هذه المجموعات عن طريق تحسين النوع النباتي بثلاث طرق رئيسية. تتمثل إحدى الطرق في اختيار سمة بسيطة من التنوع الموجود للمجموعات المحلية (على سبيل المثال، الاختيار الجماعي هو اختيار واستخدام الجيل التالي من زراعة البذور من نباتات فردية بناءً على الخصائص المظهرية المفضلة أو غير المفضلة). قام مسؤولو تحسين النوع النباتي الذين يعملون مع المزارعين في ياكسكابا في ولاية يوكاتان في المكسيك بتعزيز إنتاجية الأصناف التقليدية للذرة من خلال تقنيات الانتخاب الجماعي. قبل فترة الإزهار بقليل وأثناءه (بدلاً من التخزين بعد الحصاد، كما هو حال الممارسات التقليدية للمزارعين)، تّم انتخاب النباتات ذات الخصائص المرغوبة، ثم في وقت الحصاد أُعيد انتخاب النباتات الأكثر صحة وإنتاجية منها، باستخدام ضغط انتخاب بنسبة 20 % لتجنب الانجراف الوراثي ووفقاً لتفضيل المزارعين. ثمَّ تكرّرت هذه العملية خمس مرات، وتّم تقييم المجموعات المختارة بشكل جماعي كل عام، وذلك بتقدير محصول الحبوب ونوعية النباتات. أشارت التقارير عن المكاسب المتوقعة من الانتخاب الجماعي أنّها كانت في حدود 2 % لكل دورة. وفي الهضبة الوسطى المكسيكية، كانت المكاسب الإجمالية لثلاث دورات من الاختيار وأكثر من خمسة مجموعات في حدود 20 % (Smith et al. 2001).

الطريقة الثانية هي قيام المزارعين بانتخاب سلالات ثابتة (صنف ثابت من سلالات متقدمة تمّ إطلاقها أو أصناف تقليدية) في بيئاتهم المستهدفة باستخدام معايير الانتخاب الخاصة بهم (انتخاب الأصناف التشاركي). الطريقة الثالثة هي تهجين أب محلي مع صنف غريب لإزالة السمات غير المرغوبة من التنوع المحلي (على سبيل المثال، تحسين النوع النباتي التشاركي (الشكلان 12.2 و12.3؛ انظر أيضاً الفصل الثالث). تربية النبات التشاركي هو عملية تربية يقوم فيها المزارعون ومربو النبات معاً بانتخاب الأصناف من مواد العزل في البيئة المستهدفة.

كما ذُكر في الفصل الخامس، يمكن أن تساعد استراتيجيتي الانتخاب بمساعدة الوسم والانتخاب الوراثي على تسريع دورات التربية. يمكن فحص التنوع الوراثي للنبات بحسب جزيئات النمط الوراثي عن طريق ترتيب الصفات الظاهرية المرغوبة بناء على مصادر

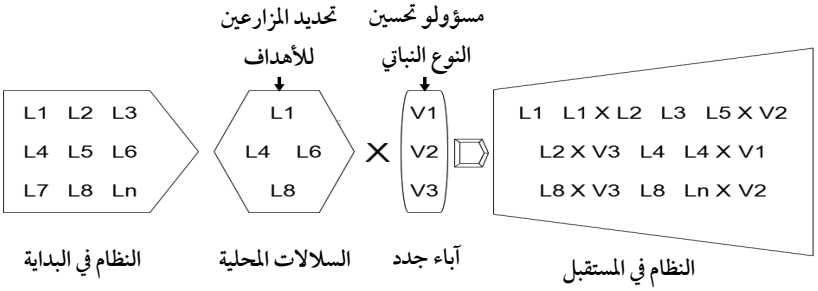


الرموز: م: مزارع، ع: عالم **(المصدر: مقتبس من Morris and Bellon، 2004)**

الشكل 12.2 : نُهج مختلفة لتربية النبات التشاركي بناء على مراحل مشاركة المزارع (م) والعالم/ مسؤول التربية (ع) في عملية تحسين النوع النباتي (مقتبسة من Morris and Bellon 2004 in *Euphytica*, by netherlands study circle of plant breeding، وأُعيد انتاجها بموافقة من (springer-verlag dordrecht in the format use in a book/textbook via Copyright Clearance Center).

حددها المزارع، ومن ثُمَّ تطبيقه لتوجيه جهود التهجين في المزارع لزيادة احتمالية اختيار السمات المستهدفة المرغوبة، مع الحفاظ على أكبر قدر ممكن من التنوع في برنامج تربية النبات التشاركي. إنّ العنصر الأكثر أهمية في أي برنامج لتربية النبات التشاركي هو تحديد هدف التربية من قبل المجتمع الزراعي؛ ويساعد مربو النبات المزارعين على تحسين المواد المحلية في بيئاتهم المستهدفة؛ ويساهم المزارعون في عملية الانتخاب قبل الحصاد وبعده. ويعرض الملحق (ج) بعض أبطال تربية النبات التشاركي المهمين بالإضافة إلى تنويه بمساهماتهم المختلفة في هذا المجال.

تتضمن التربية لأجل التنوع على أساس وراثي التربية لسلالات متعددة، وهي خليط من سلالات متشابهة وراثياً أو من أصناف تختلف بصورة رئيسية في مقاومتها لمختلف الأنماط المرضية. وهي تُستخدم في الحبوب في الولايات المتحدة وأوروبا (Finckh and Wolfe 2006) وفي القهوة (البن العربي) في كولومبيا. إنَّ الصنف كولومبيا هو صنف مُتعدد السلالات ناتج عن سلالات قهوة متفاوتة المقاومة لمرض صدأ الحبوب (الذي يتسبب به فطر *Hemilera vastatrix*) وهو يُزرع على أرض تبلغ مساحتها أكثر من 360 ألف هكتار (Moreno-Ruiz and Castillo-Zapata 1990; Browning 1997). ومن بين مفاهيم التربية الأخرى: انتخاب المجموعة، والتهجين المركب، والتهجين القمّي، ومُتعدد السلالات، وكلها تستفيد من التنوع ضمن المحاصيل (Wolfe and Finckh 1997).



الشكل 12.3 الإطار المفاهيمي لتربية النبات التشاركي الذي يشجع على تعزيز تنوع المحاصيل المحلية ويوسع قاعدة نظام البذور للمزارعين ومقاومة المجموعات المحلية للظروف غير المواتية البيئية والاجتماعية الاقتصادية (adapted from Sthapit et al. 2001, courtesy of Bioversity International)

الإجراءات الرامية إلى تحسين إدارة التنوع التقليدي للمحاصيل

استُخدِمْت الممارسات الإدارية لتحسين إنتاجية واستقرار الأصناف التقليدية ضمن أنظمة الإنتاج لدى المزارعين. وقد ناقشنا في الفصل السابع على نحوٍ موسّع زراعة خلطات متنوعة من أصناف تقليدية، أو من جماعات المحاصيل ذات التنوع الوراثي العالي، من أجل الحد من الآفات والأمراض في المزرعة وللحّد من الهشاشة الوراثية للإصابات المستقبلية. إنّ إدارة مجموعات من الأصناف أو جماعات المحاصيل بمستويات مختلفة من تجنّب أو تحمّل الضغوط الغير الحيوية قد أصبحت جزءاً من سبل المعيشة للمزارعين في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى من أجل تقليل احتمالية خسارة في إنتاج المحاصيل بسبب عدم القدرة على التنبؤ بنُظم الهطول المطري ودرجات الحرارة. وقد تمَّ استخدام زيادة تنوّع أشجار الفواكه ضمن البساتين والحدائق المنزلية من أجل تحسين التهجين الخلطي من الحشرات والملقّحات للحصول على إنتاج فواكه أفضل. ويتضمن ذلك خليطاً من الأصناف الطويلة والمتقزمة، وأنواعاً مبكرة الإزهار ومتوسطة الإزهار ومتأخرة الإزهار مع أشجارٍ معمّرة أخرى. ويمكن استخدام تنوع أصناف المحاصيل في أوقات الإزهار من أجل زيادة أنواع الملقِحات التي تزورها في مختلف الأوقات من الفصل، ومن أجل المحافظة على جماعات النحل خلال الفترات التي لم توجد فيها الزهور البرية بعد (انظر الفصل السابع).

تمَّ استخدام طرق التطعيم الجانبي التي تستخدم طعوماً أكثر من مجموعة أوسع من الأشجار الأم المحلية، والأصناف التي أُحضرت من مناطق أخرى من خلال تبادل الشتلات، من أجل زيادة تنوع الأصناف في أشجار الفواكه المدارية غير المروية مثل المانجو (Phichit et al. 2012). ويُعدّ تحسين تنظيف بذور الأصناف وشروط التخزين (كما ناقشنا في الفصل الحادي عشر) من الطرق المتّبعة لتحسين إنتاجية أصناف المحاصيل التقليدية.

وإنّ هذه الممارسات التي تستخدم التنوع الوراثي للمحاصيل من أجل الإنتاج المستدام ليست الممارسات الوحيدة بالضرورة، بل تُستخدم في أغلب الأحيان ضمن ممارسات المكافحة المائية أو الترابية أو المتكاملة للآفات أو ممارسات إداريّة زراعيّة أخرى كما ورد في الفصل السابع.

استفادة المزارعين من استخدام المواد والمحافظة عليها

إنّ تعزيز الفوائد الناتجة عن تنوع المحاصيل المحلية للمزارعين يعني تعزيز صافي الفوائد، كما يمكن أن يكون هنالك تكلفة على المزارعين بسبب أي خيارٍ يعود بالفائدة. ويتضمن ذلك ضمان تطوير الحوافز المناسبة لإيجاد ومشاركة الفوائد مع المزارعين وضمان عدم إيجاد عوائق غير ضرورية أو غير مقصودة تحّد من تدفق الفوائد على المزارعين من خلال الضرائب أو الإعانات المالية. وقد تمّ وصف أدوات قياس الفوائد المرتبطة بالسوق وغير المرتبطة بالسوق والناتجة عن استخدام والحفاظ على التنوع الوراثي للمحاصيل في نظام الإنتاج في الفصل التاسع. وسنوضّح هنا الاستراتيجيات التي تدعم مجتمعات المزارعين في الاستفادة من استخدام أصناف المحاصيل التقليدية والمحافظة عليها. ويتضمن نجاح هذه الاستراتيجيات دعم المؤسسات المحليّة، وتعزيز العمل الجماعي وحقوق الملكية، وتمكين المزارعين من المشاركة في عملية صناعة القرار وقيادته للوصول إلى الإجراء الأفضل وتطبيقه.

المعالجة المحسّنة

تتطلب المعالجة القياسية الحالية أصنافاً موحّدة، ومن النادر تطبيق التعديلات على آلات الزراعة والحصاد أو على الأجهزة أمّا تلك المُصممة من أجل فصل الأصناف المنوّعة إلى منتجات مختلفة أو تلك المعدلة لتتناسب مع البذور ذات الأحجام الصغيرة. على الرغم من أنّ زراعة وحصاد الحبوب الصغيرة مثل الدخن والحنطة السوداء لا يتطلب سوى جهدٍ صغير بشكلٍ نسبي، إلاّ أنّ معالجة هذه الحبوب صغيرة الحجم لتصبح منتجات معدّة للاستهلاك يتطلب جهداً مكثفاً للغاية، وغالباً ما تقوم به النساء. إنّ التعديلات البسيطة على آلات الزراعة والحصاد، والأجهزة الأكثر تعقيداً المصممة لمعالجة المواد المتنوعة، أصبحت متوفرة لكنّها نادرةٌ وغير معروفة (Finckh 2008). كما تتطلّب معدات المعالجة المعدّلة تدريب المنتجين على تقنيات المعالجة المحسّنة، وتزويد التجار بمعلوماتٍ عن فوائد مختلف معدات المعالجة، وتقديم القروض للحصول على معدات المعالجة، الأمر الذي يمكن ربطه بالقروض الصغيرة لشراء أو تعديل معدات.

إنَّ زيادة الفوائد للمزارعين من خلال المعالجة هي واحدة من أكثر الخيارات تكلفةً واستهلاكاً للوقت والمتوفرة لتعزيز الحفظ في المزرعة. وعادةً ما تكون الأبحاث الاقتصادية المفصّلة ونماذج الدراسات التحضيريّة ضروريّةً لتحديد فيما إذا كانت مبادرةٌ معيّنة مُربحة ومُستدامة. وقد تكون معالجة النباتات عملية تكثيف لرأس المال. علاوة على ذلك، من المرجح أنّ تطوير صناعةٍ للحصول على منتج زراعي تتطلب موافقة الحكومة وتنظيمها. إنّ أحدى مزايا هذا التوجّه هي أنّ التدخلات لزيادة الفوائد للمزارعين من خلال عمليات المعالجة يمكن أن توفّر آلية دائمة للتطوير الاقتصادي وقد تتطلب الحد الأدنى من المراقبة والصيانة فقط (بعد نفقات التأسيس).

إنشاء "سوق التنوّع" وتعزيزه

عادةً ما تُبالغ الأسواق التقليدية في التركيز على السمات الوظيفية والزراعية وتقلل من قيمة سِمات المستهلك والسوق الفريدة والخاصّة. وقد تعمل أنظمة مراقبة الجودة على مجانسة عمليات الإنتاج، وقد يشير هذا إلى إهمال المعرفة والممارسات التقليدية. ومن خلال إنشاء سلاسل الأسواق (انظر الفصل التاسع) من أجل تسويق الأصناف التقليدية ومنتجاتها، ومن خلال زيادة كلّ من العرض والطلب على مثل هذه المنتجات، فإنَّ القيمة التجارية يمكن أن تزيد، مما يؤدي إلى زيادة اهتمام المزارعين في زراعتها وبيعها أيضاً. ويمكن أن تزيد القيمة التسويقيّة للمنتجات الزراعية من خلال تطوير أسواق جديدة، وتحسين التسويق، وتمييز المنتجات عالية القيمة، وتحسين معدات المعالجة المعدّلة لتناسب المواد الخام المتنوّعة، وبناء الثقة بين الجهات الفاعلة في سلسلة الأسواق.

يمكن دعم التعزيز التسويقي لتنوع أصناف المحاصيل من خلال الضرائب والإعانات المالية، وذلك بأنّ الضرائب تُفرض على الممارسات الزراعية التي تؤدي لضرر بيئي وتُقدَّم الإعانات للممارسات الصديقة للبيئة. ويمكن أن تُساهم أدوات وضع علامات الجودة في إضافة قيمة للمنتجات والأصناف الناتجة عن الأنظمة الزراعية التقليديّة. لقد أصبحت المؤشرات الجغرافية والعلامات التعريفية للزراعة العضوية أمراً شائعاً في العقود الأخيرة، وعادة ما يرتبط استخدامها بحفظ التنوع الحيوي الزراعي والممارسات الزراعية التقليدية. حيث أنَّ المؤشر الجغرافي يُعدّ دلالة تُستخدم على البضائع التي لها مصدر جغرافي معيّن وتمتلك صفاتٍ وخصائص محدّدة كنتيجة لمكان المنشأ هذا. فهو أحد أشكال الحماية ضمن اتفاقية الجوانب التجارية لحقوق الملكية الفكرية (TRIPS) تحت إدارة منظمة التجارة العالمية (WTO). ويُستخدم

المؤشر الجغرافي لتجنب المنافسة مع منتجاتٍ مماثلة في الأسواق الوطنية والدولية. كما أنّه يحمي الأصول الاقتصادية المعنوية مثل جودة وسمعة منتج ما من خلال التمييز التسويقي. وهو أداةٌ للحفاظ على التعددية الوظيفية في الأراضي الريفية وإشراك السكان المحليين في إدارة وحفظ التنوع الحيوي من خلال توفير حافز لتسويق منتجات خاصّة.

إنَّ بعض أفضل الأمثلة على المؤشرات الجغرافية هي جبنة الفيتا اليونانية، وشامبانيا النبيذ الفوار الفرنسي، والشراب المقطر المكسيكي تكيلا. وهنالك أشكالٌ مختلفة للمؤشرات: مؤشرات المنشأ الجغرافي، والمؤشرات الجغرافية المحميّة، وتعيينات المنشأ المحميّة، وتسمية المنشأ، وتحديد المنشأ. حيث أنّها تختلف عن بعضها قليلاً ببعض الخصائص لكنّها تشتركُ بمبدأ عامّ: وهو الرابط القوي بأرضٍ وبمعرفةٍ جماعيّة تُوجد في هذه المنطقة بشكلٍ تقليديّ. واستناداً إلى الفلسفة الكامنة وراء المؤشرات الجغرافية وعلامات الجودة للزراعة العضوية، يمكن أن توضَع الخيارات البديلة لوضع العلامات موضع تنفيذ من خلال أنظمة وضوابط السوق من أجل تمييز المنتجات التي تعتمد على زراعة أصناف محاصيل مختلفة عن تلك المنتجات التي تدعم الزراعة الأحادية وانسجام الأصناف بدلاً من ذلك.

في حال كان المُنتَج يعتمد على صنفٍ واحد يحدد خصائص المُنتَج من حيث نظرة المستهلك، فإنَّ إيجاد سوقٍ لهذا الصنف قد يُساهم في خسارة التنوّع الوراثي. وهذا ما حصل مع أرزّ هاي هاو تام زوان في فيتنام والكينوا ريال في بوليفيا. في كلتا الحالتين، أدّى نجاح المؤشّر الجغرافي إلى تهميش الأصناف الأخرى، مما سبب خسارة التنوّع للمحاصيل ككلّ (Larson Guerra 2010). إنَّ كون المؤشرات الجغرافية أو الأسواق المتخصصة بالأصناف التقليديّة "الأنسب" لنظامٍ بيئيّ معيّن يعزّز الاستخدام المستمر لتنوع المحاصيل من أجل إنتاج بضائع محميّة من قبل المؤشر يعتمد بالنتيجة على خصائص المُنتَج وعلى حجم السوق.

وفي مقاطعة كاسكي في نيبال، تقوم الصناعات المنزلية الخاصّة مثل غونيلو وباندوباستا (Gunilo and Bandobasta) بتسويق المنتجات المصنوعة من المحاصيل المحلية ذات القيمة الخاصّة لثقافة الطعام المحليّة، ولها سوقٌ متخصصة للسياحة. وتمَّ إنشاء شبكة من رائدي مثل هذه الأعمال وربطها بالمجتمعات الزراعية. وقامت إحدى المنظّمات غير الحكومية بتسهيل اجتماع المزارعين ورائدي الأعمال حيث قاموا سويّة بتحديد المنتجات المحلّية ذات القيمة العالية للمستهلكين وذلك من أجل اتخاذ قرارات الإنتاج والتسويق. كما تمّ توعية مجموعة من المطاعم والفنادق لتستخدم المزيد من المنتجات المحليّة في مطبخها اليوميّ، وقام الطهاة باعتماد الوصفات المحليّة من أجل الاستفادة المثلى من المنتجات الجديدة (Rana and Sthapit 2011).

إنَّ التجارة النزيهة ووضع العلامات البيئية هي استراتيجيات حفظ تعتمد على السوق، حيث يقوم المستهلكون بدفع علاوة سعريّة لمُنتَج يتمّ إنتاجُه في مزارع مُعتمدة ملتزمة بالحفاظ على التنوع الحيويّ أو شروط العمل العادلة. وتتطلب العلامة التعريفيّة بالتجارة النزيهة أن يوافق المشترون على: (1) دفع سعر يغطّي تكاليف الإنتاج والأقساط الاجتماعيّة، (2) وتقديم دفعة مُسبقة، (3) والشراء مباشرة من المُنتِج، (4) وإنشاء عقود طويلة الأمد. وتركّز التجارة النزيهة بشكلٍ أكبر على الجانب الإنساني من الإنتاج، بينما يتوجّه وضع العلامات البيئيّة إلى الممارسات البيئيّة والمُنتجين. ويؤدي هذا بشكلٍ غير مباشر إلى تحفيز استخدام تنوّع المحاصيل في أنظمة الإنتاج، إلاّ أنّ هذه العلاقة تحتاج إلى دراسة بشكلٍ أفضل. ويمكن ربط هذه المنتجات بحملات إعلانية تهدف لتحسين وعي المُستهلك والبائع بسماتها المهمّة (على سبيل المثال، السمات الغذائية، والسمات التكيّفيّة). وتؤمّن مثل هذه الحملات معلوماتٍ عن التكاليف البيئيّة الفعليّة للمنتجات التي تحتاج في زراعتها إلى مستوياتٍ عاليةٍ من المواد الكيميائية مقابل الممارسات الإداريّة كتلك التي تشمل أصناف المحاصيل التقليديّة.

وقد تمَّ استخدام التمييز بين المُنتَجات الغذائيّة والزراعيّة بالتوافق مع مبادئ الزراعة العضويّة، وذلك من أجل إيجاد حوافز لحماية المحاصيل والأصناف التي تمّ مُلائمتها مع الظروف البيئيّة التي تتطلّب القليل من المستلزمات الزراعيّة الخارجيّة (الأسمدة والمبيدات الحشريّة والري ... وغيرها)، وهي بالتالي صديقةٌ للبيئة بشكلٍ أكبر. ومع تزايد الزراعة العضوية، فإنّ الطلب على الأصناف المحسّنة المناسبة لهذا النموذج من الإنتاج يُعزّز إعادة تقييم الأصناف المحليّة والتقليديّة واستخدامها في برامج تحسين الأنواع النبات.

تتلخّص الجوانب الأساسيّة للزراعة العضويّة في الاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية (IFOAM) الذي تمّت الموافقة عليه في عام 2005 بموجب المبادئ التوجيهيّة الأربعة (1) الصّحّة: ينبغي للزراعة العضويّة أن تدعم وتعزّز صحّة التربة والنبات والحيوان والأنسان باعتبارها واحدةً وغير قابلة للتجزئة، (2) وعلم البيئة: يجب أن تستند الزراعة العضويّة على دورات وأنظمة بيئيّة حيّة، وأن تعمل معها، وتضاهيها، وتساعد على الحفاظ عليها، (3) والنزاهة: يجب أن تُبنى الزراعة العضوية على العلاقات التي تضمن النزاهة فيما يتعلّق بالبيئة المُشتركة وفرص الحياة، (4) والرعاية: ينبغي إدارة الزراعة العضوية بطريقةٍ احترازيّة ومسؤولة من أجل حماية صحّة وسلامة كلٍّ من الأجيال الحاليّة والمستقبليّة والبيئة.

وبالقيام بتحسين الأنواع النبات من أجل أنظمة الزراعة العضويّة والأنظمة ذات المدخلات القليلة، هنالك اهتمام من جديد باستخدام الأصناف التقليديّة، وليس ذلك كمصدرٍ وراثيّ

معـزولٍ عـن الأرض المزروعـة فحسـب، بـل كـشرطٍ ضروريّ لوجـود أنظمـةٍ بيئيـةٍ زراعيـة مرنـة تجـاه التغـيرات البيئيّـة (SOLIBAM 2011). ولقـد تـمَّ تطويـر الأصنـاف المتوفّـرة تجاريـاً بشـكلٍ كبـير لكفـاءة أكـبر في ظـلّ شروط عاليـة المدخـلات، وغالبـاً مـا تفشـل هـذه الأصنـاف في إعطـاء غـلال مقبولـة ومضمونـة في البيئـات العضويـة المتجانسـة. وعـلى نقيـض المنهـج الاعتيـادي للتربيـة التجاريـة، حيـث يتـمّ دراسـة الرابـط بـين المـؤشرات الجزيئيـة والأنـماط الظاهريـة ضمـن مخطـط محـدد مُحسّـن مـن أجـل كشـفها (تحديـد مواقـع الصفـات الكمّيـة QTL)، فـإنّ التربيـة للحصـول عـلى أنظمـة عضويـة ذات مُدخـلات قليلـة تركّـز عـلى الجماعـات والنباتـات المطـوَّرة لأجـل هـذه الأنظمـة. تـمَّ تطويـر تعدديـة الأشـكال في تربيـة الجماعـات مـن أجـل تقييـم تطـوّر التنـوّع الوراثـي في ظـلّ إدارة مختلـف المحاصيـل والـشروط البيئيـة الزراعيـة مـن أجـل فهـم اسـتجابات الأنـواع المختلفـة مـن الجماعـات، مثـل الجماعـات الخلطيّـة المركّبـة، والخلائـط، والأصنـاف التقليديـة. ويتـمّ ذلـك بهـدف تطويـر اسـتراتيجيات للحفـاظ عـلى مسـتويات ملائمـة مـن التنـوّع ضمـن تنـوّع الجماعـة. كـما يتـمّ تقييـم مسـتويات التهجـين في الجماعـات وتنوّعـه مـن أجـل تطويـر اسـتراتيجيات زيـادة تبايـن اللواقـح وعـدم التجانـس والحفـاظ عليهـا، وبالتـالي القـدرة التنظيميّـة ضمـن الجماعـات لتغيـير الظـروف البيئيّـة والمحيطيّـة (Wolfe et al. 2008; Goldringer et al. 2010; Lammerts van Bueren and Myers 2011).

ضوابط استخدام الأرض وحوافزه

حَظيـت الأخلاقيـات العامّـة لاحـترام البيئـة بمكانـة بـارزة في الكثـير مـن دول العـالم المتقـدّم مـن خـلال الارتبـاط الكبـير مـع الشـعوب الأصليـة وطـرق الحيـاة التقليديّـة (الفصـل الثالـث). وقـد تـمَّ تحقيـق ذلـك عـلى نحـوٍ كبـير مـن خـلال حمـلات التوعيـة العامّـة، التـي تسـتخدم الإعـلام لنـشر رسـائل عـن النجـاح المحتمـل لممارسـات الإدارة البيئيّـة السـليمة. وعـلى الرغـم مـن أنّ أنظمـة الزراعـة المحلّيّـة لعبـت دوراً صغـيراً نسـبياً في مثـل هـذه الحمـلات الإعلاميّـة حتـى الآن، إلاّ أنَّـه كان مـن الممكـن أن يكـون لهـا مكانـة بـارزة في هـذا النـوع مـن الرسـائل، نـشر المعلومـات عـن عمليـات التـآكل الوراثـي، وعـن أهميـة الحفـاظ عـلى التنـوّع الوراثـي للمحاصيـل ضمـن أنظمـة الإنتـاج لـدى المزارعـين.

ويمكـن أن تشـملَ حوافـز الحفاظ عـلى التنـوّع في المزرعـة ضوابـطَ اسـتخدام الأرض والتخطيط لإنشـاء مناطـق بيئيّـة زراعيـة محميّـة ومناطـق للزراعـة السـياحيّة، أو لتعزيـز طـرق الزراعـة ذات المدخـلات القليلـة في المناطـق ذات الحساسـيّة البيئيّـة. ففـي هنغاريـا عـلى سـبيل المثـال، تـمّ اعتبـار

الأراضي المُصنّفة بأنها مناطق ذات حساسيّة بيئيّة على أنّها مواقع مستهدفة لتعزيز الزراعة العضويّة، حيث يمكن أن تكون أكثر قابليّة لاستخدام أصناف المحاصيل التقليديّة (Bela et al. 2006). وقد أوجدت البيرو إطار عملٍ قانونيّ لتنظيم إنشاء مناطق التنوّع الحيوي الزراعي والحفاظ عليها، وهذا يضمن طُرقاً مختلفة لدعم المزارعين في مثل هذه المناطق (Ruiz 2009). وقامت الإكوادور بإنشاء برامج لتعزيز مناطق الزراعة السياحية والحدائق النباتية ذات التنوّع الحيوي الزراعي. ويركّز كلا البرنامجين على تنوّع المحاصيل التقليديّة كعنصرٍ من عناصر الهويّة الثقافيّة ويؤمّنان أساساً للمجموعات الزراعيّة المحلّيّة لتشارك في النشاطات الاقتصاديّة المتعلّقة بالسياحة.

وبشكلٍ عام، فإنَّ المزارعين الذين يتمتّعون بحقوق حيازة مضمونة للأراضي التي يزرعونها كانوا أكثر اهتماماً بالبدء بممارسات إدارية طويلة الأمد تحفظ خصوبة التربة، وجودة المياه، والموارد الضروريّة الأخرى على مرّ السنين، من أولئك الذين ليس لديهم ضمان لحقوقهم على المدى الطويل. وقد بيّنت العديد من الدراسات أنّ المزارعين الذين يمتلكون أراضيهم أو يتمتّعون بترتيبات حيازة موثوقةٍ طويلة الأمد لديهم حوافز أكثر للاعتناء بالأرض من خلال زراعة تنوّع أكبر من المحاصيل والتناوب فيما بينها.

في الجمهوريّات الشيوعيّة السابقة في آسيا الوسطى، وخلال عقود من الحكم الشيوعي، فضّل التخطيط المركزي السوفيتيّ زراعة القمح والقطن على زراعة الفواكه والخضراوات، وقام بتخصيص الأراضي وفقاً لذلك. وكانت الحدائق المنزليّة، والتي يبلغ متوسّط مساحتها هكتاراً واحداً كحدّ أقصى، المساحةَ الوحيدة التي يُسمح للمزارعين باستخدامها بحُريّةٍ، وذلك بفضل استقرار ملكيّة الأراضي. وقد كان معظم المزارعين في كازاخستان وقرغيزستان وطاجيكستان وتركمانستان وأوزبكستان يمتلكون الأرض المُستخدمة في البستنة، والتي كانوا يستخدمونها لزراعة محاصيل الخضراوات والفواكه لاستهلاكهم الخاصّ، ومن أجل زيادة الخيارات الاقتصاديّة التي يوفّرها النظام المركزي. وبالتالي، أصبحت الحدائق المنزلية مخازن فعليّة لتنوّع المحاصيل البستانيّة والفواكه، ومراكز للتجريب والابتكار، وأحد العناصر الأساسيّة من استراتيجيّات كسب المعيشة في هذه البلدان. وعلى الرغم من أنّ التخطيط المركزي تراجع بعد تحوّل البلاد إلى اقتصاد السوق، إلاّ أنّ الحدائق المنزلية في بعض البلدان مازالت المساحة الوحيدة التي يتمّ فيها الاعتراف بحقوق الملكيّة للمزارعين ويُسمح فيها بالمبادرات الفرديّة، وهو الأمر الذي أدّى إلى ممارسات زراعيّة تقليديّة وأصناف محاصيل محليّة يتمّ الحفاظ عليها في هذه المساحات الصغيرة من الأراضي (Lapeña et al. 2013).

المربّع 12.3 تعاونية بحيرة روبّا، نيبال

تـمَّ إنشـاء تعاونيـة صيـد السـمك وإصـلاح بحـيرة روبّـا عـام 2001 مـن قِبـل المجتمعـات القاطنـة عنـد المَصّـب والتـي تعتمـد بشـكلٍ كبـير عـلى صيـد السـماك في معيشـتها. ولضـمان تقليـل التـآكل بسـبب ممارسـات الإدارة الزراعيّـة في مناطـق المنبـع، قامـت التعاونيـةّ بتأسـيس آليـة تشـارك المنافـع وذلـك لتوفـير الحوافـز للمجتمعـات ومختلـف المجموعـات عنـد المنبـع مـن أجـل الحفـاظ عـلى مسـتجمع الميـاه. وقـد تـمّ تطويـر العمليـة مـن خـلال آليـات تقليديّـة، في ظـلّ غيـاب الأسـواق الرسـمية المتخصصـة بالخدمـات البيئيّـة. وتقـدّم تعاونيـة روبّـا 10 % مـن عوائدهـا مـن إدارة صيـد الأسـماك للمجتمعـات عنـد المنبـع بهـدف ضـمان ممارسـات إداريـة جيـدة للحـدّ مـن تراكـم الطمـي وتحسـين جـودة الميـاه. إنَّ آليـة الدفـع طوعيّـة حيـث لا يوجـد عقـد أو اتفـاق بـين المشـترين (التعاونيّـة) والبائعـين (المسـتخدمين عنـد المنبـع). ويتـمّ الدفـع المبـاشر مـن قبـل التعاونيّـة عـلى أسـاسٍ سـنويّ لمختلـف مجموعـات المسـتخدمين مثـل المـدارس والتجمّعـات التـي تتطلـب تمويـلاً لأنشـطة محـدّدة لإدارة مسـاقط الميـاه. ويتـم تقديـم المكافـآت العينيـة أو الدفـع بشـكل غـير مبـاشر مـن قبـل التعاونيّـة مـن خـلال توفـير الشـتلات (Pradhan et al. 2010).

موائمة المدفوعات لقاء خدمات النظام البيئي للحفاظ على تنوّع المحاصيل في المزرعة

إنَّ المدفوعـات لقـاء خدمـات النظـام البيئـيّ هـي حوافـز تسـتند عـلى السـوق وتهـدُف إلى تشـجيع الحفـاظ عـلى خدمـات النظـام البيئـي مـن خـلال الرسـوم والتصاريـح القابلـة للتـداول والإعانـات الماليـة وتخفيـض الاحتـكاك في السـوق. تسـمح مخططـات الدفـع لقـاء الخدمـات البيئيّـة (PES) بالحصـول عـلى قيـم الحفـظ العامّـة عـلى مسـتوى المـزارع، وبالتـالي إيجـاد حوافـز للحفـاظ عـلى التنـوّع الحيـوي الزراعـي والمسـاعدة في تخفيـف حـدّة الفقـر (انظـر منظمـة الأغذيـة والزراعـة 2011). وقـد تكـون المدفوعـات عـلى نطـاقٍ أصغـر في التجمّعـات التـي تربـط مجتمعـات المنبـع والمصـبّ. وتتطلـب هـذه المخططـات إدراك المسـتخدمين للـدور المحتمـل للمجتمعـات عنـد المنبـع والمصـبّ في إدارة مسـاقط الميـاه، ويكـون ذلـك عـادةً عـن طريـق تشـكيل تعاونيـة لأفـراد مـن المسـتخدمين عنـد المصـب والمنبـع (المربّـع 12.3).

حتـى الآن، لقـد كانـت خدمـات النظـام البيئـي بشـكلٍ عـام مرتبطـةً أكثـر بالمناطـق الطبيعيّـة، وعـلى نحـوٍ أقـلّ بكثـير بالأنظمـة البيئيـة المزروعـة مثـل الحقـول الزراعيّـة. وعـادةً مـا افتقـد المزارعـون للحوافـز التـي تجعلهـم يأخـذون بعـين الاعتبـار تأثـير ممارسـاتهم عـلى خدمـات النظـام البيئـي المُسـتقاة مـن التنـوّع الزراعـي، وذلـك عندمـا لا تُترجـم هـذه الخدمـات إلى مكاسـب إنتاجيـة

عـلى مسـتوى المزرعـة. وقـد ناقـش الفصـل السـادس عمليـة تحديـد خدمـات النظـام البيئـي المُسـتقاة مـن اسـتخدام التنـوّع الوراثـي للمحاصيـل، مثـل مكافحـة الآفـات والأمـراض، والحفـاظ عـلى التلقيـح، والحـد مـن تـآكل التربـة، واسـتخدام المصـادر المائيـة بفعاليّـة. ويمكـن أن تؤثـر المعلومـات المُحسـنة عـن وجـود هـذه الخدمـات ونطاقهـا، بالإضافـة لخطـط تحفيـزٍ ومراقبـة أفضل، على قـرارات المزارعـين المرتبطـة بتنـوّع المحاصيـل بطـرق تحسّـن البيئـة.

الخلاصة

مـن المرجّـح أنّ أي تحليـلات لمـدى التنـوّع الوراثـي للمحاصيـل وتوزّعـه وفهـم كيفيـة الحفـاظ عليـه مـن خـلال المؤسسـات والممارسـات المحليّـة قـد تـؤدي إلى تحديـد عـدد مـن إجـراءات الدعـم المتكاملـة بـدلاً مـن حـلّ وحيـد إلزامـي. أحـد العوامـل الموجّهـة الأساسـيّة هـي أنّ أي قـرار لتطبيـق إجـراء معـيّن يدعـم الحفـاظ عـلى التنـوّع الوراثـي للمحاصيـل التقليديـة واسـتخدامها في أنظمـة الإنتـاج سـوف يعتمـد عـلى امتـلاك المزارعـين والمجتمـع الزراعـي للمعرفـة والقـدرة القياديـة التـي تمكنهـم مـن تقييـم المنافـع التـي سـيجلبها لهـم هـذا الإجـراء. ويؤكّـد هـذا المبـدأ بـدوره عـلى أهميـة النشـاطات (التـي تقـوم بهـا الـوكالات أو المنظـمات المحليّـة أو الوطنيـة أو الدوليـة) والتـي تقـويّ المؤسسـات المحليّـة بـما يمكّـن المزارعـين مـن لعـب دورٍ أكـبر في إدارة مواردهـم.

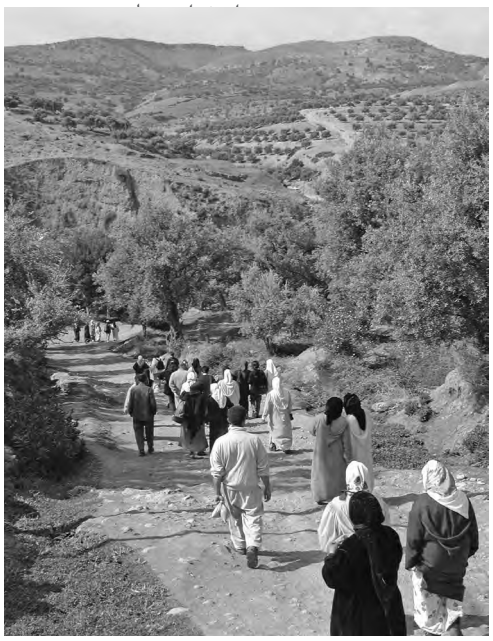
مراجع إضافية

Bioversity International. 2008. *Manuel de formation des formateurs sur les champs de diversité.* Bioversity International, Rome, Italy.

de Boef, W. S., A. Subedi, M. Thijssen, and E. O'Keeffe, Eds. 2013. *Community Biodiversity Management: Promoting Resilience and the Conservation of Plant Genetic Resources.* Routledge, Milton Park, Abingdon, Oxon.

Jarvis, D. I., T. Hodgkin, B. R. Sthapit, C. Fadda, and I. López Noriega. 2011. "An heuristic framework for identifying multiple ways of supporting the conservation and use of traditional crop varieties within the agricultural production system." *Critical Reviews in Plant Science* 30:125–76.

Vernooy, R., P. Shrestha, and B. Sthapit (Eds.). (2015). *Community Seed Banks: Ori- gins, Evolution and Prospects.* Routledge, Milton Park, Abingdon, Oxon.



اللوحة 13. أعلى اليسار: زيارة للمواقع المشتركة في المغرب تتضمن 20 امرأة من ثلاثة مواقع من مختلف الأنظمة البيئية الزراعية في المغرب (الأطلس الشمالي والأطلس المتوسط والواحة)، وقد سافرن إلى كل موقع من المواقع الأخرى لرؤية أصناف حبوب الفول والشعير والبرسيم والقمح القاسي في مختلف المواقع. أعلى اليمين: معرض التنوّع في كابوه في أوغندا الوسطى، حيث تقوم مجموعات المزارعين من مختلف القرى بعرض تنوّع أصناف الفول الشائعة والمختلفة. أسفل اليسار: مزارعون يعاينون مختلف أصناف الفول التقليديّة في معرض للتنوّع في ساراغورو، الإيكوادور. أسفل اليمين: مثال على آلات الطحن الصغيرة المصنوعة بشكلٍ خاص كجهاز لتوفير الجهد لمعالجة الحبوب الصغيرة مثل الدخن في كولي هيلز، ولاية إنديانا. حقوق الصورة: D. Jarvis (أعلى اليسار)، C. Fadda (أعلى اليمين)، J. Coronel (أسفل اليسار)، S. Padulosi (أسفل اليمين).

اللوحة 14. يتمّ توجيه البنوك مورثات المجموعات نحو جمع وتخزين تنوع المحاصيل المحليّة وتقوم بتأمين الوصول إلى مقدار صغير من البذور كمصدر للمادة الوراثية. بالمقابل، يُستخدم بنك البذور لضمان توفّر البذور المحلّية لضمان الأمن الغذائي، ويتمّ مضاعفة البذور للتوزيع المباشر للمزارعين. أعلى اليسار: بنك البذور في نيبال حيث يتوفر أصناف تقليدية من الأرز والقرع "ليقترضها" المزارعون – يأخذونها ويزرعونها ومن ثمّ يعيدون البذور من محصولهم. أعلى اليمين: حجرة تخزين 5 أمتار تحت الأرض في بوركينا فاسو من أجل بنك بذور يمكن أن يُحكَم إغلاقه للحفاظ عليه من الجفاف أو الاضطرابات المدنية. أسفل اليسار: منتديات التنوّع (DFF) في مالي، وهو منهجٌ تمّ تطويره في بيئات منخفضة التوريث في غرب أفريقيا لتقوية قدرة المزارعين على تحليل وإدارة الموارد الوراثية النباتية لمحاصيلهم. أسفل اليمين: مسرحية على جانب الطريق عن التنوّع بعنوان "هذا ما يحدث في القرية"، تنظمها مجموعات النساء في قرية خولا كو تشو في مقاطعة كاسكي، نيبال. ترتكز المسرحية على قصة حقيقيّة من القرية توضّح قيمة زراعة الأرز البري ضمن أصناف الأرز التقليدية. حقوق الصورة: Sthapit (أعلى اليسار وأسفل اليمين)، C. Fadda D. Balma (أعلى اليمين)، R. Vodouhe (أسفل اليسار).

الفصل الثالث عشر

خاتمة

الأصناف التقليدية والإنتاجية الزراعية

تصف فصول هذا الكتاب الطرق الكثيرة لفهم مكان وكيفية وسبب استخدام المزارعين لأصنافٍ تقليدية من محاصيلهم في يومنا هذا. وهي تغطي العديد من الطرق والأمثلة التي تحدّد وتميز الرجال والنساء الذين يحافظون على تنوع المحاصيل، بما في ذلك محيطهم البيئي والاجتماعي ومقدار التنوع الناتج وتوزيعه. وتأتي الأساليب من مجموعة واسعة من التخصصات: علم الوراثة وعلم البيئة والهندسة الزراعية وعلم الاقتصاد وعلم الاجتماع وعلم النبات وكذلك الجوانب الثقافية للمجتمعات الزراعية. يُقدم كل مجال من مجالات الدراسة إسهاماً أساسياً في تطوير فهمٍ شامل للميزات التي تحكم التنوع الوراثي للمحاصيل في أي نظام إنتاج زراعي.

وقد ظهرت أهمية العمل بطرق تشاركية مع المزارعين والمجتمعات مراراً وتكراراً. وهذا المفتاح لنتائج البحوث الناجحة هو في الواقع من بين الجوانب الأكثر إثارة. إنَّ تضمين التشخيص التشاركي في طرق التحليل يجعل لدينا رؤىً عميقةً في العمليات الدقيقة والواضحة للانتخاب الذي يقوم به الإنسان والتي تُغذي التنوع على مستوى المزرعة. ويمكن أن تستند التدخلات مثل تلك الموضحة في الفصل الثاني عشر إلى عمليات من شأنها أن تحسن معيشة المجتمعات الزراعية. وقد تّم تطوير الطرق الموضحة في الفصول من الرابع إلى الحادي عشر واختبارها واستخدامها من قبل الباحثين العاملين مع المزارعين المحليين لتحقيق ذلك.

وهناك ميزة ثانية للبحث في التنوع على مستوى المزرعة تتجسد في الجمع بين الباحثين من مجموعة متنوعة من التخصصات. وإنَّ أحد الدروس المستفادة من مثل هذه الأبحاث السابقة هو إنَّ التعاون بين الباحثين يحتاج إلى أبعد من مجرد توظيف العديد من التخصصات. تفترض الأبحاث متعددة التخصصات إنَّ التنوع في التخصصات يسهم بطرق وأفكار في مسألة بحثية معينة. وتذهب النُهج المتعددة التخصصات إلى أبعد من ذلك وتحدّ د سؤالاً شائعاً، بلغة يشترك بها جميع الباحثين، من خلال استخدام نماذج متقاطعة والإسهام في تحليلات

مشـتركة. إنَّ الأبحـاث متعـددة الاختصاصـات (sensu Rosenfield 1992) هـي درجـة أخرى من التكامـل، حيـث لا يعمـل الباحثـون مـن مختلـف المجـالات والمزارعـون والمعنيُّـون عـن كثـب معـاً عـلى مشـكلة مشـتركة فقـط، وإنَّـما أيضـاً يخلقـون تصـوراً مشـتركاً للمشـكلة يتكامـل مـع وجهـات نظـر كل منهـم عـلى حـدة ويتجاوزهـا. وتُظهـر الفصـول السـابقة إنَّ النُّهـج المتعـددة التخصصـات هـي جـزء أسـاسي لضـمان إنَّ نتائـج البحـث تُثـري الإجـراءات الواجـب اتخاذهـا ودعمهـا (كـما هـو موضـح في الفصـل الثـاني عـشر). وفي الواقـع فـإنَّ الطبيعـة المتعـدّدة التخصصـات للبحـوث المثمرة في التنـوع الوراثـي للمحاصيـل في حقـول الفلاحـين هـي جانـب آخـر يثـير المتعـة والتحـدي.

سـتقوم كل مجموعـة مـن الباحثـين بتحديـد الأسـئلة التـي تهـدف إلى الإجابـة عنهـا بالتعـاون مـع المجتمعـات التـي يعملـون معهـا. وتوضـح الأقسـام التاليـة ملامـح التنـوع الوراثـي للمحاصيـل التـي نعتبرهـا ذات أهميـة خاصـة فيـما يخـص هـذه الأسـئلة. ويمكـن لقارئـي الفصـول السـابقة إضافة مواضيعهـم الرئيسـية إلى قائمـة المواضيـع الجزئيـة. وبهـذه الطريقـة، يمكـن أن يظهـر إطـار لجـدول أعـمال أبحـاث متعـددة التخصصـات حـول التنـوع الوراثـي للمحاصيـل، مثـل بحـث كريسـتيان سـامبر (Christian Samper) الـذي تّـم اقتراحـه في مقدمـة هـذا الكتـاب.

أبعاد اجتماعية واقتصادية وسياسية

إنَّ الأصنـاف التقليديـة والخصائـص التـي نمتلكهـا هـي أفـكار بشريـة تتطـور باسـتمرار لتلبيـة الاحتياجـات المتغـيرة للمزارعـين والمجتمعـات. وتظهر قيم هـذا التنوع باستخدام طرق اقتصادية أو اجتماعية أو ثقافية، وتوفر جميعها رؤى مهمة في الأصناف والطرائق المتبعـة للحفـاظ عليها وزراعتهـا واستخدامها. أظهر الفصل التاسـع عينات من الطرق التي تبحـث في القيم الاقتصادية وتأخذ في الاعتبار القيم المباشرة (المتعلقة بالإنتاج) والقيم غير المستقلة (المتعلقة بدعم خدمات النظام البيئـي وتنظيمها). وتبحـث بعـض الأسـاليب في القيـم عـلى مسـتويات مختلفـة، والطـرق التـي مـن خلالهـا يكـون لمشـاركة المزارعـين في سلاسـل السـوق تأثـير في قيمـة الأصنـاف بالنسـبة للمنتِجـين. وتـدرس أسـاليب أخـرى الطريقـة التـي يمكـن بهـا للأصنـاف أنْ تَحّـد مـن الـضرر الناجـم عـن الآفـات والأمـراض، وأن تبحـث في القـرارات المشـتركة التـي تشـكل حـلاً وسـطاً بشـأن الأصنـاف التـي ينبغـي اسـتخدامها، وفي أي ظـروف. ومـن الأمثلـة عـلى الحلـول الوسـط التـي توصَّـل إليهـا المزارعـون التـوازنُ بـين الأصنـاف التـي تنتـج محصـولاً وفـيراً مـن الحبـوب، والأصنـاف ذات الإنتاجيـة المنخفضـة، والصفـات التـي تلبـي الأهـداف الأخـرى، مثـل الأعـلاف مـن أجـل الثـروة الحيوانيـة أو جـودة الأغذيـة. وحتـى عندمـا تكـون الأسـواق المحليـة فعّالـة عـلى نحـو جيـد، غالبـاً مـا يسـتمر المزارعـون في زراعـة الأصنـاف التقليديـة لتلبيـة احتياجاتهـم الخاصـة. وينبغـي أن يعـترف

التحليل الاقتصادي بأنّ الأصناف هي الموارد الوراثية والسلع العامة الاقتصادية، وهي ذات قيمة مباشرة بالنسبة للمنتجين وقيمة غير مباشرة بالنسبة للمجتمع ككل باعتبارها مصادر للسمات المفيدة من أجل تحسين المحاصيل المستقبلية. ويمكن أن يشير التحليل الاقتصادي إلى الطرق التي تؤثر بها السياسات الزراعية الأوسع في قيم الأصناف التقليدية. وتشمل الأمثلة التقليدية الإعانات الخاصة فيما يتعلق بنشاطات إنتاج معيَّن (استخدام الأسمدة أو مبيدات الآفات) أو منتجات معينة (أسعار ثابتة للسلع المختلفة).

إنَّ اقتصاديات نُظم البذور التقليدية متجسِّدة في العلاقات الاجتماعية. وتهدف تحليلات الأبعاد الاجتماعية إلى الكشف عن الجوانب الأخرى لقيمة الأصناف التقليدية، وصفات الرجال والنساء الذين يديرونها. ومن خلال التحليلات الاجتماعية، يمكن البدء في فصل الطرق المختلفة التي ينظر بها أي مجتمع إلى التنوع الذي يشكل نظام إنتاجه ويدير هذا التنوع (الفصل الثامن). يمكن أن تقوم الأسر الزراعية، أو مجموعات المزارعين، أو القرى، أو المجتمعات الأكبر بتحديد أهداف مختلفة ومنافع من الأصناف التقليدية ومن المحاصيل المختلفة. ومن الأهمية بمكان استكشافُ النوع والعمر والثروة والمركز الاجتماعي، والقرابة، والأبعاد العرقية، وتقسيم المعلومات حسب هذه العوامل. وخلال العقد الماضي على وجه التحديد في العديد من البلدان، أصبحت الهجرة وانخفاض فرص العمل جوانبَ بارزةً من التغيرات الاجتماعية في الزراعة، مما ترك النساء والشباب لتنفيذ الأنشطة على مستوى المزرعة. وهذه التغيرات لها تأثير ذو طبيعة أكثر ديمومة وقد ترتبط بالتغير في خصائص الأصناف، مثل التكيف مع عدد أقل من تدخلات المزارعين، أو انتخاب السمات المرتبطة باحتياجات هذه المجموعات.

ومن المهم أيضاً دراسة دور السياسة في إدارة التنوع. إذ تؤثر السياسات المحددة في القوى الاجتماعية والاقتصادية – على سبيل المثال، أسعار الدعم أو المعونات المقدمة لأنماط إنتاج معينة أو محاصيل محددة. وتؤثر السياسات المتعلقة بالبذور بشكل حاد في إدارة الأصناف التقليدية. وقد تحّدد هذه نوعية البذور التي يمكن تسويقها، أو إمكانية تسويق الأصناف التقليدية التي لا تستوفي معايير معينة متَّفَق عليها في اختبارات التمايز والتجانس والثبات (DUS). وضعت بعض البلدان، مثل الهند، إجراءات تسمح بالاعتراف بالأصناف التقليدية والاتجار بها. ومع ذلك، تظل معظم الأصناف التقليدية جزءاً لا يتجزأ من النظم غير الرسمية وتقع خارج عمليات السياسة الرسمية. وفي المقابل، قد تقوم بعض النشاطات أو المؤسسات الاجتماعية المحلية غير الرسمية بتنظيم توزيعها وإدارتها واستخدامها. وكما لوحظ في الفصل العاشر، فإنَّ للسياسة بعدين وطني ودولي، والأثر الأوسع للاتفاقيات الدولية مثل اتفاق تريبس (اتفاقية الجوانب التجارية حول الملكية الفكرية TRIPS)، وبروتوكول ناغويا لاتفاقية التنوع الحيوي (CBD)، واتفاقية حماية الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة (ITPGRFA) هي جزء ذو صلة بأبعاد السياسة.

الأبعاد البيئية

يمكن أن تؤثر العديد من العوامل البيئية المختلفة في مدى الأصناف التقليدية وتنوعها الوراثي وفي توزيعها (الفصل السادس). توّفر الطرق الزراعية – البيئية (Gliessman 2015) باباً مناسباً لأي دراسة. بالإضافة إلى ذلك، فإنَّ الاختبارات التجريبية للتنوع الصنفي للمحاصيل استجابةً للعوامل الحيوية والعوامل غير الحيوية – مقترنّة بمعرفة المزارعين ببيئاتهم والأصناف وإجراءات الاصطفاء – تُمكِّن من تجميع مجموعات كبيرة وغنية من البيانات. والهدف هو تحديد السمات البيئية الأكثر تأثيراً، وعادةً من خلال التحليل متعدد المتغيرات. ويمكن الجمع بين مجموعة متنوعة من الأساليب من جهة مع مجموعة من إجراءات رسم الخرائط والاستشعار عن بعد من جهة ثانية للسماح لعمليات توزيع مكانية للتنوع بأن تكون ذات صلة بخصائص مثل نوع التربة والارتفاع عن سطح البحر وتوفر المياه.

عندما تُزرع الأصناف التقليدية في بيئات هامشية، ينصَبُّ التركيز على كيفية استجابة المحاصيل والأصناف المختلفة للضغوط الحيوية وغير الحيوية. يحتِّم الجفاف ودرجات الحرارة المرتفعة والبرودة الشديدة والفيضانات استخدامَ أصناف خاضعة لتعديلات معيَّنة. وغالباً ما يكون التحكم الوراثي بمعظم سمات التحمّل هذه أمراً معقداً للغاية، وعادة ما يكون من الصعب إيجاد الصلات المباشرة. وقد يتّم زراعة صنف ما لأن لديه القدرة على تحمل ضغوطٍ معينة مثل الجفاف أو تجنُّبِ هذه الضغوط، أو حتى تحمُّل مجموعةٍ كبيرةٍ من الضغوط، إذ إنَّها تظهِر مرونةً في الاستجابة لمختلف البيئات. إنَّ اكتشاف هذه الاختلافات أمر صعب، ومن الضروري بمكانٍ أخذ ملاحظات المزارعين بعين الاعتبار. لذلك ينبغي إجراء دراسات حول تأثير العوامل الحيوية وغير الحيوية باستخدام أساليب يقوم من خلالها المزارعون والباحثون معاً بصياغة الدراسة والتخطيط لها.

يبدو إنَّ مساعدة المزارعين على التعامل مع الضغوط الحيوية وغير الحيوية سمة مهمة للتنوع الوراثي في أصناف المحاصيل التقليدية. يناقش الفصل السابع الإجراءات التي ينبغي اتخاذها لتحديد أين يكون هذا مهماً وما يسهمه التنوع في الإنتاج. والسؤال الرئيسي هو متى وأين يتّم اختيار مجموعة من الأصناف بشكل متعمد باعتبارها متكيفة مع بيئات مختلفة، بالمقارنة مع استخدام التنوع في حد ذاته كتأمين للحفاظ على الإنتاجية في ظروف متباينة، أو في ظل التقلبات المناخية المتزايدة. وفي حالة مذهلة من استخدام الأصناف التقليدية من الفاصولياء، قام المزارعون في أوغندا الذين يزرعون أعداداً كبيرة من أصناف الفاصولياء بتخفيض نسبة التغير في العوامل المُمرضة وأضرار الحشرات التي لحقت بالمحاصيل، وبالتالي الحفاظ على الإنتاج (Mulumba et al. 2012). وبشكل أعم، فإنَّ الرسم البياني للتعرض

لأضرار التنوع (DDV) هو إطار مفاهيمي لتوجيه استراتيجيةِ بحثٍ يختبر عمليات التوازن عند استخدام التنوع المحصولي ضمن النوع لزيادة الإنتاجية، بحد أدنى من أضرار الآفات أو العوامل الممرضة، وفي نفس الوقت تخفيض الضعف الوراثي أو احتمال خسارة مستقبلية للمحاصيل. وتبقى نقطة الانطلاق التي يجب توخيها إنَّه في نظام مضيفٍ للآفات أو مضيفٍ للعوامل الممرضة هناك اختلاف في مقاومة المحصول المضيف للآفة أو العامل الممرض المعني.

الأبعاد الحيوية والوراثية

تتكون القوى التطورية التي تشكل نمط التنوع الوراثي ضمن وبين الأصناف التقليدية من الطرق التي يدير بها الناس محاصيلهم والتفاعل بين العوامل البيئية ونشاطات الإنتاج. وسوف تكون الخصائصُ الحيوية لأي محصول، خاصة نظام تحسينه، وعلم الظواهر الخاص به، وتاريخ حياته، عواملَ رئيسية تتوسط العملية (الفصل الرابع). تعتبر الأصناف التقليدية من الكيانات الفعّالة التي تتغير بمرور الوقت مع تغيُّر الظروف البيئية والاجتماعية. ويختلف المدى الزمني باختلاف بيئة المحاصيل والإنتاج. ولقد تطورت أصناف محاصيل البذور السنوية في غرب إفريقيا بسرعة في غضون بضعة عقود استجابةً لتغير المناخ (الفصل الحادي عشر)، في حين إنَّ النباتات المعمرة طويلة العمر قد تظل دون تغيير جوهريّ على مدى عقود، إن لم يكن على مدى قرون.

كانت هوية الأصناف التقليدية موضع اهتمام خاص بالبحث المهتم بتطورها وإدارتها وملكيتها. وغالباً ما اتخذت الهوية شكل دراسة اتساق أسماء الأصناف بين المزارعين والمجتمعات المحلية في منطقة أو فترة محددة (الفصل الخامس). ويُعتبر تحديد وحدات إدارة المزارعين أمراً ذا أهمية كبرى. فإذا رأى المزارعون كياناً منفصلاً وقابلًا للتحديد، فإنَّ إدارة هذا الكيان ستعكس ذلك. إذ ستطور ميزات وراثية تفصله عن الوحدات الأخرى للإدارة التي يحافظ عليها مزارعون آخرون. وهكذا، ينبغي أن يُبرِز البحث الطرقَ التي يحدد بها المزارعون أصنافهم ويسمونها، وكيف تُعتبر هذه المسميات الثقافية جزءاً من نظام الانتخاب. وهذا يتماشى مع وصف هارلان (Harlan) للأنواع المحسنة (Harlan 1975) (انظر الفصل الأول).

إنَّ الجمع بين المعلومات من مصادر متنوعة لتكوين فهم شامل لأنماط التنوع الملحوظة قد يكون المهمة الأكثر تحدياً. كان النهج المعتمد في الفصل الحادي عشر هو استكشاف عمليات الإنتاج المختلفة والطرق التي تأثرت بها مراحل الإنتاج المختلفة بعلم الأحياء وعلم الوراثة والقيود أو الفرص الاجتماعية-الاقتصادية. في جميع مراحل الإنتاج، يتخذ المزارعون قرارات تؤثر على السمات الوراثية للأجيال اللاحقة، ويمكن أن تكون هذه السمات تعزيزية (كل

المزارعين يبحثون عن نفس الخصائص في الصنف) أو قد تؤدي إلى تطوير أصناف مختلفة (يسعى المزارعون للحصول على خصائص بديلة لتلبية احتياجاتهم الخاصة). تؤثر البيئة أيضاً على خصائص مواد الزراعة التي تشكل الجيل التالي ويمكن أن تؤدي إلى أنواع مختلفة من الاصطفاء (انظر الجدول 4.5) بناءً على ما إذا كانت التأثيرات البيئية متناسقة عبر الأجيال في العديد من المواقع (على سبيل المثال، توجيهية) أو تختلف باختلاف الموقع والعام (على سبيل المثال، متقلب). إنّ كشف تأثير العوامل البشرية والبيئية على التنوع يتطلب اتخاذ تدابير تنوع موثوقة داخل الأصناف وفيما بينها. ويمكن أن تشمل تلك التدابير ببساطة تقييم وفرة الصنف وتوازنه، لكننا قد نتطلع إلى توصيف أعمق للصنف مع تزايد مجموعة الأدوات الجزيئية.

لطالما برز نظام البذور كميزة رئيسية في التأثير على نمط توزيع الصنف التقليدي واستخدامه وبقائه. تعتمد الديناميات الوراثية لنظام البذور المحلية على أعداد وأنواع الترابط بين المزارعين ومختلف المؤسسات المحلية (مثل الأسواق المحلية)، وأنشطة أولئك المزارعين الذين يعملون كمصادر لبذور الأصناف المختلفة (الفصل الحادي عشر). تتميز أنظمة البذور لدى المزارعين بتوازن ديناميكي بين عملية انقراض الجماعات النباتية المحلية (فقدان البذور المخزّنة من مزرعة فردية) وعملية اكتساب جماعات نباتية جديدة (سدّ الحاجة للبذور من مزارع قريب أو جار). قد يؤدي الانتخاب في المزارع الفردية إلى جماعات صنف ذات خصائص فريدة، في حين يؤدي تبادل البذور وبيعها للأسواق المحلية وشراءها منها إلى التجانس داخل صنف أو نوع محلي محدد. وتساعد القياسات والطرق الموضحة في الفصلين الرابع و الخامس على الكشف عن العمليات التي تقع في قلب فهم إدارة التنوع في المزرعة.

من وصف التنوع إلى دعم الحفاظ عليه

لقد أوضح التحليل الأخير لأنماط التنوع وديناميتها مدى فائدة هذا التنوع للمزارعين والمجتمعات. وقد أعطت هذه النتائج زخماً لاستكشاف طرق جديدة لدعم الحفاظ على التنوع. يُعد استخدام التنوع لإدارة الإجهادات غير الحيوية والحيوية، وخاصة مشاكل الآفات والأمراض (الفصل السابع)، أحد الإمكانيات المهمة، حيث تشكل مثل تلك الإجهادات بشكل متزايد تهديدات أكبر للأمن الغذائي. وقد أدّت دراسة القيم الاقتصادية والاجتماعية والثقافية للأصناف التقليدية إلى تجديد هذه القيم وتعزيزها (الفصلين الثامن والتاسع). على سبيل المثال، يمكن أن تؤدي دراسات الأنواع التقليدية في سلاسل السوق إلى تعزيز قيمتها. وبالمثل، يمكن للجهود البحثية مع المجتمعات المحلية والمؤسسات المحلية للكشف عن القيم الثقافية لتنوع المحاصيل أن تعزز هذه القيم. يتم بعدها إتاحة الفرص أمام تنظيم قوى انتخابية جديدة من شأنها الحفاظ على التنوع في مواجهة قوى تضاؤل المورثات.

إنَّ ميدان السياسات العامة يمكنه أن يؤثر على تنوع المحاصيل، نحو الأفضل أو الأسوأ، على مستويات مختلفة. إنَّ تحليل وجهات نظر السياسات يكشف عن التأثيرات السلبية (أو الإيجابية) المحتملة لها على الحفاظ على التنوع واستخدامه (الفصل العاشر). ويحدّد هذا التحليل تلك التأثيرات وإجراءات محددة قد ترعى الأصناف التقليدية. يؤدي تحليل السياسات إلى القيام بأنشطة دعم محددة من شأنها زيادة منافع تحسين معيشة المزارعين ورفاهية المجتمع من الحفاظ على التنوع (الفصل الثاني عشر). إنَّ العديد من الممارسات التي تّم اختبارها والتي تدعم أدوار الأصناف التقليدية، لا سيما عندما تعزّز تلك الممارسات جودة البذور وكميتها وتحسن قيمتها الإنتاجية للمزارعين، هي ممارسات منفتحة على مزيد من البحث. ومرة أخرى، من المهم وجود برنامج متكامل متعدد التخصصات للبحوث.

إنَّ أسباب الرغبة في فهم مدى التنوع وتوزيعه واستخدامه في الأصناف التقليدية تتجاوز الوصف العلمي لأنماط التنوع وخصائص الأصناف التقليدية. إنَّها تشمل الاهتمام بالمحافظة المستمرة على الأصناف التقليدية وقيمتها المستقبلية للإنتاج المستدام، وكذلك الاهتمام بتمكين المزارعين من الحفاظ على هذه الأصناف واستخدامها عندما يرغبون (Jarvis et al ،Brush 1995). لقد كانت جميع هذه الاقتراحات موضع جدل واختلاف بشأن الدور المستقبلي للأصناف التقليدية في الإنتاج. ويَعتبرُ العديد من الخبراء في الزراعة أو برامج التنمية استبدال الأصناف التقليدية خطوة ضرورية (أو على الأقل حتمية) لزيادة الإنتاجية وتحسين حياة الملايين من المزارعين الفقراء حول العالم. ومع ذلك، قد تلعب الأصناف التقليدية، والتنوع الوراثي الذي تحتويه، دوراً أكثر أهمية في الإنتاج الزراعي في المستقبل مما تلعبه اليوم.

القيمة المستقبلية للأصناف التقليدية

ما هي أسباب الحفاظ على الأصناف التقليدية داخل نظم الإنتاج الزراعي؟ قد يكون من المفيد للإجابة على هذا السؤال التذكيرُ بمزايا التنوع الوراثي، وقد تمّت الإشارة إلى الكثير منها في الفصول السابقة. أولاً، يوفر التنوع التكاملَ، إذ يمكن أن تتكامل أنماط وراثية مختلفة تحمل مورثات أو أليلات مختلفة مع بعضها البعض في بيئات متنوعة وتحسّن مقاومة الأمراض (الفصل السابع). ثانياً، يزيد تأثير المحفظة من احتمال أن تنتج بعض الأصناف أو مكونات أصناف شيئاً ما في ظروف غير مواتية. ثالثاً، يوفر الحفاظ على التنوع عدداً متزايداً من الخيارات (قيمة الانتخاب) للمستقبل مع تغير الظروف. لم يعد نظام الإنتاج محصوراً ببعض الأنماط الوراثية التي لم تعد متكيّفة. وأخيراً، يوفر التنوع الوراثي إمكانية التطور المستمر – إمكانية التغيير.

تلعب منافع التنوع الوراثي دوراً مهماً في المساهمة التي من المحتمل أن تقدمها الأصناف التقليدية في المستقبل، وهي تشمل ما يلي:

(1) دور التنوع في تحسين الإنتاج الزراعي والإنتاجية بطرق مستدامة ومقبولة بيئياً.

(2) قيمة التنوع في توفير المرونة والقدرة على التكيف وإمكانية التطوير.

(3) تزايد الطلب الاستهلاكي على مواد ومنتجات محاصيل متنوعة ضمن إطار النوع الواحد، وعلى أنظمة إنتاج طبيعية تعتمد على الأغذية بصورة أكبر.

(4) مخاوف ومصالح المزارعين والمجتمعات أنفسهم الذين يرغبون في الاحتفاظ بالسيطرة على نظم الإنتاج الخاصة بهم.

التنوع: أمر أساسي لتحقيق الاستدامة والإنتاجية

كان مجتمع التنمية الزراعية والبحث يعتبر الأصناف التقليدية في كثير من الأحيان مورداً مهماً يمكن استخلاص مورثات مفيدة منه ونقلها إلى أصناف متكيفة مع الزراعة الحديثة. في حين إنَّ ذلك هو شيء صحيح وسيبقى كذلك في المستقبل، يُنتظر من التغييرات في ممارسات الإنتاج الزراعي أن تتطلب تغييرات في هذه النظرة إلى قيمة تلك الأصناف على إنَّها مصدر لاستخلاص المورثات بالنسبة للزراعة الحديثة. وقد ورد في الفصل الثالث وصف لبعض أوجه القصور في وجهة النظر تلك تجاه حفظ الموارد الوراثية واستخدامها.

قدرت منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) التابعة للأمم المتحدة إنَّ إنتاج الغذاء على مدى 30 - 40 سنة القادمة يحتاج إلى زيادة بنسبة 70 %. وفي الوقت نفسه، يجب أن تصبح الممارسات الزراعية أكثر استدامة وأن تتكيف مع تغير المناخ في جميع أنحاء العالم. تهدف الزراعة المستدامة إلى الحفاظ على قاعدة الموارد الطبيعية، وخاصة التربة والمياه، بالاعتماد على الحد الأدنى من المدخلات غير الحيوية من خارج نظام المزارع، وفي نفس الوقت تكون قابلة للتطبيق اقتصادياً واجتماعياً (Pretty 2008). سيشمل تحسين الاستدامة استخداماً أكثر كفاءةً للمستلزمات الزراعية، ويتضمن عددٌ من الطرق للقيام بذلك تحسين كفاءة استخدام المياه (Molden 2007) وجودة التربة وكفاءة استخدام العناصر الغذائية (Vitousek et al. 2009) والكفاءة الكيميائية الزراعية وكفاءة الطاقة (Pimentel 2011). وسيتطلب تحسين كفاءة الإنتاج واستخدام مستلزمات زراعية مختلفة وجود محاصيل وأصناف متكيفة مع مستلزمات إنتاج منخفضة (أي انخفاض الطاقة الكيميائية والمتولدة من الوقود الأحفوري) من خلال تحسين كفاءتها الحيوية. من المرجح أن يكون للأصناف التي ستحقق الفعالية المرجوة

خصائصَ حيوية وزراعية مماثلة لتلك التي تتمتع بها العديد من الأصناف التقليدية. وسوف يتم تكييفها مع ظروف إنتاج أكثر تغيراً وسوف تستفيد من المستلزمات الزراعية بشكل أفضل من الأصناف الحالية ذات الغلة العالية، والتي تّم تطويرها لأنظمة الإنتاج الزراعي مع الاستخدام السخي نسبياً للمياه والأسمدة والمواد الكيميائية الزراعية. إنَّ تطوير الأصناف من خلال تحسين الأنواع النباتية التشاركي باستخدام أصناف تقليدية أو جماعات نباتية متغيرة كمواد أولية هو توضيح لذلك.

وبشكل أعمّ، من المرجح أن يلعب التنوع الحيوي الزراعي الدور الرئيس في تطوير نظم إنتاج أكثر استدامة. وسيعتمد تخفيض المستلزمات الزراعية في النهاية على الخصائص الحيوية لمكونات نظام الإنتاج وعلى مدى إمكانية الحفاظ على وظيفة النظام البيئي وخدمات النظام البيئي وتحسينهما من خلال التنوع الحيوي. ويمكن في كثير من الأحيان تحسين جودة التربة وتوافر العناصر الغذائية، وتوافر المياه، ومكافحة الآفات والأمراض بدرجة كبيرة من خلال الإدارة الملائمة للتنوع الحيوي في نظم الإنتاج؛ وتشكل خصائص المحاصيل والأصناف جزءاً أساسياً من استخدام التنوع بهذه الطريقة.

المرونة والقدرة التطورية

سيكون للتغير، وخاصة تغير المناخ، تأثير كبير على الإنتاج الزراعي خلال العقود القادمة. وإذا كان أحد أهداف الزراعة المستدامة هو تحقيق مستويات إنتاجية مرغوبة دون التأثير سلباً على البيئة والإنسان، فقد يسأل المرء كيف يمكن تحقيق مثل ذلك التوازن في عالم في حالة تغير وعدم توازن مستمرة. إنَّ تعزيز مرونة نظم الإنتاج هو نهج يعتبر ضماناً لأن يتّم الحفاظ على الإنتاج الزراعي عند تقلب الظروف أو تغيرها. وفي حين تهدف الاستدامة إلى إعادة العالم إلى توازنه، تبحث المرونة عن طرق للإدارة في عالم غير متوازن، وربما عن صورة أفضل للعالم الذي نعيش فيه (Zolli and Healy 2012). هناك تعريفات مختلفة للمرونة، يعكس بعضها منظوراً ثابتاً بصورة كبيرة – على سبيل المثال القدرة على امتصاص الصدمات والحفاظ رغم ذلك على الوظيفة، أو قدرة نظام بيئي على الاستجابة للاضطرابات من خلال مقاومة التلف والتعافي بسرعة. وترى أوصافٌ أخرى المرونة مفهوماً أكثر ديناميكية، حيث يصف Carpenter وBrock (2008) المرونة في النظم البيئية الاجتماعية على إنَّها تتضمن القدرة على ما يلي:

1. امتصاص الصدمات والحفاظ على الوظيفة.
2. التنظيم الذاتي.
3. التعلم والتكيف.

لقد خطى Taleb (2012) بقيمة تطوير الأنظمة المتكيفة مع التقلبات والتغيير خطوة إضافية، حيث شدّد على أهمية التدابير المضادة للهشاشة، والتي ينظر إليها على إنَّها القدرة على التعامل مع مستقبل غير متوقع وغير معروف على الإطلاق.

إنَّ التنوع (تنوع النظم والمحاصيل والأصناف) يحسّن المرونة. تتمتع الأنواع التقليدية بالتنوع وهي قادرة على تلبية شروط التغيير والتقلبات العشوائية على مدى فترات طويلة. إنَّ لديها خصائص تضمن قدراً ما من الإنتاج في ظل الإجهاد غير الحيوي والحيوي (الفصل السابع) على مستوى المزارعين والمجتمع. لقد كانت الأصناف التقليدية من الذُرة الرفيعة والخنّ اللؤلؤي عنصراً مهماً في التكيف والمرونة والحفاظ على الإنتاج على مدى ٢٠ عاماً في النيجر (الفصل الحادي عشر). ويمكن القول إنَّ عملية التعلم والتكيف هي سمة أساسية للزراعة القائمة على الأصناف التقليدية حيث يوفر التنوع القدرة التطورية على التكيف ويتعلم المزارعون دائماً كيفية التعامل مع التحديات التي يواجهونها. تؤكد أهمية تعزيز المرونة على أهمية الحفاظ على الخصائص الديناميكية للأصناف التقليدية وضمان حماية الأنظمة التي تحافظ على هذه الخصائص الديناميكية (على سبيل المثال، نُظم البذور والمؤسسات الاجتماعية الأخرى).

مصالح المستهلكين والمزارعين والمجتمعات

شهدت العقود الماضية ظهور وتزايد قوة الحركات الاجتماعية المعنية بطبيعة وجودة الطعام الذي نأكله. لقد كان ذلك في جزء منه استجابة لعدد من "الفضائح الغذائية" الكُبرى (على سبيل المثال، مرض جنون البقر، واكتشاف كميات سامة من المواد المضافة في المنتجات الغذائية)، وللشكوك المتزايدة حول الطرق التي يتّم فيها إنتاج بعض الأطعمة والتعامل مع الحيوانات، ولعدد من المخاوف الصحية المرتبطة بنقل الأمراض من الحيوانات إلى البشر. تناهض الحركات الدولية القوية مثل Slow Food على نحو متزايد الطرق التي يتّم إنتاج الغذاء فيها، وتقوم مجموعات المجتمع المدني النشطة بتوفير مجموعة من بذور أنواع المحاصيل التقليدية على نطاق أوسع (على سبيل المثال، Seed Savers Groups).

وقد أصبح المزارعون أيضاً أكثر صراحة وقلقاً بشأن استعادة السيطرة على الإنتاج وعلى مصادر رزقهم ضد ما يرون إنَّه فقدان مطرد للسيطرة لصالح شركات البذور وإنتاج الأغذية متعددة الجنسيات. ويمثل الطلب على السيادة الغذائية مظهراً من مظاهر ذلك، مثلما يمثله تطور التحالفات الدولية للمزارعين مثل Via Campesina (http://viacampesina.org/es/)، والاجتماعات الكُبرى لـ Terra Madre (http://www.terramadre.org/) للجمع بين الشعوب القروية والأصلية من جميع أنحاء العالم. ترى هذه المجموعات إنَّ الأصناف التقليدية جزءاً

مـن تراثهـا الـذي ترغـب في الحفـاظ عليـه ورعايتـه. تجـدر الإشـارة إلى إنَّـه بالقيـام بذلـك، يقـوم المزارعـون بمسـاعدة مصالـح المجتمـع في المسـتقبل مـن خـلال الحفـاظ عـلى هـذا التنـوع.

نُهج للحفاظ على الأصناف التقليدية

لقـد أدى الإدراك المتزايـد لقيمـة الحفـاظ عـلى الأصنـاف التقليديـة في نظـم الإنتـاج إلى تطويـر مجموعـة كبـيرة مـن الأنشـطة، بـدءاً مـن المبـادرات الدوليـة وصـولاً للعمـل عـلى المسـتوى الشـعبي مـع المجتمعـات الزراعيـة الفرديـة، وقـد تّـم وصـف العديـد مـن هـذه الأنشـطة أو الإشـارة إليهـا في الفصـول السـابقة. وتضـع تلـك الأنشـطة مسـتوياتٍ مختلفـةً مـن التركيـز عـلى الأهميـة النسـبية لمنافـع الحفـظ، أو خصائـص نُظـم الإنتـاج، أو سُـبل عيـش الزارعـين والمجتمعـات الريفيـة. وبصـورة عامـة، مـن هـذه النُهـج تلـك القائمـة عـلى الموقـع، والتـي تركـز عـلى الحفـاظ عـلى المحاصيـل أو الأصنـاف نفسـها، والتـي تؤكـد عـلى دور المزارعـين والمجتمعـات، والتـي تهتـم بتطويـر طـرق محـددة لمقاربـة الإنتـاج الزراعـي.

يتّـم تشـجيع النُهُـج القائمـة عـلى الموقـع مـن خـلال العديـد مـن المبـادرات الدوليـة، بـما في ذلـك الشراكـة الدوليـة لمبـادرة سـانتوياما (IPSI)، ونُظـم الـتراث الزراعـي المهمة عالمياً (GIAHS)، وأقاليـم الشـعوب الأصليـة والمناطـق المحفوظـة للمجتمعـات المحليـة (ICCAs)، وبرنامـج الإنسـان والمحيـط الحيـوي (MaB) التابـع لمنظمـة الأمـم المتحـدة للتربيـة والعلـم والثقافـة (اليونسـكو). وينصـب تركيـز تلـك المبـادرات عـلى تحديـد المناطـق أو المواقـع التـي يتّـم فيهـا الحفـاظ عـلى التنـوع مـن خـلال العمليـات الاجتماعيـة والثقافيـة والبيئيـة المربـع (13.1). إنَّ أنصـار هـذا النهـج يدعـون لفكـرة الحفـاظ عـلى هـذه البيئـات المتأثـرة بالإنسـان حتـى تتمكـن مـن الاسـتمرار في التكيـف والتطـور. وقـد تّـم تطويـر مجموعـة مـن المؤشرات البيئيـة الاجتماعيـة لقيـاس فعاليـة العمليـات المختلفـة التـي تحافـظ عـلى هـذه الأنظمـة (Van Oudenhoven et al. 2011).

غالبـاً مـا تركـز النُهـج التـي تركـز عـلى المحاصيـل أو الأصنـاف نفسـها عـلى الآليـات الاقتصاديـة أو السياسـية التـي سـتعطي قيمـة للمـواد وضـمان الاعـتراف بهـا. وهنـاك طـرق مختلفـة للقيـام بذلـك، إذ يمكـن تسـجيل أصنـاف معينـة (غالبـاً مـن مواقـع محـددة)، وكذلـك تسـجيل منتجـات مـن هـذه الأصنـاف. وينشـط أولئـك الذيـن يتبنـون هـذا النهـج في مجـال تطويـر الحوافـز السـوقية وغـير السـوقية للمزارعـين لمواصلـة زراعـة أصنـاف وجماعـات نباتيـة معيّنـة بحيـث يسـتمر الحفـاظ عـلى هـذه الأصنـاف في النظـم البيئيـة الزراعيـة.

المربع 13.1 النُهج القائمة على الموقع التي تدرك دور المجتمعات المحلية في الحفاظ على التنوع الوراثي للمحاصيل في البيئات المتأثرة بالإنسان

تهدف مبادرة ساتوياما إلى الحفاظ على البيئات الطبيعية المستدامة والمتأثرة بالإنسان (المناظر الطبيعية البرية والبحرية المنتجة للخدمات الاجتماعية البيئية) من خلال توسيع إدراك قيمتها على مستوى العالم. تتمثل رؤية مبادرة ساتوياما في تحقيق مجتمعات تعيش بانسجام مع الطبيعة، وتضم مجتمعات بشرية تتناغم فيها عمليات الحفاظ على الأنشطة الاجتماعية والاقتصادية وتطويرها (بما في ذلك الزراعة والحراجة) مع العمليات الطبيعية. ومن خلال إدارة واستخدام الموارد الحيوية بشكل مستدام، وبالتالي الحفاظ على التنوع الحيوي بالصورة الملائمة، سوف يتمتع البشر بإمدادات مستقرة من مختلف المنافع الطبيعية في المستقبل.

تُعرّفُ نُظمُ التراث الزراعي المهمة عالمياً (GIAHS) التابعة لمنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو) بإنَّها نظمٌ زراعية تقليدية/ تاريخية، يمثلها موقع محدد، وتراث للبشرية (أو لدولة) له أهمية عالمية أو وطنية. تساهم هذه المشاهد أو المواقع الثقافية في توفير الأمن الغذائي والمعيشي للمجتمعات المحلية (التي غالباً ما تكون أصلية)؛ وتتمتع بتنوع حيوي وموارد وراثية مهمة على الصعيد العالمي (أو الوطني) للأغذية والزراعة؛ وتحتفظ بمعارف وتكنولوجيا مبتكرة وأنظمة إدارة للموارد الطبيعية لا تقدر بثمن، بما في ذلك المؤسسات العرفية للإدارة الزراعية البيئية والترتيبات المعيارية للحصول على الموارد وتقاسم المنافع؛ وتحتوي على نُظم قيمة وممارسات زراعية مرتبطة بالبيئة والتقويمات الزراعية؛ وتحتوي على احتفالات وطقوس كوسيلة لنقل المعارف، ولها خصائص المناظر الطبيعية من إدارة الإنسان التي توفر حلولاً مبتكرة أو عملية للمعوقات البيئية أو الاجتماعية.

إنَّ برنامج الإنسان والمحيط الحيوي (MaB) التابع لمنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو) هو برنامج علمي دولي حكومي يهدف إلى وضع أساس علمي لتحسين العلاقات بين الناس وبيئتهم على الصعيد العالمي. ومن ضمن برنامجها الخاص بالمناظر الطبيعية المزروعة فكرة المناظر الطبيعية كنظام "اجتماعي بيئي"، تعتمد سلامته ومرونته على كل من مكونيه البيئي والاجتماعي والقدرة المشتركة لهذين المكونين على الاحتفاظ ببنيتيهما ووظائفهما بعد الاضطرابات (Gunderson and Holling 2002؛ van Oudenhoven et al. 2011).

تصبّ العديد من المنظمات غير الحكومية وغيرها من المجموعات الناشطة تركيزها بشكل خاص على المزارعين وعلى تمكينهم ومراقبة صنع القرار والموارد المحلية. وتؤكد هذه المجموعات على إنَّ المزارعين أنفسهم، على مرّ القرون، قد قاموا بإنشاء وإدارة الأصناف التقليدية التي نستفيد منها جميعاً. يشدّد هذا النهج على دور المنظمات والمؤسسات في دعم الاختيارات التي يتخذها هؤلاء المزارعون وكذلك المنظورات الاجتماعية والمعيشية في إدارة التنوع. وكثيراً ما يشدد الذين يعملون مع هذا النهج على أهمية حقوق المزارعين والسيادة الغذائية.

ويرى عدد من المجموعات البحثية وغيرهم ممن يؤيدون اعتماد النُهج الزراعية-البيئية في الإنتاج الزراعي إنَّ الأصناف التقليدية قادرة على تقديم مساهمات مهمة في هذا الإطار. وفي هذا النهج، توضع الأصناف التقليدية في الإطار الأوسع لقيمة التنوع الحيوي الزراعي ككل في التنمية الزراعية. وهنا يوجد ميل إلى التركيز على دور الأصناف التقليدية في الممارسات الزراعية التي تحافظ على وظائف النظام البيئي أو تحسنها، وعلى دور التنوع في توفير الخدمات الرئيسية التي تنظم وتدعم النظم البيئية.

إنَّ أحد الموضوعات الشائعة في جميع النُهج المختلفة هو الإدراك بإنَّ من المهم وجود التنوع الوراثي للمحاصيل ضمن النظم البيئية الزراعية، سواء كان ذلك لأسباب إنتاجية أو بيئية أو ثقافية. وكما ذكرنا أعلاه، من المرجح أن تظل هذه الأسباب مهمة في المستقبل.

ملاحظات ختامية

قدّمت فصول هذا الكتاب أدوات وأساليب للمساعدة في فهم المكان والزمان والكيفية التي يمكن أن يوفر التنوعُ الوراثي للمحاصيل في النظم البيئية الزراعية المرونةَ للنظام من خلال منح المزارعين مورداً متنوعاً لحماية أنفسهم من التقلبات البيئية. وكان تركيز هذا الكتاب منصباً على توفير المبادئ والأدوات للقارئ لقياس وتحديد ودعم استخدام التنوع الوراثي لتراثنا من المحاصيل داخل النظم البيئية الزراعية.

نعرف الآن من العديد من الدراسات في جميع أنحاء العالم إنَّ القوة الرئيسية التي تحافظ على تراثنا من المحاصيل هي استراتيجيات الإدارة المتنوعة لأعداد كبيرة من صغار المزارعين الذين يواجهون أوضاع إنتاج مختلفة، ولديهم احتياجات مختلفة، ويعتمدون ممارسات مختلفة. وتكون في كثير من الأحيان الاختلافات صغيرة، وهناك نقاط تلاق واختلاف دائمة بين المجموعات السكانية الفرعية، مما يخلق صنفاً ديناميكياً متغيراً. تظل هذه الأصناف جزءاً من نظم الإنتاج الزراعي لأنها تلبي احتياجات المزارعين ولإنَّ المزارعين يختارون الحفاظ عليها. فهي تتطور وتتغير بمرور الوقت مع وفاء المزارعين بالشروط المتغيرة ومع حاجة المجتمعات للتغيير. في النهاية، سيظل المزارعون هم أنفسهم الذين يختارون ما يزرعون. كل ما يمكننا القيام به هو التأكد من إنَّ لديهم هذا الخيار.

الملحق (أ): مجموعة من حزم البرمجيات المفيدة في تحليل البيانات الجزيئية

الاسم	البيانات	النظام الإلكتروني	المراجع والروابط
Arlequin	DNA, SNP, SSR	Unix, Mac OS	http://cmpg.unibe.ch/software/arlequin35/
MEGA	DNA, distance	Unix, Mac OS, Windows	http://www.megasoftware.net/
STRUCTURE	SSR	Unix, Mac OS, Windows	http://pritch.bsd.uchicago.edu/software/structure2_1
Adegent	DNA, SNP, SSR	Unix, Mac OS, Windows	http://adegenet.r-forge.r-project.org/
GeneLand	DNA, SNP, SSR	Unix, Mac OS, Windows	http://www2.imm.dtu.dk/~gigu/Geneland/
APE	DNA	Unix, Mac OS, Windows	http://ape.mpl.ird.fr/
DNAsp	DNA	Unix, Mac OS, Windows	http://www.ub.edu/dnasp/
BAPS	SSR	Unix, Mac OS, Windows	http://www.helsinki.fi/bsg/software/BAPS/
STRUCTURAMA	SSR	Unix, Mac OS, Windows	http://www.molecularevolution.org/software/popgen/structurama

يتبع

الاسم	البيانات	النظام الإلكتروني	المراجع والروابط
Paup4b10	DNA	Unix, Mac OS, Windows	http://paup.csit.fsu.edu/
PhyML	DNA	Unix, Mac OS, Windows	http://www.atgc-montpellier.fr/phyml/
Network	DNA	Windows	http://www.fluxus-engineering.com/sharenet.htm
SplitsTree	DNA, distance	Unix, Mac OS, Windows	http://www.splitstree.org/
TCS	DNA, distance	Unix, Mac OS, Windows	http://darwin.uvigo.es/software/tcs.html
Genetix	SSR	Windows	http://kimura.univ-montp2.fr/genetix/
Genepop	SSR	Unix, Mac OS, Windows	http://genepop.curtin.edu.au/
Fstat	SSR	Windows	http://www2.unil.ch/popgen/softwares/fstat.htm
Bottleneck	SSR	Windows	http://www1.montpellier.inra.fr/URLB/bottleneck/bottleneck.html
Migrate-n	DNA, SSR	Unix, Mac OS, Windows	http://popgen.sc.fsu.edu/Migrate/Migrate-n.html

الملحق (ب): نُظم المعلومات الجغرافية ومصادر الاستشعار عن بعد المتاحة على شبكة الإنترنت

المصادر	الشرح	الموقع
برنامج لاندسات (Landsat)	يمثل برنامج لاندسات أكبر مجموعة متحصلة على الدوام من بيانات الاستشعار عن بعد الدقيقة المتوضعة في الفضاء.	http://landsat.gsfc.nasa.gov
وكالة الأبحاث الجيولوجية الأمريكية (USGS) – مركز رصد موارد الأرض والعلوم (EROS)	إدارة البيانات المستشعَرة عن بعد، وتطوير الأنظمة، ومركز الأبحاث الميداني للدراسات الجيولوجية الأمريكية.	http://eros.usgs.gov
مقياس الطيف التصويري المتوسط التحليل (MODIS) – مطياف التصوير المتوسط الاستبانة	موديس (MODIS) هو أداة رئيسية على متن الأقمار الصناعية تيرا (EOS AM) وأكوا (EOS PM) التابعة لناسا.	http://modis.gsfc.nasa.gov
الجهاز المتقدم لقياس الانبعاث الحراري والانعكاس الإشعاعي (ASTER)	هذا الجهاز (ASTER) هو جهد تعاوني بين وكالة ناسا ووزارة التجارة والصناعة اليابانية (METI)، وأنظمة الفضاء اليابانية.	http://asterweb.jpl.nasa.gov
المنظمة الأوروبية لاستغلال أقمار الأرصاد الجوية (EUMETSAT)	هذه المنظمة (EUMETSAT) هي منظمة دولية تعمل على توفير بيانات الأقمار الصناعية والصور والحصيلات المتعلقة بالطقس والمناخ.	http://www.eumetsat.int
الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) – الدائرة الوطنية للأقمار الصناعية والبيانات والمعلومات البيئية (NESDIS)	توفر هذه الدائرة (NESDIS) الوصول في الوقت المناسب إلى البيانات البيئية العالمية من الأقمار الصناعية.	http://www.nesdis.noaa.gov

الملحق (ج): انتخاب أبطال تربية النبات التشاركي (PPB) عبر العصور

أوضح Ceccarelli et al.(2001, 2003) وCeccarelli and Grando (2005) وCeccarelli (2009)) كيف لتربية النبات التشاركي اللامركزي لكل من الشعير والقمح أن يتّم إجرائهما في حقول المزارعين في المناطق شبه الجافة . وقد أجرى Ceccarelli تهجينات في المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة -إيكاردا (ICARDA) ووفر خيارات كثيرة من التنوع للمزارعين لعملية انتخاب يقومون بها.

وقد وثّق Almekinders et al. (2006) دراسة حالات عديدة والتي تعيد المزارعين إلى تربية النبات وبما يشمل العمل المنفذ من قبل المنظمات غير الحكومية في نيكاراغوا NGO (CIPRES والتي بدأت مشروعا مرشداً لتربية النبات التشاركية عبر تنظيم ترتيبات بين مجموعة المزارعين المهتمين ومربي نبات وطني في (INTA- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria) وذلك لتطوير مايفضله المزارعون من أصناف الفاصولياء والذرة والذرة البيضاء.

وقد بدأ .Sperling et al (1996, 1993) بشكل خاص فكرة انتخاب الأصناف تشاركياً (PVS) وذلك عن طريق جلب المزارعين إلى محطات الأبحاث لانتخاب الأصناف المفضلة. وبناءً على هذا فقد طوّر Joshi and Witcombe (1996) طريقة لـ PVS والتي فيها يتّم تقدير احتياجات المزارعين قبل أن يتّم تحديد مصدر تنوع الحصول المحلي وإجراء التجارب في المزرعة ومن ثم نشره لتأثيرات أشمل.

وقد أوضح كل من Witcombe et al. (1996, 2005) وSthapit et al. (1996) أنّ قيمة أصناف الأرز المحلية المقاومة للبرودة يمكن تحسينها عبر انتخاب سمات مفضلة من المجموعات الغير متجانسة وجمعها محلياً قبل البدء بأي برنامج لتحسين المحصول.

كما أوضح Gyawali et al. (2010) كيف لجمع نموذجي لأصناف المزارعين التقليدية (Jethobhuddo) وانتخاب ضمن المجموعة لسمات مفضلة للمستهلك جنباً إلى جنب مع التقييم التشاركي في حقول المزارعين قد جعل الأصناف التقليدية منافسة للأصناف الحديثة .

وأوضح Sthapit and Rao (2009) كيف أنّ المؤسسات الشعبية يمكن تدريبها في برنامج تربية النبات البسيط وذلك لانتخاب تنوع فعال من المواد الموجودة والترويج لها من خلال نظام بذور المزارعين.

وقد أشرك Christinck (2009) و Weltzein et al. (2005) المزارعين في وضع أهداف التربية على أساس أولويات المزارعين وتطوير مواد للتربية في مالي في PVS لامركزي في مجتمعات زراعية. وقد تم البدء بذلك من قبل مربي النبات في ICRISAT (المعهد الدولي لبحوث المحاصيل في المناطق المدارية شبه الجافة) ولهذا جذوره في تقييم التأثير الاقتصادي لبرامجه التربوية للذرة البيضاء والدخن اللؤلؤي.

وقد دعمت PEDIGREA (Smolders and Caballeda 2006) برامج تربية النبات التشاركية في جنوب وجنوب شرق آسيا للخضار المحلية والحمص و الأرز ونشرت دليلاًحقلياً لتربية النبات التشاركية ووطدت دور المزارعين في التربية ومدارس المزارعين الحقلية.

وقد عمل Humphries et al. (2005) مع CIAL في الهندوراس في تربية الفاصولياء التشاركية (http://www.odi.org.uk/agren/papers/agrenpaper _142.pdf)

أوضح Chable et al. (2008) و Lamments van Bueren et al. (2008) استخدام تربية النبات التشاركية للزراعة العضوية في أوروبا.

وقد اختبر Soleri et al. (2000) ممارسات الانتخاب وما ينجم عنها من وجهة نظر المزارعين مقارنةً مع المفاهيم التي يستخدمها مربوا النبات في المكسيك.

مسرد المصطلحات

ABS (Access and Benefit-Sharing الوصول وتقاسم المنافع): الحصول على الموارد الوراثية اوتقاسم المنافع الناشئة عن استخدامها.

Accession الانضمام: العينة أو وحدة المجموعة المحتفظ بها في بيئة خارج الموقع لحفظها واستخدامها.

Adaptation التكيف: العملية التطورية التي تتغير من خلالها الأنواع مع مرور الوقت لزيادة لياقتها استجابة للانتخاب في بيئتها.

AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism قطع الـ DNA المُضخّمة ذو الطول متعدد الأشكال): نظام واسم الحمض النووي الذي يعتمد على التباين في حجم قطع الحمض النووي أو Amplicons المتولدة من تضخيم DNA بتقنية PCR.

Agressiveness (العدائية): مقياس كمي لقدرة عامل ممرض للنبات على الاستعمار والانتشار، مما يتسبب في تلف مضيفه.

Agrobiodiversity (التنوع البيولوجي الزراعي): يشمل جميع مكونات التنوع البيولوجي ذات الصلة بالأغذية والزراعة، وكذلك المكونات التي تشكل النظام الإيكولوجي الزراعي: النوع والتنوع في الحيوانات والنباتات والكائنات الدقيقة على مستوى الجينات والأنواع والنظم الإيكولوجية، والتي تحافظ على وظائف وهيكلة وعمليات النظام البيئي الزراعي. يواصل التنوع البيولوجي الزراعي، الذي أنشأه ويديره المزارعون والرعاة والصيادون وسكان الغابات، تزويد العديد من المجتمعات الريفية في جميع أنحاء العالم بالاستقرار والقدرة على التكيف والمرونة في نظمها الزراعية ويشكل عنصراً أساسياً في استراتيجيات سبل كسب العيش.

Agro-ecological approaches (النُهج الزراعية الإيكولوجية): النُهج التي تدمج العمليات البيولوجية والإيكولوجية في إنتاج الأغذية، والتقليل من استخدام تلك المدخلات غير المتجددة التي تسبب ضررا للبيئة أو لصحة المزارعين والمستهلكين. ويشمل ذلك الاستخدام الإنتاجي لمعارف المزارعين ومهاراتهم، وقدرات البشر الجماعية على العمل معاً لحل مشاكل الموارد الزراعية والطبيعية المشتركة.

Agro-ecosystem (النظام الإيكولوجي الزراعي): نظام للإنتاج الزراعي، بما في ذلك جميع الكائنات الحية والعوامل البيئية داخلها، والتي، بمساعدة الإنسان، هي نظام مستقر مع تدفقات دائرية من المواد والطاقة.

Agroforestry (الحِراجة الزراعية): دمج الأشجار والشجيرات في الممارسات الزراعية.

Agromorphological characteristics (الخصائص الزراعية المورفولوجية): الخصائص المميزة التي يمكن ملاحظتها بسهولة في المحصول والصفات الزراعية المورفولوجية أو الكمية التي تساهم مباشرة في الغلّة.

Allele (أليل): أشكال بديلة من موضع وراثي يختلف في تسلسل الحمض النووي، وعادة ما يتوافق مع نسخة واحدة من جين واحد.

Allelochemical (كيميائي أليلي): يتعلق بالتفاعلات الكيميائية بين الأنواع المختلفة.

Allelopathy (الأليلوباثية): إطلاق مركب من قبل النبات في البيئة يكون له تأثير مثبط أو تحفيزي على الكائنات الحية الأخرى.

Allogamy (الإخصاب الخلطي): الإخصاب المتصالب أو التلقيح عبر الزهرة بواسطة حبوب اللقاح من زهرة مختلفة، وعادة ما يولد على نبات آخر مختلف وراثيا من نفس النوع.

Alloploid (ألوبلويد): متعلق بكائن أو خلية هجينة تحتوي على مجموعتين أو أكثر من الكروموسومات المُكتسبة من نوعين مختلفين من الأجداد.

Allopolyploid (ألوبوليبلويد): متعضية تحتوي على يحتوي مجموعات مختلفة وراثيا من الكروموسومات مشتقة من نوعين أو أكثر عن طريق التهجين.

Allozyme (ألوزيم): أي واحد من الأشكال المختلفة لأنزيم مشفر بواسطة الأليلات المختلفة في نفس الموضع الوراثي.

Alpha diversity (تنوع ألفا): يشير إلى مقياس التنوع داخل منطقة معينة أو نظام بيئي معين، وعادة ما يعبر عنه بعدد الأنواع (أي ثراء الأنواع) في ذلك النظام البيئي.

Amenity value (قيمة الميزة): المزايا غير النفعية التي تقدمها خدمة جيدة وفقًا لما يحدده المستهلك الفردي.

Amensalism (التفاعلية): تفاعل بين المتعضيات الحية تؤثر فيه متعضية ما تأثيراً سلبياً على متعضية أخرى دون أن تحصل على أي منفعة مباشرة لذاتها.

Amphidiploid: متعضية كثيرة الصبغيات (Polyploid) مُكمل كروموسومها يشكل المكملات الجسدية الكلية لنوعين.

Andromonoecious (وحيد المسكن ذكري): من أو يتعلق بأنواع النباتات التي تنتج الذكور (أو ذو أسدية لكن بدون مِدقّات) وزهور خنثى (أو كاملة) على نفس الفرد.

Antibiotic (المضاد أوالصّاد الحيوي): يحدث عندما يؤثّر النبات المقاوم سلباً على سِمات تاريخ الحياة في المفصلية التي تحاول استخدام هذا النبات كمُضيف.

Antifragility (مقاومة الهشاشة): قادرة على الازدهار والنمو في مواجهة عدم اليقين.

Antixenosis (مضاد التكاثر): خاصية للنبات الذي يجعله غير جذاب لتغذية بعض الحشرات أو الحشرات البيضية: رد الفعل غير المُفضّل للمفصليات.

Apomixis (أبوميكسيس): التكاثر اللاجنسي دون الإخصاب الناشئ عبر تعديل الوظيفة الجنسية.

Autocorrelation (الترابط الذاتي): الترابط بين القيم المقترنة للمتغير، والقيم التي تنتمي إلى سلسلة زمنية أو ترتيب مكاني وتفصل بينها فجوة ثابتة.

Autogamy (الإخصاب الذاتي): تحقيق التخصيب الذاتي عن طريق التلقيح الزهرة من حبوب اللقاح الخاصة بها ؛، أو الإخصاب بحبوب اللقاح من زهرة مختلفة على نفس النبات.

Auto-infection (العدوى الآلية): المصطلح الذي تم تطبيقه في البداية على عدوى النبات عند إنتاج اللقاح في نفس النبات.

Autopolyploidy (مضاعفة الصبغيات الذاتية): وجود أكثر من مجموعتين كاملتين من الكروموسومات الصبغية المُشتّقة من أحد الوالدين أومن النَسب التطوري.

Bequest value (قيمة الوصية): الرضى الذي يكتسبه الفرد أو المجتمع من معرفة أنه يمكن نقل السلعة أو الخدمة إلى الأجيال القادمة.

Beta diversity (التنوع بيتا): يشير إلى مقياس للتغير في مكونات الأنواع من مكان إلى مكان – على سبيل المثال، من حقل مزارع إلى آخر، أو على طول التدرجات البيئية.

Biased amplification (تضخيم مُنحاز): تضخيم PCR الانتقائي بين قوالب DNA المرشحة مما يؤدي إلى رجحانها أو هيمنتها في المنتجات النهائية.

Biodiversity (التنوع الحيوي): هو التباين الكلي بين أنواع المتعضيات الحية وداخلها.

Biological control agents (عوامل المكافحة البيولوجية): الأعداء الطبيعيين للآفات الحشرية، والنباتات الغازية، أو عوامل المرض التي يمكن أن تبطئ أو تقلص نمو الجماعة.

Bioturbation (التعكير): تحرك التربة أو استهلاكها.

Canicula (كانيكولا): فترة جافة غير منتظمة المدة غالباً ما تظهر في أواخر يوليو أو أغسطس خلال موسم الأمطار.

Canonical correlation (الارتباط الكنسي): قوة العلاقة بين الوظائف الخطية لمتغيرات المكون في مجموعتين متميزتين من المتغيرات.

CAP (Catabolite Activator Protein): البروتين المنشط للأيض الهدمي

CAPS (Cleavage Amplified Polymorphic Sites): وهو امتداد لطريقة RFLP باستخدام PCR لتحليل المؤشرات الوراثية المفيدة بشكل أكثر سهولة.

Cation exchange capacity (القدرة التبادلية الكاتيونية): مقياس لخصوبة التربة، الكمية القصوى من الكاتيونات الكلية التي يمكن أن تحملها التربة.

CBM: إدارة التنوع الحيوي المجتمعية.

Character (الخاصية): التعبير المظهري، بوصفه خاصية هيكلية أو وظيفية لمتعضية، ناتجة عن تفاعل مُورّث أو مجموعة من المورثات مع البيئة (IBPGR 1991).

Characterization (التوصيف): تقييم السمات النباتية الوراثية القابلة للتوريث بشكل كبير ويمكن رؤيتها بسهولة من قبل العين، والتي يتم التعبير عنها بالتساوي في جميع البيئات من أجل تمييز الأنماط الظاهرية؛ والمتناقضة مع التقييم.

Checks (مرجعيات): أصناف شواهد ذات الخصائص المعروفة التي يتم اختيارها وفقًا للأهداف المحددة للتجارب الميدانية للمقارنة أو لتوحيد نتائج المعالجة.

Chilling injury (إصابة شديدة ناتجة عن البرودة): التجسيد البصري للخلل الخلوي في النباتات الاستوائية عندما تتعرض لدرجات حرارة منخفضة جداً.

Chilling tolerance (تحمل البرودة): استجابة النبات لدرجات حرارة التجمد وقدرة النباتات على الأداء عند درجات حرارة أقل من المُثلى.

Choice experiment method (طريقة اختيار التجربة): طريقة لتقييم قيمة سلعة أو خدمة ليس لها سعر سوق، حيث يتم تقديم مجموعة من الخيارات إلى المستجيب بناءً على سمات السلعة أو الخدمة ويطلب منها اختيار أحدها.

Clone (نبات مستنسخ): الفرد الذي ينتج عن عملية التكاثر اللاجنسي أو الخضري، وبالتالي فهو متطابق وراثياً مع الأبوين.

Co-dominance (الهيمنة المشتركة): حيث يتم التعبير عن جميع الأليلات (اثنان في ثنائي الصبغيات، أكثر في متعدد الصبغيات) الموجودة في متغاير اللواقح، بحيث يعكس النمط الظاهري مساهمة من كلا الأليلين.

Co-evolution (التطور المشترك): التطور التبادلي للتكيفات التكميلية في نوعين أو أكثر من الكائنات الحية بسبب وجود علاقة خاصة بينهما.

Cognitive maps (الخرائط المعرفية): خرائط مرسومة من قبل أفراد ليس لديهم تدريب رسمي على رسم الخرائط؛ لا يتم رسم الخرائط المعرفية عادةً على نطاق دقيق، أو قد تعرض أشكالًا أرضية أو سِمات أخرى من وجهات نظر غير عادية، ولكنها مفيدة جدًا في الكشف عن فهم المستجيبين ومفاهيمهم للأرض والموارد.

Cold hardiness (الصلابة الباردة): قدرة نباتات المناطق المعتدلة على البقاء حيّة بدرجة الحرارة تحت الصفر.

Commensalism (التعايش): تفاعل بين الكائنات الحية وفيه يتم مساعدة كائن من قبل كائن آخر وهذا الآخر لا يستفيد ولا تتم أذيته.

Community biodiversity register (سجل التنوع الحيوي المجتمعي): سجّل لأصناف المحاصيل التقليدية في مجتمع يتم الحفاظ عليه من قبل أفراد المجتمع وقد يحتوي على معلومات متنوعة، مثل الخصائص الزراعية المظهرية وتلك الزراعية، والتكيف الزراعي البيئي، والاستخدامات الخاصة، والسمات الفريدة، ومكان المنشأ، والقيم على السلالة.

وتستخدم هذه الطريقة لتوثيق المعرفة التقليدية عن الموارد الوراثية وتوفير الحماية الدفاعية وتعزيز التنقيب البيولوجي.

Competion (المنافسة): تفاعل حيوي ناتج عن محدودية الموارد في النظام البيئي؛ كل من الكائنات الحية يكون أسوأ حالاً، حيث يستخدم كل منهما الموارد التي يحتاجها الآخر.

Composite cross-population (التهجين المركب للمجموعة): مجموعة تركيبية من السلالة من تهجينات متنوعة بين آباء عدة تم إكثارها كجماعة واحدة تتطور.

Conservation (الحفظ): إدارة البيئة الطبيعية وبيئة المزرعة وموارده‍ا البيولوجية لضمان عدم تدميرها في عملية التنمية، ولكن بدلاً من ذلك الحفاظ على قدرتها على تلبية احتياجات وتطلعات الأجيال القادمة.

Content analysis (تحليل المحتوى): طريقة لتحليل المحتوى لتبادل افكار او نشاط معين بشكل منهجي لتحديد معناه أو غرضه، بما في ذلك العناصر الرمزية والموضوعية.

Contingent valuation (تحديد القيمة الطارئ): طريقة لتحديد قيمة سلعة أو خدمة ليس لها سعر سوق؛ تتضمن الطريقة استطلاع آراء المستجيبين حول رغبتهم في الدفع مقابل السلعة أو الخدمة.

cpDNA (DNA chloroplast): الحمض النووي الموجود في اليخضور. على الرغم من أن اليخضورله مجين صغير، فإن العدد الكبير من اليخضورفي كل خلية يضمن أن الحمض النووي للكلوربلاست هو نسبة مهمة من الحمض النووي الكلي في الخلية النباتية.

Crop genetic diversity (التنوع الوراثي للمحاصيل): يشير إلى العدد الإجمالي للخصائص الوراثية في التركيب الوراثي للأنواع النباتية المستخدمة في الزراعة والأنواع البرية القريبة منها تطورياً.

Cryptic paralogy (الشيفرة المُشفّرة): اثنان من الأليلات من أصل وراثي مختلف يُنتجان نفس طول القطعة المقيدة وبالتالي لا يعترف بهما كأليلات غير عازلة.

Cultivar (صنف): نبات أو مجموعة من النباتات المختارة للصفات المرغوبة التي يمكن الحفاظ عليها بالانتشار. نشأت معظم الأصناف في الزراعة، لكن القليل منها هو انتخاب خاص من البرية.

Culture (الثقافة): تعبير عن التفاعل عبر الزمن بين المجتمعات وبيئاتها الطبيعية والتاريخية والاجتماعية التي توفر أُسس القيم الأخلاقية ومفاهيم الأماكن المقدسة والخبرات الجمالية والهويات الشخصية أو الجماعية المستمدة من المحيط المحلي.

Dendrogram (رسم بياني شجري): الرسم البياني الشجري الذي يوضح الاختلاف المتزايد بين الأشياء، والأفراد، والعينات، أو الجماعات أو الأنواع على شكل تجمعات هرمية.

Determinacy (الإصرار): ميل النباتات في الجماعات لتنسيق أوقات الإزهار والإثمار، وبالتالي تنضج في وقت واحد للتلقيح التهجيني والحصاد.

Detrended correspondence analysis (تحليل المراسلات غير الموجه): تقنية إحصائية متعددة المتغيرات التي تجد العوامل الرئيسية أوالانحدارت في أنواع غنية لكنها مصفوفات بيانات متناثرة.

Dioecious (منفصل الجنس): نوع النبات الذي تتشكل فيه الأزهارالذكرية ةالأنثوية على نباتات مختلف . النباتات اليافعة يمكنها البقاء مستقرة في التعبير عن الجنس أو تتغير مع الوقت.

Diploid (مضاعف الصبغيات): وجود مجموعتين كاملتين من الكروموسومات المتماثلة.

Discriminate analysis (تحليل تمييزي): تحليل إحصائي للعثور على مجموعة خطية من الميزات التي تميز أو تفصل بين فئتين أو أكثر من الأشياء أوالأحداث.

Disease resistance (مقاومة الأمراض): القدرة المحددة وراثياً للمضيف النباتي للحد من أو منع تكاثر العامل الممرض، وبالتالي تبقى صحية.

Disease tolerance (قدرة التحمل): قدرة النبات على تحمل مرض معد أو غير معدي دون ضرر جسيم أو خسارة محصول.

Disease triangle (مثلث الأمراض): نموذج أساسي في علم الأمراض النباتية؛ يتطلب المرض قطعاً العامل الحيوي المسبب – وهو عامل ممرض خبيث يتفاعل مع مضيف حساس في بيئة مواتية لنمو النبات المضيف وانتشار العوامل المرضة وتطور المرض.

Displacement hypothesis (فرضية الإزاحة): النظرية القائلة بأن انتشار أصناف المحاصيل الحديثة يؤدي بسرعة وحتماً إلى فقدان السلالات وأصناف المحاصيل التقليدية الأخرى التي يحتفظ بها المزارعون.

Divergence (الإنحراف): تراكم الاختلافات (الوراثية) بين الجماعات أو الأصناف، إمّا صامتة أو مُعبّرعنها بخصائص مورفولوجية أو فسيولوجية.

Diversity block (قطع التنوع): قطع تجريبية من أصناف المزارعين لأغراض العرض أو الإكثارأو البحث التي تديرها المؤسسات المحلية. يتم دعوة مجموعة من المزارعين المطلعين لمراقبة قطع التنوع أثناء الزراعة.

Diversity fair (معرض التنوع): يجمع بين المزارعين من تجمع أو أكثر لإظهار مدى الأصناف التقليدية التي يزرعها كل منهم . وبدلاً من إعطاء جوائز لأفضل صنف (على سبيل المثال، على أساس العائد أو الحجم)، فإنَّ معارض التنوع تمنح جوائز للمزارعين أو التعاونيات لأكثر المحاصيل تنوعاً وللمعرفة المرتبطة بذلك.

Diversity field fora (المنتديات الميدانية للتنوع) (DFF): تتكون من رجال ونساء يتم تنظيمهم في فرق (عادة ما بين 30-25 شخص) حسب الجنس لتقييم التنوع الوراثي للمحاصيل. تختبر مجموعات المزارعين الأصناف المحسّنة والمحلية. يتم تدريب المزارعين على إكثارالبذور، والبذورللأصناف المنتخبة يتم إكثارها ونشرها داخل وخارج المجموعات. ويأخذ هذا النهج في الاعتبار أنَّ معايير الإنتخاب المفضلة لدى المزارعين من النساء

والرجال تختلف. من خلال الاجتماعات الأسبوعية، يتم إطلاع المزارعين على الاتفاقيات/ التشريعات الدولية والوطنية ذات الصلة بتبادل الموارد الوراثية النباتية.

Domestication syndrome (متلازمة التدجين): مجموعة الخواص التي تميز أنواع المحاصيل من أنسالها البرية والتي هي علامات مميزة للتدجين وتكيف المحاصيل مع الزراعة البشرية.

Dormancy (السكون): خاصية فيزيائية أو فسيولوجية فطرية للبذور القابلة للحياة والتي تؤخر إنباتها.

Dry mole fraction (الكسر للوزن الجزيئي الغرامي الجاف): عدد جزيئات ثاني أكسيد الكربون مقسوماً على عدد جزيئات الهواء الجاف مضروبًا بمليون (ppm).

DUS: التميز والوحدة والاستقرار، سِمات صنف جديد مطلوب في بعض الأمورالقضائية لمنح حق المربي.

Dynamic conservation (الحفظ الديناميكي): حفاظ على العمليات البيولوجية والإيكولوجية الزراعية والثقافية المسؤولة عن التطور المستمر لتنوع المحاصيل في النُظم التقليدية.

Ecogeographic nich (الموئل الإيكولوجي الجغرافي): مكان وأدوار النوع في مجتمعه مع الإشارة إلى تفاعلاته مع بيئته والكائنات المرتبطة به.

Eco-labeling (التوسيم الإيكولوجي): ممارسة وضع المُلصقات على المنتجات بحيث يعرف المستهلكون أنَّ تصنيعها يتوافق مع المعايير البيئية المعترف بها.

Econometric model (النموذج الاقتصادي القياسي): نموذج اقتصادي يمكن تقديرمعاييره كمياً.

Ecoregion (المنطقة البيئية): تسمى أيضًا المنطقة الإيكولوجية، وهي منطقة محددة إيكولوجياً وجغرافياً أصغر من منطقة بيولوجية، وهي بدورها أصغر من منطقة بيئية.

Ecosystem diversity (تنوع النظم الإيكولوجية): نوع أو عدد النظم الإيكولوجية في منطقة معينة (على سبيل المِثال منطقة إيكولوجية).

Ecosystem service (خدمات النظام الإيكولوجي): الفوائد التي تعود على البشر والتي تنشأ من النظم الإيكولوجية التي تعمل بشكل صحي، مثل المياه النظيفة، الموائل للملقحات، وتُحلل النفايات.

Edaphic factors (عوامل التربة): الخصائص الفيزيائية والكيميائية وسِمات التربة التي تؤثر على بقاء النباتات ونموها.

Eddy covariance (تباين إدي): تقنية رياضية لقياس تدفق ثاني أكسيد الكربون بين الغلاف الجوي والمحيط الحيوي.

Effective population size (حجم المجوعة الفعال): عدد الأفراد في مجموعة مثالية مع قيمة لأي كمية وراثية لمجموعة مفترضة مساوية للقيمة الكمية في المجموعة الفعلية ذات الاهتمام.

Efficiency in crop production strategies (الكفاءة في استراتيجيات إنتاج المحاصيل): القدرة على إنتاج تأثير في منعطف ما للزمان والمكان.

Electrophoresis (الرحلان الكهربائي): تقنية بيولوجية جزيئية وجودية (وجود الشيء في كل مكان في جميع الأوقات) مع العديد من المتغيرات، تستخدم في حل الخلائط المعقدة من الجزيئات الضخمة إلى مكوناتها ذات الحجم الجزيئي المختلف، عادة في مجال كهربائي يطبق في قالب كثير المسامات.

Endogamy (زواج الأقارب): ميل الأفراد للزواج داخل مجتمعهم أو مجموعة اجتماعية أخرى.

Epidemic development (تطور الوباء): التراكم السريع لعدد كبير من الأفراد المصابين بالمرض، محلياً أو على نطاق أوسع.

EPO: المكتب الأوروبي للبراءات.

EST (علامة التسلسل المعبر عنها): تسلسل فرعي قصير لتسلسل cDNA، يستخدم لتحديد نسخ المورثات وفي اكتشاف المورثات، وتسلسل المورثات، وكشف تعدد أشكال الحمض النووي.

Ethnology (علم الأعراق البشرية): فرع من فروع علم الإنسان الذي يقارن ويُحلل خصائص مختلف الشعوب والعلاقة بينهما.

Ethnotaxonomy (علم تصنيف الأعراق): يطلق عليه أيضاً تصنيفات شعبية، وهي عبارة عن نظم تصنيفية يتم تعريفها واستخدامها من قبل المجموعات العرقية الفردية.

Eukaryote: كائنات وحيدة الخلية فيها نواة وكل الكائنات متعددة الخلايا هي كذلك.

Evaluation (التقييم): تقييم خواص النباتات، مثل الغلّة، والأداء الزراعي، وتحمل الإجهادات الأحيائية واللاأحيائية، والسمات البيوكيماوية والخلوية، التي قد تتأثر تعبيراتها بالعوامل البيئية مقارنةً مع التوصيف.

Evennes (التوازن): التشابه، أو عدم التباين، في تواتر االأنماط المختلفة (على سبيل المثال، الأليلات، الأنماط الوراثية، أو الأنواع) في عينة أو مجتمع أو منطقة.

Evolutionary capacity,or evolvability (القدرة التطورية، أو القدرة على التطور): قدرة الجماعة أو الأنواع على توليد التنوع الوراثي التكيفي.

***Ex situ* conservation (الحفظ خارج الموقع الطبيعي)**: إزالة المادة الوراثية من المكان الذي نشأت فيه أو التي وجدت مزروعة فيه، والتخزين خارج الموقع كبذور في بنك للمورثات، أو مادة خضرية في المخزن في المختبر، أو مدخلات للنباتات تزرع في مجموعات حيّة في حديقة نباتية أو بنك المورثات الميداني.

Existence value (قيمة الوجود): الرضا الذي يتلقاه الأفراد أو المجتمعات من معرفة أن شيء ما موجود بغض النظر عن إمكانية استخدامه أم لا.

Exogamy (الزواج بين الأباعد): ميل الأفراد للزواج خارج مجتمعهم أو مجموعة اجتماعية أخرى.

Explant (الازدراع): جزء من نبات يستخرج بشكل مُعقم ومُعدّ للاستنبات أو التخزين في وسط غذائي.

Facilitative interactions (التفاعلات الميسرة): التفاعلات المفيدة لواحدة على الأقل من مجموعة الأنواع المتفاعلة أو التراكيب الوراثية، على أنها متميزة عن التعايش الأساسي، والتي تكون مُلزمة.

Fair trade (التجارة العادلة): وضع العلامات الذي يتطلب موافقة المشترين على: (1) دفع سعر يغطي تكاليف الإنتاج والعلاوة الاجتماعية؛ (2) سداد دفعة مقدمة؛ (3) شراء مباشرة من المنتج، و (4) إنشاء عقود طويلة الأجل.

Farmer field schools (المدارس الحقلية للمزارعين): وهي عبارة عن عملية تعليمية قائمة على المجموعات تم استخدامها من قبل عدد من الحكومات والمنظمات غير الحكومية والوكالات الدولية حيث يتم تدريب المزارعين كمدربين لزملائهم من المزارعين؛ أُنشئت في الغالب لتعزيز الإدارة المتكاملة للآفات (IPM).

Farmers rights (حقوق المزارعين): مصطلح يستخدم للإشارة إلى الحقوق التي يجب تحديدها وحمايتها لدعم أدوار المزارعين كمحافظين ومولدين لتنوع المحاصيل.

Farming system (نظام الزراعة): جميع عناصر المزرعة التي تتفاعل كنظام، بما في ذلك الناس والمحاصيل والثروة الحيوانية والنباتات الأخرى والحياة البرية والبيئة، والتفاعلات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية فيما بينها.

Fixed line (الخط الثابت): نوعية مستقرة من خطوط وسلالات تمَّ إطلاقها، مما يعني إزالة بعض من التباينية العازلة وتربية نبات حقيقية.

Food sovereignty (السيادة الغذائية): حق الشعوب التي تنتج وتوزع وتستهلك الغذاء لتحديد نظمها الغذائية الخاصة بها وتكون في صميم القرارات المتعلقة بنظم وسياسات الغذاء، بدلاً من مطالب الأسواق والشركات التي تشغل هذه المناصب.

Formal seed system (نظام البذور الرسمي): نظام لتنمية الأصناف النباتية وإنتاج البذور وتسويقها يتبع القوانين والأنظمة الصادرة من الدولة لتنظيم جودة الأصناف النباتية والبذور المتوفرة في السوق.

Four-cell analysis (تحليل أربع خلايا): أداة مشتركة لتقييم مدى وتوزيع التنوع؛ يساعد في تحديد الأصناف الشائعة والنادرة والفريدة من نوعها، ويقدم نظرات على أسباب انتشار بعض الأصناف بشكل كبير وانتشار بعضها الآخر المتوضع في المجتمع.

Functional diversity (التنوع الوظيفي): قيمة ونطاق صفات الأنواع والكائنات الحية التي تؤثر في وظائف النظام الإيكولوجي.

Functional traits (السِمات الوظيفية): تلك السمات التي تحدد الأنواع من حيث أدوارها الإيكولوجية (كيف تتفاعل مع البيئة ومع الفصائل الأخرى).

Gamma diversity (تنوع غاما): مقياس للتنوع العام للمنطقة أو للمناظر الطبيعية.

Gender roles (أدوار الجنسين): السلوكيات المتعلمة التي تعكس التكييف الاجتماعي حول الأنشطة الأكثر ملاءمة للرجال والنساء.

Genetic bottleneck (الاختناق الوراثي): فقدان التنوع الثري يليه تقييد مفاجئ في حجم الجماعة، سواء كان قصير أو طويل الأمد.

Genetic distance (المسافة الوراثية): قياس الاختلاف الوراثي بين زوج من المجموعات، بناءً على الاختلافات في الصفات المظهرية أو ترددات الأليل أو تسلسلات الحمض النووي الوراثي أو توليفات هذه البيانات.

Genetic diversity (التنوع الجيني): التباين الوراثي بين أو ضمن عينة من الأفراد من صنف أو مجموعة أو فصيلة.

Genetic diversity choices (خيارات التنوع الوراثي): خيارات لإدارة تنوّع الأصناف المستخدمة من قبل المزارعون الذين يؤثرون على تطور وبقاء جماعات المحاصيل على قيد الحياة للموسم القادم.

Genetic drift (الانجراف الوراثي): التغيرات في التركيب الجيني للسكان التي تحدث بسبب أخذ العينات عشوائيا في مجموعات صغيرة. تأثيرات الانجراف الجيني تتضمن (فقدان الأليلات، التباين في تردد الأليل، وتباين الجماعات) هي أكثر وضوحًا في المجموعات الصغيرة جداً.

Genetic erosion (التآكل الوراثي): فقدان التنوع الجيني بين و ضمن فصائل من نفس النوع على مر الزمن، أو إضعاف القاعدة الجينية لأحد الفصائل بسبب الانجراف والاختيار.

Genetic heterogeneity (التغاير الوراثي): تتكون الجماعة من أفراد يختلفون جينيا، سواء كانت أو لم تكن الأنماط الوراثية قابلة للتمييز من الناحية الظاهرية.

Genetic homogeneity (التجانس الوراثي): تتكون الجماعة من أفراد متشابهين لعينة محددة من الموضع.

Genetic polymorphism (تعدد الأشكال الوراثي): تواجد أكثر من أليل في موضع واحد حيث يكون تردد النموذج الأكثر شيوعا أقل من 99 % أو 95 %.

Genetic resources (الموارد الجينية): البلازما الجرثومية للنباتات وللحيوانات أو للكائنات الأخرى التي تحتوي على تنوع من الشخصيات المفيدة ذات القيمة الفعلية أو المحتملة.

Genetic variation (التباين الوراثي): الاختلافات في تسلسل الحمض النووي بين الأفراد.

Genomic selection (الانتقاء الجينومي) (GS): تحسين الصفات الكمية في تربية النباتات باستخدام الجينوم الكامل، والعلامات الجزيئية عالية الكثافة، والتنميط الجيني عالي الإنتاجية.

Genotype (النمط الجيني): التركيب الجيني للنبات، الذي يتألف من صفات وراثية.

Genotyping by sequencing (التنميط الجيني بالتسلسل) (GBS): نظام متعدد الإرسال

لغاية بناء مكتبات مخفضة التقديم لمنصة سلسلة جيل لاحق. إنه يولد أعدادا كبيرة من النوكليوتيدات الوحيدة متعددة الأشكال (SNPs) لاستخدامها في التحليلات الوراثية.

Geographic information systems (نُظم المعلومات الجغرافية) (GIS): نظام إدارة قاعدة بيانات، ويستطيع في الوقت نفسه معالجة البيانات المكانية في شكل رسوم بياني (على سبيل المثال، الخرائط، أو "أين") وبيانات السمة المترابطة منطقياً والمرفقة منطقياً (أي، الملصقات وأوصاف المناطق أو النقاط المختلفة داخل الخريطة، أو "ماذا".

Geographical indication (مؤشر جغرافي): ملصق يستخدم على سلع ذات منشأ جغرافي محدد وتمتلك صفات وسمعة تعود إلى المكان الأصلي. توجد طرائق مختلفة للإشارات: مؤشرات المنشأ الجغرافي، والبيانات الجغرافية المحمية، وتسميات المنشأ المحمية، وتسميات المنشأ، وفئة المنشأ.

Germplasm (البلازما الجرثومية): المواد التناسلية للأفراد، أو مجموعة الأفراد، أو الحيوانات المستنسخة التي تمثل النمط الوراثية، أو الأصناف، أو الفصائل، أو الثقافات، والتي يتم حفظها كمدخلات في مجموعة داخل أو خارج الموضع الطبيعي.

Greenhouse (الدفيئة): مبنى مُصمم لزراعة النباتات تحت ظروف محمية أو مضبوطة أكثر وعموما أكثر دفئاً مما هو في الحقل المفتوح. الهياكل تتراوح في الحجم ودرجة السيطرة ومواد التغطية (الزجاج أو البلاستيك).

Gynodioecious (مبيض منفصل الجنس): الديمورازم الجنسي الذي يحمل بعض الأفراد فقط الزهور الإناث والأفراد الآخرين يحملون أزواج ثنائي الجنس مثالية.

Haploid (أحادي الصبغيات): من أو يتعلق بخلية من Eukaryote يحتوي على مجموعة واحدة فقط من الكروموسومات.

Haplotype (النمط الأحادي): مجموعة معينة من الأليلات المحددة في عدد من المواقع تمَّ ربطها مع بعضها داخل كتلة ارتباط محددة.

Hedonic price model (نموذج التسعير): نهج تحليلي من علم الاقتصاد ينطوي على تقدير سعر سلعة على أساس كل من خصائصها الجوهرية والجوانب الخارجية للسلعة.

Heritability (القدرة على التوريث): درجة تحكم التنوع الوراثي بالتنوع المظهري لسمة ما في مجموعة مقابل كونها تعود لسبب تنوع بيئي أو عوامل غير وراثية أخرى.

Hermaphrodite (الخنثى): نبات يحتوي على أزهار السداة والكربلة (الأعضاء التناسلية الذكرية والأنثوية).

Heterozygote (متغاير اللواقح): نبات لديه أليلات مختلفة لمورثة أو مورثات معينة.

High-Yeilding Variety (صنف عالي الغلة): صنف محصول تم تطويره في برامج التربية الحديثة لتحقيق أقصى إنتاج على حساب التنوع أو التكيف البيئي المحلي. والأصناف عالية الغلّة يتم الترويج لها من خلال مشاريع التطورالزراعية وغالباً ماينظر إليها كتهديد

للسلالات التي تم تطويرها محلياً لنفس الصنف أو أن تحلّ محلّ محاصيل تقليدية أخرى.

Homologus (متجانسة): من نفس المصدر أو لها نفس الوظيفة أو البنية التطورية. بالنسبة للكروموسومات: متطابقة فيما يتعلق بالمحتوى الجيني والترتيب الخطي كأساس للتزاوج عند الانقسام الاختزالي.

Homozygosity (التشابه في اللواقح): يصف الفرد الذي لديه نفس الأليل أو تسلسل الحمض النووي لجميع نسخه المتجانسة لمورث معين على الكروموسومات المتجانسة.

Horizontal breeding (التربية الأفقية): الانتخاب لمقاومة الأمراض التي لا تكون خاصة بالسلالة وتستند إلى التعبيرللعديد من المورثات (QTLs).

Humus (الدُبال): المادة العضوية المتراكمة في التربة التي خضعت للتحلل والتمعدن.

Hypoxia (نقص الأكسجة): توتر منخفض في الأكسجين، مما يؤدي إلى تحوُّل تنفس كائن حي إلى مسارات لاهوائية تؤدي إلى تغييرات بيولوجية كيميائية غير مواتية.

IFOAM: الاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية.

***In situ* conservation (الحفظ في المكان الطبيعي)**: حفظ النظم الإيكولوجية والموائل الطبيعية والعمليات للحفاظ على مجموعات قابلة للبقاء من الأنواع في محيطها الطبيعي، وفي حالة الأنواع المدجنة أو المزروعة، في المناطق المحيطة بها حيث طورت خصائصها المميزة؛ يركز الحفاظ على الموارد المستأنسة في المكان الطبيعي على حقول المزارعين كجزء من النظم الإيكولوجية الزراعية القائمة، في حين تهتم أنواع أخرى من الحفظ في الموقع بالمجموعات النباتية البرية التي تنمو في موائلها الأصلية.

Inbreeder (نبات ذاتي التلقيح): نبات ذو بيولوجيا تكاثرية ذاتية يميل إلى التلقيح الذاتي بشكل متكرر؛ عكس Outbreeder.

Inbreeding depression (اضمحلال زواج الأقارب): فقدان اللياقة التي تنتج عن التزاوج بين الأفراد المتصلين ببعضهم البعض في مجتمع ما.

Indigenous Knowledge المعارف المحلية (IK): المفاهيم أو التقاليد الموجودة في المجتمع المحلي.

Informal seed system (نظام البذور غير الرسمي): نظام لتنمية الأصناف النباتية وإنتاج البذور وتسويقها وتبادلها لا يتبع بالضرورة القوانين واللوائح التي تصدرها الدولة لتنظيم جودة الأصناف النباتية والبذور المتوفرة في السوق.

Informatics (المعلوماتية): علم المعلومات والحساب في النظم المعقدة مع بيانات واسعة النطاق. المعلوماتية المتعلقة بالتنوع الحيوي هي تطبيق تقنيات المعلوماتية على معلومات التنوع الحيوي لتحسين الإدارة والعرض والاكتشاف والاستكشاف والتحليل.

Inhibitor (المُثبط): أي مادة أو جسم يعيق التفاعل الكيميائي.

Inoculum (اللُقاح): قطعة صغيرة من الأنسجة تقطع من نسيج مستخرج من نسيج أو

عضو، أو كمية صغيرة من مواد الخلية من مستعمرة تم تعليقها ويتم نقلها إلى وسط جديد من أجل استمرار نموالمستعمرة . في علم الأمراض هو المادة المشتقة من المرض، مثل معلق بوغ الذي يبدأ المرض في نبات لم يكن مُصاباً من قبل.

Insurance hypothesis (فرضية التأمين): الأفراد الذين لديهم سمات قد تكون مفيدة في وقت لاحق. هناك تنوع أكبر في الأنواع أوالأصناف أو الأنماط الوراثية "يؤمن" نظاماً بيئياً ضد التراجع الوظيفي بسبب التغيرات البيئية الضارة.

Introgression (الإنجبال الداخلي): نقل المعلومات الوراثية من نوع إلى آخر نتيجة للتهجين بينهما وبسبب التهجين الرجعي.

Isozymes (إيزوزيم): أشكال جزيئية متعددة من إنزيم. يمكن ترميز الايزوزيم عن طريق مواقع جينية مختلفة، أو بأليلات مختلفة في موضع واحد. في هذه الحالة الأخيرة، يطلق عليها ألوزيمات . يشتركون في نفس الوظيفة ولكن قد يختلفان في مستوى النشاط نتيجة للاختلافات الطفيفة في تسلسل الأحماض الأمينية.

JPO: مكتب اليابان للبراءات.

Key informant (المُخبر الرئيسي): الخبير المحلي لمسح موضوع ما.

Kinship (القرابة): مجموعة القرابات المعترف بها اجتماعياً بين الأفراد في مجتمع مرتبط بيولوجياً أو الذين يعطون وضع الأقارب عن طريق الزواج أو التبني أو أي طقوس أخرى.

Landrace السُلالة (يُطلق عليه أيضاً التنوع التقليدي، أو تنوع المزارع، أو التنوع الشعبي): وهو صنف محصولي، غالباً ما يؤوي بعض التقلبات الجينية مع بعض السلامة الوراثية التي تطورت في الزراعة، عادة في نظام زراعي تقليدي على مدى فترات طويلة، وتكيف مع بيئة أو غرض محلي محدد. يتعرف المزارعون على خصائصه ويختارون الصفات التي يريدونها ويعطونها عادة اسمًا ذا معنى أو تسمية لتحديد الهوية.

Locus (الموضع): المكان على الكروموسوم حيث يتوضع المورث.

Low-heritability environment (بيئة منخفضة التوريث): بيئة حيث يكون إنشاء الشتلات وتربية الأصناف التكيفية أمرًا صعبًا نظرًا لبيئات زراعة المحاصيل غير المتجانسة، والظروف البيئية، مثل عدم القدرة على التنبؤ، أو عدم اليقين في التوزيع الموسمي.

Major gene resistance (مقاومة المورثات الرئيسية): مقاومة الأمراض التي يتم التعبير عنها كاستجابة نوعية لنماذج معينة من أجناس المرض (السلالة الخاصة) ويتم التحكم فيها بواسطة عدد محدود من المورثات الفردية المحددة.

Markov process (طريقة ماركوف): طريقة عشوائية تتميز عادة بالذاكرة: الحالة التالية تعتمد فقط على الحالة الحالية وليس على تسلسل الأحداث التي سبقتها.

Marker-Assisted Selection (الانتخاب المساعد بالواسمات): استخدام واسمات الحمض النووي الوراثي المرتبطة بسمات محددة لتحسين الاستجابة للانتخاب في مجموعة.

Mass selection (الانتخاب الجماعي): بقاء على قيد الحياة للأنماط الوراثية المتكيفة بشكل أفضل في القسم الأعظم من المجموعات المتغيرة وانتخاب البذورلعدد من الأفراد البالغة على أساس مظهرها لسمات محددة أو ضدها وذلك لتشكيل الجيل القادم.

Memory banking (خدمات بنك الذاكرة): جمع معارف المزارعين وتوثيقها للاستخدام في المستقبل؛ إنَّه تشبيه بتخزين وتوثيق المادة الوراثية في أحد بنوك المورثات . تعمل خدمة الذاكرة البنكية على توثيق وتسجيل الأبعاد الثقافية للتنوع الحيوي النباتي، بما في ذلك التسميات المحلية، والتقنيات المحلية والاستخدامات المرتبطة بمختلف النباتات والأصناف التي تمَّ نقلها تقليديًا من جيل إلى آخر بالوسائل الشفهية، لوصولها وإدارتها من قبل المجتمعات المحلية.

Metapopulation (المجموعات العليا): مجموعة من التجمعات المنفصلة مكانيًا من نفس النوع تتفاعل عند مستوى ما. على وجه الخصوص، تخضع العناصر للانقراض المحلي وإعادة الاستعمار عن طريق الهجرة من مجموعات أخرى. تحدث هذه الأحداث العشوائية عند ترددات متغيرة.

Micro-array (المصفوفة الدقيقة): مجموعة كبيرة من جزيئات الحمض النووي المستنسخة المثبتة كنمط مُدمج ومنتظم من البقع الفرعية المايكروليترية على مصفوفة صلبة (عادة شريحة زجاجية).

Micro-finance (التمويل الأصغر): يُفهم عادةً أنه ينطوي على توفير الخدمات المالية لأصحاب المشاريع الصغيرة والأعمال التجارية الصغيرة على المستوى المحلي، حيث الوصول إلى الخدمات المصرفية والخدمات ذات الصلة يكون صعباً.

Microsatellite (التوابع الدقيقة): وهي تتابع مُحدد من النيوكليوتيدات موزعة داخل كامل الحمض النووي الوراثي للخلية.

Migration (الهجرة): هي حركة الأفراد من مجموعة من الأنواع إلى مجموعة أخرى . تؤدي الهجرة إلى تدفق الجينات عندما يختلف المهاجرون في ترددات الأليل عن تلك الموجودة في المستقبلين.

Minimum viable population (الحد الأدنى للمجموعة القابلة للحياة): حجم المجموعة المطلوب لضمان استمرارها لفترة محددة عند مستوى معين من الاحتمال (على سبيل المثال، 95 %).

Minor crops (المحاصيل الثانوية): تشمل أي الأنواع التي تقع خارج مجموعة المحاصيل المهمة عالمياً والتي تهيمن على أنظمة الإنتاج الحديثة. قد تكون موزعة عالمياً (مثل الحنطة السوداء)، ذات أهمية إقليمية (مثل *Lathyrus sativus* في الهند)، أو محلية جدا مثل الجذور والدرنات الصغيرة (على سبيل المثال، Ulluco) من جبال الأنديز.

Minor gene resistance (مقاومة الجينات البسيطة): الاختلاف في استجابة المضيف للمرض الذي يُعزى إلى العمل المركب للعديد من الجينات الصغيرة. الاستجابات المقاومة ليست عموما محددة لنمط العامل المُمرض.

Mixtures (الخلائط): مزيج من صنفان أو أكثر يختلفان بالنسبة للعديد من الخواص بما في ذلك مقاومة الأمراض، ولكن لها تشابه كافٍ لتتم زراعتها معاً.

Modern variety الصنف الحديث (MV): صنف من المحاصيل قام بتطويره مربي النباتات المعاصرين وانتشر في كثير من الأحيان إلى مناطق وبلدان أخرى؛ مرادفا لصنف عالي الغلّة.

Monoculture (الزراعة الأحادية): نظام إنتاج زراعي يقوم بزراعة وإنتاج محصول كامل يتكون من كائنات حية مُتماثلة وراثياً.

Monoecious (أُحادي المسكن): نوع من النباتات يحتوي على أزهار منفصلة من الذكور والإناث على نفس النبات.

mtDNA (DNA mitochondrial): جزيء دائري من DNA موجود في ميتوكوندريا الخلايا.

Multiline (متعدد الخطوط): خليط من خطوط أو أصناف متشابهة وراثياً تختلف أساساً في مقاومتها لعوامل ممرضة مختلفة.

Multiple regression analysis (تحليل الانحدار المتعدد): طريقة إحصائية تهدف إلى إنشاء علاقة خطية بين أداء متغيرما أو تابع، وعوامل مستقلة أو تنبؤيه مختلفة.

Mutation (الطفرة): مصدر للتباين الوراثي الجديد. هو تغيير قابل للتوريث في تسلسل النوكليوتيدات لمورّث أو تغيير في بنية الكروموسوم.

Mutualism (التبادلية): تفاعل بيولوجي لكائنين، يفيد كلاهما.

Natural selection (الانتخاب الطبيعي): عملية تطورية تميل فيها الكائنات الحية التي تتكيف بشكل أفضل مع بيئتها إلى البقاء وتنتج المزيد من النسل.

Neglected crops (المحاصيل المهملة): المحاصيل التي تهملها الزراعة الحديثة إلى حد كبير بينما لا تزال هامة للمجتمعات المحلية. وتشمل أمثلة هذه المحاصيل التيف من إثيوبيا و Fonio من غرب إفريقيا.

Nei index of genetic diversity (مؤشر Nei للتنوع الوراثي): متوسط الاحتمالات التي تقرن نسخ متجانسة لموضع وراثي تمَّ انتخابه عشوائياً من مجموعة ما وسوف تختلف بما تتوافق مع المتوسط متغايرة اللواقح المتوقعة في تجمعات ثنائية الصبغيات عشوائياً.

Next Generation Sequencing (NGS) (تسلسل الجيل التالي): مجموعة متزايدة من التقنيات (على سبيل المثال، 454، SOLiD، Illumina، Ion Torrent) التي تتيح التسلسل عالي الإنتاجية على نطاق جينوم كامل يُنتج آلاف أو ملايين تسلسلات DNA. يتطلب العدد الهائل من القراءات إجراءات المعلوماتية الحيوية لمواءمتها وتحليلها.

Niche market (السوق المتخصصة): هي مجموعة فرعية أو قسم من السوق الإجمالي الذي يركز عليه منتج معين.

Nitrogen utilization(or use) efficiency كفاءة استخدام النيتروجين (أو الاستخدام NUE): ناتج كفاءة الاستيعاب وكفاءة الاستخدام. ويعكس قدرة النباتات على الإنتاج في ظروف النتروجين المنخفض، ويقاس بنسبة محصول الحبوب المنتجة (على وجه التحديد كمية النيتروجين

المصدرة من الحقل) إلى النيتروجين المعدني المتوفر من التربة والأسمدة.

Nodal farmers (المزارعون المِفصليون): المزارعون في مجتمع محلي أو منطقة والذين يشكلون مصادر مهمة للبذور والمعلومات والخبرات حول زراعة المحاصيل التقليدية وأصنافها، وبالتالي فهم مرتبطون بشكل كبيرفي شبكة.

Non-market value (القيمة غيرالسوقية): قيمة سلعة أو خدمة غيرمنعكسة في سعر السوق.

Nucellar embryony (التخليق الجنيني): هي نوع من التبلّور الذي يتطور فيه الجنين بشكل نباتي من النسيج الجسدي المحيط بالكيس الجنيني، وليس عن طريق تخصيب خلية البويضة.

On-farm conservation (الحفظ في المزرعة): أحد النهج لحفظ الموارد الوراثية في الموقع، مع التركيز على حفظ الأنواع النباتية أو المستأنسة المزروعة في حقول المزارعين.

Open-pollinated (مفتوح التلقيح): الأزهار التي يتمّ تلقيحها بواسطة الرياح أو الحشرات أو غيرها من الآليات الطبيعية دون تدخل الإنسان مثل الحواجز أمام هجرة حبوب اللقاح، ومنع التخصيب الذاتي، أو غيرها من التلاعب التربوي.

Option value (القيمة الإختيارية): الفوائد التي سيحصل عليها مستهلكون في المستقبل من سلعة أو خدمة محفوظة في الوقت الحاضر.

Organic farming (الزراعة العضوية): شكل من أشكال الزراعة يعتمد على العمليات الإيكولوجية، التنوع الحيوي، ودورات متكيفة مع الظروف المحلية، بدلاً من استخدام المدخلات التي تشكل آثار ضارة. ووفقا للاتحاد الدولي لحركات الزراعة العضوية (IFOAM) فإنها تعزز المبادئ الأربعة للصحة، والبيئة، والإنصاف، والرعاية. تستخدم الزراعة العضوية الأسمدة والمبيدات الحشرية ولكنها تستثني أو تحد بشكل صارم من استخدام الأسمدة المصنعة (الاصطناعية) والمبيدات (التي تشمل مبيدات الأعشاب والمبيدات الحشرية ومبيدات الفطريات) ومنظمات نمو النبات والهرمونات والمضادات الحيوية الحيوانية.

Orthodox seeds (البذورالتقليدية): البذور التي يمكن تجفيفها وتخزينها في درجات حرارة منخفضة لفترة ممتدة، وهي مثالية للحفظ خارج الموقع الطبيعي في أحد بنوك الوراثية . عادة ما تطورت هذه البذور بطبيعتها التكاثرية لتظل كامنة وتستمر بشكل طبيعي في بنك بذور التربة لفترات طويلة.

Osmotic adjustment (التعديل التناضحي): التراكم الصافي للمواد المُذابة في خلية استجابة لانخفاض الماء في بيئة الخلية.

Outbreeder (النبات الناتج من زواج الأباعد): نبات يعتمد إلى حد كبير على التلقيح المتقاطع مع نبات ذي صلة بعيدة لإنتاج البذور كنتيجة لعدم توافق ذاتي وراثي، أو نظام تربية أحادي أو ثنائي االمسكن، أو أزهارمتفاوتة النضج الجنسي، إلخ عكس Inbreeder.

Panamixis (التزاوج العشوائي): للأفراد في مجموعة ما.

Parthenocarpy (الإثمار اللاإلقاحي): تطور الفاكهة دون الإخصاب.

Parthenogenesis (التوالد العُذري): التكاثر أحادي الجنس، إنتاج النسل من بويضة لم يتم إلقاحها.

Participant observation (ملاحظة المشارك): طريقة البحث العلمي النوعي في مجال العلوم الاجتماعية التي ينضم فيها باحث إلى السكان المحليين في نشاطاتهم وأنشطتهم اليومية، ويسجل النتائج بناءً على المحادثات غير الرسمية مع المخبرين وعلى خبرة الباحث في محاولة أداء المهام أو العمل في مُتناول اليد.

Participatory diagnosis (التشخيص التشاركي): طريقة بحث مصممة لاستنباط آراء ومشاركة مجموعات المستخدمين، والأُسر السكنية، والجهات الفاعلة المحلية الأخرى في جمع وتحليل المعلومات حول الابتكارات التكنولوجية، أو التدخلات الإنمائية، أو سياسات الموارد أو استخدام الأراضي المقترحة التي تؤثر على المجتمع أو المنطقة.

Participatory Plant Breeding (تربية النباتات التشاركي) (PPB): برنامج تربية يتعاون فيه المربون والمزارعون بشكل وثيق في جميع مراحله (اختيار الأبوين والتهجين، والتقييم في المزرعة، والانتخاب) لتطوير أصناف جديدة ذات غلة وخصائص محسنة يفضلها المزارعون.

Participatory varietal selection (الانتخاب التشاركي للأصناف): انتخاب خطوط الثابتة (نوعية مستقرة وخطوط متقدمة أو أصناف التقليدية تمَّ إطلاقها) من قبل المزارعين في بيئاتهم المستهدفة باستخدام معايير الانتخاب الخاصة بهم.

Pthogenicity (القدرة الإمراضية): قدرة الميكروب على التسبب في ضرر المرض في العائل.

Payment for ecosystem services (الدفع مقابل خدمات النظام البيئي): حوافز تستند إلى السوق وتهدف إلى تحفيز الحفاظ على خدمات النظام البيئي من خلال الرسوم والتراخيص القابلة للتداول والإعانات وتخفيضات اختلافات السوق.

Phenotype (النمط الظاهري): مجموع الخصائص الفيزيائية للنبات؛ النمط الظاهري للنبات هو نتيجة للتفاعل بين السمات الوراثية والظروف البيئية.

Phenotypic plasticity (اللدونة المظهرية): قدرة النبات على تغيير النمط الظاهري وبالتالي البقاء والتكاثر، على الرغم من مجابهته لبيئة متغيرة.

Photoperiod (الفترة الضوئية): طول ضوء النهار أو فترة الإضاءة اليومية المتوفرة للنمو والتشوير المطلوب من المراحل التنموية مثل بدء الأزهار.

Phylogeny (النسالة): التاريخ التطوري لمجموعة تصنيفية من الكائنات الحية؛ يصور كشجرة من العلاقات المتباينة.

Phylogeography (التاريخ الجغرافي للكائنات الحية): العملية التاريخية المسؤولة عن التوزيعات الجغرافية المعاصرة للكائنات الحية على أساس العلاقات بين الأنساب الجينية للأنواع الحية وموقعها الجغرافي.

Phytoliths: جزيئات دقيقة جيرية (كلسية) ممعدنة تتشكل في الأنسجة النباتية الحية.

Plant Breeder Rights (حقوق مربي النباتات) (PBR): تعرف أيضاً باسم حقوق الأصناف النباتية (PVR)، وهي حقوق تُمنح لمربي مجموعة نباتات جديدة، والتي بموجبها يتحكم المربي في استغلال مادة نشر مثل هذا النوع الجديد لعدد سنوات محدد.

Ploidy (الصيغة الصبغية): عدد المجموعات الكاملة من الكروموسومات لكل خلية (على سبيل المثال، مجموعة واحدة = haploid، مجموعتين = diploid، ثلاث مجموعات = triploid).

Polymerase Chain Reaction تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR): هو إجراء بيولوجي جزيئي يتضخم من خلال مضاعفة متكررة في الدورة المحددة لتسلسلات DNA على النحو الذي يُحدده تسلسل DNA أو التسلسل التمهيدي عند كل نهاية للهدف.

Polymorphism (تعدد الأشكال): هو حدوث تردد ملحوظ في نفس التزاوج الداخلي بين مجموعتين أو أكثر من الفئتين المختلفتين وراثياً، وهما عادة اثنين أو أكثر من الأليلات في موضع واحد.

Population (مجموعة من الأفراد): مجموعة من الأفراد المتزاوجين داخلياً لنوع ما يشغل نطاقاً واحداً أو منطقة واحدة.

Population divergence (انحراف المجموعة): هي العملية التي يتباعد فيها اثنان أو أكثر من المجموعة في تردد الأليل وتجمع الطفرات الوراثية المستقلة عبر الزمن.

Power-spectral analysis (التحليل الطيفي للقدرة): أداة إحصائية لتحليل السلاسل الزمنية لتحديد دورية في البيانات عن طريق إعطاء إشارة إلى الترددات المختلفة على مر الزمن من التباين، والتي تمثل معظم التباين في البيانات.

Predation (الافتراس): عندما يستفيد الكائن الحي من خلال تناول أنسجة كائن آخر، على وجه الخصوص، عشب أوراق النبات أو البذور.

Primary Centers of Diversity (المراكز الأساسية للتنوع): مناطق ذات تنوع كبير لعدد من أنواع المحاصيل التي غالباً ما تكون حيث العديد من المحاصيل قد تمَّ تدجينها.

Primer (البادئ): أوليغونيوكليوتيد قصير مدموغ على قالب من الحمض النووي الأحادي الجديلة، يوفر بنية جديلية مضاعفة والتي سيشكل منها بوليميراز الحمض النووي جديلة DNA جديدة لإنتاج جزيء مضاعف.

Principal Component Analysis (التحليل الأساسي للمكونات) (PCA): إجراء إحصائي للترتيب والذي يُستخدم التحول المتعامد لتحويل مجموعة من المشاهدات للمتغيرات المرتبطة المحتملة إلى مجموعة من القيم للمتغيرات غير المترابطة خطياً أو المكونات الأساسية. يُمثّل أولّ مكّون من هذا القبيل أكبر اختلاف ممكن في البيانات قدر الإمكان. تحدد المكونات القليلة الأولى إحداثيات لرسم خرائط الكائنات التي تمَّ قياسها.

Production function (وظيفة الإنتاج): نموذج رياضي يصف المبادلات التي ينطوي عليها

تعظيم الإمكانيات الإنتاجية لمُدخلات مختلفة لهدف معين (على سبيل المثال، الدّخل، دّخل الأسرة، الحِفاظ على تنوع المحاصيل).

Quantitive Trait Loci (QTL) (**السمة الكمية للموضع**): المورثات المتعددة التي تؤثر على تعبير مظهري لسِمة مستمرة، وعادة ما تكون خاصية قياس.

Quiescent (**هامد**): تعليق مؤقت أو انخفاض في معدّل النشاط أو النمو، مع الاحتفاظ بالقدرة على استئناف النشاط السابق.

Race-nonspesific resistance (**المقاومة غير النوعية للسلالة**): تُسمى أيضًا بالمقاومة الأفقية والجينية الصغرى والكمية والميدانية، وتكون المقاومة غير النوعية جزئية ومسيطرعليها في الغالب بواسطة (QTL) المتعددة، مما يجعل من الأصعب دمجها في أصناف جديدة.

Race-specific resistance (**المقاومة الخاصة بالسلالة**): الأسماء الأخرى للمقاومة الخاصة بالسلالة هي المقاومة الرأسية والجينية الرئيسة والكيفية النوعية. المقاومة الخاصة بالسلالة هي مقاومة بعض الأنماط المُسببة للمرض التي تخص العامل الممرض والقابلية للإصابة بالأخرى. غالباً ما يتم التحكم فيها من خلال موضع واحد أو عدد قليل جداً من المواقع التي يسيطر عليها الأليل المقاوم.

RAPD (DNA) (**عشوائي متعدد الأشكال**): أسلوب التنميط الوراثي القائم على (PCR) حيث يتمّ تضخيم القوالب الجينومية باستخدام بادئات مفردة، قصيرة (عادة ما تكون 10- مير)، تمَّ اختيارها عشوائياً.

Recalcitrant seeds (**البذور المتمردة**): البذور التي يتم قتلها عن طريق التجفيف، وبالتالي لا يتم تخزينها بسهولة لفترات طويلة. بذور العديد من المحاصيل الاستوائية هي من هذا النوع.

Reciprocal averaging (**المتوسط التبادلي**): يعرف أيضاً بتحليلال التطابق وهو أسلوب ترتيب للبيانات متعددة المتغيرات ويرتبط بالمتوسطات المرجحة والمماثلة للـ PCA.

Reciprocal transplant experiment (**تجربة نقل تبادلية**): تجربة يتم فيها إدخال كائنات حية من بيئتين أو أكثر واختبارها في كل بيئة مصدر. على النقيض من ذلك، تتضمن تجربة الحديقة المشتركة الاختبار المقارن لجميع الكائنات الحية في بيئة موحدة واحدة.

Rcombination (**إعادة التدميج**): عملية ضرورية ولكنها ليست حصريًة بالانقسام الاختزالي الذي ينتج جزيء DNA مدموج (أومأشوب) مع أجزاء مشتقة من أكثر من جزيء DNA الأب.

Regression analysis (**تحليل الانحدار**): طريقة تحليل إحصائي لتحديد علاقة خطية بين متغير تابع أو متغير، ومتغير تنبؤي أو مُستقل.

Regulating services (**الخدمات التنظيمية**): الخدمات التي يتّم الحصول عليها من تنظيم عمليات الأنظمة البيئية، مثل عزل الكربون وتخفيف حدة المناخ، ومكافحة الآفات والأمراض، وتوافر المياه، والتلقيح.

Remote sensing (الاستشعار عن بعد): هو عِلم الحصول على معلومات عن شيء ما عن طريق الحصول على البيانات باستخدام جهاز (عادةً ما تكون الطائرات أو الأقمار الصناعية) من الموضوع قيد الاهتمام.

Resilience (المرونة): قدرة نظام بيئي أو نوع ما على امتصاص أو التعافي من الاضطرابات.

Restriction endonucleases (انزيمات النوكلياز الداخلية القاطعة): أنزيمات تقطع الحمض النووي المضاعف أو ذو الجديلة المفردة في أمكنة تمييز معينة لانتاج قطع DNA.

Restriction Fragment Length Polymorphism التعددية الشكلية لطول القطع المحددة (RFLP): تباين قطع الحمض النووي من أطوال مختلفة التي تنتجها عملية الهضم لعينة الحمض النووي مع نوكلياز داخلي محدد قاطع. يحدث تعدد الأشكال عندما تختلف االقطع المتجانسة من حيث الحجم والعزل كما الأليلات في موضع وراثي.

Revealed preference techniques (التقنات التفضيلية المُعلنة): أساليب لجمع البيانات الاقتصادية التي تنطوي على السلوك المرصود من قبل المُخبرين.

Richness (الغِنى أو الثراء): العدد الكلي للأنواع المتميزة (الأليلات، الأنماط الوراثية، الأصناف، أو الأنواع) الموجودة في عينة أو منطقة محددة.

SCAR sequence characterized amplified region (المناطق المضاعفة من تتابع القواعد الآزوتية الموصوفة): سوق جزيئي تم الحصول عليه بتحول موقع ذات تسلسل موسوم لمنتج DNA وحيد متعدد الأشكال تمَّ تضخيمه عشوائياً.

Scion (طِعم نبات): جزء حي منفصل من النبات (برعم مثلاً) مُطعِمة إلى مخزون من تركيب وراثي آخر. يوفر المخزون نظام الجذر والساق الرئيسي للنبات البالغ ويطور الطعم الساق العلوي، وأوراق الشجر، والثمار.

Secondary centers of diversity (المراكز الثانوية للتنوع): المناطق ذات التنوع الكبير لأنواع المحاصيل خارج المواقع التي تم فيها تدجين هذه الأنواع أصلاً.

Seed fair (معرض البذور): معرض متخصص في البذور ويتمّ تنظيمه عادة على المستوى المحلي أومستوى القرية. ويوفر السوق حيث يُعرض المتداولون منتجاتهم والمشترين يأتون للشراء.

Seed law (قانون البذور): مجموعة من القوانين واللوائح التي تُصدرها الدولة لتنظيم جودة الأصناف النباتية والبذور المتوفرة في السوق.

Seed lot (وحدة البذور المعاملة): الوحدة المادية للبذور لصنفٍ مُعين يتمّ اختياره من قبل المزارع وتُزرع خلال موسم الحصاد من أجل إعادة إنتاج هذا الصنف.

Selection (الانتخاب): أي عملية، طبيعية أو اصطناعية، والتي تسمح بزيادة في نسبة بعض الأنماط الوراثية أو مجموعات من تراكيب وراثية في الأجيال التالية، على حساب الأنماط الوراثية الأخرى؛ البقاء على قيد الحياة التفاضلية والتكاثر من الأنماط الوراثية.

Self-fertile (الخصوبة الذاتية): مجموعة متنوعة أو أنواع يمكن للنباتات الفردية أن تنتج ذُريّة قابلة للنمو من إخصاب بيضها بواسطة حبوب اللقاح الذاتية الخاصة بها.

Semi-structured (المقابلات شبه المركبة): أداة تكرارية لجمع البيانات لأغراض البحث الاجتماعي التي يُقدم بها الباحث الخطوط العريضة مُسبقاً للأسئلة الرئيسية والنقاط المرجعية التي ستتم تغطيتها في مقابلة مع المجيب على الأسئلة، ولكنها تسمح أيضاً للمقابلة بالانتقال في اتجاهات غير متوقعة. كما تظهر معلومات ورؤىً جديدة خلال المقابلة.

Sequence (التسلسل): الترتيب الخطي للنيوكليوتيدات على طول جزيء الـ DNA أو الـ RNA، والعملية التي يتم الحصول فيها على هذا الترتيب.

Shadow price (سعر الظل): القيمة غير المرصودة لسلعة أو خدمة متميزة عن سعر السوق.

Shannon diversity index (مؤشر شانون للتنوع): يحدد التنوع على أنّه الإنتروبيا، أو درجة عدم اليقين، في التنبؤ بنوع العنصر التالي ليتم أخذ عينات منه، استنادًا إلى المعلومات الموجودة بالفعل في العينة. والفكرة هي أنَّه كلما زاد عدد الألائل أو الأنواع التي تم أخذ عينات منها بالفعل، أو زاد ذلك، وكلما ازداد تواترها، كلما كان من الأصعب التنبؤ بشكل صحيح بنوع العينة التالية.

Shattering (الإشطاء): القدرة الطبيعية للبذور على الابتعاد بسهولة عن الكوز، أو الدلاة، أو البقوليات، أو أي بنية أخرى ترتبط بها عند نضجها على النبات.

Shifting cultivation (زراعة متحركة): نظام زراعي تزرع فيه قطع الأراضي مؤقتاً، ثم يتم هجرها والسماح لها بالعودة إلى الغطاء النباتي الطبيعي بينما ينتقل المزارع إلى قطعة أرض أخرى.

Simpson index of dominance (مؤشر سيمبسون للهيمنة): مقياس للتركيز عند تصنيف الأفراد في العينة إلى أنواع. ومن المحتمل أن ينتمي اثنان من أفراد العينة لنفس النوع، أو يكونا متطابقين.

Single Nucleotide Polmorphism تعدد الأشكال النوكليوتيدى المفرد (SNP): واسم وراثي ناتج عن تباين في التسلسل في موضع معين داخل تسلسل DNA، عندما يختلف النوكليوتيد الأحادي (A، T، G، أو C) في الجينوم بين أعضاء نوع، أو الكروموسومات المقترنة.

Snowball sampling (أسلوب كرة الثلج لأخذ العينات): طريقة بحث اجتماعي لأخذ العينات حيث يُطلب من المخبرين الأوليين اقتراح أفراد آخرين أو أسر معنية بالمسح، ويقترح هؤلاء الناس بدورهم المزيد من المخبرين، حتى يتم تحقيق حجم العينة المطلوب من المستجيبين.

Social capital (رأس المال الاجتماعي): قدرة الأفراد على تطوير ودخول واستعمال الشبكات الاجتماعية في مجموعة أو مجتمع.

Social institution (المؤسسة الاجتماعية): مجموعة من المواقف والأدوار والقواعد والقيم التي يتمّ تقديمها في أنواع معينة من الهياكل الاجتماعية والتي تنظم أنماطاً مستقرة نسبياً

من النشاط البشري فيما يتعلق بالمشاكل الأساسية في إنتاج موارد مستدامة للحياة في إعادة إنتاج الأفراد، وفي الحفاظ على هياكل اجتماعية قابلة للتطبيق في بيئة معينة.

Social network analysis (تحليل الشبكة الاجتماعية): تحليل منهجي للعلاقات الاجتماعية على أساس نظرية الشبكة.

Soil horizon (أفق التربة): الطبقات الموازية لسطح التربة التي تشكل ملفًا للتربة والتي تختلف في اللون والملمس وخواص التربة الأخرى.

Somaclonal variation (الاختلاف الصماوي): التغيرات الوراثية المحفزة خلال مرحلة النسيج اللين للخلايا النباتية المزروعة في المختبر. في بعض الأحيان مرئية كما تغير النمط الظاهري في النباتات يعاد انتاجه من وسط الاستنبات.

Species (الأنواع): مجموعة من الأفراد الفعليين أو المحتملين للتزاوج الداخلي الذين يتمّ عزلهم بشكل تكاثري من مجموعات أخرى مماثلة، يتشاركون سلفًا مشتركاً في الآونة الأخيرة مع أفراد من الأنواع ذات الصلة، ولديهم نفس البيئة والتشكيل.والمعايير لتحديد حدود الأنواع ليس واضحاً دائماً، فالطيف هو عملية تطورية مستمرة.

Species diversity (تنوع الأنواع): عدد الأنواع وتواترها، تُقاس عادة على مستوى المجتمع البيئي.

SSCP-Single Strand Conformational Polymorphism (التعددية الشكلية التكوينية للسلسلة المفردة): الاختلافات في تسلسل النوكليوتيدات في شظايا الحمض النووي أحادية الجديلة المتماثلة التي تم اكتشافها بواسطة الرحلان الكهربائي للهلام.

SSR-Simple Sequence Repeats (تتابع القواعد الآزوتية البسيط المتكرر): انظر السواتل المكروية؛ تسلسلات متكررة قصيرة من اثنين إلى ستة أزواج قاعدية من الحمض النووي DNA. تميل مثل هذه التسلسلات إلى أن تكون متعددة الأشكال في المجموعة وعادة ما تكون سائدة بشكل مشترك وكذلك تكون الواسِمات المفيدة.

Stated-Preference Techniques (تقنيات التفضيل المعلن): أساليب لجمع البيانات الاقتصادية التي تعتمد على بيانات السلوك الافتراضي من جانب المستجوبين.

Stochastic events (أحداث عشوائية): أحداث عشوائية لا يمكن التنبؤ بها، مثل نوبات التغيرات اللاأحيائية أو الحيوية التي تعتبر خروجاً كبيراً عن الظروف البيئية العادية.

Stratification (التقسيم الطبقي): طريقة تصميم البحث حيث يتم جمع البيانات عبر مجموعات أو طبقات مختلفة من المستوجيبين في عينة، كما هو محدد من قبل المتغيرات الاجتماعية والثقافية والبيئية.

***Sui generics* system (النظام الخاص)**: عند تطبيقه على حماية الأصناف النباتية، فإنَّه يشير إلى مجموعة القوانين واللوائح الصادرة لحماية الأصناف النباتية كموضوع خاص للملكية الفكرية.

Supporting services (خدمات الدعم): راجع خدمات النظام البيئي؛ تشمل دورة الهيدرولوجيا، ودورة مغذيات التربة، وتكوين التربة.

Survey instrument (أداة المسح): استبيان ذو بنية عالية نسبياً، يتكون من أسئلة موحدة، تُستكمل في المقابلات الشخصية مع عينة من المستَجوبين.

Sustainability, sensus sustainable yield غلّة حساسة مُستدامة (Gliessman 2007): شرط القدرة على حصاد الكتلة الحيوية من نظام إلى الأبد لأن قدرة النظام على تجديد نفسه أو تجديده لا تتعرض للخطر.

Tillering (إشطاء): تشكيل عدّة براعم من ساق نبات عشبي واحد.

Time series analysis (تحليل السلاسل الزمنية): تحليل سلسلة من قيّم البيانات المقدرة في نقاط متتالية من الوقت ومباعدة على فترات زمنية منتظمة. يستخلص التحليل إحصاءات ذات معنى، ويقدر الارتباط الذاتي، ويكشف الاتجاهات للسماح بتنبؤ الأنماط المستقبلية بناءً على نموذج يولد قيماً تمت ملاحظتها سابقًا.

Total economic value (القيمة الاقتصادية الإجمالية): إجمالي مجموع قيم الاستخدام أو عدم الاستخدام للسلعة أو الخدمة، بما في ذلك المنافع المباشرة وغير المباشرة.

Traditional Ecological Knowledge المعرفة البيئية التقليدية (TEK): ينظر إليها على أنها ذاكرة الإنسان الديناميكية للبيئة في النظم البيئية الاجتماعية. وكلما طالت هذه الذاكرة، يمكن التوقع أن المعارف البيئية التقليدية ستعكس تعقيدات التفاعلات البيئية – الاجتماعية وتسهل تكييف المجتمعات للتغيرات في النظم البيئية المحيطة بها.

Traditional variety الصنف التقليدي (مرادف لـ Landrace): صنف محصول، يؤوي في الغالب بعض التقلبات الوراثية ومع ذلك تمتلك نزاهة وراثية معينة تطورت في الزراعة، عادة في نظام زراعي تقليدي على مدى فترات طويلة، وقد تكيفت مع بيئة أو غرض محلي معين. يتعرف المزارعون على خصائصه ويختارون الصفات التي يريدونها ويعطونها عادة اسماً ذا معنى أو تسمية لتحديد الهوية.

Transaction costs (تكاليف المعاملات): التكاليف المتكبدة في شراء وبيع سلعة أو خدمة، عَلاوة على سعر السوق.

TRIPS (اتفاق تريبس): اتفاق منظمة التجارة العالمية بشأن جوانب الملكية الفكرية المُتصلة بالتجارة.

Underutilized crops (المحاصيل غير المستغلة كما يجب): تلك المحاصيل التي لديها إمكانية للتوسع ولكنها، لسبب ما، لا تتكيف مع الزراعة الحديثة أو ممارسات الإنتاج أو التسويق الحالية.

UPOV: الاتحاد الدولي لحماية الأصناف الجديدة من النباتات.

USPTO: المكتب الأمريكي لبراءات الاختراع والعلامات التجارية: مكتب الولايات المتحدة للبراءات والعلامات التجارية.

Utility function (دالة المنفعة): نموذج رياضي يقيس فوائد أو جدارة سلعة أو خدمة، ويُحدد كيفية تعظيم القيمة التي يولدها.

Value chain analysis (تحليل سلسلة القيمة): نهج تحليلي يحدد كيف لبضاعة أن تضيف قيمة عندما تنتقل من المنتج إلى واحد أو أكثر من الوسطاء حتى تصل للمستهلك ويتم التخلص منها في نهاية الأمر بعد الاستخدام.

Variety (الصنف): نبات أو مجموعة نباتات تمَّ انتخابها للصفات المرغوبة وتمت المحافظة عليها في الزراعة. قد يكون الصنف تقليدي ومحافظ عليه من قبل المزارعين، أو حديث ومطورنتيجة لبرامج التربية المتعمدة.

Variety purity (نقاوة الصنف): خاصية صنف المحصول التي تعتبر ضرورية للتسويق، حيث تفتقر إلى الأنماط الوراثية التي تعتبر من الأصناف غير الملوثة أو الملوثة، وتحتفظ بذورها خواص الصنف وتتكاثر بشكل يتوافق والصنف.

Value for Cultivation and Use-VCU: قيمة الزراعة والاستعمال.

Vector (الناقل): كائن حي يحمل وينقل عاملاً معدياً لطفيلي أو مُمْرِض من فرد مضيف إلى آخر.

Vegetative Propogation (التكاثر الخضري): تكاثر نبات من خلال أجزاء خضرية نباتية متماثلة وراثياً، مثل الدرنات، أو الكورم، أو البراعم، أو العقل الساقية، بدلاً من البذور (المعروف أيضا باسم الانتشار النسيلي).

Vernalization (التنشيط بالبرودة): تبريد البذور النابتة أو نباتات الأحداث لأقل فترة زمنية من أجل تحريض الإزهار.

Vertical breeding (التربية العمودية): التربية لمقاومة الأمراض والتي تنتخب لمورثات رئيسة والتي تؤقلم المقاومة لأنماط ممرضة معينة (على سبيل المثال، مورثات المقاومة المأخوذة من الأنواع البرية ذات الصلة)، مع إيلاء القليل من الاهتمام لمقاومة المورثات البسيطة.

Virulence (الفوعة: مقدار حدة الجرثوم او الفيروس): متوسط قدرة العوامل المسببة للأمراض في مجموعة للتغلب على تنوع المورثات المقاومة الموجودة في المجموعة المضيفة وتسبب المرض.

Vulnerability (قابلية الإصابة): الدرجة التي يكون فيها النظام قابلاً أو غير قادر على التغلب على الآثار السلبية للتغير في بيئته غير الحيوية أو الحيوية.

Weed (الأعشاب الضارة): نبات غازي ينمو بشكل عفوي حيثما لا يكون مطلوباً وفي منافسة مع النباتات المزروعة أو على حساب التنوع الحيوي المحلي.

Wild relative (الأقارب البرية): نوع غيرمزروع يرتبط ارتباطا وثيقا بالأنواع المدجّنة. لا يُستخدم عادة بشكل مباشر للزراعة، ولكن يمكن أن يحدث في النظم البيئية الزراعية ويعمل كمصدر للمورثات المفيدة. تشتمل الفئة على السلف التطوري المباشر للمحصول بالإضافة إلى الأنواع الأقل ارتباطاً ولكنها متجانسة في نفس الجنس.

المراجع

Agarwal, A. 2010. "Current trends in the evolutionary ecology of plant defence." *Functional Ecology* 25:420–32.

Ahrens, C. D. 2012. *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment,* 10th ed. Brooks/Cole, Belmont, CA.

Albu, M., and A. Griffith. 2005. *Mapping the Market: A Framework for Rural Enterprise Development Policy and Practice.* Practical Action (Formerly ITDG), Rugby, UK.

Allard, R. W. 1999. *Principles of Plant Breeding,* 2nd ed. John Wiley.

Allard, R. W., and J. Adams. 1969. "Population studies in predominately self-pollinating species. XIII. Intergenotypic competition and population structure in barley and wheat." *American Naturalist* 103:621–45.

Allen, D. J., J. M. Lenne, and J. M. Walker. 1999. "Pathogen biodiversity: its nature, characterization and consequences." Pp. 123–53 in *Agrobiodiversity: Characteri- zation, Utilization and Management* (D. Wood and J. Lenne, Eds.). CAB Interna- tional, Wallingford.

Almekinders, C. J. M., R. Cavatassi, F. Terceros, R. P. Romero, and L. Salazar. 2010. "Potato seed supply and diversity: dynamics of local markets of Cochabamba Province, Bolivia—a case study." Pp. 75–94 in *Seed Trade in Rural Markets: Impli- cations for Crop Diversity and Agricultural Development* (L. Lipper, C. L. Anderson, and T. J. Dalton, Eds.). FAO, Rome/ Earthscan, London.

Almekinders, C. J. M., and W. de Boeuf. 2000. *Encouraging Diversity: The Conserva- tion and Development of Plant Genetic Resources.* Intermediate Technology Publica- tions, Rugby, UK.

Almekinders, C. J. M., J. Hardon with A. Christink, S. Humphries, D. Pelegrina,B. Sthapit, R. Vernooy, B. Visser, and E. Weltzien. 2006. "Bringing farmers back into breeding. Experiences with PPB and challenges for institutionalisation." *AgroSpecial* 5:85–200, Agromisa, Wageningen.

Altieri, M. A., and L. C. Merrick. 1987. "*In situ* conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems." *Economic Botany* 41:86–96. Anderson, C. L., L. Lipper, T. J. Dalton, M. Smale, J. Hellin, T. Hodgkin, C. Alme-kinders, P. Audi, M. R. Bellon, R. Cavatassi, L. Diakite, R. Jones, E. D. I. Oliver King, A. Keleman, M. Meijer, T. Osborn, L. Nagarajan, A. Paz, M. Rodriguez,

A. Sidibe, L. Salazar, J. van Heerwaarden, and P. Winters. 2010. "Project meth- odology: using markets to promote the sustainable utilization of crop genetic re- sources." Pp. 31–48 in *Seed Trade in Rural Markets: Implications for Crop Diversity and Agricultural Development* (L. Lipper, C. L. Anderson, and T. J. Dalton, Eds.). FAO, Rome/Earthscan, London.

Arias, L., J. Chavez, V. Cob, L. Burgos, and J. Canul. 2000. "Agromorphological char- acters and farmer perceptions: data collection and analysis. Mexico." Pp. 95–100

in *Conserving Agricultural Biodiversity* In situ: *A Scientific Basis for Sustainable Agriculture* (D. Jarvis, B. Sthapit, and L. Sears, Eds.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome.

Armsworth, P. R., K. J. Gaston, N. D. Hanley, and R. J. Ruffell. 2009. "Contrasting approaches to statistical regression in ecology and economics." *Journal of Applied Ecology* 46:265–68.

Arnason, J. T., B. Baum, J. Gale, et al. 1994. "Variation in resistance of Mexican land- races of maize to maize weevil, *Sitophilus zeamais,* to taxonomic and biochemical parameters." *Euphytica* 74:227–36.

Arslan, A., and J. E. Taylor. 2009. "Farmers' subjective valuation of subsistence crops: the case of traditional maize in Mexico." *American Journal of Agricultural Econom- ics* 91:956–72.

Atkinson, N. J., and P. E. Unwin. 2012. "The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field." *Journal of Experimental Botany* 63:3523–43.

Aubertin, C., F. Pinton, and V. Boisvert, Eds. 2007. *Les marchés de la biodiversité.* IRD, Orstom.

Ayadi, S., C. Karmous, Z. Hammami, N. Tamani, Y. Trifa, S. Esposito, and S. Rezgui.

2012. "Genetic variability of nitrogen use efficiency components in Tunisian improved genotypes and landraces of durum wheat." *Agricultural Science Research Journal* 2:591–601.

Babcock, B. A., E. Lichtenberg, and D. Zilberman. 1992. "Impact of damage control and quality of output: estimating pest control effectiveness." *American Journal of Agricultural Economics* 74:163–72.

Badstue, L. B., M. Bellon, J. Berthaud, A. Ramirez, D. Flores, and X. Juarez. 2007. "The dynamics of seed flow among maize growing small-scale farmers in the cen- tral valleys of Oaxaca, Mexico." *World Development* 35:1579–93.

Bai, Y., and P. Lindhout. 2007. "Domestication and breeding of tomatoes: What have we gained and what can we gain in the future?" *Annals of Botany* 100:1085–94.

Bailey-Serres, J., and L. A. C. J. Voesenek. 2008. "Flooding stress: acclimations and genetic diversity." *Annual Review of Plant Biology* 59:313–39.

Bajracharya, J., K. A. Steele, D. I. Jarvis, B. R. Sthapit, and J. R. Witcombe, 2005. "Rice landrace diversity in Nepal: variability of agro-morphological traits and SSR markers in landraces from a high-altitude site." *Field Crops Research* 95:327–35.

Baldwin, J. F. 1981. "Fuzzy logic and fuzzy reasoning." In *Fuzzy Reasoning and Its Applications* (E. H. Mamdani and B. R. Gaines, Eds.). Academic Press, London.

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." Pp. 171–75 in *On-Farm Management of Agricultural Biodiversity in Nepal,* Proceedings of a national work- shop. NARC/LIBIRD/IPGRI.

Barnaud, A., M. Deu, E. Garine, J. Chantereau, J. Bolteu, E. O. Koïda, D. McKey, and H. Joly. 2009. "A weed-crop complex in sorghum: the dynamics of genetic diversity in a traditional farming system." *American Journal of Botany* 96:1869–79.

Barnaud, Adeline, Monique Deu, Eric Garine, Doyle McKey, and Hélène I. Joly.

2007. "Local genetic diversity of sorghum in a village in northern Cameroon: structure and dynamics of landraces." *Theoretical and Applied Genetics* 114:237–48.

Barry, M. B., J.-L. Pham, S. Béavogui, A. Ghesquière, and N. Ahmadi. 2008. "Dia- chronic (1979–2003) analysis of rice genetic diversity in Guinea did not reveal genetic erosion." *Genetic Resources and Crop Evolution* 55:723–33.

Beierle, T. C. 2002. "The quality of stakeholder-based decisions." *Risk Analysis* 22:739–49. Bela, G., B. Balazs, and G. Pataki. 2006. "Institutions, stakeholders and the man-agement of crop

biodiversity on Hungarian family farms." Pp. 251–69 in *Valuing Crop Biodiversity, on Farm Genetic Resources and Economic Change* (M. Smale, Ed.). CABI Publishing, Wallingford, UK.

Bellon, M. R., and J. Hellin. 2010. "Planting hybrids, keeping landraces: agricultural modernization and tradition among small-scale maize farmers in Chiapas, Mex- ico." *World Development* 39:1434–43.

Bellon, M. R., and J. Risopoulos. 2001. "Small-scale farmers expand the benefits of improved maize germplasm: a case study from Chiapas, Mexico." *World Develop- ment* 29:799–811.

Bellon, M. R., and J. E. Taylor. 1993. "'Folk' soil taxonomy and the partial adoption of new seed varieties." *Economic Development and Cultural Change* 41:763–86.

Benin, S., M. Smale, and J. Pender. 2006. "Explaining the diversity of cereal crops and varieties grown on household farms in the highlands of northern Ethiopia." Pp. 78–96 in *Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Diversity and Economic Change* (M. Smale, Ed.). CABI Publishing, Wallingford, UK.

Benin, S., M. Smale, J. Pender, B. Gebremehdin, and S. Ehui. 2004. "The economic determinants of cereal crop diversity on farms in the Ethiopian highlands." *Agri- cultural Economics* 31:197–208.

Bennett, E. 1970. "Adaptation in wild and cultivated plant populations." Pp. 115–29 in *Genetic Resources in Plants: Their Exploration and Conservation* (O. H. Frankel and E. Bennett, Eds.). IBP Handbook No. 11. Blackwell Scientific Publishers, Oxford.

Bentley, J. W., E. R. Boa, P. Kelly, M. Harun-Ar-Rashid, A. K. M. Rahman, F. Kabeere,

and J. Herbas. 2009. "Ethnopathology: local knowledge of plant health problems in Bangladesh, Uganda and Bolivia." *Plant Pathology* 58:773–81.

Berkes, F. 2008. *Sacred Ecology.* Routledge, New York.

Berkes, F., J. Colding, and C. Folke. 2000. "Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management." *Ecological Applications* 10:1251–62.

Bezançon, G., J.-L. Pham, M. Deu, Y. Vigouroux, F. Sagnard, C. Mariac, I. Kapran,

A. Mamadou, B. Gerard, J. Ndjeunga, and J. Chantereau. 2009. "Changes in the diversity and geographic distribution of cultivated millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) and sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) varieties in Niger between

1976 and 2003." *Genetic Resources and Crop Evolution* 56:223–36.

Biggs, S. 1990. "A multiple source of innovation model of agricultural research and technology promotion." *World Development* 18:1481–99.

Birol, E. 2004. "Valuing Agricultural Biodiversity on Home Gardens in Hungary: An Application of Stated and Revealed Preference Methods." PhD dissertation, University of London.

Birol, E., A. Kontoleon, and M. Smale. 2006. "Farmer demand for agricultural biodiversity in Hungary's transition economy: a choice experiment approach." Pp. 32–47 in *Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Diversity and Economic Change* (M. Smale, Ed.). CABI Publishing, Wallingford, UK.

Birol, E., E. R. Villaba, and M. Smale. 2009. "Farmer preferences for milpa diversity and genetically modified maize in Mexico: a latent class approach." *Environment and Development Economics* 14:521–40.

Blum, A. 2004. “The physiological foundation of crop breeding for stress environ- ments.” Pp. 456–58 in *Proceedings of a World Rice Research Conference,* Tsukuba, Japan, November 2004. International Rice Research Institute, Manila, The Philip- pines.

———. 2011a. *Plant Breeding for Water Limited Environments.* Springer-Verlag, New York.

———. 2011b. “Drought resistance—is it really a complex trait?” *Functional Plant Biology* 38:753–57.

Bocci, R., and V. Chablé. 2009. “Peasant seeds in Europe: stakes and prospects.” *Jour- nal of Agriculture and Environment for International Development* 17:81–93.

Bonan, G. B. 2008. *Ecological Climatology,* 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge.

Bonifacio, A. 2006. “Frost and hail tolerance in quinoa crop and traditional knowledge to handle these adverse factors.” Pp. 68–71 in *Enhancing the Use of Crop Genetic Diversity to Manage Abiotic Stress in Agricultural Production Systems* (D. I. Jarvis,

I. Mar, and L. Sears, Eds.). Proceedings of an IPGRI Workshop, Budapest, Hun- gary. IPGRI, Rome.

Bousset, L., and A. M. Chèvre. 2013. “Stable epidemic control in crops based on evo- lutionary principles: Adjusting the metapopulation concept to agro-ecosystems.” *Agriculture, Ecosystems and Environment* 165:118–29.

Brady, N. C., and R. R. Wiel. 2007. *The Nature and Properties of Soils,* 14th ed. Pren- tice-Hall, Upper Saddle River, NJ.

Bromley, D. J. 1991. *Environment and Economy: Property Rights and Public Policy.* Basil Blackwell, New York.

Brown, A. H. D. 2008. “Indicators of genetic diversity, genetic erosion and genetic vulnerability for plant genetic resources for food and agriculture.” *Thematic Back-ground Study, State of Worlds Plant Genetic Resources.* FAO, Rome. http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/i1500e20.pdf.

———. 2012. “The disease damage, genetic diversity, genetic vulnerability diagram— some reflections.” Pp. 318–29 in *Damage, Diversity and Genetic Vulnerability: The Role of Crop Genetic Diversity in the Agricultural Production System to Reduce Pest and Disease Damage,* Proceedings of an international symposium, 15–17 February 2011, Rabat, Morocco (D. I. Jarvis, C. Fadda, P. De Santis, and J. Thompson, Eds.). Bioversity International, Rome Italy.

Brown, A., and L. Rieseberg. 2006. “Genetic features of populations from stress- prone environments.” Pp. 2–10 in *Enhancing the Use of Crop Genetic Diversity to Manage Abiotic Stress in Agricultural Production Systems* (D. I. Jarvis, I. Mar, and

L. Sears, Eds.). Proceedings of an IPGRI Workshop, Budapest, Hungary. IPGRI, Rome.

Browning, J. A. 1997. “A unifying theory of the genetic protection of crop plant populations from diseases.” In *Disease Resistance from Crop Progenitors and Other Wild Relatives* (I. Wahl, G. Fischbeck, and J. A. Browning, Eds.). Springer Verlag, Berlin.

Brugarolas, M., L. Martinez-Carrasco, A. Martinez-Poveda, and J. J. Ruiz. 2009. “A competitive strategy for vegetable products: traditional varieties of tomato in the local market.” *Spanish Journal of Agricultural Research* 7:294–304.

Brush, S. 1995. “*In situ* conservation of landraces in centres of crop diversity.” *Crop Science* 35:346–54.

———. 2000. “Ethnoecology, biodiversity and modernization in Andean potato agriculture.” Pp. 283–306 in *Ethnobotany: A Reader* (P. Minnis, Ed.). University of Oklahoma Press, Oklahoma.

Brush, S., R. Kesselli, R. Ortega, P. Cisneros, K. Zimmerer, and C. Quiros. 1995. “Po- tato diversity in the Andean center of crop domestication.” *Conservation Biology* 9:1189–98.

Brush, S. B., and H. R. Perales. 2007. “A maize landscape: ethnicity and agro- biodiversity in Chiapas Mexico.” *Agriculture, Ecosystems and Environment* 121:211–21.

Brush, S. B., J. E. Taylor, and M. R. Bellon. 1992. “Technology adoption and bio- logical diversity in Andean potato agriculture.” *Journal of Development Economics* 39:365–87.

Buddenhagen, I. W. 1983. “Breeding strategies for stress and disease resistance in developing countries.” *Annual Review of Phytopathology* 21:385–410.

Bunce, J. A. 2008. “Contrasting responses to elevated carbon dioxide under field conditions within *Phaseolus vulgaris*.” *Agriculture, Ecosystems and Environment* 128:219–24.

Burger, J. C., M. A. Chapman, and J. M. Burke. 2008. “Molecular insights into the evolution of crop plants.” *American Journal of Botany* 95:113–22.

Cabello, R., F. De Mendiburu, M. Bonierbale, P. Monneveux, W. Roca, and E. Chujoy.

2012 “Large-scale evaluation of potato improved varieties, genetic stocks and lan- draces for drought tolerance.” *American Journal of Potato Research* 89:400–10.

Cairns, M., and D. P. Garrity. 1999. “Improving shifting cultivation in Southeast Asia by building on indigenous fallow management strategies.” *Agroforestry Systems* 47:37–48.

Calderone, N. W. 2012. “Insect Pollinated Crops, Insect Pollinators and US Agricul- ture: Trend Analysis of Aggregate Data for the Period 1992–2009.” *PLoS ONE* 7:e37235.

Caneva, G. 1992. *il Mondo di Cerere nella Loggoia di Psiche.* Fratelli Palombi Editori, Roma.

Carpenter, S. R., and W. A. Brock. 2008. “Adaptive capacity and traps.” *Ecology and Society* 13:40.

Carrasco-Tauber, C., and L. J. Moffitt. 1992. “Damage control econometrics: func- tional specification and pesticide productivity.” *American Journal of Agricultural Economics* 74:158–62.

Causton, David R. 1988. *An Introduction to Vegetation Analysis.* Unwin Hyman, Lon- don.

Cavatassi, R., L. Lipper, and U. Narloch. 2011. “Modern variety adoption and risk management in drought prone areas: insight from the sorghum farmers of Eastern Ethiopia.” *Agricultural Economics* 42:279–92.

Caviglia, J. L., and J. R. Kahn. 2001. “Diffusion of sustainable agriculture in the Bra- zilian tropical rain forest: a Discrete Choice Analysis.” *Economic Development and Cultural Change* 49:311–33.

Ceccarelli, S. 1994. “Specific adaptation and breeding for marginal conditions.” *Eu- phytica* 77:205–19.

———. 2009. “Evolution, plant breeding and biodiversity.” *Journal of Agriculture and Environment for International Development* 103:131–45.

Ceccarelli, S., and S. Grando. 2005. “Decentralized-Participatory Plant Breeding: A Case from Syria.” Pp. 193–99 in *Participatory Research and Development for*

Sustainable Agriculture and Natural Resource Management. Volume 1 (J. Gonsalves,

T. Becker, A. Braun, D. Campilan, H. De Chavez, E. Fajber, M. Kapiriri, J. Riva- ca-Caminade, and R. Vernooy, Eds.). IDRC, Ottawa.

Ceccarelli, S., S. Grando, E. Bailey, A. Amri, M. El-Felah, F. Nassif, S. Rezgui, and A. Yahyaoui. 2001. "Farmer participation in barely breeding in Syria, Morocco and Tunisia." *Euphytica* 122:521–36.

Ceccarelli, S., et al. 2003. "A methodological study on participatory barley breeding.

II. Response to selection." *Euphytica* 133:185–200.

Chablé, V., M. Conseil, E. Serpolay, and F. Le Lagadec. 2008. "Organic varieties for cauliflowers and cabbages in Brittany: from genetic resources to participatory plant breeding." *Euphytica* 164:521–29.

Chacón, S. M. I., B. Pickersgill, and D. G. Debouck. 2005. "Domestication patterns in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and the origin of the Mesoamerican and Andean cultivated races. *Theoretical and Applied Genetics* 110:432–44.

Chambers, K. J., and S. B. Brush. 2010. "Geographic influences on maize seed ex- change in the Bajio, Mexico." *Professional Geographer* 62:305–22.

Chavez-Servia, J. L., L. Burgos-May, J. Canul-Ku, T. C. Camacho, J. Vidal-Cob, andL. 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.

Chin, K. M., and M. S. Wolfe. 1984. "The spread of *Erisyphe graminis* F-sp *hordei* in mixtures of barley varieties." *Plant Pathology* 33:89–100.

Cororaton, C., and E. Corong. 2000. "Philippine agricultural and food policies: impli- cations for poverty and income distribution." *IFPRI Research Report 161,* Wash- ington, DC. Retrieved from http://www.ifpri.org/publication/philippine-agricul tural-and-food-policies.

Crosby, A. 2003. *The Columbian Exchange: Biological and Cultural Consequences of 1492*. Praeger Publishers, Westport.

Dalton, T. J., C. L. Anderson, L. Lipper, and A. Keleman. 2010. "Markets and access to crop genetic resources." Pp. 2–30 in *Seed Trade in Rural Markets: Implications for Crop Diversity and Agricultural Development* (L. Lipper, C. L. Anderson, and T. J. Dalton, Eds.). FAO, Rome/ Earthscan, London.

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* 44:101–8.

David, C. C. 2007. "Philippine hybrid rice program: a case for redesign and scaling down." *Research Paper Series No. 2006-03,* Philippine Institute of Development Studies. Philippines Development, Manila.

Davis-Case, D. 1990. *The Community's Tool Box: The Idea, Methods, and Tools for Participatory Assessment, Monitoring, and Evaluation in Community Forestry.* Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

Dawson, J. C., and I. Goldringer. 2012. "Breeding for genetically diverse populations: variety mixtures and evolutionary populations." Pp. 77–98 in *Organic Crop Breed- ing* (E. T. Lammerts van Bueren and J. R. Myers, Eds.). Wiley-Blackwell, Oxford, UK.

de Haan, S., and H. Juarez. 2010. "Land use and potato genetic resources in Huan- cavelica, central Peru." *Journal of Land Use Science* 5:179–95.

De Mita, S., A.-C. Thuillet, L. Gay, N. Ahmadi, S. Manel, J. Ronfort, and Y. Vigour- oux. 2013. "Detecting selection along environmental gradients: analysis of eight methods and their effectiveness for outbreeding and selfing populations." *Molecu- lar Ecology* Doi 10.1111/ mec.12182.

Deu, M., F. Sagnard, J. Chantereau, C. Calatayud, Y. Vigouroux, J.-L. Pham, C. Mariac, I. Kapran, A. Mamadou, B. Gérard, J. Ndjeung, and G. Bezançon. 2010. "Spatio- temporal dynamics of genetic diversity in *Sorghum bicolor* in Niger." *Theoretical and Applied Genetics* 120:1301–13.

De Vaus, D. 2013. *Surveys in social research.* Routledge, Milton Park, Abingdon, Oxon. Development Fund. 2011. *Banking for the Future: Savings, Security and Seeds.* The

Development Fund, Oslo.

Diaz, S., and S. Cabido. 2001. "Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes." *Trends in Ecology and Evolution* 16:646–55.

Di Falco, S., and J. P. Chavas. 2006. "Rainfall shocks, resilience and the dynamic effects of crop biodiversity on the production of agroecosystems." Paper presented at the 8th International BIOECON Conference, Economic Analysis of Ecology and Biodiversity, Kings College, Cambridge, UK, August 29–30, 1999.

Di Falco, S., J. P. Chavas, and M. Smale. 2006. "Farmer management of produc- tion risk on degraded lands: the role of wheat genetic diversity in Tigray region, Ethiopia." *IFPRI-EPT Discussion Paper 153*. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.

———. 2007. "Farmer management of production risk on degraded lands: the role of wheat variety diversity in the Tigray Region, Ethiopia." *Agricultural Economics* 36:147–56.

Di Falco, S., and C. Perrings. 2006. "Cooperatives, wheat farming and crop produc- tivity in southern Italy." Pp. 270–79 in *Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Diversity and Economic Change* (M. Smale, Ed.). CABI Publishing, Wallingford, UK.

Dileone, J. A., and C. C. Mundt. 1994. "Effect of wheat cultivar mixtures on popula- tions of *Puccinia striiformis* races." *Plant Pathology* 43:917–30.

Dinis, I., O. Simoes, and J. Moreira. 2011. "Using sensory experiments to determine consumers' willingness to pay for traditional apple varieties." *Spanish Journal of Agricultural Research* 9:351–62.

Dobuzinskis, L. 1992. "Modernist and postmodernist metaphors of the policy process: control and stability vs chaos and reflexive understanding." *Policy Science* 25:355–80.

Dodig, D., M. Zorić, V. Kandic, D. Perovic, and G. Šurlan-Momirovic. 2012. "Com- parison of responses to drought stress of 100 wheat accessions and landraces to identify opportunities for improving wheat drought resistance." *Plant Breeding* 131:369–79.

Doing, L. B. Y. 2011. *Farmer Field Schools.* http://www.bangladesh.ipm-info.org/ library/ documents/aec_ffs_process_documentation.pdf.

Döring, T. F., S. Knapp, G. Kovacs, K. Murphy, and M. S. Wolfe. 2011. "Evolution- ary plant breeding in cereals—into a new era." *Sustainability* 3:1944–71.

Döring, T. F., M. Pautasso, M. R. Finckh, and M. S. Wolfe. 2012. "Concepts of plant health—reviewing and challenging the foundations of plant protection." *Plant Pathology* 61:1–15.

Dossou, B., D. Balma, and M. Sawadogo. 2004. "Le role et la participation des femmes dans le processus de la conservation *in situ* de la biodiversité biologique agricole au Burkina Faso." Pp.

38–44 in *La gestion de la diversité des plantes agricoles dans les agro-ecosystemes,* Compte-Rendu des Travaux d'un Atelier Abrité par CNRST, Ouagadougou, Burkina Faso, 27–28 Décembre, 2002 (D. Balma, B. Dos- sou, M. Sawadogo, R. G. Zangre, J. T. Ouédraogo, and D. I. Jarvis, Eds.). Interna- tional Plant Genetic Resources Institute, Rome. (in French)

Dove, M. R. 1999. "The agronomy of memory and the memory of agronomy: ritual conservation of archaic cultigens in contemporary farming systems." Pp. 45–70 in

Ethnoecology: Situated Knowledge/Located Lives (V. D. Nazarea, Ed.). University of Arizona Press, Tucson.

Dubcovsky, J., and J. Dvorak. 2007. "Genome plasticity a key factor in the success of polyploid wheat under domestication." *Science* 316:1862.

Du Bois, M., et al. 2008. *The World of Soy.* University of Illinois Press, Urbana, IL. Duc, G., S. Bao, M. Baum, et al. 2010. "Diversity maintenance and use of *Vicia faba*

L. genetic resources." *Field Crops Research* 115:270–78.

Edmeades, S., M. Smale, and D. Karamura. 2006. "Demand for cultivar attributes and the biodiversity of bananas on farms in Uganda." Pp. 97–118 in *Valuing Crop Bio- diversity: On-Farm Genetic Diversity and Economic Change* (M. Smale, Ed.). CABI Publishing, Wallingford, UK.

Egan, A. N., J. Schleuter, and D. M. Spooner. 2012. "Applications of next-generation sequencing in plant biology." *American Journal of Botany* 99:175–85.

Engelmann, F. 1997. "*In vitro* germplasm conservation." Pp. 41–48 in *International Symposium on Biotechnology of Tropical and Subtropical Species,* Brisbane, Queens- land, Australia, 29 September–3 October 1997 (R. A. Drew, Compiler/Editor). *ISHS Acta Horticulturae* ***461***.

Erickson, D. L., B. D. Smith, A. C. Clarke, D. H. Sandweiss, and N. Tuross. 2006. "An Asian origin for a 10,000-year-old domesticated plant in the Americas." *Pro- ceedings of the National Academy of Sciences USA* 102:18315–20.

European Patent Office. 2009. *Guidelines for the Examination in the European Patent Office.* EPO, The Hague.

Eyzaguirre, P., and E. M. Dennis. 2007. "The impact of collective action and property rights on plant genetic resources." *World Development* 35:1489–98.

Eyzaguirre, P., and O. Linares, Eds. 2004. *Home Gardens and Agrobiodiversity.* Smith- sonian Books, Washington, DC.

FAO. 1990. *Guidelines for Soil Profile Description,* 3rd ed., Revised. FAO, Rome.

FAO. 1993. "Quality declared seed system." *FAO Plant Production and Production*

Paper No. ***117***. FAO, Rome.

FAO. 2006. "Quality declared seed system." *FAO Plant Production and Protection Paper No.* ***185***. FAO, Rome.

FAO. 2010. "Quality declared planting material." *FAO Plant Production and Protection Paper* ***195***. Protocols and standards for vegetatively propagated crops. FAO, Rome.

FAO. 2011. *Payments for Ecosystem Services and Food Security.* United Nations Food and Agricultural Organization (FAO), Rome Italy.

Finckh, M. R. 2008. "Integration of breeding and technology into diversification strategies for disease control in modern agriculture." *European Journal of Plant Pathology* 121:399–409.

Finckh, M. R., and M. S. Wolfe. 2006. "Diversification strategies." Pp. 269–308 in *The Epidemiology of Plant Disease* (B. M. Cooke et al., Eds.). Springer, New York. Fischer, F. 1990. *Technocracy and the Politics of Expertise.* Sage Publications Inc., New-bury Park, CA.

———. 2000. *Citizens, Experts and the Environment. The Politics of Local Knowledge.* Duke University Press, London.

Flitner, M. 2003. "Genetic geographies: a historical comparison of agrarian moderni- zation and eugenic thought in Germany, the Soviet Union and the United States." *Geoforum* 34:175–86.

Frankel, O. H. 1970. "Genetic conservation in perspective." In *Genetic Resources in Plants: Their Exploration and Conservation* (O. H. Frankel and E. Bennett, Eds.). IBP Handbook 11. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.

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

Frankel, O. H., and M. E. Soulé. 1981. *Conservation and Evolution.* Cambridge Uni- versity Press, Cambridge.

Frankfort-Nachmias, C., and D. Nachmias. 1996. *Research Methods in the Social Sciences.* St. Martin's Press, New York.

Frankham, R., J. D. Ballou, and D. A. Briscoe. 2010. *Introduction to Conservation Ge- netics.* Cambridge University Press.

Free, J. 1993. *Crop Pollination by Insects.* Academic Press, London.

Freudenberger, K. S., and B. Gueye. 1990. *RRA Notes to Accompany Introductory Train- ing Manual.* International Institute for Environment and Development, London.

Frison, E. A., I. F. Smith, T. Johns, J. Cherfas, and P. B. Eyzaguirre. 2006. "Agricul- tural biodiversity, nutrition, and health: making a difference to hunger and nutri- tion in the developing world." *Food and Nutrition Bulletin* 27:167–79.

Fuller, D. Q. 2007. "Contrasting patterns of crop domestication and domestication rates: recent archaeobotanical insights from the old world." *Annals of Botany* 100:903–24.

Galluzzi, G., P. Eyzaguirre, and V. Negri. 2010. "Home gardens: neglected hotspots of agrobiodiversity and cultural diversity." *Biodiversity and Conservation* 19:3635–54.

Garnett, T., V. Conn, and B. N. Kaiser. 2009. "Root based approaches to improving nitrogen use efficiency in plants." *Plant, Cell and Environment* 32:1272–83.

Garrett, K. A., et al. 2006. "Ecological genomics and epidemiology." *European Journal of Plant Pathology* 115:35–51.

Garrett, K., G. Forbes, S. Savary, P. Skelsey, H. Sparks, C. Valdivia, H. C. van Brug- gen, et al. 2011. "Complexity in climate-change impacts: an analytical framework for effects mediated by plant disease." *Plant Pathology* 60:15–30.

Gauch, Hugh G. Jr. 1982. *Multivariate Analysis in Community Ecology.* Cambridge University Press, Cambridge.

Gauchan, D., M. Smale, N. Maxted, and M. Cole. 2008. "Managing rice biodiversity on farms: the choices of farmers and breeders in Nepal." Pp. 162–76 in *Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Diversity and Economic Change* (M. Smale, Ed.). CABI Publishing, Wallingford, UK.

Gautam, R., B. Sthapit, A. Subedi, D. Poudel, P. Shrestha, and P. Eyzaguirre. 2009. "Home gardens management of key species in Nepal: a way to maximize the use of useful diversity for the well-being of poor farmers." *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization* 7:142.

Gbetibouo, G. A. 2009. "Understanding farmers' perceptions and adaptations to climate change and variability." *IFPRI Discussion Paper 00849*. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.

Gepts, P. 1998. "Origin and evolution of common bean: past events and recent trends." *HortScience* 33:1124–30.

Giuliani, A. 2007. *Developing Markets for Agrobiodiversity. Securing Livelihoods in Dryland Areas.* Earthscan Research Editions, London.

Gleissman, S. 2015. *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems,* 3rd ed. CRC Press, Boca Raton, FL.

Goldringer, I., J. Dawson, A. Vettoretti, and F. Rey. 2010. "Breeding for resilience: a strategy for organic and low-input farming systems?" Eucarpia 2nd conference of the Organic and Low-Input Section, 1–3 Dec. 2010, Paris, France, http://orgprints.org/18171/1/ Breeding_for_resilience%2DBook_of_ abstracts.pdf (accessed 2011-06-01).

Gonsalves, J., T. Becker, A. Braun, D. Campilan, H. De Chavez, E. Fajber, M. Kapiriri,

J. Riveca-Caminade, and R. Vernooy (Eds.). 2005. *Participatory Research and Devel- opment for Sustainable Agriculture and Natural Resource Management: A Sourcebook. Volume 1: Understanding Participatory Research and Development.* CIP-upward, Laguna, Philippines and IDRC, Ottawa, Canada.

Go-Science/Foresight. 2011. *The Future of Food and Farming.* UK Government. Grain. 2005. "Africa's seed laws: red carpet for the corporations." *Seedling* July 2005.

Greenwood, D. J., W. F. Whyte, and I. Harkavy. 1993. "Participatory action research as a process and as a goal." *Human Relations* 46:175–92.

Gregory, P. J., S. N. Johnson, A. C. Newton, and J. S. I. Ingram. 2009. "Integrating pests and pathogens into the climate change/food security debate." *Journal of Experimental Botany* 60:2827–38.

Gunderson, L., and C. S. Holling, Eds. 2002. *Panarchy: Understanding Transforma- tions in Human and Natural Systems.* Island Press, Washington, DC.

Gusta, L. V., and M. Wisniewski. 2013. "Understanding plant cold hardiness: an opinion." *Physiologia plantarum* 147:4–14.

Gutiérrez, M., and J. Penna. 2004. "Derechos de obtentor y estrategias de marketing en la generación de variedades públicas y privadas." *Documento de trabajo no. 31*. INTA, Buenos Aires, Argentina.

Gyawali, S., B. R. Sthapit, B. Bhandari, J. Bajracharya, P. K. Shrestha, M. P. Upad- hyay, and D. I. Jarvis. 2010. "Participatory crop improvement and formal release of Jethobudho rice landrace in Nepal." *Euphytica* 176:59–78.

Hadado, T. T., D. Rau, E. Bitocchi, and R. Papa. 2009. "Genetic diversity of barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces from the central highlands of Ethiopia: comparison between the Belg and Meher growing seasons using morphological traits." *Genetic Resources and Crop Evolution* 56:1131–48.

Hajjar, R., D. I. Jarvis, and B. Gemmill. 2008. "The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services." *Agriculture, Ecosystems, and the Environment* 123:261–70.

Halewood, M., and K. Nnadozie. 2008. "Giving priority to the commons: the Inter- national Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture." Pp. 115–40 in *The Future Control of Food: A Guide to International Negotiations and Rules on Intellectual Property, Biodiversity and Food Security* (G. Tansey and T. Rajotte, Eds.). Earthscan, London.

Hammer, K. 1984. "Das domestikationssyndrom." *Die Kulturpflanze* 32:11–34. Hamrick, J. L., and M. J. W. Godt. 1997. "Allozyme diversity in cultivated crops." *Crop Science* 37:26–30.

Hancock, J. F. 2004. *Plant Evolution and the Origin of Crop Species,* 2nd ed. CABI Publishing, Wallingford.

Hanemann, W. M. 1994. "Valuing the environment through contingent valuation." *Journal of Economic Perspectives* 8:19–43.

Harlan, H. V., and M. L. Martini. 1936. "Problems and Results in Barley Breeding." Pp. 303–46 in *Yearbook of Agriculture.* U.S. Department of Agriculture, Govern- ment Printing Office, Washington, DC.

Harlan, J. R. 1961. "Geographic origin of plants useful in agriculture." Pp. 3–19 in *Germ Plasm Resources* (R. E. Hodgson, Ed.). A symposium presented at the Chi- cago meeting of the American Association of the Advancement of Science, 28–31 December 1959. AAAS, Washington.

———. 1971. "Agricultural origins: centers and noncenters." *Science* 174:468–74.

———. 1972. "Genetics of disaster." *Journal of Environmental Quality* 1:212–15.

———. 1975. *Crops and Man*. American Society of Agronomy, Madison, WI.

Harlan, J. R., and J. M. J. deWet. 1971. "Toward a rational classification of cultivated plants." *Taxon* 20:509–17.

Hatfield, Jerry L., and John H. Prueger. 2010. "Value of using different vegetative in- dices to quantify agricultural crop characteristics at different growth stages under varying management practices." *Remote Sensing* 2:562–78.

He, X. H., Y. Sun, D. Gao, F. Wei, L. Pan, C. W. Guo, R. Z. Mao, Y. Xie, C. Y. Li,

and Y. Y. Zhu. 2011. "Comparison of agronomic traits between rice landraces and modern varieties at different altitudes in the paddy fields of Yuanyang Terrace, Yunnan Province." *Journal of Resources and Ecology* 2:46–50.

Headley, J. C. 1968. "Estimating productivity of agricultural pesticides." *Agricultural Economics* 50:13–23.

Hein, L. 2009. "The economic value of the pollination service, a review across scales." *Open Ecology Journal* 2:74–82.

Hermida, C. 2011. "Sumak Kawsay: Ecuador builds a new health paradigm." *MEDICC Review* 13:60.

Hijmans, R. J., L. Guarino, M. Cruz, and E. Rojas. 2001. "Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data: 1. DIVA-GIS." *Plant Genetic Resources Newsletter* 127:15–19.

Hillman, G. C., and M. S. Davies. 1990. "Measured domestication rates in wild wheats and barley under primitive cultivation and their archaeological implica- tions." *Journal of World Prehistory* 4:157–222.

Hodgkin, T., and P. Bordoni. 2012. "Climate change and the conservation of plant genetic resources." *Journal of Crop Improvement* 26:329–45.

Hodgkin, T., N. Demers, and E. Frison. 2012. "The evolving global system of con- servation and use of plant genetic resources for food and agriculture." In *Crop Genetic Resources as a Global Commons: Challenges in International Law and Governance* (M. Halewood, I. López Noriega, and S. Louafi, Eds.). Rout- ledge, NY.

Hodgkin, T., R. Rana, J. Tuxill, B. Didier, A. Subedi, I. Mar, D. Karamura, R. Val- divia, L. Colledo, L. Latournerie, M. Sadiki, M. Sawadogo, A. H. D. Brown, and D. Jarvis. 2007. "Seed systems and crop genetic diversity in agroecosystems." Pp. 77–116 in *Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems* (D. I. Jarvis, C. Padoch, and D. Cooper, Eds.). Columbia University Press, New York.

Hogwood, B., and L. Gunn. 1984. *Policy Analysis for the Real World.* Oxford Univer- sity Press, Oxford.

Hue, N. T. N., and *In situ* Project staff. 2006. "Enhancing the use of crop genetic diversity to manage abiotic stress in agricultural production systems." Pp. 49–54 in *Enhancing the Use of Crop Genetic Diversity to Manage Abiotic Stress in Agricul-tural Production Systems* (D. I. Jarvis, I. Mar, and L. Sears, Eds.). Proceedings of an IPGRI workshop, Budapest, Hungary. IPGRI, Rome.

Humphries, S., O. Gallardo, J. Jimenez, F. Sierra with members of the Association of CIALs of Yorito, Sulaco and Victoria. 2005. "Linking small farmers to the formal research sector: lessons from a participatory bean breeding programme in Hondu- ras." *AgREN Network Paper No. 142,* ODI, UK.

Hunn, E. H. 1993. "The ethnobiological foundation for TEK." Pp. 16–20 in *Tradi- tional Ecological Knowledge: Wisdom for Sustainable Development* (N. W. Williams and G. Baines, Eds.). Center for Resource and Environmental Studies, Australian National University, Canberra.

IFAD. 2001. *IFAD and NGOs, dynamic partners to fight rural poverty.*

IFAD, Rome. IPGRI. 2001. "Design and analysis of evaluation trials of genetic resources collec-tions. A guide for genebank managers." *Technical Bulletin No. 4.* IPGRI, Rome.

Jackson, J., and G. Clarke. 1991. "Gene flow in an almond orchard." *Theoretical and Applied Genetics* 82:1432–2242.

Jackson, L. E., M. Burger, and T. R. Cavagnaro. 2008. "Roots, nitrogen transforma- tions, and ecosystem services." *Annual Review of Plant Biology* 59:341–63.

Jaffé, W., and J. Van Wijk. 1995. *The Impact of Plant Breeders Rights in Develop- ing Countries: Debate and Experience in Argentina, Chile, Colombia, Mexico and Uruguay.* Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture, University of Amsterdam, Amsterdam, the Netherlands.

Jarvis, D. I., A. H. D. Brown, P. H. Cuong, et al. 2008. "A global perspective on the richness and evenness of traditional crop-variety diversity maintained by farming communities." *Proceedings of National Academy of Sciences USA* 105:5326–31.

Jarvis, D. I., A. H. D. Brown, V. Imbruce, et al. 2007a. "Managing crop disease in traditional ecosystems: the benefits and hazards of genetic diversity." Pp. 292–319 in *Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems* (D. I. Jarvis, C. Padoch, and H. D. Cooper, Eds.). Bioversity International/Columbia University Press, NY.

Jarvis, D. I., and D. M. Campilan. 2006. "Crop genetic diversity to reduce pests and diseases on farm: participatory diagnosis guidelines, version 1." *Bioversity Techni- cal Bulletin No. 12*. Bioversity International, Rome.

Jarvis, D. I., P. De Santis, P. Colangelo, and T. Murray. 2012. "Introduction: linking diversity and field resistance." Pp. 32–37 in *Damage, Diversity and Genetic Vulner- ability: The Role of Crop Genetic Diversity in the Agricultural Production System to Reduce Pest and Disease Damage.* Proceedings of an international symposium, 15–17 February 2011, Rabat, Morocco (D. I. Jarvis, C. Fadda, P. De Santis, and J. Thompson, Eds.). Bioversity International, Rome.

Jarvis, D. I., and T. Hodgkin. 1999. "Wild relatives and crop cultivars: detecting natu- ral introgression and farmer selection of new genetic combinations in agroecosys- tems." *Molecular Ecology* 8:S159–S173.

Jarvis, D. I., T. Hodgkin, B. R. Sthapit, C. Fadda, and I. López Noriega. 2011. "An heuristic framework for identifying multiple ways of supporting the conservation and use of traditional crop varieties within the agricultural production system." *Critical Reviews in Plant Science* 30:125–76.

Jarvis, D. I., C. Padoch, and H. D. Cooper, Eds. 2007b. *Managing Biodiversity in Agri- cultural Ecosystems.* Bioversity International/Columbia University Press, NY.

Joshi, A., and J. R. Witcombe. 1996. "Farmer participatory crop improvement. II. Participatory varietal selection, a case study in India." *Experimental Agriculture* 32:461–77.

Kahane, R., T. Hodgkin, H. Jaenicke, C. Hoogendoorn, M. Hermann, J. D. H. Keatinge, J. d'Arros Hughes, S. Padulosi, and N. Looney. 2013. "Agrobiodiversity for food security, health and income." *Agronomy for Sustainable Development* 33:671–93.

Kaplan, L., and T. F. Lynch. 1999. "*Phaseolus* (Fabaceae) in archaeology: AMS radiocarbon dates and their significance for Pre-Columbian agriculture." *Economic Botany* 53:261–72.

Kaplinsky, R., and M. Morris. 2001. *A Handbook for Value Chain Research.* Institute of Development Studies (IDS), University of Sussex, UK.

Karl, Marilee. 2002. "Participatory policy reform from a sustainable livelihoods perspective. Review of concepts and practical experiences." *Livelihood Support Programme, Working Paper 3*. FAO, Rome.

Kassam, K. A. 2009. "Viewing change through the prism of indigenous human ecol- ogy: findings from the Afghan and Tajik Pamirs." *Human Ecology* 37:677–90.

Keeley, James. 2001. "Influencing policy processes for sustainable livelihoods: strate-gies for change." *Lessons for Change in Policy and Organisations, no. 2.* Institute of Development Studies, Brighton.

Keleman, A., and J. Hellin. 2009. "Specialty maize varieties in Mexico: a case study in market-driven agro-biodiversity conservation." *Journal of Latin American Geogra- phy* 8:147–74.

Kendall, M., and J. K. Ord. 1990. *Time Series,* 3rd ed. Griffin, London.

Kesavan, P. C., and M. S. Swaminathan. 2008. "Strategies and models for agricultural sustainability in developing Asian countries." *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* 363:877–91.

Klein, A. M., B. C. Vaissière, J. H. Cane, I. Stefan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen, and T. Tscharntke. 2007. "Importance of pollinators in changing landscapes for world crops." *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 274:303–13.

Koinage, E. M. K., S. P. Singh, and P. Gepts. 1996. "Genetic control of the domesti- cation syndrome of common bean." *Crop Science* 36:1037–45.

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 muta- tions to virulence in populations of cereal rust fungi." *Phytopathology* 81:237–39.

Koo, B., C. Nottenburg, and P. G. Pardey. 2004. "Plants and intellectual property: an international appraisal." *Science* 306:1295–97.

Kruijssen, F., M. Keizer, and A. Giuliani. 2009. "Collective action for small-scale producers of agricultural biodiversity products." *Food Policy* 34:46–52.

Krutilla, J. 1967. "Conservation reconsidered." *American Economic Review* 57:777–86.

Labeyrie, V., M. Deu, A. Barnaud, C. Calatayud, M. Buiron, et al. 2014. "Influ-ence of ethnolinguistic diversity on the sorghum genetic patterns in subsistence farming systems in eastern Kenya." *PLoS ONE* 9: e92178. doi:10.1371/journal. pone.0092178.

Labeyrie, V., B. Rono, and C. Leclerc. 2014. "How social organization shapes crop diversity: an ecological anthropology approach among Tharaka farmers of Mount Kenya." *Agriculture and Human Values,* 31:97–107.

Lammerts van Bueren, E. T., and J. R. Myers. 2011. *Organic Crop Breeding.* Wiley- Blackwell, Wageningen. http://documents.plant.wur.nl/cgn/literature/reports/ Fieldguide.pdf.

Lammerts van Bueren, E. T., H. Østergård, I. Goldringer, and O. Scholten. 2008. "Plant breeding for organic and sustainable, low-input agriculture: dealing with genotype—environment interactions." *Euphytica* 163:321–22.

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.

Lang, N., B. Tu, N. C. Thanh, B. C. Buu, and A. Ismail. 2009. "Genetic diversity of salt tolerance rice landraces in Vietnam." *Journal of Plant Breeding and Crop Science* 1:230–43.

Lapeña, I., I. López, and M. Turdieva. 2012. *Guidelines: Access and Benefit Sharing in Research Projects*. Bioversity International, Rome.

Lapeña, I., M. Turdieva, and I. López Noriega. 2013. "Conservation of fruit diversity in Central Asia: an analysis of policy options and challenges." In *Conservation of Fruit Di- versity in Central Asia: Policy Options and Challenges* (I. Lapeña, M. Turdieva, I. López Noriega, R. Azimov, and W. G. Ayad, Eds.). Bioversity International, Rome.

Larson Guerra, J. 2010. "Geographical indications, *in situ* conservation and traditional knowledge." *ICTSD Policy Brief No. 3*. ICTSD, Geneva, Switzerland.

Latournerie Moreno, L., J. Tuxill, E. Y. Moo, L. A. Reyes, J. E. Alejo, and D. I. Jarvis. 2006. "Traditional maize storage methods of Mayan farmers in Yucatan, Mexico: implications for seed selection and crop diversity." *Biodiversity and Conservation* 15:1771–95.

Leakey, A. D. B., K. A. Bishop, and E. A. Ainsworth. 2012. "A multi-biome gap in understanding of crop and ecosystem responses to elevated CO_2." *Current Opinion in Plant Biology* 15:228–36.

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* 26:221–40.

Leclerc, C., and G. Coppens d'Eeckenbrugge. 2012. "Social organization of crop genetic diversity. The g × e × s interaction model." *Diversity* 4:1–32.

Legendre, Pierre, and Louis Legendre. 2012. *Numerical Ecology.* Elsevier.

Leskien, D., and M. Flitner. 1997. "Intellectual property rights and plant genetic re-sources: options for a *sui generis* system." *Issues in Genetic Resources 6.* IPGRI, Rome.

Levins, R. A. 1968. *Evolution in Changing Environments.* Princeton University Press, Princeton, NJ.

Lewis, V., and P. M. Mulvany. 1997. *A Typology of Community Seed Banks.* Natural Resource Institute, Chatham, UK, Project A, 595:47.

Li, S., Y. Zeng, and S. Shen. 2004. "Cold tolerance of core collection at booting stage associated with eco-geographic distribution in Yunnan rice landrace (*Oryza sativa*)." *Rice Science* 11:261–68.

Lichtenberg, E., and D. Zilberman. 1986. "The econometrics of damage control: why specification matters." *American Journal of Agricultural Economics* 68:261–73.

Liebman, Matt, and Eric R. Gallandt. 1997. "Many little hammers: ecological man- agement of crop-weed interactions." Pp. 291–343 in *Ecology in Agriculture* (Louise E. Jackson, Ed.). Academic Press, London.

Lipper, L., C. L. Anderson, T. J. Dalton, and A. Keleman. 2010. "Conclusions and policy implications." Pp. 209–22 in *Seed Trade in Rural Markets: Implications for Crop Diversity and Agricultural Development* (L. Lipper, C. L. Anderson, and T. J. Dalton, Eds.). Earthscan.

Lipper, L., R. Cavatassi, and J. Hopkins. 2009. "The role of crop genetic diversity in coping with drought: insights from eastern Ethiopia." Pp. 183–203 in *Agrobiodiver- sity, Conservation and Economic Development* (A. Kontoleon, W. Pascual, and M. Smale, Eds.). Routledge, New York.

Lipper, L., R. Catavassi, and P. Winters. 2012. "Seed supply in local markets: sup- porting sustainable use of crop genetic resources." *Environment and Development Economics* 17:507–21.

Lisa, L. A., Z. I. Seraj, C. M. Fazle Elahi, K. C. Das, K. Biswas, M. R. Islam, M. A. Salam, et al. 2004. "Genetic variation in microsatellite DNA, physiology and morphology of coastal saline rice (*Oryza sativa* L.) landraces of Bangladesh." *Plant and Soil* 263:213–28.

Lope, D. 2004. "Gender relations as a basis for varietal selection in production spaces in Yucatan, Mexico." M.S. thesis, Wageningen University, the Netherlands.

López Noriega, I., G. Galuzzi, M. Halewood, R. Vernooy, E. Bertacchini, D. Gau- chan, and E. Welch. 2012. "Flows under stress: availability of plant genetic resources in times of climate and policy change." *Working Paper no. 18.* CCAFS, Copenhagen.

Loskutov, I. G. 1999. *Vavilov and His Institute. A History of the World Collection of Plant Genetic Resources in Russia.* International Plant Genetic Resources Institute, Rome.

Louette, D. 1999. "Traditional management of seed and genetic diversity: what is a lan- drace?" Pp. 109–42 in *Genes in the Field* (S. B. Brush, Ed.). IPGRI, IDRC, Lewis.

Louwaars, N., and F. Burgaud. (In press.) "Variety registration: the evolution of registration systems with a special emphasis on agrobiodiversity conservation." In *Farmers' Varieties and Farmers' Rights: Addressing Challenges in Taxonomy, Culture and Law* (M. Halewood, Ed.). Routledge, London.

Loveless, M. D., and J. L. Hamrick. 1984. "Ecological determinants of genetic struc- ture in plant populations." *Annual Review of Ecology and Systematics* 15:65–95.

MA, 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Current Status and Trends, Vol. 1*. World Resources Institute, Washington, DC.

Madamombe-Manduna, I., H. Vibrans, and L. Lopez-Mata. 2009. "Diversity of co- evolved weeds in smallholder maize fields of Mexico and Zimbabwe." *Biodiversity and Conservation* 18:1589–1610.

Mahajan, S., and N. Tutejan. 2005. "Cold, salinity and drought stresses: an overview." *Archives of Biochemistry and Biophysics* 444:139–58.

Mangelsdorf, P. C. 1966. "Genetic potentials for increasing yields of food crops and animals." *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 56:370–75.

Manzella, D. 2012. "The design and mechanics of the multilateral system of access and benefit-sharing." Pp. 150–64 in *Crop Genetic Resources as a Global Commons: Challenges in International Law and Governance* (M. Halewood, I. López Noriega, and S. Louafi, Eds.). Routledge, New York.

Marfo, K. A., P. T. Dorward, P. Q. Crawfurd, F. Ansere-Bioh, J. Haleegoah, and R. Bam. 2008. "Identifying seed uptake pathways: the spread of Agya amoah rice cultivar in southwestern Ghana." *Experimental Agriculture* 44:257–69.

Marshall, D. R. 1977. "The advantages and hazards of genetic homogeneity." *Annals of the New York Academy of Sciences* 287:1–20.

Marshall, D. R., and A. H. D. Brown. 1975. "Optimum sampling strategies in genetic conservation." Pp. 369–77 in *Crop Genetic Resources for Today and To- morrow* (O. H. Frankel and J. G. Hawkes, Eds.). International Biological Pro- gramme 2, CUP, Cambridge.

Martin, A., and J. Sherington. 1997. "Participatory research methods: implementa- tion, effectiveness and institutional context." *Agricultural Systems* 55:195–216.

McNeely, J. A., and S. J. Scherr. 2002. *Ecoagriculture: Strategies to Feed the World and Save Wild Biodiversity.* Island Press.

Meinzen-Dick, R., and P. Eyzaguirre. 2009. "Non-market institutions for agrobio- diversity conservation." Pp. 82–91 in *Agrobiodiversity, Conservation and Economic Development* (A. Kontoleon, W. Pascual, and M. Smale, Eds.). Routledge, London.

Mekbib, F. 2008. "Genetic erosion in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in the centre of diversity, Ethiopia." *Genetic Resources and Crop Evolution* 55:351–64.

Meng, E. C. H. 1997. "Land allocation decisions and *in situ* conservation of crop genetic resources: the case of wheat landraces in Turkey." PhD dissertation, Uni- versity of California at Davis, CA.

Mijatović, D., F. Van Oudenhoven, P. Eyzaguirre, and T. Hodgkin. 2012. "The role of agricultural biodiversity in strengthening resilience to climate change: towards an analytical framework." *International Journal of Agricultural Sustainability* (June 2012):1–13.

Milgroom, M. G., K. Sotirovski, D. Spica, J. E. Davis, M. T. Brewer, M. Milev, and P. Cortesi. 2008. "Clonal population structure of the chestnut blight fungus in expanding ranges in southeastern Europe." *Molecular Ecology* 1720:4446–58.

Molden, D., Ed. 2007. *Water for Food, Water for Life. A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture.* Earthscan, London.

Molina, J., M. Sikora, N. Garud, J. M. Flowers, S. Rubinstein, A. Reynolds, Pu Huang, S. Jackson, B. A. Schaal, C. D. Bustamante, A. R. Boyko, and M. D. Pu- rugganan. 2011. "Molecular evidence for a single evolutionary origin of domesti- cated rice." *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 108:8351–56.

Mooney, P. R. 1979. *Seeds of the Earth: A Private or Public Resource?* Inter Pares, Ottawa. Moreira, F. M. S., E. J. Huising, and D. E. Bignell, Eds. 2008. *A Handbook of Tropical Soil Biology.* Earthscan, London.

Moreno-Ruiz, G., and J. Castillo-Zapata. 1990. "The variety Colombia: a variety of coffee with resistance to rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.)." *Cenicafe Chin- chiná-Caldas-Colombia Technical Bulletin* 9:1–27.

Morris, M. L., and M. R. Bellon. 2004. "Participatory plant breeding research: oppor- tunities and challenges for the international crop improvement system." *Euphytica* 136:21–35.

Moslonka-Lefebvre, M., A. Finley, I. Dorigatti, K. Dehnen-Schmutz, T. Harwood,

M. J. Jeger, X. Xu, et al. 2011. "Networks in plant epidemiology: from genes to landscapes, countries, and continents." *Phytopathology* 101:392–403.

Mulder, C., D. Uliassi, and D. Doak. 2001. "Physical stress and diversity-productivity relationships: the role of positive interactions." *Proceedings of the National Acad- emy of Sciences USA* 98:6704–8.

Mulumba, J. W., R. Nankya, J. Adokorach, C. Kiwuka, C. Fadda, P. De Santis, and

D. I. Jarvis. 2012. "A risk-minimizing argument for traditional crop varietal diver- sity use to reduce pest and disease damage in agricultural ecosystems of Uganda." *Agriculture, Ecosystems and Environment* 157:70–86.

Mundt, C. C. 1990. "Probability of mutation to multiple virulence and durability of resistance gene pyramids." *Phytopathology* 80:221–23.

———. 1991. "Probability of mutation to multiple virulence and durability of resist- ance gene pyramids; further comments." *Phytopathology* 81:240–42.

Munns, R. 2005. "Genes and salt tolerance: bringing them together." *New Phytologist* 167:645–63.

Nabhan, G. 2000. "Interspecific relationships affecting endangered species recognized by O'Odham and Comcaac cultures." *Ecological Applications* 10:1288–95.

Næss, A. 1989. *Ecology, Community and Lifestyle.* Cambridge University Press, Cam- bridge.

Nassar, N. M. A., and R. Ortiz. 2007. "Cassava improvement: challenges and im- pacts." *Journal of Agricultural Science* 145:163–71.

National Academy of Sciences. 1975. *Underexploited tropical plants with promising economic value.* National Academy of Sciences, Washington, DC.

National Research Council. 1993 "Genetic vulnerability and crop diversity." Pp. 47–83 in *Managing Global Genetic Resources.* National Academy Press, Washington, DC. Nazarea-Sandoval, V. 1998. *Cultural Memory and Biodiversity.* University of Arizona

Press, Tucson, AZ.

Neelin, J. D. 2011. *Climate Change and Climate Modeling.* Cambridge University Press, Cambridge.

Negassa, A., J. Hellin, and B. Shiferaw. 2012. "Determinants of adoption and spatial diversity of wheat varieties on household farms in Turkey." *CIMMYT Socio- Economics Working Paper* 2. CIMMYT, Mexico, D.F.

Newton, A. C., T. Akar, J. P. Baresel, et al. 2010. "Cereal landraces for sustainable agriculture. A review." *Agronomy for Sustainable Development* 30:237–69.

Nordblom, T. L. 1987. "The importance of crop residues as feed resources in West Africa and North Africa." In *Plant Breeding and the Nutritive Value of Crop Res- idues,* Proceedings of a workshop (J. D. Read, B. S. Cropper, and P. J. H. Neate, Eds.). ILCA, Addis Ababa.

Nuijten, E., and C. J. M. Almekinders. 2008. "Mechanisms explaining variety naming by farmers and name consistency of rice varieties in the Gambia." *Economic Bot- any* 62:148–60.

OECD. 2001. *Citizens as Partners: OECD Handbook on Information, Consultation and Public Participation in Policy-Making.* OECD, Paris.

Oerke, E. C. 2006. "Crop losses to pests." *Journal of Agricultural Science-Cambridge* 144:31. Olsson, P., C. Folke, and F. Berkes. 2004. "Adaptive comanagement for building resil-ience in social-ecological systems." *Environmental Management* 34:75–90.

Ortiz, R. 2011. "Agrobiodiversity management for climate change." Pp. 189–210 in *Agrobiodiversity Management for Food Security* (J. M. Lenné and D. Wood, Eds.). CABI Publishing, New York.

Oude Lansink, A., and A. Carpentier. 2001. "Damage control productivity: an input damage abatement approach." *Journal of Agricultural Economics* 52:11–22.

Pallottini, L., E. Garcia, J. Kami, G. Barcaccia, and P. Gepts. 2004. "The genetic anatomy of a patented yellow bean." *Crop Science* 44:968–77.

Pascual, U., and C. Perrings. 2007. "Developing incentives and economic mechanisms for *in situ* biodiversity conservation in agricultural landscapes." *Agriculture, Ecosys- tems and Environment* 121:256–68.

Paul, E., Ed. 2007. *Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry,* 3rd ed. Elsevier, Amsterdam.

Pearce, D., and D. Moran. 1994. *The Economic Value of Biodiversity.* Earthscan, London. Pemsl, D., H. Waibel, and A. P. Gutierrez. 2005. "Why do some Bt-cotton farmers in China continue to use high levels of pesticides?" *International Journal of Agricul-*

tural Sustainability 3:44–56.

Perales, H. R., B. F. Benz, and S. B. Brush. 2005. "Maize diversity and ethnolinguis- tic diversity in Chiapas, Mexico." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102:949–54.

Perriera, X., E. De Langheb, M. Donohuec, C. Lentferd, L. Vrydaghse, F. Bakrya, F. Carreelf, I. Hippolytea, J.-P. Horrya, C. Jennyg, V. Leboth, A.-M. Risteruccia,

K. Tomekpea, H. Doutreleponte, T. Balli, J. Manwaringi, P. de Maretj, and T. Denhamk. 2011. "Multidisciplinary perspectives on banana (*Musa* spp.) domesti- cation." *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. www.pnas.org/cgi/ doi/10.1073/pnas.1102001108.

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 workshop Safeguarding and Preserving the Biodiversity of the Rice Genepool. Component II: On-Farm Conservation. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, May 17–22, 1999.

Phichit, S., Noppornphan, M. Yoovatana, S. Somsri, B. R. Sthapit, V. R. Rao,M. Kaur, and H. Lamers. 2012. *Combination of Side Grafting Technique and Informal Scion Exchange System for Mango Diversity Management in Non- Irrigated Orchards.* Bioversity International, New Delhi, India.

Pimbert, M. P., B. Boukary, and E. Holt-Giménez. 2010. "Democratising research for food sovereignty in West Africa." *Journal of Peasant Studies* 37:220–26.

Pimentel, D. 2011. "Food for thought: a review of the role of energy in current and evolving agriculture." *Critical Reviews in Plant Sciences* 30:35–44.

Pimentel, D., and M. V. Cilveti. 2007. "Reducing pesticide use: successes." Pp. 551–52 in *Encyclopedia of Pest Management, Volume 2* (D. Pimentel, Ed.). Taylor and Fran- cis, Boca Raton, FL.

Pingali, P. L., Y. Khwaja, and M. Meijer. 2006. "The role of the public and private sector in commercializing small farms and reducing transaction costs." In *Global Supply Chains, Standards, and the Poor* (J. F. M. Swinnen, Ed.). CABI Publishing, Wallingford, UK.

Piperno, D., A. Ranere, I. Holst, and P. Hansell. 2000. "Starch grains reveal early root crop horticulture in the Panamanian tropical forest." *Nature* 407:894–97.

Plaster, E. 2009. *Soil Science and Management,* 5th ed. Delmar, Clifton Park, NY.

Poland, J. A., and T. W. Rife. 2012. "Genotyping by sequencing for plant breeding and genetics." *Plant Genome* 5:92–102.

Practical Action. 2011. *Hunger, Food and Agriculture: Responding to the Ongoing Challenges.* The Schumacher Centre for Technology and Development, Rugby, Warwickshire.

Pradhan, N., I. Providoli, B. Regmi, and G. Kafle. 2010. "Valuing water and its ecologi- cal services in rural landscapes: a case study from Nepal." *Mountain Forum Bulletin* January 2010:32–34.

Pretty, J. 2008. "Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence." *Philo- sophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* 363:447–65.

Qaim, M., and A. de Janvry. 2005. "Bt cotton and pesticide use in Argentina: economic and environmental effects." *Environment and Development Economics* 10:179–200.

Qualset, C. O. 1975. "Sampling germplasm in a center of diversity: an example of disease resistance in Ethiopian barley." Pp. 81–96 in *Crop Genetics Resources for Today and Tomorrow* (O. H. Frankel and J. G. Hawkes, Eds.). Cambridge Univer- sity Press, Cambridge.

Rana, R. B., C. Garforth, D. Jarvis, and B. Sthapit. 2007. "Influence of socioeconomic and cultural factors in rice varietal diversity management on-farm in Nepal." *Agri- culture and Human Values* 24:461–72.

Rana, R. B., C. J. Garforth, B. R. Sthapit, and D. I. Jarvis. 2011. "Farmers' rice seed selection and supply system in Nepal: understanding a critical process for conserv- ing crop diversity." *International Journal of AgriScience* 1:252–74.

Rana, R. B., D. Gauchan, D. K. Rijal, S. P. Ktatiwada, C. L. Paudel, P. Chaudhary, and P. R. Tiware. 2000. "Socioeconomic data collection: Nepal." Pp. 54–59 in *Con- serving Agricultural Biodiversity* In Situ: *A Scientific Basis for Sustainable Agriculture* (D. Jarvis, B. Sthapit, and L. Sears, Eds.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome.

Rana, R. B., and B. R. Sthapit. 2011. "Sustainable conservation and use of neglected and underutilized species: a Nepalese perspective." Pp. 225–40 in *On-Farm Conser- vation of Neglected and Underutilized Species: Status, Trends and Novel Approaches to Cope with Climate Change* (S. Padulosi, N. Bergamini, and T. Lawrence, Eds.). Proceedings of the international conference, Friedrichsdorf, Frankfurt, 14–16 June 2001. Bioversity International, Rome.

Reed, M. 2008. "Stakeholder participation for environmental management: a litera- ture review." *Biological Conservation* 141:2417–31.

Rhouma, A., N. Nasr, A. Zirari, and M. Belguedj. 2006. "Indigenous knowledge in management of abiotic stress: date palm genetic resources diversity in the oases of Maghreb region." Pp. 55–61 in *Enhancing the Use of Crop Genetic Diversity to Man- age Abiotic Stress in Agricultural Production Systems* (D. I. Jarvis, I. Mar, and L. Sears, Eds.). Proceedings of an IPGRI workshop, Budapest, Hungary. IPGRI, Rome.

Richards, P. 1986. *Coping with Hunger: Hazard and Experiment in an African Rice Farming System.* Allen and Unwin, London.

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

Rietbergen-McCracken, Jennifer. 1996. *Participation in Practice. The Experience of the World Bank and Other Stakeholders.* World Bank, Washington.

Rijal, D. K. 2007. "On-farm conservation and use of local crop diversity: adaptations of taro (*Colocasia esculenta*) and rice (*Oryza sativa*) diversity to varying ecosystems of Nepal." PhD dissertation, University of Life Science (UMB), Norway.

Rodriguez, M., D. Rau, D. O'Sullivan, A. H. D. Brown, R. Papa, and G. Attene. 2012. "Genetic structure and linkage disequilibrium in landrace populations of barley in Sardinia." *Theoretical and Applied Genetics* 125:171–84.

Rosenfield, Patricia L. 1992. "The potential of transdisciplinary research for sustain- ing and extending linkages between the health and social sciences." *Social Science & Medicine* 35:1343–57.

Roubik, D. W. 1995. *Pollination of Cultivated Plants in the Tropics, Vol. 118*. Food and Agriculture Organization, Rome.

Ruiz, M. 2009. *Agrobiodiversity Zones and the Registry of Native Crops in Peru: Learn- ing from Ourselves.* Bioversity International and Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, Lima, Peru.

Sadiki, M. 1990. "Germplasm development and breeding of improved biological ni- trogen fixation of faba bean in Morocco." PhD dissertation, University of Minne- sota, Minneapolis, MN.

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." Pp. 83–87 in *Seed Systems and Crop Genetic Diversity On-Farm.* Proceedings of a workshop, 16–20 September 2003, Pucallpa, Peru (D. I. Jarvis,

R. Sevilla-Panizo, J.-L. Chavez-Servia, and T. Hodgkin, Eds.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome.

Sadiki, M., 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. Kara- mura, D. Williams, J. L. Chavez-Servia, B. Sthapit, and V. R. Rao. 2007. "Variety names: an entry point to crop genetic diversity and distribution in agroecosys- tems?" Pp. 34–76 in *Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems* (D. I. Jarvis,

C. Padoch, and H. D. Cooper, Eds.). Columbia University Press, New York.

Sakamoto, S. 1996. "Glutinous-endosperm starch food culture specific to eastern and southeast Asia." Pp. 215–31 in *Redefining Nature: Ecology, Culture and Domestica- tion* (R. Ellen and K. Fukui, Eds.). Berg Publishers, Oxford, UK.

Salick, J., N. Cellinese, and S. Knapp. 1997. "Indigenous diversity of Cassava: gener- ation, maintenance, use and loss among the Amuesha, Peruvian upper Amazon." *Journal of Economic Botany* 51:6–19.

Sarkar, R. K. 2010. "An overview of submergence tolerance in rice: farmers' wisdom and amazing science." *Journal of Plant Biology* 37:191–99.

Sauer, J. D. 1993. *Historical Geography of Crop Plants: A Selected Roster.* CRC Press, Boca Raton, FL.

Sawadogo, M., J. Ouedraogo, M. Belem, D. Balma, B. Dossou, and D. I. Jarvis. 2005a. "Components of the ecosystem as instruments of cultural practices in the *in situ* con- servation of agricultural biodiversity." *Plant Genetic Resources Newsletter* 141:19–25.

Sawadogo, M., J. T. Ouedraogo, R. G. Zangre, and D. Balma. 2005b. "Diversité biologique agricole et les facteurs de son maintien en milieu paysan." Pp. 52–64 in *La gestion de la diversité des plantes agricoles dans les agro-écosystemes* (D. B. Balma, M. Dossou, R. G. Sawadogo, J. T. Zangre, M. Ouédraogo, and D. I. Jarvis, Eds.). Compte-rendu des travaux d'un atelier abrité par CNRST, Burkina Faso et International Plant Genetic Resources Institute, Ouagadougou, Burkina Faso, 27–28 December 2001.

Scarcelli, N., S. Tostain, C. Mariac, C. Agbangla, O. Da, J. Berthaud, and J.-L. Pham.

2006a. "Genetic nature of yams (*Dioscorea* spp.) domesticated by farmers in W Africa (Benin)." *Genetic Resources and Crop Evolution* 53:121–30.

Scarcelli, N., S. Tostain, Y. Vigouroux, C. Agbangla, O. Daïnou, and J.-L. Pham.

2006b. "Farmers' use of wild relative and sexual reproduction in a vegetatively propagated crop. The case of yam in Benin." *Molecular Ecology* 15:2421–31.

Scholthof, K.-B. G. 2007. "The disease triangle: pathogens, the environment and society." *Nature Reviews Microbiology* 5:152–56.

Seki, M., J. Ishida, M. Nakajima, A. Enju, K. Iida, M. Satou, M. Fujita, Y. Narusaka, M. Narusaka, T. Sakurai, K. Akiyama, Y. Oono, A. Kamei, T. Umezawa, S. Mizukado, K. Maruyama, K. Yamaguchi-Shinozaki, and K. Shinozaki. 2007. "Genomic analysis of stress response." In *Plant Abiotic Stress* (M. A. Jenks and P. M. Hasegawa, Eds.). Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK.

Semagn, K., A. Bjørnstad, and M. N. Ndjiondjop. 2006. "An overview of molecular marker methods for plants." *African Journal of Biotechnology* 5:2540–68.

Serpolay, E., J. C. Dawson, V. Chable, E. L. Van Bueren, A. Osman, S. Pino, and I. Goldringer. 2011. "Diversity of different farmer and modern wheat varieties cultivated in contrasting organic farming conditions in western Europe and impli- cations for European seed and variety legislation." *Organic Agriculture* 1:127–45.

Shah, Tushaar, Madar Samad, Ranjith Ariyaratne, and K. Jinapala. 2013. "Ancient small-tank irrigation in Sri Lanka: continuity and change." *Economic and Political Weekly* XLVIII:58.

Sherwin, W. B., F. Jabot, R. Rush, and M. Rossetto. 2006. "Measurement of biolog- ical information with applications from genes to landscapes." *Molecular Ecology* 15:2857–69.

Showstack, R. 2013. "Carbon dioxide tops 400 ppm at Mauna Loa, Hawaii." *Eos, Transactions American Geophysical Union* 94:192.

Shrestha, P., S. Sthapit, I. Paudel, S. Subedi, A. Subedi, and B. Sthapit. 2012. *A Guide to Establishing a Community Biodiversity Management Fund for Enhancing Agricultural Biodiversity Conservation and Rural Livelihoods.* LI-BIRD, Pokhara, Nepal.

Singh, N., T. T. M. Dang, G. V. Vergara, et al. 2010. "Molecular marker survey and expression analyses of the rice submergence-tolerance gene SUB1A." *Theoretical and Applied Genetics* 121:1441–53.

Skinner, D. Z., T. Loughin, and D. E. Obert. 2000. "Segregation and conditional probability association of molecular markers with traits in autotetraploid alfalfa." *Molecular Breeding* 6:295–306.

Slatkin, M. 1977. "Gene flow and genetic drift in a species subject to frequent local extinctions." *Theoretical Population Biology* 12:253–62.

Smale, M., Ed. 2006a. *Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Resources and Eco- nomic Change.* CABI Publishing, Wallingford, UK.

———. 2006b. "Introduction: concepts, metrics and plan of the book." Pp. 1–16 in *Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Diversity and Economic Change* (M. Smale, Ed.). CABI Publishing, Wallingford, UK.

Smale, M., M. R. Bellon, and J. A. Aguirre Gomez. 2001. "Maize diversity, variety attributes and farmers' choices in southeastern Guanajuato, Mexico." *Economic Development and Cultural Change* 50:201–25.

Smale, M., L. Diakité, and M. Grum. 2010. "When grain markets supply seed: village markets for millet and sorghum in the Malian Sahel." Pp. 53–74 in *Seed Trade in Rural Markets: Implications for Crop Diversity and Agricultural Development* (L. Lip- per, C. L. Anderson, and T. J. Dalton, Eds.). Earthscan, London.

Smale, M., L. Diakite, A. Sidibe, M. Grum, H. Jones, I. S. Traore, and H. Guindo. 2009. "The impact of participation in diversity field fora on farmer management of millet and sorghum varieties in Mali." *African Journal for Agricultural and Resource Economics* 4:23–47.

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* 80:482–93.

Smale, M., R. E. Just, and H. D. Leathers. 1994. "Land allocation in HYV adoption models: an investigation of alternative explanations." *American Journal of Agricul- tural Economics* 76:535–46.

Smith, C. M., and S. L. Clement. 2012. "Molecular bases of plant resistance to Ar- thropods." *Annual Review of Entomology* 57:309–28.

Smith, M. E., F. G. Castillo, and F. Gómez. 2001. "Participatory plant breeding with maize in Mexico and Honduras." *Euphytica* 122:551–63.

Smolders, H., and E. Caballeda, Eds. 2006. *Field Guide for Participatory Plant Breeding in Farmer Field Schools.* PEDIGREA publication. Centre for Genetic Resources, the Netherlands.

Snapp, S. 2002. "Quantifying farmer evaluation of technologies: the mother and baby trial design." *Quantitative Analysis of Data from Participatory Methods in Plant Breeding,* 9.

Snapp, S., G. Kanyama-Phiri, B. Kamanga, R. Gilbert, and K. Wellard. 2002. "Farmer and researcher partnerships in Malawi: developing soil fertility technologies for the near-term and far-term." *Experimental Agriculture* 38:411–31.

Sokal, R. R., and F. J. Rohlf. 2012. *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research,* 4th ed. W. H. Freeman and Co., New York.

Soler, C., A.-A. Saidoua, T. V. C. Hamadoua, M. Pautassoa, J. Wenceliusa, and H. Joly. 2013. "Correspondence between genetic structure and farmers' taxonomy—a case study from dry-season sorghum landraces in northern Cameroon." *Plant Genetic Resources* 11:36–49.

Soleri, D., S. E. Smith, and D. A. Cleveland. 2000. "Evaluating the potential for farmer and plant breeder collaboration: a case study of farmer maize selection in Oaxaca, Mexico." *Euphytica* 116:41–57.

SOLIBAM. 2011. Strategies for Organic and Low-Input Integrated Breeding and Man- agement. Newsletter 1. http://www.avanzi.unipi.it/ricerca/ricerca_news/docu menti_ric_news/solibam/newsletter_1.pdf.

Sperling, L., M. Loevinsohn, and B. Ntabomvura, 1993. "Rethinking farmers' role in plant breeding: local bean experts and on-station selection in Rwanda." *Experimen- tal Agriculture* 29:509–19.

Sperling, L., and S. McGuire. 2010. "Persistent myths about emergency seed aid." *Food Policy.* Doi: 10.1016/j.foodpol.2009.12.004.

Sperling, L., U. Scheidegger, and R. Buruchara. 1996. "Designing seed systems with small farmers: principles derived from bean research in the Great Lakes Region of Africa." *Network Paper-Agricultural Administration* 60. Overseas Development Institute (ODI), London.

Spillane, C., J. Engels, H. Fassil, L. Withers, and D. Cooper. 1999. "Strengthening national programmes for plant genetic resources for food and agriculture." *Issues in Genetic Resources No.* 8. IPGRI, Rome.

Ssekandi, W., J. W. Mulumba, P. Colangelo, R. Nankya, C. Fadda, J. Karungi, M. Otim, P. De Santis, and D. I. Jarvis. 2015. "The use of common bean (*Phaseolus vulgaris*) traditional varieties 1 and their mixtures with 2 commercial varieties to manage bean fly (*Ophiomyia spp*.) infestations in Uganda." *Journal of Pest Science* (accepted for publication).

Stanchi, S., M. Freppaz, A. Agnelli, T. Reinsch, and E. Zanini. 2012. "Properties, best management practices and conservation of terraced soils in southern Europe (from Mediterranean areas to the Alps): a review." *Quaternary International* 265:90–100.

Stannard, C. 2012. "The multilateral system of access and benefit sharing: could it have been constructed another way?" In *Crop Genetic Resources as a Global Commons: Challenges in International Law and Governance* (M. Halewood, I. Lopez Noriega, and S. Louafi, Eds.). Routledge, London.

Sthapit, B. R. 1994. "Genetics and physiology of chilling tolerance in Nepalese rice." PhD dissertation, University of North Wales, Bangor, UK.

Sthapit, B. R., K. D. Joshi, R. B. Rana, M. P. Upadhyaya, P. Eyzaguirre, and D. Jarvis.

2001. "Enhancing biodiversity and production through participatory plant breeding: setting breeding goals." Pp. 29–54 in *An Exchange of Experiences from South and South East Asia: Proceedings of the International Symposium on PPB and Participatory Plant Genetic Resource Enhancement,* Pokhara, Nepal, 1–5 May 2000, PRGA, CIAT, Cali.

Sthapit, B. R., K. D. Joshi, and J. R. Witcombe. 1996. "Farmer participatory crop improvement. III. Participatory plant breeding, a case study for rice in Nepal." *Experimental Agriculture* 32:479–96.

Sthapit, B. R., and V. R. Rao. 2009. "Consolidating community's role in local crop development by promoting farmer innovation to maximise the use of local crop diversity for the well being of people." *Acta Horticulturae* 806:669–76.

Sthapit, B. R., P. K. Shrestha, and M. P. Upadhyaya. 2006. *Good Practices: On-Farm Management of Agricultural Biodiversity.* NARC, LI-BIRD, IPGRI.

Stringer, L. C., C. Prell, M. S. Reed, K. Hubacek, E. D. G. Fraser, and A. J. Dougill. 2006. "Unpacking 'participation' in the adaptive management of socio-ecological systems: a critical review." *Ecology and Society* 11:39.

Stringer, L. C., and M. S. Reed. 2007. "Land degradation assessment in southern Africa: integrating local and scientific knowledge bases." *Land Degradation and Development* 18:99–116.

Stukenbrock, E. H., and B. A. McDonald. 2008. "The origin of plant pathogens in agro-ecosystems." *Annual Review of Phytopathology* 46:75–100.

Subedi, A., P. Chaudhary, B. Baniya, R. Rana, R. Tiwari, D. Rijal, D. Jarvis, and B. Sthapit. 2003. "Who maintains crop genetic diversity and how: implications for on-farm conservation and utilization." *Culture and Agriculture* 25:41–50.

Subedi, A., P. Shrestha, M. Upadhyay, and B. Sthapit. 2013. "The evolution of community biodiversity management as a methodology for implementing *in situ* conservation of agrobiodiversity in Nepal." In *Community Biodiversity Management: Promoting Resilience and the Conservation of Plant Genetic Resources* (Walter S. de Boef, Abishkar Subedi, Nivaldo Peroni, and Marja Thijssen, Eds.). Earthscan, Routledge, UK.

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* 43:444–55.

Suneson, C. A. 1956. "An evolutionary plant breeding method." *Agronomy Journal* 48:188–91.

Suso, M., M. Moreno, F. Mondragao-Rodrigues, and J. Cubero. 1996. "Reproductive biology of *Vicia faba:* role of pollination conditions." *Field Crops Research* 46:81–91.

Susskind, L, A. E. Camacho, and T. Schenk. 2012. "A critical assessment of collabora- tiveadaptive managementinpractice."*JournalofAppliedEcology*49:47–51.

Sutton, Rebecca. 1999. "The policy process: an overview." *Working Paper 118*. Over- seas Development Institute, London.

Swallow, B. M., D. P. Garrity, and M. van Noordwijk. 2001. "The effects of scales, flows and filters on property rights and collective action in watershed manage- ment."*WaterPolicy*3:457–74.

Swift, M., and D. Bignell. 2001. *Standard Methods for Assessment of Soil Biodiversity and Land Use Practice.* International Centre for Research in Agroforestry, Bogor, Indonesia.

Sylvia, D. M., J. J. Fuhrmann, P. G. Hartel, and D. A. Zuberer. 2004. *Principles and Applications of Soil Microbiology,* 2nd ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.

Taiz, L., and E. Zeiger. 2010. *Plant Physiology,* 5th ed. Sinauer Associates, Inc. Taleb, N. N. 2012. *Antifragile: Things That Gain from Disorder.* Random House Incor-porated, New York.

Tapia, M. E. 2000. "Mountain agrobiodiversity in Peru: seed fairs, seed banks, and mountain-to-mountain exchange." *Mountain Research and Development* 20:220–25.

Tapia, M. E., and A. Rosa. 1993. "Seed fairs in the Andes: a strategy for local conser- vation of plant genetic resources." Pp. 111–18 in *Cultivating Knowledge: Genetic Di- versity, Farmer Participation and Crop Research* (W. de Boef. K. Amanor, K. Wellard, and A. Beddington, Eds.). IT Publications, UK.

Teshaye, Y., T. Berg, B. Tsegaye, and T. Tanto. 2005. "Farmers' management of finger millet (*Eleusine coracana* L.) diversity in Tigray, Ethiopia and implications for on- farm conservation." *Biodiversity and Conservation* 15:4289–308.

Teshome, A., A. H. D. Brown, and T. Hodgkin. 2001. "Diversity in landraces of cereal and legume crops." *Plant Breeding Reviews* 21:221–61.

Teshome, A., J. D. Torrance, J. D. H. Lambert, et al. 1999. "Traditional farmers' knowledge of sorghum (*Sorghum bicolor* (Poaceae)) landrace storability in Ethio- pia." *Economic Botany* 53:69–78.

The Crucible Group. 1994. *People, Plants and Patents*. IDRC, Ottawa.

Thinlay, X., M. R. Finckh, A. C. Bordeos, and R. S. Zeigler. 2000. "Effects and possible causes of an unprecedented rice blast epidemic on the traditional farming system of Bhutan." *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78:237–48.

Thirtle, C., L. Beyers, Y. Ismael, and J. Piesse. 2003. "Can GM-technologies help the poor? The impact of Bt cotton in Makhatini Flats, KwaZulu-Natal." *World Development* 31:717–32.

Thomas, M., J. C. Dawson, I. Goldringer, and C. Bonneuil. 2011. "Seed exchanges, a key to analyze crop diversity dynamics in farmer-led on-farm conservation." *Genetic Resources and Crop Evolution* 58:321–38.

Tooker, J. R., and S. D. Frank. 2012. "Genotypically diverse cultivar mixtures for insect pest management and increased crop yields." *Journal of Applied Ecology* 49:974–85.

Turdieva, M., F. Van Oudonhoven, and D. Jarvis. 2010. "Fruits of heritage: Central Asia fruit tree diversity as a basis for coping with change." Pp. 152–53 in *Biodiver- sity and Climate Change: Achieving the 2020 Targets, Abstracts of Posters Presented at the 14th Meeting of the Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice of the Convention on Biological Diversity,* 10–21 May 2010, Nairobi, Kenya, *CBD Technical Series No. 51.*

Turner, N. J., Ł. J. Łuczaj, P. Migliorini, A. Pieroni, A. L. Dreon, L. E. Sacchetti, and M. G. Paoletti. 2011. "Edible and Tended Wild Plants, Traditional Ecological Knowledge and Agroecology." *Critical Reviews in Plant Sciences* 30:198–225.

Tuxill, J. 2005. "Agrarian change and crop diversity in Mayan milpas of Yucatan, Mexico: implications for on-farm conservation." PhD dissertation, Yale Univer- sity, New Haven, CT.

Tuxill, J., and G. P. Nabhan. 2000. *Plants, Communities, and Protected Areas: A Guide to* In Situ *Management.* Earthscan, London.

Tuxill, J., L. A. Reyes, L. L. Moreno, V. C. Uicab, and D. I. Jarvis. 2010. "All maize is not equal: maize variety choices and Mayan foodways in rural Yucatan, Mexico." Pp. 467–86 in *Pre-Columbian Foodways* (J. E. Staller and M. D. Carrasco, Eds.). Springer, New York.

Vaissière, B. E., B. M. Freitas, and B. Gemmill-Herren. 2011. *Protocol to Detect and Assess Pollination Deficits in Crops: A Handbook for Its Use.* Food and Agriculture Organization, Rome.

Valdivia, R. F. 2005. "The use and distribution of seeds in areas of traditional agricul- ture." Pp. 17–21 in *Seed Systems and Crop Genetic Diversity On-Farm,* Proceedings of a workshop, 16–20 September 2003, Pucallpa, Peru (D. I. Jarvis, R. Sevilla- Panizo, J.-L. Chavez-Servia, and T. Hodgkin, Eds.). IPGRI, Rome.

Van der Berg, H., and J. Jiggins. 2007. "Investing in farmers—the impacts of farmers field schooling relation to integrated pest management." *World Development* 35:663–86.

Vandermeulen, V., and G. Van Huylenbroeck. 2008. "Designing trans-disciplinary research to support policy formulation for sustainable agricultural development." *Ecological Economics* 67:352–61.

van de Wouw, M., C. Kik, T. van Hintum, R. van Treuren, and B. Visser. 2010. "Ge- netic erosion in crops: concept, research results and challenges." *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization* 8:1–15.

Van Dusen, M. E. 2000. "*In situ* conservation of crop genetic resources in the Mexi- can *Milpa* system." PhD dissertation, University of California at Davis, CA.

———. 2006. "Missing markets, migration and crop biodiversity in the *Milpa* system of Mexico: a household-farm model." Pp. 63–77 in *Valuing Crop Biodiversity: On- Farm Genetic Diversity and Economic Change* (M. Smale, Ed.). CABI Publishing, Wallingford, UK.

Van Dusen, M. E., E. Dennis, J. Ilyasov, M. Lee, S. Treshkin, and M. Smale. 2006. "Social institutions and seed systems: the diversity of fruits and nuts in Uzbek-istan." Pp. 192–210 in *Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Diversity and Economic Change* (M. Smale, Ed.). CABI Publishing, Wallingford, UK.

van Heerwarden, J., F. A. van Eeuwijk, and J. Ross-Ibarra. 2010. "Genetic diversity in a crop metapopulation." *Heredity* 104:28–39.

Van Lenteren, J. C. 2011. "The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake." *BioControl* 57:1–20.

van Oudenhoven, F. J. W., D. Mijatovic, and P. B. Eyzaguirre. 2011. "Social-ecological indicators of resilience in agrarian and natural landscapes." *Management of Envi- ronmental Quality: An International Journal* 22:154–73.

Vaughan, D. A., E. Balazs, and J. S. Heslop-Harrison. 2007. "From crop domestica- tion to super-domestication." *Annals of Botany* 100:893–902.

Vavilov, N. I. 1929. "Studies on the origin of cultivated plants." *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding* 16:1–248.

———. 1945–1950. "The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants." *Chronica Botanica* 13:1–366.

———. I. 1997. *Five Continents.* IPGRI, Rome.

Vigouroux, Y., A. Barnaud, N. Scarcelli, and A-C. Thuillet. 2011a. "Biodiversity, evo- lution and adaptation in cultivated crops." *Comptes Rendus Biologies* 334:450–57. Vigouroux, Y., C. Mariac, S. De Mita, J.-L. Pham, B. Gérard, I. Kapran, F. Sagnard,

et al. 2011b. "Selection for earlier flowering crop associated with climatic variations in the Sahel." *PloS ONE* 6:e19563.

Virk, D. S., and J. R. Witcombe. 2008. "Evaluating cultivars in unbalanced on-farm participatory trials." *Field Crops Research* 106:105–15.

Vitousek, P. M., R. Naylor, T. Crews, M. B. David, L. E. Drinkwater, E. Holland, P. J. Johnes, et al. 2009. "Nutrient imbalances in agricultural development." *Science* 324:1519–20.

Wahid, A., S. Gelani, M. Ashraf, and M. R. Foolad. 2007. "Heat tolerance in plants: An overview." *Environmental and Experimental Botany* 61:199–223.

Weeden, N. F. 2007. "Genetic changes accompanying the domestication of *Pisum sativum:* is there a common genetic basis to the domestication syndrome for leg- umes?" *Annals of Botany* 100:1017–26.

Weisdorf, J. L. 2005. "From foraging to farming: explaining the Neolithic revolution." *Journal of Economic Surveys* 19:561–26.

Weiss, E., W. Wetterstrom, D. Nadel, and O. Bar-Yosef. 2004. "The broad spectrum revisited: evidence from plant remains." *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 101:9551–55.

Weltzien, E., and A. Christinck. 2009. "Methodologies for priority setting." Pp. 75–106 in *Plant Breeding and Farmer Participation* (S. Ceccarelli, E. P. Guimarães, and E. Weltzien, Eds.). FAO, Rome.

Weltzien, E., H. F. W. Rattunde, B. Clerget, S. Siart, A. Toure, and F. Sagnard. 2006. "Sorghum diversity and adaptation to drought in West Africa." Pp. 31–38 in *Enhancing the Use of Crop Genetic Diversity to Manage Abiotic Stress in Agricultural Production Systems* (D. I. Jarvis, I. Mar, and L. Sears, Eds.). Proceedings of an IPGRI Workshop, Budapest, Hungary. IPGRI, Rome.

Weltzien, E., and K. vom Brocke. 2001. "Seed systems and their potential for inno- vation: conceptual framework for analysis." Pp. 9–13 in *Targeted Seed Aid and Seed-System Interventions: Strengthening Small Farmer Seed Systems in East and Central Africa* (L Sperling, Ed.). CIAT.

Weltzien, E., K. Vom Brocke, and H. F. W. Rattunde. 2005. "Planning plant breeding activities with farmers." Pp. 123–52 in *Setting Breeding Objectives and Developing Seed Systems with Farmers: A Handbook for Practical Use in Participatory Plant Breeding Projects* (A. Christinck, E. Weltzien, and V. Haffman, Eds.). Margraf Publishers, Weikersheim/CTA, Wageningen.

Whittaker, R. H. 1972. "Evolution and measurement of species diversity." *Taxon* 21:213–51.

Widawsky, D., S. Rozelle, S. Jin, and J. Huang. 1998. "Pesticide productivity, host- plant resistance and productivity in China." *Agricultural Economics* 19:203–17. Witcombe, J. R., P. A. Hollington, C. J. Howarth, S. Reader, and K. A. Steele. 2008.

"Breeding for abiotic stresses for sustainable agriculture." *Philosophical Transac- tions of the Royal Society B-Biological Sciences* 363:703–16.

Witcombe, J. R., A. Joshi, K. D. Joshi, and B. R. Sthapit. 1996. "Farmer participatory crop improvement. I: varietal selection and breeding methods and their impact on biodiversity." *Experimental Agriculture* 32:445–60.

Witcombe, J. R, K. D. Joshi, S. Gyawali, A. Musa, C. Johanssen, D. S. Virk, and B. R. Sthapit. 2005. "Participatory plant breeding is better described as highly client-oriented plant breeding. I. Four indicators of client-orientation in plant breeding." *Experimental Agriculture* 41:1–21.

Wolfe, M. S. 1985. "The current status and prospects of multiline cultivars and vari- ety mixtures for disease resistance." *Annual Review of Phytopathology* 23:251–73.

Wolfe, M. S., J. P. Baresel, D. Desclaux, I. Goldringer, S. Hoad, G. Kovacs, F. Löschenberger, T. Miedaner, H. Østergård, and E. T. Lammerts Van Bueren. 2008. "Developments in breeding cereals for organic agriculture in Europe." *Euphytica* 163:323–46.

Wolfe, M. S., and M. R. Finckh. 1997. "Diversity of host resistance within the crop: effects on host, pathogen and disease." Pp. 378–400 in *Plant Resistance to Fungal Diseases* (H. Hartleb, R. Heitefuss, and H. H. Hoppe, Eds.). Fischer Verlag, Jena, Germany.

World Bank. 2008. *World Development Report: Agriculture for Development.* World Bank, Washington, DC. Retrieved from http://web.worldbank.org/WBSITE/ EXTERNAL/ EXTDEC/EXTRESEARCH/EXTWDRS/0,,contentMDK:

23062293~pagePK:478093~piPK:477627~theSitePK:477624,00.html.

Xie, Yichun, Z. Sha, and M. Yu. 2008. "Remote sensing imagery in vegetation map- ping: a review." *Journal of Plant Ecology* 1:9–23.

Yen, D. 1989. "The domestication of environment." Pp. 55–78 in *Foraging and Farm- ing: The Evolution of Plant Exploitation* (D. Harris and G. Hillman, Eds.). Unwin Hyman, London.

Zeder, M. A., E. Emshwiller, B. D. Smith, and D. G. Bradley. 2006. "Genetics, arche- ology and the origins of domestication." *Trends in Genetics* 22:139–55.

Zhang, H., Y. Zeng, and L. Bian. 2010. "Simulating multi-objective spatial optimi- zation allocation of land use based on the integration of multi-agent system and genetic algorithm." *International Journal of Environmental Research* 4:765–76.

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

———. 2003a. "Geographies of seed networks for food plants (potato, ulluco) and approaches to agrobiodiversity conservation in the Andean countries." *Society & Natural Resources* 16:583–601.

———. 2003b. "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* 20:107–23.

———. 2010. "Biological diversity in agriculture and global change." *Annual Review of Environment and Resources* 35:137–66.

Zohary, D., and M. Hopf. 1988. *Domestication of Plants in the Old World.* Clarendon Press, Oxford.

Zolli, A., and A. M. Healy. 2012. *Resilience: Why Things Bounce Back.* Free Press, Simon Schuster Inc., New York.

عن المؤلفين

ديفـرا جارفيـس: هـي العالمـة الرئيسـية في التنـوع الحيـوي الوراثـي، الإنتاجيـة والمرونـة لـدى Bioversity International (سـابقاً المعهـد الـدولي للمـوارد الوراثيـة النباتيـة – IPGRI) وهـي تشـغل أيضـاً منصـب عضـو هيئـة تدريـس في قسـم المحاصيـل وعلـوم التربـة – جامعـة ولايـة واشـنطن بولمـان – واشـنطن وأيضـاً منصـب أسـتاذة مسـاعدة لـدى جامعـة الحسـن الثـاني – الربـاط – المغـرب. وهـي تقـود العمـل العلمـي متعـدد الاختصاصـات للمركـز الـدولي للتنـوع الحيـوي في مجـال تطويـر الممارسـات التـي تسـتخدم التنـوع الوراثـي المحـلي للمحاصيـل للصيانـة وتحسـين الإنتاجيـة والمرونـة في أنظمـة إنتـاج المزارعـين أصحـاب الحيـازات الصغـيرة، وقـد شـاركت في النـشر عـلى نطـاق واسـع مـع شركاء متعاونـين مـن الشـمال والجنـوب المعنيـين في مثـل هـذا العمـل.

تـوبي هودجكـين: هـو المنسـق لبرنامـج بحـوث التنـوع الحيـوي الزراعـي وزميـل بحـث فخـري لـ Bioversity International. بعـد أن عمـل كمختـص بالوراثـة/ مـربي نباتـات محاصيـل الخضـار، انضـم الى المجلـس الـدولي للمـوارد الوراثيـة النباتيـة (لاحقـا IPGRI وبعـد ذلـك Bioversity International) ليعمـل عـلى حفـظ واسـتخدام التنـوع الوراثـي للمحاصيـل. وقـد عمـل أيضـاً في مجـال الحفـظ بالمـكان للمحاصيـل وأقاربهـا البريـة منـذ 1990 ناشراً وبشـكل مكثـف عـن جوانـب مختلفـة للحفـظ والاسـتخدام وقـد شـارك في تحريـر كتـب في مجـال تجميـع المـوارد الوراثيـة وتوسـيع القاعـدة الوراثيـة للمحاصيـل.

أنتـوني بـراون: زميـل بحـث فخري (وسـابقاً عـالم أبحـاث رئيـسي) لـدى CSIRO Plant Industry في أسـتراليا ولـدى Bioversity International في رومـا في إيطاليـا. وكانـت أبحاثـه في وراثـة التجمعـات النباتيـة وتربيـة النبـات ووراثـة الحفـظ والتطـور وأيضـاً في المنهجيـات الجزيئيـة. لقـد شـارك في مهـمات الجمـع النباتيـة للأقـارب البريـة للمحاصيـل، اثنتـان للشـعير البـري وسـت للغليسـين البـري والغوسـيبيوم في مناطـق كثـيرة في أسـتراليا.

جـون توكسـيل: أسـتاذ مسـاعد في كليـة فيرهافـن للدراسـات متعـددة التخصصـات، جامعـة غـرب واشـنطن، بيلينجهـام، واشـنطن. وإضافـة للنباتـات الطبيـة فهـو يـدرّس مناهـج في الاثنوايكولوجـي وعلـم التنـوع الحيـوي والزراعـة المُسـتدامة واسـتعادة البيئـة ولغـة اليوكاتـك لقبائـل المايـا. لقـد عـاش في يوكاتـان في المكسـيك وفي محافظـة داريـين في بنـما.

ايزابيل لوبيز نورييغا: عملت كزميل بحث في كرسي اليونسكو للبيئة في جامعة خوان كارلوس بمدريد، اسبانيا. وقد انضمت لـ Bioversity International في روما كخبيرة قانونية وقد نسقّت وكانت مشاركة في عدد كبير من المشاريع الدولية حول الموارد الوراثية النباتية للنظر في القضايا القانونية والسياسية المتعلقة بالحفظ والاستخدام المستدام لهذه الموارد.

ملينـدا سـمول: هي أستاذة في التطور الدولي، قسم الزراعة، اقتصاديات الموارد والغذاء، جامعة ولاية ميشيغان. وقد ركزّت أبحاثها على تطوير الطرق لتقييم قيمة التنوع الحيوي للمحاصيل وتعريف السياسات لتحسين استخدام وإدارة الموارد الوراثية للمحاصيل وخاصة في تطوير الاقتصادات.

بهون سثاسبيت: هو من كبار العلماء في مجال الحفظ بالمكان لدى Bioversity International، قام بتنسيق النشاطات المتعلقة بالحفظ بالمكان في المزرعة في المناطق الآسيوية، والمحيط الهادئ، وأوقيانوسيا. لقد كان كبير علماء تربية الأرز لدى مجلس البحوث الزراعية في نيبال والمدير السابق لبرامج مبادرات المنظمات الغير حكومية النيبالية للتنوع الحيوي والبحث والتطوير وقد نشر بشكل موسّع عن تربية النبات التشاركي ومنهجيات إدارة التنوع الحيوي القائم على الجماعة.

عن المترجم

رامي خليل: هو عالم في الهندسة الوراثية النباتية، والمسؤول عن الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في المنصة الدولية لبحوث التنوع البيولوجي الزراعي Platform for Agrobiodiversity Research (PAR)، وزميل الأبحاث فخري في Bioversity International، ويشغل أيضاً منصب بروفيسور في جامعة سيتشوان للدراسات الدولية في الصين. عمل في مجال التوعية العامة لتعزيز أهمية التنوع الحيوي الزراعي وتمكين المزراعين والمرأة الريفية في منطقة وسط وغرب آسيا وشمال إفريقيا لأكثر من عشرين عام. له العديد من المؤلفات والأبحاث والكتب والترجمات حول النباتات الطبية والعطرية والموصفّات الوراثية وبنوك الجينات وتوليد الدخل للمزراعين. يعمل على تحويل محتوى هذا الكتاب إلى المحتوى التعليمي لتدريسه كمقرر جامعي في الجامعات العربية والصينية.

اعتماداً على عشرين عاماً من البحث الأولي، فإنَّ هذا الكتاب يُعتبر أول مرجع شامل حِيال التنوع الوراثي للمحاصيل كما هو مُصان في المزارع حول العالم. يعرض النتائج لسبعة خُبراء يمثلون مجالات للبيئة وتربية المحاصيل والوراثة والأنثربولوجيا والاقتصاد والسياسة، فإنَّ هذا المصدر الذي لا يُقدر بثمن يضع التنوع الحيوي للمحاصيل الذي يديره المزارعون مباشرة بشكل علمي، مما يساعد على تقديم المعرفة اللازمة لإنتاج ما يحتاجه العالم من غِذاء وطعام، بما يساعد لاستعادة العافية للطبيعة والبيئة مع الحفاظ على إنتاجيتها. يأتي هذا الكتاب ليبرهن بأنَّه أداة أساسية في تدريب علماء الزراعة والبيئة الذين يبحثون عن الحُلول الضرورية لضمان صحة ومرونة النُظم البيئية لأجيال المستقبل بما يحقق التنمية المُستدامة.

«النص النهائي الذي يضع التنوع الوراثي للمحاصيل والتنوع الحيوي الزراعي في سياق البيولوجيا التطورية والتكّيف مع التغيرات السريعة في العصر الحجري البشري.... أداةٌ أساسية في تدريب العلماء الشباب لتقديم المعلومات والحلول التي من شأنها أن تُسهم في دعم النُظم البيئيّة المرنة والسليمة للأجيال المقبلة». - من المقدمة التي كتبها Cristián Samper

«إنَّ الحكمة والعمل المَضني لملايين المزارعين منذ ظهور الزراعة قد تمَّ أخيراً الاعتراف به وشرحه في هذا الكتاب المرجعي العام.... نُثمن عالياً ما قدّمه المؤلفين لهذا العمل بشكل دقيق ومُفصّل لقيمة وحاجة حفظ التقليدية والتي هي العنصر الأساس لتحويل الزراعة التي وصلت إلى طريق مَسدود إلى نموذج مُستدام يعتمد على بُنية المحاصيل الوراثية المتنوعة والتي تمَّ إكمالها بنُظُم محاصيل متنوعة». Hans R. Herren ، معاون الرئيس في الـ IAASTD

«نص شامل، واسع النطاق، وموثوق من قبل فريق أحلام واقعي من العلماء عن تنوع المحاصيل الوراثي في المزرعة. وهو رائع للطلاب والباحثين حول العالم من المهتمين والمعنيين بمستقبل الزراعة والأمن الغذائي». - Christine Padoch، مركز بحوث الغابات الدولية.

Devra I. Jarvis هي عالمة أساسية في Bioversity International والأستاذة المُساعدة في جامعة واشنطن.

Toby Hodgkin هو المنسق لدى منبر بحوث التنوع الحيوي الزراعي وزميل أبحاث شرف Bioversity International

Anthony H. D. Brown زميل أبحاث شرف في CISRO Plant Industry.

John Tuxill هو أستاذ مُساعد في كلية فيرهافن للدراسات مُتعددة الاختصاصات في جامعة غرب واشنطن.

Isabel López Noriega هي خبيرة قانونية في Bioversity International.

Melinda Smale هي أستاذة في قسم الزراعة والغذاء والموارد الاقتصادية في جامعة ولاية ميتشيغان.

Bhuwon Sthapit هو من كبار العلماء في Bioversity International.

سلسلة الدراسات الزراعية
لجامعة Yale
محرر السلسلة جيمس سكوت

Yale
UNIVERSITY
PRESS
New Haven & London
yalebooks.com
yalebooks.co.uk

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development
and Cooperation SDC

Bioversity International

"توضيح للغلاف: تفحص حقل لأصناف شعير متنوعة للتباين في مقاومة ضرر المرض في مقاطعة شانغريلا، في ولاية ديجينغ التيبيتية المتمتعة بالحكم الذاتي في محافظة يونّان في الصين. مالك الحقل في الخلف في زي تيبيتي مع طالب لدراسة النباتات الطبية من معهد كومينغ لعلوم النباتات يشيرون إلى الفوارق بين نباتات الشعير. الصورة من D. Jarvis "