دليل صانع السياسات
بشأن التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي
لدى المالكين الصغار

FAO
FIAT PANIS

النموذج الحالي للإنتاج المحصولي المكثف غير قادر على مواجهة تحديات الألفية الجديدة. ولكي تتمكن الزراعة من تعزيز إنتاجها يتعين عليها أن تتعلم كيف تحفظ الموارد. ويعرض هذا الكتاب نموذجاً جديداً للزراعة هو: التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، الذي يُنتج محاصيل أكثر من ذات المساحة من الأراضي في الوقت الذي يحفظ فيه الموارد، مما يخفف من الآثار السلبية على البيئة ويعزز رأس المال الطبيعي وتدفق خدمات النظم الإيكولوجية.

"يشكل الاستهلاك غير المستدام للموارد الطبيعية تهديداً خطيراً للأمن الغذائي. ويوضح هذا الكتاب السبيل اللازم لإطلاق ثورة 'خضراء دائمة' تؤدي إلى تعزيز القدرة الإنتاجية إلى الأبد دون إلحاق أي ضرر إيكولوجي. وكلي أمل بأن يُقرأ هذا الكتاب ويُستخدم على نطاق واسع."

M. S. Swaminathan
أب الثورة الخضراء في الهند

الحفظ والتوسع

دليل صانع السياسات بشأن التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي لدى المالكين الصغار

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة
روما ٢٠١١

أعيد طبعه عام 2011 و2012 و2013

الأوصاف المستخدمة في هذه المواد الإعلامية وطريقة عرضها لا تعبر عن أي رأي خاص لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة في ما يتعلق بالوضع القانوني أو التنموي لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة، أو في ما يتعلق بسلطاتها أو بتعيين حدودها وتخومها. ولا تعبر الإشارة إلى شركات محددة أو منتجات بعض المصنعين، سواء كانت مرخصة أم لا، عن دعم أو توصية من جانب منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة أو تفضيلها على مثيلاتها مما لم يرد ذكره.

ISBN 978-92-5-606871-2

جميع حقوق الطبع محفوظة. وإنّ منظمة الأغذية والزراعة تشجّع نسخ ونشر المواد الإعلامية الواردة في هذا المطبوع. ويجوز عند الطلب استخدامه مجاناً لغير الأغراض التجارية. وقد يتوجّب دفع رسوم مالية لقاء نسخه بغرض إعادة بيعه أو لأغراض تجارية أخرى، بما في ذلك للأغراض التعليمية. وتقدم طلبات الحصول على إذن بنسخ أو نشر منتجات المنظمة المحميّة بموجب حقوق الطبع وغيرها من استفسارات عن الحقوق والتراخيص بالكتابة على عنوان البريد الإلكتروني: copyright@fao.org أو إلى:

Chief
Publishing Policy and Support Branch
Office of Knowledge Exchange, Research and Extension
FAO
Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy

© FAO 2011

تمهيد

طرحت منظمة الأغذية والزراعة (الفاو)، من خلال نشرها لدليل **الحفظ والتوسع** في عام ٢٠١١، نموذجاً جديداً للإنتاج المحصولي المكثف، وسيكون هذا النموذج منتجاً للغاية ومستداماً من الناحية البيئية. وقد أقرت الفاو بأنّه خلال النصف قرن الأخير، أدت الزراعة القائمة على الاستخدام المكثف للمدخلات إلى زيادة الإنتاجَ الغذائي العالمي ومتوسط الاستهلاك الغذائي للشخص الواحد. إلاّ أنّ هذه العملية أدّت إلى نفاد الموارد الطبيعية للكثير من الأنظمة الإيكولوجية الزراعية، مشكلة خطرا على الإنتاجية في المستقبل، وزادت من غازات الدفيئة التي تسبب تغير المناخ. بالإضافة إلى ذلك، لم تخفض بشكل ملحوظ عدد الذين يعانون من جوع مزمن الذي يُقدّر اليوم بـ ٨٧٠ مليون نسمة.

ويكمن التحدي في وضع الإنتاج والاستهلاك الغذائيين في إطار مستدام بالفعل. ومن الآن وحتى عام ٢٠٥٠ يُتوقع أن يرتفع عدد سكان العالم من ٧ مليارات إلى ٩,٢ مليار نسمة، مما يتطلب زيادة في الإنتاج الغذائي العالمي بمعدل ٦٠ في المائة إذا بقيت الاتجاهات القائمة على حالها. ونظراً إلى تراجع رقعة الأراضي غير المستخدمة والتي توجد فيها إمكانات زراعية جيدة، ستتوجب تلبية هذا الطلب زيادة مستمرة من المحاصيل. وهذه الزيادات بدورها، ينبغي تحقيقها في إطار من التنافس المطّرد على الأراضي والمياه، وارتفاع أسعار الوقود والأسمدة، وأثر تغير المناخ.

يتناول دليل الحفظ والتوسع بعد الإنتاج المحصولي للإدارة المستدامة للأغذية. وهو يدعو عملياً إلى اعتماد "تخضير" الثورة الخضراء من خلال نهج قائم على المنظومة الإيكولوجية التي تستند إلى إسهامات الطبيعة في تنمية المحاصيل، كالمواد العضوية في التربة، وتنظيم تدفق المياه، والتلقيح، والمكافحة البيولوجية للحشرات والأمراض. وهو يقدم مجموعة أدوات غنية للممارسات القائمة على المنظومات الإيكولوجية ذات الصلة، والتي يمكن اعتمادها وتكييفها، والتي تساعد أصحاب الحيازات الصغيرة من أسر المزارعين التي يبلغ عددها خمسمائة مليون أسرة في العالم على تحقيق مستويات أعلى من الإنتاجية والربح والاستخدام الفعال للموارد وتعزيز رأس المال الطبيعي في الوقت ذاته.

وتجمع هذه الزراعة التي تراعي البيئة غالباً بين المعارف التقليدية وبين التكنولوجيات الحديثة التي تتكيف مع احتياجات المنتجين من أصحاب الحيازات الصغيرة. كما أنّها تشجع على استخدام زراعة الصون التي تنهض بالمحاصيل وتعيد للتربة سلامتها في الوقت نفسه. وهي تكافح الأمراض الحشرية من خلال حماية أعدائها الطبيعية، عوضا عن رش المزروعات عشوائياً بالمبيدات الحشرية. ومن خلال الاستخدام الحكيم للمبيدات الحشرية المعدنية يتم تفادي "الأضرار الجانبية" التي قد تلحق بجودة المياه. وهي تعتمد الري الدقيق لتوفير كمية المياه

الضرورية متى وحيث تكون ضرورية. ويتماشى نهج **الحفظ والتوسع** تماماً مع الزراعة التي تراعي المناخ. فهي تعزز الصمود في وجه تغير المناخ. وتخفض انبعاث غازات الدفيئة من خلال تعزيز احتباس الكربون في التربة على سبيل المثال.

ومن أجل اعتماد هذه المقاربة الشاملة، لا تكفي التدابير الحريصة على البيئة، بل ينبغي أن يلمس المزارعون منافع فعلية مثل زيادة الدخل، وانخفاض التكاليف، وتوفّر سبل المعيشة المستدامة، بالإضافة إلى التعويض عن المنافع البيئية التي تولدها. وعلى واضعي السياسات أن يوفروا حوافز مثل مكافأة الإدارة الجيدة للمنظومات الإيكولوجية الزراعية وتوسيع نطاق الأبحاث التي يديرها ويموّلها القطاع العام. ولا بد من اتخاذ التدابير لتحديد وحماية الحقوق في الموارد، لاسيما بالنسبة إلى الفئات الأضعف. ويمكن للدول النامية أن تدعم التكثيف المستدام من خلال المساعدة الخارجية ذات الصلة المخصصة للعالم النامي. وهناك فرص هائلة متاحة لتقاسم التجارب بين البلدان النامية من خلال التعاون بين بلدان الجنوب.

كما علينا أن نعترف بأن الإنتاج المستدام للأغذية ليس سوى جزء من التحدي. فعلى صعيد الاستهلاك ينبغي الانتقال إلى حميات مغذية يكون لها أثر بيئي أقل، وتخفيض الفاقد من الأغذية وهدرها وهو ما يُقدّر حالياً بما يناهز ١,٣ مليار طن سنوياً. وأخيراً يتطلب النجاح في القضاء على الجوع والانتقال إلى نماذج إنتاج واستهلاك مستدامة منظومات حوكمة للأغذية والزراعة من المستوى العالمي حتى المستوى المحلي تكون شفافة وتشاركية وقائمة على النتائج وخاضعة للمساءلة.

هذه الطبعة الثالثة لدليل الحفظ والتوسع تصدر بعد انعقاد مؤتمر ريو +٢٠ في يونيو/ حزيران ٢٠١٢، وإطلاق الأمين العام للأمم المتحدة بان كي مون لتحدي القضاء على الجوع. وينطوي هذا التحدي على خمسة عناصر: ضمان الحصول على الأغذية المناسبة طوال العام، والقضاء على تقزّم الأطفال، ومضاعفة إنتاجية أصحاب الحيازات الصغيرة، .وتعزيز الإنتاج الغذائي المستدام، وخفض الفاقد من الأغذية وفضلات الطعام إلى الصفر. وتتصدى الفاو لهذا التحدي، وتساعد في بناء العالم الخالي من الجوع الذي نريده جميعاً عبر مساعدة البلدان على اعتماد سياسات ونهج **الحفظ والتوسع**.

جوزيه غراتزيانو دا سلفا
المدير العام
منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة

المحتويات

تمهيد	ج
شكر وتقدير	و
استعراض عام	ز
الفصل ١: التحدي	١
الفصل ٢: النظم الزراعية	١٥
الفصل ٣: صحة التربة	٢٧
الفصل ٤: المحاصيل والأصناف	٣٩
الفصل ٥: إدارة المياه	٥١
الفصل ٦: وقاية النبات	٦٥
الفصل ٧: السياسات والمؤسسات	٧٧
المراجع	٩٥
المختصرات والأسماء المختصرة	١٠٢

شكر وتقدير

أُعد هذا الكتاب تحت إشراف Shivaji Pandey، مدير شعبة الإنتاج النباتي ووقاية النباتات بمنظمة الأغذية والزراعة. وقدمت إرشاداً لجنة توجيهية وجماعة استشارية فنية. وتولّى عملية التحرير الفني النهائية Mangala Rai (رئيس الأكاديمية الوطنية للعلوم الزراعية في الهند)، وTimothy Reeves (المدير العام السابق للمركز الدولي لتحسين الذرة والقمح)، وShivaji Pandey.

معدو التقرير

المعدون الرئيسيون:

Linda Collette (منظمة الأغذية والزراعة)، و Toby Hodgkin (المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي)، وAmir Kassam (جامعة ريدنغ، في المملكة المتحدة)، وPeter Kenmore (منظمة الأغذية والزراعة)، وLeslie Lipper (منظمة الأغذية والزراعة)، وChristian Nolte (منظمة الأغذية والزراعة)، وKostas Stamoulis (منظمة الأغذية والزراعة)، وPasquale Steduto (منظمة الأغذية والزراعة).

المتعاونون:

Manuela Allara (منظمة الأغذية والزراعة)، وDoyle Baker (منظمة الأغذية والزراعة)، وHasan Bolkan (شركة كامبل للحساء، في الولايات المتحدة الأمريكية)، وJacob Burke (منظمة الأغذية والزراعة)، وRomina Cavatassi (منظمة الأغذية والزراعة)، وMark L. Davis (منظمة الأغذية والزراعة)، وHartwig De Haen (جامعة غوتينغن، في ألمانيا)، وJoão Carlos de Moraes Sá (Universidade Estadual de Ponta Grossa، في البرازيل)، وMarjon Fredrix (منظمة الأغذية والزراعة)، وTheodor Friedrich (منظمة الأغذية والزراعة)، وKakoli Ghosh (منظمة الأغذية والزراعة)، وJorge Hendrichs (منظمة الأغذية والزراعة/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)، و Barbara Herren (منظمة الأغذية والزراعة)، وFrancesca Mancini (منظمة الأغذية والزراعة)، وPhilip Mikos (المفوضية الأوروبية)، وThomas Osborn (منظمة الأغذية والزراعة)، وJules Pretty (جامعة إسكس، في المملكة المتحدة)، وDavid Radcliffe (المفوضية الأوروبية)، وTimothy Reeves، وMike Robson (منظمة الأغذية والزراعة)، وAmit Roy (المركز الدولي لتنمية الأسمدة)، وFrancis Shaxson (رابطة الزراعة الاستوائية، في المملكة المتحدة)، وHugh Turral، وHarry Van der Wulp (منظمة الأغذية والزراعة).

اللجنة التوجيهية

الرئيس: Shivaji Pandey

Rodney Cooke (الصندوق الدولي للتنمية الزراعية)، وDennis Garrity (المركز العالمي للحراجة الزراعية)، وToby Hodgkin (المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي)، وPhilip Mikos (المفوضية الأوروبية)، وMohammad Saeid Noori Naeini (إيران)، وTimothy Reeves، و Amit Roy (المركز الدولي لتنمية الأسمدة)، وM. S. Swaminathan (مؤسسة M. S. Swaminathan للبحوث، في الهند).

الجماعة الاستشارية الفنية

Hasan Bolkan (شركة كامبل للحساء، في الولايات المتحدة الأمريكية)، وAnne-Marie Izac (تحالف حصاد المستقبل، في فرنسا)، وLouise Jackson (جامعة كاليفورنيا، ديفيز، الولايات المتحدة الأمريكية)، وJanice Jiggins (جامعة واغينغن ومركز البحوث التابع لها، في هولندا)، وPatrick Mulvany (مجموعة التنمية التكنولوجية الوسيطة، في المملكة المتحدة)، وWayne Powell (جامعة آبيريستويث، في المملكة المتحدة)، وJessie Sainz Binamira (إدارة الزراعة، في الفلبين)، وBob Watson (جامعة شرق آنغليا، في المملكة المتحدة).

استعراض عام

١: التحدي

لإطعام عدد سكان العالم الذي يتزايد، ليس أمامنا خيار سوى أن نكثّف الإنتاج المحصولي. ولكن المزارعين يواجهون معوقات غير مسبوقة. ويجب أن تتعلم الزراعة كيف تحفظ لكي تتوسع.

حققت الثورة الخضراء مكاسب كمية في إنتاج المحاصيل، وعززت الأمن الغذائي العالمي. لكن الإنتاج المحصولي المكثف استنفد في كثير من البلدان قاعدة الموارد الطبيعية المتاحة للزراعة، مما يعرّض الإنتاجية للخطر في المستقبل. وبالرغم من ذلك يتعين على المزارعين في العالم النامي مضاعفة إنتاج الأغذية كي يستطيعوا تلبية الطلب المتوقع على مدى السنوات الأربعين القادمة، وهو ما يعدّ تحدياً زاده ضخامةً تكالب التأثيرات المختلفة لتغير المناخ والتنافس المتصاعد على الأراضي والمياه والطاقة. ويعرض هذا الكتاب نموذجاً جديداً للزراعة هو: التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي (SCPI)، الذي يُنتج محاصيل أكثر من ذات المساحة من الأراضي في الوقت الذي يحفظ فيه الموارد، مما يخفف من الآثار السلبية على البيئة ويعزز رأس المال الطبيعي وتدفق خدمات النظم الإيكولوجية.

٢: النظم الزراعية

سوف يبنى التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي على أساس نظم زراعية تقدم مجموعة عريضة من المنافع الإنتاجية والاجتماعية- الاقتصادية والبيئية للمنتجين وللمجتمع بوجه عام.

يجدّد نهج النظام الإيكولوجي صحة الأراضي الزراعية ويحافظ على ديمومتها. وسترتكز النظم الزراعية الخاصة بالتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي على ممارسات الزراعة الحفظية، واستخدام بذور جيدة من أصناف مكيفة وفيرة الغلة، والإدارة المتكاملة للآفات، وتغذية النباتات المعتمدة على التربة الصحية، والإدارة الكفؤة للمياه، إضافة إلى إدماج المحاصيل والمراعي والأشجار والثروة الحيوانية. وتتسم نظم الإنتاج المستدامة بحكم طبيعتها ذاتها بالدينامية؛ وعلى هذا فمن المفروض أن توفر للمزارعين العديد من التوليفات المحتملة للممارسات لتختار منها وتكيفها وفقاً لظروف وقيود الإنتاج المحلية. كما تعتمد هذه النظم على كثافة المعرفة. ولذا فإن على سياسات التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي بناء القدرات من خلال النهج الإرشادية مثل مدارس تدريب المزارعين، إلى جانب تيسير إنتاج العُدد الزراعية المتخصصة محلياً.

٣: صحة التربة

يجب، بمعنى الكلمة، على الزراعة أن تعود إلى جذورها بإعادة اكتشاف أهمية التربة الصحية، والاستفادة من المصادر الطبيعية لتغذية النباتات، واستخدام الأسمدة المعدنية استخداماً حكيماً.

إن التربة الغنية بالنباتات والحيوانات (البيوتا) والمادة العضوية هي أساس زيادة إنتاجية المحاصيل. وتتحقق أفضل الغلات عندما تتأتى المغذيات من خليط من الأسمدة المعدنية والمصادر الطبيعية، من قبيل روث الماشية والمحاصيل والأشجار التي تثبّت النتروجين. ويوفر الاستخدام الحكيم للأسمدة المعدنية المال ويكفل وصول المغذيات إلى النبات وعدم تلويثها للهواء والتربة والمجاري المائية. وينبغي أن تشجع السياسات الرامية إلى تعزيز صحة التربة الزراعة التي تراعي حفظ الموارد والنظم المختلطة لزراعة المحاصيل وتربية الثروة الحيوانية والحراجة الزراعية التي تحسن خصوبة التربة. وينبغي أيضاً أن تُزيل الحوافز التي تشجع على الحرث الآلي والاستخدام التبديدي للأسمدة، ونقل نُهج دقيقة إلى المزارعين من قبيل وضع البولة على عمق وإدارة المغذيات المحددة الموقع.

٤: المحاصيل والأصناف

سيحتاج المزارعون إلى حافظة متنوعة وراثياً من أصناف المحاصيل المحسنة التي تلائم طائفة من النظم الإيكولوجية – الزراعية والممارسات الزراعية، وتكون لديها القدرة على الصمود في مواجهة تغيُّر المناخ.

لقد كانت أصناف الحبوب المحسّنة وراثياً هي مصدر نحو ٥٠ في المائة من الزيادة في الغلات التي تحققت خلال العقود القليلة الماضية. ويجب على مستولدي النباتات أن يحققوا نتائج مماثلة في المستقبل. بيد أن توريد أصناف عالية الغلة إلى المزارعين في الوقت المناسب يقتضي إدخال تحسينات كبيرة في النظام الذي يربط بين مجموعات الجبلات الوراثية النباتية، واستيلاد النباتات، وتوريد البذور. وعلى مدى القرن الماضي، فُقد نحو ٧٥ في المائة من الموارد الوراثية النباتية ويمكن أن يختفي ثلث التنوع الموجود حالياً بحلول سنة ٢٠٥٠ وزيادة الدعم المقدم لعمليات جمع الموارد الوراثية النباتية وحفظها والانتفاع بها هي أمر حاسم الأهمية. ويلزم تمويل أيضاً لتنشيط البرامج العامة لاستيلاد النباتات. ويتعين على السياسات أن تساعد في الربط ما بين نظم البذور الرسمية ونظم البذور التي يوفرها المزارعون، إلى جانب تشجيع نشوء المشروعات التجارية المحلية للبذور.

٥: إدارة المياه

يتطلب التكثيف المستدام تكنولوجيات دقيقة وأذكى للري وممارسات زراعية تستخدم نُهج النظم الإيكولوجية للحد من احتياجات المحاصيل إلى المياه.

تتنافس المدن والصناعات تنافساً مكثفاً مع الزراعة على استخدام المياه. ويتعرض الري، رغم إنتاجيته العالية، لضغط متزايد من أجل الحد من أثره البيئي، بما في ذلك ملوحة التربة وتلوث الطبقات الأرضية الحاملة للمياه بالنترات. وسيكون الري الدقيق المستند إلى المعارف والذي يتيح استخدام المياه بطريقة يمكن التعويل عليها ومرنة، إلى جانب استخدام الري الناقص وإعادة استخدام المياه العادمة، أساساً للتكثيف المستدام. ومن اللازم أن تزيل السياسات الإعانات السلبية التي تشجع المزارعين على إهدار المياه. وفي المناطق البعلية، يهدد تغيُّر المناخ ملايين من المزارع الصغيرة. وستتوقف زيادة الإنتاجية البعلية على استخدام أصناف محسنة قادرة على تحمُّل الجفاف وعلى اتباع ممارسات إدارية توفر المياه.

٦: وقاية النباتات

المبيدات تقتل الآفات، لكنها تقتل الأعداء الطبيعيين للآفات أيضاً، ولذلك فإن الاستخدام المفرط للمبيدات يمكن أن يلحق الضرر بالمزارعين والمستهلكين والبيئة. وخط الدفاع الأول ضد الآفات هو وجود نظام إيكولوجي زراعي مفعم بالصحة.

كثيراً ما يكون من الممكن في النظم الزراعية المدارة جيداً إبقاء فواقد المحاصيل الناجمة عن الحشرات عند حد أدنى مقبول باستخدام أصناف قادرة على المقاومة، وحفظ الضواري، وإدارة مستويات مغذيات المحاصيل للحد من تكاثر الحشرات. وتشمل التدابير الموصى بها لمكافحة الأمراض استخدام مادة زرع نظيفة، وتناوب زرع المحاصيل لقمع المُمرضات، وإزالة النباتات المضيفة المصابة. وتستتبع الإدارة الفعالة للأعشاب الضارة إزالة تلك الأعشاب يدوياً في الوقت المناسب، والإقلال إلى أدنى حد من الحرث والمخلفات السطحية. وعند الضرورة، ينبغي استخدام مبيدات آفات تركيبية تنطوي على مخاطر أقل من أجل المكافحة الموجهة، بالكمية الصحيحة وفي الوقت الصحيح. ومن الممكن تشجيع الإدارة المتكاملة للآفات من خلال مدارس المزارعين الحقلية، والإنتاج المحلي لعوامل التحكم البيولوجي، ووجود لوائح صارمة بشأن مبيدات الآفات، وإزالة الإعانات.

٧: السياسات والمؤسسات

لكي نشجع المالكين الصغار على إدخال التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي لا بد من إجراء تغييرات أساسية في سياسات التنمية الزراعية ومؤسساتها.

أولاً، ينبغي أن تكون الزراعة مربحة: فالمالكون الصغار يجب أن يكونوا قادرين على تحمُّل أسعار المدخلات وأن يكونوا واثقين من الحصول على سعر معقول لمحاصيلهم. ويحمي بعض البلدان الدخل بتثبيت أسعار تمثل حداً أدنى للسلع؛ وتستكشف بلدان أخرى "الإعانات الذكية" بشأن المدخلات، الموجهة إلى المنتجين ذوي الدخل المنخفض. ومن اللازم أيضاً أن يستنبط واضعو السياسات حوافز لصغار المزارعين تدفعهم إلى استخدام الموارد الطبيعية بكفاءة (مثلاً من خلال تقديم مدفوعات نظير الخدمات البيئية، وحيازة الأراضي التي تمنحهم الحق في الاستفادة من الزيادات في قيمة رأس المال البشري) والحد من تكاليف معاملات الحصول على الائتمان، اللازم على وجه الاستعجال من أجل الاستثمار. وفي كثير من البلدان، يلزم وجود لوائح تحمي المزارعين من التجار عديمي الضمير الذين يبيعون بذوراً ومدخلات أخرى مزيفة. وسيلزم توظيف استثمارات كبرى في إعادة بناء قدرة البلدان النامية على إجراء البحوث وعلى نقل التكنولوجيا لتزويد المزارعين بالتكنولوجيات الملائمة ولتحسين مهاراتهم من خلال مدارس المزارعين الحقلية.

الفصل ١

التحدي

لإطعام عدد سكان العالم الذي يتزايد، ليس أمامنا خيار سوى أن نكثِّف الإنتاج المحصولي.
ولكن المزارعين يواجهون معوقات غير مسبوقة.
ويجب أن تتعلم الزراعة كيف تحفظ لكي تتوسع.

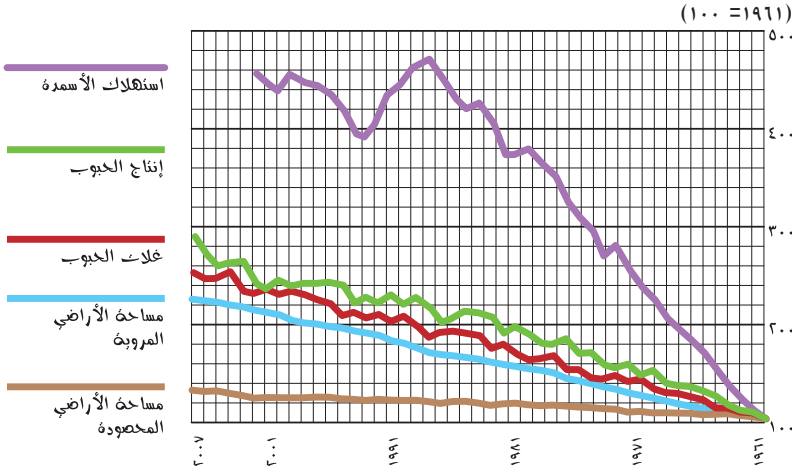
يمكن اعتبار تاريخ الزراعة بمثابة عملية تكثيف طويلة[١]. سعى المجتمع خلالها لتلبية احتياجاته المتزايدة باستمرار إلى الغذاء والعلف والألياف عن طريق زيادة إنتاجية المحاصيل. وعلى مر آلاف السنين اختار المزارعون من أجل الزراعة نباتات ذات غلة أعلى وأقدر على مقاومة الجفاف والمرض، وقاموا ببناء مصاطب لحفظ التربة وقنوات لتوزيع المياه على حقولهم، واستعاضوا عن المعازق البسيطة بمحاريث تجرها الثيران، واستخدموا روث الحيوانات كسماد، واستخدموا الكبريت ضد الآفات.

وكان التكثيف الزراعي في القرن العشرين يمثله تحوُّل في النموذج ابتعاداً عن النظم الزراعية التقليدية، التي تستند بدرجة كبيرة إلى إدارة الموارد الطبيعية وخدمات النظم الإيكولوجية، نحو تطبيق الكيمياء البيولوجية والهندسة الحديثة على الإنتاج المحصولي. وباتباع النموذج نفسه الذي أحدث ثورة في التصنيع التحويلي، اعتمدت الزراعة في العالم الصناعي استخدام الآلات، والتوحيد القياسي، والتكنولوجيات الموفِّرة لليد العاملة، واستخدام المواد الكيميائية كعلف للمحاصيل ومن أجل وقايتها. وتحققت زيادات ضخمة في الإنتاجية من خلال استخدام المعدات والآلات الزراعية الثقيلة التي تعمل بالوقود الأحفوري، والحرث المكثف، وأصناف المحاصيل العالية الغلة، والري، والمدخلات المصنعة، وكثافة رأس المال المتزايدة باستمرار[٢].

وقد بدأ تكثيف الإنتاج المحصولي في العالم النامي بداية جدية مع الثورة الخضراء. فبدءاً من خمسينيات القرن العشرين وتوسعاً خلال ستينياته، شوهدت تغيُّرات في أصناف المحاصيل والممارسات الزراعية على نطاق العالم[٣]. واعتمد نموذج الإنتاج، الذي كان يركّز بادئ الأمر على إدخال أصناف من القمح والأرز والذرة محسّنة وأعلى غلة في المناطق التي تنطوي على إمكانات كبيرة[٤، ٥]، على التجانس: أي الأصناف الموحدة وراثياً التي تُزرع باستخدام مستويات مرتفعة من المدخلات التكميلية، من قبيل الري والأسمدة ومبيدات الآفات، وهو ما حل في كثير من الأحيان محل رأس المال الطبيعي، وروّج لهذا التجانس. وحل استخدام الأسمدة محل إدارة جودة التربة، بينما وفّرت مبيدات الأعشاب بديلاً لتناوب المحاصيل كوسيلة للتحكم في الأعشاب الضارة[٦].

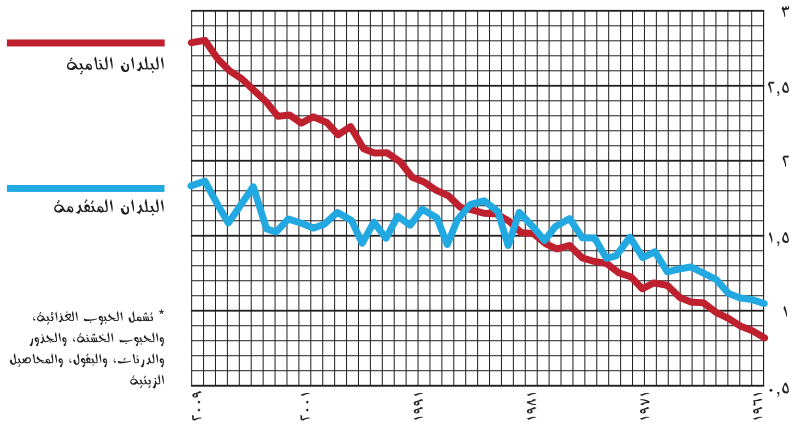
ويُعزى إلى الثورة الخضراء، لا سيما في آسيا، الفضل في إيجاد اقتصادات كانت بداياتها أشبه بالقفزات، والتخفيف من الفقر الريفي، وإنقاذ مساحات كبيرة من الأراضي الهشة من أن تتحول إلى زراعة ممتدة، والمساعدة على تجنب أن تكون نتيجة النمو في عدد سكان العالم هي ما توقعه مالتوس. ففي خلال الفترة ما بين سنة ١٩٧٥ وسنة ٢٠٠٠، زادت غلات الحبوب في جنوب آسيا بأكثر من ٥٠ في المائة، بينما انخفض الفقر بنسبة قدرها ٣٠ في المائة[٧]. لقد زاد الإنتاج العالمي السنوي من الحبوب والحبوب الخشنة والجذور والدرنات والقطاني ومحاصيل الزيت خلال الـ ٥٠ عاماً الماضية، أي منذ قيام الثورة الخضراء، من ١,٨ مليار طن إلى ٤,٦ مليار طن[٨]. وأدى نمو غلات الحبوب وانخفاض أسعار الحبوب إلى حدوث انخفاض كبير في مدى

مؤشرات تكثيف الإنتاج المحصولي العالمي، ١٩٦١- ٢٠٠٧
(١٠٠ =١٩٦١)



FAO. 2011.
FAOSTAT statistical database
(http://faostat.fao.org/).

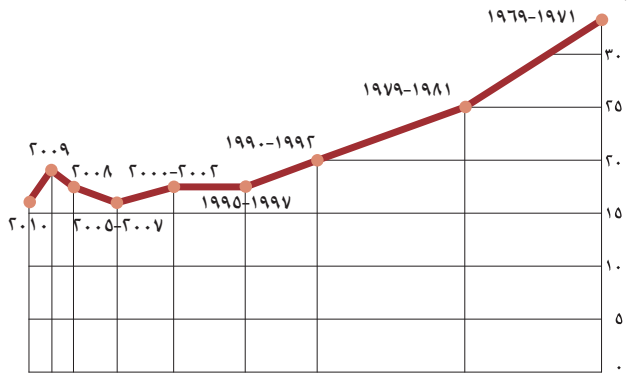
الإنتاج العالمي من المحاصيل الرئيسية*، ١٩٦١- ٢٠٠٩ (مليون طن)



* تشمل الحبوب الغرائية، والحبوب الخشنة، والجذور والدرنات، والبقول، والمحاصيل الزيتية

FAO. 2011.
FAOSTAT statistical database
(http://faostat.fao.org/).

ناقصو التغذية من سكان العالم النامي خلال الفترة ١٩٦٩-١٩٧١ إلى ٢٠١٠ (نسبة مئوية)



FAO. 2010. *The State of Food Insecurity in the World: Addressing food insecurity in protracted crises*. Rome.

انعدام الأمن الغذائي في سبعينيات وثمانينيات القرن العشرين، وهي الفترة التي انخفض فيها فعليا عدد ناقصي التغذية، على الرغم من النمو السكاني السريع نسبياً. وبوجه عام، انخفضت نسبة ناقصي التغذية بين سكان العالم من ٢٦ في المائة إلى ١٤ في المائة خلال الفترة ما بين ١٩٦٩-١٩٧١ و ٢٠٠٠-٢٠٠٢[٩].

عاصفة في الأفق

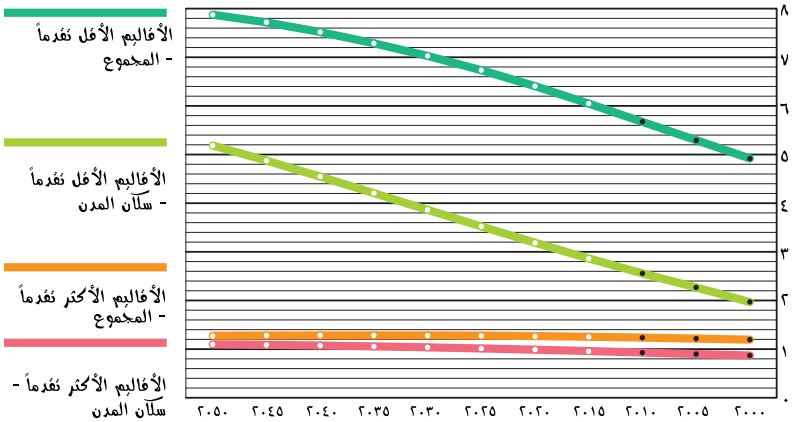
من المسّلم به الآن أن هذه الزيادات الهائلة في الإنتاج والإنتاجية الزراعيين كانت مصحوبة بتأثيرات سلبية على قاعدة الموارد الطبيعية للزراعة، وهي تأثيرات شديدة الخطورة بحيث تعرِّض للخطر الإمكانات الإنتاجية للزراعة في المستقبل. وتشمل "التأثيرات السلبية" للتكثيف تدهور الأراضي، وتملُّح المناطق المروية، والإفراط في استخراج المياه الجوفية، وتزايد مقاومة الآفات، وتآكل التنوع البيولوجي. وقد ألحقت الزراعة أيضاً ضرراً بالبيئة الأوسع نطاقاً مثلاً من خلال إزالة الغابات، وانبعاث غازات الاحتباس الحراري، وتلوث المسطحات المائية بالنترات[١٠،١١].

ومن الواضح أيضاً أن النُظم الحالية لإنتاج الأغذية وتوزيعها تفشل في إطعام العالم. قدِّر مجموع عدد ناقصي التغذية في سنة ٢٠١٠ بما يبلغ ٩٢٥ مليوناً، وهو رقم أعلى مما كان قبل ٤٠ سنة، ويبلغ معدل شيوع نقص التغذية في العالم النامي ١٦ في المائة[١٢]. ويعيش نحو ٧٥ في المائة ممن هم الأشد معاناةً من نقص التغذية في المناطق الريفية في البلدان النامية، حيث تعتمد سبل عيشهم اعتماداً مباشراً أو غير مباشر على الزراعة[١٣]. ومن بين أولئك كثيرون من مزارعي العالم ذوي الحيازات الصغيرة وذوي الدخل المنخفض وأسرهم البالغ عددهم نصف مليار والذين ينتجون ٨٠ في المائة من الإمدادات الغذائية في البلدان النامية. ويستخدم أصحاب الحيازات الصغيرة ويديرون، معاً، أكثر من ٨٠ في المائة من الأراضي الزراعية - ونسباً مماثلة من الموارد الطبيعية الأخرى - في آسيا وأفريقيا[١٤].

وفي غضون السنوات الأربعين المقبلة، سيهدد عدد من التطورات الأمن الغذائي العالمي. من المتوقع أن يزيد عدد سكان الأرض من نحو ٦,٩ مليار في ٢٠١٠ الى ٩,٢ مليار في ٢٠٥٠، وتكون هذه الزيادة كلها تقريباً في مناطق أقل نمواً. حيث من المتوقع أن تكون أعلى معدلات النمو في أقل البلدان نمواً[١٥]. كما سيشكل سكان المدن حينها نحو ٧٠ في المائة من إجمالي عدد السكان في العالم، وذلك مقارنة مع ٥٠ في المائة حالياً. وإذا استمرت هذه الاتجاهات، سيؤدي التحضُّر ونمو الدخل في البلدان النامية إلى ارتفاع استهلاك اللحوم، مما سيؤدي إلى زيادة الطلب على الحبوب لإطعام الثروة الحيوانية. وسيستمر أيضاً تزايد استخدام السلع الزراعية في إنتاج الوقود الحيوي. وبحلول سنة ٢٠٢٠، قد تستهلك البلدان الصناعية ١٥٠ كيلوغراماً من الذرة لكل فرد كل سنة على شكل إيثانول، وهو ما يماثل معدلات استهلاك الحبوب الغذائية في البلدان النامية[١٦].

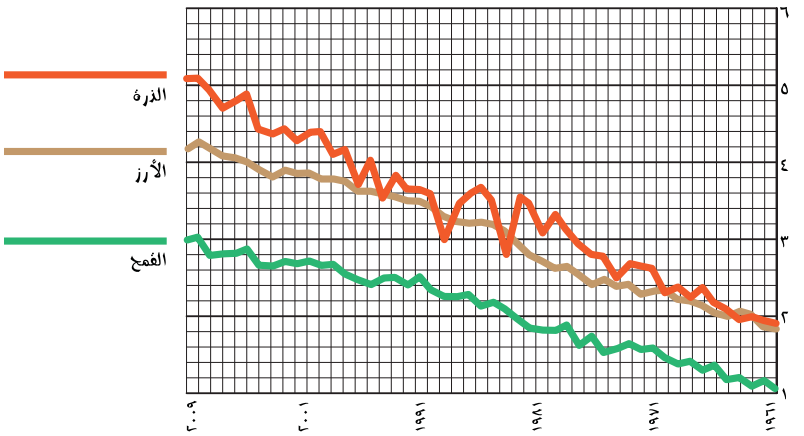
وستؤدي هذه التغيرات في الطلب إلى زيادة الحاجة إلى زيادات كبيرة في إنتاج جميع محاصيل الأغذية والأعلاف الرئيسية. وتشير إسقاطات منظمة الأغذية

عدد السكان في العالم، ٢٠٠٠- ٢٠٥٠ (مليار نسمة)



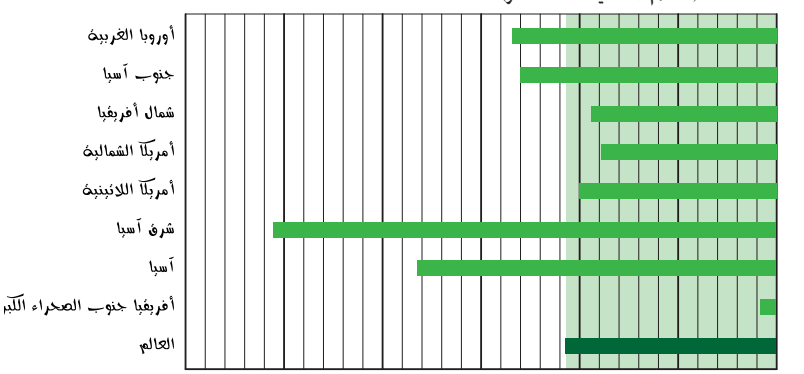
United Nations.
World urbanization prospects, the 2009 revision population database
(http://esa.un.org/wup2009/unup/).

المتوسط العالمي لغلات الحبوب الرئيسية، ١٩٦١- ٢٠٠٩ (طن/ هكتار)



FAO. 2011.
FAOSTAT statistical database
(http: //faostat.fao.org/).

متوسط معدلات استخدام الأسمدة المعدنية في أقاليم مختارة، ٢٠٠٨/٢٠٠٩ (كغم مغذيات/ هكتار)



IFDC,
derived from FAOSTAT
statistical database
(http: //faostat.fao.org/).

والزراعة إلى أن الإنتاج الزراعي يجب أن يزيد بحلول سنة ٢٠٥٠ بنسبة قدرها ٧٠ في المائة عالمياً - وبما يقرب من نسبة قدرها ١٠٠ في المائة في البلدان النامية - لكي يفي بالاحتياجات الغذائية الإضافية وحدها، وبما لا يشمل الطلب الإضافي على المنتجات الزراعية التي تُستخدم كمواد أولية في إنتاج الوقود الحيوي. وهذا يعادل مليار طن إضافي من الحبوب و ٢٠٠ مليون طن من اللحوم يجب إنتاجها سنوياً بحلول سنة ٢٠٥٠، مقارنةً بالإنتاج في الفترة ما بين سنتي ٢٠٠٥ و ٢٠٠٧[١٠].

وفي معظم البلدان النامية، لا يوجد مجال كبير للتوسع في الأراضي الصالحة للزراعة. ولا تُتاح تقريباً أي أراضٍ غير مستغلة في جنوب آسيا والشرق الأدنى/شمال أفريقيا. وحيثما تتوافر أراضٍ، في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وفي أمريكا اللاتينية، تُعاني نسبة من الأراضي تتجاوز ٧٠ في المائة من معوقات تتعلق بالتربة والتضاريس. ولذا، خلال الفترة ما بين سنة ٢٠١٥ وسنة ٢٠٣٠ سيتعين أن تتأتى نسبة تقدّر بما يبلغ ٨٠ في المائة من الزيادات المطلوبة في إنتاج الأغذية من التكثيف على شكل زيادات في الغلة وكثافات أعلى في زراعة المحاصيل[١٧]. ومع ذلك، فإن معدلات نمو غلة المحاصيل الغذائية الرئيسية - وهي الأرز والقمح والذرة - آخذة في الانخفاض جميعها. فقد انخفض النمو السنوي في غلات القمح من نحو ٥ في المائة سنوياً في ١٩٨٠ إلى ٢ في المائة في سنة ٢٠٠٥؛ وانخفض نمو غلات الأرز والذرة من أكثر من ٣ في المائة إلى نحو ١ في المائة في الفترة ذاتها[١٨]. وفي آسيا، أثار تدهور التربة وتراكم التوكسينات في النظم المكثفة لزراعة الأرز في الحقول مخاوف من أن التباطؤ في نمو الغلات إنما يعكس تدهورا في بيئة زراعة المحاصيل[٤].

ولتدني نوعية موارد الأراضي والمياه المتاحة لإنتاج المحاصيل انعكاسات بالنسبة للمستقبل. فقد قدّر برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) أن ممارسات استخدام الأراضي غير القابلة للاستدامة تسفر عن خسائر صافية عالمية في إنتاجية أراضي المحاصيل تبلغ في المتوسط ٠,٢ في المائة كل سنة[١٩]. ويؤدي تدهور الموارد إلى خفض إنتاجية مدخلات، من قبيل الأسمدة والري. وفي السنوات المقبلة، ستتزايد الحاجة إلى تكثيف الإنتاج المحصولي في مناطق إنتاج أكثر اتساماً بالطابع الحدي وفي ظل ظروف إنتاج أقل موثوقية، من بينها انخفاض جودة التربة، وزيادة محدودية الحصول على المياه، وتوافر ظروف مناخية أقل مواتاة.

وستُبذل الجهود الرامية إلى زيادة الإنتاج المحصولي في ظل ظروف بيئية واجتماعية - اقتصادية تتغير بسرعة وكثيراً ما يكون من المتعذر التكهن بها. ومن أهم التحديات الحاجة إلى التكيف مع تغيُّر المناخ، الذي سيُحدد - من خلال التغيُّرات في درجة الحرارة والهطول وتفشي الآفات - نوعية المحاصيل التي يمكن زرعها وأوقات زرعها، وسيُحدد كذلك غلاتها المحتملة[١٣]. وفي الأجل القريب، من المتوقع أن تزيد تقلبية المناخ وهزات الطقس المتطرف، بحيث يتعرض لها جميع الأقاليم[٢٠-٢٣]، مع حدوث تأثيرات سلبية لذلك على نمو الغلات وعلى الأمن الغذائي، لا سيما في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وفي جنوب آسيا خلال الفترة الممتدة حتى سنة ٢٠٣٠[٢٤]. والزراعة (بما في ذلك إزالة الغابات) مسؤولة عن نحو ثلث انبعاثات غازات الاحتباس الحراري؛ ولهذا السبب فإنها يجب أن تساهم في

التخفيف من آثار تغيُّر المناخ مساهمة كبيرة[٢١]. وبينما يمكن تكييف المحاصيل حسب البيئات المتغيرة، فإن الحاجة إلى الحد من الانبعاثات ستمثل تحدياً متزايداً للنظم الزراعية التقليدية القائمة على كثافة استخدام الموارد[٣].

وثمة مصدر هام آخر لعدم اليقين في ما يتعلق بالمستقبل هو سعر وتوافر الطاقة اللازمة للعمليات الخاصة بالمزارع ولإنتاج مدخلات رئيسية، لا سيما الأسمدة. فمع انخفاض إمدادات الوقود الأحفوري، ترتفع أسعار ذلك الوقود، مما يؤدي إلى ارتفاع أسعار المدخلات، ويؤدي بالتالي إلى ارتفاع تكاليف الإنتاج الزراعي. ولم يعد من الممكن أن يظل الوقود الأحفوري هو مصدر الطاقة الوحيد لزيادة الإنتاجية. وسيتعين تنويع مصادر الطاقة تنويعاً كبيراً للحد من تكلفة الوقود من أجل زيادة التكثيف الزراعي.

ولذا فإن التحدي المتمثل في تلبية الطلب في المستقبل على الغذاء بطريقة مستدامة يصبح أكثر استعصاءً نتيجة للتأثيرات المتضافرة لتغيُّر المناخ وندرة الطاقة وتدهور الموارد. ويُنذر الارتفاع الحاد في أسعار المواد الغذائية الذي حدث في سنة ٢٠٠٨ وكذلك الزيادة الكبيرة التي حدثت في أسعار المواد الغذائية بحيث بلغت مستويات قياسية في أوائل سنة ٢٠١١ بتهديدات متزايدة وأكثر تواتراً للأمن الغذائي العالمي[٢٥]. وبعد دراسة طائفة واسعة من سيناريوهات المستقبل المحتملة - الاقتصادية والديمغرافية والمناخية - قدّر المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية (IFPRI) أن الفترة الممتدة من سنة ٢٠١٠ إلى سنة ٢٠٥٠ ستشهد زيادات في الأسعار الحقيقية تبلغ ٥٩ في المائة في ما يتعلق بالقمح، و٧٨ في المائة في ما يتعلق بالأرز، و ١٠٦ في المائة في ما يتعلق بالذرة. وخلصت الدراسة إلى أن ارتفاع الأسعار يعكس "الضغوط الكامنة التي يتعرض لها النظام الغذائي العالمي بلا هوادة"، والتي يقف وراءها نمو عدد السكان ونمو الدخل وانخفاض الإنتاجية[٢٦].

وما زال خطر انعدام الأمن الغذائي الطويل الأجل والمتواصل على أشده في البلدان النامية المنخفضة الدخل. وسيتزايد تركيز معدل تصاعد الضغوط على الموارد والبيئة الأوسع نطاقاً من جراء توسع الزراعة وتكثيفها في البلدان ذات المستويات المنخفضة من استهلاك الأغذية، ومعدلات النمو السكاني المرتفعة، والتي كثيراً ما تكون الطبيعة قد حبتها بموارد زراعية هزيلة[٢٧]. وهناك، يكون أصحاب الحيازات الصغيرة، الذين يعتمدون اعتماداً شديداً على منافع وخدمات النظم الإيكولوجية لتوفير الغذاء والوقود والألياف لأسرهم وللسوق، أكثر عرضة على نحو متأصل للتأثر بتدني نوعية وكمية الموارد الطبيعية وبالتغيرات في المناخ[١٤]. وبدون اتخاذ إجراءات لتحسين إنتاجية الزراعة التي يمارسها أصحاب الحيازات الصغيرة في هذه البلدان، ليس من المرجح أن يتسنى تحقيق الهدف الإنمائي الأول للألفية - بغايته المتمثلة في خفض نسبة السكان الذين يعيشون في حالة جوع وفقر بمقدار النصف بحلول سنة ٢٠١٥.

تحوُّل آخر في النموذج

بالنظر إلى التحديات الحالية والمستقبلية المتبرعمة الماثلة أمام إمداداتنا من الأغذية وأمام البيئة، يبرُز التكثيف المستدام للإنتاج الزراعي كأولوية رئيسية بالنسبة لواضعي السياسات[٢٨] وبالنسبة للشركاء في التنمية الدولية[٧، ١٤]. وقد عُرِّف التكثيف المستدام بأنه إنتاج المزيد من نفس مساحة الأراضي مع الإقلال من الآثار البيئية السلبية ومع زيادة المساهمات في رأس المال الطبيعي وتدفق الخدمات البيئية[٢٩].

والتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي (أو ما يسمى باختصار (SCPI) هو الهدف الاستراتيجي الأول لمنظمة الأغذية والزراعة. ولتحقيق ذلك الهدف، أقرت منظمة الأغذية والزراعة "نهج النظام الإيكولوجي" في ما يتعلق بالإدارة الزراعية[٣٠]. وبصفة أساسية، يستخدم نهج النظام الإيكولوجي مدخلات من قبيل الأراضي والمياه والبذور والأسمدة، لتكملة العمليات الطبيعية التي تدعم نمو النباتات، بما في ذلك التلقيح، والافتراس الطبيعي لمكافحة الآفات، وما تقوم به نباتات وحيوانات التربة من عمل يتيح للنباتات أن تحصل على المغذيات[٣١].

ويوجد الآن وعي واسع النطاق بضرورة أن يدعم نهج إيكولوجي تكثيف الإنتاج المحصولي. وقد دعت دراسة رئيسية لمستقبل الأغذية والزراعة حتى سنة ٢٠٥٠ إلى إدخال تغييرات أساسية في نظام الأغذية العالمي كله، وذلك بما يشمل التكثيف المستدام لزيادة الغلات وزيادة كفاءة استخدام المدخلات والحد من التأثيرات البيئية السلبية لإنتاج الأغذية في الوقت ذاته[٣٢]. ودعا أيضاً التقييم الدولي الأخير لمبادرة التقييم الدولي للمعارف والعلوم والتكنولوجيا الزراعية الموجهة لأغراض التنمية (IAASTD) إلى التحول عن الممارسات الزراعية الحالية إلى نظم زراعية مستدامة قادرة على توفير زيادات كبيرة في الإنتاجية وكذلك تحسين خدمات النظم الإيكولوجية[٣٣].

ولقد أظهرت تقييمات أُجريت في البلدان النامية كيف أن الممارسات الزراعية التي تراعي حفظ الموارد تؤدي إلى تحسين إمدادات الخدمات البيئية وإلى زيادة الإنتاجية. ووجد استعراض لمشاريع تنمية زراعية في ٥٧ بلداً من البلدان المنخفضة الدخل أن زيادة كفاءة استخدام المياه والحد من استخدام مبيدات الآفات وإدخال تحسينات في صحة التربة هي أمور أدت إلى زيادات في غلات المحاصيل بلغت نسبتها في المتوسط ٧٩ في المائة[٣٤]. وخلصت دراسة أخرى إلى أن النظم الزراعية التي تراعي حفظ خدمات النظم الإيكولوجية باستخدام ممارسات من قبيل الحرث الذي يراعي حفظ الموارد وتنويع المحاصيل وتكثيف زراعة النباتات البقلية والمكافحة البيولوجية للآفات، تتعادل في أدائها مع النظم المكثفة التي تستخدم معدلات عالية من المدخلات[٣٥، ٣٦].

وسيحقق التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، عندما يُنفذ ويُدعم بفعالية، ما يلزم من نتائج "لكلا الجانبين" للتصدي للتحديات المزدوجة المتمثلة في إطعام

سكان العالم وإنقاذ كوكب الأرض. فالتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي سيتيح للبلدان أن تخطط لإنتاجها الزراعي وتطوره وتديره على نحو يلبي احتياجات المجتمع وتطلعاته، بدون أن تعرِّض للخطر حق الأجيال المقبلة في أن تتمتع بالمجموعة الكاملة من المنافع والخدمات البيئية. وسيكون من أمثلة هذا الوضع الذي يفيد كلا الجانبين - أي الذي يعود بالفائدة على المزارعين اقتصادياً ويعود بالفائدة كذلك على البيئة - حدوث انخفاض في الاستخدام المفرط لمدخلات من قبيل الأسمدة المعدنية وذلك إلى جانب زيادة الإنتاجية.

وفضلاً عن تحقيق التكثيف المستدام فوائد متعددة للأمن الغذائي وللبيئة، فإنه ينطوي على إمكانات كثيرة لصالح صغار المزارعين وأسرهم - الذين يشكلون أكثر من ثلث سكان العالم - وذلك بتحسين إنتاجيتهم وخفضه للتكاليف وبنائه قدرتهم على الصمود في مواجهة الضغوط وتعزيزه لقدرتهم على إدارة المخاطر[١٤]. وسيؤدي خفض الإنفاق على المدخلات الزراعية إلى الإفراج عن موارد كي تُستثمر في المزارع وفي غذاء الأسر الزراعية وصحتها وتعليمها[٢٩]. وستتحقق الزيادات في صافي دخل المزارعين بتكلفة بيئية أقل، مما يوفر فوائد خاصة وعامة على حد سواء[٣١].

المبادئ الرئيسية

لقد انبثقت نُهج النظام الإيكولوجي للتكثيف الزراعي خلال العقدين المنصرمين، عندما بدأ المزارعون يتبعون ممارسات مستدامة، من قبيل الإدارة المتكاملة للآفات والزراعة التي تراعي حفظ الموارد، استناداً في معظم الأحيان إلى أساليب تقليدية. ويتسم التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي باتباع نهج أكثر اتساماً بالطابع العام لإدارة الموارد الطبيعية، ويستند إلى مجموعة من المبادئ البيئية والمؤسسية والاجتماعية.

المبادئ البيئية

من اللازم اتباع نهج النظام الإيكولوجي في السلسلة الغذائية بأكملها من أجل زيادة أوجه الكفاءة وتعزيز نظام الأغذية العالمي. وعلى نطاق نظم زراعة المحاصيل، ينبغي أن تستند الإدارة إلى العمليات البيولوجية وإدماج طائفة من أصناف النباتات، فضلاً عن الاستخدام الحكيم لمدخلات خارجية من قبيل الأسمدة ومبيدات الآفات. ويستند التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي إلى نظم الإنتاج الزراعي والممارسات الإدارية الموصوفة في الفصول التالية. وهي تشمل ما يلي:

- الحفاظ على تربة صحية لتحسين تغذية المحاصيل؛
- زرع طائفة أوسع من الأصناف معاً وبالتناوب وبالتتابع؛
- استخدام أصناف مكيفة جيداً وعالية الغلة وبذور ذات نوعية جيدة؛
- الإدارة المتكاملة للآفات والأمراض والأعشاب الضارة؛
- إدارة المياه بكفاءة.

وسيلزم أن يكون التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، لكي يحقق أثره الأمثل على الإنتاجية والاستدامة، قابلاً للتطبيق على مجموعة واسعة التنوع من النظم الزراعية، ومناسباً لسياقات زراعية - إيكولوجية واجتماعية - اقتصادية محددة. ومن المسلّم به أن الممارسات الإدارية الملائمة هي أمر بالغ الأهمية لتحقيق فوائد خدمات النظم الإيكولوجية مع الحد من الأضرار التي تنجم عن الأنشطة الزراعية[٣٦].

المبادئ المؤسسية

سيكون من غير الواقعي أن يُعقد الأمل على أن يتبع المزارعون ممارسات مستدامة لمجرد أنها أكثر مراعاة للبيئة. وستتطلب ترجمة المبادئ البيئية إلى برامج عمل منسقة كبيرة النطاق دعماً مؤسسياً على كل من الصعيد الوطني والصعيد المحلي. وبالنسبة للحكومات، يتمثل التحدي في تحسين التنسيق والاتصال بين جميع القطاعات الفرعية للزراعة، بدءاً من الإنتاج ومروراً بالتصنيع وانتهاءً بالتسويق. ويجب إيجاد آليات لتعزيز الصلات المؤسسية من أجل تحسين صياغة سياسات واستراتيجيات للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، ومن أجل دعم التوسُّع في الدراسات النموذجية، وتجارب المزارعين، والمعارف المحلية والتقليدية.

وعلى الصعيد المحلي، لمنظمات المزارعين دور هام يجب أن تؤديه في تيسير الحصول على الموارد - لا سيما الأراضي والمياه والائتمان والمعارف - وكفالة الاستماع إلى صوت المزارعين[٣٧]. ويحتاج أيضاً صغار المزارعين إلى النفاذ إلى أسواق تتسم بالكفاءة والإنصاف، والحصول على حوافز تشجعهم على إدارة خدمات نظم إيكولوجية أخرى إلى جانب إنتاج الأغذية. وسيتوقف اتباع المزارعين للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي على الفوائد الملموسة التي تتحقق لهم، من قبيل زيادة الدخل وانخفاض الاحتياجات إلى اليد العاملة. وإذا عكس النظام الاقتصادي التكاليف بطريقة صحيحة، بما في ذلك التكلفة البيئية المرتفعة للممارسات غير المستدامة - فإن المعادلة ستصبح في صالح اتباع التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

المبادئ الاجتماعية

لقد وُصف التكثيف المستدام بأنه عملية "التعلم الاجتماعي"، بالنظر إلى أن المعارف المطلوبة ستكون أكبر عموماً من تلك التي تُستخدم في معظم النُهج الزراعية التقليدية[١٤]. ولذا سيتطلب التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي تعزيزاً كبيراً لخدمات الإرشاد، من المصادر التقليدية وغير التقليدية على حد سواء، لدعم اتباعه من قِبَل المزارعين. ومن أنجح نُهج تدريب المزارعين على إدماج ممارسات الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية ضمن نظمهم الزراعية منهجية الإرشاد المعروفة باسم مدارس المزارعين الحقلية[٣٨]. اتُبع نهج مدارس المزارعين الحقلية، الذي بدأ في جنوب شرق آسيا في أواخر ثمانينيات القرن العشرين كجزء من برنامج

إقليمي لمنظمة الأغذية والزراعة بشأن الإدارة المتكاملة لآفات الأرز، في أكثر من ٧٥ بلداً وأصبح يشمل الآن طائفة واسعة ومتزايدة من المحاصيل والقضايا المتعلقة بإنتاج المحاصيل.

ستتطلب تعبئة رأس المال الاجتماعي اللازم لتنفيذ التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي مشاركة الناس في صنع القرارات على الصعيد المحلي وضمان ظروف عمل لائقة وعادلة في مجال الزراعة، ويتطلب فوق ذلك كله الإعتراف بالدور الحيوي للمرأة في الزراعة. فالدراسات التي أجريت في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى تجمع في معظمها على دعم الاستنتاج القائل بأن الفروق في الغلال بين مزارع الرجال ومزارع النساء ناجمة بصورة رئيسية عن الفروق في الحصول على الموارد والخدمات الإرشادية. ويمكن لسدّ الفجوة بين الجنسين في الزراعة أن يحسِّن الإنتاجية، وأن يحقق فوائد إضافية هامة مثل زيادة دخل المزارعات وزيادة توفر الأغذية[٣٩].

طريق المضي قُدُماً

يمكن، بدعم على صعيد السياسات وبتمويل كافٍ، تنفيذ التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي في مساحات إنتاجية كبيرة، في فترة زمنية قصيرة نسبياً. والتحدي الذي يواجه واضعي السياسات هو إيجاد سبل فعالة للتوسع في التكثيف المستدام حتى تتسنى استفادة مئات الملايين من البشر منه في نهاية المطاف[٣٢]. ومن الناحية العملية، ستشمل مراحل التنفيذ الرئيسية ما يلي:

- تقييم الآثار السلبية المحتملة على النظام الإيكولوجي الزراعي التي تنجم عن الممارسات الزراعية الحالية. وهذا قد ينطوي على إجراء تقييم كمي لمؤشرات محددة، واستعراض الخطط مع أصحاب المصلحة على مستوى المنطقة أو المقاطعة.
- القيام على الصعيد الوطني بتحديد نظم الإنتاج التي يمكن أن تكون غير مستدامة وتتطلب بالتالي اهتماماً على سبيل الأولوية، وتحديد مجالات استدامة النظم الإيكولوجية (ومنها مثلاً صحة التربة، وجودة المياه، وحفظ التنوع البيولوجي) التي تمثل أولويات لأغراض التدخل.
- العمل مع المزارعين للتحقق من إقرار وتكييف التكنولوجيات التي تتعامل مع هذه الأولويات بطريقة متكاملة، واستخدام الخبرة المكتسبة لإعداد خطط من أجل الاستثمار ولإقامة مؤسسات ووضع سياسات ملائمة.
- نشر تنفيذ برامج (بمساعدة فنية ومع وجود سياسات تمكينية) استناداً إلى النُهج والتكنولوجيات الموصوفة في هذا الكتاب.
- الرصد والتقييم والاستعراض، مع إدخال تعديلات أثناء التنفيذ حيثما تدعو الحاجة إلى ذلك.

ويمكن أن تكون هذه العملية متكررة، وهي تعتمد في أي حالة على إدارة التفاعل بين السياسة والمؤسسات الوطنية، من ناحية، والتجربة المحلية الخاصة بالمزارعين والمستهلكين من الناحية الأخرى. ويمكن أن يساعد رصد المتغيرات الرئيسية المتعلقة بالنظم الإيكولوجية على تعديل مبادرات التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي وضبطها.

وعند إعداد البرامج، قد يكون من اللازم بالنسبة لواضعي السياسات أن ينظروا في قضايا تؤثر على كل من التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي وتنمية القطاع الزراعي ككل. فثمة خطر، مثلاً، يتمثل في أن السياسات التي تسعى إلى تحقيق وفورات الحجم من خلال تنمية سلاسل القيمة وتوحيد الحيازات من الأراضي قد تستبعد أصحاب الحيازات الصغيرة من العملية، أو تقلل من حصولهم على موارد الإنتاج. وتحسين البنية التحتية للنقل سييسر حصول المزارعين على إمدادات من الأسمدة والبذور، وكلتاهما ينطويان على أهمية بالغة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، وللأسواق. وبالنظر إلى المعدل المرتفع للخسائر التي تحدث

في السلسلة الغذائية - إذ يقدّر أن نسبة تتراوح من ٣٠ في المائة إلى ٤٠ في المائة من الأغذية تُفقد نتيجة للهدر والتلف على نطاق العالم - فإن الاستثمار في مرافق التصنيع والتخزين وسلسلة التبريد سيتيح مشاركة المزارعين في التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي بتحسين حصولهم على المعلومات المتعلقة بالإنتاج والأسواق من خلال التكنولوجيا الحديثة للمعلومات والاتصالات.

قد يكون من اللازم تنسيق الصكوك والاتفاقيات والمعاهدات الدولية ذات الصلة بالتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي وتحسينها وتنفيذها على نحو أكثر فعالية. وهذا سيتطلب تآزراً بين المنظمات الدولية المعنية بالتنمية الريفية والموارد الطبيعية، من قبيل منظمة الأغذية والزراعة، والصندوق الدولي للتنمية الزراعية، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومنظمة التجارة العالمية، والجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية - وكذلك الحكومات ومنظمات المجتمع المدني ورابطات المزارعين. ويلزم على وجه الاستعجال وجود قدرة على القيام، على كل من الصعيد الإقليمي والصعيد الوطني والصعيد المحلي، بتنفيذ ترتيبات الحوكمة المتفق عليها دولياً، من قبيل: المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، والاتفاقية الدولية لوقاية النباتات، واتفاقية التنوع البيولوجي (CBD)، والدستور الغذائي، واتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، واتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، والاتفاقات المتعلقة بالتنوع البيولوجي.

وإضافة إلى ذلك، يجسِّد عدد من الصكوك الدولية غير الملزمة قانوناً التعاون لتحسين الموارد الطبيعية ولاستخدامها المستدام. وتشمل هذه الصكوك خطوطاً توجيهية ومدونات - من قبيل المدونة الدولية لقواعد السلوك بشأن توزيع واستخدام مبيدات الآفات - التي ترمي إلى تحسين إدارة التهديدات العابرة للحدود التي يتعرض لها الإنتاج والبيئة وصحة الإنسان. وأخيراً، فقد أعد مقرر الأمم المتحدة الخاص المعني بالحق في الغذاء مبادئ توجيهية بشأن تأجير الأراضي والمضاربة في أسواق السلع الغذائية، ودعا إلى التوسع في اتباع النهُج الإيكولوجية في الزراعة.

ولا يوجد مخطط وحيد لنهج نظام إيكولوجي في ما يتعلق بتكثيف الإنتاج المحصولي. ومع ذلك، فقد استُحدثت طائفة متنوعة من الممارسات والتكنولوجيات الزراعية، التي كثيراً ما تكون قاصرة على مكان بعينه. وتصف الفصول ٢ و٣ و٤ و٥ و٦ مجموعة الأدوات الزاخرة هذه التي تحتوي على ممارسات ملائمة ويمكن تبنيها ويمكن تكييفها وتستند إلى النظام الإيكولوجي وتحسِّن إنتاجية المحاصيل ويمكن أن تكون بمثابة حجر الزاوية في البرامج الوطنية والإقليمية. ويقدم الفصل ٧ تفاصيل بيئة السياسات والترتيبات المؤسسية التي ستيسّر تبني التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي وتطبيقه على نطاق كبير.

الفصل ٢

النُظم الزراعية

سوف يبنى التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي على أساس نظم زراعية تقدم مجموعة عريضة من المنافع الإنتاجية والاجتماعية - الاقتصادية والبيئية للمنتجين وللمجتمع بوجه عام.

تُزرع المحاصيل في إطار طائفة واسعة من نظم الإنتاج. ويوجد في أحد طرفي هذه المتتالية نهج تدخلي، تسيطر فيه على معظم جوانب الإنتاج التدخلات التكنولوجية من قبيل حرث التربة، ومكافحة الآفات والأعشاب الضارة مكافحةً وقائية أو علاجية بواسطة المواد الكيماوية الزراعية، واستخدام الأسمدة المعدنية لتغذية النباتات. وتوجد في الطرف الآخر نظم الإنتاج التي تتبع نهجاً يهيمن عليه النظام الإيكولوجي والتي تكون نظماً منتجة وأكثر استدامة على حد سواء. وهذه النظم الزراعية - الإيكولوجية تتسم عموماً بإحداث درجة هزيلة من الاضطراب في النظام الإيكولوجي، وبتغذية النباتات من مصادر عضوية وغير عضوية، وباستخدام التنوع البيولوجي الطبيعي والمدار على حد سواء لإنتاج الغذاء والمواد الخام وخدمات النظم الإيكولوجية الأخرى. والإنتاج المحصولي المستند إلى نهج نظام إيكولوجي هو إنتاج يدعم صحة الأراضي الزراعية المستخدمة بالفعل، ويمكن أن يبعث الحياة من جديد في الأراضي المتروكة في حالة سيئة نتيجة لسوء استخدامها في الماضي[1].

وستتيح النظم الزراعية للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي تحقيق طائفة من الفوائد للمنتجين وللمجتمع ككل، وهي فوائد تتعلق بالإنتاجية وفوائد اجتماعية - اقتصادية وفوائد بيئية، من بينها ارتفاع واستقرار الإنتاج والربحية؛ والتكيف مع تغير المناخ والحد من القابلية للتأثر به؛ وتحسُّن أداء النظم الإيكولوجية وخدماتها؛ وحدوث انخفاضات في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن الزراعة وكذلك "الأثر الكربوني" للزراعة.

وستستند هذه النظم الزراعية إلى ثلاثة مبادئ أساسية هي ما يلي:

- تحقيق زيادة في الإنتاجية الزراعية مع تحسُّن خدمات النظم الإيكولوجية في الوقت ذاته؛
- رفع معدلات الكفاءة في استخدام المدخلات الرئيسية، ومن بينها المياه والمغذيات ومبيدات الآفات والطاقة والأراضي واليد العاملة؛
- استخدام التنوع البيولوجي المدار والطبيعي لبناء قدرة النظم على الصمود في مواجهة الضغوط اللاأحيائية والأحيائية والاقتصادية.

وستختلف الممارسات الزراعية المطلوبة لتنفيذ تلك المبادئ تبعاً للظروف والاحتياجات المحلية. ومع ذلك، سيكون من اللازم في جميع الحالات:

- أن تقلل إلى أدنى حد من اضطراب التربة وذلك بالإقلال إلى أدنى حد من الحرث الآلي وذلك توخياً للإبقاء على المادة العضوية الموجودة في التربة، وبنية التربة، وصحة التربة بوجه عام.
- أن تحسِّن وتصون الغطاء العضوي الواقي الموجود على سطح التربة، وذلك باستخدام المحاصيل ومحاصيل الغطاء أو مخلفات المحاصيل، توخياً لحماية سطح التربة، وحفظ الماء والمغذيات، وتعزيز النشاط البيولوجي للتربة، والمساهمة في الإدارة المتكاملة للأعشاب الضارة وللآفات.

مساهمة الممارسات الزراعية لنظم التكثيف المستدام في الخدمات الهامة للنظم الإيكولوجية

الهدف	عنصر النظام: غطاء المهاد	الإقلال إلى أدنى حد من الحرث أو انعدام الحرث	نباتات بقلية للإمداد بالمغذيات النباتية	تناوب زرع المحاصيل
محاكاة ظروف "أرضية الغابات" المثلى	✱	✱		
الحد من فقدان الرطوبة نتيجة للتبخر من سطح التربة	✱			
الحد من فقدان الرطوبة نتيجة للتبخر من طبقات التربة العلوية	✱	✱		
الإقلال إلى أدنى حد من أكسدة المادة العضوية الموجودة في التربة وفقدان ثاني أكسيد الكربون		✱		
الإقلال إلى أدنى حد من انضغاط التربة	✱	✱		
الإقلال إلى أدنى حد من تقلبات درجة الحرارة عند سطح التربة	✱			
توفير إمدادات بصفة منتظمة من المادة العضوية كطبقة حُتية من أجل نشاط متعضيات التربة	✱			
زيادة مستويات النتروجين في منطقة الجذور والإبقاء عليها	✱	✱	✱	✱
زيادة قدرة منطقة الجذور على تبادل الكاتيونات	✱	✱	✱	✱
زيادة رشح الأمطار إلى أقصى حد. والإقلال من السيح إلى أدنى حد	✱	✱		
الإقلال إلى أدنى حد من فقدان التربة في السيح والرياح	✱	✱		
السماح بتراكم طبقات طبيعية لآفاق التربة والحفاظ على ذلك التراكم من خلال نشاط النباتات والحيوانات الموجودة في التربة	✱	✱		
الإقلال إلى أدنى حد من الأعشاب الضارة	✱	✱		✱
زيادة معدل إنتاج الكتلة الحيوية	✱	✱	✱	✱
تسريع تعافي مسامية التربة بواسطة النباتات والحيوانات الموجودة في التربة	✱	✱	✱	✱
الحد من مدخلات اليد العاملة		✱		
الحد من مدخلات الوقود/الطاقة		✱	✱	✱
إعادة تدوير المغذيات	✱	✱	✱	✱
الحد من ضغط المُمرضات المتعلق بالآفات				✱
إعادة بناء أوضاع وديناميات التربة التي لحقت بها أضرار	✱	✱	✱	✱
خدمات التلقيح	✱	✱	✱	✱

Friedrich, T., Kassam, A.H. & Shaxson, F. 2009. Conservation agriculture. In: *Agriculture for developing countries. Science and technology options assessment (STOA) project.* European Parliament. Karlsruhe, Germany, European Technology Assessment Group.

- أن تزرع طائفة أوسع من أصناف النباتات - السنوية والمعمّرة - معاً وبالتتابع وبالتناوب، وهو ما يمكن أن يشمل أشجاراً وشجيرات ومراعٍ ومحاصيل، توخياً لتحسين تغذية المحاصيل وتحسين قدرة النظم على الصمود.

وهذه الممارسات الرئيسية الثلاث ترتبط عموماً بالزراعة التي تراعي حفظ الموارد (CA)، التي جرى تبنيها على نطاق واسع في كل من الأقاليم المتقدمة والأقاليم النامية على حد سواء. تُمارس الآن الزراعة التي تراعي حفظ الموارد في نحو ١١٧ مليون هكتار على نطاق العالم، أو نحو ٨ في المائة من مجموع أراضي المحاصيل. وتوجد أعلى مستويات تبني هذه الزراعة (أكثر من ٥٠ في المائة من أراضي المحاصيل) في استراليا وكندا والمخروط الجنوبي في أمريكا الجنوبية. ويتزايد تبني هذه الزراعة في أفريقيا وآسيا الوسطى والصين. ومع ذلك من اللازم أن تكون هذه الممارسات، لكي تحقق التكثيف المستدام الضروري لزيادة الإنتاج الغذائي، مدعومة بأربع ممارسات إدارية إضافية هي ما يلي:

- استخدام أصناف مكيفة جيداً وعالية الغلة قادرة على الصمود في مواجهة الضغوط الأحيائية واللاأحيائية وذات نوعية تغذوية محسّنة؛
- تحسين تغذية المحاصيل استناداً إلى التربة الصحية، من خلال تناوب زرع المحاصيل والاستخدام الحكيم للأسمدة العضوية وغير العضوية؛
- الإدارة المتكاملة للآفات والأمراض والأعشاب الضارة باستخدام ممارسات ملائمة، والتنوع البيولوجي، ومبيدات الآفات الانتقائية، التي تنطوي على خطر ضئيل، عند الحاجة إليها؛
- كفاءة استخدام المياه، بالحصول على "مزيد من المحاصيل من قطرات مياه أقل" مع الحفاظ على صحة التربة والإقلال إلى أدنى حد من المؤثرات الموجودة خارج المزرعة.

ومن الناحية المثالية، يمثل التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي مزيجاً من تلك الممارسات السبع جميعها التي تطبَّق في آن واحد بطريقة حسنة التوقيت وتتسم بالكفاءة. ومع ذلك، فإن نفس طابع نظم الإنتاج المستدامة هو طابع دينامي: فهي ينبغي أن تتيح للمزارعين توليفات محتملة كثيرة من الممارسات يمكنهم الاختيار من بينها وتكييفها، وفقاً لظروف الإنتاج المحلية الخاصة بهم ووفقاً للمعوقات التي يواجهونها[٢-٥].

وتساهم الممارسات الموصى بها، عند تطبيقها معاً، أو في توليفات شتى، في خدمات النظم الإيكولوجية الهامة وتعمل بشكل تآزري لتحقيق نواتج إيجابية من حيث إنتاجية عوامل الإنتاج ومن حيث الإنتاجية بوجه عام. فعلى سبيل المثال، في حالة هطول كمية معينة من الأمطار، يتوقف مدى توافر رطوبة التربة بالنسبة للنباتات على الكيفية التي يُدار بها سطح التربة، والمادة العضوية الموجودة في التربة، ونظم جذور النباتات. وتتحسن إنتاجية المياه في ظل توافر إمدادات جيدة من رطوبة التربة عندما تكون التربة صحية وتكون تغذية النباتات كافية. كذلك

فإن التسرُّب الجيد للمياه ووجود غطاء جيد للتربة يقللان إلى أدنى حد من التبخر السطحي ويزيدان إلى أقصى حد من كفاءة استخدام الماء وإنتاجيته، وهو أمر تؤدي فيه أيضاً قدرة النباتات ذاتها على امتصاص الماء واستخدامه دوراً.

وأحد المتطلبات الرئيسية للإنتاج المستدام إيكولوجياً هو أن تكون التربة صحية، مما يهيئ بيئة في منطقة الجذور تجعل نشاط النباتات والحيوانات الموجودة في التربة يبلغ حده الأمثل وتتيح جعل أداء الجذور يبلغ أقصى حد ممكن. فباستطاعة الجذور أن تمتص المغذيات النباتية والماء وأن تتفاعل مع طائفة من الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة والتي تعود بالفائدة على صحة التربة وعلى الأداء المحصولي[٢، ٦، ٧]. وصون أو تحسين محتوى التربة من المادة العضوية، وبنية التربة، ومساميتها المرتبطة بذلك، هي مؤشرات بالغة الأهمية للإنتاج المستدام ولخدمات النظم الإيكولوجية الأخرى.

كي يكون أي نظام زراعي مستداماً في الأجل الطويل فإن فقدان المادة العضوية الموجودة فيه يجب ألا يتجاوز أبداً معدل تكوُّن التربة. وفي معظم النظم الإيكولوجية - الزراعية، لا يتسنى ذلك إذا تعرضت التربة لاضطراب بفعل الآلات[٨]. ولذا، تتمثل نقطة انطلاق رئيسية من أجل التكثيف المستدام للإنتاج - ولبنة بناء رئيسية للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي - في صون بنية التربة ومحتواها من المادة العضوية بالحد من إحداث اضطراب آلي في التربة أثناء عملية تثبيت المحاصيل وإدارة المحاصيل لاحقاً.

لقد أدت طرق الإنتاج التي تقلل إلى أدنى حد من الحرث أو لا تلجأ إليه - كما تُمارس في الزراعة التي تراعي حفظ الموارد - إلى حدوث تحسن كبير في أحوال التربة والحد من التدهور وتحسين الإنتاجية في كثير من أنحاء العالم. وغالبية الأراضي الزراعية ما زالت تُحرث أو تجري تسويتها أو تُعزق قبل كل محصول وأثناء نمو المحصول. والهدف من ذلك هو تدمير الأعشاب الضارة وتيسير تسرب الماء وتثبيت المحاصيل. بيد أن تكرار حدوث اضطراب في التربة العلوية يدفن غطاء التربة وقد يزعزع بنية التربة. ويتمثل تأثير إضافي في انضغاط التربة، مما يقلل من الإنتاجية[٩].

ومن مساهمات الزراعة التي تراعي حفظ الموارد في التكثيف المستدام للإنتاج الإقلال إلى أدنى حد من إحداث اضطراب في التربة والإبقاء على سلامة مخلفات المحاصيل على سطح التربة. وتتضمن نُهج الزراعة التي تراعي حفظ الموارد الإقلال إلى أدنى حد من الحرث (أو الحرث السطحي)، الذي لا يُحدث اضطراباً إلا في نسبة التربة التي يجب أن تحتوي على صف البذور، وانعدام الحرث (الذي يسمى أيضاً عدم الحرث أو غرس البذور المباشر)، الذي ينمحي فيه اضطراب التربة بفعل الآلات وتُزرع فيه المحاصيل مباشرة في حوض بذور لا يكون قد حُرث منذ المحصول السابق[٣].

يتمثل اعتبار آخر في ما يتعلق بالإدارة بشأن التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي في دور كهرباء المزارع وتشغيلها الآلي. ففي كثير من البلدان، يمثل

انعدام كهرباء المزارع عائقاً رئيسياً يحول دون تكثيف الإنتاج[١٠]. فباستخدام العمل اليدوي وحده، يستطيع المزارع أن يزرع ما يكفي من الغذاء لإطعام ثلاثة أشخاص في المتوسط إضافة إليه. ومع استخدام الجر الحيواني، يتضاعف هذا العدد، ومع استخدام جرار يزيد العدد إلى ٥٠ شخصاً أو أكثر[١١]. ويمكن أن يؤدي التشغيل الآلي الملائم إلى تحسين كفاءة الطاقة في إنتاج المحاصيل، مما يحسن الاستدامة والقدرة الإنتاجية ويقلل من التأثيرات الضارة على البيئة[١٢،١٣].

وفي الوقت ذاته، يشير عدم اليقين بشأن سعر وتوافر الطاقة في المستقبل إلى ضرورة اتخاذ تدابير للحد من الاحتياجات بوجه عام من حيث كهرباء المزارع وطاقتها. وباستطاعة الزراعة التي تراعي حفظ الموارد أن تقلل من تلك الاحتياجات بما يصل إلى ٦٠ في المائة، مقارنةً بالزراعة التقليدية. ويرجع الوفر إلى أن غالبية العمليات الحقلية الكثيفة الاستخدام للكهرباء، من قبيل الحرث، تنمحي أو تقل إلى أدنى حد، مما يخفف من أزمات اليد العاملة والكهرباء لا سيما أثناء تحضير الأرض. ويقل كثيراً الاستثمار في المعدات، لا سيما عدد وحجم الجرارات (وإن كانت الزراعة التي تراعي حفظ الموارد تتطلب استثماراً في أدوات زراعية جديدة وملائمة). وتنطبق الوفورات أيضاً على صغار المزارعين الذين يستخدمون العمل اليدوي أو الجر الحيواني. إذ تشير دراسات أُجريت في جمهورية تنزانيا المتحدة إلى أن الاحتياجات إلى اليد العاملة انخفضت بأكثر من النصف في السنة الرابعة لتطبيق أسلوب عدم الحرث في ما يتعلق بالذرة مع محاصيل غطاء[١٤].

المعوقات المحتملة

تمثل بعض الأقاليم الزراعية تحديات خاصة في ما يتعلق بإدخال ممارسات محددة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. فعلى سبيل المثال، في إطار الزراعة التي تراعي حفظ الموارد، قد يحد انعدام هطول الأمطار في المناطق دون الرطبة وشبه القاحلة من إنتاج الكتلة الحيوية، مما يحد من كمية المحاصيل التي يمكن حصدها وكذلك من كمية المخلفات المتاحة للاستخدام كغطاء للتربة، أو علف، أو وقود. ومع ذلك، فإن الوفورات في استخدام المياه التي تتحقق بعدم حرث التربة تفضي عموماً إلى زيادات في الغلة في السنوات الأولى للتطبيق، على الرغم من انعدام المخلفات. وقد يتبين أن شح المغذيات النباتية عامل مقيِّد في المناطق الأكثر رطوبة، ولكن المستويات الأعلى من نشاط التربة البيولوجي الذي يتحقق يمكن أن يحسِّن مدى توافر الفوسفور وغيره من المغذيات في الأجل الطويل[٧،١٥].

وكثيراً ما تُعتبر نظم الحرث التي تسبب مستوى منخفضاً من الاضطراب في التربة، أو نظم انعدام الحرث، غير ملائمة للزراعة في أصناف التربة سيئة الصرف أو المضغوطة، أو في أصناف التربة الشديدة الصلصال في المناخات الباردة والرطبة. وفي الحالة الأولى، إذا نجم سوء التصريف عن وجود مدى للتربة لا يمكن أن ينفذ الماء إليه بحيث يتعذر أن تصل إليه معدات الحرث، فإن الوسائل البيولوجية - من قبيل الجذور الراشحة وديدان الأرض والنمل الأبيض - يمكن أن تكسر هذه الحواجز

العميقة التي تحول دون رشح الماء. وبمرور الوقت، تتيسر هذه الحلول البيولوجية بحدوث درجة هزيلة من الاضطراب في التربة. وفي الحالة الثانية، تستغرق أصناف التربة المغطاة بمهاد وقتاً أطول لكي تدفأ وتجف، مقارنةً بالأرض المحروثة. ومع ذلك، يمارس مزارعون عدم الحرث ممارسة ناجحة في ظل ظروف شديدة البرودة في كندا وفنلندا، حيث وجدت دراسات أن درجة حرارة أصناف التربة المغطاة لا تنخفض كثيراً في الشتاء[١٣،١٦].

وثمة تصور مغلوط آخر بشأن النظم القائمة على الإقلال إلى أدنى حد من الحرث أو انعدامه هو أن تلك النظم تؤدي إلى زيادة استخدام مبيدات الحشرات ومبيدات الأعشاب. وفي بعض النظم المكثفة، أدى التطبيق المتكامل لانعدام الحرث والتغطية بمهاد وتنويع المحاصيل إلى حدوث انخفاض في استخدام مبيدات الحشرات ومبيدات الأعشاب، وذلك من حيث الكميات المطلقة وكذلك العناصر الفاعلة المستخدمة لكل طن من الإنتاج، مقارنةً بالزراعة القائمة على الحرث[١٢،١٣].

في النظم اليدوية الخاصة بأصحاب الحيازات الصغيرة، يمكن الاستعاضة عن مبيدات الأعشاب بالإدارة المتكاملة للأعشاب الضارة. فعلى سبيل المثال، منذ بدء تطبيق الزراعة التي تراعي حفظ الموارد في منطقة كاراتو، بجمهورية تنزانيا المتحدة، في سنة ٢٠٠٥ توقف المزارعون عن الحرث والعزق وأصبحوا يزرعون محاصيل مختلطة من الذرة التي تُبذر بذورها مباشرة، والفاصوليا الياقوتية، والبسلة الهندية. وهذا النظام ينتج مهاداً سطحياً جيداً، بحيث تتسنى إزالة الأعشاب الضارة يدوياً بدون الحاجة إلى مبيدات للأعشاب. وفي بعض السنوات، تُزرع الحقول قمحاً وقد كانت النتائج التي تحققت بذلك إيجابية بوجه عام، بحيث زادت غلات الذرة من متوسط قدره طن واحد للهكتار إلى ٦ أطنان للهكتار. وقد تحققت هذه الزيادة الهائلة في الغلة بدون استخدام مواد كيماوية زراعية وباستخدام روث الماشية لتعديل التربة وكسماد[١٧].

وثمة عائق محتمل آخر يحول دون التطبيق الواسع للزراعة التي تراعي حفظ الموارد هو الافتقار إلى وجود معدات ملائمة، من قبيل آلات بذر البذور وغرس النباتات التي لا تعتمد على الحرث إطلاقاً. وهي آلات كثيراً ما لا تتوافر لصغار المزارعين في البلدان النامية. وحتى حيثما كانت هذه المعدات تُباع، فإنها تكون في معظم الحالات أبهظ تكلفة من المعدات التقليدية وتتطلب قدراً كبيراً من الاستثمار الأولي من جانب المُزارع. ويمكن تذليل هذه المعوقات بتيسير سلاسل الإمداد بالمدخلات، وبالتصنيع المحلي للمعدات، وبالترويج لخدمات المقاولين أو مخططات تقاسم المعدات في ما بين المُزارعين من أجل الحد من التكاليف. ويمكن العثور على أمثلة رائعة لهذه النُهج في سهل الغانج - الهندي. وفي معظم سيناريوهات المزارع الصغيرة، ستلبي آلات غرس النباتات التي ينعدم معها حرث الأرض وتستخدم الجر الحيواني احتياجات مُزارع وحيد وتتجاوزها.

نظم زراعية للحفظ والتوسع

يبلغ نهج النظام الإيكولوجي في تكثيف الإنتاج المحصولي أقصى درجات فعاليته عندما تُستخدم معاً ممارسات ملائمة تعزز كل سياسة منها الأخرى. وحتى حيثما لا يتسنى تنفيذ جميع الممارسات الموصى بها في الوقت ذاته، ينبغي تشجيع التحسين صوب تحقيق تلك الغاية. ويمكن بسهولة إدماج مبادئ التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي ضمن النظم الزراعية التي إما تتسم بسمات مشتركة مع سمات النُهج المستندة إلى النظام الإيكولوجي أو يمكن تحسينها بدعمها بمبادئ مماثلة.

الإنتاج المحصولي – الحيواني المتكامل

يمارس معظم أصحاب الحيازات الصغيرة في البلدان النامية نظماً متكاملة للإنتاج المحصولي – الحيواني. وللمراعي وظائف إيكولوجية هامة: فهي تحتوي على نسبة مئوية عالية من الحشائش المعمِّرة، التي تعزل وتختزن بأمان كميات كبيرة من الكربون في التربة بمعدلات تتجاوز كثيراً المعدلات الخاصة بالمحاصيل السنوية. ويمكن زيادة تعزيز تلك القدرة بواسطة الإدارة الملائمة، مثلاً بإحلال مغذيات أخرى محل المغذيات الخارجة، والحفاظ على التنوع في أصناف النباتات، وإتاحة فترات كافية للتعافي بين استخدام الأراضي لأغراض الرعي أو القطع.

وفي النظم الزراعية التقليدية، يوجد تمييز واضح بين المحاصيل الصالحة للزراعة والمراعي. ومع التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، يتوقف وجود هذا التمييز، بالنظر إلى أن المحاصيل السنوية يمكن تناوبها مع الرعي بدون التدخل المدمر الذي يمثله حرث التربة، و "زرع المحاصيل مع الرعي" هذا هو تطور مثير في عدد من البلدان. ففي استراليا، ينطوي زرع المحاصيل مع الرعي على زرع محاصيل شتوية بالبذْر المباشر لحبوب، من قبيل الشوفان، ضمن مراعٍ تنمو صيفاً في الأغلب وتحتوي على أصناف محلية بصفة رئيسية. وتشمل الفوائد التي تشير إليها التجارب الحقلية انخفاض خطر التشبع بالمياه، ورشح النترات، وتحات التربة[١٨].

وقد سخّرت الابتكارات العملية تآزرات بين الإنتاج المحصولي والإنتاج الحيواني وإنتاج الحراجة الزراعية لتحسين الاستدامة الاقتصادية والإيكولوجية مع توفير تدفق من الخدمات القيِّمة التي تقدمها النظم الإيكولوجية، وعن طريق زيادة التنوع البيولوجي، وكفاءة إعادة تدوير المغذيات، وتحسين صحة التربة، وحفظ الغابات، تؤدي هذه النظم إلى زيادة الصمود البيئي، وتساهم في التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره. وهي تحسِّن أيضاً تنويع سبل العيش وكفاءتها بتحسينها مدخلات الإنتاج، ومن بينها اليد العاملة، إلى الحد الأمثل، وبزيادتها القدرة على الصمود في مواجهة الضغوط الاقتصادية[١٩].

الإنتاج المستدام للأرز – القمح

لقد كان اتحاد الأرز – القمح، وهو مبادرة للجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية والمراكز الوطنية للبحوث الزراعية، هو رائد تحقيق الإنتاجية المستدامة في النظم الزراعية للأرز – القمح في سهل الغانج – الهندي في بنغلاديش والهند

فِصَّة

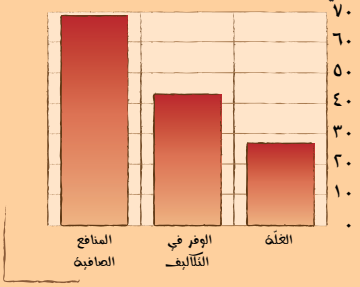
ونيبال وباكستان. وقد أُطلق هذا المشروع في تسعينيات القرن العشرين استجابة لوجود دليل على حدوث جمود في إنتاجية المحاصيل، وفقدان المادة العضوية الموجودة في التربة، وانحسار مستودعات المياه الجوفية[٢٠].

وينطوي النظام على زرع القمح بعد الأرز باستخدام آلة لبذر البذور يجرها جرار. وتَبْذر البذور مباشرة في الحقول غير المحروثة بالمرور مرة واحدة فقط. وبالنظر إلى أن هذه الآلة الزراعية المتخصصة لم تكن متاحة أصلاً في جنوب آسيا، فإن السبيل إلى نشر التكنولوجيا كان يتمثل في إيجاد قدرة تصنيع محلية للإمداد بآلات ميسورة التكلفة لبذر البذور بدون حرث للأرض على الإطلاق. ويوفر القمح الذي يُزرع بدون حرث على الإطلاق فوائد اقتصادية فورية ويمكن التعرف عليها ويمكن التدليل عليها أيضاً. فهو يتيح الزرع في وقت أبكر، ويساعد على مكافحة الأعشاب الضارة، ويحقق فوائد كبيرة من حيث حفظ الموارد، بما في ذلك الحد من استخدام وقود الديزل ومياه الري. وتقدّر وفورات التكلفة بما يبلغ ٥٢ دولاراً أمريكياً لكل هكتار، نتيجة في المقام الأول لما يتحقق من انخفاض هائل في وقت استخدام الجرارات وفي استخدام الوقود لتحضير الأرض وتثبيت القمح.

وقد تبنى نحو ٦٢٠٠٠٠ مزارع يعملون في ١،٨ مليون هكتار من أراضي سهل الغانج – الهندي هذا النظام، بحيث يبلغ متوسط زيادات الدخل التي تتحقق لكل أسرة معيشية ما يتراوح من ١٨٠ دولاراً أمريكياً إلى ٣٤٠ دولاراً أمريكياً. وسيتطلب تكرار هذا النهج في مكان آخر أعمال بحث وتطوير تكيفية وتشاركية في المزارع، وإقامة صلات بين المزارعين وموردي التكنولوجيا. وسيتطلب قبل كل شيء تدخلات تكون جذابة من الناحية المالية[٢١].

القمح

ميزة الزراعة بدون حرث على الزراعة بالحرث التقليدي من الناحية المالية في هاريانا بالهند (دولار/ هكتار)



Erenstein, O. 2009. Adoption and impact of conservation agriculture based resource conserving technologies in South Asia. In: Proceedings of the 4th world congress on conservation agriculture, February 4–7, 2009, New Delhi, India. *New Delhi, World Congress on Conservation Agriculture.*

الحراجة الزراعية

تتزايد ممارسة نظم الحراجة الزراعية، التي تنطوي على زرع محاصيل معمّرة ومحاصيل سنوية خشبية، في الأراضي المتدهورة، عادةً مع نباتات بقلية معمّرة. ويكون أداء الزراعة التي تراعي حفظ الموارد جيداً في حالة اقترانها بالحراجة الزراعية ونظم المحاصيل الشجرية المتعددة، وهذه الزراعة يمارسها بشكل ما مزارعون في أقاليم نامية وفي أقاليم متقدمة على حد سواء. ويمكن زيادة تعزيز هذه النظم بتحسين عمليات زرع المحاصيل معاً، ومن بينها النباتات البقلية، وتحقيق تكاملها مع الثروة الحيوانية. ويمثل زرع المحاصيل في ممرات ضيقة ابتكاراً في هذا المجال يتيح فوائد من حيث الإنتاجية وفوائد اقتصادية وبيئية للمنتجين[٢٢]. وثمة مثال آخر هو استخدام كثافات متباينة "لأشجار الأسمدة" تعزز تثبيت النتروجين بيولوجياً، وتحفظ الرطوبة، وتُزيد من إنتاج الكتلة الحيوية لأغراض استخدامها كمخلفات سطحية (انظر الفصل ٣، صحة التربة).

الفِصَّة الشجرية

نظام المِخَطّ ذي المخالب الطولانية المنقبة في ناميبيا

يستخدم المزارعون في شمال ناميبيا ممارسات الزراعة الحفظية في إنتاج محاصيل قادرة على تحمل الجفاف من ضمنها الدُخن والذرة الرفيعة والذرة. ويستخدم هذا النظام الزراعي مِخَطّاً ذا مخالب طولانية منقّبة يسحبه جرّار زراعي لشقّ سطح التربة الصلب حتى عمق ٦٠ سم وتشكيل أثلام من أجل جمع مياه الأمطار داخل الحقل. وتتركز المياه المستجمعة في منطقة نمو جذور المحاصيل التي تزرع في الخطوط الشقّية مع خليط من الأسمدة الكيماوية والطبيعية. وتستخدم الجرارات في السنة الأولى فحسب لتأسيس النظام. وابتداءً من السنة الثانية فصاعداً يقوم المزارعون بزرع المحاصيل بصورة مباشرة في الخطوط الشقّية مستخدمين مِبذر مباشر تجره الحيوانات.

وتستهلك الحيوانات الزراعية بصورة رئيسية مخلفات المحاصيل. غير أن الكتلة الحيوية الزائدة التي ينتجها النظام تقدم كذلك بعض المخلفات التي تستخدم غطاءً يحمي التربة. كما يجري تشجيع المزارعين على زراعة المحاصيل بالتناوب مع البقول. وتؤدي هذه الأساليب إلى إطالة موسم النمو وتحسين بنية التربة وخصوبتها وقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة. وقد زاد متوسط غلات الذرة من ٣٠٠ كغم/هكتار إلى ما يربو على ١,٥ طن.

نظم الإنتاج الأخرى

إن **الزراعة العضوية**، عندما تُمارس اقتراناً بالزراعة التي تراعي حفظ الموارد، يمكن أن تؤدي إلى تحسن صحة التربة والإنتاجية، وزيادة الكفاءة في استخدام المادة العضوية، وتحقيق وفورات في الطاقة. والزراعة العضوية التي تراعي حفظ الموارد تخدم بصفة رئيسية الأسواق الخاصة وتُمارس في أجزاء من البرازيل، وألمانيا، والولايات المتحدة الأمريكية، ويمارسها بعض المزارعين الكفافيين في أفريقيا. أما **الزراعة المتنقلة**

الذرة

فهي تستتبع تطهير أراضي الغابات من أجل الإنتاج المحصولي وهجرها بعد ذلك، مما يتيح إعادة التشجير الطبيعية وتعافي المغذيات النباتية المستنفدة. ومع أن الزراعة المتنقلة كثيراً ما يُنظر إليها نظرة سلبية، فإنها يمكن تكييفها بحيث تتبع نظماً يقلل فيها زرع محاصيل متنوعة (بما في ذلك النباتات البقلية والنباتات المعمّرة) من الحاجة إلى تطهير الأراضي. وقد ثبت أيضاً أن نُهُجاً أخرى مستندة إلى النظام الإيكولوجي، من قبيل **نظام تكثيف الأرز**، تكون ناجحة، في ظل ظروف محددة، كأساس للتكثيف المستدام[٢٣].

طريق المضي قُدُماً

ستستند النظم الزراعية الرامية إلى التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي إلى المبادئ الأساسية الثلاثة المبينة في هذا الفصل، والتي تطبَّق باستخدام الممارسات الإدارية السبع الموصى بها وهي: الإقلال إلى أدنى حد من إحداث اضطراب في التربة، ووجود غطاء تربة عضوي دائم، وتنويع الأصناف التي تُزرع، واستخدام أصناف مكيفة وعالية الغلة مأخوذة من بذور جيدة، والإدارة المتكاملة للآفات، وتغذية النباتات استناداً إلى أصناف التربة الصحية، وإدارة المياه بكفاءة. ويشكّل إدماج المراعي والأشجار والثروة الحيوانية ضمن نظام الإنتاج، واستخدام مصادر طاقة المزارع ومعداتها استخداماً كافياً وملائماً، عنصرين رئيسيين أيضاً من عناصر التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

ويمكن أن يحدث بسرعة التحول إلى نظم التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي عندما توجد بيئة تمكينية ملائمة، أو أن يحدث تدريجياً في المناطق التي يواجه فيها المزارعون معوقات زراعية - إيكولوجية أو اجتماعية - اقتصادية أو سياساتية معينة، من بينها الافتقار إلى المعدات الضرورية. وبينما سيتحقق بعض الفوائد الاقتصادية والبيئية في الأجل القصير، من الضروري وجود التزام أطول أجلاً من جانب جميع أصحاب المصلحة لتحقيق الفوائد الكاملة لهذه النُظم.

وسيكون رصد التقدم المحرز في ممارسات نظم الإنتاج ونواتجها أمراً ضرورياً. وتشمل المؤشرات الاجتماعية - الاقتصادية ذات الصلة مدى الربح الذي تحققه المزارع، وإنتاجية عوامل الإنتاج، ومقدار المدخلات الخارجية المستخدمة مقابل كل وحدة من الناتج، وعدد المُزارعين الذين يمارسون نظماً مكثّفة مستدامة، والمساحة المشمولة، واستقرار الإنتاج. ومؤشرات خدمات النظم الإيكولوجية ذات الصلة هي: وجود مستويات مرضية من المادة العضوية في التربة، وتوافر مياه نقية من منطقة تُمارس فيها الزراعة المكثفة، وانخفاض تحات التربة، وزيادة التنوع البيولوجي والحياة البرية داخل المناظر الطبيعية الزراعية، وحدوث انخفاض في الأثر الكربوني وكذلك في غازات الاحتباس الحراري.

ونظم الإنتاج الرامية إلى التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي تتسم بكثافة المعارف ويُعتبر تعلمها وتطبيقها أمراً معقداً نسبياً. فبالنسبة لمعظم المزارعين والعاملين في مجال الإرشاد والباحثين وواضعي السياسات، تُعتبر هذه النظم أسلوباً جديداً لممارسة عملهم. وبناءً على ذلك، ثمة حاجة ماسة إلى بناء القدرة وتوفير فرص للتعلم (مثلاً من خلال مدارس المزارعين الحقلية) ودعم تقني من أجل تحسين مهارات جميع أصحاب المصلحة. وهذا سيتطلب دعماً منسقاً على المستويين الدولي والإقليمي لتعزيز المؤسسات الوطنية والمحلية. وسيتعين على مؤسسات التعليم والتدريب الرسمية على المستويين العالي والثانوي الارتقاء بمناهجها بحيث تتضمن تدريس مبادئ وممارسات التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

الفصل ٣

صحة التربة

يجب، بمعنى الكلمة، على الزراعة أن تعود إلى جذورها بإعادة اكتشاف أهمية التربة الصحية، والاستفادة من المصادر الطبيعية لتغذية النباتات، واستخدام الأسمدة المعدنية استخداماً حكيماً.

إن التربة أساسية للإنتاج المحصولي. فبدون التربة، لا يمكن إنتاج أي غذاء على نطاق كبير، ولا يمكن إطعام الثروة الحيوانية. والتربة، لأنها محدودة وهشة، مورد ثمين يتطلب عناية خاصة من مستخدميها. وكثرة من النظم الحالية لإدارة التربة والمحاصيل غير قابلة للاستدامة. فمن جانب، أدى الإفراط في استخدام الأسمدة، في الاتحاد الأوروبي، إلى ترسُّب النتروجين مما يهدد استدامة نسبة من الطبيعة تقدّر بما يبلغ ٧٠ في المائة[١]. وعلى الجانب الآخر، في معظم أنحاء أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، تعني قلة استخدام الأسمدة عدم التعويض عن مغذيات التربة التي تخرج منها مع المحاصيل، مما يفضي إلى تدهور التربة وانخفاض الغلات.

كيف نشأت الحالة الراهنة؟ لقد كانت القوة المحركة الرئيسية هي تزايد عدد سكان العالم بمقدار أربعة أمثال خلال السنوات المائة المنصرمة، مما تطلب تغييراً جوهرياً في إدارة التربة والمحاصيل من أجل إنتاج مزيد من الطعام. وقد تحقق هذا جزئياً بفضل استحداث أسمدة معدنية، لا سيما النتروجين لأن توافر النتروجين هو أهم عامل يحدد الغلة في ما يتعلق بجميع المحاصيل الرئيسية، وبفضل استخدام تلك الأسمدة المعدنية على نطاق ضخم[٢-٥].

وقبل اكتشاف الأسمدة النتروجينية المعدنية، استغرق بناء مخزونات نتروجينية في التربة قروناً[٦]. وعلى النقيض من ذلك، كانت الزيادة الهائلة التي تحققت في إنتاج الأغذية في آسيا أثناء الثورة الخضراء ترجع بدرجة كبيرة إلى الاستخدام المكثف للتسميد المعدني، إلى جانب تحسُّن الجبلات الوراثية وتحسُّن الري. ازداد الإنتاج العالمي لأسمدة الأملاح المعدنية بنحو ٣٥٠ في المائة، أي من ٣٣ مليون طن الى ١٤٦ مليون طن، بين ١٩٦١ و٢٠٠٢[٧]. وكانت الأسمدة المعدنية مسؤولة عن نسبة تقدّر بما يبلغ ٤٠ في المائة من الزيادة في إنتاج الأغذية التي سُجلت على مدى السنوات الأربعين الأخيرة[٨].

وقد انطوت أيضاً مساهمة الأسمدة في إنتاج الأغذية على تكاليف كبيرة بالنسبة للبيئة. فحالياً، توجد في آسيا وأوروبا أعلى معدلات لاستخدام الأسمدة المعدنية في العالم مقابل كل هكتار، وتواجه آسيا وأوروبا أيضاً أكبر مشاكل التلوث البيئي الناجمة عن الاستخدام المفرط للأسمدة، ومن بين هذه المشاكل تحمُّض التربة والمياه، وتلوث موارد المياه السطحية والجوفية، وتزايد انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الفعالة. ولا يتجاوز حالياً مستوى كفاءة امتصاص النتروجين في الصين ما يتراوح من نحو ٢٦ في المائة إلى ٢٨ في المائة في حالة الأرز والقمح والذرة ويقل عن ٢٠ في المائة في حالة محاصيل الخضر[٩]. أما الباقي فهو يكون من نصيب البيئة ببساطة.

وأثر الأسمدة المعدنية على البيئة هو مسألة تتعلق بالإدارة - مثلاً، ما هو مدى الكمية التي تُستخدم من تلك الأسمدة مقارنةً بالكمية التي تخرج مع المحاصيل، أو طريقة وتوقيت الاستخدامات. وبعبارة أخرى، فإن كفاءة استخدام الأسمدة، لا سيما النتروجين والفوسفور، هي التي تحدد ما إذا كان هذا الجانب من إدارة التربة نعمة للمحاصيل، أو نقمة للبيئة.

ولذا فإن التحدي يتمثل في نبذ الممارسات الحالية غير القابلة للاستدامة والتحرك صوب رعاية الأراضي التي يمكن أن توفر أساساً متيناً للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. وثمة حاجة في كثير من البلدان إلى تغيرات بعيدة المدى في ما يتعلق بإدارة التربة. وتستند النُهج الجديدة المنادى بها هنا إلى العمل الذي تضطلع به منظمة الأغذية والزراعة[١٠-١٢] ومؤسسات أخرى كثيرة[١٣-٢٠]، وتركز على إدارة صحة التربة.

مبادئ إدارة صحة التربة

لقد عُرِّفت صحة التربة بأنها: "قدرة التربة على أن تعمل كنظام حي. فالتربة الصحية تحتفظ بمجموعة متنوعة من متعضيات التربة التي تساعد على مكافحة أمراض النباتات، والآفات الحشرية والأعشاب الضارة، وتشكل اتحادات تكافلية مفيدة مع جذور النباتات، وتعيد تدوير المغذيات النباتية الأساسية، وتحسِّن بنية التربة بما يحقق نتائج إيجابية بالنسبة لقدرة التربة على حفظ المياه والمغذيات فيها، وتحسن في نهاية الأمر الإنتاج المحصولي"[٢١]. ويمكن أن يضاف إلى ذلك التعريف منظور نظام إيكولوجي: التربة الصحية لا تلوِّث بيئتها؛ بل تساهم، بالأحرى، في التخفيف من آثار تغير المناخ بالحفاظ على محتواها الكربوني أو بزيادته.

وتحتوي التربة على أحد أكثر تجمعات كوكب الأرض تنوعاً من المتعضيات الحية، التي يوجد بينها رباط وثيق عن طريق شبكة غذائية معقدة. ويمكن أن تكون التربة إما مريضة أو صحية، تبعاً لكيفية إدارتها. وثمة سمتان جوهريتان للتربة الصحية هما التنوع الثري في نباتاتها وحيواناتها وارتفاع محتوى المادة العضوية غير الحية فيها. فإذا زادت المادة العضوية أو حوفظ عليها عند مستوى مرضٍ من أجل نمو محاصيل منتجة، يمكن أن يكون من المعقول افتراض أن التربة صحية. والتربة الصحية قادرة على تحمُّل تفشي الآفات التي تحملها التربة. فعلى سبيل المثال، يقل كثيراً اعتبار العشبة الضارة الطفيلية *Striga* مشكلة في التربة الصحية[٢٢]. فحتى الضرر الذي ينجم عن الآفات غير الموجودة في التربة، من قبيل ثقّابات جذوع الذرة، يقل في التربة الخصبة[٢٣]. ويزيد تنوع نباتات وحيوانات التربة في المناطق الاستوائية مقارنةً بالتربة الموجودة في المناطق المعتدلة المناخ[٢٤].

وبالنظر إلى أن معدل التكثيف الزراعي في المستقبل سيكون أكبر عموماً في المناطق الاستوائية، فإن النظم الإيكولوجية الزراعية الموجودة هناك معرضة لخطر تدهور التربة بوجه خاص. وأي خسائر في التنوع البيولوجي، وفي أداء النظم الإيكولوجية لعملها في نهاية الأمر، سيؤثر على المزارعين الكفافيين في المناطق الاستوائية أكثر مما سيؤثر على المزارعين الكفافيين في الأقاليم الأخرى، وذلك لأنهم يعتمدون إلى حد أكبر على هذه العمليات وخدماتها.

والتفاعلات الوظيفية بين نباتات وحيوانات التربة والمكونات العضوية وغير العضوية والهواء والماء تحدد قدرة التربة على تخزين وإطلاق المغذيات والماء للنباتات، وعلى تعزيز وإدامة نمو النباتات، ووجود احتياطيات كبيرة من المغذيات

المخزونة ليس، في حد ذاته، ضماناً لاتسام التربة بدرجة خصوبة عالية أو ضماناً لإنتاج محصولي كبير. فبالنظر إلى أن النباتات تمتص معظم مغذياتها في شكل ينحل في الماء، فإن تحويل المغذيات وتدويرها - من خلال عمليات قد تكون بيولوجية أو كيميائية أو فيزيائية – أمر ضروري. ويلزم نقل المغذيات إلى جذور النباتات من خلال ماء يتدفق بحرية. ولذا فإن بنية التربة هي مكوِّن رئيسي آخر من مكونات التربة الصحية لأنها تحدد قدرة التربة على حفظ المياه فيها وتحدد مدى عمق تجذّر النباتات. وعمق تجذُّر النباتات قد تقيده معوقات فيزيائية، من قبيل ارتفاع منسوب المياه الجوفية، أو وجود طبقة سفلية من الصخور الصلبة أو طبقات أخرى لا يمكن أن ينفذ منها الماء. وقد تقيده أيضاً مشاكل كيميائية من قبيل حموضة التربة أو ملوحتها أو تمعدنها الشفاف أو وجود مواد سامة فيها.

ووجود نقص في أي من المغذيات الخمسة عشر اللازمة لنمو النبات يمكن أن يحد من غلة المحاصيل. ولتحقيق الإنتاجية الأعلى اللازمة لتلبية الطلب على الأغذية في الحاضر والمستقبل، من الضروري كفالة توافر تلك المغذيات في التربة واستخدام كمية متوازنة من المغذيات، المستمدة من مصادر عضوية ومن أسمدة معدنية، إذا دعت الحاجة إلى ذلك. وتوافر المغذيات الدقيقة في الوقت المناسب في الأسمدة "المقواة" هو مصدر محتمل لتحسين تغذية المحاصيل عند حدوث أوجه نقص.

ويمكن أيضاً إضافة النتروجين إلى التربة بإدماج البقليات والأشجار التي تثبِّت النتروجين ضمن نظم زرع المحاصيل (انظر أيضاً الفصل ٢، النظم الزراعية). وبالنظر إلى أن الأشجار وبعض النباتات البقلية التي تحسِّن التربة تكون لها جذور عميقة فإن تلك الأشجار والنباتات لديها القدرة على أن تضخ إلى أعلى من التربة التحتية المغذيات التي لم تكن لتصل إلى المحاصيل بغير ذلك. ويمكن تحسين تغذية المحاصيل باتحادات بيولوجية أخرى، منها مثلاً الاتحادات بين جذور المحاصيل وفطر جذرية التربة، مما يساعد الكاسافا على الحصول على الفوسفور في أصناف التربة المستنفدة، وحيثما تفشل عمليات النظم الإيكولوجية هذه في الإمداد بالمغذيات الكافية لتحقيق غلات عالية، سيتوقف الإنتاج المكثف على الاستخدام الحكيم والكفؤ للأسمدة المعدنية.

ويشكّل مزيج من عمليات النظم الإيكولوجية والاستخدام الحكيم للأسمدة المعدنية أساس نظام إدارة مستدامة لصحة التربة قادر على إنتاج غلات أعلى مع استخدام مدخلات خارجية أقل.

تكنولوجيات للحفظ والتوسع

ليس من المرجح أن تعالج أي تكنولوجيا منفردة المعوقات المحددة المتعلقة بصحة التربة وخصوبة التربة السائدة في مواقع مختلفة. ومع ذلك، فإن المبادئ الأساسية للإدارة الجيدة لصحة التربة، المبينة أعلاه، قد طبّقت بنجاح في طائفة واسعة من الإيكولوجيات الزراعية وفي ظل أوضاع اجتماعية – اقتصادية متنوعة.

واستناداً إلى مبادئ إدارة صحة التربة، حددت بحوث أُجريت في أقاليم مختلفة من العالم بعض التكنولوجيات "التي تمثّل أفضل رهان". وتصف الأمثلة التالية نظم إدارة المحاصيل التي تنطوي على إمكانية عالية للتكثيف والإنتاج المستدام. وهي تتصدى لمشاكل محددة بشأن خصوبة التربة في مناطق زراعية – إيكولوجية مختلفة وطبقها مزارعون على نطاق واسع. وهي يمكن أن تكون بمثابة نماذج للشركاء القطريين في ما يتعلق باستنباط سياسات تشجع المزارعين على تطبيق هذه التكنولوجيات كجزء من التكثيف المستدام.

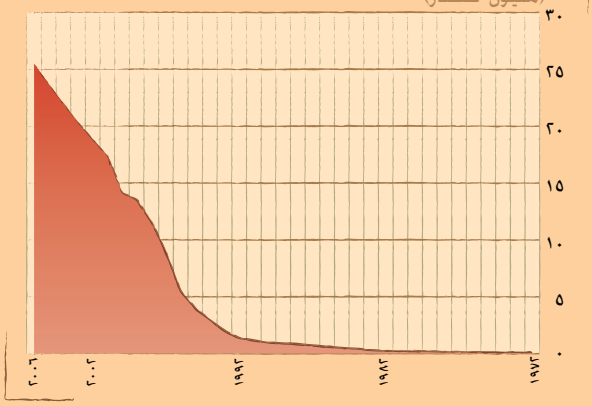
زيادة المادة العضوية الموجودة في التربة في أمريكا اللاتينية

إن نوع التربة oxisols ونوع التربة ultisols هما نوعا التربة السائدان في إقليم السافانا الاستوائية Cerrado وإقليم الغابات المطيرة في الأمازون بالبرازيل. وهما واسعا الانتشار أيضاً في منطقة الغابات الرطبة في أفريقيا. وهذان النوعان من التربة، اللذان يُعتبران من أقدم أصناف التربة الموجودة على سطح الأرض، فقيران من حيث المغذيات ويتسمان بدرجة حموضة شديدة، نتيجة لقدرتهما المنخفضة على الاحتفاظ بالمغذيات – وبخاصة الكاتيونات – في طبقتيهما السطحية والتحتية. وإضافة إلى ذلك فإن وجودهما في إقليمين تهطل فيهما الأمطار بمعدل مرتفع يجعلهما عُرضة بشدة للتحات إذا لم يكن السطح محمياً بغطاء نباتي.

وعند تحويل الأراضي من النبات الطبيعي إلى الاستخدام الزراعي، يجب الحرص بوجه خاص على الإقلال إلى أدنى حد من خسائر المادة العضوية الموجودة في التربة. وقد جرى تصميم نظم لإدارة هذه الأصناف من التربة من أجل صون المادة العضوية أو حتى زيادتها بتوفير غطاء دائم للتربة، واستخدام مادة مهاد غنية بالكربون، وكفالة الحد الأدنى من حرث سطح التربة أو عدم حرثها على الإطلاق. وهذه الممارسات تمثل جميعها عناصر أساسية في نهج التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

وهذه النظم يتبناها بسرعة مزارعون في أنحاء كثيرة من أمريكا اللاتينية لا سيما في المناطق الرطبة ودون الرطبة، لأنها تتحكم في تحات التربة وتدر وفورات بالحد من مدخلات اليد العاملة. وهذا التبني يسّره وجود تعاون وثيق بين خدمات البحوث والإرشاد الحكومية، ورابطات المزارعين، والشركات الخاصة التي تنتج الكيماويات

توسّع المساحة المزروعة بدون حرث في البرازيل



de Moraes Sá, J.C. 2010. No-till cropping system in Brazil: Its perspectives and new technologies to improve and develop. *Presentation prepared for the International Conference on Agricultural Engineering, 6-8 September 2010, Clermont-Ferrand, France (http://www.ageng2010.com/files/file-inline/J-C-M-SA.pdf).*

الزراعية والبذور والآلات. وانتشرت بسرعة الزراعة التي ينعدم فيها الحرث وأصبحت تشمل الآن ٢٦ مليون هكتار في نوع التربة oxisols ونوع التربة ultisols في البرازيل.

التثبيت البيولوجي للنتروجين لإغناء التربة الفقيرة بالنتروجين في السافانا الأفريقية

إن الإنتاج المحصولي في أقاليم السافانا بأفريقيا الغربية والشرقية والجنوبية يقيده إلى حد شديد نقص النتروجين والفوسفور في التربة[١٧،٢٥]. وكذلك نقص مغذيات دقيقة من قبيل الزنك وألموليبدينوم. ولقد حقق استخدام محاصيل بقلية وأشجار قادرة على تثبيت النتروجين الجوي، إلى جانب استخدام أسمدة فوسفورية معدنية، نتائج مبشّرة إلى حد كبير في التقييمات التي أجراها حقلياً معهد بيولوجيا وخصوبة التربة الاستوائية، والمركز العالمي للحراجة الزراعية، والمعهد الدولي للزراعة الاستوائية.

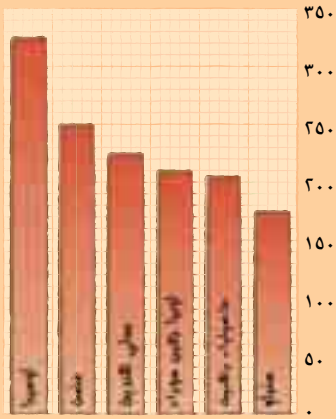
وقد أدى الجمع ما بين استخدام الأسمدة المعدنية وزرع نبات بقلي حبي ثنائي الغرض، مثل فول الصويا، مع الذرة أو بالتناوب معها، إلى زيادة غلات الذرة في كينيا بنسبة تتراوح من ١٤٠ في المائة إلى ٣٠٠ في المائة[١٧] وأسفر عن وجود رصيد إيجابي للنتروجين في نظام زرع المحاصيل. فالنباتات البقلية الحبية الثنائية الغرض تنتج كمية كبيرة من الكتلة الحيوية مع قشها وجذورها، فضلاً عن تحقيقها غلة حبوب مقبولة. وقد أصبحت مجتمعات زراعية عديدة في أفريقيا الشرقية والجنوبية تطبق هذا النظام[٢٦]. وهو يتميز بميزة إضافية هي أنه يساعد المزارعين على مكافحة عشبة *Striga*، وذلك لأن بعض سلالات فول الصويا تعمل بمثابة "محاصيل فخاخية"، تُجبر بذور عشبة *Striga* على أن تُنبت في حالة عدم وجود النباتين اللذين يكونان عادةً المضيفين لهذه العشبة، وهما الذرة أو الذرة الرفيعة[١٥،٢٧].

وفي أفريقيا الشرقية والجنوبية، أصبحت نظم زرع الذرة التي تعاني من نقص النتروجين أكثر إنتاجاً بفضل تحسُّن عمليات تربيح الأرض باستخدام الأشجار والشجيرات البقلية. ويتراكم في هكتار واحد من أصناف مثل *Sesbania sesban*، و *Tephrosia vogelii*، و *Crotalaria ochroleuca* ما يتراوح من نحو ١٠٠ كيلوغرام إلى ٢٠٠ كيلوغرام من النتروجين في أوراقها وجذورها — يكون ثلثاه من تثبيت النتروجين — على مدى فترة تتراوح من ستة أشهر إلى سنتين. وإلى جانب الاستخدامات اللاحقة للسماد العضوي، توفر العمليات المحسنة لتربيح الأرض كمية من النتروجين كافية لما يصل إلى ثلاثة محاصيل ذرة لاحقة، مما يسفر عن غلات أعلى أربع مرات من الغلات التي يُحصل عليها في النظم التي تتبع أسلوب تربيح الأرض.

وتشير البحوث إلى أن نظام الحراجة الزراعية الكامل مع تناوب زرع المحاصيل وتربيح الأرض ومع زرع أشجار عالية القيمة يمكن أن يؤدي إلى زيادة مخزونات الكربون في أي مزرعة بمقدار ثلاثة أمثال في غضون ٢٠ عاماً[٢٨] وقد كان هذا النظام ناجحاً للغاية بحيث أصبح عشرات الآلاف من المزارعين في كينيا وملاوي وموزامبيق وأوغندا وجمهورية تنزانيا المتحدة وزامبيا وزمبابوي يقومون الآن بتكييف التكنولوجيات التي يتكون منها هذا النظام حسب ظروفهم المحلية.

السّيسبان

متوسط كميات الآزوت المثبّتة من جانب البقول المختلفة
(كغم نتروجين/ هكتار/ سنة)



FAO. 1984. Legume inoculants and their use. *Rome.*

Faidherbia albida

الزراعة الدائمة الاخضرار في منطقة الساحل الأفريقية

إن الأكاسيا الأفريقية (*Faidherbia albida*) هي مكوِّن طبيعي من مكونات النظم الزراعية في منطقة الساحل. فهي بالغة التوافق مع المحاصيل الغذائية لأنها لا تتنافس معها على الضوء أو المغذيات أو الماء. ففي حقيقة الأمر، تفقد شجرة الأكاسيا الأفريقية أوراقها الغنية بالنتروجين أثناء موسم الأمطار، مما يوفر مهاداً واقياً يكون أيضاً بمثابة سماد طبيعي للمحاصيل. فقد أبلغت وحدة الزراعة التي تراعي حفظ الموارد في زامبيا عن غلات للذرة غير المسمّدة بلغت ٤,١ طن لكل هكتار على مقربة من أشجار *Faidherbia*، مقارنةً بغلة قدرها ١,٣ طن من الذرة التي زُرعت في منطقة مجاورة. ولكن خارج ظلة الأشجار[٢٩]. والآن، أصبح أكثر من ١٦٠ ٠٠٠ مزارع في زامبيا يزرعون محاصيل غذائية في ٣٠٠ ٠٠٠ هكتار مع أشجار الأكاسيا. كذلك لوحظت نتائج تبشر بالخير في ملاوي، حيث تبلغ غلات الذرة المزروعة على مقربة من أشجار الأكاسيا ما يقرب من ثلاثة أمثال الغلات خارج مداها. وفي النيجر، يوجد الآن أكثر من ٤,٨ مليون هكتار تخضع للحراجة الزراعية المستندة إلى الأكاسيا، مع حدوث تحسُّن في إنتاج الدخن والذرة الرفيعة.

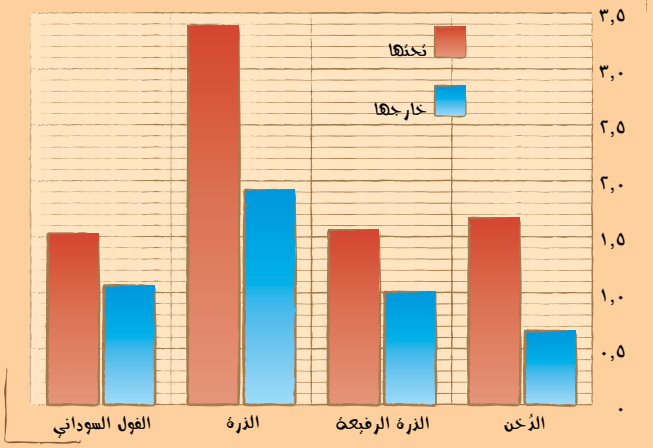
وتتحول أيضاً آلاف من الحيازات الصغيرة البعلية في بوركينا فاسو إلى هذه النظم الزراعية "الدائمة الاخضرار".

"وضع البولة على عمق" من أجل الأرز في بنغلاديش

يسمِّد المزارعون في مختلف أنحاء آسيا محصول الأرز بسماد نتروجيني قبل نقل الغرسات وذلك بنشر كمية قاعدية من البولة على تربة مبللة، أو داخل مياه ساكنة، ثم نشر طبقة علوية خفيفة واحدة أو أكثر من البولة في الأسابيع التي تلي نقل الغرسات حتى مرحلة الإزهار. وهذه الممارسات عديمة الجدوى زراعياً واقتصادياً وضارة بيئيا. فنباتات الأرز لا تستخدم إلا نحو ثلث السماد الذي يوضع لها[٣٠]، بينما يضيع قدر كبير من الكمية المتبقية في الهواء من خلال التطيير وسيح المياه السطحية. وتبقى كمية ضئيلة فحسب في التربة وتكون متاحة عموماً للمحاصيل اللاحقة.

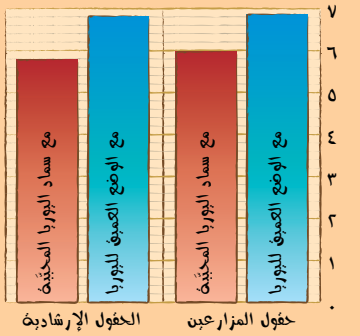
ومن طرق الحد من خسائر النتروجين ضغط البولة لتشكيل حبيبات فائقة من البولة تُدخل على عمق يتراوح من ٧ سنتيمترات إلى ١٠ سنتيمترات في التربة بين النباتات. وهذه الممارسة، التي تُعرف عموماً بأنها وضع البولة على عمق، تضاعِف النسبة المئوية للنتروجين الذي تمتصه النباتات[٣١-٣٥]، وتقلل من النتروجين الذي يضيع في الهواء وفي سيح المياه السطحية. وحققت زيادات في الغلة بلغت نسبتها في المتوسط ١٨ في المائة في حقول المزارعين. ويساعد كل من المركز

غلال المحاصيل تحت ظُلَّة *Faidherbia albida* وخارجها (طن/ هكتار)



FAO. 1999. Agroforestry parklands in sub-Saharan Africa, *by J.-M. Boffa. Rome.*

متوسط غلة الأرز باستخدام سماد اليوريا المحبَّبة والوضع العميق لليوريا (UDP)* في بنغلادش، ٢٠١٠ (طن/ هكتار)



* أخذت هذه البيانات من ٣٠١ حقل من حقول المزارعين و٧٦ حقلاً إرشادياً
"وضع البولة على عمق"

IFDC. 2010. Improved livelihood for Sidr-affected rice farmers (ILSAFARM). *Quarterly report submitted to USAID-Bangladesh, No. 388-A-00-09-00004-00. Muscle Shoals, USA.*

الدولي لتنمية الأسمدة ووكالة الولايات المتحدة للتنمية الدولية المزارعين أصحاب الحيازات الصغيرة على التوسع في استخدام هذه التكنولوجيا في جميع أنحاء بنغلاديش. والغاية هي أن يبلغ عدد المزارعين الذين يطبقون هذه التكنولوجيا مليونين في غضون خمس سنوات[٣٦]. وتنتشر هذه التكنولوجيا بسرعة في بنغلاديش ويدرسها ١٥ بلداً آخر، معظمها في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. والآلات التي تُستخدم في إنتاج حبيبات البولة الفائقة في بنغلاديش يجري تصنيعها محلياً وتتراوح تكلفتها من ١ ٥٠٠ دولار أمريكي إلى ٢ ٠٠٠ دولار أمريكي.

إدارة المغذيات المحددة الموقع في الإنتاج المكثف للأرز

استحدث المعهد الدولي لبحوث الأرز وشركاؤه القطريون نظام إدارة المغذيات المحددة الموقع من أجل إنتاج الأرز بكثافة عالية. وهذا النظام هو نظام معارف متطور يركز على زرع الأرز وحده بحيث يحقق محصولاً مضاعفاً أو ثلاثة محاصيل. وقد وجدت تجارب أجريت في ١٨٠ موقعاً في ثماني مناطق رئيسية من آسيا يُزرع فيها الأرز المروي أن النظام أدى إلى حدوث زيادة في كفاءة استخدام النتروجين تراوحت نسبتها من ٣٠ في المائة إلى ٤٠ في المائة. وكان هذا يرجع بصفة رئيسية إلى تحسُّن إدارة النتروجين. وزادت الربحية بنسبة بلغت في المتوسط ١٢ في المائة في جميع المواقع وفي أربعة محاصيل أرز متتالية.

وفي مقاطعات متعددة في الصين، قلل هذا النظام من استخدام المزارعين للسماد النتروجيني بمقدار الثلث، بينما أدى إلى زيادة الغلات بنسبة قدرها ٥ في المائة[٣٧]. واستطاعت استراتيجية إدارة النتروجين المحددة الموقع أن تؤدي إلى زيادة كفاءة الامتصاص بنسبة تقرب من ٣٧٠ في المائة في سهل الصين الشمالي[٩]. وبالنظر إلى أن متوسط كفاءة السماد النتروجيني في استعادة النبات في نظم الإنتاج المكثف للأرز لا تتجاوز ٣٠ في المائة، فإن هذه تمثل إنجازات باهرة تساهم مساهمة كبيرة في الحد من التأثيرات البيئية السلبية لإنتاج الأرز. ويجري تبسيط تكنولوجيا هذا النظام المعقد لتيسير تطبيقه على نطاق أوسع من جانب المزارعين.

الأرز

طريق المضي قُدُماً

إن الإجراءات التالية يلزم اتخاذها لتحسين الممارسات الحالية لرعاية الأراضي وتوفر أساساً سليماً للنجاح في تطبيق التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. وتقع على عاتق الشركاء القطريين المسؤولية عن التنفيذ، بمساعدة من منظمة الأغذية والزراعة وغيرها من الوكالات الدولية.

وضع لوائح وطنية للرعاية السليمة للأراضي. ينبغي أن يهدف إطار سياساتي داعم إلى تشجيع المزارعين على تطبيق نظم زراعية مستدامة تستند إلى التربة الصحية، وتلزم قيادة لتحديد ورصد أفضل الممارسات، بمشاركة نشطة من جانب المزارعين ذوي الحيازات الصغيرة ومجتمعاتهم المحلية. ويجب أن تكون الحكومات على استعداد لوضع لوائح بشأن الممارسات الزراعية التي تسبب تدهور التربة أو تشكل تهديدات خطيرة بالنسبة للبيئة.

رصد صحة التربة. يحتاج واضعو السياسات وتحتاج المؤسسات الوطنية المسؤولة عن البيئة إلى طرق وأدوات للتحقق من أثر الممارسات الزراعية. ومع أن رصد صحة التربة يمثل مهمة صعبة إلى حد كبير، يجري بذل جهود لتطبيقه على نطاق عالمي[٣٨] وإقليمي وقطري[٣٩]. ولقد تقدم كثيراً رصد أثر الإنتاج الزراعي في البلدان المتقدمة، ولكنه بدأ فحسب في كثير من البلدان النامية. وقد أعدت منظمة الأغذية والزراعة وشركاؤها قائمة طرق وأدوات لإجراء التقييمات والقيام بمهام الرصد[٤٠]. وينبغي تمييز المؤشرات الأساسية لجودة الأراضي التي تتطلب إعداداً فورياً وتلك التي تتطلب إعداداً أطول أجلاً[٤١]. والمؤشرات ذات الأولوية هي محتوى التربة من المادة العضوية، وتوازن المغذيات، وفجوة الغلة، وكثافة استخدام الأراضي وتنوعه، وغطاء الأراضي. أما المؤشرات التي ما زالت بحاجة إلى إعداد فهي نوعية التربة، وتدهور الأراضي، والتنوع البيولوجي الزراعي.

بناء القدرات. تتسم إدارة صحة التربة بكثافة المعارف وسيتطلب تطبيقها على نطاق واسع بناء القدرات من خلال برامج التدريب الموجهة إلى العاملين في مجال الإرشاد وإلى المزارعين. وسيلزم أيضاً الارتقاء بمستوى مهارات الباحثين على كل من الصعيد القطري والصعيد الدولي، لتوفير المعارف المحسّنة الضرورية لدعم الإدارة المحسنة للتربة في إطار التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. وينبغي أن يستكشف واضعو السياسات نهجاً جديدة، من قبيل تشكيل مجموعات دعم من أجل التعاون في إجراء بحوث مكيفة[٤٢]، تقدم دعماً تقنيا وتدريباً أثناء العمل بمؤسسات البحوث القطرية وترجم نتائج البحوث إلى خطوط توجيهية عملية من أجل صغار المزارعين. ويجب تعزيز القدرة الوطنية على إجراء البحوث في المزرعة، وتركيزها على معالجة التقلب المكاني والزمني مثلاً من خلال تحسين استخدام نمذجة النظم الإيكولوجية.

نشر المعلومات والإبلاغ بالمنافع. يتطلب أي تطبيق لإدارة صحة التربة على نطاق كبير أن تتاح على نطاق واسع معلومات داعمة، لا سيما من خلال القنوات المألوفة بالنسبة للمزارعين وللعاملين في مجال الإرشاد. وبالنظر إلى الأولوية العالية جدا المعطاة لصحة التربة في التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، ينبغي ألا تشمل منافذ الإعلام الصحف والبرامج الإذاعية القطرية فحسب، بل أيضاً تكنولوجيات إعلام واتصال حديثة، من قبيل الهواتف الخلوية والإنترنت، التي يمكن أن تكون أكثر فعالية بكثير في توعية المزارعين الأصغر سناً.

الفصل ٤

المحاصيل والأصناف

سيحتاج المزارعون إلى حافظة متنوعة وراثياً من أصناف المحاصيل المحسنة التي تلائم طائفة من النظم الإيكولوجية - الزراعية والممارسات الزراعية، وتكون لديها القدرة على الصمود في مواجهة تغيُّر المناخ.

سيتطلب التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي وجود محاصيل وأصناف تتكيف مع ممارسات الإنتاج المستندة إلى أساس إيكولوجي على نحو أفضل من تكيُّف المحاصيل والأصناف المتاحة حالياً، التي جرى استيلادها من أجل الزراعة كثيرة الاستخدام للمدخلات. وسيتطلب الاستخدام الموجه للمدخلات الخارجية نباتات أكثر إنتاجاً، وتستخدم المغذيات والماء على نحو أكفأ، ولديها قدرة أكبر على مقاومة الآفات الحشرية والأمراض، وأكثر تحملاً للجفاف والفيضان والصقيع ودرجات الحرارة الأعلى. وسيلزم تكييف الأصناف الملائمة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي حسب المناطق ونظم الإنتاج الأضعف، بحيث تنتج أغذية ذات قيمة تغذوية أعلى وذات خواص عضوية مرغوبة، وتساعد على تحسين تقديم خدمات النظم الإيكولوجية.

وستُستخدم تلك المحاصيل والأصناف الجديدة في نظم إنتاج متزايدة التنوع وينطوي ما يرتبط بها من تنوع بيولوجي زراعي - من قبيل الثروة الحيوانية، والملقحات، وضواري الآفات، ومتعضيات التربة، وأشجار تثبيت النتروجين - على أهمية أيضاً. وسيلزم تكييف الأصناف الملائمة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي حسب ممارسات الإنتاج والنظم الزراعية المتغيرة (انظر الفصل ٢) وحسب الإدارة المتكاملة للآفات (انظر الفصل ٦).

وسيجري القيام بالتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي إلى جانب التكيف مع تغيُّر المناخ الذي من المتوقع أن يفضي إلى تغيرات في توقيت هطول الأمطار ووتيرته وكمياته، مع حدوث حالات جفاف شديدة في بعض المناطق وفيضانات في مناطق أخرى. ومن المرجح أن يزيد حدوث الظواهر الجوية المتطرفة، إلى جانب تحات التربة، وتدهور المياه، وفقدان التنوع البيولوجي. وكثرة من الخصائص اللازمة للتكيف مع تغير المناخ مماثلة للخصائص اللازمة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. وستؤدي زيادة التنوع الوراثي إلى تحسين القدرة على التكيف، بينما ستحسِّن زيادة مقاومة الضغوط الأحيائية واللاأحيائية إلى تحسين قدرة نظم زرع المحاصيل على الصمود.

وتحقيق التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي لا يعني استحداث طائفة جديدة من الأصناف فحسب، بل يعني أيضاً استحداث مجموعة متزايدة التنوع من أصناف طائفة ممتدة من المحاصيل، ينال الكثير منها حالياً قدراً ضئيلاً من الاهتمام من جانب مستولدي النباتات في القطاع العام أو القطاع الخاص. وسيحتاج المزارعون أيضاً إلى ما يلزم من وسائل وفرص لاستخدام هذه المواد في نظم إنتاجهم المختلفة. وهذا هو ما يجعل إدارة الموارد الوراثية النباتية، واستحداث محاصيل وأصناف، وتوريد بذور ومواد زرع ملائمة وعالية الجودة إلى المزارعين، مساهمات جوهرية في التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

المبادئ والمفاهيم والمعوقات

إن النظام الذي سيوفر للمزارعين أصنافاً عالية الغلة ويحقق لهم التكيف ينطوي على ثلاثة أجزاء: حفظ الموارد الوراثية النباتية وتوزيعها، و استحداث الأصناف و إنتاج البذور وتوريدها. وكلما كانت الصلات بين هذه الأجزاء المختلفة قوية كان النظام بأكمله قادراً على أن يعمل بطريقة أفضل. وسيلزم توافر مواد مصونة ومحسّنة لاستحداث الأصناف. وسيلزم توليد أصناف جديدة بوتيرة تلبي الاحتياجات والمتطلبات المتغيرة. وتوريد مواد مكيّفة على نحو ملائم، وبالنوعية والكمية الصحيحتين، وبتكلفة مقبولة، للمزارعين هو أمر أساسي. ويحتاج النظام، لكي يعمل جيداً، إلى إطار مؤسسي ملائم، فضلاً عن سياسات وممارسات تدعم الأجزاء التي يتكون منها والصلات في ما بينها.

ويتوقف تحسين حفظ الموارد الوراثية النباتية - سواء خارج الموقع أو في الموقع وفي المزرعة - وتحسين توريد الجبلات الجرثومية إلى مختلف المستعملين على بذل جهود منسقة على كل من الصعيد الدولي والقطري والمحلي[١]. وتحفظ الآن بنوك الجينات الموجودة في مختلف أنحاء العالم نحو ٧،٤ مليون جبلة جرثومية. وهذه يكملها الحفظ الموقعي للأصناف التقليدية وللأصناف البرية ذات القرابة بواسطة البرامج والمزارعين على الصعيد القطري، وبواسطة المواد التي يُحتفظ بها في برامج الاستيلاد التي ينفذها القطاعان العام والخاص[٢]. وسيكون وجود برامج حفظ قطرية قوية، إلى جانب تحسين توافر وزيادة توزيع طائفة أوسع من الأصناف ذات التنوع المحدد خارجها وفي ما بينها، أمراً بالغ الأهمية للنجاح في تطبيق التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

وتؤثر القضايا التقنية والسياساتية والمؤسسية على فعالية برامج تحسين المحاصيل. ويلزم وجود طائفة واسعة من المواد المتنوعة من أجل الاستيلاد المسبق للأصناف. وتستخدم الآن برامج الاستيلاد القطرية وأيضاً تلك التي ينفذها القطاع الخاص التقنيات الوراثية الجزيئية وغيرها من تقنيات التكنولوجيا البيولوجية على نطاق واسع ويمكن أن تقدم هذه التقنيات مساهمة أساسية في تحقيق أهداف الاستيلاد الخاصة بالتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي[٣]. وينبغي ألا تشمل الأبعاد السياساتية والتنظيمية إصدار الأصناف فحسب بل يجب أيضاً أن تشمل أحكاماً بشأن حماية الملكية الفكرية، وقوانين بشأن البذور، واستخدام تكنولوجيات التقييد.

ولن تتحقق فوائد حفظ الموارد الوراثية النباتية واستيلاد النباتات إلا إذا وصلت بذور جيدة لأصناف محسنة إلى المزارعين عن طريق نظام فعال لإكثار البذور وتوريدها. وتجريب أصناف المواد الواعدة من برامج الاستيلاد يلزم أن يليها الإصدار الفوري لأفضل الأصناف من أجل إكثار بذور الجيل الأول. وإنتاج البذور المعتمد بشهادات، إلى جانب ضمان الجودة الذي توفره الدائرة القطرية المعنية بالبذور، هما الخطوتان التاليتان الأساسيتان قبل بيع البذور إلى المزارعين. وينبغي أن يدعم كل من القطاع العام والقطاع الخاص سلسلة القيمة هذه، وينبغي أن تُنتج

المؤسسات المحلية المعنية بالبذور بذوراً معتمدة بشهادات وأن تقوم بتسويقها للمزارعين، حيثما أمكن.

وما زال المزارعون ذوو الحيازات الصغيرة في جميع أنحاء العالم يعتمدون اعتماداً شديداً على البذور التي يدخرها المزارعون، وفرص نفاذهم إلى نظم البذور التجارية هي فرص ضئيلة. وفي بعض البلدان، يُدار أكثر من ٧٠ في المائة من البذور، حتى تلك المتعلقة بالمحاصيل الرئيسية، في إطار نظام بذور المزارعين. وسيكون كل من نظام البذور الرسمي ونظام البذور المدخرة أساسياً في توزيع المواد المكيّفة حسب التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. وسيلزم بالنسبة لمختلف الممارسات والإجراءات المطبقة لدعم التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي أن تأخذ في الاعتبار الكيفية التي تعمل بها نظم بذور المزارعين، وأن تعززها من أجل زيادة إمداد الزرّاع بمواد جديدة.

وتتطلب كفالة قدرة الأجزاء المختلفة من نظام الموارد الوراثية النباتية والإمداد بالبذور على التصدي لتحديات التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي وجود إطار سياساتي وتنظيمي فعال، ومؤسسات ملائمة، وبرنامج متواصل لتنمية القدرات. ويتطلب قبل كل شيء مشاركة المزارعين. ومن المهم أيضاً وجود برنامج أبحاث قوي، يرمي إلى توفير معلومات، وتقنيات ومواد جديدة. ومثالياً، سيعكس البرنامج معارف وتجارب المزارعين، وسيعزز الصلات في ما بين المزارعين والعاملين في مجال البحوث من مختلف المناطق، وسيلبي الاحتياجات الدينامية والمتغيرة لنظم التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

نُهُج للحفظ والتوسع

تحسين حفظ الموارد الوراثية النباتية واستخدامها

إن الموارد الوراثية النباتية — تنوع المحاصيل والأصناف والأصناف البرية المرتبطة بها في ما بينها وداخلها حصرياً — محورية للتنمية الزراعية ولإدخال تحسينات في كل من كمية وجودة الغذاء وغيره من المنتجات الزراعية. وقد كانت الجينات المستمدة من الأصناف التقليدية والمحاصيل البرية ذات القرابة تمثل لب الثورة الخضراء، بحيث كانت توفر مميزات أصناف القمح والأرز الحديثة الأقرب إلى التقزم، فضلاً عن مقاومة المحاصيل للآفات والأمراض الحشرية الرئيسية.

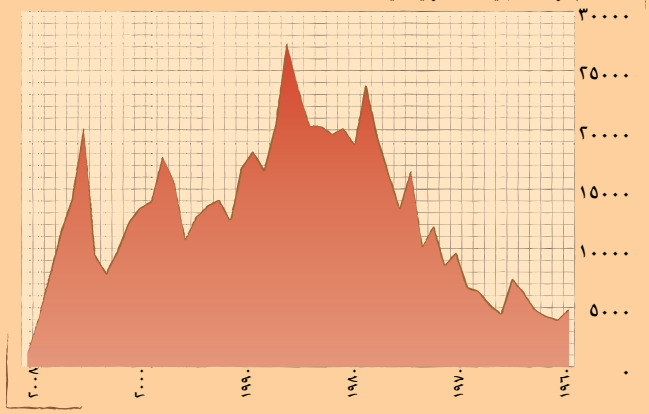
وسينوقف نجاح التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي على استخدام الموارد الوراثية النباتية بطرق جديدة وأفضل. ومع ذلك، فإن الأهمية الحاسمة للجينات المستمدة من الأصناف المحلية وأصناف المحاصيل البرية ذات القرابة في استحداث أصناف جديدة يقابلها تصاعد القلق بشأن فقدان التنوع على نطاق العالم، وضرورة حفظه بفعالية. وينعكس الإدراك الدولي لأهمية الموارد الوراثية النباتية في استنتاجات مؤتمر القمة العالمي بشأن الأمن الغذائي[٤]، الذي عُقد سنة ٢٠٠٩، وتصديق أكثر من ١٢٠ بلداً على المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة[٥]، والأهداف الاستراتيجية لاتفاقية التنوع البيولوجي[٦].

سيكون للبُعد الدولي دور جوهري في تعبئة الموارد الوراثية النباتية والتكثيف المستدام، والمعاهدة الدولية والصندوق الاستئماني العالمي لتنوع المحاصيل وبرنامج العمل بشأن التنوع البيولوجي الزراعي التابع لاتفاقية التنوع البيولوجي عززت جميعها الإطار الدولي لحفظ الموارد الوراثية النباتية واستخدامها المستدام تعزيزاً كبيرا. ويظهر نظام عالمي يمكن أن يوفر الدعم للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. وبالنظر إلى أن قدراً كبيراً من التنوع الذي سيلزم للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي قد يكون محفوظاً في بلدان أخرى، أو في بنوك الجينات الدولية التابعة للجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية، فإن المشاركة القطرية في البرامج الدولية ستكون حاسمة الأهمية.

ومن اللازم أن تعزز البلدان النامية برامجها القطرية بشأن الموارد الوراثية النباتية بسن تشريعات ملائمة لتنفيذ أحكام المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة تنفيذاً كاملاً. وقد أُعدت خطوط توجيهية بشأن تنفيذها[٧] وتعمل أمانة المعاهدة، ومنظمة التنوع البيولوجي، ومنظمة الأغذية والزراعة بشأن قضايا التنفيذ وذلك بالتعاون مع نحو ١٥ بلداً. وسيكون تنفيذ خطة العمل العالمية المنقحة بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة والمادة التاسعة من المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة المتعلقة بحقوق المزارعين بمثابة مساهمة هامة في إيجاد الإطار التنفيذي القطري لتطبيق التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

من اللازم للبلدان، لكي تطبّق استراتيجيات التكثيف المستدام، أن تعرف مدى وتوزيع تنوع أصناف المحاصيل

عدد الإضافات التي جُمعت كل سنة منذ ١٩٦٠ وتم تخزينها في بنوك الجينات الرئيسية



FAO. 2010. The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. *Rome.*

والمحاصيل البرية ذات القرابة. ولقد تحسنت تكنولوجيات تحديد موضع التنوع الذي يهدده تغيُّر المناخ[٨]. ووضع مشروع رئيسي يدعمه مرفق البيئة العالمية في أرمينيا وبوليفيا ومدغشقر وسري لانكا وأوزبكستان طرائق لتحسين حفظ المحاصيل البرية ذات القرابة واستخدامها، وقام بتجريب تلك الطرائق. وقد أعد المشروع ونفّذ خططاً لإدارة المناطق وحفظ الأصناف، وحدد إجراءات إدارة تغيُّر المناخ اللازمة لحفظ التنوع المفيد، وبدأ برامج لاستيلاد النباتات باستخدام مواد جديدة جرى تحديدها بفضل العمل في مجال الحفظ وتحديد الأولويات[٩].

سيتطلب التكثيف زيادة تدفق الجبلات الجرثومية والأصناف الواعدة ضمن برامج الاستيلاد. ويوفر النظام المتعدد الأطراف للحصول وتبادل المنافع المنصوص عليه في إطار المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة الإطار الدولي الضروري، وإن كان قد يلزم تمديد نطاقه ليشمل عدداً من المحاصيل أكبر من عدد المحاصيل المشمولة حالياً في الملحق الأول من المعاهدة، وذلك بالنظر إلى زيادة أهمية التنوع بالنسبة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. وعلى الجانب التقني، يُتاح عدد من الإجراءات لتحديد المواد المفيدة في مجموعات كبيرة، من قبيل استراتيجية التحديد المركّز للجبلات الجرثومية الجاري إعدادها حالياً[١٠]. وسيتطلب أيضاً نقل المادة الوراثية إدخال تحسينات في القدرة والممارسات المتعلقة بالصحة النباتية، فضلاً عن قدرات التوزيع، الخاصة ببنوك الجينات.

وسيوفر التوصيف والتقييم الشاملان لمجموعات بنوك الجينات على الصعيدين القطري والمحلي، مع مشاركة المزارعين في تقييم المادة التي يمكن أن تكون مفيدة، مساهمة أساسية في تحسين استخدام الموارد الوراثية النباتية. ويتطلب أيضاً الاستخدام الفعال وجود برامج قوية للبحوث والاستيلاد المسبق. وتقوم المبادرة العالمية بشأن استيلاد النباتات بإعداد دليل يتناول عمليات ما قبل الاستيلاد للمساعدة على تنمية القدرة على الاستيلاد. ومع ذلك، في نهاية المطاف، سيكون من اللازم بالنسبة للبلدان وللقطاع الخاص المعني بالاستيلاد دعم تعزيز القدرة القطرية في مجال البحوث الزراعية، مع إدخال دورات دراسية جامعية بشأن الحفظ واستيلاد النباتات من أجل التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

القمح البري

الموز

استحداث أصناف محسّنة ومكيَّفة

يتطلب التكثيف المستدام وجود أصناف من المحاصيل تلائم الممارسات الزراعية المختلفة، وتلائم احتياجات المزارعين في النظم الزراعية – الإيكولوجية المتباينة محلياً، وتلائم كذلك تأثيرات تغيُّر المناخ. وستشمل الخصائص الهامة زيادة القدرة على تحمُّل الحرارة والجفاف والصقيع، وزيادة كفاءة استخدام المدخلات، وتحسُّن مقاومة الآفات والأمراض. وسينطوي التكثيف المستدام على استحداث عدد أكبر من

الأصناف المستمدة من تنوع أكبر من مادة الاستيلاد.

وبالنظر إلى أن الأصناف الجديدة يستغرق إنتاجها سنوات كثيرة، من اللازم أن تكون برامج الاستيلاد مستقرة، ومزودة تماماً بما يلزم من موظفين، وممولة تمويلاً كافياً. وستلعب شركات الاستيلاد في كل من القطاع العام والقطاع الخاص دوراً هاماً في استحداث تلك الأصناف، مع تركيز القطاع العام في معظم الأحيان على المحاصيل الرئيسية، بينما سيكون القطاع الخاص أكثر اهتماماً بالمحاصيل النقدية. وكلما كان النظام أكثر انفتاحاً وقوة، زادت احتمالات توليد المواد الجديدة اللازمة.

وستتمثل خطوة هامة إلى الإمام في إحداث زيادة كبيرة في الدعم العام للبحوث المتعلقة بما قبل الاستيلاد وبالاستيلاد. فالتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي يتطلب مواد جديدة، وإعادة تحديد أهداف الاستيلاد وممارساته، واتباع نُهج لاستيلاد المجموعات. ومن اللازم أن تكون خواص من قبيل صمود الإنتاج واستقراره خواص متأصلة، وليست معتمدة على المدخلات الخارجية.

ليس من المرجح أن تكون برامج الاستيلاد العامة أو الخاصة التقليدية قادرة على توفير مادة النباتات الجديدة اللازمة أو على إنتاج أنسب الأصناف، لا سيما من المحاصيل الصغيرة التي تنال موارد محدودة. ومن الممكن أن يسد الاستيلاد التشاركي للنباتات هذه الفجوة.

قام المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة بالاشتراك مع الجمهورية العربية السورية وبلدان أخرى في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بتنفيذ برنامج تربية تشاركية للشعير يحافظ على مستويات عالية من التنوع وينتج مواد محسَّنة قادرة على إنتاج غلال جيدة في ظروف هطول مطري محدود جداً (أقل من ٣٠٠ ملم في السنة). ويتشارك المزارعون في اختيار بذور الشعير الأم وفي تنفيذ التقييمات داخل المزرعة. وقد أسفر هذا الإجراء في سوريا عن تحسينات ملموسة في الغلة وزيادة مقاومة الأصناف للإجهاد الجفافي[11].

الشعير

ويلزم وجود سياسات ولوائح لدعم إنتاج أصناف جديدة وكفالة تحقيق عائدات كافية لاستيلاد النباتات من جانب كل من القطاع العام والقطاع الخاص. بيد أن هذه السياسات يجب أن تكون أكثر انفتاحاً ومرونة مقارنةً بالإجراءات أو الترتيبات الحالية المستندة إلى براءات الاختراع في إطار الاتحاد الدولي لوقاية الأصناف الجديدة من النباتات. وقد تكون خواص وحدة واستقرار الأصناف المكيفة حسب التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي مختلفة عن تلك المتوخاة في إطار الاتحاد الدولي لوقاية الأصناف الجديدة من النباتات. ومن اللازم الاعتراف بحقوق المزارعين، كما هي محددة في المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة. وقبل كل شيء، يجب أن تدعم السياسات واللوائح سرعة إصدار المواد المكيفة حسب التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي؛ ففي بلدان كثيرة تستغرق مرحلة الموافقة على الأصناف الجديدة وقتاً كبيراً للغاية.

والإطار المؤسسي الذي يدعم استحداث الأصناف وإصدارها ضعيف في عدد من البلدان. وسيلزم تعديل برامج التدريب الجامعية وغيرها بزيادة عدد مستولدي النباتات والباحثين المعنيين بالاستيلاد المدربين على استخدام ممارسات تحسين المحاصيل من أجل التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. وينبغي إشراك المزارعين إشراكاً أوفى في كل من تحديد أهداف الاستيلاد وفي عملية الاختيار. وسيلزم تعزيز خدمات الإرشاد للاستجابة لاحتياجات المزارعين المعرب عنها ولتوفير توجيهات عملية سليمة بشأن زراعة أصناف جديدة.

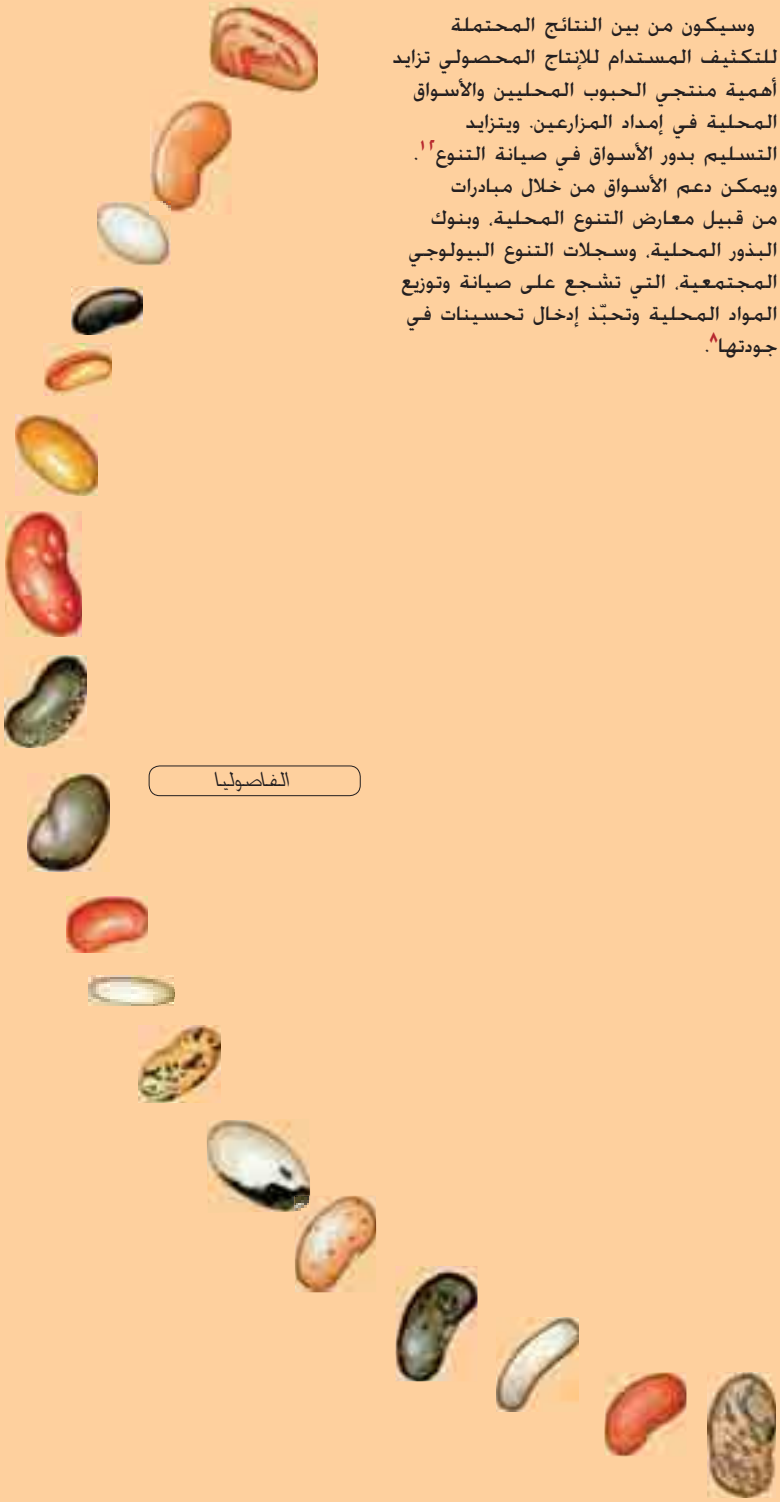
تحسين إنتاج البذور وتوزيعها

تتمثل قضية أساسية عند التخطيط لبرامج التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي في تحديد حالة النظام القطري للبذور وقدرته على أن يوفر للمزارعين بذوراً عالية الجودة من أصناف مكيفة. وينبغي أن تتمثل خطوة أولية في القيام، بالتشاور مع جميع أصحاب الشأن الرئيسيين، بوضع سياسة ملائمة للبذور، ولوائح لإصدار الأصناف.

وينبغي أن توفر السياسة إطاراً للتنسيق بين القطاعين العام والخاص على نحو أفضل، فضلاً عن خطة عمل لإقامة صناعة بذور قادرة على تلبية احتياجات المزارعين إلى بذور عالية الجودة. وفي كثير من البلدان النامية، من اللازم أيضاً أن تسلم السياسة بأن البذور التي يدخرها المزارعون هي مصدر رئيسي لمادة الإكثار. وبالنظر إلى أن مؤسسات البذور ستلعب دوراً هاماً في التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، فإن تهيئة بيئة تمكينية لها هو أمر أساسي. وينبغي أن تحدد خطة العمل الثغرات ونقاط الضعف في القطاع وأن تحدد التدابير الرئيسية اللازمة لحلها.

وقد يلزم أيضاً وجود إطار محسّن لإنتاج البذور ونقلها. وبالنظر إلى أن اللوائح والتشريعات ينبغي أن تكون في صالح سرعة نشر مادة الزرع الجديدة، ونقل الأصناف الجديدة من منطقة إلى أخرى، فإن تنسيق التشريعات في ما بين البلدان هو أمر هام. فعلى سبيل المثال، طبّق ١٢ بلداً من البلدان الأعضاء في الجماعة الاقتصادية لدول غرب أفريقيا قوانين منسقة بشأن البذور. وقد تتسبب صيانة واستخدام عدد أكبر من الأصناف في إجهاد نظم الإدارة الجيدة للبذور؛ ولذا، فإن وضع نظام للبذور المعلنة الجودة سيساعد على كفالة عدم تأثر الجودة في عملية تكييف ممارسات البذور حسب التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

وسيكون من بين النتائج المحتملة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي تزايد أهمية منتجي الحبوب المحليين والأسواق المحلية في إمداد المزارعين. ويتزايد التسليم بدور الأسواق في صيانة التنوع[١٢]. ويمكن دعم الأسواق من خلال مبادرات من قبيل معارض التنوع المحلية، وبنوك البذور المحلية، وسجلات التنوع البيولوجي المجتمعية، التي تشجع على صيانة وتوزيع المواد المحلية وتحبّذ إدخال تحسينات في جودتها[٨].



طريق المضي قُدماً

يمكن أن يساعد اتخاذ إجراءات في المجال التقني وعلى صعيد السياسات ومؤسسياً على كفالة فعالية أداء الموارد الوراثية النباتية ونظم توريد البذور لدعم التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. ومع أن هذه الإجراءات قد تشمل مؤسسات متنوعة وقد تحدث على نطاقات شتى، فإن أثرها سيكون أكبر إذا كانت منسقة. وتشمل التدابير الموصى بها ما يلي:

- تعزيز الصلات بين حفظ الموارد الوراثية النباتية واستخدام التنوع في استيلاد النباتات، لا سيما من خلال تحسين توصيف وتقييم الخصائص ذات الأهمية للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي في طائفة أوسع من المحاصيل، وزيادة تقديم الدعم لعمليات ما قبل الاستيلاد ولتحسين المجموعات، وزيادة توثيق التعاون إلى حد كبير في ما بين المؤسسات المعنية بالحفظ والاستيلاد.

- زيادة مشاركة المزارعين في الحفظ وتحسين المحاصيل والإمداد بالبذور من أجل دعم العمل المتعلق بزيادة تنوع المواد، وكفالة أن تكون الأصناف الجديدة ملائمة لممارسات المزارعين وتجاربهم، وتعزيز حفظ الموارد الوراثية النباتية في المزرعة ونظم الإمداد بالبذور الخاصة بالمزارعين.

- تحسين السياسات والتشريعات لاستحداث الأصناف وإصدارها، والإمداد بالبذور، بما في ذلك التنفيذ القطري لأحكام المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، وإيجاد تشريعات مرنة لإصدار الأصناف، ووضع أو تنقيح سياسات البذور وتشريعات البذور.

- تعزيز القدرة بإيجاد جيل جديد من الممارسين المهرة لدعم الاستيلاد المحسّن، والعمل مع المزارعين، واستكشاف الطرائق التي تساهم بها المحاصيل والأصناف في التكثيف الناجح.

- تنشيط القطاع العام وتوسيع دوره في استحداث أصناف محاصيل جديدة، بتهيئة بيئة تمكينية لتنمية قطاع البذور وكفالة أن يتوافر لدى المزارعين ما يلزم لهم من معارف لاستخدام المواد الجديدة.

- دعم نشوء مؤسسات محلية وتابعة للقطاع الخاص معنية بالبذور من خلال اتباع نهج متكامل يُشرك منظمات المنتجين، وينطوي على إقامة صلات مع الأسواق، وإضافة قيمة.

- تنسيق الصلات مع المكونات الأساسية للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، من قبيل الممارسات الزراعية الملائمة، وإدارة التربة والمياه على نحو ملائم، والإدارة المتكاملة للآفات، والائتمان والتسويق.

وكثرة من هذه الإجراءات يجري بالفعل اتخاذها في بلدان شتى ومؤسسات شتى. ويتمثل التحدي في تقاسم التجارب، والاستفادة من أفضل الممارسات التي جرى تحديدها وتجريبها، والتركيز على طرائق تكييفها لتحقيق الأهداف والممارسات المحددة المتعلقة بالتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. فهذا سيكفل تعبئة التنوع المطلوب من أجل التكثيف المستدام، والمتاح فعلاً في بنوك الجينات وحقول المزارعين، تعبئة تتسم بالكفاءة والفعالية وحُسن التوقيت.

الفصل ٥

إدارة المياه

يتطلب التكثيف المستدام تكنولوجيات دقيقة وأذكى للري وممارسات زراعية تستخدم نُهج النظم الإيكولوجية للحد من احتياجات المحاصيل إلى المياه.

تُزرع المحاصيل في إطار طائفة متنوعة من نظم إدارة المياه، تتدرج من حرث التربة البسيط، إلى زيادة تسرب التهطال، إلى تكنولوجيات وإدارة الري المتطورة. ومن بين أراضي المحاصيل الموجودة على نطاق العالم والتي تقدر مساحتها بما يبلغ ١,٤ مليار هكتار، فإن نحو ٨٠ في المائة هي أراضٍ بعلية تُنتج نحو ٦٠ في المائة من الإنتاج الزراعي العالمي[1]. وفي ظل الظروف البعلية، تحاول إدارة المياه التحكم في مقدار المياه المتاح لمحصول من خلال تحريف انتهازي لـ "مسار" مياه الأمطار نحو تحسين تخزين الرطوبة في منطقة الجذور. ومع ذلك، فإن توقيت استخدام المياه ما زالت تمليه أنماط التهطال ولا يمليه المزارعون.

وتُروى مساحة تمثل نحو ٢٠ في المائة من مجموع مساحة أراضي العالم المزروعة بمحاصيل، وتُنتج نحو ٤٠ في المائة من مجموع الإنتاج الزراعي[1]. وتآلف ارتفاع كثافات زرع المحاصيل مع ارتفاع متوسط الغلات هو المسؤول عن هذا المستوى من الإنتاجية. وبالتحكم في كل من مقدار وتوقيت استخدام المياه في المحاصيل، يشجّع الري وييسر تركيز المدخلات لتعزيز إنتاجية الأراضي. ويروي المزارعون المحاصيل بالمياه لتحقيق استقرار الغلات وزيادتها ولزيادة عدد المحاصيل التي تُزرع كل عام. تفوق غلال الزراعة المروية غلال الزراعة المطرية على الصعيد العالمي مرتين الى ثلاث مرات. وبناءً عليه فإن وجود إمدادات مياه موثوقة ومرنة أمر حيوي لنظم إنتاج المحاصيل عالية القيمة وعالية المدخلات. وذلك بالرغم من أن المخاطر الاقتصادية فيها أعلى بكثير من نظيرتها في نظم الإنتاج المطري متدنية المدخلات. غير أن الري يمكن أن يؤدي الى نتائج سلبية تضر بالبيئة، من ضمنها تملُّح التربة وتلوث طبقات المياه الصخرية بالنترات.

ويعني تزايد الضغوط من الطلبات المتعارضة على المياه، إلى جانب الضرورات البيئة، أن الزراعة يجب أن تحقق "مزيداً من المحاصيل من قطرات ماء أقل" ومع تركها أثراً بيئياً أقل. وهذا يمثل تحدياً كبيراً، ويعني ضمناً أن إدارة المياه للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي يجب أن تتوخى زراعة أكثر ذكاءً وأكثر دقة. وسيقتضي أيضاً أن تصبح إدارة المياه في الزراعة أكثر مهارة بكثير في تبرير استخدامها للمياه تبريراً اقتصادياً واجتماعياً وبيئياً.

وتتباين آفاق التكثيف المستدام تبايناً كبيراً بين نظم الإنتاج المختلفة، مع وجود قوى خارجية مختلفة تحرّك الطلب. ومع ذلك، بوجه عام، ستعتمد استدامة الإنتاج المحصولي المكثف، سواء كان بعلياً أو مروياً، على اتباع نُهج النظام الإيكولوجي من قبيل الزراعة التي تراعي حفظ الموارد، إلى جانب ممارسات أساسية أخرى، من بينها استخدام أصناف عالية الغلة وبذور جيدة النوعية، والإدارة المتكاملة للآفات.

نظم زراعة المحاصيل البعلية

ثمة أصناف كثيرة من المحاصيل التي تُزرع في النظم البعلية تكون مكيّفة بحيث تستغل الرطوبة المخزونة في منطقة الجذور. ويمكن زيادة تحسين النظم البعلية، مثلاً باستخدام المحاصيل ذات الجذور العميقة بالتناوب، وتكييف المحاصيل لإيجاد موئل لزيادة عمق الجذور، وزيادة قدرة التربة على تخزين المياه، وتحسين تسرب المياه، والإقلال إلى أدنى حد من التبخر من خلال تكوين مهاد عضوي. ويمكن أيضاً أن يؤدي امتصاص السيح من الأراضي المتاخمة غير المزروعة بمحاصيل إلى إطالة مدة توافر رطوبة التربة. وتحسين إنتاجية الزراعة البعلية يتوقف إلى حد كبير على تحسين رعاية التربة من حيث جميع جوانب إدارة المحاصيل. فعوامل من قبيل الآفات ومحدودية توافر مغذيات التربة يمكن أن تحد من الغلات أكثر مما يحد منها توافر المياه بحد ذاته[٣،٢]. وتعتبر مبادئ الحد من الحرث، وتكوين مهاد عضوي، واستخدام التنوع البيولوجي الطبيعي والمدار (الموصوف في الفصل ٢، النظم الزراعية) مبادئ جوهرية لتحسين رعاية التربة.

ولذا سيتوقف نطاق تطبيق التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي في إطار الظروف البعلية على استخدام نُهج مستندة إلى النظم الإيكولوجية تُزيد إلى أقصى حد من تخزين الرطوبة في منطقة الجذور. ومع أن هذه النُهج يمكن أن تيسر التكثيف، يظل هذا النظام عرضة لتقلبات هطول الأمطار. وسيؤدي تغير المناخ إلى زيادة المخاطر بالنسبة للإنتاج المحصولي. والتحدي المتمثل في وضع استراتيجيات فعالة من أجل التكيف مع تغير المناخ ليس، في حقيقة الأمر، مُلحّاً في أي مجال آخر أكثر مما هو مُلحّ في مجال الزراعة البعلية[٤].

ولذا تلزم تدابير أخرى لتبديد نفور المزارعين من الإقدام على المخاطرة. وتشمل هذه التدابير تحسين التنبؤ الموسمي والسنوي بهطول الأمطار وبتوافر المياه وإدارة الفيضانات، للتخفيف من آثار تغير المناخ وكذلك، في المستقبل الأقرب، لتحسين قدرة نظم الإنتاج على الصمود. وتتسنى تدخلات أكثر تفصيلاً لإدارة المياه للحد من مخاطر الإنتاج، ولكن ليس بالضرورة لزيادة تكثيف الإنتاج البعلي. فعلى سبيل المثال، يوجد مجال لتحوّل بعض النظم الزراعية البعلية إلى نظم ري تكميلي تُستخدم فيها مدخلات قليلة، لسد الاحتياجات في فترات الجفاف القصيرة أثناء مراحل النمو البالغة الأهمية[٥]، ولكنها مع ذلك تعتمد أيضاً على توقيت هطول الأمطار ومدى كثافته.

ولقد طُبقت إدارة سيح المزرعة، بما في ذلك استخدام السدود التي تستبقي المياه في المناطق المزروعة، تطبيقاً ناجحاً في مناخات انتقالية، من بينها مناخ البحر المتوسط وأجزاء من منطقة الساحل، لتمديد توافر رطوبة التربة بعد كل هطول للأمطار. ويمكن أن تتيح إدارة السيح خارج المزرعة، بما في ذلك تركيز التدفق فوق سطح الأرض إلى المياه الجوفية الضحلة أو تخزينه من قِبَل المزارعين، رياً تكميلياً محدوداً. ولكن هذه التدخلات، عندما يجري التوسع فيها بحيث تشمل مساحات كبيرة، تؤثر على مستخدمي مجرى النهر وأرصدة مياه أحواض الأنهار بوجه عام.

وفي ما يتعلق بالتكنولوجيات، فإن تمديد الفوائد البيئية الإيجابية وفوائد حفظ رطوبة التربة التي تحققها نُهُج النظم الإيكولوجية سيعتمد في معظم الحالات على مستوى التشغيل الآلي للمزرعة، الذي سيلزم للاستفادة من حالات هطول الأمطار. وستظل التكنولوجيات الأبسط، بما في ذلك الزراعة الانتهازية المعتمدة على السيح، محفوفة بالمخاطر على نحو متأصل، لا سيما في ظل نظم التهطال التي تتسم بعدم الانتظام بدرجة أكبر. وستظل أيضاً كثيفة الاستخدام لليد العاملة.

ومن اللازم أن يجري واضعو السياسات تقييماً دقيقاً للمساهمات النسبية للإنتاج البعلي والإنتاج المروي على الصعيد القطري. فإذا كان من الممكن تحقيق استقرار الإنتاج البعلي بزيادة تخزين رطوبة التربة، فمن اللازم الوقوف على الظروف الفيزيائية والاجتماعية - الاقتصادية التي يمكن أن يحدث هذا فيها وتحديد تلك الظروف بطريقة جيدة. ومن اللازم إجراء تقييم اجتماعي - اقتصادي دقيق للمزايا المتعلقة بكل من الاستثمارات المنخفضة الكثافة في التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي في النظم البعلية الممتدة والاستثمارات الموضعية العالية الكثافة في نظم الري الكامل وذلك على ضوء أهداف التنمية.

وفي ما يتعلق بالمؤسسات، ثمة حاجة إلى إعادة تنظيم وتعزيز الخدمات الاستشارية التي تقدم للمزارعين الذين يعتمدون على الزراعة البعلية، وتجدُّد الجهود الرامية إلى الترويج للتأمين الخاص بالمحاصيل بالنسبة لصغار المنتجين. وسيلزم إجراء تحليل أدق لأنماط هطول الأمطار ولأوجه العجز في رطوبة التربة وذلك لتحقيق استقرار الإنتاج من النظم البعلية القائمة في ظل آثار تغير المناخ.

النظم الزراعية المروية

إن مجموع المساحة المهيأة للري الموجودة على نطاق العالم تتجاوز الآن ٣٠٠ مليون هكتار[1]، ويقدر أن المساحة الفعلية التي يجري حصد محاصيل منها أكبر من تلك المساحة نتيجة لزرع المحاصيل مثنى وثلاثاً. وقد حدث معظم تنمية الري في آسيا، حيث يُمارس إنتاج الأرز في نحو ٨٠ مليون هكتار، وحيث يبلغ متوسط الغلات ٥ أطنان لكل هكتار (مقارنةً بما يبلغ ٢,٣ طن لكل هكتار من ٥٤ مليون هكتار من أرز الأراضي المنخفضة البعلية). وعلى العكس من ذلك، تُمارس الزراعة المروية في أفريقيا في ٤ في المائة فقط من الأراضي الزراعية، نتيجة بصفة رئيسية للافتقار إلى استثمارات مالية.

والري هو وسيلة يشيع استخدامها من أجل التكثيف لأنه يتيح مرحلة يمكن عندها تركيز المدخلات. ومع ذلك فإن هذا التكثيف المستدام يتوقف على موقع سحب المياه واتباع نُهج قائمة على النظم الإيكولوجية - من قبيل حفظ التربة، واستخدام أصناف محسّنة، والإدارة المتكاملة للآفات - التي تمثل أساس التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. وتتباين وحدة توزيع الري وكفاءة استخدامه حسب التكنولوجيا المستخدمة لتوريد المياه، ونوع التربة وانحدارها (والأهم هو ما تتسم به من رشح)، ونوعية الإدارة.

وكثيراً ما يكون الري السطحي بواسطة شريط الحد، أو الحوض، أو الأخدود أقل كفاءة وأقل وحدة من الري العلوي (مثل آلية الرش، وآلة التنقيط، وشريط التنقيط). وقد اعتُبر الري المتناهي الصغر علاجاً تكنولوجياً لسوء أداء الري الحقلي، ووسيلة لتوفير المياه. ويتزايد الأخذ به من جانب العاملين في مجال البستنة التجارية في كل من البلدان المتقدمة والبلدان النامية، على الرغم من ارتفاع تكاليفه الرأسمالية.

ويكتسب الري الناقص وتنويعاته من قبيل الري الناقص المنظم أرضاً في الإنتاج التجاري للأشجار المثمرة وبعض المحاصيل الحقلية التي تستجيب للإجهاد المائي المحكوم في مراحل النمو البالغة الأهمية استجابة إيجابية. وكثيراً ما يُمارس الري الناقص المنظم اقتراناً مع الري المتناهي الصغر و"الزرع بالتسميد" الذي تُستخدم الأسمدة فيه، في إطار الري المتناهي الصغر، مباشرةً في المنطقة التي يتكون فيها معظم بذور النبات. وقد جرى تكييف هذه الممارسة للري الأخدودي الأبسط في الصين. والفوائد التي تتحقق، من حيث الإقلال من المدخلات من المياه، ظاهرة ولكنها لن تتحقق إلا إذا كان الإمداد بالمياه يمكن التعويل عليه إلى حد كبير.

سيكون الري الدقيق المستند إلى المعارف والذي يتيح للمزارعين استخداماً موثوقاً ومرناً للمياه أساساً رئيسياً للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. وقد جرى تجريب النظم الآلية باستخدام كل من آلات الرش المجهزة الصلبة والري المتناهي الصغر، وهو ما ينطوي على استخدام جس رطوبة التربة ودرجة حرارة ظلة المحاصيل لتحديد أعماق الري التي يجب استخدامها في الأجزاء المختلفة من الحقل. والري الدقيق واستخدام الأسمدة الدقيق من خلال مياه الري يمثلان كلاهما إمكانيتين مستقبليتين في ما يتعلق بالمحاصيل الحقلية والبستنة، ولكن توجد عثرات محتملة. إذ تشير عمليات محاكاة بالحاسوب أجريت مؤخراً أن إدارة الملح تشكل، في البستنة، عاملاً بالغ الأهمية في ما يتعلق بالاستدامة.

والتكاليف الاقتصادية للزراعة المروية كبيرة. فاستخدام تكنولوجيا آلات الرش وتكنولوجيا الري المتناهي الصغر، وكذلك التشغيل الآلي لتصميمات الري السطحي، ينطويان على نفقات رأسمالية وميزانيات تشغيلية طويلة الأجل. وتوفر مسدسات الأمطار أحد أقل الخيارات الرأسمالية تكلفة لتغطية مساحة كبيرة بالري العلوي، ولكنها تنطوي عادةً على تكاليف تشغيلية مرتفعة. ولنظم الري العلوي الأخرى تكاليف رأسمالية عالية وتُعتبر، بدون توافر دعم بإعانات الإنتاج، غير ملائمة للنظم الزراعية التي يتبعها ذوو الحيازات الصغيرة.

والخدمات التي تقدمها كثرة من نظم الري العامة أقل من مثالية، نتيجة لأوجه القصور في التصميم والصيانة والإدارة. وثمة مجال كبير لتحديث هذه النظم وإدارتها، من خلال كل من الإصلاح المؤسسي وفصل توفير خدمات الري عن الإشراف الأوسع نطاقاً على موارد المياه وتنظيمها.

والصرف يمثل عنصراً مكمّلاً جوهرياً، ولكنه كثيراً ما يكون موضع تجاهل، للري، لا سيما حيثما كانت مناسيب المياه تحت الأرض مرتفعة وملوحة التربة تمثل عائقاً.

وستلزم استثمارات في مجال الصرف لتحسين إنتاجية نظم الري واستدامتها ولكفالة الإدارة الجيدة للمدخلات الزراعية. ومع ذلك، فإن الصرف المحسّن يزيد من مخاطر خروج الملوثات، مما يسبب تدهوراً في المجاري المائية وفي النظم الإيكولوجية المائية المرتبطة بها.

ويحظى زرع المحاصيل المحمي، في بيوت ظليّة في الأغلب، بشعبية متزايدة في كثير من البلدان، من بينها الصين والهند، لإنتاج الفاكهة والخضر والأزهار بصفة رئيسية. وفي الأجل الطويل، سيزداد تدريجياً شيوع نظم الإنتاج العالية الكثافة ذات الدورة المغلقة، باستخدام الري التقليدي أو الزراعة في الماء أو الزراعة في الهواء، لا سيما في المناطق المحيطة بالحضر التي توجد فيها أسواق قوية وتتزايد ندرة الماء فيها.

واستخدام المياه لأغراض الري يقلل من التدفقات في مجرى النهر، ويغيِّر توقيتها، ويُوجد ظروفاً مواتية لحدوث أزمات، من قبيل تكاثر الطحالب السمية. وتتضمن الآثار الثانوية تملُّح المجاري المائية والمسطحات المائية وتلوث المغذيات فيها وتلوثها بمبيدات الآفات. وثمة مفاضلات بيئية أخرى من النظم المروية؛ فحقول الأرز تعزل مستويات من المادة العضوية أكبر من المستويات التي تعزلها تربة الأراضي الجافة، وتساهم بكمية سيح من النترات أقل، وتولّد انبعاثات أقل من أكسيد النيتروز (أكسيد الأزوت). وفي مقابل ذلك توجد الانبعاثات الكبيرة نسبياً من الميثان (ما يتراوح من ٣ في المائة إلى ١٠ في المائة من الانبعاثات العالمية) وغاز النشادر.

وتستخدم المحاصيل عادةً أقل من ٥٠ في المائة من مياه الري التي تحصل عليها، وتتسم نظم الري التي توجد في حوض نهر مخصص بالكامل أو مخصص تخصيصاً مفرطاً بانخفاض كفاءتها. ومحاسبياً، من الضروري التمييز بين مدى كمية المياه التي تُستنفد، سواء بطريقة مفيدة أو بطريقة منتجة، والاستنفاد المفيد من جانب المحاصيل - النتح هو القصد من الري: فمثالياً، سيكون الرشح مسؤولاً عن كل الاستنفاد الذي يحدث مع انعدام البخر من سطح التربة وسطح المياه. وثمة إمكانية ما لتحسين إنتاجية المياه بالحد من خسائر البخر غير المنتجة.

ولذا فإن التحسينات في إنتاجية المياه على مستوى الأحواض تركز على الإقلال إلى أدنى حد من الاستنفاد غير المفيد[٧]. ومع ذلك، فإن الآثار التي تتخلف في اتجاه مجرى النهر عن زيادة استنفاد المياه لأغراض الزراعة ليست محايدة: فثمة أدلة على حدوث انخفاضات كبيرة في السيح السنوي من جراء "تحسُّن" المستجمعات العلوية التي اتبعت نهج جمع المياه جمعاً مستفيضاً في أجزاء من شبه الجزيرة الهندية[٨].

وإدارة المياه عامل أساسي في الحد من فواقد النتروجين وخروجه من المزارع. ففي التربة التي يكون تصريفها حراً، تتعطل جزئياً عملية النترجة، مما يسفر عن انبعاث أكسيد النيتروز، بينما نجد في حالات التشبع (الأنوكسية) أن مركبات الأمونيوم والبولة تتحول جزئياً إلى غاز نشادر، في زراعة الأرز عادةً. ولذا من الممكن حدوث فواقد جوية من البولة، لأن كلاً من غاز النشادر وأكسيد النيتروز ينبعثان

أثناء دورتي التبليل والتجفيف في الري. والنتروجين لازم في شكل نترات من أجل امتصاصه عند الجذور، ولكنه يمكن أن يتحرك بسهولة إلى مكان آخر أثناء عملية الانحلال. ويجري استحداث عدد من مركبات الأسمدة المحمية والبطيئة الانبعاث من أجل الحالات المختلفة (انظر الفصل ٣، صحة التربة).

وديناميات تعبئة الفوسفات وتحركه في مصارف ومجاري المياه معقدة. فمن الممكن خروج الفوسفات من الزراعة في النظم المروية في حالة استخدام معدلات تدفق تحاتية في الري الأخدودي، أو إذا تشتت التربة الصودية. ومن الممكن أن ينحبس الفوسفات، والنترات إلى حد أقل، بوجود شرائط عازلة عند أطراف الحقول وعلى امتداد الأنهار، وهو ما يمنعها من الوصول إلى المجاري المائية. ومن ثم، من الممكن أن يؤدي مزيج من الإدارة الجيدة للري، وإعادة تدوير المياه الخلفية، وإدماج الفوسفات في التربة، إلى الإقلال، إلى ما يقرب الصفر، من خروج الفوسفات من الأراضي المروية.

وتتوقف استدامة الزراعة المروية المكثفة على الإقلال إلى أدنى حد من الآثار غير المحسوبة التي تتخلف خارج المزرعة، من قبيل التملُّح وخروج الملوثات، وظروف صيانة صحة التربة والزرع. وينبغي أن يكون هذا هو التركيز الأول للممارسات والتكنولوجيا وصنع القرار على مستوى المزرعة، وهو يعزز الحاجة إلى وجود محاسبة بشأن مياه الاستنفاد، ووجود تخصيص للمياه يكون حكيماً بدرجة أكبر على نطاق الحوض وعلى نطاق مستجمع المياه، ووجود فهم أفضل للتفاعلات الهيدرولوجية بين نظم الإنتاج المختلفة.

تكنولوجيات للحفظ والتوسع

جمع مياه الأمطار في منطقة الساحل في أفريقيا[٩]

توجد مجموعة عريضة ومتنوعة من النظم التقليدية والمبتكرة لجمع مياه الأمطار في منطقة الساحل الأفريقي. حيث يستخدم صغار المزارعين في المناطق شبه القاحلة في النيجر ثقوب الغرس لجمع مياه الأمطار وإحياء الأراضي المتدهورة من أجل زراعتها بالدُخن والذرة الرفيعة. وتؤدي هذه التكنولوجيا إلى تحسين الرشح في قطاع التربة وزيادة توافر المغذيات في التربة الرملية والمزيجية، ما يحقق زيادات ملموسة في الغلات ويحسّن غطاء التربة ويقلل الفيضان في أسفل المجرى. وهذه الثقوب عبارة عن حفر تصنع يدوياً بقطر ٢٠-٣٠ سم وعمق ٢٠-٢٥ سم وتبعد الواحدة منها عن الأخرى نحو ١م. ثم توضع التربة المستخرجة على شكل خط صغير له قمّة لتجميع أكبر كمية ممكنة من مياه الأمطار والجريان السطحي. كما يضاف السماد الطبيعي لكل حفرة كل عامين إن كان متاحاً. وتبذر البذور بصورة مباشرة في الحفر في بداية موسم الأمطار، مع إزالة الغرين والرمل سنوياً. وفي العادة يتم الحصول على أعلى إنتاج للمحصول خلال السنة الثانية بعد إضافة السماد الطبيعي.

دخن أغبر

أما في شرق إثيوبيا فيجمع المزارعون مياه الفيضان والجريان السطحي من الأنهار الفصلية والطرق وسفوح الجبال باستخدام حواجز حجرية وترابية مؤقتة. ثم يجري توزيع المياه المستجمعة عبر شبكة من القنوات المحفورة يدوياً يصل طولها ٢٠٠٠ م إلى حقول محاصيل الخضر والفواكه عالية القيمة. ومن بين المنافع التي يحققها هذا النظام زيادة قدرها ٤٠٠ في المائة في قيمة المنتَج الإجمالية اعتباراً من السنة الرابعة للتشغيل، إضافة إلى تحسين رطوبة التربة وخصوبتها وتقليل الفيضان في أسفل المجرى.

الريّ المخفَّض من أجل غلّة عالية وأرباح صافية قصوى[١٠]

تتحقق أعلى إنتاجية للمحاصيل باستخدام أصناف وفيرة الغلة مع ضمان المستوى الأمثل من إمدادات المياه، وخصوبة التربة، ووقاية المحاصيل. غير أن بمقدور المحاصيل أن تنتج بصورة جيدة كذلك اعتماداً على إمدادات مياه محدودة. ففي حالة الري المخفَّض توفر إمدادات من المياه تقل عن الاحتياجات الكاملة للمحصول، ويُسمح بوقوع إجهاد خفيف في مراحل النمو التي يكون المحصول خلالها أقل تحسّساً لنقص الرطوبة. والمأمول في هذه الحالة أن يكون أي انخفاض في الغلة محدوداً، وأن تُستخلص منافع إضافية من خلال تحويل وفورات الماء لري محاصيل أخرى. لكن تطبيق الري المخفَّض يتطلب فهماً تاماً للاتزان المائي – الملحي للتربة، إلى جانب معرفة وثيقة بسلوك المحصول لأن استجابة المحاصيل للإجهاد المائي تتفاوت تفاوتاً واسعا.

وقد أشارت دراسة أجريت لمدة ست سنوات على إنتاج القمح الشتوي في سهل الصين الشمالي إلى تحقيق وفورات نسبتها ٢٥ في المائة أو أكثر في المياه من خلال تطبيق أسلوب الري المخفَّض على مراحل نمو مختلفة. ففي السنوات العادية كانت رتّتان كمية كل منهما ٦٠ ملم (عوضاً عن الرتّات الأربع الاعتيادية) كافية لتحقيق غلات عالية بصورة مقبولة وتعظيم الأرباح الصافية. كما بينت دراسة أجريت لتأثيرات الري المخفَّض في المدى البعيد على القمح والقطن في البنجاب بباكستان حدوث انخفاضات وصلت إلى ١٥ في المائة

القطن

في الغلات عندما تم تطبيق الري لإشباع ٦٠ في المائة فحسب من الاستهلاك المائي الإجمالي للمحصول. وشددت الدراسة على ضرورة إدامة عمليات غسيل الأملاح من قطاع التربة بواسطة الماء من أجل تجنب خطر تملح التربة في المدى البعيد.

وفي دراسات أجريت على الفول السوداني المروي في الهند تمت زيادة الإنتاج وإنتاجية المياه من خلال فرض إجهاد عابر ناجم عن العجز في رطوبة التربة أثناء مرحلة النمو الخضري، أي بعد ٢٠-٤٥ يوماً من زراعة البذور. وربما كان للإجهاد المائي المطبّق خلال مرحلة النمو الخضري تأثير إيجابي على نمو الجذور، ما ساهم في الاستخدام الفعال للماء من مناطق التربة الأكثر عمقاً. كذلك ثبت أن إمكانية تحقيق وفورات أعلى في المياه في حالة الأشجار المثمرة أكثر منها في حالة المحاصيل العشبية. فقد أدى تخفيض الري المنظم للأشجار المثمرة في جنوب شرق أستراليا إلى زيادة إنتاجية المياه بنحو ٦٠ في المائة، إضافة إلى تحقيق مكاسب في جودة الثمار وانعدام الخسائر في الغلات.

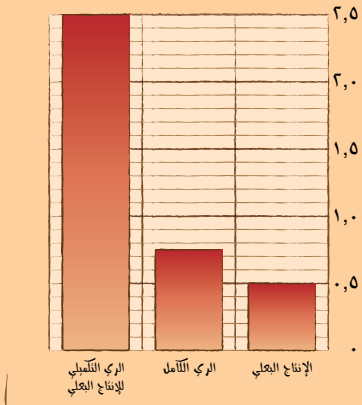
الريّ التكميلي في الأراضي الجافة البعلية[١٢،١١]

بمقدور المزارعين الذين يعتمدون على مياه الأمطار لإنتاج الحبوب في المناطق الجافة زيادة الغلات باستخدام الري التكميلي الذي يتضمن جمع الجريان السطحي من مياه الأمطار وتخزينه في برك أو صهاريج أو سدود صغيرة، ثم ريّ المحاصيل بها خلال المراحل الحرجة لنموها. ومن أهم المنافع الرئيسية للري التكميلي أنه يتيح الزراعة المبكرة. فبينما يتحدد تاريخ البذر في الزراعة البعلية على ضوء بدء هطول الأمطار، يتيح الري التكميلي اختيار التاريخ على نحو أكثر دقة، ما يحسّن الإنتاجية بصورة ملموسة. ففي بلدان منطقة البحر الأبيض المتوسط مثلاً ينتج محصول القمح الذي يُبذر في نوفمبر/ تشرين الثاني غلة أعلى باستمرار، كما يبدي استجابة أفضل لإضافة الماء والسماد الأزوتي، من محصول يُبذر في يناير/ كانون الثاني.

ويتراوح متوسط إنتاجية مياه الأمطار في المناطق الجافة في شمال أفريقيا وغرب آسيا بين ٠,٣٥ و ١ كغم من حبوب القمح لكل متر مكعب من المياه. وقد وجد المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ICARDA) أن نفس الكمية من المياه إذا طبقت على شكل ري تكميلي وترافقت مع عمليات الإدارة الجيدة فإنها يمكن أن تنتج ٢,٥ كغم إضافي من الحبوب. ويعزى هذا التحسن بصورة رئيسية إلى فاعلية كمية صغيرة من الماء في تخفيف الإجهاد الرطوبي الشديد.

وقد ساعد الري التكميلي في الجمهورية العربية السورية في زيادة متوسط غلة الحبوب من ١,٢ طن إلى ٣ أطنان للهكتار. كما رفع تطبيق ٥٠ ملم من الري التكميلي متوسط غلة القمح المزروع مبكراً في المغرب من ٤,٦ طن إلى ٥,٨ طن، بزيادة نسبتها ٥٠ في المائة في إنتاجية المياه. وزاد تطبيق الري التكميلي لمرة واحدة غلات الشعير في إيران من ٢,٢ إلى ٣,٤ طن/ هكتار.

إنتاجية المياه في نظم إنتاج القمح
(كغم حبوب/ م٣)



ICARDA. 2006. AARINENA water use efficiency network - Proceedings of the expert consultation meeting, 26-27 November 2006. *Aleppo, Syria.*

وإذا ما تم إدماج الري التكميلي مع الأصناف المحسّنة والتربة الجيدة وإدارة التغذية فإن في الإمكان تحقيق أفضل النتائج منه عبر السماح بإصابة المحاصيل على نحو متعمد بقدر من العجز المائي. فقد استخدم المزارعون في شمال سورية نصف كمية الاحتياجات المائية الكاملة للري التكميلي في حقول القمح، مما أتاح لهم مضاعفة المساحة المزروعة وتعظيم إنتاجية وحدة المياه وزيادة الإنتاج الكلي بنسبة الثلث.

استخدامات متعددة لأنظمة المياه[١٣]

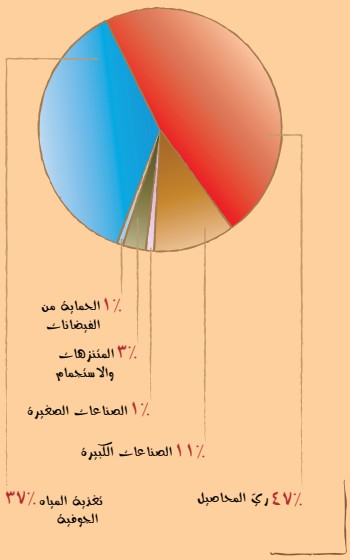
علاوة على تزويد الإنتاج المحصولي بالمياه، فإن بمقدور أنظمة الري وبنيته التحتية أن تقدم خدمات متعددة أخرى من ضمنها توفير المياه اللازمة للاستخدامات المنزلية والإنتاج الحيواني وتوليد الكهرباء وأن تعمل كقنوات للنقل. وقد أظهر تحليل أجرته المنظمة لنحو ٢٠ مشروعاً من مشروعات الري أن استخدامات المياه غير المحصولية والوظائف المتعددة لمشروعات الري هي القاعدة وليست الاستثناء.

فقد تبين في منطقة فينهي المروية من مقاطعة شانكسي في الصين أن القيم المستفادة من الري التقليدي أقل من القيم المستفادة من الخدمات ذات الصلة كتربية الأحياء المائية ومزارع أشجار الأخشاب والوقاية من الفيضانات. وكانت البنية التحتية للري في المنطقة والتي تتكون من خزانين وثلاثة سدود تحويلية وخمس قنوات رئيسية قد شُيدت عام ١٩٥٠. لكن مقاطعة شانكسي واجهت في السنوات الأخيرة حالات متصاعدة من الجفاف والفيضانات وتلوث المياه، إلى جانب التنافس على المياه من جانب الاستخدامات الصناعية والمنزلية. ونتيجة لنقص المياه، بات الري السطحي الآن مقصوراً على محاصيل القمح الشتوي والذرة. ولذلك بدأ كثير من المزارعين في تنويع إنتاجهم فتحولوا عن إنتاج الأغذية الأساسية صوب الإنتاج المكثف للمحاصيل الربيعية مستخدمين المياه الجوفية بصورة رئيسية. وانخفضت المساحة المروية الأصلية البالغة ٨٦ ٠٠٠ هكتار بنحو ٥٠ في

المائة. ولكن مخصصات المنطقة من مياه النهر الأصفر ذاتها باتت تقدم من هذه المساحة الأصغر حجماً وظائف أخرى كثيرة: الخدمات الإنتاجية مثل ري المحاصيل وتربية الأحياء المائية، وتوليد الكهرباء بواسطة المياه، وإنشاء مزارع أشجار الأخشاب، وتوفير إمدادات المياه للأغراض الصناعية، وأسباب الراحة والمتعة، بما في ذلك الحماية من الفيضانات وتغذية المياه الجوفية والمتنزه الحرجي. وبهذه الطريقة أضيف إلى تكثيف استخدام المياه صون الخدمات البيئية.

FAO. 2010. Mapping systems and service for multiple uses in Fenhe irrigation district, Shanxi Province, China. *Rome.*

استخدام مياه الري في منطقة فينهي المروية، الصين (نسبة مئوية)



طريق المضي قُدماً

وتنطوي الزراعة المستدامة في الأراضي المروية - وأيضاً على امتداد نطاق نظم الإنتاج البعلية والبعلية المحسنة - على مفاضلات في استخدام المياه، وتقاسم المياه بالمعنى الأوسع، وصياغة خدمات النظم الإيكولوجية الداعمة. وهذه المفاضلات تزداد تعقُّداً وتنطوي على أهمية اجتماعية واقتصادية وسياسية كبيرة.

ستؤثر حوكمة عمليات تخصيص الأراضي والمياه بوجه عام تأثيراً قوياً على حجم الاستثمارات الأطول أجلاً في التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، لا سيما بالنظر إلى ما يرتبط بالإنتاج المروي من تكاليف رأسمالية وتكاليف مدخلات أعلى. وسيستمر تزايد الطلبات المنافسة على المياه من قطاعات اقتصادية أخرى ومن الخدمات والمنافع البيئية. وسيلزم أن تتأقلم إدارة المياه في الزراعة مع انخفاض كمية المياه لكل هكتار من الأراضي وسيتعين أيضاً أن تستوعب داخلياً تكلفة التلوث من الأراضي الزراعية.

وفي ما يتعلق بالسياسات، فإن طبيعة الزراعة تتغير في كثير من البلدان، مع تسارع وتيرة الهجرة إلى خارج الريف وتسارع عملية التحضر. وتتاح أمام الحوافز السياساتية التي تركز على الآثار البيئية غير المحسوبة الأشد إلحاحاً، مع استغلال دوافع الربح لدى فرادى المزارعين، فرصة أكبر للنجاح.

فعلى سبيل المثال، عندما يكون تلوث الأنهار والنظم الإيكولوجية المائية بالكيماويات الزراعية قد بلغ نقطة الأزمة، يمكن أن يكون فرض حظر على الكيماويات الخطرة مصحوباً بتدابير لرفع أسعار الأسمدة، وتزويد المزارعين بمشورة موضوعية بشأن معدلات جرعة الأسمدة، وإزالة الحوافز السلبية التي تشجع على استخدام الأسمدة بإفراط. وتدابير المتابعة قد تشجع عملية الإدارة على المستويات "المطلوبة أو الموصى بها"، وتسعى إلى نُهج بديلة لزيادة الإنتاجية مع استخدام أكثر تواضعاً للمدخلات الخارجية. وفي تلك الحالة، سيلزم مزيد من الاستثمارات العامة لتحسين رصد أحوال النظم الإيكولوجية.

وفي المستقبل، سيتحسن إدماج تكنولوجيا التسميد (بما في ذلك استخدام الأسمدة السائلة)، والري الناقص، وإعادة استخدام المياه العادمة في إطار نظم الري. ومع أن إدخال تكنولوجيا جديدة في النظم الزراعية المروية ينطوي على تكاليف بدء عالية ويتطلب ترتيبات مؤسسية للتشغيل والصيانة، فإن استخدام الري الدقيق أصبح الآن عالمياً. فالمزارعون في البلدان النامية يستخدمون بالفعل مجموعات أدوات تنقيط منخفضة الرأس حيثما كانت هناك أسواق خاصة، من قبيل البستنة. وإضافة إلى ذلك، من المرجح أن يحدث توسُّع في توافر منتجات مقولبة بلاستيكية زهيدة الثمن وملاءات بلاستيكية للزراعة البلاستيكية. ومع ذلك، فإن التطبيق الواسع النطاق للبدائل، من قبيل التكنولوجيات الشمسية، أو تجنُّب التكنولوجيات الملوِّثة، سيكون بحاجة إلى دعم من تدابير تنظيمية وإشراف فعال على الامتثال.

ولقد أدت أوجه القصور في حوكمة بعض استثمارات الري إلى أوجه شذوذ مالية في التمويل الرأسمالي، والسعي إلى الربع في الإدارة والتشغيل، وسوء التنسيق بين

الوكالات المسؤولة عن تقديم خدمات الري للمزارعين. وتلزم نُهج مبتكرة لتحسين الأطر المؤسسية التي تشجّع التنمية الزراعية والمائية، وتصون البيئة في الوقت ذاته. وتظل هناك إمكانات كبيرة لتسخير المبادرات المحلية في مجال التنمية المؤسسية وللتعلم منها، وإدارة آثار التكثيف غير المحسوبة، والحد من تكاليف المعاملات أو تجنبها. ومن الأرجح أن تكون الحلول غنية بالمعارف بدلا من أن تكون كثيفة استخدام التكنولوجيا.

الفصل ٦

وقاية النباتات

المبيدات تقتل الآفات، لكنها تقتل الأعداء الطبيعيين للآفات أيضاً، ولذلك فإن الاستخدام المفرط للمبيدات يمكن أن يلحق الضرر بالمزارعين والمستهلكين والبيئة. وخط الدفاع الأول ضد الآفات هو وجود نظام إيكولوجي زراعي مفعم بالصحة.

كثيراً ما تُعتبر الآفات النباتية عاملاً خارجياً يدخل في الإنتاج المحصولي. وهذا تصوُّر خاطئ، لأن أصناف الآفات تحدث طبيعياً داخل النظام الإيكولوجي الزراعي في معظم الحالات. وتشكل الآفات والأصناف المصاحبة لها - مثل الضواري والطفيليات والملوثات والمنافِسات والمحلِلات - مكونات التنوع البيولوجي - الزراعي المرتبط بالمحاصيل والتي تؤدي طائفة واسعة من وظائف النظام الإيكولوجي. وتحدث عادةً حالات تزايد الآفات أو تفشيها في أعقاب انهيار العمليات الطبيعية لتنظيم الآفات.

وبالنظر إلى أن تكثيف الإنتاج المحصولي سيفضي إلى حدوث زيادة في إمدادات الغذاء المتاحة لآفات المحاصيل، فإن استراتيجيات إدارة الآفات يجب أن تكون جزءاً لا يتجزأ من التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. ومع ذلك، فإنها يجب أيضاً أن تراعي الشواغل المتعلقة بالمخاطر التي تمثلها مبيدات الآفات بالنسبة للصحة والبيئة. ولذا من المهم معالجة مشاكل الآفات المحتملة المرتبطة بتطبيق التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي عن طريق اتباع نهج النظام الإيكولوجي.

ومع أن مجموعات من الآفات المحتملة موجودة في كل حقل محصولي، كل يوم، فإن الممارسات المعتادة، من قبيل رصد المحاصيل وتدابير الرقابة العشوائية، تسيطر عليها عادةً. وفي حقيقة الأمر، من شأن الاستئصال الكامل لأي آفة حشرية أن يقلل من الإمدادات الغذائية لأعدائها الطبيعيين، مما يقوّض عنصراً أساسياً في قدرة النظام على الصمود. ولذا فإن الهدف ينبغي أن يتمثل في إدارة مجموعات الآفات الحشرية إلى الحد الذي يعمل عنده الافتراس الطبيعي على نحو متوازن ويُبقي عنده على فواقد المحاصيل التي تكون من نصيب الآفات عند حد أدنى مقبول.

وعندما لا يبدو هذا النهج كافياً، كثيراً ما يستجيب المزارعون لذلك بالسعي إلى وقاية إضافية لمحاصيلهم من التهديدات المتصورة. وتستند القرارات التي يتخذها كل مزارع بشأن إدارة الآفات إلى أهدافه وتجاربه الفردية. وبينما قد يطبّق البعض تدابير للتحكم كثيفة الاستخدام لليد العاملة، فإن الغالبية يتجهون إلى مبيدات الآفات. ومن المتوقع أن مبيعات مبيدات الآفات على نطاق العالم تجاوزت ٤٠ مليار دولار أمريكي في سنة ٢٠١٠. وتمثل مبيدات الأعشاب أكبر قطاع في السوق، بينما تقلصت حصة المبيدات الحشرية وزادت حصة مبيدات العفن خلال السنوات العشر المنصرمة[١].

وكأسلوب للتحكم، يلحق الاعتماد المفرط على مبيدات الآفات ضرراً بالتوازن الطبيعي للنظم الإيكولوجية المحصولية. فهو يُحدث اضطراباً في الطفيليات والضواري، مما يسبب تفشي آفات ثانوية. وهو يساهم أيضاً في دورة مفرغة من المقاومة لدى الآفات، مما يفضي إلى مزيد من الاستثمار في تطوير مبيدات الآفات ولكن مع حدوث قدر ضئيل فقط من التغير في فواقد المحاصيل الناجمة عن الآفات، وهي فواقد تقدر الآن بنسبة تتراوح من ٣٠ في المائة إلى ٤٠ في المائة، وهي نسبة مماثلة للنسبة التي كانت قائمة قبل ٥٠ سنة[٢]. ونتيجة لذلك، فإن حالات تفشي الآفات الناجمة عن الاستخدام غير الصحيح لمبيدات الآفات قد زادت[٣].

والاستخدام المفرط لمبيدات الآفات يعرِّض أيضاً المزارعين لمخاطر صحية شديدة وله عواقب سلبية على البيئة، وعلى غلات المحاصيل في بعض الأحيان. فكثيراً ما تصل نسبة تقل عن ١ في المائة من مبيدات الآفات التي تُستخدم فعلاً إلى الآفة المستهدفة؛ بينما تلوث الكمية المتبقية الهواء والتربة والماء[٤].

ولقد تزايد قلق المستهلكين بشأن مخلفات مبيدات الآفات في الغذاء. فقد أسفرت سرعة التحضّر عن حدوث توسع في البستنة في الحضر وفي المناطق المحيطة بالحضر، حيث استخدام مبيدات الآفات أكثر وضوحاً وحيث يُعتبر الإفراط في استخدامها أقل مقبولية حتى لدى الجمهور. ولقد جرى توثيق العواقب الخطيرة للتعرض المهني المرتبط بمبيدات الآفات توثيقاً وفيراً في أوساط المجتمعات الزراعية، مما يُزيد الحساسية الاجتماعية نحو حقوق العمال الزراعيين ورفاههم.

وتُترجم الشواغل العامة إلى معايير أقوى محلياً وكذلك في التجارة الدولية. فقد أقر البائعون بالتجزئة وسلاسل المتاجر الكبرى (السوبر ماركت) الرئيسية متطلبات أكثر صرامة بشأن رفاه العمال، وسلامة الغذاء، وإمكانية التتبع، والبيئة. ومع ذلك، ما زال ضعف تنظيم وإدارة مبيدات الآفات يقوّض الجهود الرامية إلى توسيع نطاق استراتيجيات إدارة الآفات المستندة إلى علم الإيكولوجيا وإدامة تلك الاستراتيجيات. وهذا يرجع إلى أن مبيدات الآفات يجري تسويقها بإلحاح ومن ثم كثيراً ما يُنظر إليها على أنها أقل الخيارات ثمناً وأسرعها للتحكم في الآفات.

وسيستفيد المزارعون إذا كان هناك فهم أفضل لعمل وديناميات النظم الإيكولوجية، ولدور الآفات كجزء لا يتجزأ من التنوع البيولوجي الزراعي. وسيستفيد أيضاً واضعو السياسات، الذين كثيراً ما يكونون هدفاً لمعلومات معقدة بشأن آفات المحاصيل، إذا كان هناك فهم أفضل للأثر الحقيقي للآفات والأمراض في النظم الإيكولوجية الزراعية.

الإدارة المتكاملة للآفات

على مدى السنوات الخمسين المنصرمة، أصبحت الإدارة المتكاملة للآفات وما زالت هي الاستراتيجية الكلية الرئيسية في العالم لوقاية النباتات. وتستند تلك الإدارة، منذ ظهورها أول مرة في ستينيات القرن العشرين، إلى علم الإيكولوجيا، ومفهوم النظم الإيكولوجية، وهدف إدامة وظائف النظم الإيكولوجية[٥-٧].

وتستند الإدارة المتكاملة للآفات إلى فكرة أن خط الدفاع الأول والأهم ضد الآفات والأمراض في الزراعة هو نظام إيكولوجي - زراعي صحي، تكون فيه العمليات البيولوجية التي تدعم الإنتاج مشمولة بالحماية والتشجيع والتحسين. ويمكن أن يؤدي تحسين تلك العمليات إلى زيادة الغلات والاستدامة، مع خفض تكاليف المدخلات. وفي النظم المكثفة، تؤثر عوامل الإنتاج البيئية على آفاق الإدارة الفعالة للآفات. وهي تشمل ما يلي:

- إدارة التربة التي تستخدم نهج النظام الإيكولوجي - من قبيل وضع طبقة مهاد - يمكن أن توفر ملجأً للأعداء الطبيعيين للآفات. ويوفر بناء المادة العضوية

للتربة مصادر غذاء بديلة للأعداء والخصوم الطبيعيين التعميميين لأمراض النبات ويُزيد من المجموعات التي تنظم الآفات في مرحلة مبكرة من دورة زراعة المحاصيل. ومعالجة مشاكل معينة بشأن التربة، من قبيل تسرب المياه المالحة، يمكن أن تجعل المحاصيل أقل عرضة لآفات من قبيل ثقّابة جذوع الأرز.

- التأزم المائي الذي يمكن أن يؤدي إلى زيادة تعرُّض المحاصيل للمرض. فبعض الآفات، لا سيما الأعشاب الضارة في الأرز، يمكن التحكم فيها بتحسين إدارة المياه في نظام الإنتاج.
- مقاومة أصناف المحاصيل وهي أساسية لإدارة الأمراض النباتية وكثير من الآفات الحشرية. فإمكانية التعرض لتلك الأمراض والآفات يمكن أن تنشأ إذا كانت القاعدة الوراثية لمقاومة النباتات المضيفة لها ضيقة للغاية.
- توقيت المحاصيل وترتيبها المكاني وهما يمكن أن يؤثرا على ديناميات مجموعات الآفات ومجموعات الأعداء الطبيعيين، فضلاً عن مستويات خدمات التلقيح بالنسبة لمحاصيل البستنة التي تعتمد على الملقحات. وكما هو الحال في ما يتعلق بالحشرات المفيدة الأخرى، فإن الحد من استخدامات مبيدات الآفات وزيادة التنوع داخل المزارع يمكن أن يؤديا إلى زيادة مستوى خدمات التلقيح.

وقد حققت الإدارة المتكاملة للآفات، كاستراتيجية تستند إلى النظام الإيكولوجي، بعض النجاحات الملحوظة في الزراعة في العالم. واليوم، يجري تنفيذ برامج حكومية كبيرة النطاق للإدارة المتكاملة للآفات في أكثر من ٦٠ بلداً، من بينها البرازيل والصين والهند ومعظم البلدان المتقدمة. وثمة توافق آراء علمي عام - أبرزه التقييم الدولي للعلوم والتكنولوجيا الزراعية الموجهة لأغراض التنمية الذي أجري مؤخراً[٨] - على أن الإدارة المتكاملة للآفات فعالة وأنها توفر الأساس لحماية التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. في ما يلي المبادئ العامة لاستخدام الإدارة المتكاملة للآفات عند تصميم برامج من أجل التكثيف المستدام.

- استخدام نهج النظام الإيكولوجي للتكهُّن بالمشكلات المحتملة بشأن الآفات المرتبطة بالإنتاج المحصولي المكثف. فنظام الإنتاج ينبغي أن يستخدم، مثلاً، طائفة متنوعة من أصناف المحاصيل المقاوِمة للآفات، وعمليات تناوب المحاصيل، وزرع محاصيل معاً، ووقتاً مثالياً للزرع، وإدارة الأعشاب الضارة. وللحد من الفواقد، ينبغي أن تستفيد استراتيجيات التحكم من الأصناف المفيدة من ضواري الآفات وطفيلياتها ومنافِساتها، إلى جانب مبيدات الآفات العضوية ومبيدات آفات صناعية مختارة منخفضة المخاطر. وسيلزم الاستثمار في تعزيز معارف المزارعين ومهاراتهم.
- إجراء تخطيط للطوارئ تحسباً لظهور أدلة معقولة على نشوء خطر آفات كبير. وهذا سيتطلب استثماراً في نظم البذور لدعم استخدام أصناف مقاوِمة، وفترات تكون خالية من المحاصيل لمنع انتقال مجموعات الآفات إلى الموسم التالي. وسيلزم تحديد مبيدات آفات مختارة مع وجود إشراف تنظيمي كافٍ، وإعداد حملات اتصال محددة.

- تحليل طبيعة سبب تفشي الآفات عند نشوء مشاكل، ووضع استراتيجيات بناء على ذلك. وقد تنجم المشاكل عن مزيج من العوامل. وحيثما كان المصدر يكمن في ممارسات التكثيف - ومن ذلك، مثلاً، عدم ملاءمة كثافة النباتات أو الحرث الذي يؤدي إلى تشتت بذور الأعشاب الضارة - سيلزم تحوير الممارسات. وفي حالة غزوات آفات من قبيل الجراد، يمكن أن تكون طرق التحكم البيولوجي أو إخماد المرض بيولوجياً المستخدمة في موضع المصدر مفيدة.
- تحديد كمية الإنتاج المعرضة للخطر، من أجل تحديد النطاق الملائم لحملات أو أنشطة التحكم في الآفات. ووجود آفة في أكثر من ١٠ في المائة من مساحة محصول (لا فقدان تلك المساحة) يمثل تفشياً يتطلب استجابة سريعة على صعيد السياسات. ومع ذلك، فإن المخاطر من الآفات كثيراً ما يكون هناك إفراط في تقديرها، وبإمكان المحاصيل أن تعوّض إلى حد ما فسيولوجياً الضرر الذي ينجم عن الآفات. ومن ثم ينبغي ألا تكون الاستجابة غير متناسبة.
- القيام بعملية إشراف لتتبع أنماط الآفات في الوقت الحقيقي، وتعديل الاستجابة. وتستخدم النظم ذات المراجع الجغرافية لمراقبة الآفات النباتية بيانات من قطع ثابتة من الأراضي، إلى جانب بيانات مسح متجول وأدوات لرسم الخرائط وللتحليل.

نُهُج للحفظ والتوسع

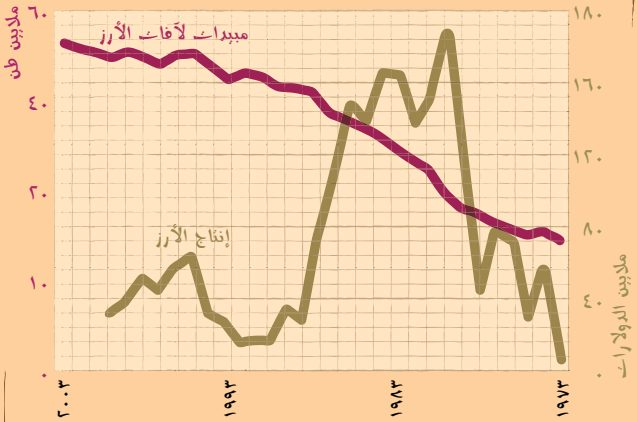
لقد ساهمت نُهج النظام الإيكولوجي في نجاح الكثير من استراتيجيات إدارة الآفات على نطاق كبير في طائفة متنوعة من النظم الزراعية. فعلى سبيل المثال:

خفض استخدام المبيدات الحشرية في الأرز

لا تحتاج غالبية محاصيل الأرز الاستوائية إلى استخدام مبيدات حشرية في إطار التكثيف[٩]. فقد زادت الغلات من ٣ أطنان لكل هكتار إلى ٦ أطنان من خلال استخدام أصناف محسّنة، والأسمدة، والري. وقللت إندونيسيا إلى حد هائل من إنفاقها على مبيدات الآفات في إنتاج الأرز خلال الفترة ما بين سنة ١٩٨٨ وسنة ٢٠٠٥[١٠].

ومع ذلك، في السنوات الخمس المنصرمة، أدى توافر مبيدات آفات منخفضة التكلفة، وانكماش الدعم المقدم لتعليم المزارعين وللبحوث الإيكولوجية الحقلية، إلى تجدُّد ارتفاع مستويات استخدام مبيدات الآفات مع حدوث حالات تفشٍ كبيرة النطاق للآفات نتيجة لذلك، لا سيما في جنوب شرق آسيا[١١].

التغيرات في إنتاج الأرز والإنفاق على المبيدات في إندونيسيا



Gallagher, K.D., Kenmore, P.E. & Sogawa, K. 1994. Judicial use of insecticides deter planthopper outbreaks and extend the life of resistant varieties in Southeast Asian rice. In *R.F. Denno & T.J. Perfect, eds.* Planthoppers: Their ecology and management, *pp. 599-614.*

Oudejans, J.H.M. 1999. Studies on IPM policy in SE Asia: Two centuries of plant protection in Indonesia, Malaysia, and Thailand. *Wageningen Agricultural University Papers 99.1. Wageningen, the Netherlands.*

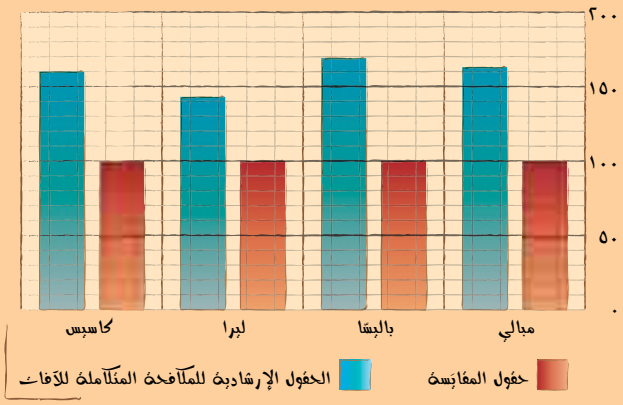
Watkins, S. 2003. The world market for crop protection products in rice. *Agrow Report. London, PJB Publications.*

التحكُّم البيولوجي في آفات الكاسافا

في أمريكا اللاتينية، وهي مركز مصدر الكاسافا، يُبقى عادةً على حشرات الآفات تحت تنظيم طبيعي جيد لمجموعاتها. ومع ذلك، فإن الآفات تسبب ضرراً شديداً عندما تُعالج على نحو غير مناسب بالمبيدات الحشرية، أو عندما يُنقل المحصول وآفاته إلى إقليم آخر، من قبيل أفريقيا أو آسيا، حيث لا يوجد أعداء طبيعيون فعالون لتلك الآفات. وقد نجحت مبادرة للتحكم البيولوجي تولى قيادتها المعهد الدولي للزراعة الاستوائية في التحكم في سوسة الكاسافا الخضراء وبقة الكاسافا المغبّرة في معظم أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. وهذا التحكّم وفّره الأعداء الطبيعيون لهاتين السوسة والبقة من أمريكا اللاتينية، الذين أصبح وجودهم مترسخاً في أفريقيا في ثمانينيات القرن العشرين، ويجري الآن إدخالهم في آسيا[١٢،١٣].

الكاسافا

أثر المكافحة المتكاملة للآفات والعمليات الزراعية المحسَّنة على إنتاج القطن في أربع مقاطعات بشرق كينيا (نسبة مئوية)



Hillocks, R., Orr, A., Riches, C. & Russell, D. 2006. Promotion of IPM for smallholder cotton in Uganda. *DFID Crop Protection Programme, Final Technical Report, Project R8403. Kent, UK, Natural Resources Institute, University of Greenwich.*

الأعداء الطبيعيون لآفات القطن

لنظم القطن مجموعة متنوعة من النباتات التي تُعتبر بمثابة أعداء طبيعيين، تتألف من الضواري العامة التي تواصل مص الآفات، من قبيل الذباب الأبيض وجنادب الورق، في ظل تحكم طبيعي ملائم. وتتغير قدرة القطن على تحمّل هذه الآفات أثناء دورة المحصول وتتباين عتبات العلاج وفقاً لمرحلة المحصول ومدى وجود الأعداء الطبيعيين. وتلعب تشكيلة المحاصيل التي تكون على مقربة من القطن دوراً هاماً في نظم الإدارة المتكاملة للآفات. لأن المحاصيل المجاورة – من قبيل الشمام والطماطم – يمكن أن تكون مصادر للآفات أو، كما في حالة محاصيل العلف من قبيل الفصة، مصدراً للأعداء الطبيعيين. وإضافة إلى ذلك، أدت المقاومة الفعالة من جانب النباتات المضيفة نتيجة للقطن ذي البكتيريا Bt المهجّن وراثياً إلى الإقلال من استخدام المبيدات الحشرية إلى حد كبير[١٤].

نهج النظام الإيكولوجي بشأن أمراض الحمضيات

اعتمد الزراع في الصين وفييت نام، تقليدياً، على استخدام النمل لحماية أشجار الحمضيات من طائفة واسعة من الآفات الحشرية. وقد حدثت حالات تفشي الآفات مؤخراً في الحمضيات في استراليا وإريتريا وإسرائيل والولايات المتحدة الأمريكية في أعقاب الرش المفرط للمبيدات الحشرية، الذي أحدث خللاً في التحكم البيولوجي الذي يحدث طبيعياً. وبينما لم يوجد حل لمرض "Huanglongbing"، فقد أدى اتباع نُهج نظام إيكولوجي متعددة إلى إبطاء أثر الإصابة. وتشمل هذه النُهج إصدار برامج شهادات للأشجار الأم، والعزل الجغرافي لإنتاج المشاتل، الذي يجري القيام به في صوامع ذات ستائر حامية من الحشرات. وفي المزارع التجارية، يجري التحكم في ناقلات الحشرات باستخدام مبيدات حشرية كيماوية، وباستخدام التحكم البيولوجي أو زرع نباتات طاردة للحشرات من قبيل الجوافة مع المحاصيل الأخرى، حيثما يمكن تطبيق ذلك. وتُزال الأشجار المصابة للحد من المصادر الحاضنة لمرض "Huanglongbing"[١٥،١٦].

البرتقال

التحكم في الأمراض الفيروسية لدى الطماطم

على مدى السنوات العشر إلى الخمس عشرة المنصرمة، تعرض إنتاج الطماطم في غرب أفريقيا لأوبئة أمراض فيروسية مرتبطة بوجود أعداد كبيرة من الذباب الأبيض، مما أدى إلى حدوث انخفاض شديد في الغلات. وفي بعض الحالات، لم يعد زرع الطماطم صالحاً اقتصادياً. وقد ساعد تعاون بحثي دولي متعدد الأطراف بين القطاعين العام والخاص على إنشاء برنامج في مالي بشأن الإدارة المتكاملة للآفات، تضمّن شن حملة على نطاق المنطقة لإزالة النباتات المضيفة الموبوءة، تلاها زرع أصناف عالية الغلة وتنضج مبكراً وبذل جهود مستضيفة في مجال الصحة النباتية أزالت ودمرت نباتات طماطم وفلفل بعد حصادها. ولقد فحص البرنامج وقيَّم أصنافاً جديدة تنضج مبكراً وتتحمل الأمراض، واستخدم الرصد الشهري لمجموعات الذباب الأبيض وحدوث إصابة بالفيروس لتقييم أثر ممارسات التحكم. ونتيجة لذلك، أصبح إنتاج الطماطم مؤخراً هو أعلى إنتاج تحقق في غضون ١٥ سنة[١٧].

الطماطم

وتشير الأمثلة المذكورة أعلاه إلى وجود أساليب شتى يمكن استخدامها للتصدي للآفات النباتية أو لتجنبها في نظم الإنتاج المكثف:

- **الآفات الحشرية.** من المهم حفظ الضواري والطفيليات والمُمرضات المفيدة لتجنب انبعاث الآفات الثانوية، وإدارة مستويات مغذيات المحاصيل للحد من تناسل الحشرات، واستخدام أصناف مقاومة للحشرات، واستخدام المبيدات الحشرية استخداماً انتقائياً.
- **الأمراض النباتية.** من المهم تنظيم نظم البذور التي يمكن أن توفر مادة زرع نظيفة، واستخدام أصناف لديها قدرة معمّرة على مقاومة الآفات. وسيساعد استخدام مياه نقية للري على كفالة عدم انتشار المُمرضات، بينما ستساعد عمليات زرع محاصيل بالتناوب على إخماد المُمرضات وستدعم صحة التربة والجذور. ومن اللازم أن يدير المزارعون مُمرضات الآفات النباتية لتحسين التحكم البيولوجي.
- **الأعشاب الضارة.** تتطلب إدارة الأعشاب الضارة التحكم يدوياً في الأعشاب الضارة بطريقة انتقائية وفي الوقت المناسب، وزرع محاصيل بالتناوب وزرع محاصيل غطائية، والحد الأدنى من الحرث، وزرع عدة محاصيل معاً، وإدارة خصوبة التربة، بما في ذلك إجراء تحويرات عضوية. وينبغي استخدام مبيدات الأعشاب للتحكّم الانتقائي الموجه وينبغي إدارتها على نحو يؤدي إلى تجنب نشوء مقاومة لها.

طريق المضي قُدُماً

إن نهج "سير الأمور كالمعتاد" في ما يتعلق بإدارة الآفات، الذي ما زالت تتبعه بلدان كثيرة ومزارعون كثيرون، يحد من قدرتهم على تطبيق التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. فإدخال تحسينات في إدارة النظم الإيكولوجية - الزراعية يمكن أن يساعد على تجنب تفشي الآفات المحلية، وأن يتصدى على نحو أفضل لغزو الآفات، وأن يقلل من المخاطر التي تمثلها مبيدات الآفات بالنسبة لصحة الإنسان وللبيئة انظر الجدول ألف. وتشمل نقاط الانطلاق لتحسين التحكم في الآفات المستند إلى النظم الإيكولوجية ما يلي:

- تفشي آفة أو مرض على نطاق كبير يهدد الأمن الغذائي؛
- وجود مخاوف بشأن سلامة الأغذية ناشئة عن وجود مخلفات كبيرة من مبيدات الآفات في إنتاج المزارع؛
- حدوث حالات تلوث بيئي أو تسمم بشري؛
- حدوث خسائر ضخمة من أصناف مفيدة، من قبيل الملقحات أو الطيور البرية؛
- سوء إدارة مبيدات الآفات، من قبيل تكاثر مخزونات قديمة من مبيدات الآفات.

وفي كل من هذه الحالات، توجد حاجة إلى استراتيجية للتحكم في الآفات يمكن إدامتها ولا تنتج عنها تأثيرات جانبية سلبية. وبعد السيطرة بواسطة الإدارة المتكاملة للآفات على مشكلة آفات معترف بها قطرياً أو إقليمياً، يكون واضعو السياسات والموظفون التقنيون أكثر تقبلاً عادةً لهذا النهج، ويكونون أيضاً أكثر استعداداً لإدخال التغييرات اللازمة على صعيد السياسات والمؤسسات لدعمه في الأجل الطويل. وقد تشمل التغييرات إلغاء الإعانات المتعلقة بمبيدات الآفات، وإحكام إنفاذ اللوائح المتعلقة بمبيدات الآفات، وإيجاد حوافز للإنتاج المحلي لمدخلات الإدارة المتكاملة للآفات، من قبيل محشرات للضواري الطبيعية.

وينبغي أن تعطي البلدان أفضلية لمبيدات الآفات الأقل خطراً في عمليات التسجيل. وينبغي أن تكفل أيضاً اتخاذها للقرارات بطريقة واعية إيكولوجياً لتحديد نوع مبيدات الآفات التي يمكن بيعها واستخدامها، ومن يقوم بذلك وما هي الحالات التي يجري فيها ذلك. وفي نهاية المطاف، قد يُلجأ إلى رسوم استخدام مبيدات الآفات أو ضرائب مبيدات الآفات، وهو أمر بادرت إليه الهند في سنة ١٩٩٤، بتمويل استحداث ممارسات بديلة لإدارة الآفات ولإعانة تطبيقها.

ويمكن لواضعي السياسات أن يدعموا التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي من خلال برامج الإدارة المتكاملة للآفات على نطاق محلي أو إقليمي أو قطري. ولكن ينبغي أن يكونوا على وعي بأن نجاح الإدارة الفعالة للآفات باستخدام تقنيات الإدارة المتكاملة للآفات يتوقف على المزارعين في نهاية المطاف. فهم الذين يتخذون القرارات الأساسية بشأن الإدارة في ما يتعلق بالتحكم في الآفات والأمراض. وتشمل الأدوات على صعيد السياسات ما يلي:

- تقديم المساعدة التقنية والدعم الإرشادي إلى المزارعين في تطبيق سياسات الإدارة المستندة إلى أساس إيكولوجي وتطوير التكنولوجيات وتكييفها، مع أخذ معارفهم المحلية وشبكات وظروف التعلم الاجتماعي في الاعتبار.

تغيُّر تصورات حالات الطوارئ التي تنطوي على تفشي آفات أو أمراض

التصورات	"سير الأمور كالمعتاد"	نهج النُظم الإيكولوجية
حالة الطوارئ	◂ تفشي آفة فجأة وبشدة	◂ فقدان وظائف النظم الإيكولوجية – الزراعية مما يسفر عن تفشي الآفات بشدة
المؤشرات	◂ وجود آفات بمعدل مرتفع ◂ إصابة المحصول بضرر مرئي ◂ حدوث خسائر في الغلات وانخفاض في دخل المزارعين	◂ إدخال تغييرات في التركيب العمري لمجموعات الآفات ◂ نشوء مقاومة لمبيدات الآفات وتفشي آفات ثانوية بطريقة غير عادية ◂ حدوث ارتفاع شديد في استخدام مبيدات الآفات ◂ حدوث خسائر في الغلات وتناقص في دخل المزارعين
الأسباب	◂ المقاومة لمبيدات الآفات ◂ ظهور آفات جديدة ◂ عدم كفاية توافر مبيدات الآفات ◂ الأحوال الجوية	◂ الإفراط في استخدام مبيدات الآفات ◂ سوء إدارة المحاصيل ◂ الأحوال الجوية ◂ ظهور آفات جديدة
الاستجابة	◂ الإمداد بمزيد من مبيدات الآفات أو بأصناف مختلفة منها	◂ تحليل أسباب مشكلة الآفات ووضع استراتيجية لاسترجاع وظائف النظم الإيكولوجية – الزراعية وإعادة تأهيل القدرة المؤسسية على توجيه عملية الاسترداد ◂ تجنّب الحلول التي تديم المشكلة ◂ تعزيز القدرة على الإدارة المتكاملة للآفات من خلال الاستثمار في رأس المال البشري

- إجراء بحوث موجهة في مجالات من قبيل مقاومة النباتات المضيفة للآفات والأمراض، وطرق الرصد والإشراف العملية، والنُهج المبتكرة لإدارة الآفات الحقلية، واستخدام مبيدات آفات انتقائية (من بينها مبيدات الآفات البيولوجية) والتحكم البيولوجي.
- تنظيم القطاع الخاص، بما في ذلك إقامة نظم حوكمة فعالة لتسجيع وتوزيع مبيدات الآفات (تشملها تحديداً المدونة الدولية للسلوك بشأن توزيع مبيدات الآفات واستخدامها).
- إزالة الإعانات السيئة من قبيل إعانات سعر أو نقل مبيدات الآفات، والاحتفاظ بلا داعٍ بمخزونات من مبيدات الآفات، مما يشجع على استخدامها، وفرض تعريفات تفاضلية بشأن مبيدات الآفات.

وسيتيح تطبيق نُهج النظام الإيكولوجي على نطاق كبير فرصاً للصناعات المحلية الصغيرة. ويمكن توقُّع أن يؤدي التوسع في ممارسات الإدارة الإيكولوجية للآفات إلى زيادة الطلب على أدوات الرصد التجارية، وعوامل التحكم البيولوجي من قبيل الضواري أو الطفيليات أو المتعضيات المعقمة، وخدمات التلقيح، والمتعضيات الدقيقة، ومبيدات الآفات البيولوجية. وحالياً، تُنتج شركات القطاع الخاص أكثر من ١٠٠٠ مُنتج بيولوجي، بلغت قيمتها ٥٩٠ مليون دولار أمريكي في سنة ٢٠٠٣، تستند إلى البكتيريا والفيروسات والفطر والبرزويات والخيطيات[١٨]. وسوف تتوسع هذه الصناعة المحلية توسعاً كبيراً إذا حدث تحوُّل إلى نهج أكثر تمحوراً حول النظم الإيكولوجية.

ومن منظور صناعة تصنيع الأغذية، سيسفر وجود نظم إيكولوجية - زراعية أكثر استقراراً واستدامةً عن توافر إمدادات أكثر اتساقاً وموثوقية من المنتجات الزراعية الخالية من مخلفات مبيدات الآفات. وإضافة إلى ذلك، يمكن أن تساعد منتجات توسيم الأغذية بوسم الإدارة المتكاملة للآفات أو بوسم مماثل على كفالة إمكانية نفاذ المنتجين إلى أسواق جديدة.

وتتطلب إدامة استراتيجيات الإدارة المتكاملة للآفات وجود خدمات استشارية، وروابط بالبحوث تستجيب لاحتياجات المزارعين، ودعم توفير مدخلات الإدارة المتكاملة للآفات، وتحكّم تنظيمي فعال في توزيع وبيع مبيدات الآفات الكيماوية. ومن أكثر السبل فعالية لزيادة المعارف على المستوى المحلي مدارس المزارعين الحقلية، وهو نهج يدعم التعلم المحلي ويشجع المزارعين على تكييف تكنولوجيات الإدارة المتكاملة للآفات بالاستفادة من المعارف المحلية. وتحتاج المجتمعات الزراعية إلى الحصول بسرعة على المعلومات بشأن المدخلات المناسبة للإدارة المتكاملة للآفات. ويمكن تسريع تطبيق الإدارة المتكاملة للآفات مثلاً باستخدام الهواتف الخلوية استكمالا للطرق التقليدية للتوعية، من قبيل الإرشاد، والحملات الإعلامية، وتجار المدخلات المحليين.

الفصل ٧

السياسات والمؤسسات

لكي نشجع المالكين الصغار على إدخال التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي لا بد من إجراء تغييرات أساسية في سياسات التنمية الزراعية ومؤسساتها.

تُبرز التحديات غير المسبوقة التي تواجه الزراعة - ومن بينها النمو السكاني، وتغير المناخ، وندرة الطاقة، وتدهور الموارد الطبيعية، وعولمة الأسواق - ضرورة إعادة التفكير في السياسات والمؤسسات الرامية إلى تكثيف الإنتاج المحصولي. فكثيراً ما أدت النماذج المستخدمة للتكثيف في الماضي إلى إلحاق ضرر بيئي باهظ التكلفة، ومن اللازم تنقيحها لكي تحقق قدراً أكبر من الاستدامة. وفي حين أن "سير الأمور كالمعتاد" من الواضح أنه ليس خياراً، ما هي البدائل المتاحة؟

ينصب التركيز هنا على تحديد الظروف والسياسات والمؤسسات التي ستمكِّن المزارعين أصحاب الحيازات الصغيرة، لا سيما في البلدان النامية المنخفضة الدخل، على تطبيق التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. ويتناول هذا الفصل أيضاً القضايا الشاملة التي لا تؤثر على التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي فحسب بل تُعتبر هامة أيضاً لإيجاد قطاع زراعي يتيسر فيه هذا التكثيف ويُدعم. وهو يسلّم بأن البرامج اللازمة للترويج لهذا التكثيف قد يلزم أن تتجاوز المؤسسات "الزراعية" وتشمل مراكز أخرى لوضع السياسات.

تجربة الماضي، وسيناريوهات المستقبل

كانت الثورة الخضراء مدعومة إلى حد كبير باستثمارات القطاع العام، مع إجراء أعمال البحث والتطوير بشأن الأصناف الحديثة، بمجملها تقريباً، في مراكز بحوث دولية وقطرية. وكان يجري توزيع البذور والأسمدة والكيماويات الزراعية من خلال برامج ترعاها الحكومات وبأسعار مدعومة.

ومنذ منتصف ثمانينيات القرن العشرين، انتقل موضع أعمال البحث والتطوير الزراعيين انتقالاً هائلاً من القطاع العام إلى القطاع الخاص المتعدد الجنسيات[١]. فقد أسفر توفير حماية أكبر للملكية الفكرية بشأن الابتكارات النباتية، والتقدم السريع الذي تحقق في علم الأحياء الجزيئي، والتكامل العالمي لأسواق المدخلات والمخرجات الزراعية، عن وجود حوافز قوية للقطاع الخاص تدفعه إلى الاستثمار في البحث والتطوير الزراعيين[٢]. وحتى الآن، كانت الاستثمارات موجهة إلى الزراعة في البلدان المتقدمة بصفة رئيسية. في الوقت ذاته، هبط النمو الإجمالي لاستثمارات القطاع العام في مجال البحوث والتنمية الزراعية في البلدان النامية بصورة ملموسة. بل إن الاستثمارات في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى انخفضت بالفعل خلال تسعينات القرن الماضي[٣].

وطيلة الثمانينيات وحتى منتصف التسعينيات من القرن العشرين، نفّذت بلدان نامية كثيرة برامج للتكيف الهيكلي ترمي إلى إزالة أنشطة القطاع العام التي تفتقر إلى الكفاءة، والسماح لقطاع خاص مفعم بالحيوية بأن يبعث الحياة في الزراعة. وقد كانت النتائج متفاوتة: ففي حالات كثيرة لم يتحقق فعلياً وجود قطاع خاص مفعم بالحيوية، أو نما ذلك القطاع في الإنتاج الذي ينطوي على إمكانات عالية وذي الطابع التجاري بينما انخفضت إمكانية الحصول على الخدمات والمدخلات الزراعية في المناطق الأكثر تهميشاً[٤]. وفي الآونة الأخيرة، حدث تحول نحو إعادة تحديد دور القطاع العام لكي يدعم تنمية القطاع الخاص، ولكي يوفر السلع العامة اللازمة للتنمية[٥].

ويمثل التحول في سلاسل القيمة الغذائية المنظمة والمعولمة تحولاً رئيسياً آخر له انعكاسات هامة بالنسبة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. فهذه السلاسل تتيح فرصاً جديدة لإدرار الدخل بالنسبة لذوي الحيازات الصغيرة ولكنها تتسبب أيضاً في نشوء حواجز جديدة تحول دون إمكانية نفاذهم إلى الأسواق. وهناك مخاوف أيضاً من أن تركيز قوة السوق عند نقاط محددة في السلسلة يقلل من دخل العناصر الفاعلة الأخرى في السلسلة، لا سيما صغار المزارعين [٧،٦].

وهناك إمكانات كبيرة لتحسين العائدات الاقتصادية للنظم الزراعية مع الحد أيضاً من الآثار البيئية والاجتماعية. بيد أن هذا سيتطلب وجود نماذج بديلة من التكنولوجيا الزراعية وتنمية التسويق. ومع أن من الممكن أن تتحقق زيادات الإنتاجية على نحو أسرع في النظم الزراعية المتخصصة الكبيرة النطاق والكثيرة الاستخدام للمدخلات، فإن أكبر مجال لتحسين سبل العيش والإنصاف يوجد في نظم الإنتاج على نطاق صغير والمنوع[٨].

وبالنظر إلى عدم اليقين بشأن ظروف الطلب والعرض في المستقبل، من الممكن وجود طائفة من السيناريوهات المحتملة للتكثيف المستدام في البلدان النامية. والعوامل الهامة التي يمكن أن تشكل انحرافات رئيسية عن مسار النمو الأساسي هي ما يلي:

- تغيُّر المناخ. إن أثر تغيُّر المناخ على الزراعة في العالم قد يكون هائلاً. فالتقييمات معقدة، وتنطوي على إسقاطات للتغيرات المحتملة في المناخ وآثارها على الإنتاج، وتفاعلها مع أنماط النمو الديمغرافي والتغذية، والسوق، والتطورات المتعلقة بالتجارة والأسعار[٩]. وقد أشار تحليل لآثار تغير المناخ على الزراعة حتى سنة ٢٠٥٠ أجراه المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية إلى وجود تأثيرات سلبية هائلة على الإنتاجية، مع انخفاض توافر الغذاء ورفاه الإنسان في جميع الأقاليم النامية. وإلى جانب زيادة الطلب نتيجة لنمو الدخل والنمو السكاني، من المرجح أن يساهم هذا في حدوث زيادة في الأسعار الزراعية الحقيقية بين سنة ٢٠١٠ وسنة ٢٠٥٠ يتوقف حجمها على السيناريو. ويقدِّر التقرير أنه سيلزم توافر تمويل عام يبلغ ٧ مليارات دولار أمريكي على الأقل سنوياً في ثلاث فئات من الاستثمارات التي تحسِّن الإنتاجية - هي البحوث البيولوجية، وتوسيع شبكة الطرق الريفية، والتوسع في الري وإدخال تحسينات في كفاءته - للتعويض عن خسائر الإنتاجية المرتبطة بتغير المناخ بحلول سنة ٢٠٥٠[١٠]. وتبيِّن دراسات أخرى نتائج أقل من ذلك، بحيث يتراوح الأثر الإجمالي لتغير المناخ على الأسعار العالمية للأغذية من زيادة بنسبة قدرها ٧ في المائة إلى زيادة بنسبة قدرها ٢٠ في المائة في سنة ٢٠٥٠[١١]. وبالنظر إلى أن الزراعة هي أيضاً مصدر رئيسي لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، ستتزايد أهمية الدعم المالي والحوافز المالية للتشجيع على اتباع مسارات للنمو الزراعي منخفضة الانبعاثات. وسيكون خفض الانبعاثات لكل وحدة من وحدات الإنتاج جانباً أساسياً من جوانب التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي[١٢،١٣].

- تدهور الموارد الطبيعية. تنطوي نوعية الموارد من الأراضي والمياه المتاحة للتكثيف المحصولي على انعكاسات رئيسية بالنسبة لتصميم التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي في مجالات كثيرة. ففي الماضي، كانت المناطق المواتية للإنتاج تعطى لها الأولوية للتكثيف المحصولي[١٤]. ولكن ستتزايد الحاجة إلى التكثيف في المناطق الأكثر اتساماً بالطابع الهامشي مع وجود ظروف إنتاج أكثر تقلباً فيها، من بينها نوعية التربة والمياه، والحصول على المياه، والطبوغرافيا والمناخ. وفي هذا السياق، تتمثل قضية هامة في تدهور النظم الإيكولوجية، الذي يقلل من توافر وإنتاجية الموارد الطبيعية اللازمة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. ويمكن أن ينطوي ترميم النظم الإيكولوجية المتدهورة على قدر كبير من النفقات والوقت، وسيحتاج إلى تمويل طويل الأجل.
- خفض فواقد الأغذية وإدخال تغييرات في أنماط استهلاك الأغذية. أفادت منظمة الأغذية والزراعة عن فواقد في الأغذية بعد الحصاد تصل إلى ٥٠ في المائة. وبالنظر إلى أن اتخاذ إجراءات للحيلولة دون حدوث تلك الفواقد من شأنه أن يقلل الحاجة إلى زيادات الإنتاجية، ويحد من التكاليف على امتداد سلسلة الإمداد، ويحسِّن نوعية المنتجات، فإنه ينبغي أن يكون جزءاً من سياسات واستراتيجيات التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. ويتمثل سيناريو بديل، يحبِّذ الاستدامة البيئية وصحة الإنسان، في تباطؤ نمو الطلب على المنتجات الحيوانية، الذي من شأنه أن يقلل النمو في الطلب على العلف الحيواني والورقي.
- تكامل الأسواق. يجب أن يفضي التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، لكي يكون جذاباً بالنسبة للمزارعين، إلى أسعار مجزية في الأسواق. أما اتجاه الأسعار الزراعية إلى التزايد، نتيجة جزئياً للمعوقات من حيث الموارد التي تدفع إلى التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، فسيحسِّن ربحية الاستثمارات في التكثيف. ومن الناحية الأخرى، يمكن أن يحقق حدوث نمو سريع في الإنتاجية على المستويات المحلية وفي ظل ظروف الأسواق المغلقة فوائض في الأسواق، مما يؤدي إلى انخفاض الأسعار المحلية. وحالة سلسلة القيمة ستحدد أيضاً التأثيرات السعرية. ويجب أن ترمي تنمية سلاسل القيمة الزراعية إلى تحسين قدرة أصحاب الحيازات الصغيرة على تطبيق التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي وأن توفر حوافز.

سياسات للحفظ والتوسع

تتطلب الاستراتيجية الناجحة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي حدوث تغيُّر جوهري في إدارة المعارف التقليدية والحديثة، والمؤسسات، والاستثمارات الريفية، وتنمية القدرات. ومن اللازم أن توفر السياسات في جميع تلك الميادين حوافز لشتى أصحاب الحيازات والعناصر الفاعلة، لا سيما سكان الريف، تدفعهم إلى المشاركة في تنمية التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

تسعير المدخلات والمخرجات

يتطلب التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، لكي يكون مربحاً، وجود سوق دينامية ومتسمة بالكفاءة للمدخلات والخدمات فضلاً عن المنتجات النهائية. وربما كانت الأسعار التي يدفعها المزارعون نظير المدخلات والتي تُدفع نظير المخرجات الزراعية هي العامل الرئيسي الذي يحدد مستوى التكثيف المحصولي الذي يطبقونه، ونوعه، واستدامته.

وأسعار المدخلات ذات أهمية خاصة لاستراتيجية التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، وسيلزم وجود سياسات خلاَّقة لتعزيز الكفاءة والتأثير على الخيارات المتعلقة بالتكنولوجيا. ومن أمثلة ذلك إعادة إدخال الإعانات "الذكية السوقية"، التي ترمي إلى دعم تنمية الطلب والمشاركة في أسواق المدخلات باستخدام القسائم والمنح. ويسعى هذا النهج إلى تجنب المشاكل السابقة في ما يتعلق بالإعانات، من قبيل عدم الكفاءة، والتأثيرات السلبية على البيئة، وإهدار الموارد المالية التي تلزم لتوظيف استثمارات في المنافع العامة الأساسية الأخرى، من قبيل البحوث والبنية التحتية الريفية[٥].

وعلى العكس من ذلك، يلزم إجراء تقييم دقيق لاستخدام الموارد الطبيعية الذي يدمر التنوع البيولوجي[١٥]، وإعادة صياغة تلك الإعانات أو إزالتها عندما يكون ذلك ملائماً. والإعانات السلبية التي تقدّم على نطاق العالم قُدرت قيمتها بما يتراوح من ٥٠٠ مليار دولار أمريكي إلى ١,٥ تريليون دولار أمريكي سنوياً، وتمثل عاملاً قوياً يقف وراء الضرر البيئي وانعدام الكفاءة الاقتصادية[١٦].

وبطبيعة الحال، لا تُصمم الحوافز في معظمها لتكون "سلبية" بل تُصمَّم بالأحرى لتعود بالفائدة على قطاع اجتماعي أو اقتصادي بعينه. ولذا، من المهم عند التخطيط لإزالتها أن تُراعى الأهداف المتعددة للحوافز وأن يؤخذ في الحسبان تعقُّد التفاعلات بين القطاعات المختلفة التي تتأثر بها إيجاباً أو سلباً[١٧]. ولقد حقق بعض البلدان ذلك بنجاح: فقد ألغت نيوزيلندا الإعانات الزراعية، بدءاً من ثمانينيات القرن العشرين[١٨]؛ وقللت البرازيل من تربية الحيوان في حوض الأمازون؛ وألغت الفلبين كلياً إعانات الأسمدة الكيماوية [١٧،١٩].

وتحقيق استقرار أسعار المخرجات الزراعية هو شرط تتزايد أهميته للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، بالنظر إلى تقلُّب تلك الأسعار الذي شوهد في أسواق السلع في السنوات القليلة الماضية. فبالنسبة للمزارعين الذين يعتمدون

على الدخل الزراعي، يعني تقلُّب الأسعار حدوث تقلبات كبيرة في الدخل وزيادة المخاطر، وهو يحد من قدرتهم على الاستثمار في نظم مستدامة ويؤدي إلى زيادة الحوافز التي تدفع إلى تسييل رأس المال الطبيعي كمصدر للتأمين.

وغالباً ما فشلت الممارسات القصيرة الأجل على المستوى الجزئي للتصدي للتقلب في الأسعار. ومن المرجح أن توفر زيادة الاتساق على مستوى السياسة الكلية - ومن أمثلة ذلك وجود شفافية بشأن توافر الصادرات والطلبات على الواردات - إلى توفير حلول أكثر فعالية بكثير. ويلزم أيضاً إصلاح الأدوات الموجودة، من قبيل مرفق التمويل التعويضي ومرفق الهزات الخارجية المنشأ التابعين لصندوق النقد الدولي. فمن خلال تقديم تمويل للواردات أو ضمانات لها بشروط محدودة، يمكن أن يكون هذان التسهيلان بمثابة شبكتي أمان عالميتين[١٨].

تنظيم قطاع البذور

سيتوقف أيضاً تحقيق التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي على التنظيم الفعال لقطاع البذور من أجل كفالة إمكانية حصول المزارعين على بذور جيدة لأصناف تناسب ظروف الإنتاج والاستهلاك والتسويق الخاصة بهم. وتعني إمكانية الحصول توافر طائفة واسعة من مادة أصناف ملائمة مع كونها ميسورة التكلفة، ومع وجود معلومات عن تكييف الصنف[٢١].

ويحصل معظم صغار المزارعين في البلدان النامية على البذور من قطاع البذور غير النظامي، الذي يوفر أصنافاً تقليدية قام مزارعون بتربيتها ويوفر بذوراً مدخرة من أصناف محسّنة. ومن الأسباب الرئيسية التي تدفع المزارعين إلى الاعتماد على قطاع البذور غير النظامي توافر جبلات جرثومية مكيفة حسب ظروف الإنتاج الخاصة بهم. فبعض الأصناف المحلية قد يفوق أداؤها أداء الأصناف المحسنة في البيئات الزراعية الهامشية[٢٢]. ولذا فإن دعم القطاع غير النظامي هو إحدى وسائل تحسين إمكانية حصول المزارعين على مادة للزرع مناسبة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

ومع ذلك، فإن قطاع البذور غير النظامي يفتقر إلى وجود وسيلة صالحة لإحاطة المزارعين علماً بخصائص الصنف من حيث التكييف والإنتاج المجسدة في البذور، وكذلك بالنقاء الوراثي والجودة الفيزيائية[٢٣]. وفي بعض الحالات، يجري تقديم المعلومات الضرورية بمجرد مراقبة أداء المحاصيل في حقل أحد الجيران. ولكن هذا ليس خياراً صالحاً في المبادلات التي تشمل غرباء ومصادر بذور غير محلية.

أما البذور الموجودة في النظم النظامية فهي موحدة وراثياً وتُنتج باستخدام تقنيات علمية لتربية النباتات، ويجب أن تستوفي معايير إصدار الشهادات لها. والبذور المستمدة من هذا القطاع تُباع عادةً من خلال تجار زراعيين متخصصين، أو مؤسسات أعمال زراعية، أو منافذ حكومية، تخضع للتنظيم. ومن اللازم أن تدعم أي استراتيجية شاملة لتحسين إمكانية حصول المزارعين على أصناف جديدة وبذور جيدة قطاع البذور النظامي، وتحسِّن صلاته مع القطاع غير النظامي.

تقديم مدفوعات نظير الخدمات البيئية

إن عدم وجود أسعار سوقية لخدمات النظم الإيكولوجية وللتنوع البيولوجي يعني تجاهل الفوائد المستمدة من تلك المنافع أو إعطاءها قيمة أقل مما يجب في عملية صنع القرار[٢٤]. ففي قطاع الزراعة، لا تجسّد أسعار الأغذية التكاليف المرتبطة ببيئة إنتاج الأغذية. ولا توجد أي وكالات لتحصيل رسوم نظير التسبب في خفض نوعية المياه أو التسبب في تحات التربة. ومن المرجح أن ترتفع أسعار الأغذية إذا كانت الأسعار عند بوابة المزرعة تعكس تكلفة الإنتاج الكاملة، مع دفع المزارعين فعلياً تعويضاً عن أي ضرر بيئي يتسببون فيه. وإضافة إلى فرض رسوم على الأضرار الزراعية، يمكن أن تكافئ السياسات المزارعين الذين يزرعون على نحو مستدام، مثلاً من خلال مخططات تقديم مدفوعات نظير الخدمات البيئية.

ويتزايد تأييد استخدام تقديم مدفوعات نظير الخدمات البيئية كجزء من بيئة سياسات تمكينية للتنمية الزراعية والريفية المستدامة. ويوصي البنك الدولي بأن تسعى الحكومات المحلية والوطنية وأن يسعى كذلك المجتمع الدولي إلى تطبيق برامج تقديم مدفوعات نظير الخدمات البيئية[٥]. ويتزايد إدماج تلك البرامج كمصدر للتمويل المستدام في مشروعات التنمية الريفية والحفظ الأوسع نطاقاً في مرفق البيئة العالمية وحوافظ البنك الدولي[٢٥]. وتقول منظمة الأغذية والزراعة إن الطلب على الخدمات البيئية التي توفرها المناظر الطبيعية الزراعية سيزيد وأن تقديم مدفوعات نظير الخدمات البيئية يمكن أن يكون وسيلة هامة لتحفيز الإمداد بتلك الخدمات. ومع ذلك، فإن استخدامها بفعالية سيتوقف على وجود سياسات ومؤسسات تمكينية على الصعيدين المحلي والدولي، وهي سياسات ومؤسسات غير موجودة في معظم الحالات[٢٦].

وحالياً، نجد أن دور برامج تقديم مدفوعات نظير الخدمات البيئية دعماً للزراعة المستدامة هو دور محدود نوعاً ما. فقد ركزت مبادرات تقديم مدفوعات نظير الخدمات البيئية على برامج تحويل الأراضي بصفة رئيسية، ولا توجد سوى خبرة ضئيلة نسبياً بشأن تطبيق تلك المبادرات على نظم الإنتاج الزراعي. ومن اللازم، لكي تحقق تلك البرامج فوائدها، أن تغطي أعداداً كبيرة من المنتجين والمناطق، مما من شأنه أن يحقق وفورات الحجم في تكاليف المعاملات وإدارة المخاطر. ويشكل تحسين تكامل تلك البرامج مع برامج التنمية الزراعية سبيلاً هاماً للحد من تكاليف المعاملات.

بالنظر إلى قيود المالية العامة، سيلزم السعي إلى أشكال خلاقة من التمويل البديل أو الإضافي من مصادر خاصة، لا سيما حيثما يتسنى تحديد مستفيدين من تلك البرامج في القطاع الخاص. فعلى سبيل المثال، وجد تقييم أجرته مؤخراً منظمة الأغذية والزراعة لجدوى برامج تقديم مدفوعات نظير الخدمات البيئية في بوتان أن الدعم المقدم من الحكومة لحماية الغابات وإعادة زرع الغابات كان يبلغ نحو ثلث ميزانية وزارة الزراعة[٢٧]. وكان نصف تمويل إدارة مستجمعات مياه الأمطار مخصصاً للمزارع الكبيرة[٢٨]. ولو كان قدر أكبر من المسؤولية عن هذا الاستثمار قد انتقل إلى شركات تستفيد مباشرةً من حماية الغابات لتسنى توافر تمويل

عام إضافي من أجل الأنشطة الممولة تمويلاً أقل مما يجب - من قبيل تنويع المحاصيل، وتحسين الثروة الحيوانية، والإدارة المستدامة للأراضي - مما من شأنه أن يحسِّن الإنتاجية الزراعية ويؤدي إلى زيادة القدرة على الصمود في مواجهة تغير المناخ[٢٩،٣٠].

الاستثمار الزراعي

إن القطاع الخاص - بما يشمل المزارعين والمصنعين والبائعين بالتجزئة - يحتاج، لكي يشارك في التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، إلى بنية تحتية وخدمات عامة ملائمة. فهذه ضرورية ليس فحسب لكفالة أن تتمكن الزراعة والتسويق المحليان من منافسة الواردات، بل أيضاً لكفالة إمكانية حصول المستهلكين على غذاء مُنتج محلياً وميسور التكلفة. ومن المهم بوجه خاص أن تضمن الحكومات انخفاض تكاليف معاملات الحصول على المدخلات، وتسويق المنتجات، وإمكانية الحصول على الموارد الطبيعية، والحصول على المعلومات والتدريب والتعليم والخدمات الاجتماعية. وهذا سيتطلب توافر تمويل كافٍ من أجل الصيانة وكذلك من أجل الاستثمار الصافي.

وسيحتاج القطاع الزراعي في البلدان النامية إلى استثمارات كبيرة ومتواصلة في رأس المال البشري والطبيعي والمالي والاجتماعي من أجل تحقيق التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. ووفقاً لتقديرات منظمة الأغذية والزراعة، تلزم استثمارات إجمالية سنوية يبلغ مجموعها في المتوسط ٢٠٩ مليارات دولار أمريكي، بأسعار ٢٠٠٩ الثابتة، في الزراعة الأولية (من قبيل خصوبة التربة، والآلات الزراعية، والثروة الحيوانية) وفي قطاعات ما بعد الإنتاج (التخزين والتسويق والتصنيع) لتحقيق زيادات الإنتاج اللازمة بحلول سنة ٢٠٥٠. وستلزم استثمارات عامة إضافية في مجال البحث والتطوير الزراعيين، والبنية التحتية الريفية، وشبكات الأمان الاجتماعي[٢١].

ومن الواضح أن الاستثمارات الحالية في الزراعة في البلدان النامية غير كافية. وقد تفاقم قصور مستويات التمويل المحلي بالانخفاض في حجم المساعدة الإنمائية الرسمية المقدمة للزراعة منذ أواخر ثمانينيات القرن العشرين. وأوجه القصور هذه قد أدت، معاً، على مدى العقدين المنصرمين إلى حدوث انخفاض هائل في رأس المال المتوافر للتنمية الزراعية. وإذا كان المراد للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي أن ينجح، يجب زيادة الاستثمارات الزراعية زيادة كبيرة.

وتوافر تمويل من أجل التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره أمر بالغ الأهمية بالنسبة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. فعلى سبيل المثال، يشكل أحد السبل الأساسية للتكيف مع تغير المناخ - وهذا السبيل هو زيادة قدرة نظم الإنتاج الزراعي على الصمود من خلال استخدام أصناف جديدة مستنبطة بواسطة التوسع في نظم استيلاد النباتات ونظم البذور - عنصراً أساسياً أيضاً في التكثيف المستدام. ومن ثم يمكن للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي أن يستفيد من التمويل المخصص للتكيف مع تغير المناخ. وإضافة إلى ذلك، يمكن

أن يلعب التكثيف المستدام دوراً هاماً في التخفيف من آثار تغير المناخ. من خلال زيادة احتباس الكربون في التربة المدارة إدارة مستدامة ومن خلال خفض الانبعاثات نتيجة لزيادة كفاءة استخدام الأسمدة والري.

وفي الوقت الحاضر، لا يوجد اتفاق أو إطار دولي لتوجيه التمويل المتعلق بالتخفيف من آثار تغير المناخ على نطاق كبير نحو الزراعة في البلدان النامية. ومع ذلك، فإن هذا هو أحد مجالات النقاش في المفاوضات المتعلقة باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ ضمن سياق إجراءات التخفيف الملائمة قطرياً[٢١،١٢].

المؤسسات التمكينية

إن نقص قدرة وأداء المؤسسات هو عائق مشترك في قطاع الزراعة في البلدان النامية، ويحد من فعالية السياسات على المستوى المحلي. وستكون للمؤسسات اللازمة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي وظيفتان أساسيتان: كفالة توافر الكمية والجودة الضروريتين في ما يتعلق بالموارد الأساسية - وهي الموارد الطبيعية، والمدخلات النباتية، والمعارف، والتمويل - وكفالة إمكانية حصول صغار المزارعين على تلك الموارد. وفي ما يلي، تقسَّم المؤسسات إلى فئتين رئيسيتين هما: تلك المتعلقة بالموارد الأساسية للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، وتلك التي تؤثر على عمل أسواق المنتجات الزراعية، بما في ذلك سلاسل القيمة.

إمكانية الحصول على الموارد الأساسية

الأراضي: يتطلب التحول إلى التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي إدخال تحسينات في خصوبة التربة، ومكافحة التحات، وإدارة المياه. ولن يتمكن المزارعون من الاضطلاع بإدخال تلك التحسينات إلا إذا كان يحق لهم أن يستفيدوا، لفترة طويلة بدرجة كافية، من الزيادة في قيمة رأس المال الطبيعي. ولكن كثيراً ما تكون هذه الحقوق محددة بشكل سيء أو متداخلة، أو ليست ذات طابع نظامي. ويمثل تحسين حقوق المزارعين المتعلقة بالأراضي والمياه - لا سيما حقوق المرأة، التي يتزايد اتخاذها لقرارات الإنتاج - حافزاً رئيسياً يدفع إلى تطبيق التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

ولقد ركزت البرامج المتعلقة بحيازة الأراضي في كثير من البلدان النامية على إضفاء الطابع النظامي على الحقوق المتعلقة بالأراضي، وخصخصة تلك الحقوق، مع إيلاء قدر ضئيل من الاعتبار للنظم العرفية والجماعية للحيازة. وينبغي أن تعترف الحكومات بهذه النظم اعترافاً أكبر، وذلك لأن الأدلة المتزايدة تشير إلى أن تلك النظم، حيثما كانت توفر درجة من الأمن، يمكن أن توفر حوافز فعالة تدفع إلى توظيف استثمارات[٣١]. ومع ذلك، فإن النظم العرفية القائمة على التسلسل الهرمي الاجتماعي التقليدي قد لا تكون منصفة وقد تفشل في توفير إمكانية الحصول اللازمة من أجل التكثيف المستدام. مع أنه لا يوجد نموذج وحيد "لأفضل ممارسة" في مجال الاعتراف بالحيازة العرفية للأراضي، تحدد البحوث التي أجريت

مؤخراً الخطوط العامة لدراسة اختيار الاستجابات البديلة على صعيد السياسات استناداً إلى قدرة نظام الحيازة العرفي[٣٢].

الموارد الوراثية النباتية: إن تحسين المحاصيل أمر جوهري بالنسبة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. وأثناء الثورة الخضراء، كان النظام الدولي الذي استحدث أصنافاً جديدة من المحاصيل يستند إلى إمكانية الحصول المفتوح على الموارد الوراثية النباتية. وحالياً يزداد دعم السياسات القطرية والدولية لخصخصة الموارد الوراثية النباتية واستيلاد النباتات من خلال استخدام حقوق الملكية الفكرية. فقد زاد عدد البلدان التي توفر حماية قانونية لأصناف النباتات زيادة سريعة استجابة لاتفاق منظمة التجارة العالمية بشأن جوانب حقوق الملكية الفكرية المتعلقة بالتجارة، الذي ينص على أن الأعضاء يجب أن يوفروا الحماية من خلال "براءات الاختراع أو نظام فريد فعال"[٣٣].

ونظم حماية أصناف النباتات تمنح عادةً حقاً حصرياً مؤقتاً لمن يستولدون صنفاً جديداً وذلك للحيلولة دون قيام آخرين بإكثار وبيع بذور ذلك الصنف. وتتراوح هذه النظم من نظم براءات الاختراع ذات القواعد التقييدية نوعاً ما إلى النظم الأكثر انفتاحاً في إطار الاتحاد الدولي لحماية الأصناف الجديدة من النباتات، الذي يحتوي على ما يسمى "استثناء المستولدين"، الذي تُعتبر بمقتضاه "الأعمال التي يجري القيام بها لغرض استيلاد أصناف أخرى غير خاضعة لأي تقييم".

وقد أدت حقوق الملكية الفكرية إلى حدوث نمو سريع في تمويل القطاع الخاص لأعمال البحث والتطوير في مجال الزراعة. فقبل ٢٠ عاماً فقط، كانت غالبية هذه الأعمال تقوم بها الجامعات والمختبرات العامة في البلدان الصناعية وتتوافر عموماً على المشاع. أما الآن فإن الاستثمارات تتركز في ست شركات كبرى[٣٤]. وتوجد أدلة على تزايد الفجوة بين المجموعة الصغيرة من البلدان التي توجد لديها مستويات عالية من الاستثمارات في مجال البحث والتطوير والعدد الكبير من البلدان التي توجد لديها مستويات منخفضة إلى حد كبير[٣٥،٣]. والأهم أن انتقال التكنولوجيا من البلدان الصناعية إلى البلدان النامية تقف وراءه جداول أعمال بحثية موجهة نحو الآفاق التجارية لا نحو الحد الأقصى من الصالح العام.

ويؤدي تزايد نسبة تركيز صناعة استيلاد النباتات والبذور في القطاع الخاص، وارتفاع التكاليف المرتبطة باستحداث الابتكارات في مجال التكنولوجيا البيولوجية وإصدار براءات الاختراع لها، إلى إثارة مخاوف إضافية من أن يقيِّد إدخال حقوق ملكية فكرية غير ملائمة إمكانية الحصول على الموارد الوراثية النباتية اللازمة لوضع مبادرات لاستيلاد نباتات جديدة في القطاع العام[٣٤،٣٦]. وقد قيل إن الملكية اللامركزية لحقوق الملكية الفكرية وارتفاع تكاليف المعاملات يمكن أن يؤديا إلى ظاهرة "مضادة للمشاعات" يكون فيها استخدام الابتكارات ذات حقوق الملكية الفكرية المجزأة استخداماً أقل مما يجب، مما يعوق استحداث أصناف جديدة[٣٧].

ولذا تلزم آليات لضمان إمكانية الحصول على الموارد الوراثية النباتية من أجل التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، على كل من المستوى العالمي والمستوى القطري. وثمة نظام عالمي لحفظ واستخدام الموارد الوراثية النباتية آخذ في الظهور وسوف يوفر الإطار الدولي الضروري لدعم التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي (للاطلاع على تفاصيل، انظر الفصل ٤، المحاصيل والأصناف). وتوجد أصناف متعددة من النظم القطرية لحقوق الملكية الفكرية، التي تتسم بدرجات متفاوتة من الالتزامات وإمكانية الحصول[٣٨]. وينبغي للبلدان أن تعتمد نظم حقوق الملكية الفكرية التي تكفل إمكانية حصول برامجها القطرية المتعلقة باستيلاد النباتات على الموارد الوراثية النباتية اللازمة من أجل التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

البحوث: يجب أن تزداد كثيراً فعالية البحوث الزراعية التطبيقية في تيسير حدوث تحولات رئيسية في نظم استخدام الأراضي والزراعة من أجل التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. فكثيراً ما لا تكون نظم البحوث الزراعية موجهة بدرجة كافية نحو التنمية وكثيراً ما لا تُدمج احتياجات وأولويات الفقراء في عملها. وهناك نظم بحثية كثيرة مواردها أقل مما يجب، وحتى بعضها الذي يحصل على تمويل جيد ليس مرتبطاً بدرجة كافية بعمليات التنمية الأوسع نطاقاً[٣٩]. وفي ما يلي أهم الخطوات اللازمة لتعزيز البحوث من أجل التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي:

- زيادة التمويل. فمن اللازم أن ينحسر التدني في الاستثمارات العامة في أعمال البحث والتطوير في المجال الزراعي. ويجب تحسين التمويل المقدم لمراكز الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية وللنظم القطرية للبحوث الزراعية تحسيناً كبيراً، ويجب تعزيز الصلات بين بحوث القطاع العام وبحوث القطاع الخاص.
- تعزيز النظم البحثية، مع البدء على المستويات المحلية. للتوصل إلى حلول تكون ملائمة ومقبولة وجذابة بالنسبة للسكان المحليين، يجب أن تبدأ البحوث المتعلقة بممارسات التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي على المستويين المحلي والقطري، بدعم من المستوى العالمي. فالجهود البحثية التي تبذلها الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية، على أهميتها، "لا يمكن أن تكون عوضاً أو بديلاً عما يلزم على جبهات متعددة من تحديد معقد وروتيني للاستراتيجيات، ومن تخطيط، ومن تنفيذ، ومن حل للمشاكل، ومن تعلُّم، وهي أمور يمكن للمؤسسات والعناصر الفاعلة القطرية وحدها أن تقوم بها ويجب عليها أن تقوم بها"[٣٩]. وثمة إمكانية ضخمة ولكنها غير مستغلة استغلالاً كافياً لربط المعارف التقليدية للمزارعين بالابتكارات المستندة إلى العلم، من خلال ترتيبات مؤسسية مواتية. ويصدق الشيء نفسه على تصميم إدارة محسنة للموارد الطبيعية تربط المبادرات المجتمعية بالخبرة الخارجية، وتطبيق تلك الإدارة ورصدها.

- تركيز البحوث على التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي في كل من المناطق التي تنطوي على إمكانات عالية وتلك التي تنطوي على إمكانات منخفضة. ستظل المناطق التي تنطوي على إمكانات عالية مصدراً رئيسياً للغذاء في كثير من البلدان. بيد أن القدرة الإنتاجية للموارد من الأراضي والمياه شارفت منتهاها في بعض المناطق، ولن تكون كافية لضمان الأمن الغذائي. ولذا، من اللازم أن يتحقق قدر كبير من النمو مستقبلاً في الإنتاج الغذائي في ما يسمى المناطق ذات الإمكانات المنخفضة أو المناطق الحدية، التي تؤوي مئات الملايين من أشد الناس فقراً وأكثرهم معاناةً من انعدام الأمن الغذائي. ويتيح التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي وتتيح العمالة الريفية المتصلة به أكثر الآفاق واقعية في ما يتعلق بتحسين تغذية هؤلاء الناس وسبل عيشهم.
- إعطاء الأولوية للبحوث التي تعود بالفائدة على أصحاب الحيازات الصغيرة. في البلدان المنخفضة الدخل المستوردة للأغذية، يمكن أن يستفيد صغار المنتجين والعمال الزراعيون والمستهلكون استفادة مباشرة من البحوث المتعلقة بالتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي التي تركز على المحاصيل الغذائية الرئيسية، ذات الميزة النسبية. وينبغي أيضاً إعطاء الأولوية لنمو الإنتاجية الزراعية ولحفظ الموارد الطبيعية في المناطق الحدية ذات الكثافة السكانية العالية، والتنويع بالتحول إلى إنتاج منتجات أعلى قيمة من أجل زيادة دخل المزارعين وتحقيق استقرار ذلك الدخل، وتحسين الممارسات التي تؤدي إلى زيادة عائدات عمل العمال الريفيين المعدمين وشبه المعدمين[٤٠].
- التعلُّم من الإخفاقات والنجاحات. تسلط دراسة أجراها مؤخراً المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية بشأن النجاحات المثبتة في مجال التنمية الزراعية[١٠] الضوء على استيلاد قمح مقاوِم للصدأ وذرة محسّنة على نطاق العالم، وأصناف محسّنة من الكاسافا في أفريقيا، و "إعادة تخضير الساحل" بقيادة المزارعين في بوركينا فاسو، وانعدام الحرث في الأرجنتين وفي سهل الغانج الهندي. وقد كانت تلك النجاحات نتاج تآلف عوامل، من بينها الاستثمارات العامة المتواصلة، والحوافز الخاصة، والتجريب، والتقييم المحلي، والمشاركة المجتمعية، والقيادة المتفانية. وفي جميع الحالات، كان العلم والتكنولوجيا عاملاً محدِّداً.
- ربط البحوث بالإرشاد. يلزم إيجاد حلول على نطاق كبير لمشكلتي الإنتاجية المنخفضة وتدهور الموارد الطبيعية، ولكن تكرار ممارسات التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي يقيده وجود طائفة واسعة من الظروف القاصرة على كل موقع محدد وتنوع تلك الظروف. ولذا فإن ربط البحوث المحلية والقطرية والدولية وخدمات الإرشاد الخاصة بكل موقع على حدة هو أمر ينطوي على أهمية بوجه خاص. ويجب بالنسبة لنظم البحوث والإرشاد، لكي تكون مناسبة لتقدم التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، أن تعمل سوياً مع المزارعين في التصدي للتحديات المتعددة.

التكنولوجيات والمعلومات: سيتوقف التطبيق الناجح للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي على قدرة المزارعين على أن يختاروا التكنولوجيا بحكمة، آخذين في الحسبان انعكاساتها في الأجل القصير وكذلك انعكاساتها في الأجل الطويل. ومن اللازم أيضاً أن يتوافر لدى المزارعين فهم جيد لدور وظائف النظم الإيكولوجية - الزراعية. ولقد جرى على نطاق واسع توثيق ما يوجد لدى المزارعين والمجتمعات المحلية في مختلف أنحاء العالم من ثروة من المعارف التقليدية، وهو توثيق موجود على وجه الخصوص في تقرير التقييم الدولي للمعارف والعلوم والتكنولوجيا الزراعية الموجهة لأغراض التنمية[٨]. ويلزم وجود مؤسسات لحماية هذه المعارف ولتيسير تبادلها واستخدامها في استراتيجيات التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

ويجب أيضاً على المؤسسات أن تكفل إمكانية حصول المزارعين على المعارف الخارجية الملائمة وأن تساعد على ربط تلك المعارف بالمعارف التقليدية. ولقد كانت الخدمات الاستشارية وخدمات الإرشاد الزراعي الريفية هي القناة الرئيسية لتدفق المعارف الجديدة إلى - وفي بعض الحالات من - المزارعين. بيد أن نظم الإرشاد العامة في كثير من البلدان النامية تشهد هبوطاً منذ فترة طويلة، وفشل القطاع الخاص في تلبية احتياجات المنتجين ذوي الدخل المنخفض[١٢]. وتلاشى تقريباً النموذج المعياري للإرشاد الزراعي المقدم من القطاع العام والموجّه بالعرض لا بالطلب، والمستند إلى نقل التكنولوجيا وتقديمها، في كثير من البلدان، لا سيما في أمريكا اللاتينية[٤١].

فلقد جرت عملية خصخصة الإرشاد وأصبحت عملية لا مركزية، بحيث تشمل الأنشطة الآن طائفة واسعة من العناصر الفاعلة، من قبيل شركات الأعمال الزراعية، والمنظمات غير الحكومية، ومنظمات المنتجين، والتبادلات من مزارع إلى مزارع، وقنوات اتصال جديدة، من بينها الهواتف المحمولة والإنترنت[٤٢]. ومن الدروس الأساسية المستفادة من هذه التجربة أن التكاليف المرتفعة لمعاملات الاتصالات المتعلقة بالإرشاد على أساس فردي تشكل عائقاً رئيسياً يحول دون الوصول إلى صغار المنتجين ذوي الدخل المنخفض. وسيلزم أن تستفيد الخدمات الاستشارية لدعم التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي من منظمات المزارعين وشبكاتهم، ومن الشراكات بين القطاعين العام والخاص[١٢].

وتشجع منظمة الأغذية والزراعة مدارس المزارعين الحقلية كنهج تشاركي لتعليم المزارعين وتمكينهم. والهدف من هذه المدارس هو بناء قدرة المزارعين على تحليل نظم إنتاجهم، وتحديد المشكلات، وتجريب الحلول المحتملة، وتطبيق الممارسات والتكنولوجيات الملائمة. ولقد حققت المدارس الحقلية نجاحاً كبيراً في آسيا وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، لا سيما في كينيا وسيراليون، حيث تغطي طائفة واسعة من الأنشطة الزراعية، من بينها التسويق، وحيث أثبتت أنها مستدامة حتى بدون تمويل من المانحين.

ويحتاج المزارعون، لكي يتخذوا قرارات حكيمة بشأن ماهية النباتات التي يزرعونها وأين يبيعونها، إلى الحصول على معلومات يمكن التعويل عليها بشأن أسعار الأسواق، بما في ذلك الاتجاهات في الأجل المتوسط. وتعاني الخدمات

الحكومية المتعلقة بمعلومات السوق من نفس أوجه الضعف التي تعاني منها خدمات الإرشاد[٤٣]. وقد أصبح هناك الآن اهتمام متجدد من جانب المانحين ومن جانب التجارة بمعلومات السوق، مع الاستفادة من نظام خدمة الرسائل القصيرة (SMS) والإنترنت.

توفير الموارد المالية للمزارعين: سيكون الائتمان ضرورياً لإيجاد القدرات التقنية والتشغيلية اللازمة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. وعلى وجه الخصوص، تلزم قروض أطول أجلاً للاستثمارات في رأس المال الطبيعي، من قبيل خصوبة التربة، التي ستُزيد من الكفاءة، وتشجع الممارسات الزراعية الجيدة، وتعزز الإنتاج. ومع أن أصنافاً جديدة كثيرة من المؤسسات - من قبيل الاتحادات الائتمانية، وتعاونيات المدخرات، ومؤسسات التمويل المتناهي الصغر - قد امتدت إلى المناطق الريفية في البلدان النامية في السنوات الأخيرة، فإن إمكانية استفادة غالبية صغار المزارعين من تلك الأصناف محدودة أو معدومة. ويعوق عدم قدرة المؤسسات المالية المحلية على تقديم قروض أطول أجلاً، إلى جانب عدم وجود ضمانة لدى المزارعين، التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

والتأمين من شأنه أن يشجع المزارعين على تطبيق نظم إنتاج يمكن أن تكون أكثر إنتاجاً وأكثر ربحاً، ولكنها تنطوي على مخاطر مالية أكبر. ففي السنوات الأخيرة، بدأ تطبيق برامج نموذجية لتأمين المحاصيل كأداة لإدارة المخاطر في كثير من المجتمعات الريفية في البلدان النامية. وقد لاقت منتجات تأمين الرقم الدليلي - حيث تُدفع تعويضات عند حدوث ظاهرة جوية قابلة للقياس، من قبيل حالة جفاف أو هطول أمطار بشكل مفرط، بدلاً من دفع تعويضات بناءً على تقدير للخسائر في الحقل - تأييداً حماسياً بين المانحين والحكومات. ولقد أظهرت تقييمات أجراها الصندوق الدولي للتنمية الزراعية وبرنامج الأغذية العالمي لستة وثلاثين برنامجاً نموذجياً لتأمين الرقم الدليلي المستند إلى الطقس إمكانات تلك البرامج كأداة لإدارة المخاطر[٤٤].

وكثيراً ما يكون هناك تجاهل لبدائل التأمين، لا سيما تراكم مدخرات وأصول أخرى يمكن بيعها. وينبغي النظر بجدية أيضاً في التدابير والأدوات الوقائية في المزرعة للحد من التعرض للمخاطر.

شبكات الأمان الاجتماعية المنتجة: تشمل برامج شبكات الأمان الاجتماعية التحويلات النقدية وتوزيع الأغذية والبذور والأدوات[٤٥]. وهي تكفل الحصول على حد أدنى من الغذاء وغيره من الخدمات الاجتماعية الحيوية. وتشمل المبادرات الأخيرة برنامج شبكات الأمان المنتجة في إثيوبيا وبرنامج شبكات الأمان من الجوع في كينيا. ويوجد جدل بشأن ما إذا كانت هذه البرامج تنطوي على خطر إيجاد نزعة الاتكال وإلى إضعاف الأسواق المحلية. بيد أن الأدلة الأخيرة تشير إلى أن المفاضلات بين الحماية والتنمية ليست واضحة[٤٦]. وبدلاً من ذلك، يمكن أن تكون برامج شبكات الأمان شكلاً من أشكال الاستثمار الاجتماعي في رأس المال البشري - مثل التغذية

والتعليم • ورأس المال المنتج، مما يتيح للأسر المعيشية أن تطبّق استراتيجيات ذات مخاطر أعلى وترمي إلى تحقيق إنتاجية أعلى[٤٧].

ومن اللازم أن يفهم واضعو السياسات محددات التعرض لنقص الأغذية على صعيد الأسرة المعيشية وأن يصمموا شبكات أمان منتجة تعوّض عن الدوامة الهبوطية بين الهزات الخارجية واستراتيجيات التأقلم. وتشمل الأخيرة بيع الأصول، وخفض الاستثمارات في الموارد الطبيعية، وإخراج الأطفال من المدارس، وهي أمور تقوّض جميعها الاستدامة. ويتزايد أيضاً ربط شبكات الأمان بالنُهج المتعلقة بالأمن الغذائي المستندة إلى الحقوق[٤٧].

مؤسسات التسويق وسلاسل القيمة الزراعية

يتيح نمو قطاع تسويق الأغذية في البلدان النامية فرصاً جديدة للمزارعين ذوي الحيازات الصغيرة بتوسيع نطاق اختيارهم لموردي المدخلات ومنافذ تسويق منتجاتهم، فضلاً عن زيادة إمكانية حصولهم على الائتمان والتدريب[٤٨،٤٩]. ومع ذلك فإن النفاذ إلى أسواق المدخلات وأسواق المخرجات على حد سواء قد ثبتت صعوبته بالنسبة لأصحاب حيازات صغيرة كثيرين، ما زالوا على هامش الاقتصاد الزراعي الجديد[٥٠-٥٣].

وتتوقف صلاحية وجود أصحاب الحيازات الصغيرة ضمن سلسلة قيمة زراعية محددة توقفاً كبيراً على هياكل التكلفة الأساسية للسلسلة وعلى عمليات الإنتاج الزراعي الخاصة بهم[٥٤]. والميزة الرئيسية لأصحاب الحيازات الصغيرة من حيث التكلفة هي قدرتهم على توفير يد عاملة منخفضة التكلفة لإنتاج محاصيل تستخدم اليد العاملة بكثافة. وعندما لا تكون لدى أصحاب الحيازات الصغيرة ميزة نسبية واضحة في الإنتاج، قد تسعى مؤسسات الأعمال الزراعية إلى هياكل بديلة لتنظيم الإنتاج، من قبيل الإدماج الرأسي أو الشراء مباشرة من أصحاب الحيازات الكبيرة. وفي تلك الحالات، يتمثل التحدي في إيجاد مزايا نسبية لدى أصحاب الحيازات الصغيرة أو الحد من تكاليف المعاملات المرتبطة بالشراء من أعداد كبيرة من المزارعين الذين ينتجون كميات صغيرة. ولإقامة صلات بالأسواق العالية القيمة، من اللازم أن يكون صغار المزارعين منظمين في مؤسسات تقلل من تكاليف المعاملات، ومن اللازم أن تتاح لهم إمكانية الحصول على المعلومات بشأن متطلبات الأسواق[٤٨، ٤٩، ٥٤، ٥٥].

وتوفر الزراعة بعقود آليات للتنسيق الرأسي بين المزارعين والمشترين مما يتيح درجة واضحة من التأكد في ما يتعلق ببعض بارامترات التفاوض الرئيسية: السعر، والنوعية، والكمية، ووقت التسليم[٥٦]. ومع أن المزارعين استفادوا من الاتفاقات التعاقدية، تشير أدلة كبيرة إلى أن أصغر المزارعين يكونون في كثير من الأحيان غير قادرين على الدخول في ترتيبات رسمية[٥٥]. ومن شأن تحسين الإطار القانوني والمؤسسي للعقود أن يقلل كثيراً من تكاليف المعاملات[٥٥، ٥٧]. بيد أن توحيد المزارع، مما يسفر عن زيادة العمالة الريفية خارج المزارع أو الهجرة إلى المناطق الحضرية، يبدو أمراً حتمياً.

ويمكن أيضاً تحسين إمكانية نفاذ صغار المزارعين إلى الأسواق من خلال التنظيم الأفضل والتعاون الأكبر، وهو ما قد لا يشمل المزارعين فقط بل أيضاً عدداً أكبر من الجهات المعنية، بما في ذلك مقدمو خدمات الدعم الزراعي، والمنظمات غير الحكومية، والباحثون، والجامعات، وأجهزة الحكم المحلي، والمانحون الدوليون. ومن أمثلة ذلك برنامج Plataforma de Concertación في إكوادور، الذي ساعد المزارعين على تحقيق غلات وهوامش إجمالية أعلى، مع الحد من استخدام مبيدات الآفات السمية. ومع ذلك، لا يزال من اللازم التحقق من قدرة ذلك البرنامج على التمويل الذاتي.[٥٤]

طرق المضي قُدُماً

من البداية، ينبغي أن يلقي واضعو السياسات نظرة متعمقة وطويلة على تجارب الماضي والحاضر في ما يتعلق بالتكثيف لكي يحددوا خيارات واضحة ويحددوا الخطوات التي يلزم اتخاذها الآن لتشجيع التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. ولا توجد مجموعة توصيات "تصلح في جميع الحالات" لاختيار أنسب السياسات والمؤسسات، ومع ذلك، من الممكن تحديد السمات الأساسية لبيئة سياساتية ومؤسسية داعمة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

- الربط بين الدعم المقدم من القطاع العام والدعم المقدم من القطاع الخاص. للقطاع الخاص وللمجتمع المدني دور هام في زيادة توافر الأموال الاستثمارية، وتعزيز زيادة كفاءة المؤسسات ومساءلتها، وكفالة وجود عملية تشاركية وشفافة لوضع السياسات. وينبغي أن تأخذ تعبئة الموارد في الاعتبار النطاق الكامل للخدمات والمنتجات التي يمكن أن تتحقق من التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. وقد يثبت أن تقديم مدفوعات نظير خدمات النظم الإيكولوجية التي تتولد عن نظام إنتاج مستدام هو مصدر هام للموارد الاستثمارية.

- إدماج قيمة الموارد الطبيعية وخدمات النظم الإيكولوجية ضمن سياسات أسعار المدخلات والمخرجات الزراعية، وهذا يمكن أن يتحقق بوضع معايير بيئية واقعية، وإزالة الحوافز السلبية، من قبيل الإعانات التي تقدّم للأسمدة والمياه ومبيدات الآفات، وبإيجاد حوافز إيجابية، من قبيل تقديم مدفوعات نظير الخدمات البيئية، أو التوسيم البيئي في سلاسل القيمة.

- زيادة التنسيق والحد من تكاليف المعاملات. يتطلب إشراك صغار المزارعين إشراكاً كاملاً في تنمية التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي عملاً منسقاً للحد من تكاليف معاملات النفاذ إلى أسواق المدخلات والمخرجات، والإرشاد، وتقديم مدفوعات نظير الخدمات البيئية. ولذا فإن المؤسسات والتكنولوجيات التي تيسر المشاركة - بما في ذلك جماعات المزارعين، والمنظمات المجتمعية، والأشكال العرفية للعمل الجماعي، وتكنولوجيات الاتصالات الحديثة - هي مطلب أساسي للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي.

- بناء نُظم تنظيمية وبحثية واستشارية من أجل طائفة واسعة جداً من ظروف الإنتاج والتسويق. يمثل التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي تحولاً عن نموذج الإنتاج الزراعي الموحد معيارياً والمتجانس إلى حد كبير إلى الأطر التنظيمية التي تتيح وتشجع تغاير الخواص، مثلاً بإدراج النظم غير النظامية للبذور في السياسات التنظيمية للبذور وإدماج المعارف التقليدية ضمن البحوث والإرشاد.
- الاعتراف بالممارسات العرفية للحصول والإدارة وإدماجها ضمن مبادرات التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي. سيكون كل من تقييم وتعزيز القدرة الحالية للنظم العرفية للحصول على المدخلات اللازمة للتكثيف المستدام للإنتاج المحصولي، والنظم المحلية للإدارة الزراعية، هاماً.

وستشمل سياسات وبرامج التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي عدداً من القطاعات وطائفة متنوعة من أصحاب المصلحة. ولذا، فإن استراتيجية تحقيق التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي يلزم أن تكون عنصراً شاملاً للقطاعات من عناصر استراتيجية تنموية قطرية، وثمة خطوة هامة بالنسبة لواضعي السياسات في مجال تحقيق تطبيق التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي هي بدء عملية تجسيد أو تعميم استراتيجيات التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي في الأهداف التنموي القطرية، وينبغي أن يكون التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي جزءاً لا يتجزأ من برامج التنمية المملوكة قطرياً، من قبيل عمليات استراتيجية الحد من الفقر واستراتيجيات واستثمارات الأمن الغذائي، بما في ذلك المتابعات للالتزامات بدعم الأمن الغذائي المتعهد بها في اجتماع قمة مجموعة الثماني في لاكويلا، بإيطاليا، في سنة ٢٠٠٩.

ويتطلب تنفيذ جداول أعمال وخطط التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي في البلدان النامية القيام بعمل متضافر على الصعيدين الدولي والقطري، بمشاركة الحكومات، والقطاع الخاص، والمجتمع المدني. فالعمليات التي تشارك فيها جهات معنية متعددة تُعتبر الآن السبيل إلى تحقق الأمن الغذائي على جميع المستويات. وعلى الصعيد العالمي، ستلعب منظمة الأغذية والزراعة وسيلعب شركاؤها في التنمية دوراً داعماً هاماً.

المراجع

الفصل ١: التحدي

1. FAO. 2004. *The ethics of sustainable agricultural intensification.* FAO Ethics Series, No. 3. pp. 3-5. Rome.

2. Kassam, A. & Hodgkin, T. 2009. *Rethinking agriculture: Agrobiodiversity for sustainable production intensification.* Platform for Agrobiodiversity Research (http://agrobiodiversityplatform.org/climatechange/2009/05/14/rethinking-agriculture-agrobiodiversity-for-sustainable-production-intensification/).

3. Royal Society. 2009. *Reaping the benefits: Science and the sustainable intensification of global agriculture.* RS Policy document 11/09. London.

4. Hazell, P.B.R. 2008. *An assessment of the impact of agricultural research in South Asia since the green revolution.* Rome, Science Council Secretariat.

5. Gollin, D., Morris, M. & Byerlee, D. 2005. Technology adoption in intensive post-green revolution systems. *Amer. J. Agr. Econ.*, 87(5): 1310-1316.

6. Tilman, D. 1998. The greening of the green revolution. *Nature*, 396: 211-212. DOI: 10.1038/24254

7. World Bank. 2007. *World Development Report 2008.* Washington, DC, International Bank for Reconstruction and Development and World Bank.

8. FAO. 2011. FAOSTAT statistical database (http://faostat.fao.org/).

9. FAO. 2009. *The State of Food Insecurity in the World: Economic crises – impacts and lessons learned.* Rome.

10. Bruinsma, J. 2009. *The resource outlook to 2050: By how much do land, water and crop yields need to increase by 2050?* Paper presented at the FAO Expert Meeting on How to Feed the World in 2050, 24–26 June 2009. Rome, FAO.

11. Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R. & Polasky, S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418: 671–677.

12. FAO. 2010. *The State of Food Insecurity in the World: Addressing food insecurity in protracted crises.* Rome.

13. FAO. 2009. *Food security and agricultural mitigation in developing countries: Options for capturing synergies.* Rome.

14. IFAD. 2010. *Rural Poverty Report 2011. New realities, new challenges: New opportunities for tomorrow's generation.* Rome.

15. United Nations. *World urbanization prospects, the 2009 revision population database* (http://esa.un.org/wup2009/unup/).

16. Rosegrant, M.W., Ringler, C. & Msangi, S. 2008. *International model for policy analysis of agricultural commodities and trade (IMPACT): Model description.* Washington, DC, IFPRI.

17. FAO. 2003. *World agriculture: Towards 2015/2030*, by J. Bruinsma, ed. UK, Earthscan Publications Ltd and Rome, FAO.

18. FAO. 2009. *Feeding the world, eradicating hunger.* Background document for World Summit on Food Security, Rome, November 2009. Rome.

19. Nellemann, C., MacDevette, M., Manders, T., Eickhout, B., Svihus, B., Prins, A.G. & Kaltenborn, B.P., eds. 2009. *The environmental food crisis – The environment's role in averting future food crises. A UNEP rapid response assessment.* Norway, United Nations Environment Programme and GRID-Arendal.

20. IPCC. 2001. *Climate Change 2001: Synthesis report. A contribution of working groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, by R.T. Watson & the Core Writing Team, eds. UK, Cambridge and New York, NY, USA, Cambridge University Press.

21. IPCC. 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report. An assessment of the intergovernmental panel on climate change.* Geneva, Switzerland.

22. Rosenzweig, C. & Tubiello, F.N. 2006. Adaptation and mitigation strategies in agriculture: An analysis of potential synergies. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 12: 855-873.

23. Jones, P. & Thornton, P. 2008. Croppers to livestock keepers: Livelihood transitions to 2050 in Africa due to climate change. *Environmental Science & Policy*, 12(4): 427-437.

24. Burney, J.A., Davis, S.J. & Lobell, D.B. 2010. Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 107(26): 12052-12057.

25. FAO. 2010. *Price volatility in agricultural markets: Evidence, impact on food security and policy responses.* Economic and Social Perspectives Policy Brief No. 12. Rome.

26. Nelson, G.C., Rosegrant, M.W., Palazzo, A., Gray, I., Ingersoll, C., Robertson, R., Tokgoz, S., Zhu, T., Sulser, T.B., Ringler, C., Msangi, S. & You, L. 2010. *Food security, farming, and climate change to 2050: Scenarios, results, policy options.* Washington, DC, IFPRI.

27. FAO. 2006. *World agriculture: Towards 2030/2050. An FAO perspective.* Rome.

28. EC. 2007. *Food security thematic programme: Thematic strategy paper and multiannual indicative programme 2007-2010.* Brussels.

10. Mrema, G.C. 1996. *Agricultural development and the environment in Sub-Saharan Africa: An engineer's perspective.* Keynote paper presented at the First International Conference of SEASAE, Oct. 2-4, 1996, Arusha, Tanzania.

11. Legg, B.J., Sutton, D.H. & Field, E.M. 1993. *Feeding the world: Can engineering help?* Fourth Erasmus Darwin Memorial Lecture, 17 November 1993, Silsoe.

12. Baig, M.N. & Gamache, P.M. 2009. *The economic, agronomic and environmental impact of no-till on the Canadian prairies.* Canada, Alberta Reduced Tillage Linkages.

13. Lindwall, C.W. & Sonntag, B., eds. 2010. *Landscape transformed: The history of conservation tillage and direct seeding.* Saskatoon, Canada, Knowledge Impact in Society.

14. Friedrich, T. & Kienzle, J. 2007. *Conservation agriculture: Impact on farmers' livelihoods, labour, mechanization and equipment.* Rome, FAO.

15. Giller, K.E., Murmiwa, M.S., Dhliwayo, D.K.C., Mafongoya, P.L. & Mpepereki, S. 2011. Soyabeans and sustainable agriculture in Southern Africa. *Int. Journal of Agric. Sust.,* 9(1). (in press)

16. Knuutila, O., Hautala, M., Palojarvi, A. & Alakukku, L. 2010. Instrumentation of automatic measurement and modelling of temperature in zero tilled soil during whole year. In: *Proceedings of the International Conference on Agricultural Engineering AgEng 2010, Towards Environmental Technologies, Clermont Ferrand, France, Sept. 6-8.* France, Cemagref.

17. Owenya, M.Z., Mariki, W.L., Kienzle, J., Friedrich, T. & Kassam, A. 2011. Conservation agriculture (CA) in Tanzania: The case of Mwangaza B CA farmer field school (FFS), Rhotia Village, Karatu District, Arusha. *Int. Journal of Agric. Sust.,* 9.1. (in press)

18. Bruce, S.E., Howden, S.M., Graham, S., Seis, C., Ash, J. & Nicholls, A.O. 2005. Pasture cropping: Effect on biomass, total cover, soil water & nitrogen. *Farming Ahead.*

39. FAO. 2011. *The State of Food and Agriculture: Women in agriculture – Closing the gender gap for development.* Rome.

الفصل ٢: النظم الزراعية

1. Doran, J.W. & Zeiss, M.R. 2000. Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology,* 15: 3–11.

2. Pretty, J. 2008. Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. *Phil Trans Royal Society of London,* B 363(1491): 447-466.

3. Kassam, A.H., Friedrich, T., Shaxson, F. & Pretty, J. 2009. The spread of Conservation Agriculture: Justification, sustainability and uptake. *Int. Journal of Agric. Sust.,* 7(4): 292-320.

4. Godfray, C., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M. & Toulmin, C. 2010. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science,* 327: 812-818.

5. Pretty, J., Toulmin, C. & Williams, S. 2011. Sustainable intensification in African agriculture. *Int. Journal of Agric. Sust.,* 9.1. (in press)

6. Shaxson, F., Kassam, A., Friedrich, T., Boddey, R. & Adekunle, A. 2008. *Underpinning the benefits conservation agriculture: Sustaining the fundamental of soil health and function.* Main document for the Workshop on Investing in Sustainable Crop Intensification: The case of soil health, 24-27 July. Rome, FAO.

7. Uphoff, N., Ball, A.S., Fernandes, E., Herren, H., Husson, O., Laing, M., Palm, C., Pretty, J., Sanchez, P., Sanginga, N. & Thies, J., eds. 2006. *Biological approaches to sustainable soil systems.* Boca Raton, Florida, USA, CRC Press, Taylor & Francis Group.

8. Montgomery, D. 2007. *Dirt, the erosion of civilizations.* Berkeley and Los Angeles, USA, University California Press.

9. FAO. 2003. *World agriculture: Towards 2015/2030,* by J. Bruinsma, ed. UK, Earthscan Publications Ltd and Rome, FAO.

29. Godfray, C., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M. & Toulmin, C. 2010. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science,* 327: 812-818.

30. FAO. 2010. *Report of the twenty-second session of the Committee on Agriculture, Rome, 29 November – 3 December 2010.* Rome.

31. FAO. 2010. *Sustainable crop production intensification through an ecosystem approach and an enabling environment: Capturing efficiency through ecosystem services and management.* Rome.

32. Foresight. 2011. *The future of food and farming: Challenges and choices for global sustainability.* Final Project Report. London, the Government Office for Science.

33. IAASTD. 2009. *Agriculture at the crossroads,* by B.D. McIntyre, H.R. Herren, J. Wakhungu & R.T. Watson, eds. Washington, DC.

34. Pretty, J.N., Noble, A.D., Bossio, D., Dixon, J., Hine, R.E., de Vries, F. & Morison, J.I.L. 2006. Resource-conserving agriculture increases yields in developing countries. *Environ. Sci. Technol.,* 40: 1114–1119.

35. Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M., Aviles-Vazquez, K., Samulon, A. & Perfecto, I. 2007. Organic agriculture and the global food supply. *Renew. Agric. Food Syst.,* 22: 86–108.

36. Power, A.G. 2010. Ecosystem services and agriculture: Tradeoffs and synergies. *Phil. Trans. R. Soc. B.,* 365(1554): 2959-2971.

37. Warner, K.D. 2006. Extending agroecology: Grower participation in partnerships is key to social learning. *Renewable Food Agric. Syst.,* 21(2): 84-94.

38. Swanson, B.E. & Rajalahti, R. 2010. *Strengthening agricultural extension and advisory systems: Procedures for assessing, transforming, and evaluating extension systems.* Agriculture and Rural Development Discussion Paper 45. Washington, DC, The International Bank for Reconstruction and Development and World Bank.

16. Kinyangi, J. 2007. *Soil health and soil quality: A review.* Ithaca, USA, Cornell University. (mimeo)

17. Vanlauwe, B., Bationo, A., Chianu, J., Giller, K.E., Merckx, R., Mokwunye, U., Ohiokpehai, O., Pypers, P., Tabo, R., Shepherd, K.D., Smaling, E.M.A., Woomer, P.L. & Sanginga, N. 2010. Integrated soil fertility management - Operational definition and consequences for implementation and dissemination. *Outlook on Agriculture*, 39:17-24.

18. Bationo, A. 2009. Soil fertility – Paradigm shift through collective action. *Knowledge for development – Observatory on science and technology* (http://knowledge.cta.int/en/Dossiers/Demanding-Innovation/Soil-health/Articles/Soil-Fertility-Paradigm-shift-through-collective-action).

19. IFDC. 2011. *Integrated soil fertility management* (www.ifdc.org/getdoc/1644daf2-5b36-4191-9a88-ca8a4aab93cb/ISFM).

20. Rodale Institute. *Soils* (http://rodaleinstitute.org/course/M2/1).

21. FAO. 2008. An international technical workshop Investing in sustainable crop intensification: The case for improving soil health, FAO, Rome: 22-24 July 2008. *Integrated Crop Management,* 6(2008). Rome.

22. Weber, G. 1996. Legume-based technologies for African savannas: Challenges for research and development. *Biological Agriculture and Horticulture,* 13: 309-333.

23. Chabi-Olaye, A., Nolte, C., Schulthess, F. & Borgemeister, C. 2006. Relationships of soil fertility and stem borers damage to yield in maize-based cropping system in Cameroon. *Ann. Soc. Entomol. (N.S.),* 42 (3-4): 471-479.

24. Giller, K.E., Beare, M.H., Lavelle, P., Izac, A. & Swift, M.J. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology*, 6: 3-16.

4. Fermont, A.M., van Asten, P.J.A., Tittonell, P., van Wijk, M.T. & Giller, K.E. 2009. Closing the cassava yield gap: An analysis from smallholder farms in East Africa. *Field Crops Research*, 112: 24-36.

5. Howeler, R.H. 2002. Cassava mineral nutrition and fertilization. *In* R.J. Hillocks, M.J. Thresh & A.C. Bellotti, eds. *Cassava: Biology, production and utilization,* pp. 115-147. Wallingford, UK, CABI Publishing.

6. Allen, R.C. 2008. The nitrogen hypothesis and the English agricultural revolution: A biological analysis. *The Journal of Economic History,* 68: 182-210.

7. FAO. 2011. FAOSTAT statistical database (http://faostat.fao.org/).

8. Jenkinson, D.S. Department of Soil Science, Rothamsted Research. Interview with BBC World. 6 November 2010.

9. Miao, Y., Stewart, B.A. & Zhang, F.S. 2011. Long-term experiments for sustainable nutrient management in China. A review. *Agron. Sustain. Dev.* (in press)

10. Bot, A. & Benites, J. 2005. *The importance of soil organic matter: Key to drought-resistant soil and sustained food and production.* FAO Soil Bulletin No. 80. Rome.

11. Dudal, R. & Roy, R.N. 1995. *Integrated plant nutrition systems.* FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin No. 12. Rome.

12. Roy, R.N., Finck, A., Blair, G.J. & Tandon, H.L.S. 2006. *Plant nutrition for food security. A guide for integrated nutrient management.* FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 16. Rome.

13. Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F. & Schuman, G.E. 1997. Soil quality: A concept, definition and framework for evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.,* 61: 4-10.

14. USDA-NRCS. 2010. *Soil quality - Improving how your soil works* (http://soils.usda.gov/sqi/).

15. EU-JRC. 2006. *Bio-Bio project: Biodiversity-Bioindication to evaluate soil health,* by R.M. Cenci & F. Sena, eds. Institute for Environment and Sustainability. EUR, 22245.

19. Landers, J. 2007. Tropical crop-livestock systems in Conservation Agriculture: The Brazilian experience. *Integrated Crop Management, 5.* Rome, FAO.

20. Joshi, P.K., Challa, J. & Virmani, S.M., eds. 2010. *Conservation agriculture: Innovations for improving efficiency, equity and environment.* New Delhi, New Delhi National Academy of Agricultural Sciences.

21. IFPRI. 2010. Zero tillage in the rice-wheat systems of the Indo-Gangetic Plains: A review of impacts and sustainability implications, by O. Erenstein. *In* D.J. Spielman & R. Pandya-Lorch, eds. *Proven successes in agricultural development: A technical compendium to millions fed.* Washington, DC.

22. Sims, B., Friedrich, T., Kassam, A.H. & Kienzle, J. 2009. *Agroforestry and conservation agriculture: Complementary practices for sustainable agriculture.* Paper presented at the 2nd World Congress on Agroforestry, Nairobi, August 2009. Rome.

23. Kassam, A., Stoop, W. & Uphoff, N. 2011. Review of SRI modifications in rice crop and water management and research issues for making further improvements in agricultural and water productivity. *Paddy and water environment*, 9.

الفصل٣: صحة التربة

1. Hettelingh, J.P., Slootweg, J. & Posch, M., eds. 2008. *Critical load, dynamic modeling and impact assessment in Europe: CCE Status Report 2008.* The Netherlands, Netherlands Environmental Assessment Agency.

2. Cassman, K.G., Olk, D.C. & Dobermann, A., eds. 1997. Scientific evidence of yield and productivity declines in irrigated rice systems of tropical Asia. *International Rice Commission Newsletter,* 46. Rome, FAO.

3. de Ridder, N., Breman, H., van Keulen, H. & Stomph, T.J. 2004. Revisiting a "cure against land hunger": Soil fertility management and farming systems dynamics in the West Africa Sahel. *Agric. Syst.*, 80(2): 109–131.

41. Dumanski, J. & Pieri, C. 2000. Land quality indicators: Research plan. *Agriculture, Ecosystems & Environment,* 81: 93-102.

42. Mutsaers, H.J.W. 2007. *Peasants, farmers and scientists.* New York, USA, Springer Verlag.

الفصل ٤: المحاصيل والأصناف

1. Fowler, C. & Hodgkin, T. 2004. Plant genetic resources for food and agriculture: Assessing global availability. *Annu. Rev. Envirn. Resour.,* 29: 143-79.

2. FAO. 2010. *The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture.* Rome.

3. Alexandrova, N. & Atanassov, A. 2010. *Agricultural biotechnologies in developing countries: Options and opportunities in crops, forestry, livestock, fisheries and agro-industry to face the challenges of food insecurity and climate change (ABDC-10).* Issue paper for the Regional session for Europe and Central Asia – Agricultural biotechnologies in Europe and Central Asia: New challenges and opportunities in a view of recent crises and climate change, Guadalajara, Mexico, 1-4 March 2010.

4. FAO. 2009. *Declaration of the World Summit on Food Security,16-18 November 2009.* Rome.

5. FAO. 2009. *International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: A global treaty for food security and sustainable agriculture.* Rome.

6. CBD. 2006. *Global Biodiversity Outlook 2.* Montreal, Canada.

7. Moore, G. & Tymowski, W. 2005. *Explanatory guide to the International Treaty for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture.* Gland, Switzerland, Cambridge, UK and Bonn, Germany, IUCN.

32. Craswell, E.T., De Datta, S.K., Obcemea, W.N. & Hartantyo, M. 1981. Time and mode of nitrogen fertilizer application. *Fertilizer Research,* 2: 247-259.

33. Rong-Ye, C. & Zhu Zhao Liang. 1982. Characteristics of the fate and efficiency of nitrogen in supergranules of urea. *Fertilizer Research,* 3: 63-71.

34. Roy, R.N. & Misra, R.V. 2003. Economic and environmental impact of improved nitrogen management in Asian rice. *In* FAO. *Sustainable rice production for food security. Proceedings of the 20th Session of the International Rice Commission. Bangkok, 23-26 July 2002.* Rome.

35. Thomas, J. & Prasad, R. 1982. On the nature of mechanism responsible for the higher efficiency for urea super granules for rice. *Plant and Soil,* 69: 127-130.

36. Visocky, M. 2010. Fertilizer system revolutionizes rice farming in Bangladesh. *Frontlines,* 12(2010).

37. Peng, S., Buresh, R.J., Huang, J., Zhong, X., Zou, Y., Yang, J., Wang, G., Liu, Y., Hu, R., Tang, Q., Cui, K., Zhang, F.S. & Dobermann, A. 2010. Improving nitrogen fertilization in rice by site-specific N management. A review. *Agron. Sustain. Dev.,* 30(2010): 649–656.

38. Sachs, J., Remans, R., Smukler, S., Winowiecki, L., Sandy, J., Andelman, S.J., Cassman, K.G., Castle, L.D., DeFries, R., Denning, G., Fanzo, J., Jackson, L.E., Leemans, R., Lehmann, J., Milder, J.C., Naeem, S., Nziguheba, G., Palm, C.A., Pingali, P.L., Reganold, J.P., Richter, D.D., Scherr, S.J., Sircely, J., Sullivan, C., Tomich, T.P. & Sanchez, P.A. 2010. Monitoring the world's agriculture. *Nature,* 466: 558-560.

39. Steiner, K., Herweg, K. & Dumanski, J. 2000. Practical and cost-effective indicators and procedures for monitoring the impacts of rural development projects on land quality and sustainable land management. *Agriculture, Ecosystems and Environment,* 81: 147-154.

40. FAO. 2010. *Climate-smart agriculture: Policies, practices and financing for food security, adaptation and mitigation.* Rome.

25. Sanchez, P.A., Shepherd, K.D., Soule, M.J., Place, F.M., Buresh, R.J., Izac, A.-M.N., Mokwunye, A.U., Kwesiga, F.R., Ndiritu, C.G. & Woomer, P.L. 1997. Soil fertility replenishment in Africa: An investment. *In* R.J. Buresh, P.A. Sanchez & F. Calhoun, eds. *Replenishing soil fertility in Africa: Proceedings of an international symposium, 6 November 1996,* pp. 1-46. Madison and Indianapolis, USA, Soil Science Society of America Inc.

26. Sanginga, N. & Woomer, P.L. 2009. *Integrated soil fertility management in Africa: Principles, practices, and developmental processes.* Nairobi, TSBF-CIAT.

27. Sanginga, N., Dashiell, K.E., Diels, J., Vanlauwe, B., Lyasse, O., Carsky, R.J., Tarawali, S., Asafo-Adjei, B., Menkir, A., Schulz, S., Singh, B.B., Chikoye, D., Keatinge, D. & Ortiz, R. 2003. Sustainable resource management coupled to resilient germplasm to provide new intensive cereal–grain–legume–livestock systems in the dry savanna. *Agriculture, Ecosystems and Environment,* 100: 305-314.

28. Sanchez, P.A. 2000. Linking climate change research with food security and poverty reduction in the topics. *Agriculture, Ecosystems and Environment,* 82: 371-383.

29. Garrity, D.P., Akinnifesi, F.K., Ajayi, O.C., Weldesemayat, S.G., Mowo, J.G., Kalinganire, A., Larwanou, M. & Bayala, J. 2010. Evergreen agriculture: A robust approach to sustainable food security in Africa. *Food Security,* 2: 197-214.

30. Dobermann, A. 2000. Future intensification of irrigated rice systems. *In* J.E. Sheehy, P.L. Mitchel, & B. Hardy, eds. *Redesigning rice photosynthesis to increase yield,* pp. 229-247. Makati City, Philippines and Amsterdam, IRRI / Elsevier.

31. Byrnes, B.H., Vlek, P.L.C. & Craswell, E.T. 1979. The promise and problems of super granules for rice fertilization. *In* S. Ahmed, H.P.M. Gunasena & Y.H. Yang, eds. *Proceedings: Final inputs review meeting, Honolulu, Hawaii, 20-24 August 1979.* Hawaii, East-West Center.

3. Wood, B.J. 2002. Pest control in Malaysia's perennial crops: A half century perspective tracking the pathway to integrated pest management. *Integrated Pest Management Reviews*, 7: 173-190.

4. Pimentel, D. & Levitan, L. 1986. Pesticides: Amounts applied and amounts reaching pests. *BioScience,* 36(2): 86-91.

5. Stern, V.M., Smith, R.F., van den Bosch, R. & Hagen, K.S. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia*, 29: 81-101.

6. FAO. 1966. *Proceedings of the FAO Symposium on Integrated Pest Control, Rome, 1965*. Rome, FAO.

7. Smith, R.F. & Doutt, R.L. 1971. The pesticide syndrome–diagnosis and suggested prophylaxis. *In* C.B. Huffaker, ed. *Biological Control. AAAS Symposium Proceedings on Biological Control, Boston, December 1969*, pp. 331-345. New York, Plenum Press.

8. IAASTD. 2009. *Agriculture at the crossroads*, by B.D. McIntyre, H.R. Herren, J. Wakhungu & R.T. Watson, eds. Washington, DC.

9. Way, M.J. & Heong, K.L. 1994. The role of biodiversity in the dynamics and management of insect pests of tropical irrigated rice: A review. *Bulletin of Entomological Research,* 84: 567-587.

10. Gallagher, K., Ooi, P., Mew T., Borromeo, E., Kenmore, P.E. & Ketelaar, J. 2005. Ecological basis for low-toxicity: Integrated pest management (IPM) in rice and vegetables. *In* J. Pretty, ed. *The Pesticide Detox*, pp. 116-134. London, Earthscan.

11. Catindig, J.L.A., Arida, G.S., Baehaki, S.E., Bentur, J.S., Cuong, L.Q., Norowi, M., Rattanakarn, W., Sriratanasak, W., Xia, J. & Lu, Z. 2009. *In* K.L. Heong & B. Hardy, eds. *Planthoppers: New threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia,* pp.191- 220, 221-231. Los Baños, Philippines, IRRI.

12. Neuenschwander, P. 2001. Biological control of the cassava mealybug in Africa: A review. *Biological Control*, 21(3): 214-229.

13. Bellotti, A.C., Braun, A.R., Arias, B., Castillo, J.A. & Guerrero, J.M. 1994. Origin and management of neotropical cassava arthropod pests. *African Crop Science Journal,* 2(4): 407-417.

5. Wani, S.P., Rockstrom, J. & Oweis, T., eds. 2009. Rainfed agriculture: Unlocking the potential. *Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture* 7. Wallingford, UK, CABI Publishing.

6. FAO. 2011. AQUASTAT statistical database (www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm).

7. Perry, C., Steduto, P., Allen, R. & Burt, C. 2009. Increasing productivity in irrigated agriculture: Agronomic constraints and hydrological realities. *Agricultural Water Management,* 96(2009): 1517–1524.

8. Batchelor, C., Singh, A., Rama Rao, M.S. & Butterworth, J. 2005. *Mitigating the potential unintended impacts of water harvesting.* UK, Department for International Development.

9. Liniger, H.P., Mekdaschi Studer, R., Hauert, C. & Gurtner, M. 2011. *Sustainable land management in practice – Guidelines and best practices for Sub-Saharan Africa.* Rome, TerrAfrica, WOCAT and FAO.

10. FAO. 2002. *Deficit irrigation practices.* Water reports No. 32, 51: 87-92.

11. Oweis, T., Hachum, A. & Kijne, J. 1999. *Water harvesting and supplemental irrigation for improved water use efficiency in dry areas.* SWIM Paper 7. Colombo, Sri Lanka, ICARDA/IMWI.

12. ICARDA. 2010. *ICARDA Annual Report 2009.* Aleppo, Syria.

13. FAO. 2010. *Mapping systems and service for multiple uses in Fenhe irrigation district, Shanxi Province, China.* Rome.

الفصل٦: وقاية النباتات

1. Rana, S. 2010. *Global agrochemical market back in growth mode in 2010.* Agrow (www.agrow.com).

2. Lewis, W.J., van Lenteren, J.C., Phatak, S.C. & Tumlinson, III, J.H. 1997. A total system approach to sustainable pest management. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 94(1997): 12243–12248.

8. Jarvis, D., Hodgkin, T., Bhuwon, S., Fadda, C. & Lopez Noriega, I. 2011. *A heuristic framework for identifying multiple ways of supporting the conservation and use of traditional crop varieties within the agricultural production systems. Critical reviews in plant sciences.* (in press)

9. Hunter, D. & Heywood, V., eds. 2011. *Crop wild relatives. A manual of in situ conservation.* London, Bioversity International, Earthscan.

10. Street, K., Mackay, M., Zeuv, E., Kaul, N., El Bouhssine, M., Konopka, J. & Mitrofanova, O. 2008. *Swimming in the gene pool – A rational approach to exploiting large genetic resource collections. Proceedings 11th International Wheat Genetics Symposium, Brisbane.* Sydney, Sydney University Press.

11. Ceccarelli, S., Grando, S., Shevstov, V., Vivar, H., Yayaoui, A., El-Bhoussini, M. & Baum, M. 2001. *The ICARDA strategy for global barley improvement.* Aleppo, Syria, ICARDA.

12. Lipper, L., Anderson, C.L. & Dalton, T.J., eds. 2010. *Seed trade in rural markets: Implications for crop diversity and agricultural development.* Rome, FAO and London, Earthscan.

الفصل ٥: إدارة المياه

1. IIASA/FAO. 2010. *Global agro-ecological zones (GAEZ v3.0).* Laxenburg, Austria, IIASA and Rome, FAO.

2. French, R.J. & Schultz, J.E. 1984. Water use efficiency of wheat in a Mediterranean type environment. I: The relation between yield, water use and climate. *Australian Journal of Agricultural Research,* 35(6): 743–764.

3. Sadras, V.O. & Angus, J.F. 2006. Benchmarking water use efficiency of rainfed wheat in dry environments. *Australian Journal of Agricultural Research,* 57: 847–856.

4. UNDP. 2006. *Human Development Report 2006.* New York, USA.

20. FAO. 2010. *Price volatility in agricultural markets: Evidence, impact on food security and policy responses.* Economic and Social Perspectives Policy Brief No. 12. Rome.

21. FAO. 2009. *Feeding the world, eradicating hunger.* Background document for World Summit on Food Security, Rome, November 2009. Rome.

22. Ceccarelli, S. 1989. Wide adaptation. How wide? *Euphytica,* 40: 197-205.

23. Lipper, L., Anderson, C.L. & Dalton, T.J. 2009. *Seed trade in rural markets: Implications for crop diversity and agricultural development.* Rome, FAO and London, Earthscan.

24. TEEB. 2010. *The economics of ecosystems and biodiversity: Mainstreaming the economics of nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB.* Malta, Progress Press.

25. Wunder, S., Engel, S.Y. & Pagiola, S. 2008. Payments for environmental services in developing and developed countries. *Ecological economics,* 65(4): 663-852.

26. FAO. 2007. *The State of Food and Agriculture 2007: Paying farmers for environmental services.* Rome.

27. FAO. 2010. *The State of Food Insecurity in the World: Addressing food insecurity in protracted crises.* Rome.

28. GNHC. 2009. *10th five year plan 2008-2013.* Main document, vol. I. Royal Government of Bhutan.

29. Wilkes, A., Tan, J. & Mandula. 2010. The myth of community and sustainable grassland management in China. *Frontiers of Earth Science in China,* 4(1): 59–66.

30. Lipper, L. & Neves, B. 2011. Pagos por servicios ambientales: ¿qué papel ocupan en el desarrollo agrícola sostenible? *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros,* 228(7-8): 55-86.

31. Donnelly, T. 2010. *A literature review on the relationship between property rights and investment incentives.* Rome, FAO. (mimeo)

7. Humphrey, J. & Memedovic, O. 2006. *Global value chains in the agrifood sector.* Vienna, UNIDO.

8. IAASTD. 2009. *Agriculture at the crossroads,* by B.D. McIntyre, H.R. Herren, J. Wakhungu & R.T. Watson, eds. Washington, DC.

9. Alexandratos, N. 2010. *Expert meeting on "Feeding the World in 2050". Critical evaluation of selected projections.* Rome, FAO. (mimeo)

10. IFPRI. 2010. *Proven successes in agricultural development: A technical compendium to Millions Fed,* by D.J. Spielman & R. Pandya-Lorch, eds. Washington, DC.

11. Fischer, R.A., Byerlee, D. & Edmeades, G.O. 2009. *Can technology deliver on the yield challenge to 2050?* Paper presented at the FAO Expert Meeting: How to Feed the World in 2050, 24-26 June. Rome, FAO.

12. FAO. 2010. *Climate smart agriculture: Policies, practices and financing for food security, adaptation and mitigation.* Rome.

13. FAO. 2009. *Food security and agricultural mitigation in developing countries: Options for capturing synergies.* Rome.

14. Hazell, P. & Fan, S. 2003. *Agricultural growth, poverty reduction and agro-ecological zones in India: An ecological fallacy?* Food Policy, 28(5-6): 433-436.

15. CBD. 2010. *Perverse incentives and their removal or mitigation* (www.cbd.int/incentives/perverse.shtml).

16. UNEP/IISD. 2000. *Environment and trade: A handbook.* Canada, IISD.

17. OECD. 2003. *Perverse incentives in biodiversity loss.* Paper prepared for the Ninth Meeting of the Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice (SBSTTA 9). Paris.

18. Rhodes, D. & Novis, J. 2002. *The impact of incentives on the development of plantation forest resources in New Zealand.* Information Paper No. 45. New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry.

19. DNR. 2008. *Environmental harmful subsidies - A threat to biodiversity.* Munich, Germany.

14. Luttrell, R.G., Fitt, G.P., Ramalho, F.S. & Sugonyaev, E.S. 1994. Cotton pest management: Part 1. A worldwide perspective. *Annual Review of Entomology,* 39: 517-526.

15. Bove, J.M. 2006. Huanglongbing: A destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology,* 88(1): 7-37.

16. Gottwald, T.R. 2010. Current epidemiological understanding of Citrus Huanglongbing. *Annual Review of Phytopathology,* 48: 119-139.

17. Gilbertson, R.L. 2006. *Integrated pest management of tomato virus diseases in West Africa* (www.intpdn.org/files/IPM Tomato Bob Gilbertson UC Davis.pdf).

18. Guillon, M. 2004. *Current world situation on acceptance and marketing of biological control agents (BCAS).* Pau, France, International Biocontrol Manufacturer's Association.

الفصل ٧: السياسات والمؤسسات

1. Pingali, P. & Raney, T. 2005. *From the green revolution to the gene revolution: How will the poor fare?* ESA Working Paper No. 05-09. Rome, FAO.

2. Pingali, P. & Traxler, G. 2002. *Changing locus of agricultural research: Will the poor benefit from biotechnology and privatization trends.* Food Policy, 27: 223-238.

3. Beintema, N.M. & Stads, G.J. 2010. *Public agricultural R&D investments and capacities in developing countries: Recent evidence for 2000 and beyond.* Note prepared for GCARD 2010.

4. Crawford, E., Kelley, V., Jayne, T. & Howard, J. 2003. *Input use and market development in Sub-Saharan Africa: An overview.* Food Policy, 28(4): 277-292.

5. World Bank. 2007. *World Development Report 2008.* Washington, DC, International Bank for Reconstruction and Development and World Bank.

6. De Schutter, O. 2010. *Addressing concentration in food supply chains: The role of competition law in tackling the abuse of buyer power.* UN Special Rapporteur on the right to food, Briefing note 03. New York, USA.

54. Cavatassi, R., Gonzalez, M., Winters, P.C., Andrade-Piedra, J., Thiele, G. & Espinosa, P. 2010. *Linking smallholders to the new agricultural economy: The case of the Plataformas de Concertación in Ecuador*. ESA Working Paper, No. 09-06. Rome, FAO.

55. McCullogh, E.B., Pingali, P.L. & Stamoulis, K.G., eds. 2008. *The transformation of agri-food systems: Globalization, supply chains and smallholder farmers*. Rome, FAO and London, Earthscan.

56. Singh, S. 2002. Multinational corporations and agricultural development: A study of contract farming in the Indian Punjab. *Journal of International Development*, 14: 181–194.

57. Dietrich, M. 1994. *Transaction cost economics and beyond: Towards a new economics of the firm*. London, Routledge.

43. Shepherd, A.W. 2000. *Understanding and using market information.* Marketing Extension Guide, No. 2. Rome, FAO.

44. IFAD/WFP. 2010. *The potential for scale and sustainability in weather index insurance for agriculture and rural livelihoods*, by P. Hazell, J. Anderson, N. Balzer, A. Hastrup Clemmensen, U. Hess & F. Rispoli. Rome.

45. Devereux, S. 2002. Can social safety nets reduce chronic poverty? *Development Policy Review*, 20(5): 657-675.

46. Ravallion, M. 2009. *Do poorer countries have less capacity for redistribution?* Policy Research Working Paper No. 5046. Washington, DC, World Bank.

47. FAO. 2006. *The right to food guidelines: Information papers and case studies.* Rome.

48. Shepherd, A.W. 2007. *Approaches to linking producers to markets*. Agricultural Management, Marketing and Finance Occasional Paper, No. 13. Rome, FAO.

49. Winters, P., Simmons, P. & Patrick, I. 2005. Evaluation of a hybrid seed contract between smallholders and a multinational company in East Java, Indonesia. *The Journal of Development Studies*, 41(1): 62–89.

50. Little, P.D. & Watts, M.J., eds. 1994. *Living under contract: Contract farming and agrarian transformation in Sub-Saharan Africa*. Madison, USA, University of Wisconsin Press.

51. Berdegué, J., Balsevich, F., Flores, L. & Reardon, T. 2003. *Supermarkets and private standards for produce quality and safety in Central America: Development implications.* Report to USAID under the RAISE/SPS project, Michigan State University and RIMISP.

52. Reardon, T., Timmer, C.P., Barrett, C.B. & Berdegué, J. 2003. The rise of supermarkets in Africa, Asia, and Latin America. *American Journal of Agricultural Economics*, 85(5): 1140-1146.

53. Johnson, N. & Berdegué, J.A. 2004. *Collective action and property rights for sustainable development: Property rights, collective action, and agribusiness.* IFPRI Policy Brief, 2004. Washington, DC.

32. Fitzpatrick, D. 2005. Best practice: Options for the legal recognition of customary tenure. *Development and Change*, 36(3): 449–475. DOI: 10.1111/j.0012-155X.2005.00419.x

33. FAO. 2010. *The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rome.

34. Piesse, J. & Thirtle, C. 2010. Agricultural R&D, technology and productivity. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 365(1554): 3035-3047.

35. Pardey, P.G., Beintema, N., Dehmer, S. & Wood, S. 2006. *Agricultural research: A growing global divide?* IFPRI Food Policy Report. Washington, DC, IFPRI.

36. United Nations. 2009. *Promotion and protection of human rights: Human rights questions, including alternative approaches for improving the effective enjoyment of human rights and fundamental freedoms* (UN GA Doc A/64/170). New York, USA.

37. Wright, B.D., Pardey, P.G., Nottenberg, C. & Koo, B. 2007. Agricultural innovation: Investments and incentives. *In* R.E. Evenson & P. Pingali, eds. *Handbook of agricultural economics*, vol. 3. Amsterdam, Elsevier Science.

38. Helfer, L.H. 2004. *Intellectual property rights in plant varieties.* Rome, FAO.

39. GAT. 2010. *Transforming agricultural research for development*. Paper commissioned by the Global Forum on International Agricultural Research (GFAR) as an input into the Global Conference on Agricultural Research for Development (GCARD), Montpellier, 28-31 March 2010.

40. Hazell, P., Poulton, C., Wiggins, S. & Dorward, A. 2007. *The future of small farms for poverty reduction and growth.* 2020 Discussion Paper No. 42. Washington, DC, International Food Policy Research Institute.

41. IFAD. 2010. *Rural Poverty Report 2011. New realities, new challenges: New opportunities for tomorrow's generation*. Rome.

42. Scoones, I. & Thompson, J. 2009. *Farmer first revisited: Innovation for agricultural research and development.* Oxford, ITDG Publishing.

المختصرات والأسماء المختصرة

CA الزراعة التي تراعي حفظ الموارد	IIASA المعهد الدولى لتحليل النظم التطبيقية
CBD اتفاقية التنوع البيولوجي	IISD المعهد الدولي للتنمية المستدامة
DNR الكنسورتيوم الألماني لحماية الطبيعة	IPCC الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ
EU-JRC مركز البحوث المشترك لدى المفوضية الأوروبية	OECD منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي
FAO منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة	SCPI التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي
GAT فريق المؤلفين العالمي	SMS خدمة الرسائل القصيرة
GNHC مفوضية السعادة القطرية الإجمالية	TEEB إقتصاديات النظم البيئية والتنوع الحيوي
IAASTD مبادرة التقييم الدولي للمعارف والعلوم والتكنولوجيا الزراعية الموجهة لأغراض التنمية	UDP وضع البولة على عمق
ICARDA المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة	UNEP برنامج الأمم المتحدة للبيئة
IFPRI المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية	USDA-NRCS وزارة الزراعة الأمريكية/ دائرة صيانة الموارد الطبيعية
	WFP برنامج الأغذية العالمى

Plant Production and Protection Division
Food and Agriculture Organization
of the United Nations
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Rome, Italy

www.fao.org/ag/agp
agp@fao.org

تصميم الكتاب: Graeme Thomas وGiulio Sansonetti
الغلاف: Giancarlo de Pol
المساعِدة التحريرية: Diana Gutiérrez
الرسومات: Alessandra D'Andrea, Cecilia Sanchez

ISBN 978-92-5-606871-2

9 789254 068714

I2215Ar/4/11.12