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 قتية 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

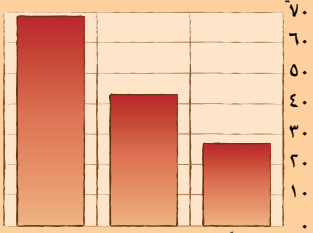
القمح

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].

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

الفِصَّة الشجرية

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).

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.