منظمة
الأغذية والزراعة
للأمم المتحدة

2016

حالة الأغذية والزراعة

تغير المناخ والزراعة والأمن الغذائي

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 978-92-5-609374-5

تشجع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة استخدام هذه المواد الإعلامية واستنساخها ونشرها. وما لم يذكر خلاف ذلك، يمكن نسخ هذه المواد وطبعها وتحميلها بغرض الدراسات الخاصة والأبحاث والأهداف التعليمية، أو الاستخدام في منتجات أو خدمات غير تجارية، على أن يشار إلى أن المنظمة هي المصدر، واحترام حقوق النشر، وعدم افتراض موافقة المنظمة على آراء المستخدمين وعلى المنتجات أو الخدمات بأي شكل من الأشكال.

ينبغي توجيه جميع طلبات الحصول على حقوق الترجمة والتصرف وإعادة البيع بالإضافة إلى حقوق الاستخدامات التجارية الأخرى إلى العنوان التالي: www.fao.org/contact-us/licence-request أو إلى: copyright@fao.org.

تتاح المنتجات الإعلامية للمنظمة على موقعها الإلكتروني التالي: www.fao.org/publications، ويمكن شراؤها بإرسال الطلبات إلى: publications-sales@fao.org.

© FAO 2016

صورة الغلاف: ©FAO/D. Hayduk

كيروكا، جمهورية تنزانيا المتحدة.

يد تزيل الأعشاب في حقل أرز، كطريقة في نظام تقوية زراعة الأرز الذي يندرج ضمن مشروع الزراعة الذكية مناخيا.

ISSN: 0256-1190

2016
حالة الأغذية والزراعة

تغير المناخ والزراعة والأمن الغذائي

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة
روما، 2016

المحتويات

تقديم vi
شكر وتقدير ix
الموجز xi

الفصل 1
الجوع والفقر وتغيّر المناخ: تحديات الحاضر والمستقبل 1
الرسائل الرئيسية 3
التفاعلات المعقدة والصلات التي لا تنفصم 4
الحاجة الملحة لاتخاذ إجراءات عالمية منسقة الآن 10
الدور الخاص الذي تؤديه الزراعة ومسؤوليتها 13

الفصل 2
المناخ الزراعة والأمن الغذائي: نظرة عن كثب إلى الروابط 17
الرسائل الرئيسية 19
الآثار المتتالية من المناخ إلى الناس 20
الآثار على الزراعة 22
الآثار المترتبة على الدخل وسبل كسب العيش 29
ملايين أخرى معرضة لخطر الجوع 34
دور قطاعات الزراعة في تغيّر المناخ 38
الاستنتاجات 41

الفصل 3
التكيف مع تغيّر المناخ في زراعة أصحاب الحيازات الصغيرة 43
الرسائل الرئيسية 45
إعادة النظر في المسارات المتاحة للخروج من دائرة الفقر 46
نقاط الضعف الرئيسية في وجه مخاطر تغيّر المناخ 47
نحو نظم إنتاج وسبل كسب عيش قادرة على الصمود 50
ما هو حجم تكاليف التكيّف؟ 60
إدارة الانتقال إلى نظم أصحاب الحيازات الصغيرة الذكية مناخياً 62
الاستنتاجات 66

الفصل 4
نظم الأغذية والزراعة في التخفيف من آثار تغيّر المناخ 69
الرسائل الرئيسية 71
الإمكانات الفنية للتكيف مع تغيّر المناخ والتخفيف من آثاره 72
المنافع المشتركة للتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره التي تعزز الأمن الغذائي 76
تكاليف التخفيف والحوافز والعوائق 84
منظور للنظام الغذائي: تقليل الفاقد والمهدر إلى الحدّ الأدنى وتعزيز النظم الغذائية المستدامة 86
الاستنتاجات 87

الفصل 5
آفاق المستقبل: إعادة مواءمة السياسات وبناء القدرات المؤسسية 89
الرسائل الرئيسية 91
الأهمية المحورية للزراعة الآن في «المساهمات المعتزمة» 92
من النوايا إلى الأفعال: الزراعة في استراتيجيات تغير المناخ 95
النهج المتكاملة التي توائم بين أهداف المناخ والتنمية 96
توطيد التعاون الإقليمي والدولي 100
الاستنتاجات 103

الفصل 6
تمويل الطريق إلى الأمام 105
الرسائل الرئيسية 107
تمويل الأنشطة المتعلقة بالمناخ من أجل الزراعة 108
الاستفادة من الأموال القليلة لأقصى حد ممكن: الاستخدام الاستراتيجي للتمويل الخاص بالأنشطة المرتبطة بالمناخ 115
الاستنتاجات 119
الملحق: بيانات عن التمويل العام الدولي للأنشطة المرتبطة بالمناخ من أجل الزراعة والحراجة ومصايد الأسماك 120

الملاحق الاحصائية 123
ملاحظات بشأن الجداول المرفقة 124
الجدول ألف 1. التغييرات المتوقعة في غلات المحاصيل بفعل تغيّر المناخ في سائر أنحاء العالم 127
الجدول ألف 2. صافي الانبعاثات وعمليات الإزالة من الزراعة والغابات والاستخدامات الأخرى للأراضي بمكافئ ثاني أكسيد الكربون، 2014 134
الجدول ألف 3. الانبعاثات الزراعية بمكافئ ثاني أكسيد الكربون حسب المصدر، 2014 141

المراجع 148
الفصول الخاصة من حالة الأغذية والزراعة 172

الجداول والأشكال والإطارات

الجداول

1. آثار المناخ على غلات محاصيل مختارة على المستوى العالمي وفي المناطق المدارية في ظل احترار يتراوح بين 1,5 درجة مئوية ودرجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية خلال القرن الحادي والعشرين 12

2. آثار محتملة مختارة لتغير المناخ 24

3. عدد الأشخاص الذين سيعيشون في فقر مدقع في عام 2030 مع تغيّر المناخ وبدونه في إطار سيناريوات مناخية واجتماعية واقتصادية مختلفة 33

4. التغيّرات في الإيرادات الزراعية المرتبطة بارتفاع درجات الحرارة في مناطق مختارة في أمريكا اللاتينية 33

5. انبعاثات أهم غازات الاحتباس الحراري وعمليات إزالتها بحسب جميع القطاعات وبحسب الزراعة والحراجة واستخدام الأراضي في عام 2010 39

6. ثلاثة مصادر رئيسة لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري الزراعية في عام 2014، بحسب الأقاليم 41

7. أثر الصدمات المناخية على المخرجات والإنتاجية الزراعية 47

8. الآثار على غلات المحاصيل في ظل تأثيرات مختلفة للمناخ في زامبيا 53

9. الاختلافات في استخدام النيتروجين في زراعة أصحاب الحيازات الصغيرة في شرق آسيا وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى 53

10. تكاليف الفرص لتنفيذ إدارة رعي محسّنة في محافظة كينغهاي الصينية 65

11. إمكانيّة تخفيف أكسيد النتروز لآثار الانبعاثات السنوية في إطار خمسة سيناريوات للممارسات المحسّنة في عامي 2030 و2050 (الآثار التراكميّة) 77

12. أمثلة عن الممارسات الزراعية المؤدّية إلى تخفيض مخزونات الكربون في التربة 83

الأشكال

1. آثار تغيّر المناخ على غلات الحبوب في كل الأقاليم بحلول العام 2050 7

2. نصيب انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من القطاعات الاقتصادية في عام 2010 7

3. مسارات التأثير: من تغيّر المناخ إلى الأمن الغذائ 21

4. التغيّرات المتوقّعة في غلات المحاصيل في جميع المواقع في العالم بسبب تغيّر المناخ 26

5. التغيّرات المتوقّعة في غلات المحاصيل في الأقاليم النامية بسبب تغيّر المناخ 27

6. التغيّرات المتوقّعة في غلات المحاصيل في الأقاليم المتقدّمة بسبب تغيّر المناخ 27

7. آثار تغيّر المناخ على غلات المحاصيل ومساحتها وإنتاجها وأسعارها والتجارة بها بحلول عام 2050 على المستوى العالمي 36

8. آثار تغيّر المناخ على الأشخاص المعرّضين للجوع في عام 2050، بحسب الأقاليم 36

9. الأشخاص المعرّضون للجوع مع وبدون تغيّر المناخ 36

10. انعدام الأمن الغذائي وقابلية التأثر بتغيّر المناخ: اليوم، أفضل وأسوأ السيناريوات 37

11. متوسط صافي الانبعاثات/ عمليات الإزالة السنوية من الزراعة والحراجة واستخدام الأراضي في مكافئ ثاني أكسيد الكربون 39

الجداول والأشكال والإطارات

الإطارات

1. الأبعاد الأربعة للأمن الغذائي 9
2. تغير المناخ والتغذية 9
3. تتسم الزراعة بأهمية بارزة في توجيه الإجراءات على الصعيد القطري 12
4. رؤية مشتركة لاستدامة الأغذية والزراعة 15
5. ملخص آثار تغيّر المناخ على الزراعة 21
6. آثار الظواهر المناخية المتطرفة 26
7. توقع تغيّر المناخ: مسارات التركيز التمثيلية والمسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة 31
8. المرأة الريفية هي من بين أشد الأشخاص ضعفا 49
9. التنوع الوراثي يحسّن القدرة على الصمود 49
10. منافع توفير المياه في الصين 53
11. تربية الأحياء المائية الذكية مناخياً في فييت نام 55
12. مخاطر المناخ والتنويع ورفاه صغار المزارعين في ملاوي وزامبيا 57
13. منافع وتكاليف الاستثمار في تكيّف صغار المزارعين 61
14. العوامل التي تعيق القدرة على التكيّف 64
15. إعادة توجيه البحوث من أجل مواجهة تحدي المناخ 65
16. الكربون والنتروجين في قطاعات الزراعة 73
17. التقنيات النووية وتلك المتعلقة بالنظائر لأغراض التخفيف من آثار تغير المناخ 77
18. تخفيض الميثان في إنتاج الثروة الحيوانية والأرز غير المقشور 79
19. ترميم الأراضي العشبية في الصين 83
20. انبعاثات نظام الأغذية: استخدام الطاقة على امتداد سلاسل الإمداد 85
21. قطاعات الزراعة واتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ 94
22. الحاجة إلى اتساق السياسات بين قطاعي الزراعة والطاقة 97

12. صافي الانبعاثات/ عمليات الإزالة من الزراعة والحراجة واستخدام الأراضي في مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2014، بحسب الأقاليم 40
13. نصيب الانبعاثات الزراعية في مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2014، بحسب المصدر وعلى المستوى العالمي 40
14. التغيّر في عدد الأشخاص المعرّضين للجوع في عام 2050، مقارنةً مع السيناريو الأساسي، بعد اعتماد التكنولوجيات الزراعية المحسّنة 55
15. إمكانية التخفيف من الناحية الاقتصادية في قطاع الزراعة والحراجة واستخدام الأراضي في عام 2030 بحسب الأقاليم 85
16. من الالتزامات والآليات الدولية إلى السياسات والمؤسسات الوطنية 97
17. متوسط التمويل العام الدولي السنوي للتخفيف من الآثار و/أو التكيّف بحسب القطاع والمصدر، الفترة 2010-2014 109
18. متوسط الالتزامات والدفعات المتعددة الأطراف السنوية بحسب القطاع للفترة 2010-2014 113

23. خفض مخاطر الكوارث من أجل تحقيق الأمن الغذائي والتغذية 101

24. الثغرات في مجال المعارف والتحديات المتعلقة بالبيانات 101

25. الصناديق المخصصة للمناخ وقطاعات الزراعة 111

26. نحو الاستدامة والقدرة على الصمود في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى 113

27. إدراج تغير المناخ في التقييمات الاقتصادية 117

28. تعميم تغير المناخ في مؤسسات التمويل الدولية 117

تقديم

تتعلق سنة 2016، في أعقاب اتفاق باريس التاريخي المبرم السنة المنصرمة وخطة التنمية المستدامة لعام -2030 اللذين يحددان معالم الطريق المؤدي إلى مستقبل أكثر استدامة- بتحويل الالتزامات إلى إجراءات ملموسة. فالتغيير السريع الذي يشهده مناخ العالم يُتَرجم إلى ظواهر مناخية أكثر تطرفا وتواترا وإلى موجات حر وجفاف وارتفاعٍ في مستوى سطح البحر.

ويتناول هذا التقرير ما يترتب عن تغير المناخ من آثار على الزراعة وتبعات على الأمن الغذائي باتت بالفعل تقض مضجعنا. وتتمثل إحدى النتائج الرئيسية التي يخلص إليها في أن هناك حاجة ملحة إلى دعم أصحاب الحيازات الصغيرة في التكيف مع تغير المناخ. فالمزارعون والرعاة وصيادو الأسماك والعاملون في مجال الغابات على مستوى المجتمع المحلي يعتمدون على أنشطة ترتبط بالمناخ ارتباطا وثيقا لا تنفصم عراه. وهذه المجموعات هي أيضا أشد المجموعات ضعفا أمام تغير المناخ. ولتكييف النظم والممارسات التي تعتمدها في مجال الإنتاج مع تغير المناخ، ستحتاج إلى فرص وصول أكبر بكثير إلى التكنولوجيات والأسواق والمعلومات والائتمان لغرض الاستثمار.

وإذا لم تتخذ إجراءات الآن لجعل الزراعة أكثر استدامة وإنتاجية وقدرة على الصمود، فإن آثار تغير المناخ ستقوض بشكل خطير الإنتاج الغذائي في البلدان والأقاليم التي تعاني أصلا وعلى نحو كبير من انعدام الأمن الغذائي. وهذه الآثار ستعرض للخطر التقدم المحرز في بلوغ أهداف التنمية المستدامة الرئيسية المتمثلة في القضاء على الجوع والفقر بحلول عام 2030؛ وستكون تبعاتها السلبية الآخذة في التزايد على الزراعة واسعة النطاق بعد عام 2030.

ويهدد تغير المناخ، من خلال آثاره التي تطال الزراعة وسبل العيش والبنية التحتية، الأمن الغذائي بجميع أبعاده. وسيعرض الفقراء في المناطق الحضرية والريفية على السواء لأسعار أغذية أعلى وأكثر تقلباً. كما سيؤثر في توافر الأغذية من خلال تخفيض إنتاجية المحاصيل والثروة الحيوانية ومصايد الأسماك، وسيعيق فرص الحصول على الأغذية بفعل تعطيل سبل عيش الملايين من سكان المناطق الريفية الذين يعتمدون في تأمين دخلهم على الزراعة.

ويتعين معالجة الجوع والفقر وتغير المناخ جنباً إلى جنب. وهذا واجب أخلاقي لأن الذين يعانون الأمرين الآن لم يساهموا إلا قليلا في تغير المناخ. ويعرض هذا التقرير عدداً من السبل الكفيلة بتكييف إنتاج أصحاب الحيازات الصغيرة مع تغير المناخ وبجعل سبل عيش سكان المناطق الريفية أكثر قدرة على الصمود. ويؤدي تنويع نظم الإنتاج الغذائي وتحسين تكاملها مع العمليات الإيكولوجية المعقدة إلى خلق أوجه تآزر مع الموائل الطبيعية بدلا من استنزاف الموارد الطبيعية. وتمثل الزراعة الإيكولوجية والتكثيف المستدام أمثلة على النهج التي تؤدي إلى تحسين الغلات وبناء القدرة على الصمود من خلال اعتماد ممارسات، مثل السماد الأخضر والمحاصيل المثبتة للنيتروجين والإدارة المستدامة للتربة والتكامل بين الحراجة الزراعية والإنتاج الحيواني.

ويمكن لقطاعات زراعية أكثر قدرة على الصمود واستثمارات ذكية في المزارعين من أصحاب الحيازات الصغيرة أن تحدث تغييرا تحوليا وتعزز آفاق ومداخيل أشد الناس فقرا في العالم مع حمايتهم في الوقت ذاته من آثار تغير المناخ. ويبيّن هذا التقرير كيف أن منافع التكيف تتجاوز إلى حد كبير جدا تكاليف التقاعس. وتحقيقا لهذا التحول نحو زراعة مستدامة وأكثر إنصافا، يجب تحسين فرص الوصول إلى المشورة في مجال الإرشاد

وإلى الأسواق، في حين أن انعدام أمن الحيازة وارتفاع تكاليف المعاملات وانخفاض الثروات من الموارد الطبيعية، لا سيما في صفوف النساء في المناطق الريفية، هي حواجز ينبغي تذليلها.

ويمكن لتنويع سبل العيش أيضا أن يساعد الأسر المعيشية في المناطق الريفية على إدارة مخاطر المناخ من خلال الجمع بين الأنشطة في المزارع والعمل الموسمي، في الزراعة وفي قطاعات أخرى. وفي جميع الحالات، سيتعين على برامج الحماية الاجتماعية أن تضطلع بدور مهم – في مساعدة أصحاب الحيازات الصغيرة على إدارة المخاطر بشكل أفضل، وتخفيض سرعة التأثر بتقلب أسعار الأغذية، وتحسين آفاق العمل بالنسبة إلى سكان الريف الذين يتركون أراضيهم.

وسعياً إلى إبقاء زيادة درجة الحرارة العالمية دون الحد الأقصى الحاسم المتمثل في درجتين مئويتين، سيتعين خفض الانبعاثات بما يصل إلى 70 في المائة بحلول عام 2050. ولا سبيل إلى إبقاء تغير المناخ ضمن مستويات يمكن التحكم فيها إلا من خلال مساهمة قطاعات الزراعة. فقد باتت هذه الأخيرة تمثل الآن خُمس إجمالي الانبعاثات على الأقل، هذه الانبعاثات التي تعزى بالأساس إلى تحويل الغابات إلى أراض زراعية وإنتاج المحاصيل والثروة الحيوانية كذلك. ويكمن التحدي الذي يلقي بظلاله في تخفيض هذه الانبعاثات مع العمل في الوقت ذاته على تلبية الطلب غير المسبوق على الأغذية.

ويمكن لقطاعات الزراعة أن تسهم بشكل كبير في تحقيق توازن في دورة الكربون العالمية. وبالمثل قطاع الغابات، يمكن أن يؤدي تجنب إزالة الغابات وزيادة المساحة المغطاة بالغابات واعتماد إدارة ذات مردود أعلى في إنتاج الأخشاب إلى تثبيت كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وتضطلع التربة بدور محوري في تنظيم انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وغيره من غازات الاحتباس الحراري. كما يفضي استخدام الأراضي وإدارة التربة بشكل مناسب إلى تحسين جودة التربة وخصوبتها ويمكن أن يساعدا على التخفيف من وطأة ارتفاع ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.

ومن الأهمية بمكان ترجمة الالتزامات الوطنية – والتعهدات القطرية التي تشكل أساس اتفاق باريس بشأن تغير المناخ – إلى إجراءات ملموسة. وسيركز مؤتمر الأطراف، الذي سينعقد في نوفمبر/تشرين الثاني 2016 في المغرب، تركيزا واضحا على التنفيذ في قطاعات الزراعة. ويحدد هذا التقرير استراتيجيات وفرصا للتمويل واحتياجات تتعلق بالبيانات والمعلومات، ويعرض المؤسسات والسياسات التحولية التي بمقدورها تجاوز العقبات التي تعترض سبيل التنفيذ. ومع تنقيح البلدان لخططها الوطنية، على أمل أن تزيد من عددها، فإن النجاح في تنفيذ التزاماتها - خاصة في قطاعات الزراعة – سيكتسي أهمية حيوية في خلق حلقة حميدة من مستوى أكبر من الطموح.

ويشكل تغير المناخ حجر الزاوية في العمل الذي تضطلع به المنظمة. وقد بادرنا، سعياً منا إلى مساعدة أعضائها، إلى الاستثمار في المجالات التي تعزز الأمن الغذائي جنباً إلى جنب مع التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره. وتساعد المنظمة على إعادة توجيه نظم الأغذية والزراعة في البلدان الأكثر تعرضا لمخاطر المناخ، مع تركيز واضح على دعم المزارعين من أصحاب الحيازات الصغيرة.

تقديم

وتعمل المنظمة في جميع مجالات خبرتها، وتعتمد نماذج جديدة للزراعة المستدامة والشاملة. ومن خلال الشراكة العالمية من أجل التربة، تعزز المنظمة الاستثمارات من أجل التقليل إلى أدنى حد ممكن من تدهور التربة، واستعادة الإنتاجية في الأقاليم التي يوجد فيها أكثر الناس ضعفا، ومن ثم تحقيق الاستقرار في المخزون العالمي من المواد العضوية في التربة.

ونحن نشارك في «جدول الأعمال العالمي بشأن الثروة الحيوانية المستدامة»، وأخذنا بزمام برنامج لخفض انبعاثات الميثان الناجمة عن التخمر المعوي لدى المجترات باستخدام تدابير مناسبة للنظم الزراعية المحلية. وفي قطاع مصايد الأسماك، تعمل مبادرة النمو الأزرق التي نسهر عليها على تحقيق التكامل بين مصايد الأسماك والإدارة المستدامة للبيئة، في حين يهدف برنامج مشترك يُنفذ مع الاتحاد الأوروبي إلى حماية الغابات الغنية بالكربون. ونقدم التوجيه بشأن إدراج التنوع الوراثي في التخطيط الوطني للتكيف مع تغير المناخ، وضافرنا جهودنا مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي لدعم البلدان في سعيها إلى إدراج الزراعة في خطط التكيف وعمليات وضع الميزانية. كما تمد المنظمة يد العون لربط البلدان النامية بمصادر تمويل الأنشطة المتعلقة بالمناخ.

وينبغي للمجتمع الدولي أن يتصدى لتغير المناخ اليوم، بما يُمكِّن الزراعة والغابات ومصايد الأسماك من اعتماد ممارسات مراعية للمناخ. وهذا سيحدد ما إذا كانت البشرية ستُوفّق في استئصال شأفة الفقر والجوع بحلول عام 2030 وإنتاج الأغذية للجميع. فسير الأمور على النحو المعتاد ليس خياراً. ولطالما شكّلت الزراعة حلقة الوصل بين الموارد الطبيعية والنشاط البشري. وهي اليوم تحمل في ثناياها مفتاح رفع تحديين من أكبر التحديات التي تواجهها البشرية، وهما: القضاء على الفقر والحفاظ على الممر المناخي المستقر الذي يمكن أن تزدهر فيه الحضارة.

جوزيه غرازيانو دا سيلفا

المدير العام لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة

شكر وتقدير

تم إعداد تقرير حالة الأغذية والزراعة 2016 من قِبل فريق متعدد التخصصات في منظمة الأغذية والزراعة (المنظمة) تحت إشراف Rob Vos، مدير شعبة اقتصاديات التنمية الزراعية في المنظمة، وAndrea Cattaneo، كبير الخبراء الاقتصاديين ومحرر تقرير حالة الأغذية والزراعة. بينما قدم Kostas Stamoulis، المدير العام المساعد بالإنابة لإدارة التنمية الاقتصادية والاجتماعية في المنظمة، توجيهات عامة. كما قدمت توجيهات من قِبل Maria Helena Semedo، نائبة المدير العام للموارد الطبيعية، والفريق العامل في إدارة التنمية الاقتصادية والاجتماعية. وقدم مساهمات مهمة في التقرير كل من René Castro Salazar، المدير العام المساعد لإدارة الغابات في المنظمة، وMartin Fricke، مدير شعبة المناخ والبيئة.

فريق البحث والتحرير

Jakob Skøt (رئيس الفريق)، Leslie Lipper (شعبة اقتصاديات التنمية الزراعية)، Graeme Thomas (محرر استشاري)، Astrid Agostini (شعبة تغير المناخ والبيئة)، Raffaele Bertini (شعبة اقتصاديات التنمية الزراعية)، Cassandra De Young (إدارة مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية)، Sarah Lowder (شعبة اقتصاديات التنمية الزراعية)، Alexandre Meybeck (إدارة الزراعة وحماية المستهلك)، Anne Mottet (شعبة الإنتاج الحيواني وصحة الحيوان)، Selvaraju Ramasamy (شعبة تغير المناخ والبيئة)، Simmone Rose (إدارة الغابات)، Henning Steinfeld (شعبة الإنتاج الحيواني وصحة الحيوان).

المساهمون

وثائق المعلومات الأساسية

Franck Ackermann (شركة Synapse Energy Economics، الولايات المتحدة الأمريكية)، Benjamin Bodirsky (معهد بوتسدام (Potsdam) للبحوث المناخية، ألمانيا)، Oscar Cacho (جامعة لوس أندس (los Andes)، كولومبيا)، Angela Cadena Monroy (جامعة نيو انغلاند (New England)، أستراليا)، Alessandro De Pinto (المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية)، Pierre Gerber (البنك الدولي)، Ben Henderson (منظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية، أستراليا)، Mario Herrero (منظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية، أستراليا)، Ana María Loboguerrero (برنامج البحوث المعني بتغير المناخ والزراعة والأمن الغذائي التابع للجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية)، Mario Londoño (جامعة لوس أندس، كولومبيا)، Alberto Millán (المركز الدولي للزراعة الاستوائية)، Jonathan Moss (جامعة نيو انغلاند، أستراليا)، Marigold Norman (معهد التنمية الخارجية، المملكة المتحدة)، Oene Oenema (جامعة فاغينينغن (Wageningen)، هولندا)، Katherine Ovalle Sanabria (وزارة البيئة والتنمية المستدامة، كولومبيا)، Vittoria Pinca (مستشارة)، Dave Robb (مستشار)، Marc Sadler (البنك الدولي)، Jean-François Soussana (المعهد الوطني للبحوث الزراعية، فرنسا)، Rita Strohmaier (جامعة Karl-Franzens، النمسا)، Rodrigo Suarez Castaño (وزارة البيئة والتنمية المستدامة، كولومبيا)، Mark Sutton (مركز الإيكولوجيا والهيدرولوجيا، المملكة المتحدة)، Stacy A. Swann (البنك الدولي)، Timothy Thomas (المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية)، Philip Thornton (المعهد الدولي لبحوث الثروة الحيوانية)،

شكر وتقدير

Caroline Van der Does de Willebois (مستشارة)، Ioannis Vasileiou (المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية)، Keith Wiebe (المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية)

إسهامات إضافية من المنظمة

Adriana Arango Guillen، Aslihan Arslan، Solomon Asfaw، Stephen Baas، Tarub Bahri، Karel Callens، Clayton Campanhola، Frederic Castell، Barbara Cooney، Olivier Dubois، Jean Marc Faurès، Michelle Kendrick، Nancy McCarthy، Matta Rao، Doris Soto، Francesco Tubiello.

الملحق الإحصائي

أعد الملحق كل من Raffaele Bertini وSarah Lowder.

ويستند جدول الملحق 1 إلى البيانات التي قدمها Andrew Challinor، Julian Ramirez-Villegas وJames Watson.

وإن الإذن باستخدام البيانات لهذا التقرير محط تقدير وامتنان.

بينما يستند جدول الملحقين 2 و 3 إلى البيانات المستمدة من قاعدة البيانات الإحصائية الموضوعية في المنظمة (FAOSTAT) والتي أعدتها شعبة الإحصاء بالاشتراك مع شعبة تغير المناخ والبيئة.

الدعم الإداري

Liliana Maldonado وPaola Di Santo

تعرب المنظمة عن امتنانها للمشورة والتوجيهات التي قدمتها حلقة العمل التقنية بمشاركة:

Alessandro De Pinto (المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية)، Fiona Guy (برنامج الأغذية العالمي)، Ada Ignaciuk (منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي)، Alberto Millán (البنك الدولي)، Torben Nilsson (الصندوق الدولي للتنمية الزراعية)، Marigold Norman (معهد التنمية الخارجية، المملكة المتحدة)، Shivaji Pandey (خبير مستقل)، Rita Strohmaier (جامعة Karl-Franzens، النمسا)، Terry Sunderland (مركز البحوث الحرجية الدولية)، Keith Wiebe (المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية)

وقدّمت دائرة برمجة الاجتماعات والتوثيق التابعة لشعبة المؤتمر والمجلس وشؤون المراسم خدمات الترجمة والطباعة.

وقدّم **فرع المكتبة والمطبوعات** لمكتب الاتصالات المؤسسية في المنظمة الدعم التحريري وفي مجالي التصميم وتخطيط الشكل الخارجي باللغات الرسمية الست.

الموجز

يواجه العالم تحدياً مزدوجاً غير مسبوق: لاستئصال الجوع والفقر والعمل على استقرار المناخ العالمي قبل فوات الأوان

تولّى المجتمع الدولي، باعتماد أهداف خطة التنمية المستدامة لعام 2030 واتفاق باريس بشأن تغيّر المناخ، مسؤولية بناء مستقبل مستدام. إلاّ أنّ تحقيق أهداف استئصال الجوع والفقر بحلول عام 2030، ومعالجة تهديد تغيّر المناخ في الوقت نفسه، يقتضي تحوّلاً جذرياً في نظم الأغذية والزراعة في سائر أنحاء العالم.

ويمثّل التحوّل إلى الزراعة المستدامة تحدياً رئيسياً، حيث ينبغي إجراء التغييرات على منوال لا يعرّض للخطر قدرة قطاعات الزراعة - المحاصيل، الثروة الحيوانية، مصايد الأسماك والغابات - على تلبية احتياجات العالم من الأغذية. ويتوقّع أن يزداد الطلب العالمي على الأغذية في عام 2050 بنسبة 60 في المائة على الأقل فوق مستويات عام 2006، بفعل نمو السكان والمداخيل، وكذلك جرّاء التوسّع الحضري السريع. وفي العقود القادمة، ستتركّز الزيادات في عدد السكان في المناطق التي تسود فيها أعلى مستويات نقص التغذية والتعرّض الشديد لآثار تغيّر المناخ. وفي الوقت عينه، تفضي الجهود التي تبذلها قطاعات الزراعة للمساهمة في عالم خالٍ من الكربون إلى طلبات متنافسة على المياه والأراضي المستخدمة لإنتاج الأغذية والطاقة، وإلى مبادرات لصون الغابات تسهم في تخفيف انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، إنما تحدّ من توفّر الأراضي من أجل إنتاج المحاصيل والثروة الحيوانية.

وينبغي أيضاً أن يشرك هذا التحوّل الملايين من منتجي الأغذية في جهود التكيّف مع آثار تغيّر المناخ المستشعرة أصلاً في القطاعات الزراعية، لا سيّما في المناطق الاستوائية حيث يعيش أكثر السكان فقراً وعرضة لانعدام الأمن الغذائي. كما يتوجّب أن يقلب مسار التدهور الواسع النطاق لقاعدة الموارد الطبيعية الزراعية - من التربة إلى الغابات فمصايد الأسماك - الذي يهدّد استدامة إنتاج الأغذية بحدّ ذاتها.

لذلك لا بد من حصول تحوّل واسع النطاق في نظم الأغذية والزراعة لضمان تحقيق الأمن الغذائي العالمي، وتوفير فرص اقتصادية واجتماعية للجميع، وحماية خدمات النظم الإيكولوجية التي تعتمد عليها الزراعة، وبناء القدرة على الصمود في وجه تغيّر المناخ. ومن دون القدرة على التكيّف مع المناخ، لن يكون من الممكن تحقيق الأمن الغذائي للجميع والقضاء على الجوع وسوء التغذية والفقر.

يجب بدء تحوّل عالمي الآن باتجاه ضمان استدامة الأغذية والزراعة نظراً إلى أنّ الآثار السلبية ستتفاقم مع مرور الوقت

يتوقّع أن تتكشّف آثار تغيّر المناخ على الإنتاج الزراعي وسبل المعيشة مع مرور الوقت، وأن تختلف باختلاف البلدان والأقاليم. وإن الآثار السلبية لتغيّر المناخ على إنتاجية المحاصيل والثروة الحيوانية ومصايد الأسماك والغابات ستزداد حدّة في فترة ما بعد عام 2030 في جميع الأقاليم.

وسيكون لتراجع الإنتاجية تداعيات خطيرة على الأمن الغذائي. فمن شأن نقص الإمدادات الغذائية أن يؤدي إلى زيادات كبرى في أسعار الأغذية، بينما ستسهم التقلّبات المناخية المتزايدة في زيادة حدة تقلّبات الأسعار. ونظراً إلى أن المناطق الأشد تضررا ستتمثل في المناطق التي تسجّل أصلا مستويات مرتفعة من الجوع والفقر، فمن شأن زيادة أسعار الأغذية أن تؤثر مباشرة في ملايين الأشخاص من ذوي الدخل المنخفض. وسيكون أولئك الذين يعتمدون على الزراعة لكسب معيشتهم ودخلهم، لا سيما المنتجون من أصحاب الحيازات الصغيرة في البلدان النامية، من بين السكان الأكثر عرضة للمخاطر.

وفي حين يعتبر تغيّر المناخ أحد محرّكات الفقر وانعدام الأمن الغذائي، إلاّ أنّه من المتوقّع أن تكون آثاره وخيمة. وبمعزل عن تغيّر المناخ، وفي ظلّ التقدّم الاقتصادي المستمر، من المرجّح أن تشهد معظم الأقاليم تراجعاً في عدد السكان المعرّضين لخطر الجوع بحلول عام 2050. غير أنّه مع تغيّر المناخ، يمكن أن يزداد عدد السكان الذين يعيشون في دوامة الفقر بما يتراوح بين 35 و122 مليون نسمة بحلول عام 2030، بالنسبة إلى مستقبل لا يشهد تغيّراً في المناخ، ويعزى ذلك إلى حدّ كبير إلى الآثار السلبية على المداخيل في القطاع الزراعي. ومن شأن الزيادة في عدد الفقراء أن تبلغ

أعلى مستوياتها في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، ويعود ذلك جزئياً إلى اعتماد السكان بصورة أكبر على الزراعة.

ويجب أن تكون الأغذية والزراعة محور الجهود العالمية الرامية إلى التكيّف مع تغيّر المناخ، من خلال السياسات والإجراءات التي تعالج مواطن الضعف والمخاطر وتعزز النظم الزراعية المستدامة والقادرة على الصمود. ويجب أن تبدأ هذه الجهود الآن - حيث سيصبح بناء القدرة على الصمود أكثر صعوبة من أي وقت مضى في ضوء تزايد كثافة آثار تغيّر المناخ. وإن تأخير تحويل قطاعات الزراعة سيدفع البلدان الأكثر فقراً إلى مكافحة الفقر والجوع وتغيّر المناخ في الوقت نفسه.

تتوفّر ممارسات للزراعة المستدامة والقابلة للاستمرار من الناحية الاقتصادية، لكن يجب تخطي الحواجز التي تعترض سبيل اعتمادها

يمكن تحقيق تحسينات مهمة في مجال الأمن الغذائي، وكذلك من حيث القدرة على الصمود في وجه تغيّر المناخ عن طريق إدخال ممارسات زراعية مستدامة. ومن شأن اعتماد ممارسات من قبيل استخدام الأصناف المحصولية الفعّالة من حيث النتروجين والقادرة على تحمّل الحرارة، وعدم اللجوء إلى الحراثة، والإدارة المتكاملة لخصوبة التربة، أن يحفّز الإنتاجية ومداخيل المزارعين وأن يساعد على خفض أسعار الأغذية. وبحسب أحد التقديرات، فإنّه من الممكن تقليص عدد السكان المعرّضين لخطر نقص التغذية في البلدان النامية في عام 2050 بأكثر من 120 مليون نسمة بواسطة الاستخدام الواسع النطاق لأصناف المحاصيل الفعّالة من حيث النتروجين فحسب.

وبالرغم من هذه الإمكانية، لا يزال اعتماد ممارسات محسّنة من جانب المزارعين محدوداً للغاية. وفي أغلب الأحيان، يتعثّر اعتماد هذه الممارسات بفعل سياسات من قبيل إعانات مواد الإنتاج، التي تديم ممارسات الإنتاج غير المستدام بدلاً من تلك التي تعزّز فعالية استخدام الموارد، وصون التربة، والحدّ من كثافة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن الزراعة بحد ذاتها. ويواجه أصحاب الحيازات الصغيرة، على وجه الخصوص، طائفة واسعة من الحواجز في الطريق باتجاه الزراعة المستدامة، على غرار النفاذ المحدود إلى الأسواق، والائتمان، والإرشاد، والمعلومات بشأن الأحوال الجوية، وأدوات إدارة المخاطر، والحماية الاجتماعية. وتعتبر النساء اللواتي يشكّلن نحو 43 في المائة من القوى العاملة الزراعية في البلدان النامية الأكثر تضرّراً بالتحديد، حيث يحظين بممتلكات واستحقاقات أقل من الرجال، وحتى بفرص محدودة أكثر للحصول على معلومات وخدمات، ويتولين مسؤوليات منزلية محدّدة على أساس جنساني، إلى جانب أعباء العمل الزراعي الثقيلة التي تلقى على عاتقهنّ بفعل هجرة الذكور.

ولا يتوفّر «حل تكنولوجي» بسيط لذلك. فالمطلوب هو عملية لإعادة توجيه سياسات التنمية الزراعية والريفية، تعيد النظر في الحوافز وتقلل الحواجز التي تعترض تحوّل النظم الغذائية والزراعية. وينبغي إيلاء اهتمام خاص لدعم المزارعين أصحاب الحيازات الصغير ة من ذوي الدخل المنخفض في تعزيز قدراتهم على ادارة المخاطر واعتماد استراتيجيات فعالة للتكيف مع تغير المناخ.

الانتقال إلى ما بعد الممارسات الزراعية: سيكون تكيّف أصحاب الحيازات الصغيرة مع مخاطر تغيّر المناخ حاسماً للحدّ من الفقر في العالم وتحقيق الأمن الغذائي

يبرّر العدد المطلق لأسر صغار المزارعين في البلدان النامية - البالغ زهاء 475 مليون نسمة - التركيز المحدّد على التهديد الذي يطرحه تغيّر المناخ لسبل معيشتهم والحاجة الملحّة لتحويل سبل المعيشة هذه باتجاه مسارات مستدامة. وسيكون من الصعب، أو ربما من المستحيل، استئصال الفقر في العالم والقضاء على الجوع من دون بناء القدرة على الصمود في وجه تغيّر المناخ على مستوى الزراعة الصغيرة النطاق، من خلال اعتماد ممارسات للإدارة المستدامة للأراضي والمياه ومصايد الأسماك والغابات على نطاق واسع. وتبيّن أنّ هذه الممارسات، إلى جانب عوامل مؤاتية أخرى قائمة - من قبيل النفاذ الكافي إلى الائتمان والأسواق، إنما أيضاً العمل من أجل إزالة المعوّقات القانونية والاجتماعية والثقافية والقيود على التنقّل المفروضة على نساء الأرياف - تفضي إلى تحسينات مهمة في الإنتاجية. غير أنّ تحسين ممارسات الإدارة قد لا يكون كافياً للحفاظ على مداخيل المزارعين.

ويمكن أن يعزّز المزارعون قدراتهم على الصمود بشكل أكبر من خلال التنويع، ما يمكن أن يخفف من أثر الصدمات المناخية على الدخل، ويوفّر للأسر مجموعة أوسع من الخيارات عند إدارة المخاطر المستقبلية. ويتمثّل أحد أشكال التنويع في تكامل إنتاج المحاصيل والثروة الحيوانية والأشجار - فعلى سبيل المثال، تستخدم بعض النظم الحرجية الزراعية أوراق الأشجار البقولية المثبّتة للنتروجين لتعليف القطعان، وتستخدم الروث الحيواني لتخصيب التربة، وتزرع البقول لتوفير المزيد من البروتين خلال الفترات الموسمية لانعدام الأمن الغذائي.

ويمكن أن يعتبر تنويع السبل المعيشية من خلال توفير وظائف في المناطق الريفية خارج نطاق المزارع أو الهجرة إلى المدن أساسياً بالنسبة إلى الأسر الزراعية التي تتمتّع بخيارات محدودة للتنويع ضمن المزارع. وقد يتوجّب بالتالي أن يكون التكيّف عن طريق التكثيف المستدام والتنويع الزراعي مختلطاً عبر استحداث فرص عمل خارج المزارع، على المستوى المحلي، ومن خلال تعزيز أوجه الترابط بين المناطق الريفية والحضرية على السواء. وقد يكون من اللازم معالجة قضايا المساواة بين الجنسين - حيث غالباً ما تمنع المعايير الاجتماعية النساء من تولّي أنشطة خارج المزارع. ولا بد كذلك من ضمان الحماية الاجتماعية والتعليم فضلاً عن سياسات فاعلة لسوق العمل من أجل التخفيف من وطأة العديد من المخاطر المرتبطة بالتنويع والهجرة.

يتأتى خمس انبعاثات غازات الاحتباس الحراري عن الزراعة والغابات وتغيّر استخدام الأراضي؛ وينبغي أن تسهم قطاعات الزراعة في احتواء انبعاثات غازات الاحتباس الحراري

سيزداد حجم تحدي التكيّف مع تغيّر المناخ مع الوقت في حال لم نتصرّف حالاً لتخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المسؤولة عن ارتفاع حرارة الأرض. وينبغي خفض الانبعاثات بشكل حاد بهدف إبقاء تغيّر المناخ تحت السيطرة وضمان عدم زيادة الحرارة العالمية بأكثر من 1,5 درجة أو درجتين مئويتين، مقارنةً مع مستويات المرحلة ما قبل الصناعية. ويمثّل ذلك مسؤولية عالمية ويتطلّب من جميع القطاعات الاقتصادية التحوّل إلى كثافة متدنية الانبعاثات.

وتقع على عاتق الزراعة، وقطاع الأغذية ككل، مسؤولية هامة في التخفيف من وطأة تغيّر المناخ. ويسهم كلّ من الزراعة والغابات وتغيّر استخدام الأراضي في حوالي خمس الانبعاثات العالمية لغازات الاحتباس الحراري. وتعزى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن الزراعة، في المقام الأوّل، إلى خسائر المواد العضوية الموجودة فوق الأرضوفي باطنها، من خلال التغييرات في استخدام الأراضي، من قبيل تحويل الغابات إلى مراعٍ أو أراضٍ لإنتاج المحاصيل، وتدهور الأراضي مثل ما هو ناجم عن الرعي المفرط. وإن القسم الأكبر من الانبعاثات المباشرة للميثان وأكسيد النيتروز، وهما غازان قويان من غازات الاحتباس الحراري، يتأتى عن التخمر المعوي لدى الماشية وإنتاج الأرز في الحقول المغمورة بالمياه، واستخدام الأسمدة والمخصبات النتروجينية، وهي كلّها أموريمكن خفضها من خلال ممارسات إدارة أفضل.

وتـزداد حصـة نظام الأغذية ككلّ في إجمالي الانبعاثات العالمية لغـازات الاحتبـاس الحراري - حيث تولّد انبعاثات إضافية بفعل تصنيع المواد الكيميائية الزراعية، واسـتخدام الطاقة الأحفورية في عمليـات المـزارع، وفي مراحل النقل والتجهيز والبيع بالتجزئة التي تلي عملية الإنتاج.

مساهمات الزراعة في التكيّف مع تغيّر المناخ والتخفيف من وطأته ممكنة – لكنّها تقتضي العمل على نطاق واسع

يمكن أن تساعد التنمية الزراعية والريفية الواسعة النطاق على الحدّ من التعرّض للصدمات المناخية والتأثّر بها، وتمكين المزارعين من الاستفادة من الفرص الجديدة لتحسين السبل المعيشية والأمن الغذائي في المناطق الريفية. ويظهر هذا التقرير كيف سيساعد اعتماد ممارسات محسّنة للإدارة على تحقيق انخفاض ملحوظ في عدد السكان الذين يعانون من انعدام الأمن الغذائي. غير أنّ التحسينات في البنية التحتية، والإرشاد، والمعلومات بشأن المناخ، والنفاذ إلى الائتمان، والتأمين الاجتماعي، التي تكمن في صميم التنمية الريفية، ينبغي أن تجري بصورة متلازمة، بهدف تعزيز اعتماد الممارسات المحسّنة وتنويع سبل المعيشة الريفية.

وتشير التقديرات إلى أنّ التكلفة الإجمالية للتكيّف مع تغيّر المناخ وجعل نظم الزراعة أكثر قدرة على الصمود ليست إلاّ جزءاً يسيراً من التكاليف المترتبة عن التراخي. ويمكن أن تكون جهود التكيّف مجدية من الناحية الاقتصادية، وأن تحظى أيضاً بإمكانيات مهمة للحدّ من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن الزراعة والغابات وتغيّر استخدام الأراضي. وسيتيح كلّ من زيادة فعالية استخدام الموارد، وتخفيض استخدام الوقود الأحفوري، وتفادي التدهور البيئي المباشر، توفير أموال المزارعين، وتعزيز الإنتاجية على نحو مستدام، والحدّ من الاعتماد على مواد إنتاج خارجية.

ويتوفّر العديد من الأمثلة الملموسة عن إمكانية تلازم جهود التكيّف مع تغيّر المناخ والتخفيف من وطأته. ويبدو أنّ التحسينات في إنتاج المحاصيل وإدارة الأسمدة توفّر أكبر الإمكانيات للحدّ من انبعاثات أكسيد النتروجين، فيما تقلّل أيضاً من تكاليف مواد الإنتاج. وتسهم زيادة مخزونات الكربون العضوي في التربة في تحسين الغلال المحصولية، وبناء القدرة على الصمود في وجه الجفاف والفيضانات، ولكنّها تحتجز الكربون أيضاً. ويؤدي التناوب بين ترطيب حقول الأرز وتجفيفها إلى خفض انبعاثات الميثان من الحقول بنسبة 45 في المائة، في حين يتيح توفير المياه وإنتاج غلال شبيهة بتلك التي تنتجها حقول الأرز المغمورة بالكامل. ويمكن أن يؤدي تنويع نظم الزراعة وتكامل المحاصيل والثروة الحيوانية والأشجار في المناطق المعتدلة والاستوائية على السواء، إلى زيادة الفعالية على مستوى المزارع، والحدّ من كثافة الانبعاثات، وزيادة الإنتاجية. وفي قطاع الثروة الحيوانية، من شأن اعتماد ممارسات مستدامة بصورة عامة أن يحدّ من انبعاثات الميثان المتأتية عن المجترات بما يصل إلى 41 في المائة، وأن يرفع مستوى الإنتاجية في الوقت عينه من خلال علف الحيوانات وصحة الحيوان وإدارة هيكل القطيع. إلاّ أنّ استيعاب هذه الممارسات يكون محدوداً في أغلب الأحيان في العديد من المجالات. ولا بد من أن تسترشد جهود توطيد اعتماد هذه الممارسات من جانب أصحاب الحيازات الصغيرة بفهم معمّق للحواجز المالية والمؤسسية والسياساتية القائمة.

ومع زيادة الإنتاج الزراعي لتلبية الطلب، ستزداد أيضاً انبعاثاته. وسيتوجّب إجراء تحسينات كبرى في إدارة دورات الكربون والنتروجين في الزراعة لتحقيق انخفاض في كثافة الانبعاثات - أو الانبعاثات الناجمة عن كلّ وحدة من وحدات الناتج الزراعي - من أجل التعويض عن ميل القطاعات الزراعية إلى توليد انبعاثات أكثر مع تزايد إنتاجها. وبالتالي، فإنّ تحقيق إمكانية التخفيف من وطأة تغيّر المناخ في قطاعات الزراعة لن يكون سهلاً - ليس بفعل التحوّلات الهامة اللازمة في الزراعة من أجل اعتماد ممارسات محسّنة على نطاق أوسع فحسب، بل بسبب الزيادات المتوقّعة في الطلب على المنتجات الزراعية أيضاً.

ويمكن اعتبار جميع خيارات التخفيف من وطأة تغيّر المناخ بمثابة تدابير للتكيّف معه، تنطوي على منافع مشتركة مهمة من حيث الحدّ من آثاره. وتسهم دوافع التخفيف من وطأة تغيّر المناخ في تحفيز مبادرات أخرى بصورة جوهرية. فعلى سبيل المثال، يمكن القول إنّ الجهود الرامية إلى وضع حدّ لإزالة الغابات وتدهورها تحظى بأكبر إمكانية لتخفيض الانبعاثات في قطاعات الزراعة. وينبغي أن يكون ذلك أولوية قصوى، إنما يقتضي القبول بالمقايضات: حيث أنّ الحدّ من إزالة الغابات يأتي دائماً على حساب المُزارع. وتبذل جهود بهذا الاتجاه من خلال مبادرة خفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتدهورها في البلدان النامية، تحت مظلّة اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ. وبالرغم من أنّ الانبعاثات الناجمة عن تحويل الغابات تراجعت على نحو ملحوظ خلال العقدين الماضيين، إلاّ أنّ المقايضات التي انطوت عليها تجعل هذه المكتسبات هشة. وخلافاً لقطاعات اقتصادية أخرى حيث تكون إجراءات التكيّف مع تغيّر المناخ والتخفيف من وطأته مستقلة عن بعضها بعضاً في العموم، تترابط أهداف الأمن الغذائي والتكيّف مع تغيّر المناخ والتخفيف من وطأته في قطاعات الزراعة.

وقد لا يكفي حتى اعتماد الزراعة المستدامة والذكية مناخياً على نطاق واسع لتحقيق ما يلزم من أجل بلوغ الغايات المناخية العالمية. ولا بد من إجراء تعديلات كبرى في نظم الأغذية بصورة عامة. فزهاء ثلث مجموع الأغذية التي تنتج في العالم يفقد أو يهدر في مرحلة ما بعد الحصاد. ولن يسهم الحدّ من الفاقد والمهدر من الأغذية في تحسين فعالية النظام الغذائي فحسب، بل سوف يؤدي أيضاً إلى تقليل الضغوط على الموارد الطبيعية وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري. ويسجّل استخدام الطاقة

وكثافة الانبعاثات الناجمة عن تجهيز الأغذية و الحفاظ عليها ونقلها مستويات مرتفعة ومتزايدة. وسوف يستلزم الحدّ من كثافة الانبعاثات على امتداد سلسلة الأغذية برمّتها تغيّرات مهمة في وعي المستهلكين، وكذلك حوافز خاصة بالأسعار تفضل الأصناف الغذائية التي تخلّف آثاراً بيئية أقل بكثير. ومن شأن إعادة توازن النظم الغذائية باتجاه خفض استهلاك الأغذية الحيوانية المصدر أن يقدم مساهمة مهمة في هذا المنحى تتصاحب مع إمكانية تحقيق منافع مشتركة لصحة الإنسان.

ينبغي توطيد الالتزامات بموجب اتفاق باريس الجهود في مجال الأغذية والزراعة على مستوى المنظومة

يبدو أنّ التغيير التحوّلي في نظم الزراعة والأغذية قابل للتطبيق من الناحية الاقتصادية والفنية. إلاّ أنّ التغيير سيحدث فقط إذا ما دعمته السياسات، والأطر المؤسسية، وآليات تمويل الاستثمار الملائمة. وتعتبر هذه العوامل التمكينية مهمة للتنمية الزراعية في العموم، إلاّ أنّها أصبحت أكثر ضرورة بفعل تغيّر المناخ. وينبغي أن تُعدَّل الأطر السياساتية بصورة جذرية لتتواءم مع أهداف التنمية الزراعية، والأمن الغذائي والتغذية، واستقرار المناخ.

وستُعرف الالتزامات المقرّرة المحددة وطنياً، والتي شكّلت أساس اتفاق باريس بشأن تغيّر المناخ في عام 2015، بالالتزامات المحدّدة وطنياً بعد الآن لبلوغ الأهداف المناخية العالمية، من خلال السياسات والإجراءات. وترد قطاعات الزراعة بصورة بارزة في الالتزامات المقرّرة المحددة وطنياً، حيث يدمجها 94 في المائة من مجموع البلدان في التزاماتها في مجال التخفيف من وطأة تغيّر المناخ و/أو التكيّف معه. وتسلّط البلدان النامية الضوء على أهمية الزراعة والأمن الغذائي للتكيّف مع تغيّر المناخ؛ وهي تضمّن غالباً قطاعات الزراعة بوصفها مساهمة في تحقيق غاياتها المتصلة بالتخفيف من وطأة تغيّر المناخ. ويشير نحو ثلث البلدان في التزاماتها المقرّرة المحددة وطنياً إلى المنافع المحتملة المشتركة بين التخفيف من وطأة تغيّر المناخ والتكيّف معه في قطاع الزراعة. وتتجلّى رغبة واضحة لدى البلدان في الاستجابة لتغيّر المناخ من خلال التحوّل والاستثمار في قطاعات الزراعة.

وقد صمّمت بلدان كثيرة سياسات واستراتيجيات واسعة النطاق بشأن تغيّر المناخ، تحدّد أهدافاً وغايات عالمية. إلاّ أنّ عدداً قليلاً منها فنّد تفاصيل خطط العمل لتحقيق الغايات المناخية. وتشكّل الالتزامات المقرّرة المحددة وطنياً خطوة أولى في عملية أوسع نطاقاً بكثير لإعادة النظر في التنمية الزراعية والريفية في ضوء تغيّر المناخ. وقد حدّدت اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ آليات مجدية، من قبيل خطط التكيّف الوطنية، لتدعيم الإجراءات المتسقة الرامية إلى معالجة تغيّر المناخ. وتماشياً مع التوصيات السياساتية لهذا التقرير، ينبغي إدماج هذه الآليات في السياسات الأوسع نطاقاً المتصلة بالزراعة والأمن الغذائي والتغذية، والعكس صحيح.

لا بدّ من إعادة مواءمة وإدماج السياسات بشأن المناخ والزراعة والأغذية والتغذية

تحرّك السياسات وقوى السوق والمعوّقات البيئية استخدام مواد الإنتاج وغيرها من الموارد في الزراعة، ما يؤثّر على الإنتاجية وعلى درجة صون الموارد الطبيعية أو نضوبها. وينبغي أن تبدأ عملية صنع السياسات الخاصة بالزراعة تحت راية تغيّر المناخ، بفهم تلك المحرّكات وآثارها على السبل المعيشية للمزارعين وعلى البيئة. وتتسم هذه المهمة بالتعقيد وقد لا تكون الحلول التي ترضي جميع الأطراف ممكنة دائماً. وتختلف المحرّكات بين البلدان والأقاليم - ولا يتمتّع صغار المزارعين بالقدرات نفسها التي تحظى بها المؤسسات الزراعية التجارية للاستجابة للسياسات وإشارات السوق.

ويتعيّن على صانعي السياسات أن يقرّوا بالحاجة إلى إدارة المقايضات، وأن يضعوا تدابير ملموسة لمواءمة الهيكليات المتعددة للأهداف والحوافز على نحو أفضل. فعلى سبيل المثال، لا بد من تحليل المقايضات بشأن الإجراءات المقرّرة على أساس الإنصاف بين الجنسين بصورة منهجية - حيث كلّف التحوّل إلى نظم زراعة مقحمة أكثر قدرة على الصمود النساء قدرتهنّ على التحكّم بمحاصيل محدّدة في بعض الأحيان. وتعتبر إعادة تصميم تدابير الدعم الزراعي بشكل ييسّر التحوّل إلى الزراعة المستدامة بدلاً من إعاقته، أحد المجالات التي تنطوي على إمكانيات كبيرة لإعادة

مواءمة السياسات. وفي عام 2015، أنفقت بلدان متقدّمة وبلدان نامية كبرى أكثر من 560 مليار دولار أمريكي على دعم الإنتاج الزراعي، بما في ذلك الإعانات لمواد الإنتاج والمدفوعات المباشرة للمزارعين. وقد يفضي بعض التدابير، من قبيل الإعانات المخصصة لمواد الإنتاج، إلى استخدام المواد الكيميائية الزراعية بصورة غير فعّالة، ويسهم في زيادة كثافة الانبعاثات الناجمة عن الإنتاج. ويعتبر جعل الدعم مشروطاً باعتماد ممارسات تتيح خفض الانبعاثات وصون الموارد الطبيعية سبيلاً لمواءمة التنمية الزراعية مع الأهداف المناخية.

وقد يكون من الضروري كذلك إعادة النظر في السياسات بشأن التغذية، واستهلاك الأغذية، ودعم أسعار الأغذية، وإدارة الموارد الطبيعية، وتطوير البنية التحتية، والطاقة، وما إلى ذلك. ولمعالجة المقايضات، ينبغي أن تضمن العملية مستوى أعلى من الشمول والشفافية في عملية صنع القرار، إلى جانب حوافز توفّر منافع عامة وجماعية طويلة الأجل. وتظهر التجربة، على سبيل المثال، أنّه يمكن إدارة الغابات بصورة جيّدة، وقلب مسار تدهور الأراضي عن طريق إشراك المجتمعات المحلية، بدعم من ترتيبات مؤسسية ميدانية مشروعة توضع خلال عمليات تشاورية.

ويحمل تغيّر المناخ في طيّاته مخاطر جديدة. وتقتضي إدارة هذه المخاطر تعزيز أشكال العمل الجماعي، والنظم التي تقيّم المخاطر، ومواطن الضعف، وخيارات التكيّف. وتضطلع برامج الحماية الاجتماعية الحسنة التصميم، والتي تضمن الحدّ الأدنى من المداخيل أو النفاذ إلى الغذاء، بدور هام، إنما ينبغي أن تتواءم مع أشكال أخرى لإدارة المخاطر المناخية. وعوضاً عن الاستجابة ببساطة للظواهر المتطرّفة، لا بد من إدماج جهود الحدّ من مخاطر الكوارث في استراتيجيات أوسع نطاقاً للتكيّف مع تغيّر المناخ.

وفي معرض الاستجابة لتغيّر المناخ، يعتبر التعاون الدولي والشراكات والتحالفات المتعددة أصحاب المصلحة أساسية. وسوف يؤدي تغيّر المناخ، على سبيل المثال، إلى بروز مشاكل جديدة متصلة بالآفات والأمراض، ويسهم في زيادة مخاطر انتقالها عبر الحدود. وسيكون من الضروري تعزيز التعاون الإقليمي والدولي لتيسير تبادل المعلومات والمعارف، وإدارة الموارد المشتركة من قبيل الأرصدة السمكية، وصون التنوّع البيولوجي الزراعي واستخدامه. ويعتبر التعاون لازماً أيضاً لسدّ الثغرات في معارفنا بشأن آثار تغيّر المناخ على الزراعة، والأمن الغذائي، والتغذية، من أجل تقييم إمكانية توسّع ممارسات الزراعة المستدامة وقدرتها على الاستمرار من الناحية الاقتصادية، وتقدير الآثار الإيكولوجية على نظم الأغذية ككل.

ينبغي ربط التمويل الزراعي بالتمويل المخصص للمناخ والاستفادة منهما لتحفيز التغيير التحوّلي في الزراعة

هناك حاجة إلى المزيد من التمويل المخصص للمناخ والاستثمارات الزراعية لتسير الانتقال الى ممارسات زراعية مستدامة. إلا أن التمويل المتاح للاستثمار في الزراعة قليل جدا قياسا إلى الاحتياجات. ويواجه المنتجون أصحاب الحيازات الصغيرة في البلدان النامية عراقيل رئيسية في الحصول على الائتمان اللازم للاستثمار في الممارسات والتكنولوجيات الجديدة. بينما توجه النساء المزارعات عراقيل أكبر. ويؤدي نقص التمويل إلى الحد من الاستثمار في الزراعة والامن الغذائي وكذلك إلى الحد من قدرة أصحاب الحيازات الصغيرة على التكيف مع تغير المناخ.

وينبغي أن يتدفق التمويل المخصص للمناخ إلى الزراعة لتمويل تكاليف الاستثمار المرتبطة بالتحوّل الكبير اللازم لقطاعاتها وإقامة نظم ذكية مناخياً لإنتاج الأغذية. وسيكون من الضروري حشد أموال إضافية من مصادر عامة، وكذلك منتجات مالية مخصصة، في مجالين من التمويل.

أوّلاً، من الضروري توفير مزيد من الدعم المسبق لزيادة إنتاجية المزارعين، وبناء القدرة على التكيّف مع تغيّر المناخ، والحدّ من كثافة الانبعاثات الناجمة عن الإنتاج. وسوف يقتضي ذلك زيادة مهمة في حجم التمويل المتاح، وشروطاً أكثر مرونة، على غرار تعديل جداول السداد لتتوافق مع التدفقات النقدية. ومن شأن هذا النهج أن يسمح للمزارعين بتنفيذ استثمارات تحافظ على الغلال الحالية عن طريق استخدام موارد أقل، وتطبيق ممارسات وتكنولوجيات ذكية مناخياً تسهم في زيادة القدرة على الصمود، والحدّ من الانبعاثات في الوقت ذاته. لكن بهدف نجاح

ذلك، يستلزم مجال آخر لتوفير التمويل - وهو بناء القدرات من خلال المؤسسات والسياسات الملائمة، بحيث يتمكّن المزارعون من إجراء التغييرات التحوّلية. وثمة حاجة ماسة إلى تحسين البيئة التمكينية للغالبية العظمى من المزارعين أصحاب الحيازات الصغيرة المحرومين فعلا من التمويل المخصص للمناخ ومن فرص الاستثمار في الأنشطة الإنتاجية التي من شأنها أن تحسن سبل معيشتهم وإنتاجيتهم ودخلهم.

وبالرغم من الحاجة إلى مزيد من الأموال المخصصة للمناخ لتحقيق التحوّل المتوخّى في هذا التقرير، سيتطلّب التمويل الإضافي أيضاً تحسين قدرة البلدان على ترجمة ذلك في الميدان. وتعيق حالياً القيود النظامية في القدرات نفاذ البلدان النامية إلى الأموال المخصصة للمناخ التي تُضخ في قطاع الزراعة، واستخدامها على نحو فعّال. وتسهم هذه «الثغرة في القدرات» في عملية صنع السياسات والتنمية المؤسسية، والتي يمكن أن تتجلّى على مستوى التمويل والتلقي، في عرقلة جهود دعم التحوّل إلى الزراعة المستدامة. وينبغي أن يكون رأب هذا الصدع في القدرات أولوية لدى جهات التمويل والبلدان على السواء - بحيث يمكن أن تؤدي الأموال المخصصة للمناخ دورها التحوّلي في مجال الأغذية والزراعة - في حال ارتقت البلدان بمستوى التمويل على النحو المقرّر.

ويمكن أن يشكّل أيضاً التمويل المخصص للمناخ حافزاً للاستفادة من التدفقات الأكبر للأموال العامة والخاصة الموجّهة للزراعة المستدامة، شريطة وجود سياسات وأطر مؤسسية تعزّز التغيّر التحوّلي. ويمكن أن يساعد التمويل المخصص للمناخ على معالجة الفجوات في التمويل من خلال إثبات قدرة الاستثمارات الزراعية الذكية مناخياً على الاستمرار، وتصميم آليات مبتكرة للاستفادة من المصادر الإضافية للاستثمار وتجربتها. ويمكن أن تصبح الأموال المخصصة للمناخ حافزاً مهماً على التكيّف مع تغيّر المناخ والتخفيف من وطأته - إذا ما استخدمت على نحو استراتيجي لبناء البيئة التمكينية الأساسية للتنمية الزراعية الذكية مناخياً، وضمان أن تكون الاستثمارات الزراعية العامة ذكية مناخياً، والاستفادة من الأموال الخاصة.

وباستطاعة التمويل المخصص للمناخ أن يعزّز آليات إدارة المخاطر، ويدعّم جهود وضع منتجات مالية ملائمة، ويعالج القيود على قدرات المقرضين والمقترضين، من خلال سدّ الثغرة في التمويل وتحفيز الاستثمار. وبالتالي، من المهم توطيد البيئة التمكينية للاستثمارات الزراعية الذكية مناخياً، وإدماج الاعتبارات الخاصة بتغيّر المناخ في مخصصات الميزانيات المحلية وعمليات تنفيذها، وإطلاق رؤوس الأموال الخاصة الموجّهة نحو التنمية الزراعية الذكية مناخياً. وإلى حين حدوث ذلك، سيظل التمويل المخصص للمناخ اللازم للاستثمار في زراعة أصحاب الحيازات الصغيرة غير كاف، مع عواقب وخيمة من حيث فقدان سبل المعيشة وزيادة انعدام الأمن الغذائي.

لقد آن الأوان للاستثمار في الزراعة والتنمية الريفية. ويتمثّل التحدي بالحصول على مصادر متنوّعة للتمويل، ومواءمة أهدافها قدر الإمكان، ووضع السياسات وإرساء البيئات المؤسسية المناسبة لإحداث التغيير التحوّلي اللازم لاستئصال الفقر، والتكيّف مع تغيّر المناخ، والمساهمة في الحدّ من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. ■

الفصل 1

الجوع والفقر وتغيّر المناخ: تحديات الحاضر والمستقبل

أربا جيرازمو، كينيا
أم وابنتها تحضران الذرة للعشاء في منطقة فقد فيها الرعاة 90 في المائة من حيواناتهم بسبب الجفاف.
©FAO/A. Vitale

ناروك كينيا
رعاة ماساي يرعون
مواشيهم.
©FAO/Ami Vitale

الرسائل الرئيسية

1 **يؤثر تغير المناخ أصلاً على الزراعة والأمن الغذائي**، ومن دون اتخاذ إجراءات طارئة، سوف يتعرّض ملايين الأشخاص لخطر الجوع والفقر.

2 في حين **سوف تختلف الآثار على الغلاّت الزراعية وسبل العيش** باختلاف البلدان والأقاليم، سوف تصبح سلبيةً أكثر فأكثر على مرّ الزمن وقد تصبح كارثيةً في بعض المناطق.

3 **من شأن تحديد الارتفاع في درجة الحرارة العالمية إلى 1,5 درجات مئوية فوق المستويات المسجلة قبل الثورة الصناعية** أن يقلّص بصورة ملحوظة ا لمخاطر الناجمة عن تغيّر المناخ وتأثيراته.

4 من الضروري **إجراء تحوّلات عميقة في الزراعة والنظم الغذائية**، من مرحلة ما قبل الإنتاج إلى الاستهلاك، من أجل تعظيم المنافع المشتركة للتكيف مع تغيّر المناخ والجهود المبذولة للتخفيف من آثاره.

5 **تتمتع قطاعات الزراعة بإمكانات للحدّ من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الخاصة بها**، لكن ضمان الأمن الغذائي يقتضي تركيزاً أساسياً على التكيّف.

الجوع والفقر وتغيّر المناخ: تحديات الحاضر والمستقبل

يطرح تغيّر المناخ تهديداً كبيراً ومتنامياً بالنسبة إلى الأمن الغذائي العالمي. وإن الآثار المتوقعة لتغيّر المناخ – ارتفاع درجات الحرارة وزيادة تواتر الظواهر المناخية المتطرفة ونقص المياه وارتفاع مستوى البحر وتحمّض المحيطات وتدهور الأراضي واختلال النظم الإيكولوجية وخسارة التنوّع البيولوجي- قد تعرّض للخطر بشكل جدي قدرة الزراعة على تأمين الغذاء للفئات الأكثر ضعفاً، الأمر الذي يعيق التقدم باتجاه القضاء على الجوع وسوء التغذية والفقر. لذا، من الملحّ اتخاذ إجراءات لإعداد الإنتاج المحصولي والحيواني ومصايد الأسماك والغابات في ظلّ الظروف البيئية السريعة التغيّر، وللحدّ من مساهمة الزراعة في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المسؤولة عن الاحترار العالمي.

وحتى من دون تغيّر المناخ، تواجه الزراعة والأمن الغذائي في العالم تحديات جسيمة. بالفعل، نتيجة النمو السكاني وارتفاع المداخيل في معظم بلدان العالم النامي، بلغ الطلب على الأغذية والمنتجات الزراعية الأخرى مستويات غير مسبوقة. واعتبرت منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) أنه لتلبية الطلب على الأغذية في عام 2050، يجب أن يكون الإنتاج العالمي السنوي للمحاصيل والثروة الحيوانية أعلى بنسبة 60 في المائة مّما كان عليه في عام 2006. وإن حوالي 80 في المائة من الزيادة المطلوبة يجب أن يتأتى من غلاّت أكبر و10 في المائة من زيادات في عدد مواسم زراعة المحاصيل سنوياً (Alexandratos وBruinsma، 2012). غير أن كلاً من التدهور الواسع للأراضي وندرة المياه المتزايدة يحدّ من إمكانية زيادة الغلاّت. وما لم تبذل جهود أكبر للحدّ من الفقر وللانتقال إلى زراعة منتجة ومستدامة على حد السواء، سوف يجد العديد من البلدان المنخفضة الدخل صعوبةً في ضمان الحصول على كميات كافية من الأغذية لجميع سكانها.

وسوف يؤدي تغير المناخ، من خلال تأثيراته على الزراعة، إلى تفاقم الآثار السلبية المتأتية عن كل هذه الاتجاهات، وسيجعل من الصعب تحقيق أهداف التنمية المستدامة الرئيسية المتمثلة في القضاء على الجوع، وتحقيق الأمن الغذائي على مدار السنة، وضمان نظم مستدامة لإنتاج الأغذية بحلول عام 2030. وفي الأجل الطويل، فإن حجم تغيّر المناخ وسرعته، وفعالية جهود التخفيف من آثاره على نطاق الاقتصاد والتكيف في قطاع الزراعة، ستكون عناصر حاسمة بالنسبة إلى مستقبل شرائح كبيرة من سكان العالم، وربما من البشرية جمعاء. ■

التفاعلات المعقدة والصلات التي لا تنفصم

تتمتع قطاعات الزراعة - المحاصيل والثروة الحيوانية ومصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية والغابات - بميزات فريدة من نوعها تضعها في قلب الجهود العالمية للتكيف مع تغيّر المناخ. أولاً، إن الزراعة أساسية لإمداداتنا الغذائية وبالتالي، لتلبية الحاجات البشرية الأساسية. ومن ثمّ، يعتمد إنتاج الأغذية بشكل مباشر على الموارد الطبيعية - بما في ذلك التنوع البيولوجي، والأراضي، والنباتات، والأمطار وضوء الشمس - التي ترتبط بدورها ارتباطاً وثيقاً بالمناخ وظروف الطقس. وبما أن الزراعة توفّر أيضاً سبل العيش لثلثي السكان الأشد فقراً في العالم تقريباً، أو حوالي 750 مليون شخص، فإن تأثيرات تغير المناخ على الزراعة تؤثر مباشرةً على السكان الريفيين الضعفاء أصلا، وتنطوي على تداعيات بعيدة المدى بالنسبة إلى أمنهم الغذائي.

وتساهم قطاعات الزراعة إلى حدّ كبير أيضاً في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري التي تسبّب الاحترار العالمي وما يرافقه من تغيّر في المناخ. لذا، فإن قطاعات الزراعة فريدة أيضاً في مساهمتها المحتملة في ضمان استقرار تغير المناخ، من خلال إدارة المحاصيل، والأراضي والثروة الحيوانية على نحو أفضل، بطريقة تخفّض الانبعاثات وتزيد احتباس الكربون في الكتلة الأحيائية للنباتات والتربة.

كيف يؤثر تغيّر المناخ على الزراعة

يعاني الإنتاج الزراعي أصلاً، في العديد من الأقاليم، من الآثار السلبية لارتفاع درجات الحرارة، وازدياد التقلبات في درجة الحرارة، والتغييرات في مستويات المتساقطات وتواترها، وازدياد وتيرة موجات الجفاف والفيضانات، وازدياد كثافة الظروف المناخية المتطرفة، وارتفاع مستويات البحار، وتملّح الأراضي القابلة للزراعة والمياه العذبة. ومع تكثّف تأثيرات تغير المناخ على الزراعة، سيصبح من الصعب أكثر فأكثر زراعة المحاصيل، وتربية الحيوانات، وإدارة الغابات وصيد الأسماك بالطرق ذاتها وفي الأماكن ذاتها كما في الماضي.

فالمحاصيل التي نزرعها لتوفير الأغذية والألياف والطاقة تحتاج إلى ظروف محددة كي تنمو، بما في ذلك الحرارة الأمثل والمياه الكافية. وقد تُفيد درجات الحرارة الأعلى، إلى حدّ ما، زراعة بعض المحاصيل في بعض أنحاء العالم. إنما إذا تجاوزت درجات الحرارة المستوى الأمثل للمحصول، أو إذا لم تتوفّر كمية كافية من المياه والمغذيات، من المحتمل أن تتراجع الغلاّت. كما أن ازدياد تواتر الظواهر المتطرفة، وبخاصة الفيضانات وموجات الجفاف، يضرّ أيضاً بالمحاصيل ويقلّص الغلاّت. ويمكن أن يصبح التعامل مع الجفاف تحدياً كبيراً في المناطق حيث من المتوقع أن يرتفع متوسط درجات الحرارة وأن تنخفض المتساقطات. فالعديد من الأعشاب الضارة، والآفات والأمراض المتأتية عن الحشرات تنمو في ظل درجات الحرارة المرتفعة، ومناخ أكثر رطوبة ومستويات أعلى من ثاني أكسيد الكربون في الجوّ. كما أن درجات الحرارة الأكثر تطرفاً، مرفقةً بتراجع هطول الأمطار، قد تحول دون نمو المحاصيل على الإطلاق.

كما أن موجات الحرارة، التي من المتوقع أن تصبح أكثر شيوعاً في ظلّ تغير المناخ، تهدّد مباشرةً الثروة الحيوانية. ومع مرور الوقت، يزيد الإجهاد الحراري تعرّض الحيوانات إلى الأمراض، ما يقلّص الخصوبة وإنتاج اللحوم والحليب. وسوف يعدّل تغير المناخ أيضاً انتشار الطفيليات والأمراض لدى الماشية. وفي الأقاليم التي يزداد فيها هطول الأمطار، من المتوقع أن تتكاثر العوامل المرضة الناشئة عن الرطوبة. كما أن تغيّر المناخ يهدّد طاقات الإعالة في المراعي والمروج وكذلك إنتاج الأعلاف للنظم غير القائمة على الرعي.

وأمّا قطاعا مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية - اللذان يوفّران 50 في المائة على الأقل من البروتينات الحيوانية لملايين الأشخاص في البلدان المنخفضة الدخل - فيخضعان أصلاً لضغوطات عديدة، بما في ذلك الصيد المفرط، وخسارة الموائل وتلوّث المياه (منظمة الأغذية والزراعة، 2012). كما أن تغيّر المناخ سوف يفاقم هذه الضغوطات. ومن المرجح أن يسبّب ارتفاع درجات حرارة المياه انقراض بعض أنواع الأسماك، وتحوّلاً في نطاق موائل أنواع أخرى، وازدياد مخاطر الأمراض على امتداد سلسلة الإنتاج. وتصبح كذلك محيطات العالم أكثر تحمضاً بفعل ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون في الجوّ، الأمر الذي يولّد بصورة خاصة انعكاسات حادة على مصايد الأسماك التي تعتمد على الأسماك الصدفية والحبّار، وغابات المانغروف ونظم الأرصفة المرجانية. وسوف يلحق ازدياد تواتر العواصف والأعاصير والزوابع وقوتها أضراراً بتربية الأحياء المائية وغابات المانغروف ومصايد الأسماك الساحلية.

وتوفّر الغابات عملاً مأجوراً لأكثر من 100 مليون شخص، وتدعم سبل عيش العديد من فقراء الريف في العالم. كما أنها موطن لحوالي 80 في المائة من التنوع البيولوجي البري في العالم، وتوفّر الأغذية والأدوية والوقود وخدمات هامة في النظام الإيكولوجي. ويترك تغيّر المناخ وازدياد تقلّبه آثاراً مباشرة وغير مباشرة على الغابات والأفراد الذين يعتمدون عليها، ويحدّ من قدرة الغابات على توفير هذه السلع والخدمات الهامة. وفي حين أن بعض الغابات سوف تستفيد من تركّزات أعلى لثاني أكسيد الكربون في الجوّ، وارتفاع درجات الحرارة والتغيرات في هطول الأمطار، فإن معظمها سوف يشهد خسارةً في

أنواع هامة، وتراجعاً في الغلاّت وزيادةً في تواتر العواصف وقوتها واضطرابات أخرى (منظمة الأغذية والزراعة، 2013).

وفي حين أنه من الصعوبة بمكان توقع الآثار الدقيقة لتغيّر المناخ على الزراعة، تشير معظم الدراسات إلى أنّ تلك الآثار سوف تتغيّر مع مرور الوقت وستختلف باختلاف الأماكن. ويرى استعراض لدراسات أجريت لغرض التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ أنه فيما تتوازن الإسقاطات الإيجابية والسلبية للآثار على غلاّت المحاصيل على المستوى العالمي حتى عام 2030 تقريباً، يصبح التوازن بعد ذلك سلبيا بشكل متزايد (Porter وآخرون، 2014؛ انظر أيضاً الفصل 2).

كما ستختلف الآثار بشكل كبير بين المحاصيل والأقاليم. ويبيّن الشكل 1 هذا التقلّب في غلاّت الحبوب المتوقعة لعام 2050 في ظل مسارات مختلفة للاحترار العالمي؛ ويفترض وجود مسار «منتصف الطريق» للنمو الاقتصادي والسكاني وكذلك محدودية التكيف، ولا يشمل «التخصيب بثاني أكسيد الكربون»، أي الأثر التحفيزي لزيادة مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي على نمو النباتات. وفيما تصبح مواسم الزراعة أطول، تكاد المرتفعات العليا تشهد خسائر أقل في الغلاّت، أو حتى زيادةً فيها، بالنسبة إلى بعض المحاصيل، مقارنةً بالغلاّت المتوقعة من دون تغيّر المناخ. فالخسائر في الغلاّت في الأقاليم الأقل ارتفاعاً تكون عامةً أكبر. وقد تتراجع غلاّت الذرة في معظم الأقاليم وفي معظم الحالات المناخية، حيث قد تتزايد الخسائر تدريجياً في ظلّ الأحوال الأكثر تطرفاً. وفي حين أن الآثار على غلاّت القمح منخفضة على المستوى العالمي، فهي ملحوظة في جنوب آسيا وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى.

كيف تساهم الزراعة في تغيّر المناخ

لا تتأثر الزراعة بتغيّر المناخ فحسب، فهي تساهم أيضاً بصورة مباشرة وغير مباشرة في قدر كبير من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الرئيسية الثلاث، وهي: ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز. وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري السنوية الناشئة عن النشاط البشري المصنّفة في تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ على أنها متأتية من «الزراعة والغابات والاستخدامات الأخرى للأراضي»، تُعزى بصورة رئيسية إلى إزالة الغابات والإنتاج الحيواني وإدارة التربة والمغذيات. وقد قُدّرَت بنسبة 21 في المائة من إجمالي الانبعاثات العالمية (الشكل 2). وفي حين أن هذه النسبة هي دون نسبة 27 في المائة التي سُجّلت خلال تسعينات القرن الماضي، يعود التراجع الظاهر إلى أن الانبعاثات ازدادت بسرعة أكبر مقارنةً بقطاعات أخرى.

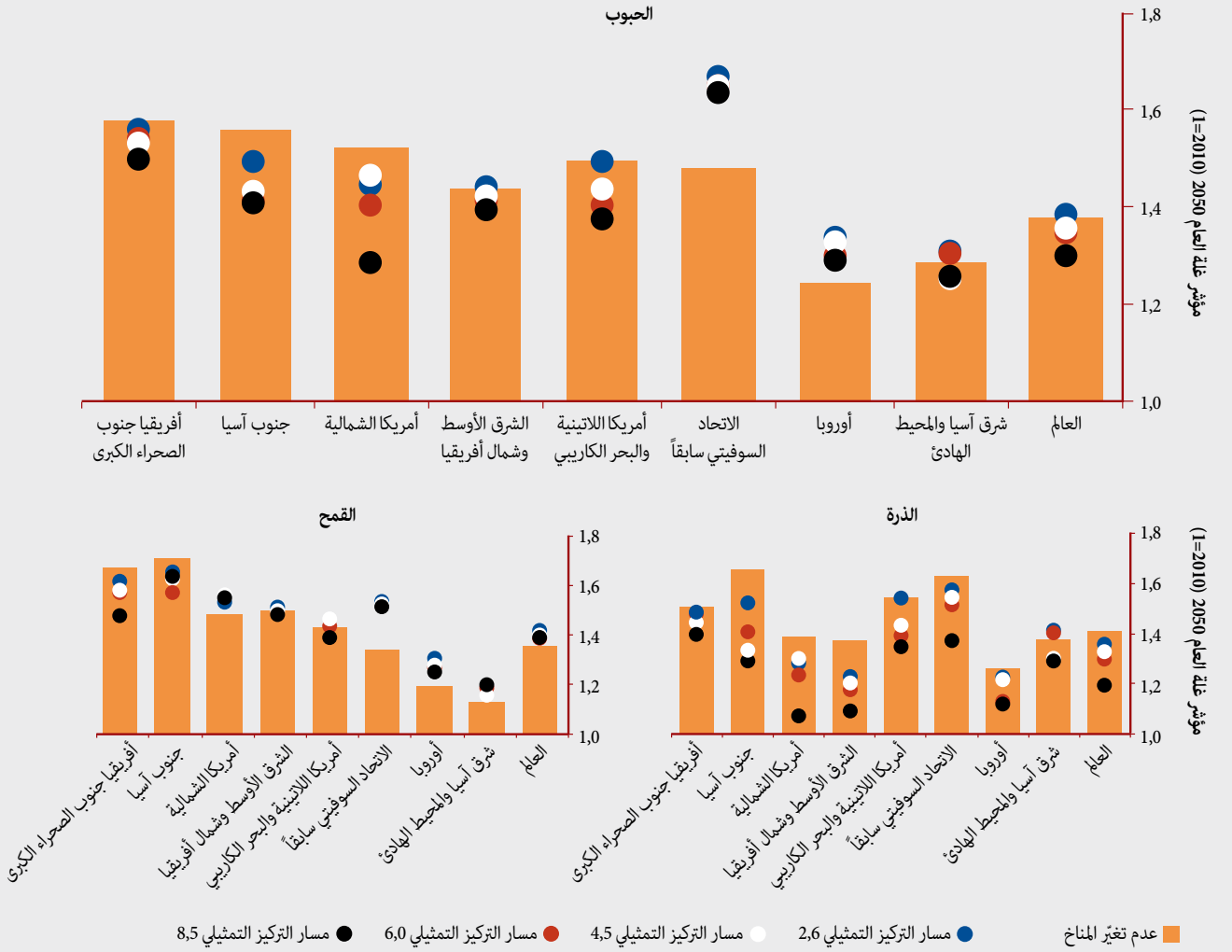
وقد ساهمت الانبعاثات المتأتية من الزراعة ومن صافي تحوّل الغابات بصورة عامة بكميات مماثلة من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في تسعينات القرن الماضي؛ لكن الانبعاثات من تحوّل الغابات تراجعت، منذ بداية هذا القرن، في حين ازدادت الانبعاثات الزراعية. ويُصدر إنتاج المحاصيل والثروة الحيوانية، على وجه الخصوص، كميات كبيرة من الميثان وأكسيد النيتروز، وهما غازان قويان جداً مسؤولان عن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. فغاز الميثان ناجم عن المجترات أثناء عملية الهضم، وينبعث أيضاً من الأسمدة المخزّنة والنفايات العضوية. وأمّا انبعاثات أكسيد النيتروز فهي تنتج بصورة غير مباشرة من أسمدة النتروجين العضوي والمعدني بعد أن تكون قد وُضعت في الأراضي المزروعة.

ولا تُحتسب في فئة الزراعة والغابات والاستخدامات الأخرى للأراضي غازات الاحتباس الحراري الناشئة في مراحل ما قبل الإنتاج وما بعده لسلاسل الإمدادات الغذائية الحديثة، لكن المصنّفة في تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ على أنها متأتية من قطاعات أخرى، ولا سيما الصناعة وتوليد الطاقة والنقل. وهي تشمل إنتاج المدخلات، مثل الأسمدة الاصطناعية، الذي يعتبر، على خلاف إنتاج الأسمدة العضوية، عملية كثيفة الاستخدام للطاقة؛ والانبعاثات الناجمة عن استخدام الطاقة الأحفورية (مثلاً لتوفير الطاقة لآلات المزرعة)؛ والنقل في مرحلة ما بعد الإنتاج، والتجهيز والبيع بالتجزئة (Smith وآخرون 2014). وفي كل مرحلة من المراحل، يزيد تموين الأغذية من تراكم غازات الاحتباس الحراري في الجوّ. وإذا كانت الانبعاثات التي يسبّبها استخدام الطاقة بصورة مباشرة وغير مباشرة بفعل سلسلة الأغذية الزراعية مشمولةً، فسوف ترتفع حصة فئة الزراعة والغابات والاستخدامات الأخرى للأراضي من إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بمقدار الثلث (منظمة الأغذية والزراعة، 2011).

تتفاوت مساهمة نظم الأغذية في إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في ما بين البلدان والأقاليم، وفقاً لهيكل سلاسل الإمداد المحلية. «

الشكل 1

آثار تغيّر المناخ على غلات الحبوب في كل الأقاليم بحلول العام 2050

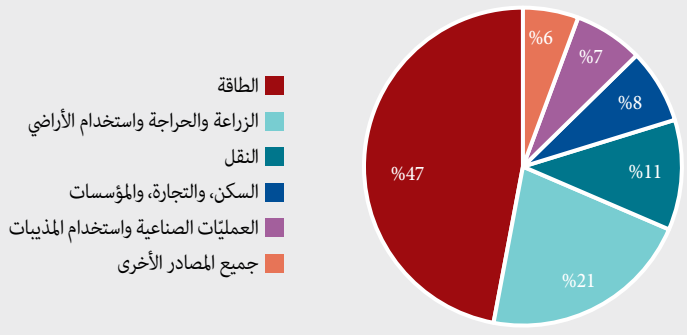


ملاحظات: تشير الحبوب إلى المتوسط المرجّح للسلع التالية بحسب الإقليم: الشعير، والذرة، والدُخن، والأرز، والذرة الرفيعة، والقمح، والحبوب الأخرى التي ينظر فيها نموذج IMPACT. مسارات التركيز التمثيلية (سيناريوات الاحترار العالمي). تفترض عمليات المحاكاة وجود سيناريو المسار الاقتصادي والاجتماعي المشترك لـ«منتصف الطريق». انظر الفصل 2، الإطار 7 للاطلاع على تفسير لمسارات التركّيز التمثيلية والمسارات الاقتصادية والاجتماعية المشتركة.

المصدر: عمليات المحاكاة باستخدام نموذج IMPACT الخاص بالمعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية، كما أوردها Pinto وThomas وWiebe (2016).

الشكل 2

نصيب انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من القطاعات الاقتصادية في عام 2010



ملاحظات: تشمل الانبعاثات من الطاقة، انبعاثات المصانع والتصنيع والانبعاثات الهاربة. وتشمل «جميع المصادر الأخرى»، المخازن الدولية، والنفايات، ومصادر أخرى.

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة (ستنشر قريباً).

» وتشير تقديرات الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية إلى أن الانبعاثات المتأتية من مراحل ما قبل الإنتاج وما بعده في البلدان ذات الدخل المرتفع تساوي الانبعاثات المتأتية من الإنتاج. وفي المقابل، لا يزال الإنتاج الزراعي المرحلة المهيمنة من حيث انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في البلدان النامية (Vermeulen وCampbell وIngram، 2012).

التبعات المترتبة على الأمن الغذائي

سوف يترك تغيّر المناخ، من خلال تأثيراته على الزراعة، آثاراً سلبية على الأمن الغذائي بجميع أبعاده (الإطار 1). وفي حين سوف يتأثر الأمن الغذائي بقنوات أخرى - مثل الظروف المناخية المتطرفة التي تقلّص دخل سكان المدن وبالتالي، حصولهم على الأغذية - تشكل الزراعة قناة رئيسية يؤثر تغيّر المناخ من خلالها على الأمن الغذائي، وهي محور التركيز في هذا التقرير.

يؤثر تغيّر المناخ على توافر الأغذية من خلال آثاره السلبية المتنامية على غلاّت المحاصيل، والأرصدة السمكية وصحة الحيوان والإنتاجية، وبخاصة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وجنوب آسيا، حيث يعيش اليوم معظم الأشخاص الذين يعانون من انعدام الأمن الغذائي. وهو يحدّ من إمكانية الحصول على الأغذية من خلال الآثار السلبية على المداخيل وسبل العيش في الأرياف. وإضافةً إلى مناخ أكثر تقلباً، من المتوقع حصول زيادة في قوة الكوارث الطبيعية المتصلة بالمناخ وتواترها. أمّا الفقراء، بما في ذلك المزارعون من أصحاب الحيازات الصغيرة والعاملون الزراعيون، فهم أكثر عرضةً لآثار هذه الكوارث. ويمكن أن تقلّص موجات الجفاف الحادة أو الفيضانات إلى حدّ بعيد المداخيل، وأن تتسبّب في خسارة الموجودات التي تقوّض القدرة المستقبلية على استدرار الدخل. إضافةً إلى ذلك، وحسب تقلّص الإمدادات الغذائية بفعل تغيّر المناخ، سوف ترتفع أسعار الأغذية. وسوف يكون الفقراء في المدن والأرياف الأكثر تأثراً حيث أنهم سينفقون حصصاً أكبر من دخلهم على الأغذية. وستطال التأثيرات أيضاً صغار المزارعين الأسريين الفقراء ومعظمهم من فئة المشترين الصافين للأغذية (Zezza وآخرون، 2008؛ البنك الدولي، 2008؛ Porter وآخرون، 2014).

وستؤثر التغييرات المتعلقة باستخدام الأغذية في الحالة التغذوية للفقراء والمستضعفين. فعلى سبيل المثال، يمكن للتأثيرات المناخية أن تزيد عبء الإصابة بالإسهال بما يصل إلى 10 في المائة بحلول عام 2030 في بعض الأقاليم نظراً إلى أن ارتفاع درجات الحرارة يشجّع ظهور العوامل الممرضة، وندرة المياه تؤثر على جودتها وعلى عادات النظافة. وأما الأشخاص الأكثر تأثراً فهم الفقراء، وبخاصة الأطفال الفقراء (منظمة الصحة العالمية، 2003). وسيؤثر تغير المناخ في الحالة التغذوية بطرق أخرى عديدة، من التخفيضات في الرعاية ومحتوى المغذيات للمحاصيل الغذائية الأساسية، إلى ارتفاع مخاطر تلوث الأغذية (الإطار 2).

وأخيراً، سوف يؤثر تقلّب المناخ وازدياد تواتر الظواهر المناخية وحدتها على استقرار توافر الأغذية، والحصول عليها واستخدامها من خلال تغييرات في الموسمية، وتقلبات أكثر وضوحاً في إنتاجية النظام الإيكولوجي، وازدياد مخاطر الإمدادات وتراجع إمكانية توقعها. وسوف تكون هذه مشكلة كبرى وبخاصة بالنسبة إلى البلدان الداخلية والدول الجزرية الصغيرة الأكثر عرضةً للاضطرابات في الإمدادات الغذائية وللأضرار التي تسببها الظواهر المتطرفة والمناخية.

ويمثل تغيّر المناخ مجرد أحد الدوافع العديدة التي تشكل الآن معالم الاتجاهين السائدين في مجالي الفقر والأمن الغذائي. وسوف يتحدّد إلى حد كبير هذان الاتجاهان، وحدّة تأثيرات تغير المناخ عليهما، بفعل التنمية الاجتماعية والاقتصادية في المستقبل. وبحسب دراسة أجراها البنك الدولي مؤخراً (Hallegatte وآخرون، 2016)، فإنه في غياب النمو الاقتصادي، قد يزيد تغيّر المناخ ذات التأثير العالي من العدد المتوقع للفقراء بحلول عام 2030 ليبلغ 122 مليون شخص؛ وفي حالة الازدهار، سيزداد عددهم 16 مليون شخص فقط. وفي تمرين مماثل، وباستخدام النموذج الدولي لتحليل السياسات المتعلقة بالسلع الزراعية الذي وضعه المعهد الدولي لبحوث السياسات الزراعية ، قُدّر أنه بحلول عام 2050، سيكون 50 مليون شخص إضافي معرضاً لخطر نقص التغذية بسبب تغيّر المناخ. غير أن الأثر الإجمالي لتغيّر المناخ خلال الفترة الممتدة حتى 2050 أقلّ ممّا هو بالنسبة إلى الدوافع الأخرى، مثل النمو في عدد السكان والمداخيل (انظر الفصل 2). ■

الإطار 1

الأبعاد الأربعة للأمن الغذائي

اتفق مؤتمر القمة العالمي للأغذية لعام 1996 على التعريف التالي للأمن الغذائي الذي تستخدمه منظمة الأغذية والزراعة: «يتحقق الأمن الغذائي عندما تتوفر لجميع الناس، في كل الأوقات، الإمكانات المادية والاقتصادية للحصول على غذاء كافٍ مأمون ومغذٍ لتلبية احتياجاتهم التغذوية وأفضلياتهم الغذائية للتمتع بحياة موفورة النشاط والصحة». ويشمل هذا التعريف أربعة أبعاد هي:

- توافر الأغذية. هو توافر كميات كافية من الأغذية بجودة مناسبة تُعرض عن طريق الإنتاج المحلي أو الواردات (بما في ذلك المعونة الغذائية).
- الحصول على الأغذية. يعني حصول الأفراد على موارد كافية (تُسمى أيضاً مستحقات) لشراء أغذية كافية لنظام غذائي مغذٍ.
- الاستخدام. هو استخدام الأغذية من خلال نظام غذائي مناسب والمياه النقية والإصحاح والرعاية الصحية، للوصول إلى حالة تغذوية سليمة تفي بكل الاحتياجات الفسيولوجية.
- الاستقرار في توافر الأغذية والحصول عليها، بغض النظر عن الصدمات المفاجئة (مثل الأزمات الاقتصادية أو المناخية) أو الظواهر الدورية (مثل ندرة الأغذية الموسمية).

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2006.

الإطار 2

تغير المناخ والتغذية

يؤثر تغير المناخ على الحالة التغذوية والخيارات الغذائية من خلال تأثيراته على الأمن الغذائي والأمراض وسلامة المياه والصرف الصحي وسبل العيش والرعاية. وتتأثر أيضاً، بدورها، قدرة الناس على التكيف مع تغير المناخ أو التخفيف من آثاره (المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية، 2015).

ويؤدي تغير المناخ إلى تضخيم تأثير الجفاف والفيضانات والعواصف ويعرض أعداداً كبيرة من الناس- لا سيما الفقراء والأشد ضعفاً - لخطر نقص التغذية بعد الظواهر المناخية المتطرفة (Confalonieri وآخرون، 2007). وإن الأنماط الموسمية لعدم كفاية توافر الأغذية والحصول عليها، التي تعتبر سبباً رئيسياً لنقص التغذية بين المجتمعات الريفية الفقيرة، تتفاقم بفعل تغير المناخ الذي يؤثر أيضاً على أمن سبل العيش وعلى توزيع الأغذية داخل الأسرة، ممّا يؤثر بدوره على الحالة التغذوية للأطفال والنساء على الخصوص (Wijesinha-Bettoni وآخرون، 2013).

وتشير بعض الدراسات إلى أن الجودة التغذوية للمحاصيل الغذائية الرئيسية قد تتأثر بفعل تغيّر المناخ. وأشارت تقديرات دراسة أجراها Myers وآخرون (2014) إلى أن حبوب القمح، عندما تزرع في ظلّ مستويات عالية من ثاني أكسيد الكربون المتوقعة بحلول عام 2050، تحتوي على نسبة 9 في المائة أقل من الزنك، و5 في المائة أقل من الحديد، و6 في المائة أقل من البروتينات، في حين تبلغ خسائر الأرز 3 و5 و8 في المائة على التوالي، مقارنةً بالغلاّت المتوقعة في حال عدم حدوث تغيّر في المناخ. وقد تعاني الذرة من خسائر مماثلة في المغذيات، في حين لن يخسر فول الصويا البروتينات إنما قد يحتوي على كمية أقل من الزنك والحديد.

وقد تتعرض سلامة الأغذية للخطر بفعل زيادة في العوامل الممرضة التي تنقلها الأغذية وكذلك التلوث أو التغييرات الكيميائية التي تزيد من انتشار المركبات السامة في الأغذية. فعلى سبيل المثال، تؤدي الزيادات الحادة في ازهرار سطح الطحالب إلى تلوث مياه الشرب والأسماك الصدفية بسموم الخلايا (Paerl وHuisman، 2009) في حين يؤدي ارتفاع درجات الحرارة والرطوبة إلى زيادة خطر تلوّث الحبوب والبقوليات المخزّنة بالسموم الفطرية (Paterson وLim، 2010). وبالإضافة إلى ذلك، قد تفضي التغيرات في أنماط الأمراض النباتية والحيوانية إلى زيادة استخدام المواد الكيميائية الزراعية التي يمكن أن تكون ضارة.

الحاجة الملحة لاتخاذ إجراءات عالمية منسقة الآن

تؤكد جميع الإثباتات المتوفرة أن المناخ يتغيّر وأنه من غير المحتمل أن تتوقف هذه التغييرات أو أن تنعكس في المستقبل القريب. ولا شكّ أيضاً في أن تغيّر المناخ سوف يؤثر على قطاعات الزراعة والأمن الغذائي، وأن أثره السلبي سوف يزداد حدّة بموازاة تسارع وتيرته. وفي بعض الأماكن المعرّضة بشكل خاص لتغير المناخ، مثل الجزر الصغيرة أو في الأقاليم المتأثرة بظروف مناخية متطرفة وواسعة النطاق، قد تكون الآثار كارثية.

وسوف تكون عوامل كثيرة رهناً بسرعة تغيّر المناخ وحجم تأثيراته. وفي أفضل الحالات، سوف تحصل التغييرات بوتيرة وبحجم يسمحان لقطاعات الزراعة بالتكيّف من خلال وسائل بسيطة نسبياً، أقلّه في المدى المتوسط. وقد يكون التراجع في الإنتاجية، إن حصل، ضئيلاً نسبياً ومتدرجاً، من دون آثار مفاجئة غير خطية، أو مع القليل منها. وفي هذه الحالة، ستكون الآثار على الأمن الغذائي متواضعة على المستوى العالمي.

وفي سيناريو مختلف تماماً إنما ممكن الحصول، قد تظهر تغييرات واسعة الانتشار مفاجئة وغير خطية، حتى في المدى المتوسط، الأمر الذي يجعل التكيف الملائم لقطاعات الزراعة مستحيلاً تقريباً في أماكن عديدة، ويسبّب تراجعاً حاداً في الإنتاجية. وقد تكون الآثار على الإنتاجية واسعة الانتشار أقله، إن لم تكن عالمية، من الناحية الجغرافية ومن حيث حجم السكان المتضررين. كذلك، سوف تكون الآثار على الأمن الغذائي ملحوظة. وأمّا النقص في الإمدادات، فسوف يؤدي إلى زيادات كبيرة في أسعار الأغذية، في حين قد تفضي الزيادة في تقلّب المناخ إلى زيادة في تقلّب أسعار الأغذية. وقد يؤثر تقلّب المناخ أيضا على استقرار مداخيل الأسر الريفية في المناطق التي تتعرّض أصلاً إلى تقلّب كبير في الغلاّت (Thornton وآخرون، 2014). كذلك، تتراجع الإنتاجية وتكاد الخسائر في الدخل تكون مركّزة في بعض المناطق الجغرافية والمجموعات السكانية التي تعاني الأكثر من انعدام الأمن الغذائي ومن الضعف. وفي المدى الطويل، إذا لم تُتَّخذ بعض التدابير لتوقيف تغيّر المناخ وعكسه، سوف يصبح من المستحيل إنتاج الأغذية في مناطق كبيرة في العالم.

ويجب اتخاذ إجراءات عاجلة لمعالجة الآثار المحتملة لتغير المناخ على الزراعة والأمن الغذائي. كما أن عدم اليقين لا يبرّر التأخير في تنفيذ التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره. وتنبثق هذه الحاجة الملحة من مصدرين رئيسيين للقلق. أولاً، إن تأثيرات تغيّر المناخ واضحة أصلاً، وسوف تزداد مع مرّ الوقت لتصبح كبيرة جداً. ثانياً، إن الدوافع والاستجابات لتغير المناخ تستغرق وقتاً طويلاً. وتدفع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري اليوم كوكبنا إلى احترار عالمي لا يمكن عكسه، وسوف تستمر تأثيراته بعد عقود من الزمن. وتشكّل جميع هذه المخاطر في المدى الطويل السبب الرئيسي لالتزام الأسرة الدولية بهدف توفير استقرار المناخ في الأرض.

وينبغي للمجتمعات عامةً أن تتخذ إجراءات حاسمة اليوم للتخفيف من آثار تغيّر المناخ من أجل تفادي خطر انعدام الأمن الغذائي الحاد. ولا يمكن تجاهل إمكانية أن يصبح من المستحيل، بفعل تغيّر المناخ، توفير الأغذية للبشرية جمعاء في مرحلة مجهولة وبعيدة نوعاً ما في المستقبل. وحتى في المدى القصير، قد تكون تأثيرات الأمن الغذائي حادةً في بعض الأماكن. ويتمتع قطاعا الزراعة والغابات بقدرة كبيرة على الحدّ من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، إنما سوف يعتمد الأمن الغذائي في المستقبل، وإلى حدّ بعيد، على خفض الانبعاثات في قطاعات اقتصادية أخرى. كذلك، ينبغي إجراء تغييرات من جانب الاستهلاك - أي تقليص الطلب على الانبعاثات - وسوف تساعد المنتجات الغذائية التي تتطلب موارد كثيفة في تسريع الانتقال إلى الزراعة المستدامة، وفي تعزيز التخفيف من آثار تغيّر المناخ.

وفي الوقت ذاته، يجب أن تتكيف قطاعات الزراعة والسكان الذين يعتمدون عليها مع التغييرات المناخية الحالية أو المتوقعة، بما يقلّص من آثارها الضارة إلى حدها الأدنى أو يمكّن من الاستفادة من الفرص التي قد تتيحها. وينبغي تعزيز القدرة على الصمود في وجه تغيّر المناخ في الأوساط البيوفيزيائية، والاقتصادية والاجتماعية في العالم. وسوف يشكل التكيّف في قطاع الزراعة، إلى حدّ معيّن، استجابةً عفوية من جانب المزارعين والصيادين والعاملين في الغابات؛ إنما قد يواجه العديد منهم، وبخاصة صغار المنتجين،

غياباً للخيارات الممكنة وقيوداً تحول أمام اعتماد الحلول الملائمة. لذا، فإن وجود بيئة مشجّعة تسهل التكيف مع تغير المناخ غاية في الأهمية.

وفي المدى القصير، قد يكون من الكافي التكيّف على مستوى وحدة الإنتاج أو الأسرة في المزرعة، حيثما أمكن ذلك. غير أنّ التكيف في المدى الطويل أمر ضروري من أجل التعامل مع التغييرات الحاصلة فعلا بفعل الزيادات الماضية والجارية في تركيز غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي. وهذا يتطلب مزيداً من التغييرات المنهجية، مثلاً كإجراء تحوّلات كبيرة في طريقة إنتاج منتجات وأنواع محددة يتمّ التعويض عنها بتغييرات في أنماط التجارة والاستهلاك.

لكنّ التكيّف مع تغير المناخ في حد ذاته غير كاف - فالتخفيف من آثاره ضروري لضمان الأمن الغذائي في المدى الطويل لسكان العالم. وثمة اختلافات أساسية بين التكيف مع تغيّر المناخ والتخفيف من آثاره والحوافز الضرورية للترويج لهما. وينبغي أن يكون هذا التخفيف جهداً مشتركاً يصبّ في مصلحة الجميع. وهو سلعة عامة عالمية ومسؤولية اجتماعية يجب أن تساهم فيها جميع قطاعات الزراعة.

وتدلّ الاختلافات الكبيرة جداً في التأثيرات بين الزيادات الصغيرة حتى في درجات الحرارة على إلحاح توفير استجابة عالمية متسقة وفعالة لتغيّر المناخ، والمنافع المتأتية عنها. وقد أشار تحليل تجميعي أُجري مؤخراً إلى أن التخفيضات في المياه المتوفرة والزيادات في طول موجات الجفاف تتسارع بين درجة مئوية ونصف (1,5) ودرجتين مئويتين (2) في العديد من الأقاليم الفرعية، وبخاصة البحر الأبيض المتوسط، وأمريكا الوسطى، والبحر الكاريبي، وجنوب أفريقيا وأستراليا. وفي الأقاليم الاستوائية، من المتوقع أن يتأثر الإنتاج الزراعي بقوة في حال ازدادت درجات الحرارة أكثر من درجة مئوية ونصف (1,5) (الجدول 1)، وحتى أكثر في حال قيّدت عوامل أخرى - مثل فرض حدود قصوى على النتروجين والفوسفور أو الإجهاد الحراري- الآثار الإيجابية للتسميد بثاني أكسيد الكربون.

وفي ظلّ احترار بأقل من درجتين مئويتين (2)، تصبح المخاطر التي تطرحها الحرارة القصوى على غلاّت المحاصيل في الأقاليم الاستوائية في أفريقيا، وجنوب وجنوب شرق آسيا ذات أهمية خاصة، نظراً إلى الاتجاهات المتوقعة في نمو عدد السكان فيها. أمّا المنافع الهامة الأخرى لتحديد الزيادات في درجات الحرارة بدرجة مئوية ونصف (1,5)، فتشمل تخفيضاً ملحوظاً في مناطق الأرصفة المرجانية المعرّضة لخطر التدهور الحاد، وتخفيضاً بنسبة 30 في المائة في ارتفاع مستوى البحر (Schleussner وآخرون، 2016). وواقع الأمر أن رسالة رئيسية لحوار الخبراء المنظم من قِبل اتفاقية الأمم المتحدة الاطارية بشأن تغير المناخ والمختتم في عام 2015، تتمثل في أن زيادة في درجة الحرارة العالمية[1] بدرجتين مئويتين (2) فوق مستويات ما قبل العصر الصناعي هي «الحد الأعلى، وخط دفاع يجب الدفاع عنه بشكل صارم، في حين أن احتراراً أقل سيكون أمراً مستحسنا» (اتفاقية الأمم المتحدة الاطارية بشأن تغير المناخ، 2015). وستقدم الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في عام 2017 النتائج التي خلص إليها تقييم للاختلافات بين سيناريو درجتين مئويتين (2) وسيناريو 1,5 درجة مئوية.

لقد حدّد اتفاق باريس التابع لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغيّر المناخ والمؤرخ ديسمبر/كانون الأول 2015 هدفاً طويل الأجل للإبقاء على الزيادة في متوسط الحرارة العالمية «دون درجتين مئويتين بكثير» فوق المستويات المسجلة ما قبل الثورة الصناعية، ولمواصلة الجهود من أجل تحديد الزيادة في درجات الحرارة إلى درجة مئوية ونصف (1,5)، مع الاعتراف بأن هذا قد يخفّض إلى حدّ ملحوظ مخاطر تغيّر المناخ وآثاره. وتفيد الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ أن السيناريوهات المتسقة مع الإبقاء على زيادة درجة حرارة دون درجتين مئويتين (2) تشمل تخفيضات كبيرة في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناشئة عن أنشطة بشرية بحلول منتصف القرن، من خلال تغيرات واسعة النطاق في نظم الطاقة، ومن المحتمل، في استخدام الأراضي. وإن السيناريوهات التي لا تتجاوز حدود درجتين مئويتين تحدد مستويات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في عام 2050 عند نسبة 40 إلى 70 في المائة أقل من تلك في عام 2010، وقريبة من الصفر أو أقل في عام 2100 (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2014 (ب)). وفي حال تحقّق النمو الضروري في الزراعة لضمان الأمن الغذائي العالمي في المستقبل، مع نمو في الانبعاثات مماثلة لتلك التي صدرت في الماضي القريب، سيكون من الصعب جداً تحقيق هدف الإبقاء على الزيادة في درجات الحرارة العالمية دون درجتين مئويتين (2) (انظر أيضاً Searchinger وآخرون، 2015؛ Wollenberg وآخرون، 2016). «

1 ملاحظة: «درجة الحرارة العالمية» هي متوسط للكوكب بأكمله لمدة عام كامل. وسترتفع حرارة منطقة القطب الشمالي بسرعة أكبر من المتوسط العالمي، وسيكون متوسط الاحترار على اليابسة أكبر مما سيكون عليه في المحيطات. وستكون هناك حلقات أكثر تواتراً من ارتفاع درجات الحرارة القصوى في معظم مناطق اليابسة (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2014 (أ)).

الجدول 1

آثار المناخ على غلات محاصيل مختارة على المستوى العالمي وفي المناطق المدارية في ظل احترار يتراوح بين 1,5 درجة مئوية ودرجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية خلال القرن الحادي والعشرين

المحصول	الإقليم	زيادة في درجات الحرارة عن مستويات ما قبل الثورة الصناعية (في المائة)	
		1,5 درجة مئوية	درجتان مئويتان
القمح	العالم	2 (-6 إلى +17)	0 (-8 إلى +21)
	المناطق المدارية	-9 (-25 إلى +12)	-16 (-42 إلى +14)
الذرة	العالم	-1 (-26 إلى +8)	-6 (-38 إلى +2)
	المناطق المدارية	-3 (-16 إلى +2)	-6 (-19 إلى +2)
فول الصويا	العالم	7 (-3 إلى +28)	1 (-12 إلى +34)
	المناطق المدارية	6 (-3 إلى +23)	7 (-5 إلى +27)
الأرزّ	العالم	7 (-17 إلى +24)	7 (-14 إلى +27)
	المناطق المدارية	6 (0 إلى +20)	6 (0 إلى +24)

ملاحظة: تشير الأرقام بين هلالين إلى فترة ثقة محتملة من (66 في المائة)
المصدر: منقول بتعديل من Schleusner وآخرين (2016)، الشكل 15.

الإطار 3

تتسم الزراعة بأهمية بارزة في توجيه الإجراءات على الصعيد القطري

تبرز أهداف التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره في مجال الزراعة، واستخدام الأراضي، وتغيير استخدام الأراضي والغابات في المساهمات المقررة المحددة وطنياً التي ستوجه الإجراءات في مجال تغيّر المناخ على الصعيد القطري في المستقبل، في إطار اتفاق باريس الموقع في ديسمبر/كانون الأول 2015. وهي لا تشمل الغايات فحسب، إنما أيضاً استراتيجيات ملموسة لمعالجة أسباب تغيّر المناخ ومواجهة تداعياته.

ويبيّن تحليل أجرته الفاو للمساهمات المقررة المحددة وطنياً أنّ الزراعة سوف تضطلع، في جميع الأقاليم، بدور محوري في تحقيق الأهداف المتصلة بتغير المناخ بحلول عام 2030. ومن بين البلدان التي قدمت مساهمات مقررة محددة وطنياً والبالغ عددها 188 بلداً، أكثر من 90 في المائة أدرجت الزراعة كقطاع جرى النظر فيه لإطلاق مبادرات للتكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره.

ويبيّن التحليل أيضاً أنه من المتوقع أن توفر قطاعات الزراعة العدد الأكبر من فرص التآزر في مجال التكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره، إضافةً إلى منافع مشتركة اجتماعية واقتصادية وبيئية. ويقرّ ثلث جميع البلدان تقريباً بالإجراءات (ويرتّبها بحسب سلّم للأولويات في بعض الحالات) التي قد تولّد أوجه تآزر بين التكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره في قطاع الزراعة. ويذكر حوالي 30 في المائة من البلدان المنافع المشتركة الاجتماعية والاقتصادية والبيئية وبخاصة التنمية الريفية والصحة والحدّ من الفقر واستحداث الوظائف وصون النظم الإيكولوجية والتنوّع البيولوجي. وفي ما يخصّ المساواة بين الجنسين، يتمّ إلقاء الضوء على الزراعة بوصفها قطاعاً يوفر، أكثر من أي قطاع آخر، فرصاً متنوعة لتمكين المرأة والحدّ من ضعفها في وجه تغيّر المناخ.

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2016

» وسوف تحدّد القرارات التي تُتّخذ اليوم نوع العالم الذي سنعيش فيه بعد 15 عاماً من اليوم، وما بعد ذلك حتى. لذا، يجب أن تستجيب قطاعات الزراعة، من خلال بناء القدرة على الصمود في وجه تأثيرات تغيّر المناخ، بموازاة مساهمتها قدر الإمكان في جهود التخفيف من الآثار. ويجب تصميم الاستجابات بما يتماشى مع أهداف وأولويات التنمية الوطنية في بلدان مختلفة، ولا يجب أن تعرّض بحدّ ذاتها الجهود لتقليص انعدام الأمن الغذائي. وفي هذا السياق، تجدر الإشارة إلى أنه على خلاف قطاعات اقتصادية أخرى تكون فيها إجراءات التكيّف مع آثار تغيّر المناخ والتخفيف منها مستقلة عامةً عن بعضها، توجد في قطاعات الزراعة أوجه تآزر - إنما توجد أيضاً ضرورة لقبول المقايضات - بين أهداف الأمن الغذائي، والتكيّف مع آثار تغيّر المناخ والتخفيف منها. ■

الدور الخاص الذي تؤديه الزراعة ومسؤوليتها

استجابة زراعية لتغيّر المناخ

ستكون الاستجابة الفعّالة والمستدامة لتغيّر المناخ في الزراعة - من حيث التكيف مع آثار تغيّر المناخ والتخفيف منها على حد سواء - أصعب بكثير مّما هو عليه في معظم القطاعات الأخرى، إن لم يكن فيها جميعها، وذلك بسبب الاعتماد على العمليات الفيزيائية الحيوية والنطاق الهائل للظروف الإيكولوجية والزراعية والاجتماعية والاقتصادية. ويتمثل عامل أكثر تعقيداً في الأعداد الكبيرة للأطراف المعنية - مئات ملايين المزارعين والصيادين والسكان المعتمدين على الغابات، والعديد منهم غير مرتبط إلى حدّ بعيد بالأسواق، والمعلومات والخدمات العامة. ويدعو هذا التنوّع إلى حلول مختلفة، غالباً ما تكون خاصة جداً بالسياق الموجودة فيه. لذا، من المحتمل أن تكون قطاعات الزراعة أكثر بطئاً من قطاعات أخرى في التكيف، ويجب توقّع درجة ملحوظة من الجمود في النظام. وهذا يضيف إلى إلحاح اتخاذ الإجراءات المناسبة الآن.

ولم يلق دوماً ضعف الزراعة في وجه تغيّر المناخ الاهتمام الذي يستحقه. كما أن تقييمات آثار تغيّر المناخ، باستخدام النماذج الاقتصادية العالمية الرئيسية، لطالما تجاهلت الآثار على الزراعة بسبب تراجع مساهمتها، عالميا، في الناتج المحلي الإجمالي. وهناك إقرار اليوم على نحو واسع بأهمية استجابة الزراعة لتغيّر المناخ. وينعكس هذا الوعي بشكل واضح في المساهمات المقررة المحددة وطنياً التي قدّمتها البلدان قبل انعقاد مؤتمر الأطراف الحادي والعشرين لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ في باريس عام 2015 (الإطار 3). وتجري مناقشة المساهمات المقررة المحددة وطنياً بمزيد من التفصيل في الفصل 5.

هناك إقرار متزايد أيضاً بأن الزراعة تؤدي دوراً خاصاً في التخفيف من آثار تغيّر المناخ. وتشير السيناريوهات إلى أن الحد من زيادة درجة الحرارة العالمية عند درجتين مئويتين يمكن أن يتحقق فقط بالحد إلى الصفر من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المتأتية من الطاقة والصناعة والنقل، والحد من الانبعاثات الناشئة عن الزراعة واستخدام الأراضي والتغيير في استخدام الأراضي. ويمكن أن تساهم قطاعات الزراعة في التخفيف من الآثار، أولاً من خلال تخفيض كثافة الانبعاثات، أو كمية الانبعاثات لكل وحدة إنتاج، وتفادي خسارة أكبر في الكربون المخزّن بشكل رئيسي في الغابات والتربة. ويمكن استكمال هذه الجهود بإجراءات ترمي إلى تقليص الفاقد والمهدر من الأغذية وتغيير أنماط استهلاك الأغذية. إضافةً إلى ذلك، تتمتع قطاعات الزراعة بقدرة فريدة على أن تكون بمثابة مصارف تجمّع ثاني أكسيد الكربون وتحتجز الكربون في الكتلة الأحيائية والتربة، من خلال الغابات واستصلاح الأراضي (انظر الفصل 4).

ويمثل الحرص على ألاّ يكون الأمن الغذائي أو التقدم باتجاه الحدّ من الفقر عرضة للخطر تحدّيا رئيسيا بالنسبة إلى وضع أطر للاستجابات لتغيّر المناخ، وبخاصة في البلدان التي تعاني من مستويات مطردة ومرتفعة من الجوع والفقر. ويتمّ الإقرار بهذا الأمر في ديباجة اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ، التي تؤكد على «وجوب التنسيق المتكامل بين الاستجابات لتغيّر المناخ والتنمية الاجتماعية والاقتصادية بغية تفادي أن تلحق آثار ضارة بالتنمية الاقتصادية والاجتماعية مع المراعاة الكاملة للاحتياجات المشروعة ذات الأولوية للبلدان النامية لتحقيق نمو اقتصادي مطرد والقضاء على الفقر» (اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ، 1992). ويقرّ كذلك اتفاق باريس الذي أبرم في ديسمبر/كانون الأول

2015 في ديباجته « بالأولوية الأساسية لحماية الأمن الغذائي ووضع حد للجوع، وقابلية نظم الإنتاج الغذائي بشكل خاص للآثار الضارة لتغير المناخ» (اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ، 2015).

الزراعة الذكية مناخياً

ينبغي النظر إلى الاستجابات لتغيّر المناخ الواجب تطبيقها في بلدان مختلفة في السياق الأوسع للتنمية الزراعية المستدامة، وسوف تعكس الأولويات الفردية لدى البلدان لتحقيقها. ويقرّ نهج الفاو إزاء الأغذية والزراعة المستدامتين بأن البلدان سوف تسعى إلى تحقيق أهداف متعددة على امتداد الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية للاستدامة، ويجب أن توازن المبادلات بين الأهداف والاحتياجات في الأجلين القصير والطويل (الإطار 4). وسوف تختلف هذه المقايضات حسب البلدان، وفقاً لتوافر الموارد الطبيعية، والميزات الاجتماعية والاقتصادية والنظم السياسية ومراحل التنمية. وستكون كذلك للبلدان أولويات مختلفة، وفقاً لظروفها المحددة، التي ينبغي أخذها في الاعتبار لدى تصميم الاستجابات لتغيّر المناخ.

وبصورة خاصة، توخياً لإدارة الزراعة من أجل تحقيق الأمن الغذائي في ظلّ الواقع المتغيّر للاحترار العالمي، بلورت المنظمة نهج «الزراعة الذكية مناخياً»، التي عُرضت في عام 2010 في مؤتمر لاهاي عن الزراعة والأمن الغذائي وتغير المناخ (منظمة الأغذية والزراعة، 2010). وتشكل مبادئ الزراعة الذكية مناخياً ضمنياً قاعدة لهذا التقرير الذي يسترشد بها، بالتوازي مع الاستجابات لتغير المناخ المقررة لقطاعي الأغذية والزراعة.

وينطوي نهج الزراعة الذكية مناخياً على ثلاثة أهداف هي زيادة الإنتاجية الزراعية بصورة مستدامة لدعم الزيادات العادلة في المداخيل، والأمن الغذائي والتنمية؛ وزيادة القدرة على التكيف والصمود في وجه الصدمات على مستويات عديدة، من مستوى المزرعة وصولاً إلى المستوى الوطني؛ والحدّ من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وزيادة احتباس الكربون حيثما أمكن ذلك.

ونظراً إلى اختلاف الظروف، تتمثل إحدى الميزات الأساسية في الزراعة الذكية مناخياً في التعرّف إلى آثار استراتيجيات التكثيف الزراعي على الأمن الغذائي والتكيف مع آثار تغير المناخ والتخفيف منها في أماكن محددة. ويتسم هذا الأمر بأهمية خاصة في البلدان النامية، حيث يشكل النمو الزراعي عامةً أولوية قصوى. وفي أغلب الأحيان، وليس دوماً، يمكن أن تؤدي الممارسات التي تنطوي على منافع كبيرة في مجال التكيف مع آثار تغيّر المناخ والأمن الغذائي إلى خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري أو زيادة احتباس الكربون. غير أن تنفيذ هذه الممارسات التآزرية قد ينطوي على تكاليف أعلى وبخاصة بالنسبة إلى التمويل الأولي. لذا، تشمل برامج الزراعة الذكية مناخياً تنمية قدرات أصحاب المصلحة المحليين لمساعدتهم في الاستفادة من مصادر التمويل للاستثمارات الزراعية والمتصلة بالمناخ. وليست كل ممارسة تُطبق في كل مكان تولّد، أو يمكن أن تولد أو حتى ينبغي لها أن تولّد، «مكاسب ثلاثية»؛ لكن يجب النظر في جميع الأهداف الثلاثة من أجل التوصّل إلى حلول مقبولة محلياً تعكس الأولويات المحلية أو الوطنية.

وينطلق تحليل استدامة الأغذية والزراعة من التكنولوجيات والممارسات التي سبق للبلدان أن رتّبتها بحسب الأولوية في سياساتها وخططها الزراعية. كذلك، تُستخدَم المعلومات عن الاتجاهات الأخيرة والمتوقعة في المدى القصير على صعيد تغيّر المناخ لتقييم الأمن الغذائي وقدرة هذه التكنولوجيات والممارسات على التكيف في ظلّ ظروف تغير المناخ بحسب الموقع، ولتحديد التعديلات التي قد تكون ضرورية. وتشمل الأمثلة عن هذه التعديلات: تعديل أوقات الزراعة واعتماد أصناف مقاومة للحرارة والجفاف؛ واستنبات شتلات جديدة؛ وتغيير حافظة المزرعة من حيث المحاصيل والحيوانات؛ وتحسين ممارسات إدارة التربة والمياه، بما في ذلك الزراعة المحافظة على الموارد؛ ودمج استخدام التوقعات المناخية في القرارات المتصلة بزراعة المحاصيل؛ وتوسيع نطاق استخدام الريّ؛ وزيادة التنوّع في الزراعة الإقليمية؛ والتحوّل إلى مصادر غير زراعية لسبل العيش (Asfaw وآخرون، 2014؛ Branca وآخرون،2011؛ منظمة الأغذية والزراعة، 2010؛ منظمة الأغذية والزراعة، 2013).

ومنذ اعتماد الزراعة الذكية مناخياً، تنامى الدعم على الصعيدين الدولي والوطني لاعتماد هذا النهج. ويشير أكثر من 30 من البلدان، أبرزها في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، بشكل محدد إلى الزراعة الذكية مناخياً في المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً الخاصة بها (انظر الفصل 5). ■

الإطار 4

رؤية مشتركة لاستدامة الأغذية والزراعة

إن الرؤية المشتركة للمنظمة إزاء استدامة الأغذية والزراعة متصلة إلى حدّ بعيد بتصميم تدابير التكيف مع تغيّر المناخ والتخفيف من آثاره. وفي نهج استدامة الأغذية والزراعة، يجري تقييم الممارسات والتكنولوجيات الزراعية وفقاً لمدى التزامها بالمبادئ الرئيسية الخمسة التي يجب أن توجّه الانتقال إلى مرحلة الاستدامة على مستوى العالم ككلّ:

- تحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية؛
- صون الموارد الطبيعية وحمايتها وتعزيزها؛
- تحسين وحماية سبل العيش الريفية والرفاه الاجتماعي؛
- تعزيز قدرة السكان والمجتمعات المحلية والنظم الإيكولوجية على الصمود؛
- تعزيز وتحسين الحوكمة الفعالة.

ويجري تصميم هذه المبادئ لضمان نهج متسق وموحّد إزاء تحقيق استدامة الأغذية والزراعة في قطاعات الزراعة والقطاعات الفرعية. ويولّد هذا النهج أوجه تآزر ويقرّ بالمبادلات بين مختلف الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية والبيئية للاستدامة وداخلها، وبين القطاعات أيضاً، باختلاف الزمان والمكان، في إطار عملية مستمرة التطوّر.

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2014.

بنية هذا التقرير

تعمد نسخة هذا العام من حالة الأغذية والزراعة إلى استكشاف العلاقات بين تغير المناخ والزراعة والأمن الغذائي بشكل تفصيلي، وإلى وصف الطريقة التي يمكن من خلالها لقطاعات الزراعة أن تستجيب على نحو فعّال إلى تغيّر المناخ من خلال التكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره. كما أن سلسلة الإمداد بالأغذية بكاملها، من المنتج إلى المستهلك، تتأثر بتغيّر المناخ، وتساهم فيه، إلى درجة أكبر أحياناً من الزراعة الأولية بحدّ ذاتها. غير أن هذا التقرير يركز بصورة رئيسية على قطاعات الزراعة الأوّلية أي المحاصيل والثروة الحيوانية ومصايد الأسماك والغابات. ويُنظَّم الجزء الباقي من هذا التقرير على النحو التالي:

يستعرض **الفصل 2** القرائن المستندة إلى التجربة للآثار الحالية والمتوقعة لتغيّر المناخ على قطاعات الزراعة والأمن الغذائي والتغذية في أنحاء مختلفة من العالم في ظلّ سيناريوهات مختلفة للاحترار العالمي. ويُجري أيضاً تقييماً لكيفية ومدى مساهمة الإنتاج الزراعي والنظم الغذائية في تغيّر المناخ.

ويبحث **الفصل 3** في التحدي الخاص المتصل بالتكيف مع تغيّر المناخ في الزراعة الأسرية الصغيرة النطاق ونظم الإنتاج الصغيرة النطاق. ويقترح مسارات ممكنة للأسر الزراعية ولأطراف آخرين يعتمدون على هذه النظم لتعزيز قدرتهم على الصمود من خلال استراتيجيات التكيف والتنويع التي تحسّن أيضاً سبل عيشهم وتساهم بالتالي في القضاء على الجوع والفقر في الأرياف.

أمّا **الفصل 4** فيناقش كيفية استجابة قطاعات الزراعة إلى تغيّر المناخ من أجل تحقيق الأمن الغذائي وضمان استقرار المناخ. وترمي الاستجابات الرئيسية إلى الحدّ من كثافة الانبعاثات في النظم الزراعية والغذائية، وتعظيم المنافع المشتركة المتأتية من جهود التكيّف وتخفيف الآثار، من خلال إدارة أفضل لدورات الكربون والنتروجين، وزيادة الكفاءة في استخدام الموارد، وصون المشاهد الطبيعية الغنية بالكربون، والتدابير لتعزيز القدرة على الصمود- ومن جهة الطلب- تخفيض الفواقد من الأغذية وإدخال تحسينات على النظم الغذائية.

ويناقش **الفصل 5** تصميم السياسات لضمان استجابة فعالة لتغير المناخ من جانب الحكومات وأصحاب المصلحة في القطاع الزراعي، في حين يعرض **الفصل 6** لسبل تعزيز تمويل المناخ - وتمويل التنمية بشكل أوسع - لدعم أهداف التكيّف والتخفيف من الآثار في الزراعة.

الفصل 2

المناخ الزراعة والأمن الغذائي: نظرة عن كثب إلى الروابط

سيام ريب، كمبوديا
إدارة الموارد الطبيعية التشاركية
في منطقة تونلي ساب.
©FAO/J. Thompson

تيروخادا، بنغلاديش
يمكن للغمر العمدي لحقول الأرز أن يزيد من منتوجيتها والحد من ضعف المزارعين للجفاف والفيضانات والأمواج المدّية.
©FAO/M. Zaman

الرسائل الرئيسية

1. **يتوقع من الآن وحتى عام 2030 تقريباً أن يؤدي الاحترار العالمي إلى مكاسب وخسائر** في إنتاجية المحاصيل والثروة الحيوانية ومصايد الأسماك والغابات، رهنا بالأماكن والظروف.

2. **بعد عام 2030**، يُتوقع أن تصبح **الآثار السلبية لتغيّر المناخ على المحاصيل الزراعية** أكثر حدة في جميع المناطق.

3. **وفي المناطق الاستوائية النامية**، تؤثر الآثار السلبية فعلا في سبل كسب العيش والأمن الغذائي للأسر والمجتمعات المحلية.

4. **ونظراً إلى أن الزراعة واستخدام الأراضي والحراجة** أنشطة تسهم بشكل كبير في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، فهي تنطوي بالتالي على إمكانيات للتخفيف من هذه الانبعاثات.

الفصل 2

المناخ الزراعة والأمن الغذائي: نظرة عن كثب إلى الروابط

ويتناول هذا الفصل بالتفصيل الروابط بين تغيّر المناخ والزراعة والأمن الغذائي. ويناقش الآثار الفيزيائية البيولوجية لتغيّر المناخ على قطاعات الزراعة وكيفية تحوّلها إلى آثار اجتماعية واقتصادية لها تداعياتها على الأمن الغذائي والتغذية. ويستعرض الفصل كذلك كيفية إسهام انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وإزالتها بفضل قطاعات الزراعة في تغيّر المناخ. ويُستخلص من هذا الفصل أنه يتعين على قطاعات الزراعة أن تتكيّف مع تغيّر المناخ من خلال بناء القدرة على مواجهته وأن تُسهم في الوقت عينه بالتخفيف من وقع تغيّر المناخ. ■

الآثار المتتالية من المناخ إلى الناس

يؤكد تقرير التقييم الخامس الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ الاستنتاجات الرئيسية التي خلصت إليها تقاريرها السابقة عن تطوّر المناخ في العالم والتغيرات المتوقعة، كارتفاع درجات الحرارة والتقلب في هطول الأمطار والظواهر المناخية المتطرفة، والآثار الفيزيائية البيولوجية الرئيسية للاحترار العالمي، كارتفاع منسوب البحار وتحمّض المحيطات وانخفاض مدى الأنهار الجليدية وتدهور النظم الإيكولوجية وزيادة مخاطر الحرائق وتفشي الآفات الحشرية. وإضافةً إلى تقديم فهم أفضل من ذي قبل للتغيّرات المحتملة في هطول الأمطار، يستخدم التقرير التحسينات في نمذجة البيانات وجمعها لإصدار توقعات متوسطة الأجل. ويمكن اليوم بناءً على ذلك عزو الآثار المتلاحقة لتغيّر المناخ عبر سلسلة من الأدلة من المناخ المادي مروراً بالنُظم المتوسطة وصولاً إلى الناس (Kirtman وآخرون، 2014).

ويؤثر تغيّر المناخ تأثيراً بالغاً على ظروف تنفيذ الأنشطة الزراعية. وتكيّفت النباتات والحيوانات والنُظم الإيكولوجية في كل منطقة من العالم مع الظروف المناخية السائدة. ونظراً إلى أن هذه الظروف تتغيّر، فهي ستتأثر بطرق يصعب التنبؤ بها بدقة. ويوثّق العديد من الدراسات الآثار الفيزيائية البيولوجية للتغيّرات المحتملة، لا سيما على النُظم الإيكولوجية الزراعية (الإطار 5). وتتراوح الآثار بين انخفاض الغلات وتزايد تقلبها، وانتقال المحاصيل وخسارة التنوع البيولوجي الزراعي وخدمات النظم الإيكولوجية. ويُتوقع أن تكون أغلبية آثار تغيّر المناخ على الزراعة سلبية. وستتأثر جميع قطاعات الزراعة، أي المحاصيل والمواشي ومصايد الأسماك والحراجة بطرق مختلفة.

بات تغيّر المناخ يؤثر على قطاعات الزراعة في أجزاء عدة من العالم وستتفاقم آثاره في السنوات والعقود المقبلة. وتشير مجموعة واسعة من الأدلة إلى انتشار نتائج سلبية وانخفاض إنتاجية الكثير من النُظم الزراعية وانقراض بعض أنواع النباتات والحيوانات. وسيكون لهذه التغيّرات آثار مباشرة على الإنتاج الزراعي، ستتسبب في تداعيات اقتصادية واجتماعية وتؤثر في نهاية المطاف على الأمن الغذائي (الشكل 3). وستُنقل الآثار عبر قنوات مختلفة فتؤثر على الأمن الغذائي في أبعاده الاربعة: الحصول على الغذاء وتوفره واستخدامه واستقراره. وفي كل مرحلة من مراحل سلسلة الانتقال، ستُقدّر حدة الآثار بالصدمة نفسها وبحالة ضعف النظام والمجموعة السكانية المعرّضة للإجهاد (منظمة الأغذية والزراعة، 2016 (أ)). ■

الإطار 5

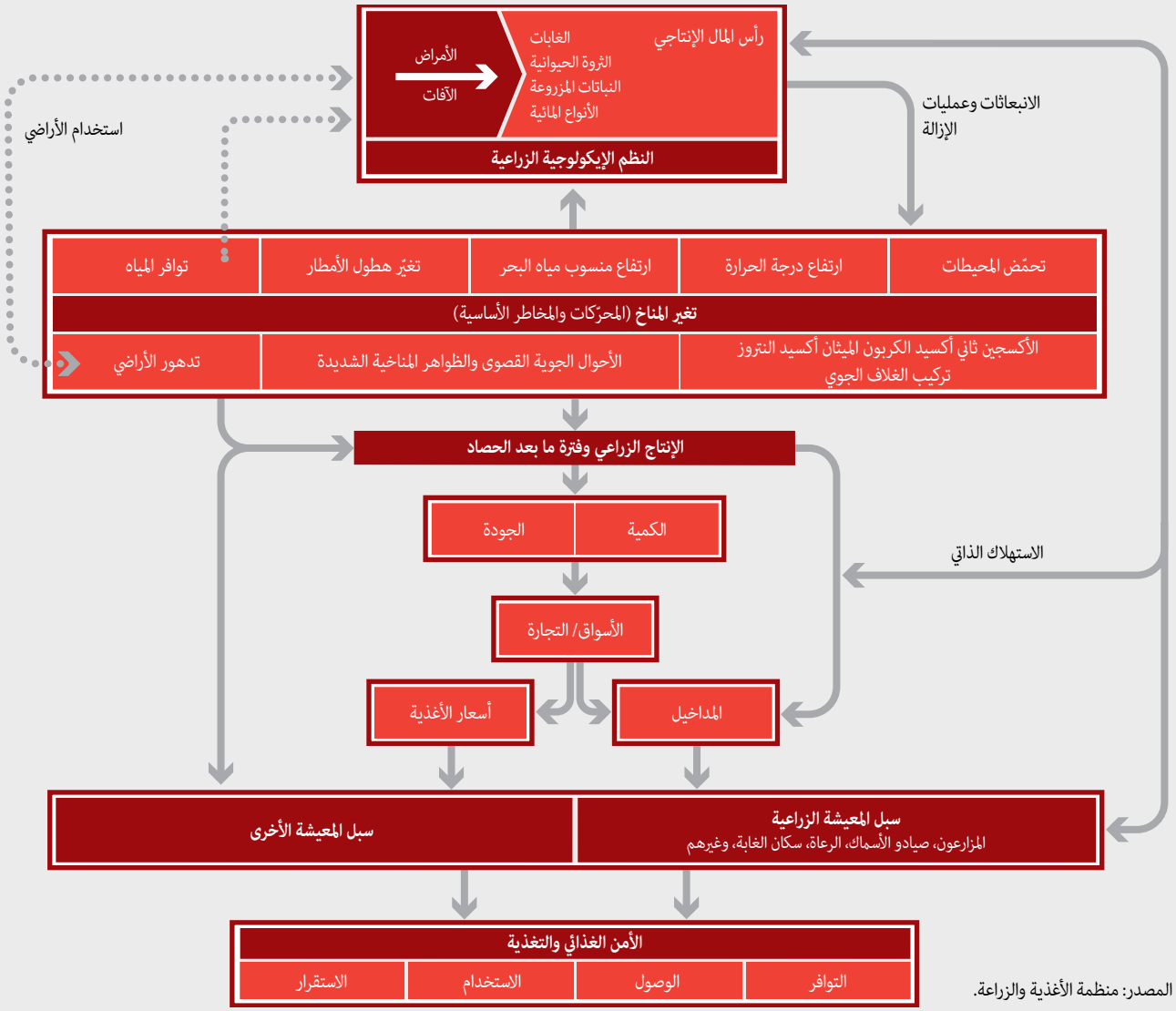
ملخص آثار تغيّر المناخ على الزراعة

- تنامي تواتر وحدة الظواهر المناخية المتطرفة كموجات الحر والجفاف والفيضانات التي تؤدي إلى فقدان البنى التحتية الزراعية وسبل كسب العيش
- اضمحلال موارد المياه العذبة الذي يؤدي إلى نُدرة المياه في المناطق الصالحة للزراعة.
- ارتفاع منسوب البحار وحدوث فيضانات ساحلية تؤدي إلى تملّح الأراضي والمياه وتشكّل خطراً على مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية.
- مشاكل في نظافة المياه والأغذية وفي الصرف الصحي.
- حدوث تغييرات في تدفقات المياه تؤثر على مصايد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية.
- ارتفاع درجات الحرارة ونُدرة المياه التي تؤثر على فيزيولوجية النباتات والحيوانات وإنتاجيتها.
- آثار مفيدة على إنتاج المحاصيل من خلال «التخصيب» بثاني أكسيد الكربون.
- آثار ضارة لارتفاع طبقة الأوزون التروبوسفيري على غلّات المحاصيل.
- تغيّرات في الأمراض التي تصيب النباتات والمواشي والأسماك وفي أنواع الآفات.
- أضرار على الغابات والمواشي ومصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية.
- تحمّض المحيطات وانقراض أنواع من الأسماك.

المصادر: نص نُقل عن Tirado وآخرين (2010) وحُدّث استناداً إلىPorter وآخرين (2014) وفريق الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي والتغذية (2012) والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ (2014).

الشكل 3

مسارات التأثير: من تغيّر المناخ إلى الأمن الغذائي



المصدر: منظمة الأغذية والزراعة.

الآثار على الزراعة

يؤثر تغيّر المناخ على قطاعات الزراعة بأشكال متعددة تختلف من منطقة لأخرى (الجدول 2). فعلى سبيل المثال، يزيد تغيّر المناخ من درجات الحرارة وتقلب هطول الأمطار ويقلّص القدرة على التنبؤ بأنماط الطقس الموسمي ويزيد من تواتر وحدة الظواهر المناخية المتطرفة كالفيضانات والأعاصير والأعاصير الاستوائية (الهوريكان). ويتوقع أن تواجه بعض المناطق موجات جفاف مطوّلة ونقصاً في المياه. وسيؤثر انتشار انصهار جبال الجليد والغطاء الثلجي في السلاسل الجبلية الرئيسية، ولا سيما في آسيا، على حجم تدفقات المياه وتوقيتها، ما سيحدّ في نهاية المطاف من توفر مياه الري في أسفل المسار. ويؤدى ارتفاع درجات الحرارة إلى تغيّرات في أماكن ظهور الآفات والأمراض ومدى انتشارها. وحتى الاحترار الطفيف يؤدي إلى تراجع الغلات في مناطق خطوط العرض المنخفضة. وستؤثر زيادة تواتر وحدة الظواهر المناخية المتطرفة، كظاهرة النينيو – التذبذب الجنوبي، بشكل متزايد على أنماط المناخ وإنتاج المواد الغذائية (الإطار 6).

المحاصيل

قد يتمثّل أثر تغيّر المناخ على غلاّت معظم المحاصيل الرئيسية في مسألة الأمن الغذائي التي شكّلت مادة أغلبية الدراسات. وتضم المؤلفات العديدة التي تتناول الآثار المرصودة والمتوقعة على الغلاّت أكثر من عقدين من العمل منذ أن أنجز Rosenzweig وParry (1994) تقييماً عالمياً للأثر المحتمل لتغيّر المناخ على الإمدادات الغذائية العالمية؛ وتشمل بعض الدراسات الرئيسية الأخرى دراسة Parry وRosenzweig وLivermore، (2005)، وCline (2007)، والبنك الدولي (2010)، وRosenzweig وآخرين، (2014). وتقتصر أغلبية الدراسات على المحاصيل الرئيسية، وتبقى المعلومات عن أثر تغيّر المناخ على العديد من المحاصيل المهمة الأخرى قليلة.

وتبدو آثار التوجهات المناخية السابقة على الانتاج المحصولي المرصودة بديهية في العديد من مناطق العالم (Porter وآخرون، 2014)، وانعكاساتها السلبية أكثر من الإيجابية. وثمة أدلة على أن تغيّر المناخ قد أثّر سلباً على غلاّت القمح والذرة. وتشير التقديرات التي تتردد على نطاق واسع إلى أن الفترة الممتدة بين 1980 و2008 شهدت انخفاضاً في غلاّت القمح بنسبة 5,5 في المائة والذرة بنسبة 3,8 في المائة على مستوى العالم، مقارنةً بالمستويات التي كانت ستبلغها لو ظل المناخ مستقراً (Lobell و Schlenker وCosta-Roberts، 2011).

ويتعذّر التنبؤ بدقة بالآثار المستقبلية لتغيّر المناخ على غلات المحاصيل، وهي ستتوقف على عوامل عدة. وهي تشمل درجات الحرارة وأنماط الهطول والتخصيب بثاني أكسيد الكربون؛ والتغييرات في النظم الإيكولوجية الزراعية (على سبيل المثال من خلال فقدان الملقحات وزيادة تفشي الآفات والأمراض)؛ والاستجابات التكيفية للنظم البشرية. وأوضحت آثار تغيّر درجات الحرارة معروفة جيداً حتى درجات الحرارة المثلى لنمو المحاصيل؛ لكن المعرفة بها أقل بكثير بالنسبة إلى درجات الحرارة التي تفوق الدرجات المثلى تلك. وأكّدت النتائج الأخيرة الآثار الضارة لارتفاع الأوزون التروبوسفيري على المحاصيل، إذ تراوحت تقديرات الخسائر بالنسبة إلى فول الصويا بين 8,5 و14 في المائة، والقمح بين 3,9 و15 في المائة، والذرة بين 2,2 و5,5 في المائة (Porter وآخرون، 2014). ويصعب كذلك تقدير آثار عديدة أخرى محتملة لتغيّر المناخ على عمل النظم الإيكولوجية، كالتوازن بين المحاصيل والآفات والآثار على الملقّحات، وهي لا تؤخذ في الحسبان في النماذج المستخدمة لرسم التوقعات بالنسبة لغلات المحاصيل.

ويمكن أن تكون للمناخ المتغيّر في حدود معينة آثار إيجابية وآثار سلبية على المحاصيل. وبالفعل، فإن ارتفاع درجات الحرارة ومعدلات ثاني أكسيد الكربون في الجو قد يعود بالفائدة على بعض المحاصيل في بعض الأماكن. فمحاصيل القمح وفول الصويا قد ترتفع مع ارتفاع تركّز ثاني أكسيد الكربون في ظل درجات حرارة مثلى. لكن وفي حين تتغيّر التوقعات بالنسبة للغلات المستقبلية وفق السيناريو أو النموذج أو النطاق الزمني المستخدم، فثمة اتساق في أبرز توجهات التغيير: تتضرر الغلات في المناطق الاستوائية أكثر من المناطق الواقعة على خطوط العرض الأعلى، وتكون الآثار أكثر شدة مع زيادة الاحترار (Porter وآخرون، 2014).

والمهم أن تقرير التقييم الخامس الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية يقدّم أدلة جديدة تفيد أنه من المتوقع أن تنخفض غلات المحاصيل في مناطق تعاني أصلاً من انعدام الأمن الغذائي. ويقدّم التقرير تقديرات

متوقعة للتغيرات في غلات المحاصيل بسبب تغيّر المناخ خلال القرن الحادي والعشرين (الشكل 4). والبيانات المستخدمة تشمل نتائج 91 دراسة تضم 722 1 تقديراً للتغيرات في غلات المحاصيل أعدّها Challinor وآخرون في عام 2014. وتختلف الدراسات كثيراً من حيث الإطار الزمني ونماذج المحاصيل والمناخ ومعدلات الانبعاثات. وتضم بعض الدراسات آثار تدابير التكّيف بينما لا يتطرق غيرها إلى هذا الموضوع. وتختلف كذلك النطاقات والتغطية الجغرافية إذ تتناول بعض التقديرات مناطق محلية بينما تتطرق أخرى إلى مناطق وطنية أو إقليمية أو عالمية.

ورغم عدم تجانس الدراسات، فإن توقعاتها البعيدة المدى تشير بوضوح إلى أن النتائج السلبية هي الراجحة. فهي تظهر أن الآثار الإيجابية على الغلات، على المدى المتوسط، أي حتى عام 2030، يمكن أن تعادل الآثار السلبية على مستوى العالم، وأن سلبية التوازن ستتنامى بعد هذا التاريخ مع تسارع تغيّر المناخ. وتبيّن البيانات أيضا أن الآثار المرتقبة لتغيّر المناخ على غلات الذرة والقمح والأرز ستكون أكثر تواتراً في المناطق الاستوائية مقارنةً بالمناطق المعتدلة في النصف الثاني من القرن الحادي والعشرين. لكن غلات المحاصيل قد تتراجع في مواقع عديدة من المناطق المعتدلة أيضاً (Porter وآخرون، 2014 وChallinor وآخرون، 2014).

وإن تحليلا آخر لنفس للبيانات، أجرته المنظمة لغرض هذا التقرير، يبيّن وجود أنماط مختلفة نسبياً بين الدول النامية والدول المتقدمة. ففي البلدان النامية، يظهر أن أغلبية تقديرات الآثار على غلات المحاصيل سلبية، مع تزايد حصة التقديرات السلبية في المستقبل حسبما تتوقعه الدراسة (الشكل 5). ومقارنةً بالبلدان النامية، تشير التقديرات المتعلقة بالبلدان المتقدمة إلى حصة أكبر بكثير من التغييرات الإيجابية المحتملة (الشكل 6).[2]

وترد تقديرات أخرى لأثر تغيّر المناخ على غلات المحاصيل في الدراسة الموحّدة التي أجريت مؤخراً في إطار مشروع مقارنة النمذجة الزراعية وتحسينها ومشروع مقارنة نمذجة الأثر المشترك بين القطاعات. وهي تشير إلى آثار مأساوية بعيدة المدى، مقارنة بعالم دون تغير للمناخ وفي حال عدم التخفيف من حدة تغيّر المناخ[3]. ويتراوح الأثر على الغلات بحلول عام 2100 في ظل سيناريوهات مناخية عالية الانبعاثات بين -20 و-45 في المائة للذرة، وبين-5 و-50 في المائة للقمح، وبين -20 و-30 في المائة للأرز، وبين -30 و-60 في المائة لفول الصويا (Rosenzweig وآخرون، 2013). وانطلاقاً من افتراض الفعالية التامة للتخصيب بثاني أكسيد الكربون، تنخفض آثار تغيّر المناخ على الغلات إلى نسب تتراوح بين -10 و-35 في المائة للذرة، وبين +5 و-15 في المائة للقمح، وبين -5 و-20 للأرز، وبين 0 و-30 في المائة لفول الصويا. وإن أُخذت القيود على إمكانية الحصول على النيتروجين في الاعتبار بشكل واضح، تستفيد المحاصيل بنسبة أقل من التخصيب بثاني أكسيد الكربون وتتضخم الآثار السلبية للمناخ (Müller وElliott، 2015).

الثروة الحيوانية

يؤثر تغيّر المناخ على إنتاج الثروة الحيوانية بطرق مختلفة، مباشرة وغير مباشرة (الجدول 2). وتخص الآثار الأكثر أهمية إنتاجية الحيوانات وصحتها والتنوع البيولوجي ونوعية وكمية إمدادات الأعلاف وقدرات المراعي. ويؤدي تنامي تقلب هطول الأمطار إلى نقص في مياه الشرب وتنامي وقوع الآفات والأمراض التي تصيب الثروة الحيوانية، وإلى تغييرات في توزيعها وانتقالها. ويؤثر تقلب هطول الأمطار كذلك على تركيب أصناف المراعي وغلاتها وعلى نوعية الأعلاف.

وتتسبب درجات الحرارة المرتفعة في إجهاد حراري لدى الحيوانات له مجموعة من التداعيات السلبية منها: انخفاض متناول العلف وإنتاجيته، وانخفاض معدلات التكاثر وارتفاع معدلات النفوق.

يتبع في الصفحة 28 »

2 تتوفر في مجموعات قواعد البيانات المحللة تقديرات أكثر للدول النامية منها للدول المتقدمة. ومن ضمن المناطق النامية، يخصّ العدد الأكبر من التقديرات مواقع في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، تليها منطقة شرق آسيا والمحيط الهادئ، وجنوب آسيا. ويتوفر جزء أصغر من التقديرات لمواقع في أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي وشمال أفريقيا وشرق آسيا. وفي ما يخص المحاصيل، تتناول أغلبية التقديرات محاصيل الذرة أو القمح، يليها الأرز وفول الصويا. وعدد التقديرات لفترة 2090-2109 محدود جداً لمعظم مجموعات البلدان: خمسة توقعات فقط للبلدان المتقدمة و16 للبلدان النامية؛ وتشير جميع التوقعات المتعلقة بالبلدان النامية إلى أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى إلى انخفاض في غلات المحاصيل يفوق نسبة 10 في المائة. لكن هذه التوقعات مستقاة من دراستين فقط.

3 إنّ مشروع مقارنة النماذج الزراعية وتحسينها هو إطار يربط بين المناخ والمحاصيل والثروة الحيوانية والنُظم الاقتصادية. ويوفر المشروع تحاليل على نطاقات حقلية إلى إقليمية ويشمل محاكاة تضم اختبارات موجّهة للحساسية إزاء المناخ وسيناريوهات لتغيّر المناخ. وساعدت بروتوكولات مشروع مقارنة النمذجة الزراعية وتحسينها في تقليص انعدام اليقين وفهم أسباب الاختلاف بين نتائج النمذجة وتوقعات آثار تغيّر المناخ على الأمن الغذائي.

الجدول 2

آثار محتملة مختارة لتغير المناخ

	أمريكا الشمالية	أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي	أوروبا
المحاصيل والثروة الحيوانية	◄ ستنخفض غلات المحاصيل الرئيسة بصورة ضئيلة بحلول منتصف القرن، وبصورة حادة بحلول العام 2100 ◄ يشجّع المناخ إنتاج الفاكهة في منطقة البحيرات العظمى، بينما يهدد الإجهاد الحراري في أواخر الموسم غلات فول الصويا الأمريكي ◄ يحد انخفاض معدل سقوط الأمطار من توافر المياه مع ارتفاع الطلب على الرّي ◄ يؤدي الإجهاد الحراري والأعلاف الأقل جودة إلى تراجع كل من إنتاج الحليب وزيادة وزن الماشية	◄ ترتفع إنتاجية فول الصويا والقمح والمراعي في المناطق المعتدلة ◄ تؤدي التربة الجافة والإجهاد الحراري إلى تخفيض الإنتاجية في المناطق المدارية وشبه المدارية ◄ يزداد التملّح والتصحّر في المناطق القاحلة في شيلي والبرازيل ◄ تواجه الزراعة البعلية في المناطق شبه القاحلة خسائر أكبر في المحاصيل	◄ تستفيد المناطق المعتدلة والقطبية من التغيّرات ◄ تصبح المنافع الأولية في البلدان الواقعة في خطوط العرض المتوسطة، سلبية مع ارتفاع درجات الحرارة ◄ يرتفع التقلب الناجم عن المناخ في إنتاج القمح في أوروبا الجنوبية والوسطى ◄ تزيد درجات الحرارة المرتفعة والرطوبة من خطر نفوق الماشية
مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية	◄ تتّجه العديد من أنواع الأسماك في المياه الدافئة والباردة نحو المناطق الواقعة في خطوط العرض الأعلى ◄ تشهد المياه العذبة في القطب الشمالي أعلى نسبة احترار وأشد الآثار سلبية ◄ تزيد المياه الأكثر دفئاً والأقل جودة من مخاطر الأمراض على الحيتانيات في شمال المحيط الأطلسي وعلى الشعب المرجانية المدارية	◄ ينخفض الإنتاج الأولي في المناطق المدارية من المحيط الهادئ، وتتّجه بعض الأنواع جنوباً ◄ إن العواصف والأعاصير والأعاصير الحلزونية الأكثر تواتراً تضرّ بتربية الأحياء المائية والصيد في البحر الكاريبي ◄ تحدث تغيّرات في صفات أنواع الأسماك في المياه العذبة، وتنهار نظم الشعب المرجانية	◄ يدفع الاحترار ببعض تجمّعات الأسماك إلى التوجه شمالاً أو نحو المياه الأعمق ◄ تؤدي الأنواع المدارية الغازية إلى تغيير النظم الإيكولوجية الساحلية في البحار شبه المغلقة في جنوب أوروبا ◄ تتأثّر تربية الأحياء المائية بارتفاع منسوب مياه البحر، والتحمّض، وارتفاع درجات الحرارة
الحراجة	◄ تزداد الأضرار التي تلحقها الآفات في غابات الصنوبر مع ارتفاع درجات الحرارة في فصل الربيع ◄ تزيد فصول الصيف الأكثر دفئاً من خطر نشوب حرائق الغابات بنسبة تصل إلى 30 في المائة ◄ تعزز فصول الشتاء الأكثر دفئاً ظهور خنافس اللحاء المسؤولة عن اختفاء الغابات	◄ تتأثر الغابات المدارية بالتغيّرات الحاصلة في توافر المياه والتسميد المشبّع بثاني أكسيد الكربون بصورة أكبر قياسا إلى التغيّرات في درجات الحرارة ◄ يتزايد خطر نشوب الحرائق بصورة متكررة وفقدان الغابات و«تحوّلها إلى سافانا» في الأمازون ◄ 40 في المائة من الأنواع في غابات المنغروف في أمريكا الوسطى، مهدد بالانقراض	◄ يؤدي ارتفاع درجات الحرارة ومستويات ثاني أكسيد الكربون الجوي في أوروبا الشمالية والمطلّة على المحيط الأطلسي إلى تعزيز نمو الغابات وإنتاج الخشب ◄ تحلّ الأجمة بصورة متزايدة محل الأشجار في جنوب أوروبا ◄ تؤدي الزيادة في نشوب الحرائق الجامحة إلى زيادة ملحوظة في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري

المصادر: مجمّعة من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (2007، 2014) ومنظمة الأغذية والزراعة (2011، 2016ج)

- إن الآثار العامة على غلات الحبوب، لا سيما الذرة، سلبية في مختلف أنحاء الإقليم
- يتزايد تواتر السنوات الشديدة الجفاف والمطر
- معظم مناطق الجنوب الأفريقي جافة، ولكن يزداد تساقط الأمطار في شرق أفريقيا وغربها
- يؤدي تدهور الأراضي الرعوية والجفاف في منطقة الساحل إلى تراجع إنتاجية الأعلاف

- يهدد ارتفاع درجات الحرارة إنتاج القمح في شمال أفريقيا وغلات الذرة في مختلف أنحاء الإقليم
- يشهد توافر المياه تراجعا عاما ولكنه يزداد بصورة ضئيلة في السودان والصومال والجزء الجنوبي من مصر
- يؤدي ارتفاع درجات الحرارة في المناطق الواقعة في خطوط العرض المتوسطة إلى إثراء المراعي وزيادة إنتاج الثروة الحيوانية
- تأتي فصول الشتاء الأكثر دفئاً بالفائدة على الثروة الحيوانية، ولكن الإجهاد الحراري في فصل الصيف يترك آثاراً سلبيةً

- تنتقل المناطق الزراعية باتجاه الشمال مع تراجع توافر المياه العذبة في جنوب آسيا وشرقها وجنوب شرقها
- يؤدي ارتفاع درجات الحرارة خلال مراحل النمو الحاسمة إلى تراجع غلات الأرز في جزءٍ كبير من القارة
- يزداد الطلب على مياه الرّي بشكل ملحوظ في المناطق القاحلة وشبه القاحلة
- يحد الإجهاد الحراري من زيادة عدد رؤوس الماشية

- في نيوزيلندا، سترتفع غلات القمح ارتفاعاً طفيفاً ولكن الإنتاج الحيواني سيتراجع بحلول العام 2030
- في أستراليا، يؤدي تدهور التربة وندرة المياه والأعشاب إلى انخفاض إنتاجية المراعي
- في جزر المحيط الهادئ، يواجه المزارعون فترات جفاف أطول وأمطاراً أكثر غزارة
- يزيد ارتفاع درجات الحرارة من احتياجات قصب السكر من المياه

- يمثّل ارتفاع منسوب مياه البحر تهديداً للأراضي الساحلية، لا سيما في غرب أفريقيا
- بحلول العام 2050، سيؤدي تراجع إنتاج مصايد الأسماك في غرب أفريقيا إلى تخفيض العمالة في القطاع بنسبة 50 في المائة
- تتأثر مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية في شرق أفريقيا بالاحترار والعجز في الأوكسجين والتحمّض والعوامل الممرضة
- تؤثر التغيّرات الحاصلة على طول السواحل ومناطق الدلتا (مثل نفوق الشعب المرجانية) في الإنتاجية

- يتواصل تراجع الموارد المائية الصالحة للاستخدام في العديد من أحواض البحر الأبيض المتوسط والشرق الأدنى
- يساهم الاحترار في تعزيز الإنتاجية في بحر العرب
- تنخفض كميّة الصيد الممكنة بنسبة 50 في المائة في بعض أنحاء البحر الأبيض المتوسط والبحر الأحمر

- تؤثر الفيضانات الساحلية بشكل كبير على مصايد الأسماك الطبيعية وتربية الأحياء المائية في مصبّات الأنهار الكبيرة
- هناك تراجع عام في إنتاج مصايد الأسماك الساحلية وتزايد في مخاطر الظواهر المتطرفة في النظم المائية
- هناك إعادة توزيع لمصايد الأسماك الطبيعية البحرية، مع انخفاض أعدادها في المناطق المدارية
- تواجه تربية الأحياء المائية في المياه العذبة مخاطر كبيرة تتعلّق بندرة هذه المياه
- بحلول العام 2050، سينخفض وزن أجسام الأسماك البحرية بنسبة تصل إلى 24 في المائة

- تزيد التغيّرات في درجة حرارة المياه وتيّاراتها، من نطاق بعض أنواع الأسماك السطحية، وتقلّص من نطاق أنواع أخرى
- تؤثر التغيّرات في درجة حرارة المياه وتركيبتها الكيميائية بشدّة على مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية
- يؤدي تراجع المغذّيات إلى تخفيض أعداد القريدس على طول الساحل الشرقي لأستراليا
- تعاني الدول الجزرية الصغيرة الشديدة التعرّض والمعتمدة إلى حد كبير على مصايد الأسماك أشد المعاناة

- يؤثر قطع الغابات وتدهورها وحرائقها على الغابات بشكل عام
- يؤدي فقدان الغابات إلى تراجع الحياة البرّية ولحوم الطرائد، وغيرها من المنتجات الحرجية غير الخشبية
- تؤثر ندرة المياه أكثر من ارتفاع درجات الحرارة على نمو الغابات

- يؤدي استنفاد رطوبة التربة إلى خفض إنتاجية الأنواع الحرجية الرئيسة، وزيادة خطر نشوب الحرائق، وتغيير أنماط الآفات والأمراض
- في الشرق الأدنى، يؤدي تراجع هطول الأمطار في فصل الصيف إلى نقص حاد في المياه، ما يؤثر على نمو الغابات

- تنتقل الغابات الشمالية والغطاء النباتي في أعالي الجبال في هضبة التبت، نحو الشمال
- تتعرّض العديد من الأنواع الحرجية لخطر الانقراض نتيجةً لتغيّر المناخ وتجزئة الموائل
- هناك زيادة عامة في تواتر حرائق الغابات ونطاق انتشارها، وفي خطر ظهور الأنواع الغازية والآفات والأمراض

- تقابل الارتفاعات في الإنتاجية نتيجةً للتسميد المشبّع بثاني أكسيد الكربون، آثار ارتفاع درجات الحرارة وتراجع سقوط الأمطار
- تلحق الظواهر المناخية المتطرفة في المحيط الهادئ الضرر بغابات المانغروف

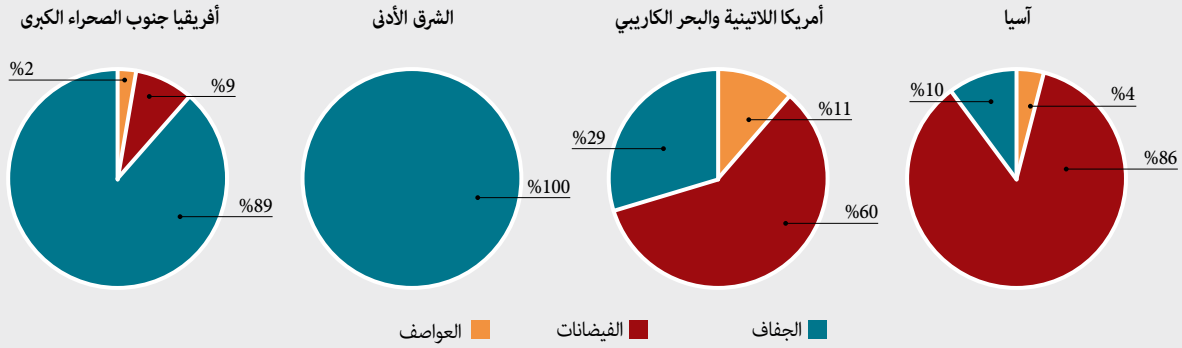
الإطار 6

آثار الظواهر المناخية المتطرفة

إن ظاهرة النينيو – التذبذب الجنوبي هي عبارة عن ارتفاع في درجات الحرارة السطحية في منطقة المحيط الهادئ الاستوائية يحدث مرة في فترة تتراوح بين عامين وسبعة أعوام ويستمر لفترة تتراوح بين 6 أشهر و24 شهراً. ويمكن أن تشمل آثار هذه الظاهرة ارتفاعاً حاداً في هطول الأمطار والأعاصير المدارية والجفاف وحرائق الغابات والفيضانات وغيرها من الظواهر المناخية المتطرفة في مختلف أنحاء العالم. وظاهرة النينيو الحالية هي واحدة من أشد ظواهر النينيو وأكثرها انتشاراً منذ 100 عام. وهي أضرت بإنتاج المحاصيل وتربية الحيوانات وسبل كسب العيش من الزراعة في جميع أرجاء الأرض، مهددة الأمن الغذائي وتغذية ما يقارب 60 مليون نسمة (منظمة الأغذية والزراعة، 2016 (ب)).

وللظواهر المناخية المتطرفة تداعيات كبيرة على الزراعة. وقدّرت دراسة أجرتها الفاو أن نسبة 25 في المائة من الأثر الاقتصادي الإجمالي للكوارث المرتبطة بالمناخ في البلدان النامية قد أصابت الزراعة في الفترة الممتدة بين عام 2003 و2013؛ وأن النسبة ترتفع إلى 84 في المائة حين تؤخذ ظاهرة الجفاف وحدها في الحسبان (منظمة الأغذية والزراعة، 2015). وتتفاوت أنواع المخاطر تفاوتاً كبيرا بحسب الإقليم (انظر الشكل).

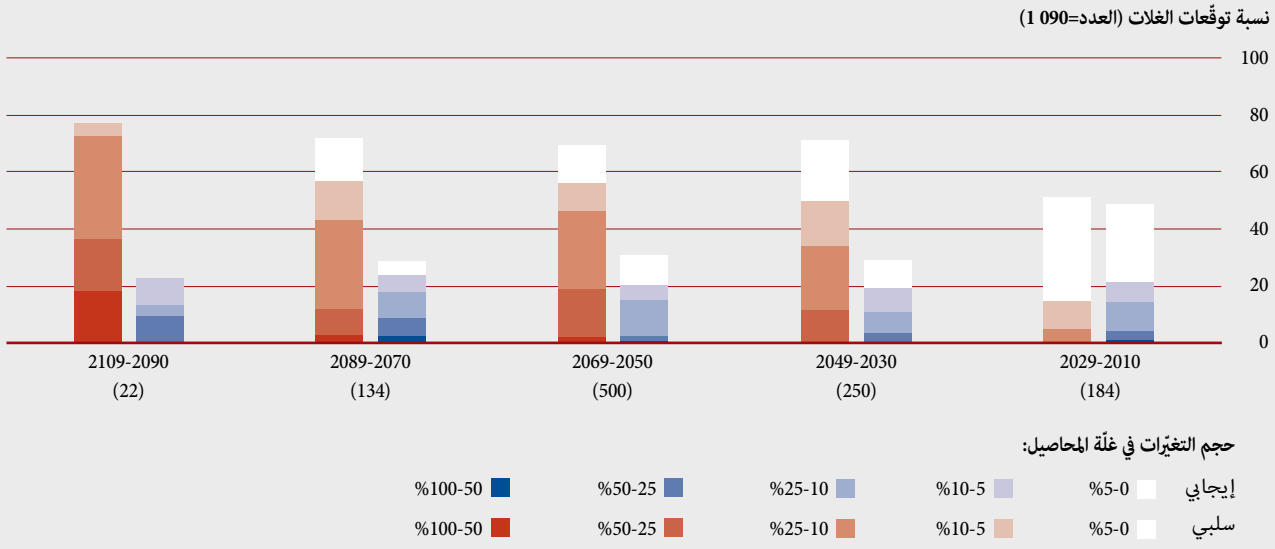
خسائر الإنتاج المحصولي والحيواني بعد الكوارث المتوسطة والواسعة النطاق المتّصلة بالمناخ وفق نوع الخطر، الفترة 2003–2013



المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2015.

الشكل 4

التغيّرات المتوقّعة في غلات المحاصيل في جميع المواقع في العالم بسبب تغيّر المناخ

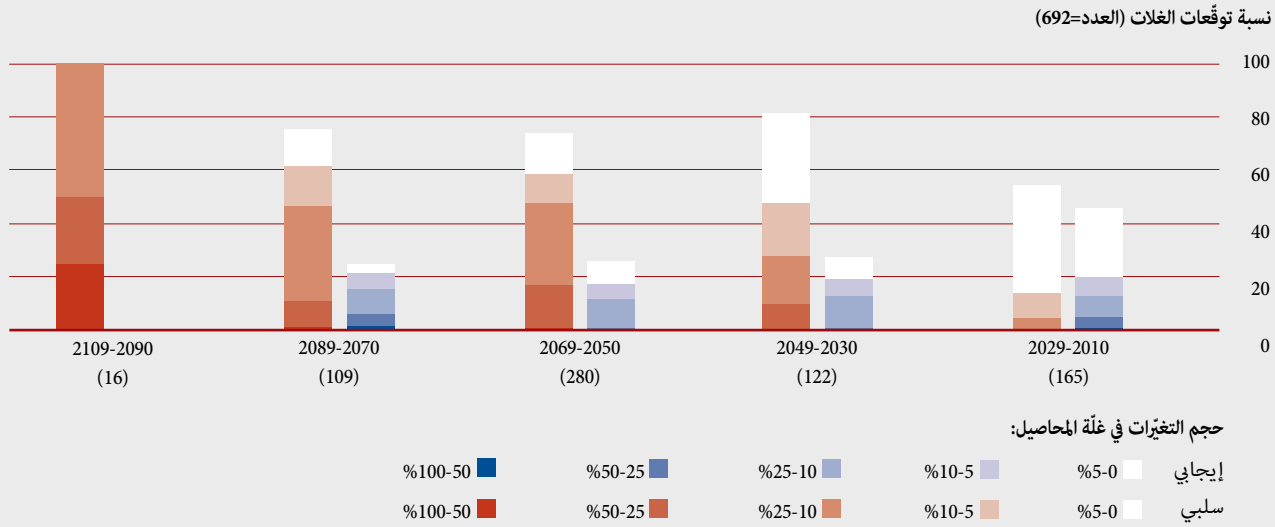


ملاحظة: يظهر عدد تقديرات التغيّرات في غلّة المحاصيل بين هلالين.

المصادر: البيانات هي نفسها المستخدمة في Porter وآخرين (2014) وChallinor وآخرين (2014). انظر الجدول ألف1- الملحق للاطلاع على التفاصيل. النسخة المحدّثة للبيانات متاحة في برنامج البحوث المعني بتغير المناخ والزراعة والأمن الغذائي، وجامعة ليدز (2016).

الشكل 5

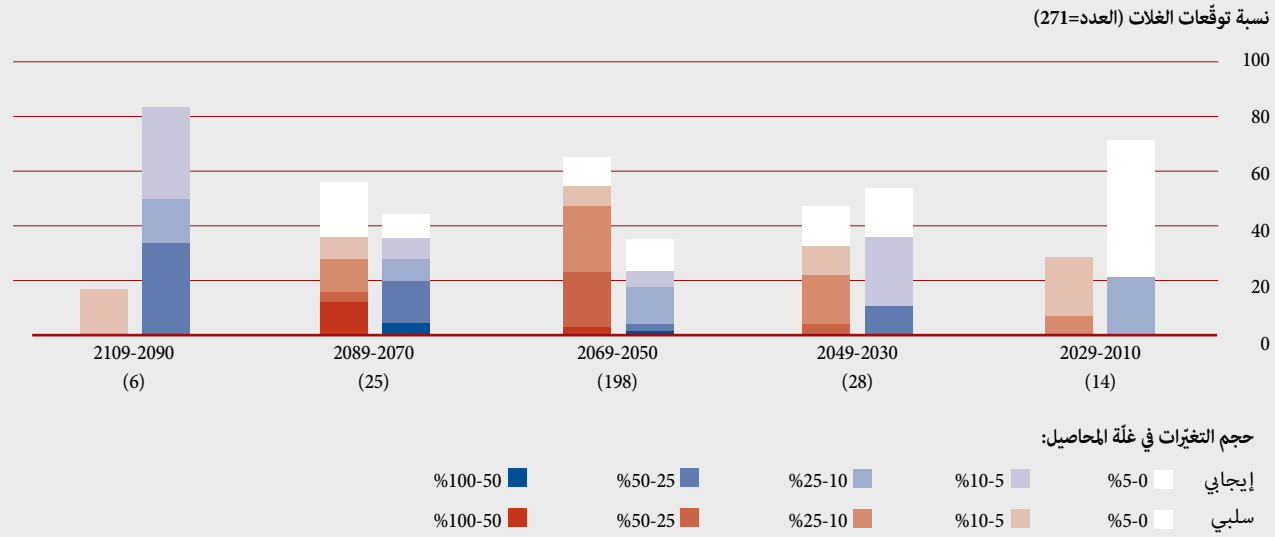
التغيّرات المتوقّعة في غلات المحاصيل في الأقاليم النامية بسبب تغيّر المناخ



ملاحظات: يظهر عدد تقديرات التغيّرات في غلّة المحاصيل بين هلالين. تشمل الأقاليم النامية كل المشاهدات من مواقع في أقاليم أفريقيا، وأمريكا اللاتينية، وأوسيانيا، وكل أنحاء آسيا غير آسيا الوسطى. انظر الجدول ألف1- الملحق للتفاصيل.
المصادر: انظر الشكل 4

الشكل 6

التغيّرات المتوقّعة في غلات المحاصيل في الأقاليم المتقدّمة بسبب تغيّر المناخ



ملاحظات: يظهر عدد تقديرات التغيّرات في غلّة المحاصيل بين هلالين. تشمل الأقاليم المتقدّمة كل المشاهدات من مواقع في أقاليم مثل أوروبا، وأمريكا الشمالية، والمنطقة الأسترالية الآسيوية. انظر الجدول ألف1- الملحق للتفاصيل.
المصادر: انظر الشكل 4

» تابع للصفحة 23

ويقلّص الإجهاد الحراري كذلك قدرة الحيوانات على مقاومة العوامل المُمرضة والطفيليات والنواقل (Thornton وآخرون، 2009؛ Niang وآخرون، 2014). وتؤثر عوامل إجهاد متعددة بشكل كبير في إنتاج الحيوانات وتكاثرها وحالة مناعتها. وكشف بحث أجري في الهند أن مزيجاً من عوامل الإجهاد المرتبطة بالمناخ على الأغنام، مثل الحرارة الشديدة وانخفاض المتناول الغذائي، يترك آثاراً حادة على آليات المواجهة البيولوجية لدى الحيوانات (Sejian وآخرون، 2012).

ويمكن الحد من آثار درجات الحرارة المرتفعة في وحدات الإنتاج المكّثف للأبقار والخنازير والطيور من خلال التحكّم في المناخ (Thornton وآخرون، 2009)، شريطة توافر السكن والطاقة المناسبين. لكن ظروف الجفاف المتوقعة في أراضي الرعي الواسعة في أفريقيا الجنوبية من شأنها أن تزيد من ندرة المياه في بوتسوانا. وتزيد تكاليف ضخ المياه من الآبار بنسبة 23 في المائة بحلول عام 2050. وفي الشرق الأدنى، من المرجّح أن يتفاقم انخفاض جودة الأعلاف وتآكل التربة وندرة المياه في أراضي الرعي شبه القاحلة (Turral وBurke وFaurès، 2011).

وآثار تغيّر المناخ على صحة الحيوانات موثّقة هي أيضاً، ولا سيما في ما يخص الأمراض التي تحملها النواقل، حيث أن ارتفاع درجات الحرارة يعزز بقاء النواقل والعوامل المُمرضة على قيد الحياة في فصل الشتاء. وفي أوروبا، يتوقع أن يزيد الاحترار من نشاط القراد ومن خطر الأمراض التي ينقلها في أشهر الخريف والشتاء (Gray وآخرون، 2009). وترتبط حالات تفشي مرض حمى الوادي المتصدع في شرق أفريقيا بتزايد تساقط الأمطار والفيضانات التي تسببها أحداث ظاهرة النينيو – التذبذب الجنوبي (Lancelot وde La Rocque وChevalier، 2008؛ Rosenthal، 2009؛ Porter وآخرون، 2014).

مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية

يُراكم تغيّر المناخ وتقلبيته والظواهر المناخية المتطرفة أخطاراً تُهدد استدامة مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية في البحار والمياه العذبة (الجدول 2). ومصايد الأسماك الصغيرة النطاق في المناطق الاستوائية والمناطق الأقل نمواً والمناطق الفقيرة معرّضة بشكل خاص لآثار تغيّر المناخ (Porter وآخرون، 2014). ومن المرجح أن تعاني نظم مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية من آثار أكبر مثل ارتفاع درجات الحرارة ونقص الأكسجين وارتفاع منسوب البحر وانخفاض الحموضة والتغييرات في أنماط الإنتاجية.

وأصبحت أصناف مختلفة من الأسماك تهاجر باتجاه القطبين. وتتنبأ النماذج القائمة على التغيّرات المتوقعة في الظروف البيئية وأنواع الموائل والإنتاج الأولي للسموم الحيوية بإعادة توزيع واسعة النطاق لإمكانيات المصيد العالمي من الأسماك البحرية، مع ارتفاع متوسط يتراوح بين 30 و70 في المائة في المناطق الواقعة على خطوط العرض المرتفعة وانخفاض قد يصل إلى 40 في المائة في المناطق الاستوائية (Cheung وآخرون، 2010). وإنتاج مصايد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية مهدد بالتغيرات في هطول الأمطار وإدارة المياه وزيادة الضغوط على موارد المياه العذبة وتواتر الظواهر المناخية المتطرفة وحدّتها (Brander، 2007؛ Porter وآخرون، 2014).

وسيتنامى الخطر على نظم الشعاب المرجانية التي تؤمن استمرار صنف من كل أربعة أصناف بحرية بسبب الضغط المزدوج المتأتي من ارتفاع درجات الحرارة وتحمض المحيطات. وتسببت تذبذبات درجة الحرارة السطحية بابيضاض المرجان وموته في محيط جزيرة فونيكس في جزر كيريباتي في فترة 2002-2003، ما أدى إلى تقلص الغطاء المرجاني بنسبة 60 في المائة تقريباً (Alling وآخرون، 2007؛ Obura وMangubhai، 2011). وفي أكتوبر/تشرين الأول 2015، أعلنت الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي في الولايات المتحدة الأمريكية الحدث العالمي الثالث لابيضاض المرجان؛ في حين وقع الحدثان السابقان في عامي 1998 و2010. وتشكل الصدمات العالمية هذه التي يسببها تغيّر المناخ مقرونة بظواهر كظاهرة النينيو، التهديد الأوسع والأضر على شعاب المرجان حول العالم (الإدارة الوطنية الأمريكية للمحيطات والغلاف الجوي، 2015).

الحراجة

يهدد تغيّر المناخ وتقلبه توفير مجموعة من السلع والخدمات البيئية الأساسية المتأتية من الغابات (الجدول 2). وتشمل هذه السلع والخدمات توفير الإمداد بمياه نظيفة وموثوقة، والحماية من الانهيارات

الأرضية والتآكل وتدهور الأراضي، وتوفير أو تعزيز موائل الحيوانات المائية والأرضية، وتوفير مجموعة من المنتجات الخشبية وغير الخشبية للاستخدام المنزلي أو للبيع وخلق فرص عمل.

وتشير دراسات حديثة إلى أن ارتفاع درجات الحرارة وتغيّرات هطول الأمطار تتسبب في مجموعة واسعة من النظم الحرجية بزيادة موت الأشجار بسبب الإجهاد الحراري والإجهاد الناجم عن الجفاف وتفشي الآفات (Allen وآخرون، 2010). وعرفت مناطق كثيرة من الغابات الشمالية تدنياً في إنتاجية الكتلة الأحيائية عُزي إلى الجفاف الناجم عن الاحترار (Williams وآخرون، 2013). ويتسبب الاحترار والجفاف، مقترنان بتدني الإنتاجية واضطراب الحشرات وما يسببه من تلف للأشجار، بتفاقم الاضطرابات الناجمة عن الحرائق (Settele وآخرون، 2014).

وكان التوجه العام في الغابات المعتدلة حتى زمن غير بعيد يتمثل في زيادة معدلات النمو بسبب مزيج من الزيادات في طول موسم النمو ومعدل ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي وترسّب النيتروجين وإدارة الغابات (Ciais وآخرون، 2008). وتتوقع النماذج أن ينتقل المجال المناخي المحتمل لأغلبية أصناف الأشجار نحو خطوط عرض أعلى ومناطق أكثر ارتفاعاً، بوتيرة أسرع مقارنةً بالهجرة الطبيعية.

وبالنسبة إلى الغابات الاستوائية، يكمن أحد أبرز أشكال انعدام اليقين في أثر التداعيات المباشرة لثاني أكسيد الكربون على التمثيل الضوئي والتبخر. وتضم الغابات الاستوائية الرطبة الكثير من الأصناف الشديدة التأثر بالجفاف والتلف الناجم عن الحرائق. بالإضافة إلى ذلك، ثمة أدلة على تنامي وتيرة الحرائق وحدتها في الكثير من الغابات، بما فيها غابات الأمازون، بسبب مزيج من تغيّر استخدام الأراضي والجفاف. فعوامل تغيّر المناخ وإزالة الغابات والتجزئة والحرائق والضغوط البشرية تضع جميع الغابات الاستوائية الجافة تقريباً في دائرة خطر الاستبدال أو التدهور (Miles وآخرون، 2006). وفي جنوب شرق آسيا، يتسبب تزايد التقلب السنوي لحرائق الغابات بسبب الجفاف الناجم عن ظاهرة النينيو بمخاطر صحية، وبفقدان التنوع البيولوجي وخدمات النظم الإيكولوجية (Marlier وآخرون، 2013). ■

الآثار المترتبة على الدخل وسبل كسب العيش

سيترجم أثر تغيّر المناخ على إنتاج القطاعات الزراعية وإنتاجيتها بآثار اقتصادية واجتماعية سلبية في معظمها ستكون لها تداعيات على الأبعاد الأربعة للأمن الغذائي. ويمكن أن يخفض تغيّر المناخ المداخيل على مستوى الأسر وعلى المستوى الوطني. ونظراً إلى اعتماد مئات آلاف الفقراء الكبير على الزراعة وانعدام أمن سكان الأرياف الغذائي، فإن الآثار المحتملة على المداخيل الزراعية، وانعكاساتها الواسعة النطاق على الاقتصاد في البلدان المنخفضة الدخل التي تعتمد بشكل كبير على الزراعة، تثير قلقاً بالغاً. وإذ يسهم تغيّر المناخ في تفاقم الفقر، فستكون له آثار سلبية كبيرة على الأمن الغذائي.

ولا يزال الكثير من انعدام اليقين يلفّ كيفية تطور تغيّر المناخ في المستقبل، وآثاره المحددة وسبل المواجهة المحتملة. ولا تتوقف التداعيات على البيئة والمجتمع على تفاعل نظام الكرة الأرضية مع تغيّرات تكوين الغلاف الجوي، بل كذلك على القوى التي تتسبب بهذه التغيّرات وعلى المواجهة البشرية كالتغيّرات في التكنولوجيا والاقتصادات ونمط العيش.

ويتطلب تقييم آثار تغيّر المناخ على الزراعة استخداماً متكاملاً لنماذج مناخية ومحصولية واقتصادية ليتسنى أخذ التفاعل مع تغيّر ظروف القطاع في الحسبان، بما في ذلك قرارات الإدارة وخيارات استخدام الأراضي والتجارة والأسعار الدولية، فضلاً عن المستهلكين. ولهذا السبب، أعدّت الأوساط المعنية ببحوث المناخ في العقدين الأخيرين مجموعة من السيناريوهات التي تصف مسارات مستقبلية محتملة وتمثل الكثير من قوى الدفع الرئيسية ذات الأهمية لتنوير سياسة مواجهة تغيّر المناخ.

واستُخدمت مجموعة متنوعة من هذه السيناريوهات لتحليل آثار تغيّر المناخ على النظم الإيكولوجية الزراعية وقطاعات الزراعة والتوجهات الاجتماعية والاقتصادية، والأمن الغذائي في نهاية المطاف.

ولتأمين تحليل أفضل وأكثر اتساقاً من ذي قبل للمناخ المستقبلي وآثاره، اعتمد تقرير التقييم الخامس الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ مجموعة من مسارات التركيز التمثيلية التي تعتبر سيناريوهات مناخية افتراضية قائمة على مدى اتساع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية السنوية. وساعدت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ في تحفيز إعداد مسارات اجتماعية واقتصادية مشتركة تصف مسارات مستقبلية بديلة للتنمية تستخدم إلى جانب مسارات التركيز التمثيلية لتحليل التفاعل بين تغيّر المناخ والعوامل الاجتماعية والاقتصادية (الإطار 7).

صاغ Nelson وآخرون، (2014) بروتوكولاً مشتركاً لمقارنة نتائج مجموعة من تسعة نماذج مناخية ومحصولية واقتصادية في إطار سيناريو مسار التركيز التمثيلي 8-5 (استمرار ارتفاع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في العالم خلال القرن الحادي والعشرين)، دون حساب تخصيب ثاني أكسيد الكربون للمحاصيل. ويقارن الكُتّاب بين آثار صدمة تغيّر المناخ الخارجية على غلات أربع مجموعات محصولية هي الحبوب الخشنة والبذور الزيتية والقمح والأرز، التي تمثّل حوالي 70 في المائة من مساحات حصاد المحاصيل العالمية. وينخفض متوسط الأثر الفيزيائي البيولوجي لصدمة تغيّر المناخ على الغلات بنسبة 17 في المائة. وتحوّل النماذج الاقتصادية أثر الصدمة إلى متغيّرات مواجهة. ويواجه المنتجون ارتفاع الأسعار المرتبط بالصدمة بتكثيف ممارسات الإدارة الذي يؤدي إلى انخفاض نهائي في متوسط تغيّر الغلات يصل إلى -11 في المائة، وإلى ارتفاع مساحة المحاصيل بمعدل متوسط يبلغ 11 في المائة.

ويؤدي اقتران انخفاض الغلات وارتفاع المساحة إلى انخفاض متوسط في الإنتاج بنسبة 2 في المائة فقط. وينخفض الاستهلاك ببطء ويبلغ متوسط انخفاضه 3 في المائة. وتنتفي التغيّرات في الحصص التجارية في بعض المناطق لكن حصة التجارة العالمية في الإنتاج العالمي ترتفع بنسبة 1 في المائة كمعدل. ويرتفع معدل أسعار المنتجين بنسبة 20 في المائة. وتوجهات أشكال المواجهة مشتركة بين جميع النماذج لكن حجمها يختلف كثيراً من نموذج لآخر ومن محصول لآخر ومن منطقة لأخرى. ورغم أن معدل انخفاض الاستهلاك يبقى منخفضاً نسبياً، يتوقع أن يزيد ارتفاع الأسعار الذي تسببه الطبيعة غير المرنة للطلب العالمي إلى ارتفاع تكاليف الأغذية ارتفاعاً كبيراً بالنسبة للفقراء.

وأكّدت دراسة أجراها البنك الدولي الدور الرئيسي للزراعة في دعم سبل كسب عيش غالبية فقراء العالم وشدة تأثرهم بتغيّر المناخ، إذ قارنت أسوأ الاحتمالات والسيناريوهات الأكثر تفاؤلاً بسيناريو لا يوجد فيه تغير للمناخ (Halligate وآخرون، 2015). وأشار سيناريو يتسم بأثر عالٍ لتغيّر المناخ ونمو سريع للسكان وركود في الاقتصاد إلى أن 122 مليون شخص إضافي سيعيشون في حالة فقر مدقع بحلول عام 2030 (الجدول 3). وفي ظل نفس مستوى آثار تغيّر المناخ، لكن مع إمكانية الاستفادة عالمياً من الخدمات الأساسية وانخفاض أوجه انعدام المساواة ومعاناة أقل من 3 في المائة من سكان العالم من الفقر المدقع، يتوقع أن يبلغ عدد الفقراء الإضافيين 16 مليون شخص فقط (Rozenberg وHallegatte، 2015). وفي السيناريو الأسوأ، تخص أكثرية التنبؤات بارتفاع عدد الفقراء أفريقيا (43 مليوناً) وجنوب آسيا (62 مليوناً). ويفسّر انخفاض المدخول في قطاع الزراعة الحصة الأكبر من ارتفاع الفقر نتيجة تغيّر المناخ. ويُعزى ذلك إلى كون التدني الأكثر حدة في الإنتاج الزراعي والارتفاع في أسعار المواد الغذائية يحصلان في أفريقيا والهند اللذين يضمان الجزء الأكبر من فقراء العالم. والعامل الثاني الأهم الذي يؤدي إلى زيادة الفقر هو الآثار على الصحة، تليها آثار ارتفاع درجات الحرارة على إنتاجية اليد العاملة.

وتبيّن دراسات أجرتها الفاو مؤخراً في مسألة التكيّف مع تغيّر المناخ في نُظم الحيازات الزراعية الصغيرة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى أن موجات الجفاف وتأخر هطول الأمطار وارتفاع درجات الحرارة عوامل تؤثر على مداخيل المزارع[4]. وفي جميع الحالات، أدت صدمات المناخ إلى خفض كبير في الإنتاجية أو قيمة الحصاد، آل بدوره إلى خفض إمكانية الحصول على المواد الغذائية. وتضرّ الصدمات برأس المال المادي حين تُدمّر الأصول بنفوق المواشي مثلاً، أو حين يضطر المزارعون إلى بيع رأس المال المنتج كالخراف لاستيعاب صدمة المدخول. وتحدّ الصدمات كذلك من قدرة المزارعين على الاستثمار، الأمر الذي يترك تداعيات سلبية على الأمن الغذائي المستقبلي.

ويلخّص Bárcena وآخرون (2014) نتائج سلسلة من الدراسات في الآثار المتوقعة لتغيّر المناخ على المداخيل الزراعية في أمريكا الجنوبية. «

4 انظر في ما يخص إثيوبيا: Asfaw، Coromaldi وLipper (2015 (أ)، (ب))؛ النيجر: Asfaw، DiBattista وLipper (2015)؛ ملاوي: Asfaw، Maggio وLipper (2015)؛ جمهورية تنزانيا المتحدة: Arslan وBelotti وLipper (2016)؛ زامبيا: Arslan وآخرون (2015).

الإطار 7

توقع تغيّر المناخ: مسارات التركيز التمثيلية والمسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة

إن مسارات التركيز التمثيلية هي عبارة عن أربعة مسارات افتراضية لتركيز غازات الاحتباس الحراري خلال القرن الحادي والعشرين (Moss وآخرون، 2008) اعتمدتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ في تقرير التقييم الخامس الذي أصدرته. وتمثّل المسارات مجموعة واسعة من التغيّرات المحتملة في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ*:

مسار التركيز التمثيلي 2-6: تصل الانبعاثات إلى الذروة بين عامي 2010 و2020 ثم تسجل انخفاضاً كبيراً.

مسار التركيز التمثيلي 4-5: تصل الانبعاثات إلى الذروة بحلول عام 2040 ثم تنخفض.

مسار التركيز التمثيلي 6-0: تصل الانبعاثات إلى الذروة بحلول عام 2080 ثم تنخفض.

مسار التركيز التمثيلي 8-5: تواصل الانبعاثات ارتفاعها خلال القرن الحادي والعشرين.

يتسّق مسار التركيز التمثيلي 2-6 مع هدف إبقاء الاحترار العالمي دون درجتين مئويتين مقارنةً بمستويات ما قبل عصر الصناعة. أما السيناريوهات التي لا تُبذل فيها جهود إضافية للتخفيف من الانبعاثات فتؤدي إلى مسارات بين مسار التركيز التمثيلي 6-0 ومسار التركيز التمثيلي 8-5.

تصف المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة توجهات بديلة محتملة في تطور المجتمع والنظم الإيكولوجية على مدى القرن الحادي والعشرين. وتُستخدم المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة إلى جانب مسارات التركيز التمثيلية لتحليل التفاعل بين تغيّر المناخ وعوامل مثل نمو عدد سكان العالم والتنمية الاقتصادية والتقدم التكنولوجي. وتقوم هذه المسارات على وصف للتصورات المستقبلية المحتملة تطرح تحديات مختلفة للتكيّف والتخفيف (O'Neill وآخرون، 2014؛ Van der Mensbrugghe، 2015):

المسار الاقتصادي والاجتماعي 1: الاستدامة. تتقدم التنمية المستدامة بوتيرة سريعة وتتقلص أوجه انعدام المساواة ويتسارع التغيّر التكنولوجي ويراعي البيئة، بما في ذلك استخدام الطاقة ذات الانبعاثات الكربونية المنخفضة وارتفاع إنتاجية الأراضي.

المسار الاقتصادي والاجتماعي 2: سير الأمور كالمعتاد.(أو منتصف الطريق). يصل عدد السكان إلى الذروة في عام 2070 ويكون الناتج المحلي الإجمالي معتدلاً وتنخفض أوجه انعدام المساواة باطراد ويزداد نصيب أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وآسيا الجنوبية من الناتج المحلي الإجمالي بشكل ملحوظ.

المسار الاقتصادي والاجتماعي 3: التنافس الإقليمي. نمو سريع للسكان ونمو اقتصادي معتدل وتغيّر تكنولوجي بطيء في قطاع الطاقة. ويؤدي انعدام المساواة المرتفع إلى خفض التدفقات التجارية تاركاً أجزاء كثيرة من العالم في حالة تأثر شديدة وقدرة منخفضة على التكيّف.

المسار الاقتصادي والاجتماعي 4: انعدام المساواة. يؤدي التطور السريع للتكنولوجيات التي تستخدم الطاقة ذات الانبعاثات الكربونية المنخفضة في أبرز المناطق التي تتسبب بانبعاثات غازات الاحتباس الحراري إلى قدرات واسعة نسبية للتخفيف من آثار تغيّر المناخ، لكن التنمية تكون بطيئة في مناطق أخرى ويكون انعدام المساواة مرتفعاً والقدرة على التكيّف محدودة.

المسار الاقتصادي والاجتماعي 5: تنمية قائمة على الوقود الأحفوري. ارتفاع نمو الناتج المحلي الإجمالي باستخدام تكنولوجيات الطاقة التقليدية مع استمرار ارتفاع معدلات الانبعاثات. لكن نظراً إلى أن النمو عادل نسبياً، يكون العالم في وضع أفضل للتكيّف مع المناخ.

خمسة مسارات اقتصادية واجتماعية مشتركة

المصدر: O'Neill وآخرون 2015

* تُسمّى مسارات التركيز التمثيلية استناداً إلى مجموعة محتملة من قيم القسر الإشعاعي في عام 2100، ترتبط بقيم ما قبل عصر الصناعة (+2,6، +4,5، +6,0، و+8,5 واط/م^2). وقيم القسر الإشعاعي هي الفارق بين الطاقة المتأتية من ضوء الشمس الذي تمتصه الكرة الأرضية والطاقة التي تعكسها في الفضاء.

» ورغم وجود درجة كبيرة من الاختلاف بين النماذج والسيناريوهات، يتبيّن أن الآثار المتوقعة سلبية بصفة عامة في عدد كبير من المواقع. ويعرض الجدول 4 نتائج مختارة من بلدان من أمريكا الجنوبية ومن المنطقة ككل.

يمكن أن يؤدي انخفاض الإنتاج على المستوى الوطني بسبب تغيّر المناخ إلى ارتفاع أسعار المواد الغذائية والأعلاف، ما يؤثر سلباً على الوضع الاجتماعي والاقتصادي لجميع السكان وعلى أمنهم الغذائي. وتكون هذه الآثار خطيرة بشكل خاص في البلدان التي يُصرف جزء كبير من ميزانية الأسرة فيها على المواد الغذائية. وقد تقترن هذه الآثار بتداعيات على الاقتصاد الكلي حيث تسهم الزراعة مساهمة مهمة في الناتج المحلي الإجمالي الوطنية و/أو في العمالة.

وأعدّ Lam وآخرون، (2012) نموذجا للتداعيات الاقتصادية والاجتماعية للتغيّرات الناجمة عن تغيّر المناخ في توفر الأصناف البحرية من مصايد الأسماك في 14 بلداً في غرب أفريقيا بحلول عام 2050. وانطلاقاً من السيناريو A1B الوارد في التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عن سيناريوهات الانبعاثات، يتوقع المؤلفون انخفاضاً في قيمة إنزالات السمك بنسبة 21 في المائة، ما يمثل خسارة سنوية إجمالية بقيمة 311 مليون دولار أمريكي مقارنةً بالقيم المسجلة عام 2000، وفقدان الوظائف في مصايد الأسماك بما يقارب 50 في المائة، وتضرر كوت ديفوار وغانا وليبيريا ونيجيريا وسيراليون وتوغو من أكثر الآثار حدّة.

وتشير أغلبية التوقعات لآثار تغيّر المناخ على أسعار المواد الغذائية إلى وجود زيادات وإن كان حجمها ومواقها تتفاوت كثيراً حسب النماذج وسيناريوهات المناخ. ونظرت دراسة تجمع بين سيناريوهات نمو عدد السكان ونمو الدخل في ظل سيناريوهات تغيّر المناخ في الآثار المحتملة في 15 تركيبة مختلفة. واستندت الدراسة إلى سيناريو تفاؤلي يتمثل في نمو منخفض لعدد السكان ونمو مرتفع للدخل ومتوسط النتائج المتأتية من أربعة سناريوهات لتغيّر المناخ، فبيّنت متوسطاً متوقعاً لارتفاع الأسعار بحلول عام 2050، مقارنةً بمستويات عام 2010، يبلغ 87 في المائة للذرة و31 في المائة للأرز و44 في المائة للقمح (Nelson وآخرون، 2010). ومن الآثار المحتملة الأخرى لتغيّر المناخ تقلب أسعار المواد الغذائية (Porter وآخرون، 2014)، على الرغم من أن مدى تقلب الأسعار يتأثر تأثراً كبيراً بالسياسات الداخلية، كالحظر على التجارة أو غيره من التدابير التجارية التقييدية التي تفاقم تقلبات الأسعار في الأسواق الدولية.

ويتوقع أن يكون لتنامي التجارة دور مهم في التكيّف مع التحولات في أنماط الإنتاج الزراعي وإنتاج المواد الغذائية الناجمة عن تغيّر المناخ (Nelson وآخرون، 2010؛ Chomo وDe Young، 2015). وتتطرق دراسة أجراها Valenzuela وAnderson (2011)، إلى الدور التكيفي للتجارة، وهي تعتبر أن تغيّر المناخ يمكن أن يتسبب في تدنٍ كبير في نسبة الاكتفاء الذاتي في البلدان النامية بنسبة 12 في المائة بحلول عام 2050. وفيما يمكن أن تساعد التجارة في التكيّف مع تغيّر المناخ وفي تحويل أنماط الإنتاج العالمية، فلن تكون الأسواق العالمية في نهاية المطاف مفتوحة سوى للبلدان والشرائح السكانية التي تملك قدرة شرائية كافية. ويجعل ذلك من النمو الاقتصادي الشامل شرطاً مسبقاً أساسياً لتحقيق استقرار الأمن الغذائي.

وقد يؤدي تغيّر المناخ كذلك إلى تغيّرات في أنماط الاستثمار ستؤول إلى خفض إنتاجية النُظم الزراعية وقدرتها على المواجهة على المدى الطويل، وذلك على مستوى الأسر والمستوى الوطني. ويحد انعدام اليقين من الاستثمار في الإنتاج الزراعي ما قد يؤدي إلى إلغاء المنفعة التي يحققها منتجو المواد الغذائية من ارتفاع الأسعار. وينطبق ذلك بشكل خاص على أصحاب الحيازات الصغيرة الفقراء ذوي الإمكانيات المحدودة أو المعدومة للحصول على القروض أو التأمين. وقد يؤدي تعرّض أكبر للخطر في غياب أسواق تأمين تعمل بشكل جيد إلى تركيز أكبر على محاصيل الكفاف قليلة المخاطرة ومتدنية الإيرادات واحتمال أضعف لاستخدام المدخلات التي يتم شراؤها، كالأسمدة واعتماد تكنولوجيات جديدة ومستويات استثمار منخفضة (Antle وCrissman، 1990؛ Dercon وChristiaensen، 2011؛ Fafchamps، 1992؛ Just وFeder؛ Zilberman، 1985؛ Heltberg وTarp، 2002؛ Kassie وآخرون، 2008؛ Roe وGraham-Tomasi، 1986؛ Sadoulet وde Janvry، 1995؛ Skees وHazell وMirand، 1999). وتؤدي جميع سبل المواجهة هذه إلى أرباح حالية ومستقبلية أدنى من ذي قبل في المزارع (Hurley، 2010؛ Rosenzweig وBinswanger، 1993). ■

الجدول 3

عدد الأشخاص الذين سيعيشون في فقر مدقع في عام 2030 مع تغيّر المناخ وبدونه في إطار سيناريوات مناخية واجتماعية واقتصادية مختلفة

		سيناريو تغيّر المناخ					
		عدم تغيّر المناخ	تأثير منخفض		تأثير عالٍ		
		عدد الأشخاص الذين يعيشون في فقر مدقع	العدد الإضافي للأشخاص الذين يعيشون في فقر مدقع بسبب تغيّر المناخ				
السيناريو الاجتماعي والاقتصادي	الازدهار	142 مليون	+3 مليون		+16 مليون		
			الحد الأدنى	الحد الأقصى	الحد الأدنى	الحد الأقصى	
			+3 مليون	+6 مليون	+16 مليون	+25 مليون	
	الفقر	900 مليون	+35 مليون		+122 مليون		
			الحد الأدنى	الحد الأقصى	الحد الأدنى	الحد الأقصى	
			-25 مليون	+97 مليون	+33 مليون	+165 مليون	

ملاحظات: تستخدم النتائج الرئيسة السيناريوين النموذجيين للازدهار والفقر. وتستند النطاقات إلى السيناريوات البديلة الستين لكل فئة. انظر الإطار 7 للاطلاع على تفسير لـمسارات التركيز التمثيلية - والمسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة

المصدر: منقول بتعديل من Rozenberg وHallegatte (2015).

الجدول 4

التغيّرات في الإيرادات الزراعية المرتبطة بارتفاع درجات الحرارة في مناطق مختارة في أمريكا اللاتينية

التغطية الجغرافية	المرجع	الزيادات في درجات الحرارة (درجة مئوية)	تغيّر الإيرادات
		(درجة مئوية)	(في المائة)
الأرجنتين	Lozanoff وCap (2006)	2,0 إلى 3,0	-20 إلى -50
البرازيل	Sanghi وMendelsohn (2008)	1,0 إلى 3,5	-1,3 إلى -38,5
المكسيك	Mendelsohn Arellano وChristensen (2010)	2,3 إلى 5,1	-42,6 إلى -54,1
أمريكا الجنوبية	Seo وMendelsohn (2007)	1,9، و3,3، و5	-20، و-38، و-64 (مزارع صغيرة)
			-8، و-28، و-42 (مزارع كبيرة)
	Seo وMendelsohn (2008)	1,9، و3,3، و5 بحلول العام 2020	-2,3 إلى -14,8
		1,9، و3,3، و5 بحلول العام 2060	-8,6 إلى -23,5
		1,9، و3,3، و5 بحلول العام 2100	-8,4 إلى -53
	Seo (2011)	1,2، و2,0، و2,6	-17 إلى -36 (مشروعات الري الخاصة)
			-12 إلى -25 (مشروعات الري العامة)
			-17 إلى -29 (الزراعة الجافة)

المصدر: منقول بتعديل من Bárcena وآخرين، (2014)

ملايين أخرى معرضة لخطر الجوع

رغم أن تغيّر المناخ يطرح تهديدات ملموسة على الأمن الغذائي المستقبلي، فإن آثاره المحتملة تتفاوت حسب المنطقة والبلد والموقع وستؤثر على مجموعات سكانية مختلفة حسب درجة تأثرها. وستتأثر التوجهات المستقبلية بشأن الأمن الغذائي أيضاً بالظروف الاجتماعية والاقتصادية العامة التي ستؤثر بدورها على سرعة تأثر البلدان والمجموعات السكانية حول العالم.

قدّر تقرير التقييم الرابع الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ أنه حسب سيناريو تغيّر المناخ ومسار التنمية الاجتماعية والاقتصادية، فإن عدداً يتراوح بين 34 و600 مليون شخص إضافي قد يعانون من الفقر بحلول عام 2080 (Yohe وآخرون، 2007). وتوقّع Parry وRosenzweing وLivermore (2005) وArnell وآخرون (2002) أن عدد الأشخاص الذي سيكونون عرضة لخطر الجوع في خمسينات القرن الحادي والعشرين في حال عدم تغيّر المناخ سيصل إلى 312 مليون شخص، وإلى 300 مليون شخص في ثمانينات القرن الحالي. أما في حال عدم التخفيف من آثار تغيّر المناخ، فسترتفع هذه الأرقام لتصل إلى 321 مليون شخص في خمسينات القرن الحادي والعشرين و391 مليون شخص في ثمانينات القرن الحالي. ومن بين المناطق النامية، سيكون جنوب آسيا وأفريقيا أكثر المناطق عرضة لتنامي خطر الجوع نتيجة تغيّر المناخ. وتشير المجموعة الواسعة جدا من تقديرات عدد الأشخاص المعرضين لخطر الجوع بسبب تغير المناخ إلى أوجه عدم اليقين بشأن بعض العمليات، الفيزيائية الحيوية والاجتماعية الاقتصادية على حد سواء؛ لكن الأرقام تشير إلى أنه ينبغي عدم الاستهانة بالآثار الناجمة عن ذلك.

وينبغي أن يبقى حاضراً في الأذهان عند تحليل الأثر المستقبلي المحتمل لتغيّر المناخ على الأمن الغذائي، أن الأغذية والزراعة ستتأثران بمجموعة من عوامل التغيّر الأخرى، بما فيها نمو عدد السكان والدخل. ويتجلّى ذلك في تحليل لآثار تغيّر المناخ يقوم على 15 من السيناريوهات، هي مزيج بين ثلاثة سيناريوهات للتنمية الاقتصادية وخمسة سيناريوهات لتغيّر المناخ، كشف أن النمو الاقتصادي، حتى عام 2050، سيؤثر بشكل أكبر بكثير من تغيّر المناخ على الأمن الغذائي العالمي، وإن كان تغيّر المناخ يفاقم الآثار السلبية (Nelson وآخرون، 2009).

واستخدم المعهد الدولي لسياسات بحوث الأغذية إلى جانب مجموعات اقتصادية عالمية أخرى معنية بالنمذجة، في إطار المساهمة في مشروع مقارنة النمذجة الزراعية وتحسينها واستناداً إلى العمل السابق الذي أنجزه Nelson وآخرون، (2014(ب))، تركيبات مختلفة من مسارات التركيز التمثيلية والمسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة لاستكشاف الآثار المحتملة لتغيّر المناخ، إلى جانب تغيّرات اجتماعية واقتصادية أخرى، على الإنتاج والغلات والمساحة المزروعة والأسعار وتجارة المحاصيل الرئيسية (Wiebe وآخرون، 2015).

وتشير النتائج إلى أن المعدل الإجمالي لغلات المحاصيل سينخفض بحلول عام 2050، في عالم من دون تغيّر في المناخ، بنسبة تتراوح بين 5 و7 في المائة، بناءً على افتراضات بشأن معدلات التغيّر الاجتماعي والاقتصادي وتغيّر المناخ، بينما ستزيد مساحة الحصاد بنسبة 4 في المائة (الشكل 7). وسيكون أثر تغيّر المناخ على الإنتاج الإجمالي ضئيلاً نسبياً. لكن مساحة الحصاد وأسعار الأغذية الأساسية سترتفع بنسبة ضعفي المعدل المتوقع في غياب تغيّر المناخ، وستكون لهذا الارتفاع آثار كبيرة محتملة على البيئة والأمن الغذائي على حد سواء.

وستتفاوت الآثار حسب المحصول والمنطقة ومعدل تغيّر المناخ. وستشهد مناطق خطوط العرض المرتفعة خسائر أقل في الغلات، بل ستشهد بعض الأرباح لأن مواسم النمو تطول. وستكون الخسائر في مناطق خطوط العرض المنخفضة أكبر حجماً. وتنخفض غلات الذرة في معظم المناطق في أغلبية السيناريوهات. وإن الآثار المترتبة على القمح ضئيلة على المستوى العالمي، نظراً إلى أن الخسائر في جنوب آسيا وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى يقابلها ارتفاع في أماكن أخرى (انظر الشكل 1).

وفي تحليل متصل، خلص المعهد الدولي لسياسات بحوث الأغذية إلى أنه في غياب تغيّر المناخ، ستشهد معظم المناطق انخفاضاً في عدد الأشخاص المهددين بالجوع بين عامي 2010 و2050. لكن تغيّر المناخ من شأنه أن يُحبط تلك المكاسب جزئياً. وترى النتائج المنبثقة عن نموذج الآثار الصادر عن المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية أنه، بحلول عام 2050 وفي ظل سيناريو مرتفع الانبعاثات (مسار التركيز التمثيلي 8-5)،

يمكن لأكثر من 40 مليون شخص إضافيين أن يكونوا في خطر التعرّض لنقص التغذية، في حين لن يتعرضوا لهذا الخطر في حال عدم تغيّر المناخ. وإن كان الارتفاع الناجم عن تغيّر المناخ أقل من الانخفاض العالمي المتوقع في عدد المعانين من نقص التغذية، بفضل النمو الاقتصادي والتنمية، فهو يبقى كبيراً. ويتوقع كذلك أن يكون هذا التقييم متحفظاً لأنه يقوم على افتراض النمو الاقتصادي الوارد في المسار الاجتماعي والاقتصادي المشترك 2 «سير الأمور كالمعتاد»، ولا يأخذ في الحسبان آثار الظواهر المتطرفة وارتفاع منسوب البحار وانصهار جبال الجليد والتغيّرات في أنماط الآفات والأمراض والعوامل الأخرى التي يفترض أن تتغيّر مع المناخ، لا سيما بعد عام 2050.

وفي إطار سيناريو مسار التركيز التمثيلي 8-5 المرتفع الانبعاثات، يسجل معظم التباطؤ المتوقع في الحد من عدد الأشخاص المعرضين للجوع في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى (الشكل 8). وتتركز الخسائر في تلك المنطقة لأسباب يعزى جزء منها إلى أن المناطق الأخرى تستفيد من بعض الإنتاج في المناطق الواقعة على خطوط العرض المرتفعة، وجزء آخر إلى أن المناطق الأخرى أقل اعتماداً على الزراعة لدرّ المداخيل وضمان الأمن الغذائي.

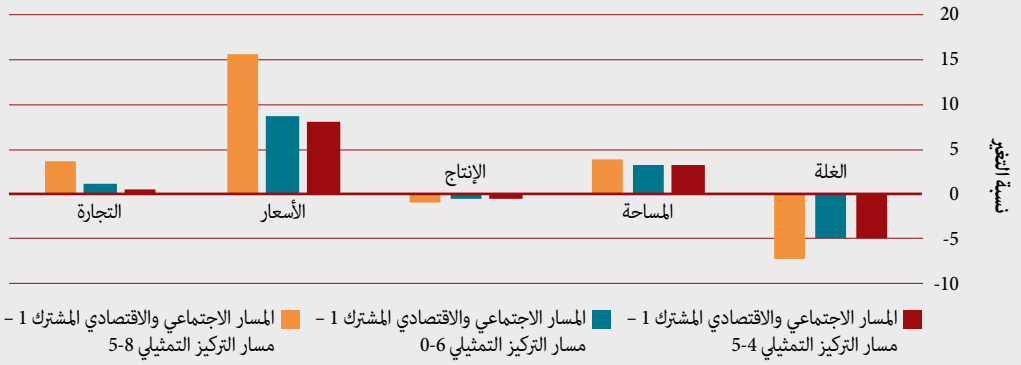
لكن يجدر التذكير بأن تغيّر المناخ ليس المحرك الوحيد للاتجاهات المستقبلية في مجالي الفقر وانعدام الأمن الغذائي. ويبيّن الشكل 9 كيف يتوقع أن يؤثر تغيّر المناخ على خطر الجوع العالمي مع مرور الزمن لمجموعة من آثار تغيّر المناخ ولسيناريو المسار الاجتماعي والاقتصادي المشترك 2 «منتصف الطريق». ويشير توجه عدد المصابين بنقص التغذية نحو الانخفاض مع تغيّر المناخ أو بدونه إلى أن الأثر العام لتغيّر المناخ خلال الفترة الممتدة إلى عام 2050 أقل من أثر المحركات الأخرى المضمنة في السيناريو الاجتماعي والاقتصادي، ولا سيما نمو الدخل. وفي غياب تغيّر المناخ، يتوقع أن تشهد معظم المناطق انخفاضاً في عدد الأشخاص المعرضين لخطر الجوع. وتتقلص هذه الإنجازات بشكل جزئي بفعل تغيّر المناخ، لا سيما في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى.

وتتطرق كذلك توقعات البنك الدولي ومركز هادلي التابع لدائرة الأرصاد الجوية (المملكة المتحدة) إلى شدة تأثر السكان في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وفي أجزاء من جنوب آسيا، بانعدام الأمن الغذائي الناجم عن تغيّر المناخ. وتتبع أعمالهما المشتركة بشكل واسع الأساليب التي يستخدمها Krishnamurthy وLewis وChoularton، (2014)، الذي يعرّف شدة التأثر على أنه مؤشر مركّب يقوم على قياس التعرّض والحساسية وقدرات التكيّف. وأُعدّت توقعات للمستويات المستقبلية لشدة التأثر لفترتين من الزمن: 2050 و2080. وأُخذت ثلاثة سيناريوهات لتغيّر المناخ في الاعتبار، هي: انبعاثات منخفضة (مسار التركيز التمثيلي 2-6)، انبعاثات متوسطة (مسار التركيز التمثيلي 4-5) وانبعاثات مرتفعة (مسار التركيز التمثيلي 8-5). وأجريت التوقعات لكل سيناريو باستخدام 12 نموذجاً مختلفاً، وأخذت النتيجة المتوسطة كقيمة لمؤشرات الجفاف والفيضانات. وأخذت كذلك في الاعتبار سيناريوهات عدم التكيّف وتكيّف منخفض وتكيّف مرتفع.

ويعرض الشكل 10 شدة التأثر اليوم وفي عام 2050 في ظل نوعين مختلفين من السناريوهات: السيناريو الأسوأ المتمثل بانبعاثات مرتفعة (مسار التركيز التمثيلي 8-5) وانعدام التكيّف، والسيناريو الأفضل المتمثل في انبعاثات منخفضة (مسار التركيز التمثيلي 2-6) ومستويات عالية من التكيّف. وتظهر أعلى نسب من شدة التأثر في منطقتي أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وجنوب آسيا، حيث يحتمل أن يواجه الملايين من الناس مزيدا من خطر انعدام الأمن الغذائي الناجم عن تغيّر المناخ في الخمسينات من القرن الحادي والعشرين. ويكون ارتفاع شدة التأثر خطيراً للغاية في السيناريو الأسوأ. وفي السيناريو الأفضل، تنخفض شدة التأثر بشكل كبير، وتنخفض في بعض البلدان إلى معدلات أقل من معدلات اليوم. ■

الشكل 7

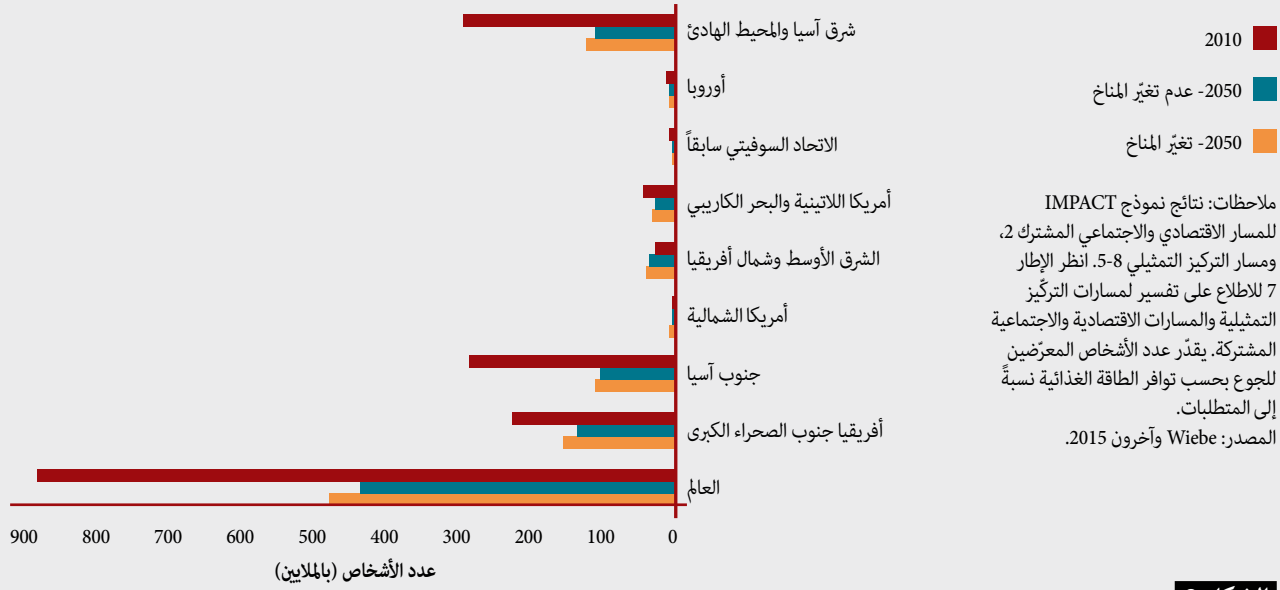
آثار تغيّر المناخ على غلات المحاصيل ومساحتها وإنتاجها وأسعارها والتجارة بها بحلول عام 2050 على المستوى العالمي



ملاحظات: المحاصيل المشمولة هي الحبوب الخشنة، الأرز، القمح، البذور الزيتية والسكّر. انظر الإطار 7 للاطلاع على تفسير لمسارات التركيز التمثيلية والمسارات الاقتصادية والاجتماعية المشتركة.
المصدر: Wiebe وآخرون 2015.

الشكل 8

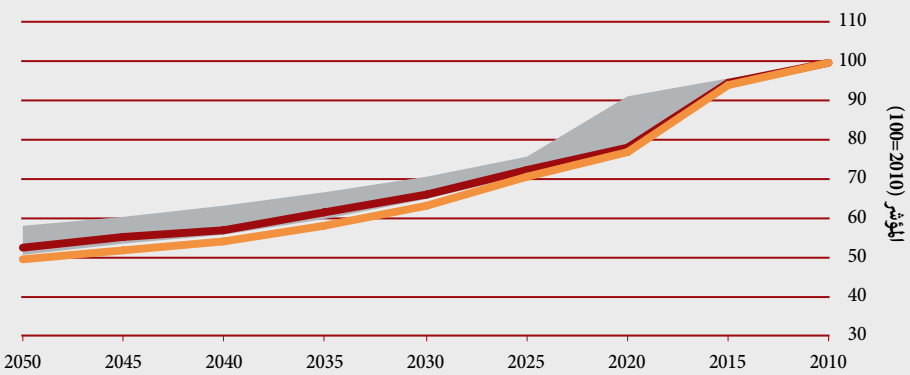
آثار تغيّر المناخ على الأشخاص المعرّضين للجوع في عام 2050، بحسب الأقاليم



ملاحظات: نتائج نموذج IMPACT للمسار الاقتصادي والاجتماعي المشترك 2، ومسار التركيز التمثيلي 8-5. انظر الإطار 7 للاطلاع على تفسير لمسارات التركّيز التمثيلية والمسارات الاقتصادية والاجتماعية المشتركة. يقدّر عدد الأشخاص المعرّضين للجوع بحسب توافر الطاقة الغذائية نسبةً إلى المتطلبات.
المصدر: Wiebe وآخرون 2015.

الشكل 9

الأشخاص المعرّضون للجوع مع وبدون تغيّر المناخ

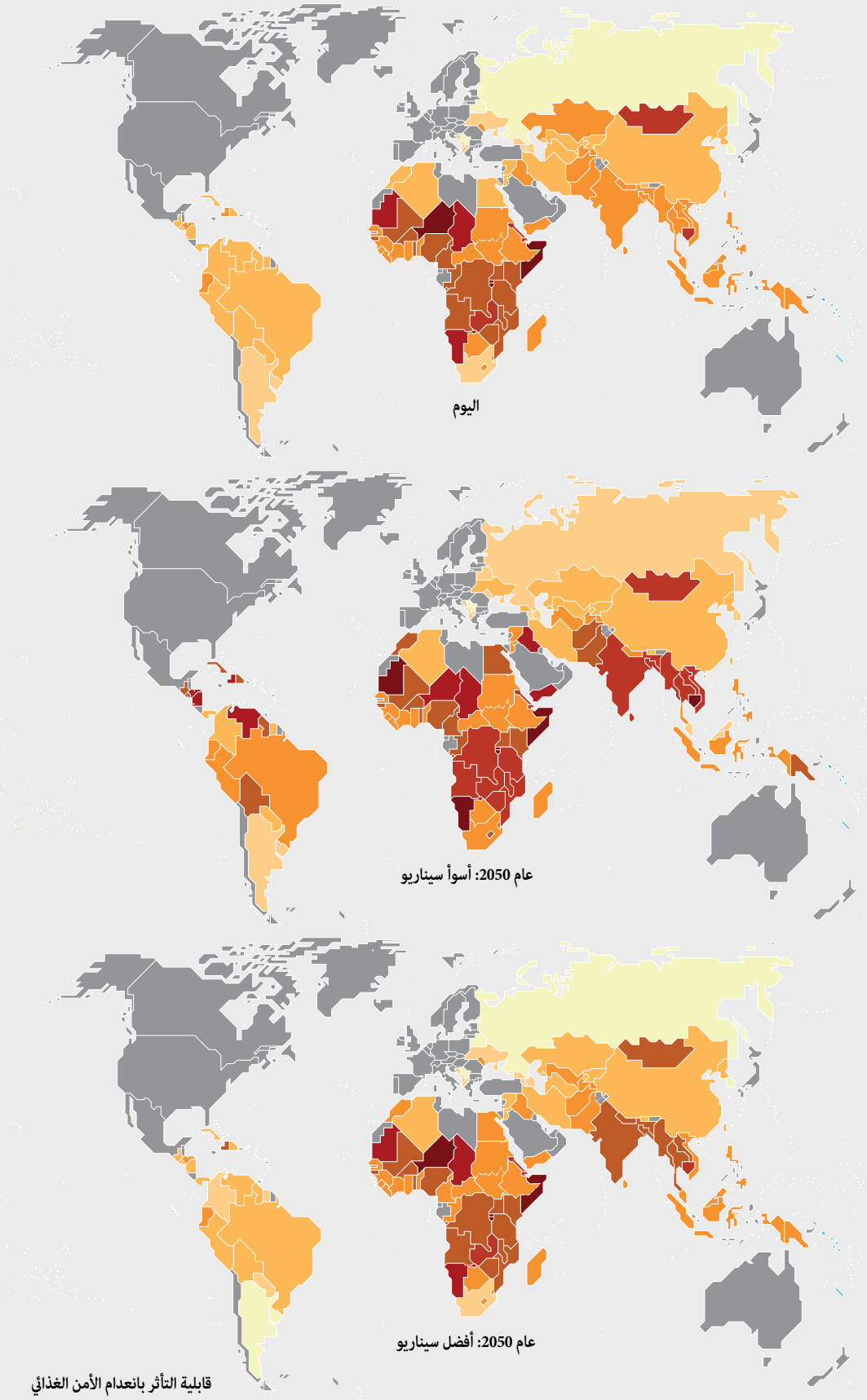


نطاق تغيّر المناخ
تغيّر متوسّط في المناخ
عدم تغيّر المناخ

ملاحظات: تعرض مسارات التركّيز التمثيلية 2-6، و4-5، و6-0، و8-5 نطاق تغيّر المناخ؛ تفترض نتائج المحاكاة وجود المسار الاقتصادي والاجتماعي لمنتصف الطريق (المسار 2). انظر الإطار 7 للاطلاع على تفسير لمسارات التركّيز التمثيلية والمسارات الاقتصادية والاجتماعية المشتركة.
المصدر: عمليات المحاكاة تستخدم نموذج IMPACT الخاص بالمعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية، كما أوردها De Pinto وThomas وWiebe (2016).

الشكل 10

انعدام الأمن الغذائي وقابلية التأثر بتغيّر المناخ: اليوم، أفضل وأسوأ السيناريوات



المصدر: Met Office Hadley Centre وبرنامج الأغذية العالمي، 2015.

دور قطاعات الزراعة في تغيّر المناخ

تفيد تقديرات منظمة الأغذية والزراعة (الجدول 5) بأن الانبعاثات الناجمة عن الزراعة والغابات وغيرهما من أشكال استخدام الأراضي وصلت إلى 10,6 جيغا طن من ثاني أكسيد الكربون في عام 2014. ويتسبب القطاع بثلاثة أنواع من غازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ: ثاني أكسيد الكربون، الميثان وأكسيد النيتروز. والمصادر الرئيسية لهذه الانبعاثات هي: إزالة الغابات والتخمر المعوي لدى الحيوانات والسماد المتروك في الحقول والأسمدة الكيميائية المستخدمة وممارسات زراعة الأرز. وأدت إزالة الغابات وتدهور الأراضي أيضا إلى الحد من قدرة القطاع على امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الجو (أو عزله). ويمثّل ثاني أكسيد الكربون 49 في المائة من الانبعاثات الناجمة عن الزراعة والحراجة وغيرهما من أشكال استخدام الأراضي، بينما يمثل الميثان 30 في المائة منها. ويشكّل ذلك 14 في المائة من إجمالي الانبعاثات البشرية المنشأ لثاني أكسيد الكربون و42 في المائة من مجموع انبعاثات الميثان. وحصة أكسيد النيتروز من الانبعاثات الإجمالية الناجمة عن الزراعة والحراجة وغيرهما من أشكال استخدام الأراضي حصة صغيرة لكنها تمثل 75 في المائة من إجمالي الانبعاثات البشرية المنشأ لهذا الغاز.

وتمثّل الزراعة الحصة الأكبر من الانبعاثات الناجمة عن الزراعة والغابات واستخدام الأراضي، يليها تحويل الأراضي الحرجية؛ وانخفضت الانبعاثات الناجمة عن تحويل الغابات منذ التسعينات من القرن العشرين، بينما ارتفعت الانبعاثات الناجمة عن الزراعة (الشكل 11). وتمثّل التربة العضوية (التربة ذات التركيز العالي بالمواد العضوية، كالتربة الخثية) وحرق الكتلة الأحيائية (كحرائق السافانا مثلاً) كمية أقل نسبياً من الانبعاثات. وتخفّف الغابات كذلك من تغيّر المناخ بفضل إزالتها لغازات الاحتباس الحراري من الغلاف الجوي عبر نمو الغابات، كما تبيّن القيم السلبية. لكن متوسط مساهمة الغابات في عزل ثاني أكسيد الكربون انخفض من 2,8 جيغا طن سنوياً في تسعينات القرن العشرين إلى 2,3 جيغا طن في العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، ويقدر بحوالي 1,8 جيغا طن في عام 2014.

وتختلف معدلات الانبعاثات الناجمة عن الزراعة والغابات واستخدام الأراضي ومصادرها اختلافاً هائلاً عبر المناطق (الشكل 12).

وتمثّل الانبعاثات الناجمة عن التحويل الصافي للغابات الحصة الأكبر من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، لكنها أقل أهمية في المناطق الأخرى. ومساهمة بالوعات الغابات كبيرة في بلدان المناطق المتقدمة وفي أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي، لكنها أقل أهمية في أماكن أخرى. وتشكّل الانبعاثات الزراعية حصة كبيرة من إجمالي انبعاثات الزراعة والحراجة واستخدام الأراضي في جميع المناطق وتمثل أكثر من نصف الانبعاثات في جميع المناطق باستثناء أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وأمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي، حيث يشكّل التحويل الصافي للغابات مصدر الانبعاثات الرئيسي. وسُجّلت أنماط أخرى من الانبعاثات على المستوى الإقليمي في العقدين الماضيين. فسُجّل على سبيل المثال انخفاض حاد في المساهمة الإيجابية لبالوعات الغابات في جنوب شرق آسيا وآسيا الشرقية والجنوبية، وتوجّه معاكس في أوروبا. أما التوجهات في مناطق أخرى فتبقى مستقرة (منظمة الأغذية والزراعة، 2016 (د)).

إن المساهمة الأكبر على المستوى العالمي من بين مصادر الانبعاثات الخاصة لغازات الاحتباس الحراري بفعل الزراعة، التي تصل إلى 40 في المائة بمكافئ ثاني أكسيد الكربون، تأتي من التخمّر المعوي للحيوانات المجترّة الذي يشكّل المصدر الرئيسي لانبعاثات غاز الميثان (الشكل 13). ومن حيث حجم الانبعاثات، يشكّل السماد المتروك في المراعي النسبة التالية (16 في المائة)، ثم استخدام الأسمدة الاصطناعية (12 في المائة) وزراعة الأرزّ (10 في المائة).

ويشكّل التخمّر المعوي أكبر مصدر للانبعاثات الناجمة عن الزراعة في جميع المناطق باستثناء أوسيانيا وآسيا الشرقية وجنوب شرق آسيا، إذ تتراوح حصته بين 58 في المائة في أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي و37 في المائة في بلدان المناطق المتقدمة (الجدول 6). وتتفاوت أهمية مصادر الانبعاث الأخرى على المستوى الإقليمي. وتشكّل زراعة الأرزّ المصدر الأهم للانبعاثات الزراعية في آسيا الشرقية وجنوب شرق آسيا (26 في المائة)، بينما تشكّل زراعة التربة العضوية في أوسيانيا مصدر 59 في المائة من الانبعاثات الزراعية. والمصدر الرئيسي الثاني هو السماد المتروك في المراعي في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وشمال أفريقيا وغرب آسيا وأمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي؛ وزراعة الأرزّ في جنوب آسيا واستخدام الأسمدة الاصطناعية في بلدان المناطق المتقدمة.

يتبع في الصفحة 41 »

الجدول 5

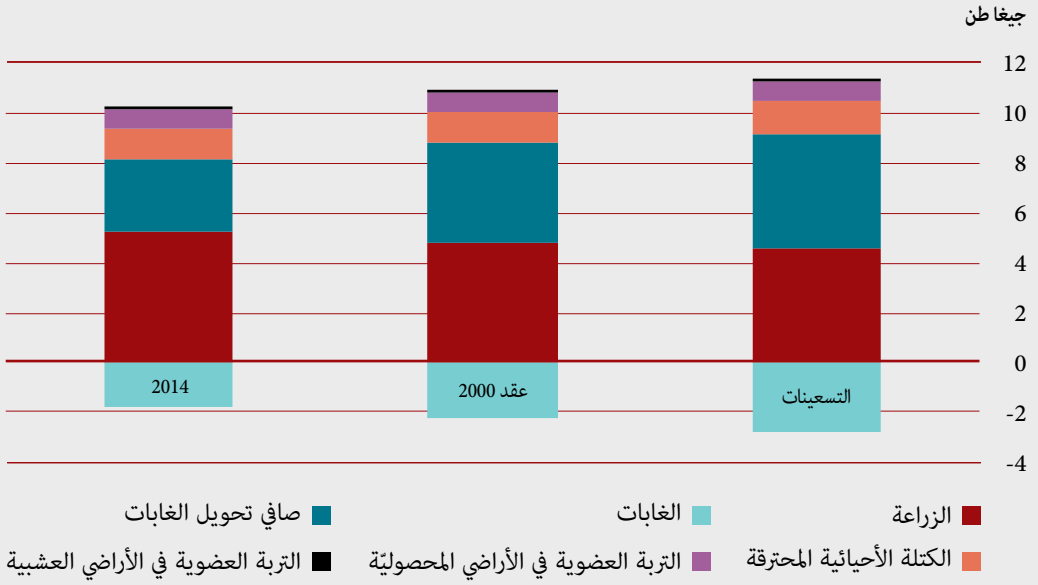
انبعاثات أهم غازات الاحتباس الحراري وعمليات إزالتها بحسب جميع القطاعات وبحسب الزراعة والحراجة واستخدام الأراضي في عام 2010

	جميع القطاعات	الزراعة والحراجة واستخدام الأراضي	الزراعة والحراجة واستخدام الأراضي		مساهمة الزراعة والحراجة واستخدام الأراضي كنسبة مئوية من المجموع	نسبة الغازات من مجموع انبعاثات الزراعة والحراجة واستخدام الأراضي
			الزراعة	الحراجة واستخدام الأراضي		
	جيغا طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون				في المائة	
الانبعاثات						
ثاني أكسيد الكربون	38,0	5,2		5,2	13,6	48,7
الميثان	7,5	3,2	2,9	0,3	42,3	29,7
أكسيد النتروز	3,1	2,3	2,2	0,1	75	21,6
غيرها	0,8				0	0
مجموع الانبعاثات	49,4	10,6	5,1	5,5	21,5	100
عمليات إزالة الغازات (البالوعات)						
ثاني أكسيد الكربون		2,6-		2,6-		

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة (ستنشر قريباً).

الشكل 11

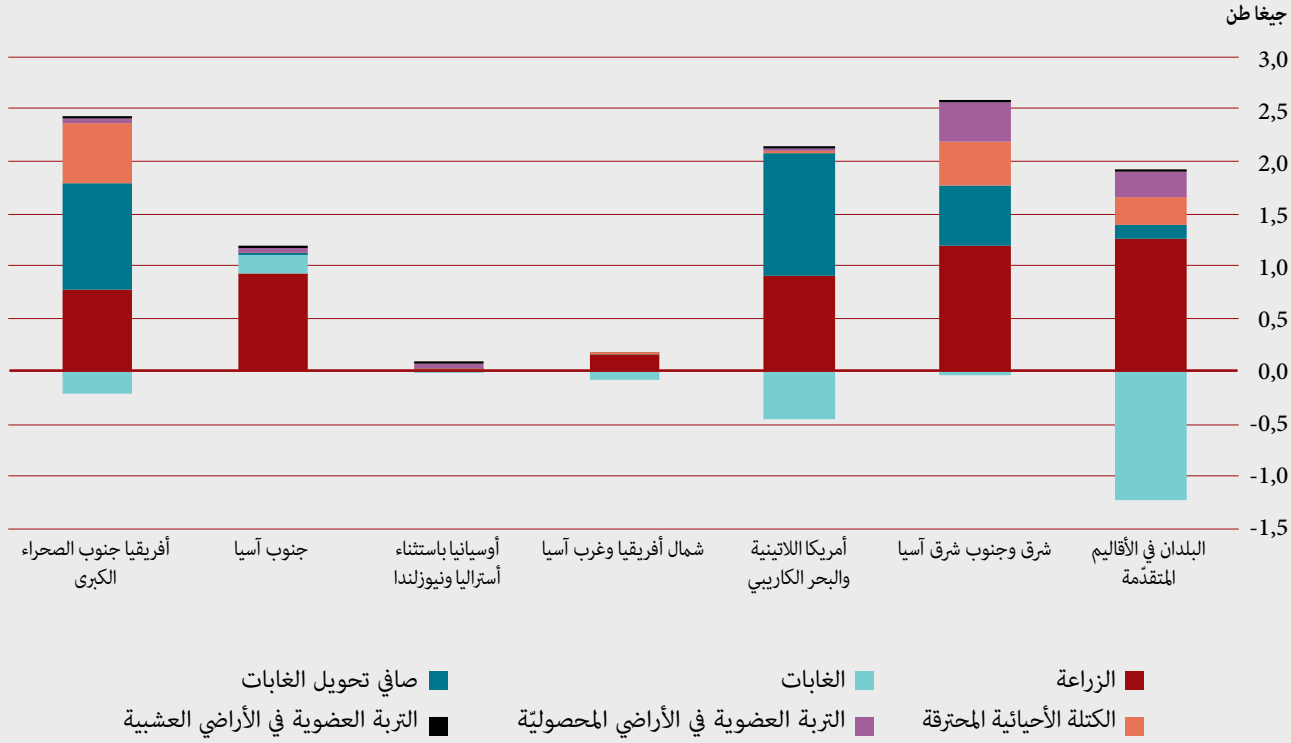
متوسط صافي الانبعاثات/ عمليات الإزالة السنوية من الزراعة والحراجة واستخدام الأراضي في مكافئ ثاني أكسيد الكربون



ملاحظة: انظر الملاحظات بشأن الجداول الملحقة من أجل التحديدات.
المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2016 (د). انظر الجدول ألف2- الملحق للاطلاع على التفاصيل.

الشكل 12

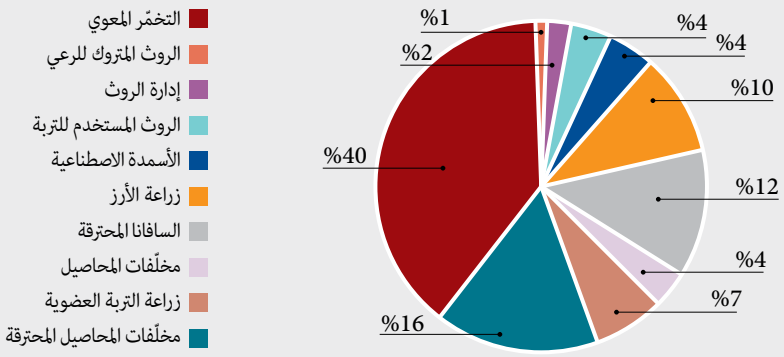
صافي الانبعاثات/ عمليات الإزالة من الزراعة والحراجة واستخدام الأراضي في مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2014، بحسب الأقاليم



المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2016(د). انظر الجدول ألف2- الملحق للاطلاع على التفاصيل.

الشكل 13

نصيب الانبعاثات الزراعية في مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2014، بحسب المصدر وعلى المستوى العالمي



ملاحظة: انظر الملاحظات بشأن الجداول الملحقة من أجل تحديد المصادر.
المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2016(د). انظر الجدول ألف3- الملحق.

الجدول 6

ثلاثة مصادر رئيسة لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري الزراعية في عام 2014، بحسب الأقاليم

الترتيب	البلدان في الأقاليم المتقدّمة	شرق وجنوب شرق آسيا	أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي	شمال أفريقيا وغرب آسيا	أوسيانيا باستثناء أستراليا ونيوزيلندا	جنوب آسيا	أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى
1	التخمّر المعوي (37 في المائة)	زراعة الأرز (26 في المائة)	التخمّر المعوي (58 في المائة)	التخمّر المعوي (39 في المائة)	زراعة التربة العضوية (59 في المائة)	التخمّر المعوي (46 في المائة)	التخمّر المعوي (40 في المائة)
2	الأسمدة الاصطناعية (17 في المائة)	التخمّر المعوي (24 في المائة)	الروث المتروك في المراعي (23 في المائة)	الروث المتروك في المراعي (32 في المائة)	التخمّر المعوي (14 في المائة)	زراعة الأرز (15 في المائة)	الروث المتروك في المراعي (28 في المائة)
3	إدارة الروث (12 في المائة)	الأسمدة الاصطناعية (17 في المائة)	الأسمدة الاصطناعية (6 في المائة)	الأسمدة الاصطناعية (18 في المائة)	إدارة الروث (14 في المائة)	الأسمدة الاصطناعية (15 في المائة)	حرق السافانا (21 في المائة)

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2016(د).

» تابع للصفحة 38

ويجب أن تساهم الزراعة في التخفيف من آثار المناخ إذا ما أريد إبقاء ارتفاع درجة الحرارة العالمية دون مستوى درجتين مئويتين، ناهيك عن مستوى 1,5 درجة مئوية (Wollenberg وآخرون، 2016). لكن ينبغي الإقرار بأن مصدر ما يقارب 75 في المائة من الانبعاثات العالمية لغازات الاحتباس الحراري هو الوقود الأحفوري المستخدم لإنتاج الطاقة، بينما ترتبط نسبة 21 في المائة فقط بقطاعات الزراعة. ويمكن خفض انبعاثات قطاع الطاقة، حتى إلى الصفر، من خلال استخدام أكثر فعالية للطاقة والانتقال إلى مصادر الطاقة المتجددة. وإن حدث ذلك، ستمثّل الانبعاثات الناجمة عن الزراعة حصة متنامية من إجمالي الانبعاثات، لأسباب ثلاثة هي: (1) أن انبعاثات القطاعات الأخرى ستنخفض؛ (2) وأن إنتاج المواد الغذائية يزداد، ويزداد معه التوجّه نحو مزيد من الانبعاثات؛ (3) وأن خفض انبعاثات الزراعة يمثّل تحديات أكبر من قطاعات أخرى بسبب التنوع الكبير في قطاعاتها والعمليات الفيزيائية البيولوجية المعقّدة المرتبطة بها.

ويمكن أن تساهم قطاعات الزراعة في التخفيف من آثار تغيّر المناخ عبر الفصل بين زيادة الانبعاثات وزيادة الإنتاج. لكن هذه القطاعات لها قدرة فريدة على عزل الكربون. وحسب الوضع الحالي للتكنولوجيا، تشكّل الحراجة وإعادة تأهيل الأراضي التالفة السبيلين الرئيسيين لإخراج الكربون من الغلاف الجوي. ويتوقف تحويل هذه القدرة النظرية إلى بالوعة فعلية على الظروف الفيزيائية البيولوجية، وعلى توفّر الخيارات التقنية والمؤسسات والسياسات المناسبة. وتشكّل الانبعاثات الناجمة عن الزراعة، كما البالوعات، جزءاً من دورتي الكربون والنيتروجين العالميتين. وبالتالي، تتطلب الاستفادة المثلى من قدرة قطاعات الزراعة على التخفيف من آثار تغيّر المناخ فهم هاتين الدورتين وكيفية تفاعل الأنشطة الزراعية في ما بينها. وتشمل بعض خيارات تعزيز التخفيف، لا جميعها، منافع مشتركة في مجال التكيّف (انظر الفصل الرابع). ■

الاستنتاجات

عرض هذا الفصل الآثار المحتملة لتغيّر المناخ على الزراعة والتنمية الاجتماعية والاقتصادية وعلى الأمن الغذائي في نهاية المطاف. ومن أبرز الآثار على الزراعة تزايد موجات الجفاف والظواهر المناخية المتطرفة وتنامي ضغوط آفات وأمراض أكثر حدة وخسارة التنوع البيولوجي. وتشير التوقعات الطويلة المدى إلى آثار سلبية على إنتاج المواد الغذائية التي ستشتدّ بعد عام 2030. ويُرجح أن يظهر انخفاض في غلات المحاصيل ومصايد الأسماك والحراجة في المناطق الاستوائية أكثر منه في المناطق المعتدلة والبلدان المتقدمة.

ونظراً إلى تنامي أثر تغيّر المناخ على الإنتاج الزراعي والإنتاجية الزراعية، يتوقع حدوث زيادة في كل من أسعار الأغذية العالمية وعدد الأشخاص المعرضين لخطر انعدام الأمن الغذائي. وبينما ستكون التنمية الاجتماعية والاقتصادية والتكنولوجية محركا لاتجاهات الأمن الغذائي أقوى من تغير المناخ حتى عام 2050، فإنه ينبغي عدم الاستهانة بآثار تغير المناخ على الزراعة والأمن الغذائي، خاصةً على المستوى الإقليمي - وإن الآثار الاجتماعية والاقتصادية المصاحبة ستكون أكثر تجلياً في المجموعات السكانية الريفية المنخفضة الدخل وفي البلدان التي تعتمد اعتماداً كبيراً على الزراعة.

ويدرس الفصل التالي كيف يمكن للقطاعات الزراعية أن تتكيّف مع التغيّرات الحالية أو المتوقعة، بشكل يحدّ من آثارها السلبية ويسمح بالاستفادة من الفرص المتاحة، ويركّز على أصحاب الحيازات الصغيرة ونُظم الإنتاج الصغيرة. ويتناول الفصل الرابع إمكانات التخفيف من آثار تغيّر المناخ والمنافع المشتركة المحتملة لتدابير التكيّف والتخفيف.

الفصل 3

التكيف مع تغيّر المناخ في زراعة أصحاب الحيازات الصغيرة

روقيزي، رواندا
مزارع يزرع البذور
©FAO/G. Napolitano

بيومبا، رواندا
حقل شاي في أراضي المستنقعات
© FAO/G. Napolitano

الرسائل الرئيسية

1 **لا يمكن القضاء على الفقر في العالم من دون تعزيز** قدرة زراعة أصحاب الحيازات الصغيرة على الصمود في وجه آثار تغيّر المناخ.

2 **يمكن لنظم الزراعة الخاصة بأصحاب الحيازات الصغيرة أن تتكيّف مع تغيّر المناخ** من خلال اعتماد الممارسات الذكيّة مناخياً، وتنويع الإنتاج الزراعي في المزرعة، وتنويع الدخل المتأتي من خارج المزرعة والعمالة.

3 ستشكل **الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية** عاملاً رئيسياً للتكيف مع تغير المناخ ولضمان الأمن الغذائي.

4 هناك حاجة إلى **إجراء تحسينات في البنى التحتية، وإلى الإرشاد، والمعلومات المناخية، والوصول إلى الأسواق، والقروض والتأمين الاجتماعي** من أجل تيسير تكيّف سبل عيش أصحاب الحيازات الصغيرة وتنويعها.

5 **يترتب على التقاعس تكاليف أعلى من تلك الناجمة عن التدخلات** التي من شأنها تمكين المزارعين وصيّادي الأسماك والرعاة والحراجيين من التصدي بفعالية لتغيّر المناخ.

التكيف مع تغيّر المناخ في زراعة أصحاب الحيازات الصغيرة

معظم الفقراء والجياع في العالم هم من سكان الريف الذين يكسبون دخلاً زهيداً من الزراعة. وفي عام 2010، كان نحو 900 مليون شخص من بين 1,2 مليار شخص يعانون من الفقر المدقع، يعيشون في المناطق الريفية. وكان نحو 750 مليوناً منهم يعملون في الزراعة، عادةً كمزارعين أسريين من أصحاب الحيازات الصغيرة (Olinto وآخرون، 2013). وفي حين أن 200 مليون فقير ريفي قد يهاجر إلى البلدات والمدن في الخمس عشرة سنة القادمة، ستبقى الأغلبية في الريف. وفي هذه الفترة، من المتوقع أن يشهد عدد السكان الريفيين في المناطق الأقل نمواً، زيادةً طفيفةً (إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية في الأمم المتحدة، 2012)، وسيعيش حوالي 700 مليون شخص من سكان الريف في الفقر. وفي غياب العمل المنسّق لتحسين سبل العيش الريفية، سيكون من المستحيل القضاء على الفقر بحلول العام 2030.

وإن العدد الهائل للأسر الزراعية من أصحاب الحيازات الصغيرة في العالم يبرر التركيز بنوع خاص على التهديدات التي يطرحها تغيّر المناخ بالنسبة إلى سبل معيشتهم، والحاجة الماسة إلى وضع هذه السبل على مسارات مستدامة. وينظر هذا الفصل في نقاط الضعف الرئيسية لنظم الزراعة الخاصة بأصحاب الحيازات الصغيرة في وجه تهديدات تغيّر المناخ، ويقيّم الخيارات للحد من نقاط الضعف من خلال استراتيجيات التكثيف والتنويع وإدارة المخاطر المستدامة. وبعد تقييم الأدلة المتاحة عن تكلفة التكييف، يخلص الفصل إلى أن تكاليف التقاعس تتخطى بكثير تكلفة التدخلات التي تعزز قدرة نظم الزراعة الخاصة بأصحاب الحيازات الصغيرة على الصمود، وتجعلها مستدامة ومزدهرة. ■

إعادة النظر في المسارات المتاحة للخروج من دائرة الفقر

يعد القضاء على الفقر في الريف أمراً ضرورياً للقضاء على الجوع والفقر في العالم. وخلال العقود الأخيرة، ارتبط الحد من الفقر في العديد من البلدان والظروف بنمو قيمة الإنتاج الزراعي وزيادة الهجرة من المناطق الريفية إلى المناطق الحضرية والتحول من الاقتصادات التي تعتمد إلى حد كبير على الزراعة إلى مصادر أكثر تنوعاً للدخل والعمالة. وفي كل بلدٍ شهد تراجعاً سريعاً للفقر، كان نمو إنتاجية اليد العاملة الزراعية، وبالتالي الأجور في الريف، عنصراً مهماً (Timmer، 2014). وقد حققت كل من رواندا وإثيوبيا، على سبيل المثال، نمواً ملحوظاً في الإنتاجية وتراجعاً كبيراً في الفقر في الريف.

ولكن الفرص والتحديات التي يواجهها نمو الإنتاجية الزراعية اليوم باتت مختلفة جداً عما كانت عليه في الماضي. فنمو أسواق المنتجات الغذائية والزراعية يخلق فرصاً لأصحاب الحيازات الصغيرة، ولكن في بعض الأحيان حواجز أيضاً تؤدي إلى استبعادهم. وقد وفّر نمو حصة القطاع الخاص من تطوير التكنولوجيا الزراعية ونشرها، فرصاً جديدة، وغيّر كذلك الشروط التي يتم النفاذ بموجبها إلى هذه التكنولوجيا.

وإذ يواجه سكان الريف في العالم قيوداً وفرصاً مختلفة، تتاح لهم عدّة مسارات ممكنة للخروج من الفقر (Wiggins، 2016). فالذين لديهم روابط جيدة بالأسواق السريعة التوسع، تتوافر لهم فرصٌ مختلفة عن الذين يعيشون في المناطق النائية. كما تتسم الديموغرافيا بالأهمية. ففي أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، سيكون السكان الزراعيون في المستقبل من الشباب، وستكون المساحات الزراعية أصغر حجماً؛ وفي بعض أنحاء

الجدول 7

أثر الصدمات المناخية على المخرجات والإنتاجية الزراعية

	إثيوبيا	ملاوي	النيجر	أوغندا	جمهورية تنزانيا المتحدة	زامبيا
متوسط تساقط الأمطار	++	+++	+++	+	+	+++
التقلب في تساقط الأمطار	-	غير متوافر	---	غير محدد	-	غير محدد
متوسّط درجة الحرارة القصوى	---	---	- -	- -	+	-
تقلّب درجة الحرارة القصوى	---	غير متوافر	- -	- -	غير محدد	غير متوافر
مجموع فترات الجفاف	غير متوافر	---	غير متوافر	غير متوافر	غير متوافر	غير متوافر

ملاحظات: + = أثر إيجابي ملحوظ على الغلات؛ - = أثر سلبي ملحوظ على الغلات. تشير علامة «+» أو «-» واحدة أو اثنتان أو ثلاثة إلى الأهمية عند مستوى الثقة البالغ 10 أو 5 أو 1 في المائة على التوالي. تشير النتائج بشأن ملاوي، وجمهورية تنزانيا المتّحدة، وزامبيا إلى الأثر على إنتاجية الذرة فقط.

المصادر: Asfaw وآخرون، 2016(أ)؛ Asfaw وMaggio، 2016؛ Asfaw وDi Battista، 2016؛ Asfaw وCoromaldi، 2016؛ Lipper وArslan وآخرون، 2015؛ ومنظمة الأغذية والزراعة، 2016(ب)، 2016(ج).

آسيا، من المتوقع أن يكون السكان أكبر في السن والمزارع أكبر حجماً. وفي بعض الحالات، ستظهر الحاجة إلى تجميع الأراضي الزراعية من أجل تيسير النفاذ إلى سلاسل الأسواق ذات القيمة العالية (Masters وآخرون، 2013). وتشمل المسارات الأخرى الممكنة، التنويع في مصادر الدخل غير الزراعية من خلال هجرة بعض أعضاء الأسرة، أو الخروج تماماً من الزراعة والهجرة إلى المدن من غير عودة (Wiggins، 2016). أما بالنسبة إلى أصحاب الحيازات الصغيرة، تعتمد جدوى أي من هذه الاستراتيجيات على موقعهم وعلى مستوى التنمية الاقتصادية في القطاعات الزراعية وغير الزراعية.

ومن المتوقع أن تكون آثار تغيّر المناخ على الإنتاج الغذائي والزراعي في مناطق واسعة من العالم النامي سلبية بنوع خاص. وبالتالي، سيتوقف نجاح الجهود لتنمية الاقتصادات الريفية والقضاء على الفقر في الريف، على بناء القدرة على الصمود في وجه تغيّر المناخ في النظم الزراعية - لا سيما التي يديرها أصحاب الحيازات الصغيرة - وعلى الاعتماد الواسع النطاق لممارسات إدارة الأراضي، والمياه، ومصايد الأسماك، والغابات المستدامة بيئياً واجتماعياً واقتصادياً. ■

نقاط الضعف الرئيسية في وجه مخاطر تغيّر المناخ

يُعتبر المنتجون الزراعيون من أصحاب الحيازات الصغيرة في البلدان النامية شديدي التأثر بتغيّر المناخ وهم أكثر من يمكنه الاستفادة من تعزيز القدرة على الصمود. وتعرّف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ قابلية التأثر على أنها مدى تحمّل نظام طبيعي أو اجتماعي الأضرار الناجمة عن آثار تغيّر المناخ، وعلى أنها تابعة للتعرّض والحساسية والقدرة على التكيّف (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، 2001).

وقد لخّص الفصل 2 طبيعة التهديدات التي يفرضها تغيّر المناخ على النظم الزراعية في العالم. وفي الإجمال، يتنوع مدى **التعرّض** للتهديدات ويتغيّر مع الوقت. وبالنسبة إلى معظم البلدان النامية، تميل آثار تغيّر المناخ على إنتاجية المحاصيل والثروة الحيوانية إلى أن تكون ضارّة ومتزايدة. فسبق أن قوّضت الصدمات المناخيّة المحلّية والآفات والأمراض الناشئة، استقرار إنتاج المحاصيل، ما يسّلط الضوء على الحاجة الماسة إلى استجابات الإدارة الفوريّة والقابلة للتكييف (منظمة الأغذية والزراعة، 2016(أ)).

وأظهرت دراسات حديثة لمنظمة الأغذية والزراعة حول آثار الصدمات المناخية على الزراعة القائمة على أصحاب الحيازات الصغيرة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى (الملخّصة في الجدول 7) أن الغلات ترتفع بشكلٍ ملحوظ في معظم الحالات عندما يزداد تساقط الأمطار، ولكنها تتدهور عندما يكون تساقط الأمطار أقل من المتوسّط وأكثر تقلّباً؛ كما تؤدي درجات الحرارة فوق المعدّل إلى تراجع كبير في الإنتاجية. ولكن بعض ظواهر المناخ الشاذة تؤثر على الغلات في بلدان من غير سواها. وإن معرفة أية تقلّبات مناخية تقيّض الغلات تعتبر الخطوة الأولى في التصدي لهذه القيود، ولكن ليس هناك وصفة يمكن تطبيقها على جميع البلدان. فالتقلب في سقوط الأمطار يكتسي أهمية بالغة في ملاوي والنيجر على عكس أوغندا وزامبيا. وعلى الرغم من أن متوسط تساقط الأمطار ودرجات الحرارة يبدوان مهمين في عددٍ كبير من البلدان، إلا أنه يمكن أن يشكل تقلبهما عاملاً مقيّداً أساسياً في بعض المناطق، حتى ولو لا يتم ربطه بظاهرة مناخية شديدة.

تتوقف تداعيات التعرّض للمخاطر المناخية على **الحساسية**، أي على درجة استجابة نظام إيكولوجي-زراعي أو اقتصادي-اجتماعي، إيجابياً أو سلبياً، لتغيّر معيّن. وتزيد ندرة الموارد الطبيعية وتدهورها من حساسية زراعة أصحاب الحيازات الصغيرة تجاه المخاطر المناخية، بسبب عجز الموارد المتدهورة عن المحافظة على الإنتاجية في ظل الضغوط المناخية (منظمة الأغذية والزراعة، 2012). فعلى سبيل المثال، هناك كميّات كافية من المياه لتلبية الطلب على الأغذية على المستوى العالمي، ولكن يواجه عدد متنام من المناطق ندرةً متزايدة في المياه، ما من شأنه أن يؤثر على سبل العيش الريفية والحضرية، وعلى الأمن الغذائي والأنشطة الاقتصادية (منظمة الأغذية والزراعة، 2011 (أ)؛ منظمة الأغذية والزراعة ومجلس المياه العالمي، 2015). كما يحد استمرار تدهور نوعية المياه وكميتها في ظل تغيّر المناخ، من إمدادات المياه لإنتاج الأغذية، ويؤثر ذلك على توافر الأغذية، واستقرارها والوصول إليها واستخدامها، لا سيما في المناطق المدارية القاحلة وشبه القاحلة وفي الدلتات الكبرى الآسيوية والأفريقية (Bates وآخرون، 2008). ومن شأن ترشيد استخدام المياه في الزراعة أن يسهّل التكيّف مع تغيّر المناخ في نظم إنتاج أصحاب الحيازات الصغيرة.

والمرأة الريفية حساسة بنوع خاص تجاه المخاطر المناخية، بسبب مسؤولياتها الأسرية التي يحددها البُعد الجنساني (مثل جمع الحطب والمياه)، وعبء العمل الزراعي المتزايد الذي تتحمله نتيجةً لهجرة الرجال من المناطق الريفية (انظر مثلاً Jost وآخرون، 2015؛ Agwu وOkhimamwe، 2009؛ Goh، 2012؛ Wright وChandani، 2014). ويضيف تكرار موجات الجفاف ونقص المياه على عبئها، ما يؤثر على الإنتاجية الزراعية ورفاه الأسرة على حد سواء (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 2010). انظر أيضاً الإطار 8.

إن محدودية قدرة أصحاب الحيازات الزراعية الصغيرة على إدارة المخاطر تشكل مصدر حساسية آخر تجاه المخاطر المناخية. فخلال الظواهر المناخية الشديدة، يعتمدون استراتيجيات احترازية - مثل بيع القطيع - ما يمكنه أن يحميهم من تكبّد خسائر كارثية، ولكنه يقوّض فرص كسب العيش على الأجل الطويل ويوقعهم في براثن الفقر المزمن (Carter وBarrett، 2006؛ Dercon، 1996؛ Dercon وChristiaensen، 2007؛ Fafchamps، 2003؛ Morduch، 1994؛ Kebede، 1992؛ Simtowe، 2006). كما يؤثر انعدام اليقين من الأحوال المناخية والابتعاد عن المخاطرة، على الأسواق المالية الريفية وسلاسل الإمدادات بطرق تحد من الفرص وتزيد من الفقر على مستوى المزرعة (Barrett وSwallow، 2006؛ Kelly وAdesina وGordon، 2003؛ Poulton وKydd وDorward، 2006).

وفي زراعة أصحاب الحيازات الصغيرة، إن **القدرة على التكيّف** - أو القدرة على تحديد الإجراءات الفعالة وتنفيذها للتصدي للظروف المتغيّرة - محدودة بحواجز أمام اعتماد التكنولوجيا والممارسات المحسّنة والذكيّة مناخياً. فعلى سبيل المثال، تؤثر قلّة النفاذ إلى القروض من أجل الاستثمار بنوع خاص على الأسر الفقيرة العاجزة عادةً على استيفاء الشروط لضمان الحصول على القروض، وعلى النساء من المنتجات اللواتي لا يتمتّعن غالباً بالحق في امتلاك الأصول. وتشمل الحواجز الأخرى انعدام الأمن في حيازة الأراضي، والنفاذ المحدود جداً إلى المعلومات والمشورة الإرشادية والأسواق، ونقص شبكات الأمان لحماية سبل العيش من الصدمات، والتحيّز الجنساني في كل هذه المؤسسات.

وإن معظم التدخلات الضرورية لتحسين قدرة أصحاب الحيازات الصغيرة على التكيّف مع تغيّر المناخ هي نفسها المطلوبة لتحقيق التنمية الريفية عموماً، ولكن مع التركيز أكثر على تهديدات المناخ. فعلى سبيل المثال، ينبغي أن تأخذ رزم الإرشاد بالاعتبار توقعات تغيّر المناخ في مواقع محددة؛ ولا ينبغي أن تنظر الاستثمارات في تربية أنواع محاصيل وسلالات حيوانية محسّنة في الغلات الأعلى فحسب، بل أيضاً في مقاومة الصدمات المتوقعة في أماكن محددة (الإطار 9). وهناك حاجة طارئة إلى الاستثمارات في الرّي والبنى التحتية الأخرى لإدارة المياه. ويتم تناول هذه القضايا بالتفصيل في الأقسام التالية. ■

الإطار 8

المرأة الريفية هي من بين أشد الأشخاص ضعفا

تمثّل المرأة الريفية ربع سكان العالم. وتشكل 43 في المائة من اليد العاملة الزراعية في البلدان النامية. وفي جنوب آسيا، يعمل أكثر من اثنين من بين ثلاث نساء في الزراعة (منظمة الأغذية والزراعة، 2011 (أ)). وعلى المستوى العالمي، يظهر كل مؤشر جنساني وتنموي تتوافر له البيانات، مع بعض الاستثناءات، أن المرأة الريفية أسوأ حالاً من الرجل الريفي والمرأة في المناطق الحضرية، وهي تتعرضّ بشكل غير متناسب للفقر والإقصاء ولآثار تغيّر المناخ (الأمم المتحدة، 2010).

وتتعرّض المزارعات من أصحاب الحيازات الصغيرة أكثر من المزارعين لمخاطر المناخ، وذلك للأسباب نفسها التي تجعل إنتاجية المزارعات أدنى من إنتاجية المزارعين - فهي تتمتع بتخصيصات وحقوق أقل، وبنفاذ محدود إلى المعلومات والخدمات، ولا تتنقل كثيراً (منظمة الأغذية والزراعة، 2007؛ Nelson، 2011). وتعني الطبيعة الجنسانية للحقوق في الموارد أن المرأة تميل إلى الاعتماد أكثر على الموارد والتكنولوجيا الحساسة تجاه المخاطر المناخية (Dankelman، 2008؛ Huynh وResurreccion، 2014؛ Nelson وStathers، 2009؛ Nelson، 2011). كما أن طبيعة الفقر وقابلية التأثر بالتهديدات، وشدّتهما مرتبطان أيضاً بالمساواة بين الجنسين (Holmes وJones، 2009).

وللحرص على فعالية واستدامة التدخلات الهادفة إلى زيادة الإنتاجية والحد من التهديدات المرتبطة بتغيّر المناخ، من المهم التصدي لانعدام المساواة والتمييز بين الجنسين في النفاذ إلى الموارد المنتجة، والخدمات، وفرص العمل، ليتمكن الرجال والنساء من الاستفادة منها على قدم المساواة.

الإطار 9

التنوع الوراثي يحسّن القدرة على الصمود

أصدرت منظمة الأغذية والزراعة الخطوط التوجيهية الطوعية لدعم إدراج التنوع الوراثي في تخطيط التكيّف مع تغيّر المناخ على المستوى الوطني. فإذا تمت المحافظة على التنوع الوراثي واستخدامه في برامج التربية بصورة صحيحة، يمكن أن يوفّر أصناف محاصيل أكثر مقاومةً لتزايد الجفاف، والصقيع، والفيضانات، وملوحة التربة، إضافةً إلى سلالات حيوانية عالية الإنتاجية ومقاومة لبيئة الإنتاج الصعبة. ويمكن أن تساعد السياسات التي تتوقع الاحتياجات المستقبلية وتخطط لإدارة الموارد الوراثية بصفتها خزّاناً وأداة جوهريين، على بناء نظم إنتاج زراعي قادرة على الصمود.

وهناك حاجة إلى تضافر الجهود للمحافظة على الاستخدام المستدام لأصناف النباتات والسلالات الحيوانية ودعمه، ولتجميع الأقارب البرّية للمحاصيل الغذائية المهمة والمحافظة عليها. وتسمح صيانة التنوع في المزرعة بالتطور بما يتماشى مع التغيّرات البيئية، في حين توفّر بنوك الجينات الإقليمية والعالمية مجموعات احتياطية للمادة الوراثية يمكن الاستناد إليها لدعم تدابير التكيّف مع تغيّر المناخ. ونظراً إلى أن كل البلدان تعتمد على التنوع الوراثي من بلدان ومناطق أخرى، يصبح التعاون والتبادل الدوليان ضروريين. وتسمح المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، للباحثين والمربّين بالنفاذ إلى الموارد الوراثية من بلدان أخرى.

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة،2015 (أ).

نحو نظم إنتاج وسبل كسب عيش قادرة على الصمود

تزيد قابلية تأثر أصحاب الحيازات الصغيرة بتغيّر المناخ من الصعوبات التي يواجهونها في تعزيز إنتاجيّتهم وتحسين سبل معيشتهم. بالتالي، ينبغي أن تتماشى الاستجابات الهادفة إلى الحد من قابلية التأثر، مع السياسات الهادفة إلى تحقيق التنمية الزراعية والريفية الأوسع. ويخلق هذا النهج الظروف التي تساعد على الحد من التعرّض والحساسية تجاه الصدمات المناخية، ويبني القدرة على التكيّف على نحو يمكن أن يتيح فرصاً جديدة لتحسين سبل العيش الريفية والأمن الغذائي.

تستوجب سبل عيش قادرة على الصمود توافر شروطٍ، مثل الدخل المناسب والأمن الغذائي، تسمح للناس بتحمّل التهديدات المناخية التي يتعرّضون لها وبالتعافي منها والتكيّف معها. وبما أن ظروف أصحاب الحيازات الصغيرة والفرص المتاحة لهم تختلف بدرجة كبيرة بين موقع وآخر، ينبغي أن يتم تصميم مسارات التكيّف وبناء القدرة على الصمود خصيصاً لكل سياق، مع أخذ درجة التعرّض للصدمات المناخية والقدرة على التكيّف بالاعتبار. يحدد هذا القسم الملامح الرئيسة للمسارات الممكنة للحد من قابلية تأثر نظم أصحاب الحيازات الصغيرة والسكان الذين يعتمدون عليها بتغيّر المناخ. ويعالج أيضاً بُعدين: سبل زيادة قدرة نظم الإنتاج الزراعي على الصمود، وسبل تحسين قدرة سبل عيش السكان الضعفاء على الصمود.

الابتكار هو العنصر الأساسي لتكيف نظم الزراعة

إن التصدي للتحديات الجديدة التي يطرحها تغير المناخ سيتطلب القيام بابتكارات في نظم الزراعة. ويحدث الابتكار عندما يعتمد أفراد وجماعات أفكارا أو تكنولوجيات أو عمليات جديدة تنتشر من خلال المجتمعات والمجتمعات المحلية عندما تتكلل بالنجاح. وهذه العملية معقدة وتنطوي على العديد من الجهات الفاعلة ولا يمكن أن تعمل في فراغ. وهي تتعزز من خلال جود نظام ابتكار فعال. ويشمل نظام ما للابتكار الزراعي البيئة الاقتصادية والمؤسسية الملائمة العامة التي تلزم جميع المزارعين. وهناك مكونات رئيسية أخرى تتمثل في خدمات البحث والاستشارة ومنظمات المنتجين الزراعيين الفعالة. وغالبا ما يستند الابتكار إلى المعرفة المحلية والنظم التقليدية ويكيّفها، وبالاقتران مع مصادر جديدة للمعرفة من نظم البحوث الرسمية (منظمة الأغذية والزراعة، 2014 (أ)).

وتشمل الابتكارات التي تعزز قدرة نظم الزراعة الخاصة بأصحاب الحيازات الصغيرة على الصمود في وجه تغيّر المناخ تحسين كفاءة استخدام الموارد من خلال تكثيف الإنتاج على نحو مستدام واعتماد نظم الإنتاج الزراعي الإيكولوجي. ويشكل تحسين إدارة الموارد المائية مجالاً آخر يمكن أن يكون فيه الابتكار فعالاً في معالجة آثار تغير المناخ. وكل هذه النُهج تحسن إدارة الكربون والنيتروجين (انظر أدناه والفصل 4).

ويمكن للتكنولوجيات الحيوية، المنخفضة والعالية التكنولوجيا على السواء، أن تساعد صغار المنتجين على وجه الخصوص على أن يكونوا أكثر قدرة على الصمود وعلى التكيّف بشكل أفضل مع تغير المناخ. وفي حين أن الأقسام الفرعية التي تلي تركز بالأساس على الابتكار من خلال ممارسات الإدارة، فإن بعض الممارسات قد تتوقف على نتائج التكنولوجيا الحيوية، مثل البذور المحسنة.

التكثيف المستدام

يؤدي التكثيف المستدام إلى زيادة الإنتاجية وتخفيض تكاليف الإنتاج ورفع مستوى عائدات الإنتاج واستقرارها، في حين أنه يحافظ على الموارد الطبيعية ويحد من الآثار السلبية على البيئة ويعزز تدفّق خدمات النظم الإيكولوجية (منظمة الأغذية والزراعة، 2011(ب)). وتختلف طبيعة استراتيجيات التكثيف المستدام باختلاف أنواع نظم الزراعة والمواقع. ولكن أحد المبادئ الرئيسية تتمثل في زيادة كفاءة استخدام الموارد.

والنهج الذي تعتمده المنظمة في مجال التكثيف المستدام لإنتاج المحاصيل هو نهج «الحفظ والتوسع». ويشجع هذا النهج الزراعة المنتجة التي تصون الموارد الطبيعية وتعززها. ويستخدم نهجا للنظام الإيكولوجي يستند إلى مساهمة الطبيعة في نمو المحاصيل، مثل المواد العضوية في التربة وتنظيم تدفق المياه والتلقيح والافتراس الطبيعي للآفات. ويطبق مدخلات خارجية مناسبة في الوقت المناسب وبالكمية المناسبة على أصناف محاصيل محسنة قادرة على الصمود أمام تغير المناخ ويستخدم

المغذيات والمياه والمدخلات الخارجية بشكل أكثر كفاءة. وإن زيادة كفاءة استخدام الموارد وخفض استخدام الوقود الأحفوري والحد من التدهور البيئي المباشر كلّها مكونات رئيسية لهذا النهج، تؤدي إلى توفير المال بالنسبة إلى المزارعين وإلى منع الآثار السلبية الناجمة عن الإفراط في استخدام مدخلات معينة. وقد تم توسيع نطاق هذا النهج ليشمل قطاعات زراعية أخرى.

ومن خلال إدارة دورات الكربون والنيتروجين على نحو أفضل (انظر القسم أدناه)، يبني التكثيف الزراعي المستدام أيضا قدرةً أكبر على الصمود في وجه آثار تغيّر المناخ ويساهم في الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (Burney وآخرون، 2010؛ Wollenberg وآخرون، 2016).

الزراعة الإيكولوجية

وفقا لفريق الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي والتغذية (2016)، تطبق الزراعة الإيكولوجية المفاهيم والمبادئ البيئية على نظم الزراعة. ومن خلال تركيزها على التفاعل بين النباتات والحيوانات والبشر والبيئة، فإنها تعزز التنمية الزراعية المستدامة التي تضمن بدورها الأمن الغذائي والتغذية. وتتجاوز الزراعة الإيكولوجية كفاءة استخدام المدخلات واستبدال المدخلات عن طريق: تسخير العمليات الإيكولوجية الأساسية، مثل الافتراس الطبيعي للآفات وإعادة تدوير الكتلة الأحيائية والمغذيات؛ وتعزيز أوجه التآزر والتفاعلات البيولوجية المفيدة بين مكونات التنوع البيولوجي الزراعي؛ وتحقيق الاستخدام الأمثل للموارد. وتكتسي المبادئ الإيكولوجية الزراعية، كما عرّفها Nicholls وAltieri وVazquez (2016) أهمية خاصة بالنسبة إلى التكيّف مع تغير المناخ، نظراً إلى أنها تهدف إلى تحقيق ما يلي:

- تعزيز إعادة تدوير الكتلة الأحيائية بهدف تحسين تحلل المواد العضوية وتدوير المغذيات؛
- وتعزيز «الجهاز المناعي» لنظم الزراعة من خلال تحسين التنوع البيولوجي الوظيفي، من خلال خلق موائل للأعداء الطبيعيين للآفات على سبيل المثال؛
- وتوفير ظروف التربة الأنسب لنمو النباتات، لا سيما من خلال إدارة المواد العضوية وتعزيز النشاط البيولوجي للتربة؛
- وتقليل الخسائر من الطاقة والمياه والمغذيات والموارد الوراثية من خلال تعزيز صون وتجديد التربة والموارد المائية والتنوع البيولوجي الزراعي؛
- وتنويع الأنواع والموارد الوراثية في النظام الإيكولوجي الزراعي عبر الزمان والمكان، على المستوى الميداني ومستوى المناظر الطبيعية؛
- وتعزيز أوجه التآزر والتفاعلات البيولوجية في ما بين مكونات التنوع البيولوجي الزراعي، وبالتالي النهوض بالعمليات والخدمات الإيكولوجية الأساسية.

وتستند الزراعة الإيكولوجية إلى المعارف المحلية والتقليدية للمزارعين لإيجاد حلول تقوم على احتياجات المزارعين. فعلى سبيل المثال، خلص Swiderska (2011) إلى أن الحصول على أصناف محاصيل تقليدية متنوعة ضروري للتكيف مع تغير المناخ والبقاء بالنسبة إلى المزارعين الفقراء في الصين وبوليفيا وكينيا. ففي الصين، تمكّن المزارعون الذين قاموا بزرع أخلاط مختلفة من أصناف الأرز، مقارنة بالمزارعين الذين زرعوا صنفا واحدا، من تسجيل نسبة 44 في المائة أقل من حالات مرض لفحة الأرز وتحقيق غلات أكبر بنسبة 89 في المائة، من دون الحاجة إلى استخدام مبيدات الفطريات (Zhu وآخرون، 2000). ويسهم تنويع الزراعة الإيكولوجية في استقرار الغلات في ظل التقلبات المناخية. وتسجل الزراعة المختلطة المحاصيل درجة أكبر من استقرار الغلات وتتكبد مستوى أقل من انخفاض الإنتاجية أثناء فترة جفاف قياساً إلى الزراعة الأحادية المحصول (Altieri وآخرون، 2015).

الإدارة الفعالة للمياه

نظراً إلى أن تغيّر المناخ يؤدي إلى تغييرات في أنماط تساقط الأمطار وتوافر المياه، ستكون القدرة على التعامل مع ندرة المياه أو فائضها، مهمة جداً في الجهود المبذولة لتحسين الإنتاجية على نحو مستدام. وإن المناطق التي فيها أكبر إمكانية لتحسين إنتاجية المياه هي المناطق التي تسجّل معدّلاً عالياً من الفقر، بما في ذلك أجزاء عديدة من أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، وجنوب آسيا، وأمريكا اللاتينية، والمناطق التي تشهد منافسة شديدة على المياه مثل حوض نهر الإندوس والنهر الأصفر (فريق الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي والتغذية، 2015).

وقد تتطلب زيادة كفاءة استخدام المياه في النظم الزراعية في ظل تغيّر المناخ، إجراءات في مجال السياسات والاستثمار وإدارة المياه، وتغيّرات مؤسساتية وفنّية على مستويات مختلفة: في الحقول والمزارع، وفي مشاريع الري، وفي مستجمعات المياه أو خزانات المياه الجوفية، وفي أحواض الأنهر، وعلى المستوى الوطني (منظمة الأغذية والزراعة،

2013(أ)). وفي خطوة أولى نحو التكيّف مع آثار تغيّر المناخ الطويلة الأجل، ينبغي دمج المعلومات بشأن تقلّب المناخ في إدارة المياه (Sadoff وMuller، 2009؛ Bates وآخرون، 2008 كما اقتُبس من Pinca، 2016).

تعدّ الإدارة الأفضل لمياه الأمطار ورطوبة التربة في النظم البعليّة التي تستحوذ على 95 في المائة من الأراضي الزراعية في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، عاملاً رئيسياً لزيادة الإنتاجية والحد من فقدان الغلات خلال موجات الجفاف وفترات تساقط الأمطار المتقلّبة. ويشكل الري التكميلي الذي يستخدم حصد المياه أو موارد المياه الجوفية السطحية، استراتيجية مهمة ولكن مستخدمة استخداماً ناقصاً لزيادة إنتاجية المياه في الزراعة البعلية (فريق الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي والتغذية، 2015؛ Oweis، 2014).

وفي النظم المروية، يمكن تعزيز كفاءة استخدام المياه من خلال التغييرات المؤسساتيّة، مثل خلق جمعيات مستخدمي المياه والتحسينات في البنى التحتية، من قبيل تبطين القنوات، وشبكات الصرف الأكثر فعالية، وإعادة استخدام مياه الصرف. ويمكن أن تكون تقنيات الرّي الكفؤة في استخدام المياه، مثل أجهزة التنقيط، والصيانة الأفضل للبنية التحتية للري، إضافةً إلى التدريب المناسب لتكوين معارف المزارعين الفنّية، فعالة للتصدي لآثار تغيّر المناخ على توافر المياه والأمن الغذائي (انظر الإطار 10). ولكن تحتاج بعض التقنيات التي تحسّن كفاءة استخدام المياه، مثل الري بالتنقيط، إلى الطاقة. وبشكل أعمّ، هناك في غالب الأحيان أوجه تبادل، وتآزر ممكن في استخدام المياه والطاقة والأراضي لإنتاج الأغذية. وتمثّل «العلاقة بين الماء والطاقة والغذاء» مفهوماً مفيداً عند التخطيط لاستخدام هذه الموارد في السلاسل الغذائية الزراعية (منظمة الأغذية والزراعة، 2014(ب)).

خيارات إدارة الكربون والنيتروجين

تتأثر دورات الكربون والنيتروجين على كوكب الأرض بأنواع الممارسات التي يعتمدها المزارعون في إدارة التربة والمغذّيات والمياه، وبمدى ممارسة الزراعة المختلطة بالغابات، وبتوسّع الزراعة في الأراضي غير الزراعية (انظر أيضاً الفصل 4). ويمكن لأصحاب الحيازات الصغيرة، على وجه الخصوص، أن ينتفعوا من الممارسات التي تساعد على إنعاش إنتاجيّة التربة في المناطق التي أدت فيها إدارة الأراضي غير المستدامة إلى استنزاف الكربون العضوي في التربة، والخصوبة الطبيعية للتربة ونوعيّتها، فترتب عن ذلك تراجع الإنتاجية وزيادة قابلية التأثر بالمخاطر المناخية مثل الجفاف، والفيضانات، والظروف التي تشجّع تطوّر الآفات والأمراض. (Stocking، 2003؛ Lal، 2004؛ Cassman، 1999؛ منظمة الأغذية والزراعة، 2007).

وفي الأراضي المحصوليّة، يمكن تحسين مستويات الكربون العضوي في التربة والنيتروجين المستخدم من النباتات من خلال اعتماد ممارسات مثل الزراعة المختلطة بالغابات، والتبوير المحسّن، والسماد الأخضر، وتثبيت النيتروجين على المحاصيل، والإدارة المتكاملة للمغذّيات، وإحداث أقل اختلال في التربة، والاحتفاظ بمخلّفات المحاصيل. وفي الأراضي الرعوية، تشكّل الإدارة المحسّنة للمراعي، والحدّ من نشوب الحرائق أو الحيلولة دون وقوعها، وإدخال الأعشاب العلفية أو الخضار المحسّنة، وسائل مهمة لتحسين إدارة الكربون. وتعزز النظم الزراعية المختلطة، القدرة على الصمود وتقلب تدهور التربة من خلال مكافحة التعرية، وتوفير المخلّفات الغنيّة بالنيتروجين، وزيادة المادة العضوية في التربة. وعلى سبيل المثال، تشمل النظم الزراعية المختلطة المقاومة للجفاف في إثيوبيا وجمهورية تنزانيا المتحدة نوعا من البقوليات عديد الأغراض، مثل البازلاء الهندية (*Cajanus cajan*)، وأشجار *Faidherbia albida* وهي شجرة بقوليّة أصليّة مثبّتة للنيتروجين توفّر القرون السائغة للثروة الحيوانية والأوراق التي تستخدم كأسمدة عضوية. وتساعد زيادة البقول في تنويع النظم الغذائية وتوفّر بروتينات إضافيّة خلال مواسم انعدام الأمن الغذائي.

وستؤثر الظروف المناخية المحددة بالسياق على خيارات أصحاب الحيازات الصغيرة لإدارة الكربون والنيتروجين الأكثر فعالية في تحسين سبل عيشهم. فعلى سبيل المثال، قد يؤدي استخدام الأسمدة المعدنية إلى توليد غلات عالية في ظل الظروف المناخية المتوسّطة، وغلات متدنية في ظل التقلب الكبير في تساقط الأمطار أو تأخر هطولها. وفي المقابل، قد يُنتج تناوب المحاصيل غلات متدنية في ظل الظروف المناخية المتوسطة، وغلات عالية واحتمال أقل في خسارة الغلات في ظل التقلب الكبير في تساقط الأمطار (الجدول 8).

تتّسم التحسينات في استخدام الأسمدة النيتروجينية بأهمية بالغة بالنسبة إلى استدامة العديد من نظم الزراعة الخاصة بأصحاب الحيازات الصغيرة. وتظهر مؤشرات استخدام الأسمدة النيتروجينية (الجدول 9) أن معدّلات الاستخدام وغلات الحبوب أعلى بكثير في شرق آسيا، ولكن كمّية الإنتاج الإضافية الناشئة عن مدخلات الأسمدة أعلى بكثير في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. كما أن التوازن الجزئي للمغذّيات عالٍ جداً – ففي أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، «

الإطار 10

منافع توفير المياه في الصين

يتمتّع سهل هوانغ-هواي-هاي بأهمية بالغة بالنسبة إلى الاقتصاد الزراعي الصيني والأمن الغذائي الوطني. وتتعرّض الإنتاجية لتهديد تغيّر المناخ، بما في ذلك الزيادة الإجمالية الكبيرة في درجة الحرارة وتراجع مستويات الرطوبة وهطول الأمطار خلال السنوات الخمسين الماضية (Yang وآخرون، 2015؛ Hijioka وآخرون، 2014).

وفي خمس محافظات من هذه المنطقة، روّج مشروع موّله البنك الدولي لتكنولوجيات موفّرة للمياه ولممارسات محسّنة أخرى – مثل استخدام أصناف محاصيل مقاومة للجفاف – بهدف تحسين إدارة المياه في نحو 500 000 هكتار من الأراضي الزراعية. وتم نقل منشآت الرّي التي بُنيت في إطار المشروع إلى 1 000 جمعيّة مستخدمي المياه تم إنشاؤها بدعم من الحكومة وتشارك في كل قرارات إدارة المياه. وتوفّر هذه الجمعيّات أيضاً منصاتٍ للتدريب على تقنيات إدارة المياه الجديدة.

وساعد المشروع على إنشاء 220 جمعيّة وتعاونيّة للمزارعين، واضطلع بمجموعة متنوّعة من الأنشطة البحثية والتجريبية والإرشادية. وانصب التركيز على تدابير التكيّف وتكنولوجيات توفير المياه التي طبّقها المزارعون في ما بعد. وقد وجدت نحو 1,3 مليون أسرة زراعية منافع على شكل تكاليف ريّ مخفّضة ونضوب أقل للمياه الجوفية، وإنتاجية أعلى للمياه.

المصدر: مقتبس بتصرّف عن منظمة الأغذية والزراعة والبنك الدولي (2011).

الجدول 8

الآثار على غلات المحاصيل في ظل تأثيرات مختلفة للمناخ في زامبيا

	غلات أعلى	غلات أقل	احتمال أقل في خسارة الغلات
متوسّط الظروف المناخية	إقحام البقول	تعاقب المحاصيل	الأسمدة غير العضوية
	الأسمدة غير العضوية		البذور المحسّنة
	البذور المحسّنة		النفاذ إلى الأسمدة في الوقت المناسب
زيادة التقلّب في تساقط الأمطار	تعاقب المحاصيل	الأسمدة غير العضوية	تعاقب المحاصيل
	النفاذ إلى الأسمدة في الوقت المناسب		
تأخر تساقط الأمطار	البذور المحسّنة	الأسمدة غير العضوية	الأسمدة غير العضوية
	النفاذ إلى الأسمدة في الوقت المناسب		
زيادة درجة الحرارة الموسمية	النفاذ إلى الأسمدة في الوقت المناسب	البذور المحسّنة	البذور المحسّنة

المصدر: استناداً إلى Arslan وآخرين (2015)، الجداول 6 و7 و8.

الجدول 9

الاختلافات في استخدام النيتروجين في زراعة أصحاب الحيازات الصغيرة في شرق آسيا وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى

	شرق آسيا	أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى
متوسط كمّية النيتروجين المستخدمة في إنتاج محصول الحبوب (كلغم/ هكتار)	155,0	9,0
متوسط غلّة محصول الحبوب (طن/ هكتار)	4,8	1,1
الإنتاجيّة الجزئية للنيتروجين (كلغم من الحبوب/ كلغم من النيتروجين)	31,0	122,0
التوازن الجزئي للمغذّيات (كلغم من النيتروجين في الحبوب/ كلغم من النيتروجين المستخدم)	0,5	1,8

المصدر: استناداً إلى Fixen وآخرين (2015)، الجدول 3.

» يتم إزالة كمّية أكبر من المغذّيات مع المحاصيل المحصودة من الكمّيات المستخدمة في الأسمدة أو الروث، ما يشير إلى استنزاف مغذّيات التربة على نحو غير مستدام. والعكس صحيح في شرق آسيا.

من الواضح أن الاستخدام المفرط للأسمدة المعدنية يمثّل مشكلة في شرق آسيا، حيث لا يوفّر فائض المدخلات أية منفعة؛ بل على العكس، إنه يلحق أضراراً جسيمة بالبيئة على شكل تلوث المياه الجوفية والسطحية، ويتسبب بانبعاثات غازات الاحتباس الحراري. بالتالي، يشكّل الحد من استخدام الأسمدة المعدنية في شرق آسيا والحرص على استخدامها بالكمية الصحيحة وفي الوقت والمكان المناسبين، جزءاً مهماً من التكثيف المستدام.

وفي المقابل، في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، تملك زيادة مستوى استخدام الأسمدة المعدنية ليبلغ الكمّيات المناسبة، إمكانيات كبيرة لتعزيز غلات المحاصيل لأصحاب الحيازات الصغيرة. ولكن، نظراً إلى حالة التربة المتردّية في معظم أنحاء المنطقة، يحتاج أصحاب الحيازات الصغيرة إلى الدعم لتحسين نوعيّة التربة وخدمات النظام الإيكولوجي التي تقدّمها، باعتبارها مكملاً للاستخدام الحكيم للأسمدة.

كما تتّسم الإدارة المحسّنة للكربون والنيتروجين بالأهمية بالنسبة إلى نظم مصايد الأسماك والحراجة. ويعرض الإطار 11 مثلاً من فييت نام حيث تم اتخاذ تدابير لإدارة الكربون كجزءٍ من نظام تربية الأحياء المائية المتكامل والذكي مناخياً.

منافع الأمن الغذائي الناجمة عن الممارسات الزراعية المحسّنة

يمكن تحقيق تحسينات كبيرة في الأمن الغذائي باعتماد ممارسات زراعية محسّنة. وتظهر المحاكاة التي تستخدم نموذج الآثار الخاص بالمعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية أن اعتماد أصناف المحاصيل التي تتحمّل الحرارة، ينتج أعلى زيادة عالمية متوقّعة في غلّة الذرة في العام 2050. وتنتج الأصناف التي تستخدم النيتروجين بفعالية أكبر، أعلى زيادة عالمية في غلّة الأرزّ، فيما يمثّل النظام الزراعي عديم الحراثة الخيار الأفضل للقمح (Rosegrant وآخرون، 2014؛ De Pinto وThomas وWiebe، 2016).

وسيترك اعتماد هذه التكنولوجيات آثاراً إيجابيّة ملحوظة على الأمن الغذائي من خلال زيادة توافر الطاقة الغذائية، وتحسين مداخيل أصحاب الحيازات الصغيرة، وتخفيض أسعار الأغذية. وسيتم تقليص عدد الأشخاص المعرّضين لنقص التغذية في البلدان النامية في عام 2050[5] بنسبة 12 في المائة (أو نحو 124 مليون نسمة) إذا تم استخدام أصناف محاصيل كفؤة في استخدام النيتروجين على نطاق واسع، وبنسبة 9 في المائة (أو 91 مليون نسمة) إذا تم اعتماد النظام الزراعي عديم الحراثة على نطاق أوسع، وبنسبة 8 في المائة (80 مليون نسمة) إذا تم اعتماد أصناف المحاصيل التي تتحمّل الحرارة أو الزراعة المُحكمة (الشكل 14).

تفترض النتائج تطبيق الممارسات المشار إليها على نحو مستقل، وتكييف الممارسات مع السياقات الاقتصادية الاجتماعية والإيكولوجية الزراعية حيث من المتوقع أن تُعتمد. وفي ظل نهج الزراعة الذكيّة مناخياً، يتم تطوير قاعدة أدلّة لتحديد الممارسات التي تناسب فعلاً السياق المحلي. فهي لا تحدد مسبقاً إنما استناداً إلى عملية بناء الأدلّة والحوار. وليس هناك قائمة معياريّة بممارسات الزراعة الذكية مناخياً التي يمكن تطبيقها عالمياً: إذ توفر الزراعة العديمة الحراثة منافع تكيّف كبيرة في حالاتٍ وليس في أخرى (Arslan وآخرون، 2015). ومن المهم أيضاً الإقرار بأن هناك مجموعة واسعة من توليفات الممارسات التي يمكن أن يعتمدها المزارعون لتلائم احتياجاتهم الخاصة.

وفي سياقات عدّة، من المنطقي مزج سلسلة الممارسات المحسّنة من خلال «تكديس» الواحدة فوق الأخرى بالتسلسل نفسه مثل أنشطة إنتاج المحاصيل (أي أولاً التحسينات في تحضير الأراضي، والغرس، وإدارة المحاصيل، يليها الرّي، وغير ذلك). وتشير التوقعات النموذجية إلى أن المنافع بالنسبة إلى الأمن الغذائي أكبر - أكبر بنحو ثلاثة أضعاف من المنافع التي يمكن الحصول عليها من الاستخدام المحسّن للنيتروجين فقط - عندما يتم اعتماد توليفة من الممارسات المحسّنة، مقارنة مع منافع ممارسة واحدة (Rosegrant وآخرون، 2014).

5 يتوقع السيناريو الأساسي لنموذج الآثار الخاص بالمعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية المستخدم في هذه التقديرات أن يبلغ مجموع الأشخاص الذين سيعانون من نقص التغذية بحلول عام 2050 المليار نسمة، شارحاً لماذا سيساوي انخفاض عدد الأشخاص المعرّضين للجوع بنسبة 12 في المائة نتيجةً لاستخدام أصناف من المحاصيل كفؤة في استخدام النيتروجين 124 مليون نسمة. «

الإطار 11

تربية الأحياء المائية الذكية مناخياً في فييت نام

هناك حاجة إلى تدابير للتكيّف مع تغيّر المناخ والتخفيف من آثاره على حد سواء، من أجل حماية إنتاج تربية الأحياء المائية الساحلية في منطقة الساحل الوسط الشمالي في فييت نام. وإن إحدى الخيارات الممكنة هي تطوير ممارسات تربية الأحياء المائية الذكية مناخياً التي تدمج أسماك البلطي الأحادية الجنس في النظم التقليديّة لتربية الأسماك بالمياه البحرية.

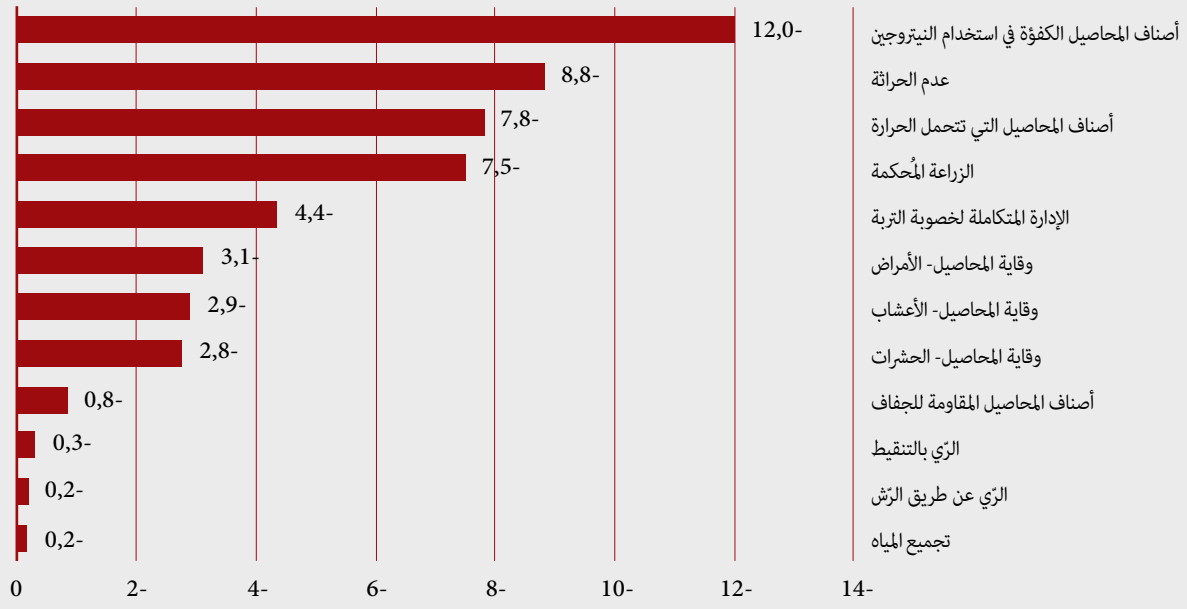
وتظهر نتائج التجارب في محافظة ثان هوا أن إدماج البلطي يمثّل استراتيجية تكيّف جيّدة تعالج الأهداف الثلاثة للزراعة الذكيّة مناخياً، وهي: زيادة الإنتاجية على نحو مستدام؛ وزيادة القدرة على التكيّف؛ والحد من إنبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وقد نجم عن هذا النهج كفاءة أكبر في الإنتاج، وزيادات في دخل الأسر تراوحت بين 14 في المائة و43 في المائة. وعززت حافظة المنتجات المتنوّعة أيضاً قدرة النظام على الصمود. وبفعل استخدام مصادر العلف الطبيعية وفائض المغذّيات في أحواض البلطي، تمكّن المزارعون من خفض الحاجة إلى أغذية على شكل كريات أعلاف، ما ساهم في تخفيض إنبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

ويتطلب تعزيز تربية الأحياء المائية الذكيّة مناخياً وزيادتها حوافز في مجال السياسات، وأنظمة، وأطر مؤسساتية قويّة. وبما أن اعتماد أسماك البلطي ترفع الإنتاج الإجمالي، تنشأ الحاجة إلى بذل الجهود لتوسيع أسواق هذه الأسماك، لا سيما أسواق التصدير. ويمكن تخطي العقبات التي تعيق الاعتماد، مثل نوعية العلف المتدنّية وتكلفته المرتفعة، من خلال ربط مجموعات المزارعين بمزوّدي العلف والبذور.

المصدر: Trinh Trang وCaoo، 2016.

الشكل 14

التغيّر في عدد الأشخاص المعرّضين للجوع في عام 2050، مقارنةً مع السيناريو الأساسي، بعد اعتماد التكنولوجيات الزراعية المحسّنة



النسبة المئوية للفرق بين الأشخاص المعرّضين للخطر

المصدر: Rosegrant وآخرون (2014)، بالاستناد إلى عمليات محاكاة أجريت بواسطة نموذج IMPACT الخاص بالمعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية.

أربع استراتيجيات لبناء قدرة سبل العيش على الصمود

التنويع

التنويع وسيلة مهمة للتكيّف مع تغيّر المناخ لأنه يساعد على تبديد خطر تقلّب المناخ المضرّ بسبل العيش. ولا بد من التمييز أولاً بين التنويع الزراعي وتنويع سبل العيش (Thornton وLipper، 2014). يعني التنويع الزراعي إضافة أصناف نباتيّة وأنواع، أو سلالات حيوانية، في المزارع أو المجتمعات الزراعية. وقد يشمل تنويع المناظر الطبيعية، في ظل انتشار مختلف نظم المحاصيل وزراعتها في المكان والزمان. أما تنويع سبل العيش فهو يعني اضطلاع الأسر الزراعية بأنشطة زراعية وغير زراعية عديدة - مثلاً، من خلال جمع الأنشطة في المزرعة مع عمل زراعي موسمي في مكان آخر، أو استلام وظيفة في المدينة أو تجهيز منتجات المزرعة أو فتح متجر. ويمثّل التنويع الزراعي وتنويع سبل العيش سبيلين لإدارة تهديدات المناخ.

وبما أن الصدمات المناخية تؤثر على الأنشطة الزراعية وغير الزراعية بطرقٍ مختلفة، يمكن أن يحد التنويع من أثر هذه الصدمات على الدخل، وأن يوفّر مجموعة أوسع من الخيارات لإدارة التهديدات المستقبليّة. فيمكن أن يؤدي التنويع، عندما يتم ربطه بتدابير مخففة للتهديدات، مثل تأمين المحاصيل أو الحماية الاجتماعية، إلى ارتفاع المداخيل وأن يساعد على تسريع وتيرة الحد من الفقر. ولكن إذا لجأ المزارعون إلى التنويع في أنشطة منخفضة الإنتاجيّة، قد يتقلّص الدخل المتوسط، ما يجبر الأسر على بيع الأصول في حال حصول الصدمات، ويدخلها في دوامة من الضعف والتعرّض أكثر للتهديد (Decron، 1996). وقد يكون نطاق تنويع المحاصيل، باعتباره وسيلة للتخفيف من تهديدات المناخ، محدوداً حيث تؤثر هذه التهديدات على مختلف أصناف المحاصيل بالطريقة نفسها (Barrett، Reardon وWebb، 2001). ولكن يمكن أن يبقى تنويع المحاصيل خياراً حيث لا تكون ظروف المزرعة هامشية لتحد من التنويع، وغير مثالية بما فيه الكفاية للاكتفاء بمحصول واحد ذي عائد مرتفع (Kandulu وآخرون، 2012).

عند مواجهة تقلّب المناخ، تعتمد الأسر الزراعية استراتيجيات تنويع مختلفة حسب طبيعة تعرّضها لهذا التقلّب وأداء المؤسسات. فعلى سبيل المثال، عندما يكون تساقط الأمطار متقلّباً، يبحث المزارعون عن مصادر بديلة للدخل والعمالة في ملاوي، ولكنهم ينوّعون ثروتهم الحيوانية في زامبيا (الإطار 12). وعندما تكون التهديدات المناخيّة كبيرة، تعطي العديد من الأسر في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى الأفضليّة للنظم المختلطة بين الثروة الحيوانية والمحاصيل، فتستخدم ماشيتها كأصول لتخفيف تقلّبات الدخل (Herrero وآخرون، 2010 و2013؛ Baudron وآخرون 2013). وتوفّر النظم الزراعية المختلطة، عن طريق تعديل الروث، نحو 15 في المائة من مدخلات النيتروجين المستخدمة في إنتاج المحاصيل، ما يقلّص تكاليف المدخلات ويحقق كثافة إنبعاثات أدنى بكثير من تلك الناجمة عن العديد من نظم الرعي (Liu وآخرون، 2010؛ Herrero وآخرون، 2013). إضافةً إلى ذلك، يمكن أن تؤدي المزارع المتنوّعة دوراً مهماً في المحافظة على خدمات النظم الإيكولوجية وزيادتها، ما يساعد بشكل عام على تعزيز القدرة على الصمود (Ricketts، 2001؛ Kremen وMiles، 2012).

دعم إدارة المخاطر

يمكن أن تؤدي برامج الحماية الاجتماعية، التي تعدّ أداةً مهمة للتخفيف من حدّة الفقر، دوراً مهماً في مساعدة أصحاب الحيازات الصغيرة على إدارة المخاطر في ظل تغيّر المناخ. وتتخذ الحماية الاجتماعية أشكالاً مختلفة، من التحويلات النقدية إلى الوجبات المدرسية والأشغال العامة. ويمكن أن تؤدي إعانات المدخلات الزراعية أيضاً وظيفة الحماية الاجتماعية من خلال المساعدة على تخفيف قابلية تأثر أصحاب الحيازات الصغيرة بتقلّب الأسعار. وتظهر البراهين من أمريكا اللاتينيّة وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى المنافع الواضحة للحماية الاجتماعية من حيث الأمن الغذائي وتنمية رأس المال البشري، والقدرة الاقتصادية والإنتاجيّة، حتى في صفوف أفقر الفقراء وأكثر الأشخاص تهميشاً.

وتمكّن أدوات الحماية الاجتماعية، بضمانها إمكانية التنبؤ والانتظام، الأسر من إدارة المخاطر على نحو أفضل ومن الاضطلاع بأنشطة كسب العيش والزراعة التي تعود عليها بربح أوفر. وعندما توجَّه هذه الأدوات نحو المرأة، لا تعزز مقوّمات تمكينها فحسب، بل تحسّن أيضاً رفاه الأسرة لأن أولويات المرأة تنصبّ على الأمن الغذائي والتغذوي ورعاية الأطفال. وتترك برامج الحماية الاجتماعية أيضاً أثراً مهماً على قرارات الاستثمار الزراعي التي تتخذها الأسر الريفية، وبالتالي لديها أثر طويل الأجل على النفاذ إلى الأغذية (منظمة الأغذية والزراعة، 2015(ج)).

الإطار 12

مخاطر المناخ والتنويع ورفاه صغار المزارعين في ملاوي وزامبيا

ملاوي وزامبيا هما من البلدان الخمسة عشر الأكثر قابلية للتأثر بالآثار الضارّة لتغيّر المناخ (Wheeler، 2011)، لا سيما في الزراعة. ويستخدم القطاع عدداً كبيراً من السكان الذين يعتمدون بشكل أساسي على الإنتاج البعلي للاكتفاء الذاتي ويتعرّضون بالتالي لمختلف الصدمات.

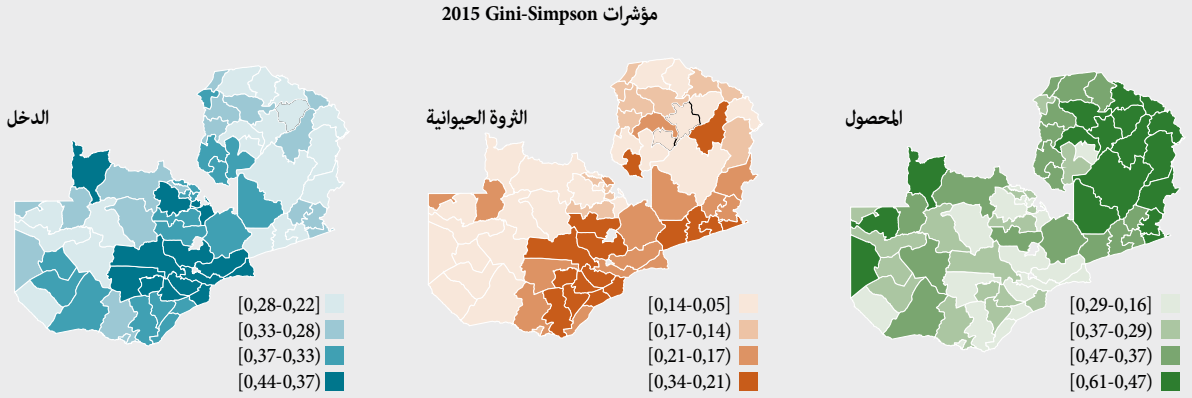
إلى أي درجة يُعدّ التنويع استراتيجيةً فعّالة للتكيّف مع تغيّر المناخ بالنسبة إلى هذين البلدين؟ توثّق دراسات حديثة لمنظمة الأغذية والزراعة أنواعاً مختلفة من التنويع في قطاع المزارع - التنويع في مختلف المحاصيل، أو الماشية، أو الأنشطة المرتبطة بالموارد، أو العمل في مزارع أخرى - وفي القطاع غير الزراعي من خلال أنشطة كالعمالة المدفوعة الأجر، والعمل الحرّ، والتحويلات، وأجرة الأراضي.

وخلصت الدراسات إلى أن معدّلات تنويع المحاصيل والعمالة والدخل في ملاوي وتنويع الثروة الحيوانية في زامبيا، أعلى حيث يكون تقلّب المناخ أكبر، ما يشير إلى أن التعرّض لتهديدات المناخ يُنتج أنواعاً مختلفة من التنويع. وفي زامبيا (انظر الشكل)، تختلف أنماط التنويع: تُنوِّع الأسر محاصيلها بشكل أكبر في المناطق التي تسجل متوسط هطول أمطار موسمي أعلى طويل الأجل؛ وإن تنويع الثروة الحيوانية أعلى في المناطق التي يكون فيها تباين هطول الأمطار على المدى الطويل أعلى؛ ولا يظهر تنويع مصادر الدخل أي نمط واضح مترابط مع المتغيرات المناخية.

وبشكل عام، أدى النفاذ إلى الإرشاد، إلى تنويع أكبر في المحاصيل والعمالة والدخل في البلدين. وكان لدى الأسر التي حصلت على إعانات دعم الأسمدة في ملاوي إمكانية أكبر للحصول على محاصيل ومداخيل متنوعة، في حين كانت مستويات تنويع دخل هذه الأسر أدنى في زامبيا. ويظهر ذلك أهمية فهم كيف تتفاعل المؤسسات المحلّية مع حوافز التنويع، عندما يتم تصميم السياسات الهادفة إلى تحقيقه.

وباستثناء تنويع المحاصيل في زامبيا، يرتبط كل نوع من أنواع التنويع بارتفاع الاستهلاك ودخل الفرد في البلدين. وفي ملاوي، يحد تنويع الدخل من تقلّب مستويات استهلاك الأسر الزراعية - وهذا مؤشر مهم للأمن الغذائي. وفي زامبيا، كانت الأسر التي تعمد إلى أي واحدة من أنواع التنويع الثلاثة، أقل قابلية للوقوع دون خط الفقر. وتقترح الاستنتاجات المجمّعة حول التنويع والمداخيل نقاط دخول سياساتية لتحسين المؤسسات التي تيسّر أنواع التنويع الضرورية لبناء القدرة على الصمود في وجه الصدمات.

مؤشرات التنويع في المناطق الريفية في زامبيا بحسب المقاطعة



المصادر: استناداً إلى منظمة الأغذية والزراعة وآخرين (2015ب)، وArslan وآخرين (2016ب).

» وفي زامبيا، سجّلت الأسر في المناطق التي شهدت تساقط أمطار أدنى من المعدّل متناولاً يومياً أقل من السعرات الحرارية ونفقات غذائية وغير غذائية أدنى. وكان هذا الأثر ملحوظاً في أفقر الأسر بنوع خاص. وبفضل برنامج للتحويل النقدي استهدف 20 000 أسرة فقيرة جداً، عانت هذه الأسرة أقل من غيرها من الصدمات المناخية. ولكن في وقت ساعدت فيه المشاركة في برنامج المنح النقدية في التخفيف من آثار الصدمات المناخية السلبية على الأمن الغذائي، لم تكن كافية لتخطيها. بالتالي، ينبغي الحرص على أن تكون برامج الحماية الاجتماعية متّسقة مع أشكال أخرى من إدارة تهديدات المناخ، بما في ذلك الحد من مخاطر الكوارث (Asfaw وآخرون، 2016(ب)).

ونادراً ما تأخذ برامج الحماية الاجتماعية القائمة تهديدات المناخ في الاعتبار. ومن أجل سدّ هذه الثغرة، يقدم العديد من أصحاب الشأن في المجالين الإنساني والإنمائي، بما في ذلك منظمة الأغذية والزراعة، المساعدة للحكومات الوطنية لتنشئ نظم حماية اجتماعية واعية للمخاطر وقادرة على الاستجابة للصدمات، من شأنها توفير الدعم قبل الأزمة استنادا إلى معايير اقتصادية ومرتبطة بتهديدات المناخ (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2016؛ Winder Rossi وآخرون، 2016). وإذا تم ربط نظم الحماية الاجتماعية على نحو فعال بنظم الإنذار المبكر وتزويدها بالمعلومات من المعايير الزراعية والتغذوية والمتعلّقة بالأمن الغذائي، يمكن استخدامها أيضاً لتخطيط الاستجابة في الوقت المناسب لحالات الطوارئ (منظمة الأغذية والزراعة، 2016(أ)).

ويمكن تنفيذ النهج المعروض آنفاً من خلال زيادة التدخلات التي توفّر السيولة والأصول الإنتاجية ذات الدورة القصيرة، وإرفاقها بالتدريب الفنّي. وحيثما تكون وظائف الأسواق وعملتها مستقرتين، تتميّز التحويلات النقديّة بالفعالية من حيث التكلفة، وبالقدرة على التأثير، وبالمرونة، وتعطي الأسر المستفيدة خيارات أكبر. ولكن في عام 2015، مثّلت التحويلات النقديّة والقسائم 6 في المائة فقط من المساعدات الإنسانية (معهد التنمية ما وراء البحار، 2015). ويتطلب تحسين قدرة التدخلات النقدية، إدماج السيولة في التأهب والتخطيط للطوارئ، وتقوية الشراكات مع القطاع الخاص، واستخدام الدفع الإلكتروني والتحويلات الرقميّة، وعند الإمكان، استغلال التحويلات النقدية لبناء هياكل لتقديم المساعدة الاجتماعية المتوسطة والطويلة الأجل التي يمكن استخدامها في حالات الطوارئ المتكررة.

تتعدد نقاط الدخول والروابط التشغيلية بين الحماية الاجتماعية وسياسات تغيّر المناخ. ويمكن تصميم برامج الأشغال العامة، بما في ذلك شبكات الأمان الإنتاجية، لتساهم في الوقت نفسه في زيادة دخل الأسر، ومشاركة المجتمعات في الزراعة الذكية مناخياً، واستحداث «وظائف خضراء» في مجالات مثل إدارة المخلّفات، وإعادة التحريج، والمحافظة على التربة (Asfaw وLipper 2016). ويتم اختبار التأمين القائم على المؤشر الذي يوزّع المنافع على أساس مؤشرات مثل تساقط الأمطار، ومتوسّط العائد في المنطقة، وحالة الغطاء النباتي المقاسة بواسطة السواتل - على أنه أداةً للتخفيف من التهديدات في العديد من البلدان. وعندما يتخطى مؤشرٍ العتبة المحددة مسبقاً، يتلقّى المزارعون دفعة سريعة يتم تسليمها إليهم في بعض الحالات عن طريق الهواتف المحمولة. لكن التأمين القائم على المؤشر لا يشكل بحد ذاته حلاً كاملاً للتهديدات المتعلّقة بالمناخ. فعلى سبيل المثال، لقد أثارت نظم تأمين المحاصيل المستندة إلى الأحوال الجوية في الهند تحولاً بين المشاركين نحو نظم الإنتاج الزراعي الأكثر ربحيّة ولكن العالية المخاطر، بفضل أقساط التأمين المدعومة (Cole وآخرون، 2013). وكان استيعاب التأمين القائم على المؤشر محدوداً بشكل عام لأنه ينطوي عادةً على ارتفاع تكاليف المعاملات. والمشكلة الأخرى هي انعدام الثقة بمؤسسات التأمين.

ومن شأن تحسين المعلومات حول ظروف الطقس أن يساعد صغار المنتجين على التكييف مع تقلّبات المناخ المتوقعة، من خلال مثلاً تعديل مواعيد الزرع أو إيواء الماشية في الوقت المناسب. وقد خلصت الدراسات إلى أن المزارعين في شرق وجنوب أفريقيا الذين تمكنوا من النفاذ إلى التنبؤات الموسمية، غيّروا بعض القرارات الإدارية على الأقل، ما ساعدهم على الحد من خسائر المحاصيل (O'Brien وآخرون، 2000؛ Ngugi وMureithi وKamande، 2011؛ Phillips وMakaudze و Unganai، 2001، 2002؛ وKlopper وBartman، 2003؛ Mudombi وNhamo، 2014). وساعد النفاذ إلى معلومات الأرصاد الجوية، المزارعين في كينيا على تجنّب تكبّد خسائر تساوي ربع متوسط دخلهم الصافي (Erickson وآخرون، 2011). ويميل المزارعون الذين يصلون إلى تكنولوجيات المعلومات والاتصالات، إلى استخدام المعلومات المناخية المتاحة بشكل روتيني (Ramussen وآخرون، 2014). وباستطاعة الاستثمار في المؤسسات التي تشاطر التنبؤات الموسمية، وهي جانب مهم من المعلومات المناخية، أن يعزز قدرة المزارعين على الحد من تعرّضهم للتهديدات (Hansen وآخرون، 2011). والأمر سيّان بالنسبة إلى وكالات الإغاثة من الكوارث، إذ أثبت تخطي الحواجز المؤسساتية أمام استخدام التنبؤات الموسمية أهميّته في إنقاذ الأرواح خلال الأزمات المناخية (Tall وآخرون، 2012).

الحد من أوجه عدم المساواة بين الجنسين

نظراً إلى اختلاف أولويات المرأة والرجل وقدراتهما على الاستجابة لتغيّر المناخ، ينبغي أن يقرّ واضعو السياسات والمؤسسات صراحةً بالفوارق بين الجنسين في تصميم التدخلات التي تقوّي قدرة سبل العيش الريفية على الصمود (Acosta وآخرون، 2015؛ Gumucio وTafur-Rueda، 2015). فغالباً ما تفرض المعايير الاجتماعية المسؤوليات الزراعية وتحدّ من الخيارات المتاحة للمرأة، ما يحدد نوع المعلومات التي تحتاجها وقنوات المعلومات التي يمكنها النفاذ إليها (Archer وYamashita، 2003؛ McOmber وآخرون، 2013؛ Jost وآخرون 2015). فمثلاً، تتسم المعلومات حول موعد بدء تساقط الأمطار بالأهمية بالنسبة إلى المزارعين في السنغال لأن الرجال يتمتّعون بالأولوية في النفاذ إلى الحيوانات لتحضير الأرض؛ وتفتقر المرأة إلى القدرة على التصرّف استناداً إلى هذه المعلومات، وهي تفضّل التنبؤات حول توقف تساقط الأمطار وفترات الجفاف (Tall وآخرون، 2014).

يسلّط مشروع الكربون الزراعي في كينيا الذي نفذته منظمة Vi Agroforestry والبنك الدولي، الضوء على عدّة استراتيجيات تتصدى للفوارق بين الجنسين في حيازة الأراضي والأشجار، والعمالة، والمعرفة، وتقاسم المنافع، والمشاركة، والقيادة. وتشمل الأمثلة على ذلك: العقود التي أبرمتها المجموعات، بمن فيهن النساء، حتى ولو لم تكن تمتلكن الأراضي؛ والاستثمارات في التدريب المصمم للوصول إلى المرأة (مثل استخدام ميسّرين مجتمعيين من النساء)؛ وتوفير شتلات من أنواع الأشجار التي ترغبها النساء عادةً (مثل الأنواع التي توفر وقود الخشب، والعلف، والظل، والفاكهة)؛ ونظم وقواعد القيادة على أساس التناوب؛ والتحسينات في نفاذ المرأة إلى القروض والتأمين (البنك الدولي 2010؛ Vi Agroforestry، 2015؛ Shames وآخرون 2012). وقد خفّف مشروع تشاركي في مجتمع كمبهاروادي الذي يعاني من إجهاد مائي في ولاية ماهاراشترا في الهند، من الوقت الذي تمضيه المرأة في جمع مياه الشرب وحطب الوقود من خلال إنشاء منابع أقرب إلى منزلها، وساعد على زيادة مشاركتها في عمليات صنع القرار في القرية. وقد نجم عن هذا المشروع زيادة في دخل الأسر الفقيرة (Gray وSrinidhi، 2013؛ البنك الدولي ومنظمة الأغذية والزراعة والصندوق الدولي للتنمية الزراعية، 2015).

الهجرة

تدفع الضغوط البيئية والمناخية على سبل العيش - مثل الجفاف والفيضانات والأنماط المناخية التي لا يمكن التنبؤ بها - بالسكان الريفيين إلى الهجرة. وبما أنه يتم زراعة الأراضي على نحو مكثّف، يزداد تدهور التربة، ويتراجع الإنتاج، وينخفض الدخل. كذلك يمكن أن تدفع ندرة المياه بسبب فترات الجفاف الطويلة والنزاعات على استخدام المياه بالمزارعين الفقراء إلى التخلّي عن أرضهم. ويمكن أن تمثّل الهجرة المؤقتة والموسمية والدائمة، شكلاً من أشكال تنويع سبل العيش، ما يوفّر منافع كبيرة للعديد من الأسر الريفية. وتشكل الهجرة مصدراً مهماً لتنويع الدخل الذي يعزز قدرة الأسر على الصمود، ويوفّر سبل القيام باستثمارات معزِّزة للإنتاجيّة. وفي المقابل، يواجه المهاجرون في غالب الأحيان صعوبات وتهديدات ومخاطر عدّة.

تتوقع إحدى الدراسات أن يهاجر مئات الملايين من الأشخاص بين اليوم والعام 2050 نتيجةً للضغوط المناخية والبيئية (IIED، 2010). وقد ساعدت هذه التوقعات على اعتبار الهجرة قضيةً ينبغي معالجتها في التكيّف مع تغيّر المناخ. وتميل الحكومات، في استراتيجيات التكيّف الخاصة بها، إلى اعتماد أحد النهجين التاليين (KNOMAD، 2014). الأول، وهو الأكثر شيوعاً، يعتبر التكيّف كسبيل يحد من ضغوط الهجرة ويسمح للناس بالبقاء في مناطقهم من خلال تحسين الممارسات الزراعية والبنى التحتية. أما الثاني، فينظر إلى الهجرة في حد ذاتها على أنها استراتيجية تكيّف، ما يخفف من الضغوط التي يمارسها السكان على المناطق الهشّة. وتكتسب إمكانية تقديم المهاجرين الذين يعيشون خارج المناطق الضعيفة، المساعدة لمجتمعاتهم الأصلية لتتكيّف مع تغيّر المناخ وتتصدى له، أهميةً خاصة بالنسبة إلى واضعي السياسات في مجال التنمية.

ويمكن أن تؤدي الحماية الاجتماعية وسياسات أسواق العمل النشطة دوراً مهماً في تخفيف العديد من التهديدات المتّصلة بالهجرة. وباستطاعة جودة التعليم والتدريب الأفضل أن يحسّنا آفاق الاستخدام للسكان الريفيين الذين يقررون الهجرة، لا سيما الشباب منهم، وللذين يبحثون عن عمالة تعتمد على كثافة المهارات في الزراعة المستدامة. وسيكون من المهم توفير البنى التحتية المناسبة للنقل والاتصالات، إما مباشرةً من جانب القطاع العام، أو من خلال تعزيز الاستثمار الخاص، لتخفيض التكاليف المتّصلة بالسفر وإرسال التحويلات، ولتيسير تدفّق المعلومات حول فرص الاستخدام والعمل. ■

ما هو حجم تكاليف التكيّف؟

كم سيكلّف بناء قدرة المنتجين من أصحاب الحيازات الصغيرة على التكيّف مع تغيّر المناخ؟ يُطرح هذا السؤال غالباً، لا سيما في سياق تطوير مصادر جديدة لتمويل المناخ. وقد وجد استعراض الدراسات بشأن تكاليف التكيّف مع تغيّر المناخ ومنافعه، أكثر من 500 ورقة بحثية عن الموضوع (Watkiss، 2015). وتختلف التقديرات لأسباب عدّة، منها الاختلافات في التغطية الإقليمية، وسيناريوات تغيّر المناخ، والأساليب والنماذج المتّبعة، إضافةً إلى الفترة الزمنية المغطاة، وتدابير التكيّف، والقطاعات التي يتم النظر فيها. وتشير دراسات عالمية عدّة إلى أن تكاليف التقاعس تتخطى بكثير تكاليف التكيّف مع تغيّر المناخ (Stern، 2007؛ منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، 2012؛ Stern، 2014؛ منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، 2015). وتوفّر بعض التحليلات على المستوى القطري، تقديرات لتكاليف التقاعس والتكيّف. وسننظر هنا في دراستين من هذا النوع في البلدان النامية حيث نسبة كبيرة من المزارعين هم من أصحاب الحيازات الصغيرة، وفي دراسة أطلقتها منظمة الأغذية والزراعة تركّز بنوع خاص على أصحاب الحيازات الصغيرة في أربعة بلدان (الإطار 13).

تقدّر دراسة من أوغندا أن القيمة التراكمية للآثار الاقتصادية لتغيّر المناخ على الزراعة، والمياه، والطاقة، والبنى التحتية، تتراوح بين 273 مليار دولار أمريكي و437 مليار دولار أمريكي بين العامين 2010 و2050، حسب الافتراضات بشأن التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وحدّة تغيّر المناخ (Markanday وCabot-Venton وBeucher، 2015). وبالنظر فقط إلى قطاع الزراعة، تتراوح تكلفة التقاعس من حيث تراجع إنتاج المحاصيل والثروة الحيوانية، وتراجع الصادرات، بين 22 مليار دولار و38 مليار دولار أمريكي في نفس الفترة. وفي حين أن ميزانية التكيف، بما في ذلك نظم ريّ أكثر كفاءةً وأصناف محاصيل محسّنة وسلالات حيوانية أكثر تكيّفاً وإنتاجيّةً وتسهيلات ائتمانية، يمكن أن تبلغ قرابة 644 مليون دولار أمريكي سنويا بحلول 2025، فإن تكلفة التقاعس قد تكون أعلى بست وأربعين مرة.

وتظهر دراسة حالة عن فييت نام أيضاً أنه من المحتمل أن تكون التكاليف الاقتصادية لتغيّر المناخ أعلى بكثير من تكاليف التكيّف (البنك الدولي، 2010(ج)). وعلى الرغم من أن هذا الأخير لن يحول دون حدوث خسائر اقتصادية نتيجةً لتغيّر المناخ، إلا أنه سيحد من حجمها بشكل ملحوظ. فبلا تكيّف، تقدّر الخسائر الزراعية بسبب تغيّر المناخ بنحو ملياري دولار أمريكي سنوياً. وحتى مع التكيّف، من المحتمل حدوث بعض الخسائر، ولكنها ستكون محدودة عند حوالي 500 مليون دولار أمريكي، ومن ثم الحد من إجمالي الخسائر بنحو 1,5 مليار دولار أمريكي سنوياً. وسوف يشمل التكيّف استراتيجيات التكيّف الخاصة بالمزارعين، مثل تغيير مواعيد الغرس واستخدام أصناف مقاومة للجفاف أو الملوحة، إضافةً إلى تدخلات الحكومة، منها الاستثمارات في الرّي، وزيادة الإنفاق على البحوث والتنمية الزراعية. وستمثّل تكاليف التكيّف المقدّرة بحوالي 160 مليون دولار أمريكي سنوياً في الفترة 2010-2050، جزءاً صغيراً من المدّخرات المحققة بفضله.

باختصار، في حين تتوافر دراسات منهجيّة قليلة حول تكلفة التكيّف مع تغيّر المناخ في زراعة أصحاب الحيازات الصغيرة، تشير الأدلة المتاحة إلى توازن إيجابي جداً بين المنافع والتكاليف. وهذا صحيح بنوع خاص عندما يحتسب هذا التوازن على أنه الفرق بين تكلفة التقاعس و منافع العمل، وأيضاً عند الموازنة بين تكلفة الاستثمارات في الممارسات الزراعية الذكية مناخياً والمكاسب من حيث زيادات الغلات، وتحسينات سبل العيش، وتخفيض عدد الذين يعانون من انعدام الأمن الغذائي. بالتالي، فإن المشكلة الأساسية هي كيفية إدارة الانتقال إلى الزراعة المستدامة وتخفيض تكاليف المعاملات على نظم أصحاب الحيازات الصغيرة. ■

الإطار 13

منافع وتكاليف الاستثمار في تكيّف صغار المزارعين

ستمثّل التغييرات في الممارسات الزراعية وسيلةً مهمةً لبناء القدرة على الصمود وتحسين إدارة الكربون والنيتروجين في نظم إنتاج أصحاب الحيازات الصغيرة. ولكن معدّلات اعتماد هذه الممارسات بين المزارعين منخفضة جداً.

السؤال الذي يطرح هو التالي: كم سيكلّف تعزيز معدّلات الاعتماد لتصل إلى المستوى المطلوب للتخفيف من الآثار السلبية لتغيّر المناخ؟ توفّر دراسة نمذجة تنظر في القرارات التي يتّخذها المزارعون بشأن المحاصيل في ظل تغيّر المناخ، إلى جانب تقديرات تجريبيّة مستمدّة من المسوحات الأسرية في أربعة بلدان، أفكاراً تساعد على الإجابة على هذا السؤال (Cacho وآخرون، 2016). وتشمل الدراسة نتائج نموذجية من أربع مناطق في أربعة بلدان معرّضة بدرجة كبيرة لآثار تغيّر المناخ على الزراعة، وهي: بنغلادش، والهند، وملاوي، وجمهورية تنزانيا المتحدة.

وتوقّعت الدراسة معدّلات اعتماد الزراعة الذكية مناخياً في العام 2050 استنادا إلى أدلّة تجريبية حول هذه المعدلات. ومن المتوقع أن تسجل ملاوي أعلى معدل اعتماد مع 96 في المائة، تليها جمهورية تنزانيا المتحدة (64 في المائة)، والهند (62 في المائة)، وبنغلادش (54 في المائة) *. لكن من غير المرجح أن تكون مستويات الاعتماد المتوقعة، على الرغم من أنها مرتفعة نسبياً، كافية في معظم الحالات لموازنة آثار تغيّر المناخ على أصحاب الحيازات الصغيرة. ويشير ذلك إلى أن ممارسات الزراعة الذكية مناخياً لن تكون كافية وحدها لتحقيق التغييرات التحوّلية الضرورية، إن لم تُرفع مستويات الاستثمار في بناء بيئات تمكينيّة وفي تعزيز التقنيات ذات القدرة العالية على التكيّف.

ونظرت الدراسة أيضاً في تكاليف التكيّف ومنافعه من خلال الاستثمارات في البذور المحسّنة التي تلائم التغيّرات المتوقّعة في الظروف المحلية. وفي غياب التكيّف، ستكون تكلفة تغيّر المناخ على أصحاب الحيازات الصغيرة عالية جداً في ظل سيناريو التغيّر الحاد في المناخ (الجدول ألف). وبفضل اعتماد البذور المقاومة للجفاف، واستناداً إلى افتراضات محافظة بشأن الغلات، تنخفض الخسائر بسبب تغيّر المناخ بنسبة تتراوح بين 34 في المائة تقريباً و51 في المائة، حسب البلد. وقُدّرت القيمة الصافية الحالية للاستثمارات في اعتماد البذور المحسّنة، بين متوسط 203 دولارات أمريكية للهكتار في ملاوي، و766 دولاراً أمريكياً للهكتار في الأراضي البعلية في الهند.

تشير النتائج إلى أنه بإمكان مبادرات التكيّف المصممة جيّداً والمستهدفة أن تدرّ عائدات عالية لأصحاب الحيازات الصغيرة في ظل آثار تغيّر المناخ المتوقّعة. وفي حالة تحسين البذور، سيتطلب ذلك تدخلات على طول سلسلة الإمدادات - من الحرص على إنتاج الكمّيات الكافية من البذور، إلى دعم تطوير المشاريع المحلّية الضرورية لتسويق المدخلات وشراء المخرجات. كما يمثّل إنشاء النظم التي تخفض تكاليف معاملات نفاذ أصحاب الحيازات الصغيرة إلى إمدادات البذور، جانباً مهماً من السياسات الفعّالة.

ونظر التحليل أيضاً في نسبة المنافع إلى التكاليف لتدبيرين مهمين آخرين للتكيّف مع المناخ، وهما: الرّي والتكنولوجيات المقتصدة للمياه. وقُدّر متوسط منافع الرّي في ظل تغيّر المناخ بـ 226 دولاراً أمريكياً للهكتار في بنغلادش و494 دولاراً أمريكياً للهكتار في الهند (الجدول باء).

الجدول ألف

المنافع الصافية لاعتماد البذور المحسّنة في بلدان مختارة للفترة 2020–2050

(القيمة الصافية الحالية بتخفيض نسبته 5 في المائة)

	التكلفة المقدّرة للأضرار الناجمة عن تغيّر المناخ			المنطقة المنظور فيها	القيمة الصافية الحالية لاعتماد البذور
	(القيمة الحالية بمليون دولار أمريكي)		الفارق		
	خط الأساس (بلا تكيّف)	البذور المحسّنة	(في المائة)	(مليون هكتار)	(دولار أمريكي للهكتار الواحد)
بنغلاديش	221	125	43	0,2	454
الهند	13 595	6 626	51	9,1	766
ملاوي	981	516	47	2,3	203
جمهورية تنزانيا المتحدة	8 567	5 622	34	9,7	303

ملاحظة: تتم مقارنة الحالة الأساسية في ظل الظروف الحالية، بحالة يتم فيها تطوير بذور محسّنة تخفّض الأضرار الملحقة في إطار سيناريو أشدّ التغيّرات المناخية حدّةً بنسبة 30 في المائة (مسار التركيز التمثيلي 8-5). وإذا افترضنا وجود سياسة لدعم اعتماد البذور المحسنة، فإن تكلفة الهكتار الواحد تحتسب كمجموع تكاليف شراء الأسمدة والبذور وتوزيعها، بالإضافة إلى تكاليف إدارية، مقسومة على المساحة الإجمالية التي تغطيها السياسة. وتقدر المنافع الصافية على مدى فترة 30 سنة، بطرح تكاليف تنفيذ السياسة.
المصدر: Cacho وآخرون، 2016.

الإطار 13

(متواصل)

ويتم احتساب المنافع على أنها قيمة الأضرار التي يتم تجنّب وقوعها في الهكتار الواحد، استنادا إلى إيرادات محاصيل أصحاب الحيازات الصغيرة. وإن تكاليف تحسينات الرّي للهكتار أدنى للمنتجين في النظم الصغيرة الحجم، وبالتالي فإن نسبة المنافع إلى التكاليف أعلى بكثير، ما يدعم الحجة التي تقول إن الاستثمارات الحالية في التكيّف الفعّال ستوفّر عائدات عالية لزراعة أصحاب الحيازات الصغيرة.

الجدول باء

منافع الرّي وتكاليفه للهكتار الواحد في عام 2050

	منافع الرّي (دولار أمريكي للهكتار)	كلفة البنية الأساسية للري (دولار أمريكي للهكتار)		المنافع/ التكاليف	
		على نطاق صغير	على نطاق كبير	على نطاق صغير	على نطاق كبير
بنغلاديش	226	29	79	7,8	2,9
الهند	494	29	79	17,0	6,3

المصدر: Cacho وآخرون، 2016.

* تم استخدام الإطار النموذجي LPJml-MAgPIE (Popp وآخرون 2016؛ Lotze-Campen وآخرون، 2008؛ Bondeau وآخرون، 2007) لتقدير غلات المحاصيل والأسعار في ظل سيناريوهات مناخية بديلة. وكانت توقّعات غلات المحاصيل متّسقة مع تلك الخاصة بنموذج الآثار الخاص بالمعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية. والنتائج الخاصة ببنغلادش والهند لا تمثّل البلدين بكاملهما. فلم تغط الدراسة المستخدمة سوى مجموعة مختارة من القرى.

إدارة الانتقال إلى نظم أصحاب الحيازات الصغيرة الذكية مناخياً

تحديد الحواجز أمام الاعتماد وتقييم المبادلات

تقرّ الزراعة الذكية مناخياً بأنه قد تكون هناك مبادلات وتآزر بين أهدافها الثلاثة، وهي زيادة الإنتاجية على نحو مستدام، وزيادة القدرة على التكيّف والصمود في وجه الصدمات، والحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. ويتّسم ذلك بأهمية خاصة عند النظر في الخيارات لتحويل زراعة أصحاب الحيازات الصغيرة من أجل الحد من الفقر في ظل تغيّر المناخ. وقد احتدم النقاش حول المبادلات المحتملة بين التخفيف من الآثار والأمن الغذائي، بسبب المخاوف من أن يُجبر المنتجون من أصحاب الحيازات الصغيرة في البلدان النامية على تحمّل تكاليف الحد من انبعاثات غازات الدفيئة للتخفيف من آثار تغيّر المناخ، وهي مشكلة لم يتسببوا بها، بل هم أكثر من يعاني منها (Lipper وآخرون، 2015).

ويعالج نهج الزراعة الذكية مناخياً هذه المسألة صراحةً من خلال تحديد تكاليف التدابير في مجال التخفيف مع آثار تغيّر المناخ عن طريق تطوير قاعدة أدلّة خاصة بكل موقع. أولاً، يتم تقييم الحواجز التي يواجهها أصحاب الحيازات الصغيرة في انتقالهم إلى النظم الزراعية المستدامة والذكية مناخياً (انظر الإطار 14).

ثم يخضع التقييم الأولي لحوار بين جميع أصحاب الشأن حتى يقرروا ما هي التغييرات في السياسات والحوافز الضروريّة لخلق الظروف التمكينيّة للانتقال.

هناك حاجة إلى الإقرار الفعلي بتكاليف إجراء التغييرات من أجل تحديد المجالات التي يمكن حصول المبادلات فيها. فعلى سبيل المثال، يترتب عن تحسين مخزونات الكربون في التربة من خلال تحسين إدارة الأراضي وإحيائها، تكاليف استثمارية على شكل تسوير وبذور وآليات، وتكاليف الفرص الضائعة على شكل خسارة الإنتاج، وتكاليف تشغيلية على شكل مدخلات اليد العاملة السنوية الضرورية للمحافظة على الكربون في التربة وتحسينه. ويمكن أن تكون تكاليف اعتماد الممارسات التي تزيد الكربون في التربة عالية جداً بالنسبة إلى أصحاب الحيازات الصغيرة، لا سيما في المرحلتين الأولى والانتقالية. كما يمكن أن تتخطى هذه التكاليف منافع المزارعين، فيما تولّد منافع لأشخاص آخرين، من خلال تحسين المناظر الطبيعية ووظائف مستجمعات المياه.

يوفّر الجدول 10 مثالاً على هذه التكاليف، مشيراً إلى عدد السنوات التي تمرّ قبل أن يتمكّن مربّو حيوانات الياك في محافظة كينغهاي الصينية من الحصول على عائد إيجابي إذا استثمروا في إحياء مراعيهم المتدهورة جداً. ويحصل أصغر المنتجين على أدنى العائدات من حيث القيمة الصافية الحالية[6] للهكتار المستثمر. كما يواجهون أطول فترات انتظار للحصول على عائدات إيجابية - تستلزم استثماراتهم في إحياء المراعي المتدهورة 10 سنوات لتولّد مستوى الدخل نفسه الذي يجنونه مع النظام المتدهور الحالي. وفي وقت يبقى فيه إحياء الأراضي الشديدة التدهور أعلى تكلفةً، تمثّل التكاليف المرتبطة باعتماد الممارسات المحسّنة لإدارة الأراضي في التربة الجيّدة مبادلات مهمة للمزارعين (منظمة الأغذية والزراعة، 2009).

تتأثر التكاليف التي تترتب على المنتجين الزراعيين - والمبادلات أيضاً - بالبيئة السياساتية والمؤسساتية. بالتالي، فإن الخطوة المهمة في الانتقال إلى الزراعة الذكية مناخياً، هي تقييم الحاجة إلى تغيير التدابير السياساتية القائمة، مثل إعانات المدخلات، وقدرة برامج الحماية الاجتماعية على التصدي لتهديدات تغيّر المناخ. فعلى سبيل المثال، لا توفّر الإعانات لدعم الأسمدة المعدنية عامةً الحوافز لاستخدام الأسمدة على نحو فعال؛ في الواقع، قد تؤدي إلى عكس ذلك تماماً. كما أن إدماج التعرّض لتغيّر المناخ في المنهجية المستهدفة لبرامج الحماية الاجتماعية يشكل تحوّلاً مؤسساتياً يسهل تنفيذه نسبياً في اتجاه الزراعة الذكية مناخياً. وتمثّل إعادة توجيه البحوث الزراعية لتدمج التكيّف مع تغيّر المناخ والتخفيف من آثاره، مكوّناً مهماً آخر للبيئة التمكينية للزراعة الذكية مناخياً (الإطار 15).

تحدي التمويل

ستتوقف استدامة نظم الإنتاج الغذائي الخاصة بأصحاب الحيازات الصغيرة على قدرة هؤلاء على اعتماد الممارسات والتكنولوجيات الذكية مناخياً. ولتحقيق هذا الهدف، هناك حاجة إلى القيام باستثمارات مالية إضافيّة. ولكن النفاذ إلى التمويل للقطاعات الزراعية - ناهيك عن الزراعة الذكية مناخياً - يعدّ تحدّياً في العديد من البلدان النامية، ولطالما كان كذلك منذ عقود. فتقليدياً، كانت حصّة الزراعة من محفظات المؤسسات المالية صغيرة، لا سيما إذا تمت مقارنتها بمساهمة الزراعة في الناتج المحلي الإجمالي. ونظراً إلى أن قطاع الزراعة يعدّ قطاعاً منخفض الربح وعالي المخاطر، تحدّ مصادر التمويل في معظم البلدان تعرّضها له، وتشدد معايير الإقراض وتفرض شروطاً صعبة عليه. وفي الغالب، تتجنّب هذه المصادر الزراعة بكل أشكالها، مفضّلةً السعي وراء عائدات مستقرّة توفّرها قطاعات أخرى من الاقتصاد. بالتالي، يؤثر النقص في التمويل على الزراعة، لا سيما على المزارعين والأعمال التجارية الزراعية الصغيرة والمتوسطة الحجم.

ويواجه المزارعون من أصحاب الحيازات الصغيرة أكبر الحواجز أمام النفاذ إلى التمويل. فلديهم عادةً معرفة محدودة عن التمويل، وتاريخ محدود أو معدوم في الضمانات والاقتراض، والقليل من مصادر الدخل الأخرى. وبما أن أصحاب الحيازات الصغيرة يعيشون منفصلين في مناطق بعيدة عن المراكز الحضرية، يصعب على المقرضين الوصول إليهم. ويترتب على عزلتهم هذه تكاليف معاملات تكون أحياناً أعلى من حجم القرض الذي يطلبونه. كما أن النفاذ إلى التمويل صعب بنوع خاص للنساء، بسبب الحواجز الاقتصادية، والاجتماعية، والسياسيّة، والقانونيّة.

6 القيمة الصافية الحالية لاستثمار ما هي الفارق بين القيمة الحالية للتدفقات النقدية الداخلة والخارجة.

الإطار 14

العوامل التي تعيق القدرة على التكيّف

يسلط تحليل تجميعي حديث لمحددات اعتماد التكنولوجيا المحسّنة في أفريقيا الضوء على الآراء الثاقبة بشأن الحواجز التي يواجهها المزارعون من أصحاب الحيازات الصغيرة في الاضطلاع بالتغييرات التدريجيّة الضروريّة للتكيّف مع تغيّر المناخ (Arslan وآخرون، 2016(أ)). وقد بنيت مجموعة البيانات على معلومات من حوالي 150 ورقة بحثية منشورة، وتشمل 87 ممارسة محسّنة في الزراعة المختلطة بالغابات، والهندسة الزراعية، وإنتاج الثروة الحيوانية.

وإن أبرز الحواجز أمام اعتماد الزراعة المختلطة بالغابات هي النفاذ إلى المعلومات، لا سيما من خدمات الإرشاد، وهذه نقطة مهمة في حوالي 40 في المائة من الدراسات التي يُدرج فيها. وتشمل المحددات المهمّة الأخرى لاعتماد الممارسات المحسّنة للزراعة المختلطة بالغابات بُعد المسافة عن الأسواق، والانضمام إلى مجموعات المزارعين، والرساميل الاجتماعية الأخرى، والحيازة الآمنة. وبالنسبة إلى اعتماد ممارسات الهندسة الزراعية المحسّنة، كانت الحواجز الرئيسية مرتبطة بالنفاذ إلى المعلومات، تليها الحيازة الآمنة، وتخصيص الموارد، والتعرّض للتهديدات والصدمات. وأشار التحليل أيضاً إلى الحاجة إلى استهداف الذين تخصص لهم موارد أقل، لا سيما المزارعات والأسر التي تعيلها نساء، بسبب نفاذهم المحدود إلى المعلومات والتكنولوجيات. فكانت الأسر الزراعية التي يعيلها الرجال أكثر قابلية لاعتماد الممارسات المحسّنة للزراعة المختلطة بالغابات أو الهندسة الزراعية.

الحراجة الزراعية والهندسة الزراعية: محددات اعتماد التكنولوجيات والممارسات المحسّنة وأهمّيتها في الدراسات

المُحدّدات	الحراجة الزراعية				الهندسة الزراعية			
	1 المجموع	2 سلبي (-)	3 إيجابي (+)	4 غير مهمة من الناحية الإحصائية	1 المجموع	2 سلبي (-)	3 إيجابي (+)	4 غير مهمة من الناحية الإحصائية
	(العدد)	(النسبة المئوية)			(العدد)	(النسبة المئوية)		
المعلومات	60	1,7	41,7	56,7	459	7,6	37	55,4
تخصيص الموارد	75	14,7	28	57,3	991	12,9	29,2	57,9
المخاطر والصدمات	16	0	18,8	81,3	106	8,5	29,2	62,3
العوامل البيوفيزيائية	20	15	20	65	544	13,4	20	66,6
المسافة عن الأسواق/ الطريق	17	11,8	47,1	41,2	249	20,9	14,1	65
الديمغرافيا الاجتماعية	129	5,4	29,5	65,1	1154	12,2	21,9	65,9
المجموعات/ الرساميل الاجتماعية	29	10,3	44,8	44,8	288	9,7	26,7	63,6
الحيازة الآمنة	19	10,5	42,1	47,4	116	8,6	36,2	55,2
توافر اليد العاملة	18	5,6	38,9	55,6	96	14,6	24	61,4
النفاذ إلى القروض	15	6,7	13,3	80	167	12,6	24,6	62,8
مجموع النتائج	398	7,8	32,4	59,8	4170	12,3	25,7	62

ملاحظة: تظهر الأعمدة من 2 إلى 4، الحراجة الزراعية والهندسة الزراعية، نسبة الأوراق البحثيّة التي تغطّي محدداً معيّناً للاعتماد يكون أثره على هذا الأخير سلبياً، أو إيجابياً، أو غير مهم من الناحية الإحصائية.

المصدر: Arslan وآخرون، 2016(أ)

الجدول 10

تكاليف الفرص لتنفيذ إدارة رعي محسّنة في محافظة كينغهاي الصينية

حجم القطيع	الدخل الصافي الأساسي	القيمة الصافية الحالية للهكتار الواحد خلال 20 عاماً	عدد السنوات المستغرقة لتحقيق تدفق نقدي إيجابي	عدد السنوات المستغرقة للحصول على دخل صاف إضافي إيجابي مقارنةً بالدخل الصافي الأساسي
	(دولار أمريكي للهكتار الواحد في السنة)	(دولار أمريكي للهكتار الواحد)	(عدد السنوات)	(عدد السنوات)
صغير	14	118	5	10
وسط	25	191	1	4
كبير	25	215	1	1

المصدر: McCarthy وLipper وBranca، 2016.

الإطار 15

إعادة توجيه البحوث من أجل مواجهة تحدي المناخ

تركّز معظم البحوث بشأن المحاصيل على المحاصيل السنوية عوضاً عن المعمّرة. وفي حين بدأت تظهر آثار تغيّر المناخ على إنتاجية الزراعة وطاقة الإنتاج، ينبغي أن تتبع البحوث نهجاً أوسع وأكثر تكاملاً بحيث يشمل المحاصيل المعمّرة والثروة الحيوانية وتربية الأحياء المائية، وفهمٍ أفضل لتداعيات تغيّر المناخ على الآفات والأمراض.

وهناك حاجة ملحة إلى تطوير أصناف جديدة وتكنولوجيات داعمة بسبب فارق الزمن - عادةً أكثر من عقد - بين البحوث الأولى حول صنف جديد ووضعه في متناول المنتجين (Challinor وآخرون، 2016). وينبغي إيلاء اهتمام خاص لتطوير الأصناف التي تتحمّل الحرارة وتقاوم الجفاف، ليس فقط في البلدان المدارية، بل أيضاً في البلدان المعتدلة التي تشهد أساساً درجات حرارة مرتفعة خلال مواسم الزرع. فمثلاً، من المتوقع أن تشهد بعض البلدان المتقدمة تراجعاً ملحوظا في غلّة الذرة في ظل تغيّر المناخ.

وفي حين تتمتّع البلدان المتقدمة عادةً بقدرةٍ أكبر في القطاعين العام والخاص على تطوير أصناف جديدة، تعتمد البلدان الأفقر على الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية وعلى المؤسسات الوطنية للبحوث الزراعية لتطوير أصناف عالية الغلات وذكية مناخياً. ويعني ذلك أن هناك حاجة إلى زيادة الاستثمارات وإدامتها في هذه المؤسسات.

» وحتى عندما يكون من الممكن النفاذ إلى الخدمات الماليّة الرسمية، لا تلبّي هذه الأخيرة الاحتياجات في الكثير من الأحيان؛ ولا تنظر في ظروف أصحاب الحيازات الصغيرة. وتميل المؤسسات المالية إلى تقديم رأس المال العامل القصير الأجل عوضاً عن رأس المال الاستثماري الضروري للاستثمار في القيمة المضافة ورفع الإنتاجية. كما يحدد المموّلون في غالب الأحيان مهلاً صارمة لتسديد الدين واستحقاقات قصيرة لا تتلاءم مع التدفقات النقديّة الموسميّة لأصحاب الحيازات الصغيرة بسبب موسميّة الدورات الزراعيّة.

ونتيجةً لذلك، تتعرّض الأغلبية الكبرى من المزارعين في البلدان النامية للاستبعاد من النظام المالي وتحرم من فرص تحقيق النمو الاقتصادي. وتشير إحدى التقديرات إلى أن الطلب الإجمالي لأصحاب الحيازات الصغيرة على التمويل في أمريكا اللاتينيّة، وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، وجنوب آسيا، وجنوب شرق آسيا، يبلغ نحو 210 مليارات من الدولارات الأمريكية في السنة (Rural and Agricultural Finance Learning Lab، 2016). كما أنه من المحتمل أن تتّسع هذه الفجوة

التمويليّة كثيراً في المستقبل، بسبب الحاجة إلى قروضٍ أطول أجلاً لتمويل أنشطة التكيّف مع تغيّر المناخ والتخفيف من آثاره.

وتواجه المؤسسات الصغيرة والمتوسطة الحجم أيضاً تحدّياتٍ في النفاذ إلى التمويل، لا سيما القروض الطويلة الأجل. وتتّسم هذه المؤسسات بأهمّية بالغة للتنمية الزراعية لأنها تؤدي دوراً أساسياً في زيادة دخل أصحاب الحيازات الصغيرة وإنتاجيّتهم، وتحسين كفاءة سلاسل القيمة، ما يساهم في استحداث فرص العمل في الرّيف. وعندما تفتقر المؤسسات الصغيرة والمتوسطة الحجم إلى التمويل لتحقق كامل قدراتها، تستحدث فرص عمل أقل وتستخدم عدداً أصغر من العمّال. بالتالي، تؤدي الفجوة في التمويل للمؤسسات الزراعية الصغيرة والمتوسطة الحجم، إلى تفاقم البطالة والفقر في المناطق الريفيّة في العالم. ويطلب العديد من المؤسسات الصغيرة والمتوسطة الحجم موارد مالية تكون كبيرة جداً لتوفّرها مؤسسات التمويل الصغير، ولكن لا تكون كبيرة بما فيه الكفاية - وتُعتبر عالية المخاطرة - للحصول على قرضٍ تجاري. وهذا أمر مربك لا سيما عندما يرغب المنتجون والمؤسسات بالاستثمار في البنية التحتيّة المضيفة للقيمة والتي يمكنها أن ترفع إنتاجيّتهم ودخلهم بشكل ملحوظ. ■

الاستنتاجات

لقد نظر هذا الفصل في قابليّة تأثر نظم الزراعة الخاصة بأصحاب الحيازات الصغيرة، بتهديدات تغيّر المناخ ودرس نقاط الدخول للتصدّي لمواطن الضعف. وتظهر عدّة عناصر أساسيّة من التحليلات التي أجرتها منظمة الأغذية والزراعة ومن الدراسات المتوافرة. أولاً، على الرغم من أن تغيّر المناخ هو مصطلح عام، إلا أن مظاهره ستكون معقّدة ومتنوّعة. فتختلف المعوّقات المقيّدة من حيث الإنتاجيّة، إلى حد كبير بين نظامٍ زراعي وآخر وبين منطقة وأخرى. إضافةً إلى ذلك، ليس هناك قيم متوسّطة عن الطقس، ما يعني أن التقلّبات المعتدلة والقصوى لتساقط الأمطار ودرجات الحرارة ستترك الأثر الأكبر على الغلات. وفي حين يتغيّر المناخ في العالم، ستكون بعض هذه الآثار مباشرة، وبعضها الآخر غير مباشرة من خلال انتشار الآفات والأمراض مثلاً. ويعدّ فهم معوّقات الطقس الأساسيّة وكيفيّة تأثّرها بتغيّر المناخ، خطوةً أولى مهمة لتحديد نوع الدعم الذي سيحتاجه أصحاب الحيازات الصغيرة. ولا يزال علينا القيام بالكثير لتحسين معلوماتنا ونقلها بطريقة مناسبة إلى أصحاب الشأن.

والنقطة الثانية المهمة التي تظهر في هذا الفصل هي أنه بإمكان التكثيف المستدام، والتكنولوجيات الزراعيّة المحسّنة، والتنويع التخفيف من آثار تغيّر المناخ، بل وحتى التخفيض بشكل كبير من عدد الأشخاص المعرّضين للجوع. ولكن، قد يواجه الاعتماد الواسع النطاق للتكنولوجيات المحسّنة قيوداً سياساتية ومؤسساتية ينبغي تخطّيها. ويتم اعتماد التنويع عادةً، واعتباره أكثر فعاليّة في المناطق التي تشهد أكبر تقلّبات مناخيّة، كما ورد في الدراسات بشأن ملاوي وزامبيا. ويشير ذلك إلى أهميّة التصدّي لقيود معيّنة عوضاً عن فرض سياسات شاملة على كل المناطق الزراعية الإيكولوجية والنظم الزراعية.

والنقطة الثالثة هي أن التكيّف له جدوى اقتصادية: إذ أن المنافع تتخطى التكاليف بكثير. ولكن لن تساهم هذه الحقيقة وحدها في تحقيق التكيّف. فمن الصعب جداً أن يتخطى أصحاب الحيازات الصغيرة الحواجز أمام اعتماد التكنولوجيات والممارسات الجديدة بسبب التحدّيات التي يواجهونها في النفاذ إلى التمويل. والأمر سيّان بالنسبة إلى المؤسسات الصغيرة والمتوسطة الحجم التي تولّد الدخل لأصحاب الحيازات الصغيرة، وتستحدث الوظائف في الرّيف ما يسمح بتنويع الدخل من خارج المزرعة.

جيكونبي، رواندا
منظر لهضاب مدرجة
©FAO/G. Napolitano

الفصل 4

نظم الأغذية والزراعة في التخفيف من آثار تغيّر المناخ

بيرو

مزارعون يستصلحون مدرجات زراعية تقليدية

©FAO/A. Odoul

الوادي المقدس للإينكا، بيرو
نظام الزراعة الايكولوجية ذو المستويات الثلاثة (الذرة والبطاطا والرعي).
© FAO/A. Proto

الرسائل الرئيسية

1. **تواجه قطاعات الزراعة تحدياً فريداً:** أي إنتاج المزيد من الأغذية مع العمل في الوقت ذاته على خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري التي يسبّبها إنتاج الأغذية.

2. **يمكن للزراعة تخفيض شدة انبعاثاتها،** لكن ليس بقدر كافٍ لموازنة الزيادات المتوقعة في إجمالي انبعاثاتها.

3. **من الضروري معالجة الانبعاثات انطلاقاً من تغيير في استخدام الأراضي يوجّهه التوسع الزراعي،** لكن التنمية الزراعية المستدامة هي التي تحدّد نجاح هذه المبادرة.

4. **رغم أن التحسينات المدخلة على إدارة النتروجين والكربون تحد أيضا من الانبعاثات،** فإنه من المرجح أن تكون مدفوعة بالأهداف المتعلقة بالتكيف مع تغير المناخ وبالأمن الغذائي، بدلاً من أهداف التخفيف من آثاره.

5. يتوقف **تخفيض الانبعاثات المتأتية من الزراعة** أيضاً على التدابير المتخذة لتقليص الفاقد والمهدر من الأغذية، وتعزيز النظم الغذائية المستدامة.

نظم الأغذية والزراعة في التخفيف من آثار تغيّر المناخ

بعد البحث في التدابير الواردة في الفصل 3 لبناء قدرة أصحاب الحيازات الصغيرة والسكان الريفيين الضعفاء على الصمود في وجه تغيّر المناخ، نلقي نظرة أوسع على نظم الأغذية والزراعة من أجل تقييم مساهمتها الممكنة في التخفيف من آثار تغيّر المناخ. وستُدعى قطاعات الزراعة إلى تأدية دورها في التخفيف من الآثار لأنها ستدرّ حصة متنامية في ما نأمل أن يصبح مستويات متقلصة من الانبعاثات العالمية، ولأنها قادرة على احتجاز ثاني أكسيد الكربون في بعض الحالات.

ومن المتوقع أن تنمو الانبعاثات الزراعية بالتوازي مع الطلب على الأغذية الذي يوجّهه نمو السكان والدخل، وما يرافقه من تغييرات في النظم الغذائية إزاء مزيد من المنتجات الحيوانية المصدر. ويمكن للزراعة أن تساهم في التخفيف من آثار تغيّر المناخ من خلال فصل الزيادات في إنتاجها عن الزيادات في انبعاثاتها عن طريق تخفيض شدة الانبعاثات، وهي كمية غازات الاحتباس الحراري التي تولّدها كل وحدة من المخرجات. ويمكن استكمال ذلك بتدابير تقلّص الفاقد والمهدر من الأغذية، وتعزّز التغييرات في أنماط استهلاك الأغذية.

وتتمتع قطاعات الزراعة، خاصة الغابات، بطاقة فريدة لتكون بالوعات للكربون من خلال امتصاص ثاني أكسيد الكربون واحتجاز الكربون في الكتلة الأحيائية وفي التربة. لكن إزالة الغابات تشكّل، في الوقت الحاضر، المصدر الرئيسي للانبعاثات، وتستمر ممارسات الزراعة غير المستدامة في استنفاذ مخزون الأرض من الكربون العضوي الموجود في التربة. وستتوقف الاستفادة مما تتمتع به الغابات والأراضي الزراعية من إمكانات تتعلق باحتجاز الكربون على ظروف فيزيائية حيوية وخيارات وسياسات فنية.

وبما أن الانبعاثات الزراعية، وكذلك البالوعات، تشكل جزءاً من الدورات العالمية للكربون والنتروجين، فإن بلوغ القدرة الأمثل على التخفيف من الآثار الناجمة عن الزراعة يتطلب أولاً فهماً لهذه الدورات ولكيفية تفاعل الأنشطة الزراعية معها. وسيتيح هذا الفهم تقديراً كاملاً للصعوبات الملازمة لتخفيض الانبعاثات الزراعية، الذي يفترض عمليات فيزيائية حيوية معقدة، وهي أصعب للرصد والمراقبة من الانبعاثات الناجمة عن معظم المصادر البشرية المنشأ الأخرى لغازات الدفيئة. وسيشكل تحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية في الزراعة عنصرا محوريا في استراتيجيات التخفيف من آثار تغير المناخ.

ومن المهم الإشارة إلى أنه من المستحيل الفصل، في قطاعات الزراعة، بين أهداف الأمن الغذائي والتكيف مع تغيّر المناخ والتخفيف من آثاره، وذلك بسبب وجود مواطن تآزر ومبادلات بينها. وقد بيّنت الخبرة المتزايدة أن المجموعات المتكاملة من التكنولوجيات والممارسات، المصممة لتناسب الظروف الإيكولوجية الزراعية المحددة للمنتجين، مطالبة بإتاحة التخفيف من آثار تغيّر المناخ والتكيف معها بطريقة فعالة من حيث التكلفة. ■

الإمكانات الفنية للتكيف مع تغيّر المناخ والتخفيف من آثاره

إن قطاعات الزراعة والغابات واستخدام الأراضي مسؤولة عن 21 في المائة تقريباً من إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وتُعزى جميع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن الزراعة والغابات واستخدام الأراضي إلى التغيير في الغابات واستخدام الأراضي، من قبيل تحويل الغابات إلى مراعي أو أراضٍ لإنتاج المحاصيل. كما يُعزى الجزء الأكبر من انبعاثات الميثان وأكسيد النيتروز إلى الممارسات الزراعية (الجدول 5). لذلك، سيكون تحسين إدارة الكربون والنتروجين في الزراعة بالغ الأهمية في المساهمة في التخفيف من آثار تغير المناخ (الإطار 16). «

الإطار 16

الكربون والنتروجين في قطاعات الزراعة

تُستخدَم مصطلحات دورة الكربون ودورة النتروجين لوصف تدفق هذين العنصرين الكيميائيين، بأشكال متنوعة، من خلال الغلاف الجوي للأرض، والمحيطات، والغلاف الحيوي الأرضي والغلاف الأرضي. ومن المقدّر أن تكون نسبة تصل حتى 80 في المائة من إجمالي الكربون العضوي في الغلاف الحيوي الأرضي، باستثناء الوقود الأحفوري، مخزّنة في التربة، في حين أن 20 في المائة تقريباً مخزّن في النباتات. ويسفر نمو النباتات عمّا يقدر بـ 54 جيغا طن من الكربون سنويا. وقد قُدّرت حصة الأنشطة البشرية من صافي هذا الإنتاج الأولي - أي كمية الكربون في الكتلة الأحيائية الذي يجري حصاده، أو رعيه، أو حرقه أو خسارته نتيجة تغيير يسبّبه البشر في استخدام الأراضي - بما يتراوح بين 15 و20 جيغا طن في السنة (Running، 2012؛ Krausmann وآخرون، 2013).

وتؤدي المحيطات والهوامش الساحلية دوراً هاماً في دورة الكربون. ويُقدّر أن أكثر من 90 في المائة من الكربون العالمي مخزّن في النظم المائية. وعلاوةً على ذلك، فإن 25 في المائة تقريباً من الانبعاثات السنوية لغازات الاحتباس الحراري محتجزة في بيئات مائية، ولا سيما أشجار المانغروف، والأعشاب البحرية، وغابات السهول الفيضية والترسّبات الساحلية (Nellemann وHain وAlder، 2008؛ Khatiwala وآخرون، 2013). بالتالي، فإن النظم المائية قد تساهم بشكل كبير في التخفيف من آثار تغيّر المناخ.

ويشكل النتروجين مكوّناً رئيسياً في الأحماض الأمينية التي هي الركائز الأساسية في نمو النباتات. وقد ازداد بوتيرة سريعة استخدام النتروجين في الزراعة، بالأشكال القابلة للاستخدام في النباتات، مع تنامي الطلب على الأغذية. وفي عام 2005، استخدم المزارعون في المحاصيل ما يُقدّر بـ230 مليون طن من النتروجين بشكل أسمدة معدنية وسماد. وربما تكون التسربات العالمية لأكسيد النيتروز في البيئة قد تجاوزت أصلاً الحدود الفيزيائية الحيوية، أو حدود تحمّل الكوكب (Rockström وآخرون، 2009؛ Steffen وآخرون، 2015).

احتجاز الكربون في التربة للتعويض عن الانبعاثات

ثمة قلق كبير إزاء حجم الفاقد من الكربون في الماضي والحاضر بفعل النشاط البشري. وتتراوح تقديرات الخسائر خلال السنوات الـ150 و300 الماضية جراء استخدام الأراضي والتغيير في استخدامها، ولا سيما بفعل تحوّل الغابات إلى أراضٍ زراعية، بين 100 و200 مليار طن (Houghton، 2012). ويتم الإقرار أكثر فأكثر بأهمية التربة كعنصر أرضي منظم لدورات الكربون والنتروجين، خاصة بعد النظام الجديد للمناخ الذي أنشأه اتفاق باريس في ديسمبر/كانون الأول 2015، الذي يدعو إلى اتخاذ تدابير للحفاظ على مصارف وخزّانات غازات الاحتباس الحراري وتعزيزها.

وتمثل التربة الحوض الثاني الأكبر للكربون على كوكب الأرض، بعد المحيطات، وقد تؤدي تغييرات طفيفة في مخزون الكربون العضوي في التربة إلى حدوث تغييرات كبيرة في مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي (Chappell وBaldock وSandermان، 2016). وإلى حدّ متر واحد من العمق، تحتوي تربة العالم - باستثناء الصقيع الدائم - على ما مجموعه حوالي 500±230 جيغا طن من الكربون، ما يعادل ضعفي كمية الكربون بشكل ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي (Scharlemann وآخرون، 2014). وتتمتع التربة بطاقة كبيرة على احتجاز الكربون، وهذا ينطبق بصورة خاصة على التربة المتدهورة من خلال اتخاذ إجراءات ترميمها (Lal، 2010).

ويمكن الحفاظ على قدرة التربة على احتجاز الكربون، وتحسينها من خلال ممارسات زراعية ترمّم أيضاً سلامة التربة وخصوبتها لخدمة الإنتاج الزراعي. لذلك، فإن تعزيز الإدارة المستدامة للتربة يضاعف المنافع، وهي: زيادة الإنتاجية وتعزيز التكيّف مع تغيّر المناخ واحتجاز الكربون وخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (منظمة الأغذية والزراعة ومجموعة الخبراء الفنية الحكومية الدولية المعنية بالتربة، 2015). ورغم الإقرار بدور التربة كمصارف وخزانات محتملة، فإن الاطّلاع على المخزون الحالي للكربون في التربة والطاقة الفعلية للتربة على احتجاز الكربون ما زال محدودا، بسبب غياب نظم ملائمة من حيث المعلومات والرصد.

وبهدف الاستفادة من إمكانية احتجاز الكربون في التربة، ينبغي تشجيع الإدارة المستدامة للتربة كنظام يضطلع بمجموعة من الوظائف توفّر خدمات متعددة في النظام الإيكولوجي (منظمة الأغذية والزراعة ومجموعة الخبراء الفنية الحكومية الدولية المعنية بالتربة، 2015). ويبدو أن الإمكانية الفنية لاحتجاز الكربون العضوي في التربة تتراوح بين 0,37 و1,15 جيغا طن في السنة (Sommer وBossio، 2014؛ Smith وآخرون، 2008؛ Paustian وآخرون، 2004). وهذه إمكانات فنية، ويُفترَض ضمنياً أنه سيتم إدارة جميع الأراضي الزراعية لاحتجاز الكربون. غير أن معدلات احتجاز الكربون في الأراضي التي تُستخدم زراعياً تختلف بين 0,1 وواحد طن في الهكتار في السنة (Paustian وآخرون، 2016). لذلك، ينبغي إدارة مليارات الهكتارات لاحتجاز الكربون على النحو الأمثل من أجل التوصل إلى معدل احتجاز سنوي يبلغ جيغا طن واحد. وعلاوةً على ذلك، قد تكون مستويات الاحتجاز منخفضة نسبياً في البداية، ثم تبلغ ذروتها بعد 20 عاماً، على أن تبدأ بالتراجع البطيء بعد ذلك (Sommer وBossio، 2014).

الحد من الانبعاثات في سلاسل إمداد الثروة الحيوانية

ثمة إمكانية كبيرة أيضاً لتقليص شدة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن قطاع الثروة الحيوانية. ومن الصعب تقدير دقة هذه الإمكانية نظراً إلى أن شدة الانبعاثات تختلف إلى حدّ كبير حتى داخل نظم الإنتاج المتشابهة، بسبب الاختلافات في الظروف الزراعية والإيكولوجية والممارسات الزراعية وإدارة سلسلة الإمدادات. ويقدّر Gerber وآخرون (2013(أ)) أنه يمكن تقليص الانبعاثات التي يولّدها قطاع الثروة الحيوانية بنسبة تتراوح ما بين 18 و30 في المائة، إذا ما تم، في كل نظام وعلى نطاق واسع، اعتماد الممارسات المستخدمة من قبل الـ 25 في المائة من المنتجين الذين يسجلون أدنى كثافة من حيث انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

وبالاستناد إلى ست دراسات حالة إقليمية، وباستخدام نموذج تقييم دورة الحياة، يعتبر Mottet وآخرون (2016) أن الممارسات المستدامة قد تؤدي إلى تخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن قطاع الثروة الحيوانية بنسبة تتراوح بين 14 و41 في المائة. وفي خمس من هذه الحالات، أدّى التخفيف من آثار تغيّر المناخ إلى زيادة الإنتاج وتقليص الانبعاثات، وهو ما يعود بالمنفعة في الوقت ذاته على الأمن الغذائي والتخفيف من آثار تغيّر المناخ. كما وُجدت إمكانية مماثلة كبيرة للتخفيف من الآثار في

نظم الإنتاج الخاصة بالمجترات والخنازير في أفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية. ويمكن أيضا تحقيق تخفيضات كبيرة في الانبعاثات في بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي في نظم إنتاج الألبان التي تشهد أصلاً مستويات مرتفعة من الإنتاجية (Gerber وآخرون، 2013(ب)).

وأمّا الممارسات التي تتمتع الإمكانات الفنية الأعلى لتقليص انبعاثات الميثان المعوي واحتجاز الكربون في التربة في أراضي الرعي، فيمكن أن تقلص انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بما يساوي 11 في المائة من الانبعاثات السنوية العالمية الناجمة عن المجترات. وفي دراسة لوضع النماذج وضعها Henderson وآخرون (2015 (أ))، برزت الإدارة المحسنة للرعي وزرع البقوليات كالممارسات ذات الكلفة الأكثر معقوليةً - وبالتالي ذات الطاقة الاقتصادية الأكبر. وقد كانت إدارة الرعي فعالة بصورة خاصة في أمريكا اللاتينية وأفريقيا جنوب الصحراء، في حين بدا زرع البقوليات الممارسة الأنجح في أوروبا الغربية. وأمّا معالجة القش باليوريا فتكاد تكون الخيار الأقل جاذبية من الناحية الاقتصادية بمستويات متدنية لسعر الكربون، لكن فعال جداً من حيث الكلفة في ظل سعر مرتفع للكربون يبلغ 100 دولار أمريكي للطن الواحد من معادل ثاني أكسيد الكربون (tCO_2-eq).

التخفيف من آثار انبعاثات أكسيد النيتروز

يشكل النتروجين، إضافةً إلى الماء، العامل المحدّد الأهم في غلاّت المحاصيل (Mueller وآخرون، 2012). ويعتمد 50 في المائة تقريباً من الإنتاج العالمي للأغذية على أسمدة النتروجين، في حين تعتمد نسبة الـ50 في المائة الباقية على النتروجين الموجود في التربة والسماد الحيواني وأنسجة النباتات المثبتة للنتروجين ومخلّفات المحاصيل والنفايات والسماد العضوي (Erisman وآخرون، 2008). ويتسرب النتروجين بسهولة من الزراعة إلى البيئة، من خلال تطايره وترشّحه، ما يسبّب أضراراً بيئية تقُدّر بما يساوي تقريباً المنافع النقدية لاستخدام مسمّدات النتروجين في إنتاج الأغذية (Sutton وآخرون، 2011). وتتأتى عن انبعاثات أكسيد النيتروز من المسمدات الموضوعة آثار سلبية مباشرة: ويشكل ثاني أكسيد النيتروز غاز الاحتباس الحراري الذي يحتل المرتبة الثالثة من حيث الأهمية، وهو السبب الأهم لاستنفاذ طبقة الأوزون في الغلاف الجوي. وفي الوقت ذاته، بفضل دوره الرئيسي في التمثيل الضوئي وإنتاج الكتلة الأحيائية، يؤثر النتروجين بشكل إيجابي على بالوعة ثاني أكسيد الكربون في المحيط الجوي الحيوي واحتجاز الكربون.

وتهدف الإدارة المستدامة للنتروجين في الزراعة في الوقت ذاته إلى تحقيق أهداف زراعية، مثل إنتاجية محصولية وحيوانية مرتفعة، وأهداف بيئية لتخفيض الفاقد من النتروجين إلى الحدّ الأدنى. ونظراً إلى أن دورة النتروجين كثيرة «التسرّب»، فإن إدارتها ليست سهلة. وفي ظل تغيّر المناخ والتكيف معه، تصبح هذه الإدارة أكثر تعقيداً حتى بفعل تفاعلها الوثيق مع دورات الكربون والمياه - يتأثر استخدام النتروجين والفاقد منه في الزراعة بشكل قوي بتوافر المياه والكربون.

ويوضح الجدول 11 إمكانات تخفيض انبعاثات أكسيد النيتروز في النظام الغذائي العالمي بحلول عام 2030 وعام 2050، عن طريق استخدام ممارسات محسّنة. وتستند التقديرات إلى إمكانية زيادة كفاءة استخدام النتروجين و/أو خفض شدة الانبعاثات (Oenema وآخرون، 2014). وتشمل الافتراضات، المستندة إلى استعراض للأدبيات ووجهات نظر الخبراء، تحسينات في الإنتاج المحصولي والحيواني، وإدارة السماد واستخدام الأغذية، ومستويات أدنى من البروتين الحيواني في النظم الغذائية. وفي نتائج خمسة سيناريوهات جرى تحليلها، تشمل الآثار الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة على السواء لثاني أكسيد النيتروز. (لأغراض المقارنة، تعادل إمكانية الاحترار العالمي لمليون طن من ثاني أكسيد النيتروز 265 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون).

وفي سيناريو الوضع العادي، ازدادت الانبعاثات السنوية لأكسيد النيتروز من مستوى قدّر بـ4,1 مليون عام 2010 إلى 6,4 مليون طن عام 2030، و7,5 مليون طن عام 2050. ويمكن لاستراتيجيات التخفيض أن تُبقي الانبعاثات عند مستوى 4,1 مليون طن عام 2030، على أن تخفّضها إلى 3,3 مليون طن بحلول عام 2050. ويبدو أن التحسينات في إنتاج المحاصيل، وخاصة استخدام السماد، تتمتع بالطاقة الأكبر. غير أن التعويض عن الزيادات المتوقعة في الانبعاثات في ظل سيناريو الوضع العادي لعام 2030 قد يتطلّب اعتماد كل الاستراتيجيات الخمس لتخفيض الانبعاثات الواردة في الجدول 11، بما في ذلك التغييرات السلوكية، مثل تخفيض البروتين الحيواني في النظم الغذائية، مما يجعل تقديرات التخفيض غير مؤكدة. ويبدو أن هذه الاستراتيجيات ممكنة التطبيق فنياً، لكنه توجد صعوبات عديدة تعترض عملية تنفيذها. وستكون هناك حاجة إلى استثمارات كبيرة

في التعليم، والتدريب، والعرض ووضع تكنولوجيات محددة الموقع لتحقيق التخفيضات المتوقعة في انبعاثات ثاني أكسيد النيتروز.

سيتوقف تحقيق تخفيضات في انبعاثات أكسيد النيتروز على ممارسات إدارة تعالج الأسباب الجذرية الكامنة وراءها. وتختلف العمليات الفيزيائية الحيوية المرتبطة بالانبعاثات باختلاف الظروف المناخية والإيكولوجية الزراعية والنظم الزراعية. ويمكن للتقنيات النووية وتلك المتعلقة بالنظائر أن تساعد على فهم هذه العمليات بشكل أفضل وعلى تحسين رصد انبعاثات أكسيد النيتروز (الإطار 17). ■

المنافع المشتركة للتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره التي تعزز الأمن الغذائي

تتّسم إدارة أفضل لدورات الكربون والنتروجين بأهمية مركزية للتخفيف من آثار صافي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن قطاعي الزراعة والغابات واستخدام الأراضي، وزيادة كفاءة النظام الغذائي العالمي. وبما أن تدابير التكيف والتخفيف تساهم في تحقيق الأمن الغذائي والاستدامة البيئية، فإنه يمكن تنفيذها بالشراكة مع بعضها وفي الوقت ذاته حين توجد إمكانية لإقامة تآزر قوي بينها. كما أن تحسين الكفاءة في دورات الكربون والنتروجين يمكن أن يعزز القدرة على الصمود في وجه تقلّب المناخ، ويخفّض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ويساهم في الأمن الغذائي من خلال نواتج غذائية أعلى. ويتمثل العنصر الرئيسي لبلوغ هذه الأهداف في التكثيف المستدام (انظر الفصل 3)، الذي يسعى إلى زيادة إنتاج الأغذية لكل وحدة من المدخلات بطرق تقلّص الضغوطات على البيئة وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري في الوقت ذاته، من دون تعريض قدرة الأجيال المقبلة على تلبية حاجاتهم الخاصة إلى الخطر (Garnett وآخرون، 2013؛ وSmith، 2013).

وتعتبر بلدان عديدة أن قطاعات الزراعة توفّر الفرصة الأكبر لتوليد مواطن تآزر بين التكيف مع آثار المناخ والتخفيف منها، إضافةً إلى منافع مشتركة اجتماعية واقتصادية وبيئية كبيرة. فزيادة كفاءة الكربون والنتروجين مثلاً في النظم الغذائية تقلّص انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتزيد احتجاز الكربون في حين تحسّن في الوقت ذاته الأمن الغذائي وتعزّز القدرة على الصمود في وجه تغيّر المناخ والصدمات المناخية. كما أن نظم الإنتاج الأكثر كفاءة تؤدي إلى طلب أقل على الموارد الطبيعية، وتكون بالتالي أقل عرضةً للندرة والظواهر المناخية التي قد تقلّص على نحو أكبر توافر الأراضي والمياه والمغذيات.

ومن خلال المساعدة في تقليص ثغرات الغلّات وزيادة الكفاءات البيولوجية، خاصة في البلدان النامية، من شأن التكثيف المستدام للزراعة أن يحول دون إزالة الغابات ويزيد من توسيع نطاق الزراعة في النظم الإيكولوجية الغنية بالكربون، ومن ثم يؤدي في الوقت ذاته إلى تعزيز الأمن الغذائي والمساهمة في التخفيف من آثار تغيّر المناخ. وفي قطاع الثروة الحيوانية، يمكن لتحسين إنتاجية المراعي أن يحدّ من توسع المراعي باتجاه الغابات الاستوائية، وأن يعزّز الحفاظ على المشاهد الطبيعية الغنية بالكربون وتنميتها على نحو مستدام (De Oliveira-Silva وآخرون، 2016).

ويشير الجزء التالي إلى هدفين مكمّلين ينبغي أخذهما في الاعتبار في السياسات الرامية إلى الاستفادة من المنافع المشتركة للتكيف مع تغيّر المناخ والتخفيف من آثاره، وهي: تحسين كفاءة الإنتاجية وتقليص انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في نظم الأغذية إلى أدنى حد، وصون وتنمية المشاهد الطبيعية الغنية بالكربون في قطاع الزراعة والغابات.

زيادة كفاءة الإنتاج وتقليص حدة الانبعاثات

الاستثمار في تحسينات الغلّة

لقد أدّى تكثيف نظم المحاصيل والإنتاج الحيواني، منذ ستينات القرن الماضي، إلى تحديد توسّع الأراضي الزراعية وتحسين كفاءة سلاسل الإمدادات الغذائية (Tilman وآخرون، 2011؛ Gerber وآخرون، 2013 (أ)؛ Herrero وآخرون، 2013). «

الجدول 11

إمكانيّة تخفيف أكسيد النتروز لآثار الانبعاثات السنوية في إطار خمسة سيناريوات للممارسات المحسّنة في عامي 2030 و2050 (الآثار التراكميّة)

استراتيجيات تخفيف الانبعاثات	مصادر النيتروجين	2030			2050		
		مدخلات النيتروجين (تيراغرام)	عوامل الانبعاثات (في المائة)	انبعاثات أكسيد النتروز (تيراغرام من أكسيد النتروز-نيتروجين)	مدخلات النيتروجين (تيراغرام)	عوامل الانبعاثات (في المائة)	انبعاثات أكسيد النتروز (تيراغرام من أكسيد النتروز-نيتروجين)
العمل كالعادة	السماد	132	2,37	3,1	150	2,37	3,6
	الروث	193	1,71	3,3	230	1,71	3,9
المجموع				**6,4**			**7,5**
تحسين إنتاج المحاصيل	السماد	118	2,02	2,4	128	1,9	2,4
	الروث	193	1,71	3,3	230	1,71	3,9
المجموع				5,7			6,3
تحسين الإنتاج الحيواني	السماد	118	2,02	2,4	128	1,9	2,4
	الروث	174	1,71	3,0	184	1,71	3,2
المجموع				**5,4**			**5,6**
تحسين إدارة الروث	السماد	108	2,02	2,2	103	1,9	2,0
	الروث	174	1,62	2,8	184	1,54	2,8
المجموع				**5,0**			**4,8**
تحسين استخدام الأغذية	السماد	103	2,02	2,1	93	1,9	1,8
	الروث	156	1,62	2,5	147	1,54	2,3
المجموع				**4,6**			**4,1**
تخفيض كمّية البروتين الحيواني في النظم الغذائية	السماد	98	2,02	2,0	84	1,9	1,6
	الروث	133	1,62	2,2	110	1,54	1,7
المجموع				**4,1**			**3,3**

ملاحظات: إن تخفيض الانبعاثات تراكميّ في السيناريوات الخمسة. وتشير المدخلات إلى سماد النيتروجين المستخدم وإفرازات روث النيتروجين بالتيراغرام. تعدّ عوامل إنبعاث أكسيد النتروز وإجمالي انبعاثات أكسيد النتروز، توقّعات لمجمل النظام الغذائي بحلول عامي 2030 و2050.
المصدر: Oenema وآخرون، 2014.

الإطار 17

التقنيات النووية وتلك المتعلقة بالنظائر لأغراض التخفيف من آثار تغير المناخ

يمكن للتقنيات النووية أن تساعد على تحديد عوامل إدارة التربة والمياه التي تؤدي إلى التقليل من إطلاق التربة لغازات الاحتباس الحراري، وتساهم بالتالي في التخفيف من آثار تغير المناخ. فعلى سبيل المثال، يمكن للعلماء، باستخدام مجموعة متنوعة من النظائر، تحديد مدى تراكم الكربون والنيتروجين وتفاعلاتهما في المواد العضوية للتربة نتيجة لما أضيف مؤخرا من سماد عضوي ومخلفات محاصيل أو مياه عادمة. ويمكن لتقنية النظير نيتروجين15- المستقر (15N) أن تساعد على تحديد مصدر إنتاج أكسيد النيتروز من الأراضي الزراعية، مما يساعد على استهداف الأدوات الملائمة للتخفيف من أكسيد النيتروجين، مثل المعالجة بالجير لتعديل درجة حموضة التربة، أو إضافة مواد مانعة للنترجة إلى الأسمدة النيتروجينية للحد من تحويل فائض النتروجين إلى نترات، وهو شكل متنقل يُحوَّل بسهولة إلى أكسيد نيتروجين، في ظل ظروف لاهوائية. وتعتبر التقنيات النووية وتلك المتعلقة بالنظائر التي تستخدمها بشكل مشترك المنظمة والوكالة الدولية للطاقة الذرية في طليعة الممارسات المبتكرة لتلبية الاحتياجات الغذائية في المستقبل وللمساهمة كذلك في الحد من آثار تغير المناخ.

» ومن خلال غلاّت أعلى، سمح التكثيف الزراعي بتفادي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بين عامي 1961 و2005 - يُقدّر أنها تبلغ مجموع 161 جيغا طن. لذلك، يمكن مقارنة الاستثمارات في الإنتاجية على نحو إيجابي مع استراتيجيات أخرى يتم اقتراحها بصورة عامة للتخفيف من آثار تغيّر المناخ لأنها تحدّ من توسّع الأراضي الزراعية، والخسائر الكبيرة في الكربون المرتبطة بإزالة الغابات (Burney وDavis وLobell، 2010).

ونظراً إلى أن الكفاءة الزراعية والحرجية قد تحسّنت خلال العقود القليلة الماضية، تراجعت شدة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناشئة عن عدة منتجات. وبين عامي 1960 و2000، تراجع متوسط الشدة العالمي بنسبة 38 في المائة للألبان، و50 في المائة للأرز، و45 في المائة للحوم الخنازير، و76 في المائة للحوم الدجاج و57 في المائة للبيض (Smith وآخرون، 2014). ويُعزى جزء كبير من تخفيض شدة الانبعاثات الناشئة عن المجترات إلى تراجع نواتج الميثان في كمية معيّنة من الألبان أو اللحوم (Opio وآخرون، 2013؛ والإطار 18). ولدى الأنواع المجترة والأحادية المعدة، اضطلعت التحسينات في كفاءة تحويل العلف وتربية الحيوانات، ولدى اختيار السلالات الحيوانية ذات الكفاءة العالية، بأدوار رئيسية. كما أن تقليص عدد الحيوانات اللازمة لإنتاج مستوى ثابت من النواتج قد يدرّ مكاسب ملحوظة في الكفاءة. ويمكن لتخفيض إجمالي بنسبة 28 في المائة مثلاً في انبعاثات الميثان السنوية في المملكة المتحدة، بين عامي 1990 و1999، أن يُعزى إلى حدّ كبير إلى تخفيضات في أعداد المواشي وزيادة إنتاجية الأبقار الحلوب (Defra، 2001). وما زالت هناك تباينات كبيرة في كفاءة استخدام الموارد وشدة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بين نظم تربية الحيوانات وفي الأقاليم (Herrero وآخرون، 2013)، ما يشير إلى إمكانية كبيرة في تحقيق المكاسب.

إضافةً إلى تقليص ثغرات الغلاّت وزيادة إنتاجية القطيع، من شأن استراتيجيات تحسين الكفاءة في الأجل الطويل وعلى نطاق المزرعة أن تؤدي إلى الحفاظ على التربة والمياه والتنوّع البيولوجي وخدمات النظام الإيكولوجي الهامة، من قبيل التلقيح، واستعادتها (Garibaldi، 2016). مثلاً، في الأقاليم المعتدلة والاستوائية، من شأن تنويع النظام الزراعي والتكامل بين المحاصيل والحيوانات والأشجار أن يزيد الكفاءة على نطاق المزرعة ويقلّص شدة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (Soussana وDumont وLecomte، 2015). ويمكن أن يساعد عدد من التكنولوجيات في رفع كفاءة الإنتاج وتوليد منافع مشتركة. وهي تشمل استخدام أصناف مكيّفة تسخر الموارد الوراثية، والتربية المتقدمة، وإدخال تعديلات على مواعيد الزراعة وفترات الحصاد، والزراعة الدقيقة، والاستخدام الصائب للأسمدة العضوية وغير العضوية وبالاقتران مع مصادر المغذيات العضوية والبقوليات، وتصميم نظم زراعة أكثر تنوعاً واستدامة تأخذ بعين الاعتبار نهج الحراجة الزراعية.

تخفيض شدة استخدام الموارد في مجالي تربية الأحياء المائية ومصايد الأسماك

يمكن أن يساهم قطاعا مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية في التخفيف من آثار تغيّر المناخ من خلال زيادة احتجاز الكربون وتخفيض الانبعاثات من سلسلة القيمة لديه. ومن الأهمية بمكان وقف تدمير الموائل وممارسات الإدارة غير الملائمة في قطاعي مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية، التي تخلّ بوظائف احتجاز الكربون في النظم المائية. وقد يكون هناك نطاق كبير لتعزيز الاحتجاز عن طريق إعادة تأهيل غابات المانغروف وغابات السهول الفيضية، حتى وإن حصل ذلك بكلفة مرتفعة للترميم.

ومن حيث تخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، ثمة إمكانية كبيرة في تقليص الانبعاثات عير تخفيض استخدام الوقود والطاقة. ويمكن تحقيق ذلك إمّا بصورة مباشرة - من خلال أساليب صيد أكثر كفاءة أو استخدام الطاقة في التجهيز - أو بصورة غير مباشرة، من خلال مجموعة من التدابير، بما في ذلك وفورات الطاقة على امتداد سلسلة الإمداد والقيمة والتخفيض الاستراتيجي للنفايات. كما أن الانتقال إلى تكنولوجيات أكثر كفاءة من حيث الطاقة في هذا القطاع بطيء، رغم أن آليات الحوافز المرتبطة بأسواق الكربون أظهرت بعض الإمكانيات (منظمة الأغذية والزراعة، 2013(أ)).

ويشكل استخدام الطاقة في التجهيز والتخزين والنقل المصدر الرئيسي لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري في قطاعي مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية. وتتراوح عملية التجهيز بين التجفيف والتدخين البسيط للأسماك في نظم تقليدية وإعداد الأغذية البحرية تحت رقابة عالية باستخدام عملية تغليف وتوسيم رفيعة المواصفات. وثمة اختلافات كبيرة في الانبعاثات، حسب الممارسات المحلية والمدخلات (الأنواع والمصدر والكمية والجودة) والكفاءة التشغيلية، نظرا إلى أن الأغذية المائية، بوصفها المنتجات الغذائية الأكثر تداولا في العالم، يمكنها أن تجتاز مسافات كبيرة بأشكال متعددة وفي حالات مختلفة من قابلية التلف. «

الإطار 18

تخفيض الميثان في إنتاج الثروة الحيوانية والأرز غير المقشور

لقد بحثت دراسات عديدة في إمكانيات تخفيض انبعاثات الميثان من قطاع تربية الحيوانات ونظم زراعة الأرز بالغمر.

التخمّر المعوي. تتعلّق معظم الدراسات المتوفرة بتغييرات في النظم الغذائية الحيوانية وإضافة المكملات إلى الأعلاف الحيوانية (Veneman وSaetnan وNewbold، 2014؛ Gerber وآخرون، 2013(أ)). ويشكل تحسين إجمالي قابلية هضم حصص الأعلاف وموازنة جودتها التغذوية المستوى الأول من التدخل الذي يسفر عن أكبر قدر من منافع التخفيف (Garg وآخرون، 2013؛ Gerber وآخرون، 2011). وأمّا الأيضيات النباتية الثانوية، مثل العفص، فهي متوفرة أيضاً في النظم الغذائية لدى المجترات التي ترعى وتتنقل بين النباتات الطبيعية، خاصة في إقليم البحر الأبيض المتوسط والأقاليم الاستوائية (المعهد الوطني للبحوث الزراعية، ومركز التعاون الدولي للبحوث الزراعية من أجل التنمية، ومنظمة الأغذية والزراعة، 2016)، ومن المرجح أن تقلص انبعاثاتها من الميثان. وقد جرى اختبار عدد من الاستراتيجيات الأخرى للتخفيف من الآثار، بما في ذلك استخدام مثبطات كيميائية، وحاملات الشوارد، ومضادات حيوية، ومصارف الهيدروجين، والزيوت الأساسية، والأنزيمات، والمحفزات الحيوية، وإزالة الغابات واللقاحات (Hristov وآخرون، 2013). غير أن بعض هذه الخيارات غير قانونية في بعض البلدان، في حين البعض الآخر منها مقيّد أو غير متوفر تجارياً. إضافةً إلى ذلك، بما أن مكاسب الإنتاج الحيواني الناجمة عن التخفيف من آثار الميثان متواضعة أو معدومة، سيكون من الضروري توفير الحوافز للتشجيع على اعتماد مواد مضافة باهظة الثمن تقلّص الانبعاثات (Newbold، 2015).

السماد المخزّن. يقتضي الحد من انبعاثات غاز الميثان الناجم عن السماد المخزن اعتماد ممارسات إدارة تتفادى تخزينه تحت ظروف لاهوائية و/أو حارة. وتتواجد الانبعاثات الناجمة عن السماد بشكل أقلّ في نظم التخزين الجافة والصلبة في أجزاء من أفريقيا وأمريكا اللاتينية. وأمّا في نظم السماد السائل، الموجودة عادةً في أوروبا الغربية وشمال أمريكا، فانبعاثات الميثان مرتفعة، وبخاصة حين تكون الحيوانات في مساكن مقفلة. لذلك، اقتُرحت الإزالة المتكررة للملاط من حظائر الحيوانات بوصفها طريقة لتخفيض انبعاثات غاز الميثان (Sommer وآخرون، 2009). ويمكن لعملية الهضم اللاهوائي للسماد أن تقلّص إلى حد كبير الانبعاثات، وأن تستبدل الوقود الأحفوري بميثان قابل للتجدّد، يمكن أن يستخدم لأغراض التدفئة وتوليد الطاقة وكوقود للسيارات. لكن المستويات غير المعروفة من تسرب غاز الميثان من صهاريج الهضم وتخزين الغاز تثير شكوكا بشأن أثر التخفيف الفعلي الناجم عن هذه التكنولوجيا. وينبغي لجميع الخيارات المطروحة للحد من انبعاثات غاز الميثان أن تأخذ بعين الاعتبار نظام الإنتاج بالكامل، لتجنب التسرب من صهريج إلى آخر وزيادة انبعاثات أكسيد النيتروز.

الأرز المغمور. تقوم مجموعة من الممارسات التقليدية والمحسّنة بتخفيض انبعاثات الميثان من حقول الأرز، بما في ذلك إدارة المياه، والقش والأسمدة. كما أن توقيف الغمر لبعض أسابيع يوفّر المياه، ويقلّص انبعاثات الميثان وغازات الاحتباس الحراري بنسبة تتراوح بين 45 و90 في المائة، من دون النظر في زيادات مخزون الكربون في التربة. لكن يمكن أن تفضي هذه الممارسة إلى آثار سلبية على الغلاّت، عن طريق زيادة المنافسة من جانب الأعشاب. فإن التجفيف في وقت مبكر خلال موسم الزراعة، ثم الغمر، يقلّص الانبعاثات بنسبة 45 في المائة، وينتج غلاّت مماثلة لغلاّت الأرز المغمور بالكامل (Linquist وآخرون، 2015).

» وتكون نواتج غازات الاحتباس الحراري مرتبطة عادةً بشكل مباشر باستخدام الوقود في النقل وباستخدام الطاقة في المناولة والتخزين. كما أن المنتجات الطازجة الأكثر قابلية للتلف تتطلّب نقلا سريعا وتخزينا يتسم بكثافة استخدام الطاقة. ويعتبر اختيار البرّادات مهما أيضا - فتسرّب غازات التبريد من معدات قديمة أو لا تخضع لصيانة جيدة يستنفذ طبقة الأوزون في الجوّ، وقد يؤدي إلى حد بعيد إلى الاحترار العالمي. وتتطلب المنتجات الجافة والمدخنة والمملّحة الأكثر استقراراً، والمجهزة ضمن سلاسل إمداد تقليدية، طرق نقل غير مراعية للوقت وتنتج مستويات منخفضة من غازات الاحتباس الحراري (منظمة الأغذية والزراعة، 2013(ب)).

وتسعى مبادرة «النمو الأزرق» التي أطلقتها الفاو إلى التوفيق بين الأهداف الاقتصادية والحاجة إلى إدارة الموارد المائية على نحو أكثر استدامة. وتبيّن أن سلاسل القيمة في قطاع مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية التي تعتمد النمو الأزرق تحصد مكاسب كبيرة من حيث الإنتاجية والدخل، في حين تتولى إدارة الموارد المائية بطريقة تساعد في ترميم إمكانيتها الإنتاجية في الأجل الطويل. كذلك، فإن المحيطات الأفضل حالاً والأراضي الرطبة قادرة أكثر على الصمود في وجه الصدمات المتصلة بالمناخ، الأمر الذي يحسّن قدرة التكيّف لدى الأشخاص الذين يكسبون سبل عيشهم من مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية.

على سبيل المثال، عمل مشروع للفاو مع مجتمعات الصيادين في غراند سيس، ليبيريا، لتجهيز وتدخين المنتجات السمكية بمزيد من الفعالية. وقد شمل أكثر من 240 مجهزاً للأسماك في بناء أفران لتدخين الأسماك وحاويات معزولة لتخزين الأسماك الطازجة، ما سمح لهم تدخين الأسماك وبيعها في أسواق مربحة في كوت ديفوار المجاورة. واستفاد المجهزّون، الذين هم في أغلبيتهم من النساء، من زيادات ملحوظة في دخلهم، في حين انخفضت أيضاً كمية الخشب الضروري لتدخين الأسماك. وأدىّ ذلك إلى زيادة أرباحهم أكثر بعد وتوليد منافع مشتركة هامة للتخفيف من آثار تغير المناخ في الوقت ذاته (منظمة الأغذية والزراعة، 2011(أ)).

تخفيض الخسائر في المزرعة

تحصل خسائر الأغذية في البلدان النامية في جميع مراحل سلسلة الإنتاج ويكون المزارعون الصغار الأكثر تضرراً منها. وتقدّر الفاو أنه قد يُفقد بين 30 و40 في المائة من إجمالي إنتاج الأغذية قبل أن تصل إلى الأسواق، بسبب مشاكل تتراوح بين الاستخدام غير الملائم للمدخلات وغياب مرافق مناسبة للتخزين ما بعد الحصاد، والتجهيز والنقل. بالتالي، فإن تخفيض الخسائر في المزرعة يزيد كفاءة نظم الإنتاج. ويمكن تحقيق ذلك من خلال تحسين صحة التربة، وتقليص حساسية المحاصيل والحيوانات إلى الآفات والأمراض، وزيادة كفاءة استخدام الأعلاف في تربية الحيوانات، وترميم الملقّحات، وتخفيض المنافسة من جانب الأعشاب. كذلك، يمكن أن يساعد ترميم خدمات النظام الإيكولوجي التي توفّرها مشاهد طبيعية متنوعة في الحفاظ على صحة المحاصيل والثروة الحيوانية، وتخفّض خسائر الإنتاج في حين أن الاستثمارات في الطرقات، واللوجستية، والتخزين والبنية التحتية الأساسية للتجهيز قد تخفّض الخسائر ما بعد الحصاد.

التنويع في المزرعة والنظم الزراعية المتكاملة

إضافةً إلى تقليص ثغرات الغلاّت وزيادة إنتاجية القطيع، من شأن تحسين استراتيجيات الكفاءة على نطاق المزرعة في الأجل الطويل أن تحافظ على التربة، والمياه، والتنوّع البيولوجي والخدمات الهامة في النظام الإيكولوجي من قبيل التلقيح (Garibaldi، 2016). ففي الأقاليم المعتدلة والاستوائية مثلاً، قد يؤدي تنويع النظم الزراعية والتكامل بين المحاصيل والثروة الحيوانية والأشجار إلى زيادة كفاءة استخدام الموارد وتخفيض شدة انبعاث غازات الاحتباس الحراري (Soussana وآخرون، 2015). ويمكن أن يساعد عدد من التكنولوجيات في رفع كفاءة الإنتاج ويعزّز المنافع المشتركة، بما في ذلك الزراعة الدقيقة، والتربية المتطورة، والاستخدام الحكيم للأسمدة العضوية وغير العضوية، والاستخدام الأفضل للبقوليات، والموارد الوراثية والتنوع البيولوجي في المشاهد الطبيعية.

المشاهد الطبيعية الغنية بالكربون في الزراعة والغابات

بما أن الزراعة والغابات تشغل معظم مساحة الأرض في كوكبنا، فهي تتسم بأهمية حيوية بالنسبة إلى صون وترميم الكربون في التربة وتعزيز مصارف الكربون. وأمّا الزراعة الحرجية، وإعادة تجديد الغابات، والمزارع، وزراعة الصون، والزراعة العضوية وإدارة المراعي فيمكنها أن تساهم جميعاً في تحقيق هذه الأهداف، رغم أن الخيارات لن تنطبق بشكل متساوٍ في كل النظم الزراعية وكل الأقاليم.

المشاهد الطبيعية الحرجية

تمتص الغابات كل عام ما يُقدَّر بـ 2,6 مليار طن من ثاني أكسيد الكربون (مركز البحوث الحرجية الدولية، 2010)، بما يعادل حوالي ثلث ثاني أكسيد الكربون الصادر عن حرق الوقود الأحفوري. إنما حين تعيق إزالة الغابات نظام التخزين الضخم هذا، يصبح مصدراً رئيسياً للانبعاثات. ووفقاً لتقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، تمثل إزالة الغابات وتدهور الأراضي 11 في المائة تقريباً من مجموع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري: أكثر من كامل قطاع النقل في العالم. وفيما تختفي الغابات، تتقلّص قدرتها على احتجاز الكربون.

وخلال تسعينات القرن الماضي، كانت إزالة الغابات في المناطق الاستوائية مسؤولة إلى حدّ بعيد عن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، في حين ان إعادة زراعة الغابات في المناطق المعتدلة وفي أجزاء من المنطقة الشمالية ساهمت في إزالة ثاني أكسيد الكربون. إنما ثمة جدل حول مدى التعويض عن خسارة الكربون بفعل إزالة الغابات الاستوائية بتوسيع مساحات الغابات وتراكم الكتلة الأحيائية الخشبية في المناطق الشمالية والمعتدلة. وتقدّر الفاو أنه خلال العقد الأول من هذا القرن، بلغ إجمالي الانبعاثات نتيجة إزالة الغابات ما يعادل 3,8 جيغا طن من ثاني أكسيد الكربون في السنة، في حين أدّى صافي الآثار المتأتية عن تدهور الغابات وإدارتها إلى احتجاز ما يعادل 1,8 جيغا طن من ثاني أكسيد الكربون (منظمة الأغذية والزراعة، 2016(أ)). كما أن حرائق الكتلة الأحيائية ذات الصلة، بما في ذلك حرائق أراضي الخث وأراضي الخث المجففة المسؤولة عن انبعاث 0,3 و0,9 جيغا طن من معادل ثاني أكسيد الكربون في السنة على التوالي.

وتختلف طاقة التخفيف من آثار الكربون الناجمة عن إزالة الغابات، وتحسين إدارة الغابات، وزراعة الغابات والزراعة الحرجية إلى حدّ كبير باختلاف النشاط، والإقليم، وحدود النظام والمدة الزمنية التي تجري مقارنة خيارات التخفيف من الآثار خلالها. فتخفيض إزالة الغابات يطغى على طاقة التخفيف من آثار الغابات في أمريكا اللاتينية وأفريقيا في حين أن إدارة الغابات، يليها التحريج، تطغى في بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، والاقتصادات في مرحلة انتقالية، وآسيا. وتتراوح المساهمة الممكنة للتحريج بين 20 و35 في المائة من إجمالي القدرة المتصلة بالغابات (Smith، 2014: الشكل 11-18).

وتندرج التدابير للتخفيف من آثار تغيّر المناخ في قطاع الغابات ضمن فئتين كبيرتين: خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وزيادة مستوى إزالة هذه الغازات من الجوّ. ويمكن تجميع الخيارات ضمن أربع فئات عامة:

- **خفض إزالة الغابات أو تفاديها.** يولّد الحفاظ على المساحات الحرجية منافع اجتماعية واقتصادية وبيئية كبيرة (منظمة الأغذية والزراعة، 2012). فهي تحافظ على التنوّع البيولوجي ووظائف النظام الإيكولوجي، وتؤثر في الأراضي الواسعة على الأنماط المناخية المحلية، التي يمكن أن تترك آثاراً على إنتاج الأغذية (Siikamäki وNewbold، 2012). كما أن تخفيض حرائق الغابات يحسّن جودة الهواء المحلي، الأمر الذي يولّد منافع صحية بالنسبة إلى المجتمعات المحلية التي تعيش في الغابات وحولها Mery وآخرون.
- **زيادة المناطق المزروعة بالغابات.** يمكن زيادة مساحة الغابات من خلال الزراعة ورش البذور ومساعدة التجدد الطبيعي للغابات، ومن خلال التتابع الطبيعي. ويؤدي التحريج إلى زيادات في أحواض الكربون الموجودة فوق الأرض وتحت مستوى الكتلة الأحيائية، وفي المواد العضوية الميتة. وهو يحصل عامةً في المناطق الريفية ويستفيد منه الاقتصاد الريفي عن طريق توليد الدخل والوظائف. وثمة قلق في أن يخفض التحريج وإعادة التحريج الأمن الغذائي، في حال حصلا بشكل رئيسي في أراضٍ زراعية منتجة، وأن تقلّص الزراعة الأحادية التنوّع البيولوجي وتكون أكثر عرضة للأمراض (منظمة الأغذية والزراعة، 2011(ب)). وثمة حاجة إلى خطط متأنية في كل قطاعات الزراعة لدى تنفيذ هذا الخيار.
- **الحفاظ على كثافة الكربون أو زيادتها.** تشمل الأنشطة التي تحافظ على مخزون الكربون في الغابات أو تزيده قطع الأشجار المنخفض التأثير، وإدارة الغلّات المستدامة في إنتاج الأخشاب؛ والحفاظ على غطاء حرجي جزئي؛ وتخفيض خسارة المواد العضوية الميتة وأحواض الكربون في التربة إلى الحدّ الأدنى، من خلال تخفيض الأنشطة ذات الانبعاثات العالية مثل زراعة «اقطع واحرق» (مركز البحوث الحرجية الدولية، 2015؛ Putz وRomero 2015). كما أن إعادة الزراعة بعد الحصاد أو الاضطرابات الطبيعية تسرّع النمو، وبالتالي معدل احتجاز الكربون حسب إعادة التجدد الطبيعية.
- **زيادة مخزون الكربون خارج الموقع في منتجات الأخشاب التي يتم جمعها.** حين يتحوّل الخشب إلى منتجات طويلة الأمد مثل المباني وقطع الأثاث، يمكن أن يصبح خزاناً للكربون لمدة عقود بل وحتى قرون.

ويمكن تعزيز المنافع الناجمة عن التخفيف من آثار تغيّر المناخ من خلال الغابات عن طريق التعليم، والتدريب ومشاركة المجتمعات المحلية في التخطيط للغابات واتخاذ القرارات بشأنها. ويمكن أن تكون النُهُج التشاركية إزاء إدارة الغابات أكثر نجاحاً من البرامج التقليدية والهرمية، ويمكن أن تساعد في تعزيز المجتمع المدني وعمليات إضفاء الديموقراطية (منظمة الأغذية والزراعة، 2016(ب)). كما يمكنها أن تنشئ شبكات وعلاقات اجتماعية تسمح للمجتمعات المحلية التعامل بشكل أفضل مع تغيّر المناخ.

ويتمثل التحدي الذي تطرحه أكثرية الأنشطة المتصلة بالغابات في مجال التخفيف من الآثار في الحاجة إلى استثمارات كبيرة قبل أن تتراكم المنافع والمنافع المشتركة، على مرّ سنوات عديدة إن ليس عقود. ولن تتجسّد هذه الطاقة الكبيرة في الغابات للتخفيف من الآثار من دون تمويل ملائم وأطر مواتية تولّد حوافز فعالة.

وهناك مسألة أخرى تتمثل في إنتاج الطاقة واستبدال المنتجات، وهو ما ينطوي على تبعات اجتماعية واقتصادية وثقافية (المنطقة الاقتصادية الأوروبية، 2016). فعلى سبيل المثال، في الاتحاد الأوروبي لم تعد السياسات الرامية إلى زيادة استخدام الوقود الأحيائي، بما في ذلك وقود الخشب، لتوليد الطاقة، تؤثر فقط على الطريقة التي يقوم من خلالها العاملون في الغابات في الإقليم بإدارة غاباتهم وكيفية استخدام الأراضي في الأقاليم النامية (المفوضية الأوروبية، 2013). وقد أُفيد عن حالات عديدة من الاستيلاء على الأراضي لإنتاج الكتلة الأحيائية، الأمر الذي يؤثر على الأمن الغذائي.

المشاهد الطبيعية الزراعية

تساهم العديد من الممارسات الزراعية الحالية في خسائر الكربون العضوي في التربة وفي تقليص عائدات الكربون العضوي على التربة (الجدول 12). ويمكن تخفيض الخسائر أو زيادة عائدات الكربون العضوي على التربة من خلال خفض الحرائق، والرعي الجائر، وتآكل التربة، أو عبر إعادة تدوير مخلفات المحاصيل والسماد. ويتمثل خيار آخر في تغيير التوازن بين التمثيل الضوئي وتنفّس النظام الإيكولوجي بزيادة التمثيل الضوئي للمحاصيل عبر استخدام محاصيل التغطية، وتداخل المحاصيل والتحريج الزراعي، وعبر تقليل إرباك التربة إلى الحدّ الأدنى من خلال زراعة الصون. ويمكن أيضاً تحقيق مكاسب كبيرة في أرصدة كربون المحاصيل بفضل تحسين أصناف المحاصيل، والبقوليات المثبّتة للنتروجين والأسمدة العضوية وغير العضوية التي تعزّز كمية مخلّفات المحاصيل المتاحة لقلب التربة. كذلك، فإن تحسين إدارة المياه تشكل دافعاً قوياً للإنتاجية الأوّلية، وتكمّل كل هذه الممارسات.

كما أن الممارسات المستخدمة على النحو الأمثل لاحتجاز الكربون العضوي في التربة تعزز الأمن الغذائي، وتسهّل التكيف مع تغيّر المناخ. وفيما ترتفع مستويات الكربون العضوي في التربة، يمكن تحقيق منافع مشتركة في الغلاّت سنةً بعد سنة في البلدان النامية (Lal، 2006)[7]. ومن خلال تسهيل التحسينات في هيكلية التربة، وتسرّب المياه وقدرة الاحتفاظ بالماء، يساعد الكربون العضوي في التربة على بناء القدرة على الصمود في وجه الجفاف والفيضانات، وهما أثران لتغيّر المناخ يؤثران بصورة خاصة على الأقاليم الاستوائية (Pan وSmith وPan، 2009؛ Herrick وSala وJason، 2013). غير أن الآثار على الغلاّت تعتمد على الظروف المحلية وخليط الممارسات التي يعتمدها المزارعون، كما لوحظت خسائر في الغلاّت (Pittelkow وآخرون، 2015).

وقد لا يدوم احتجاز الكربون في التربة الزراعية. وأمّا الكربون الإضافي في التربة والمخزّن من خلال ممارسات زراعية محسنة، فيتّخذ في جزء منه أشكالاً غير محمية، بحيث أن جزءاً منه قد يتحلّل إذا توقّفت الممارسات. إضافةً إلى ذلك، قد يؤدي احتجاز الكربون في التربة إلى زيادة انبعاثات أكسيد النيتروز في الأجل القصير، وقد يعيق النقص في الفوسفور والنتروجين في التربة تخزين الكربون العضوي في التربة (Penuelas وآخرون، 2013).

وينبغي اتخاذ الإجراءات الرامية إلى جني منافع التخفيف من آثار تغير المناخ المتأتية عن الكربون العضوي في التربة نظرةً في الأجل الطويل، ويمكن تطبيقها على مستوى المشاهد الطبيعية بدل الحقل. وهي تتطلّب فهماً بأن اعتماد إجراءات احتجاز الكربون في التربة سوف يستغرق بعض الوقت، وأن الكربون العضوي في التربة لن يزداد سوى لفترة محددة، إلى حين يتمّ التوصل إلى توازن جديد. وينبغي أيضاً رصد المخزون الإضافي والحفاظ عليه باستخدام ممارسات ملائمة لإدارة الأراضي. وقد تم النظر في جميع هذه العوامل في مبادرة تدعمها المنظمة بشأن ترميم الأراضي العشبية المتدهورة في منطقة كنغهاي الصينية (الإطار 19).

أخيراً، إن التحريج الزراعي - أي دمج الأشجار والأجمات في نظم المحاصيل والثروة الحيوانية - يحول دون تآكل التربة ويسهل تسرّب المياه ويقلل «

7 يقدّر Lal وآخرون (2004) هذه المنافع المشتركة بنسبة 0,07 من وحدة المواد الجافة لكل وحدة من الكربون العضوي في التربة (≈ 0,07 t DM/t SOC)

الجدول 12

أمثلة عن الممارسات الزراعية المؤدّية إلى تخفيض مخزونات الكربون في التربة

المناطق المعتدلة	المناطق شبه القاحلة والقاحلة	المناطق المدارية
الصرف وزراعة التربة العضوية	الضغوط التي يمارسها الرعي وسط تساقط الأمطار غير المنتظم المساهم في التصحّر	تفتقر الزراعة القائمة على القطع والحرق إلى التسميد العضوي للمحاصيل
التربية وفق مؤشر الحصاد	نقص في الأشجار وفي تدابير المحافظة على المياه	الحراثة العميقة
نقص في محاصيل التغطية		نقص في محاصيل التغطية
نقص في النظم المتكاملة للمحاصيل والثروة الحيوانية وفي الزراعة المختلطة بالغابات		الصرف وحرائق المستنقعات العشبية المداريّة
تراجع مساحات الأراضي العشبية الدائمة		
إعادة استخدام محدودة للمخلّفات العضوية الحضرية والصناعية		

ملاحظة: يشير مؤشر الحصاد إلى وزن الجزء المحصود من النبتة كنسبة من إجمالي كتلتها الأحيائية فوق سطح الأرض.
المصدر: منظمة الأغذية والزراعة ومجموعة الخبراء الفنّية الحكومية الدولية المعنيّة بالتربة، 2015.

الإطار 19

ترميم الأراضي العشبية في الصين

قد تؤدي ثروة حيوانية كبيرة إلى الرعي الجائر وتدهور الأراضي. وهذا هو الدرس الأصعب الذي تعلّمه الرعاة في منطقة كنغهاي الصينية، حيث تدهور حوالي 38 في المائة من الأراضي العشبية. وبادرت المنظمة مؤخراً، جنباً إلى جنب مع الأكاديمية الصينية للعلوم الزراعية والمركز العالمي للحراجة الزراعية والمعهد الشمالي الغربي لبيولوجيا الهضاب، إلى وضع منهجية تمنح المزارعين الأدوات اللازمة لإدارة حيواناتهم وأراضيهم العشبية بطريقة أكثر استدامة لسنوات عديدة قادمة.

ويمكن لترميم أراضي الرعي المتدهورة وزيادة مخزون الكربون في التربة أن يؤديا في الوقت ذاته إلى زيادة الإنتاجية وبناء القدرة على الصمود من خلال تحسين رطوبة التربة واحتجاز المغذيات وتحسين سبل العيش في مجتمعات الرعاة الصغيرة النطاق.

ولكن تكاليف القياس المرتفعة أعاقت، حتى اليوم، مشاريع احتجاز الكربون في الأراضي العشبية. وقد تمّ تجاوز هذه المشكلة في كنغهاي من خلال وضع منهجية معتمدة من قبل مؤسسة معايير رصد الانبعاثات الكربونية، تركّز على ممارسات الرصد. وتسمح للمزارعين بالوصول إلى مصادر تمويل جديدة عن طريق اعتمادات الكربون التي تغطي تكاليف تغيير ممارساتهم في الإدارة قبل أن تصبح مكاسب الإنتاجية سبباً مربحاً لترميم الأراضي العشبية.

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2013(أ).

» من آثار الظواهر المناخية المتطرفة. ويساعد أيضاً في تنويع مصادر الدخل ويوفّر الأعلاف للحيوانات. كما أن استخدام الأشجار والشجيرات البقولية المثبتة للنتروجين، مثل *Faidherbia albida*، يحسّن خصوبة التربة والغلّات. ورغم وجود إثباتات واضحة ووفيرة عن الآثار الإيجابية لممارسات التحريج الزراعي على الإنتاجية، والقدرة على التكيّف وتخزين الكربون، ينبغي النظر في مجموعة واسعة من النظم وأنواع الأشجار في سياقات مختلفة. ■

تكاليف التخفيف والحوافز والعوائق

هناك العديد من النُهج الممكنة والواعدة إزاء التخفيف من آثار تغيّر المناخ في قطاع الزراعة والغابات واستخدام الأراضي، كما أن الطاقة الفنية هائلة. لكن ما هي التكاليف، وبالتالي الطاقة الاقتصادية للتخفيف من الآثار؟ بعبارة أخرى، ما هو السعر الفرضي للكربون الذي قد يحث المزارعين وصيادي الأسماك والعاملين في الغابات على تطبيق ممارسات ملائمة لاحتجاز الكربون وتخفيض الانبعاثات؟

وبالاستناد إلى القدرة المختلطة للغابات والزراعة على التخفيف من آثار تغيّر المناخ، وهي مقدرة في تقرير التقييم الرابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، تشير الهيئة إلى طاقة اقتصادية عام 2030 تتراوح بين ≈ 3 و≈ 7,2 جيغا طن من معادل ثاني أكسيد الكربون في السنة بأسعار كربون تتراوح بين 20 و100 دولار أمريكي للطن الواحد، على التوالي (Smith وآخرون 2014)[8]. وفي الأقاليم، تتواجد الطاقة الأكبر للتخفيف من الآثار على الزراعة والغابات واستخدام الأراضي في آسيا، على جميع مستويات قيم الكربون (الشكل 15، بالاستناد إلى Smith وآخرين، 2014).

يمكن أن تساهم الغابات على نحو ملحوظ في التخفيف من الأسعار، على جميع مستويات أسعار الكربون. وبأسعار منخفضة، تقارب مساهمة الغابات نسبة 50 في المائة من المجموع من قطاع الزراعة والغابات واستخدام الأراضي؛ وبأسعار مرتفعة، تنخفض حصة الغابات. كذلك، تمثل الغابات الجزء الأكبر من طاقة التخفيف من الآثار في أمريكا اللاتينية، على جميع مستويات أسعار الكربون. إنما تنطوي خيارات حرجية مختلفة على طاقات اقتصادية مختلفة للتخفيف من الآثار في أقاليم مختلفة. وتطغى إزالة الغابات على طاقة الغابات على التخفيف من الآثار في أمريكا اللاتينية والشرق الأوسط وأفريقيا. وأمّا إدارة الغابات، يليها التحريج، فيشكلان الخيارين الأهمين في بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، وأوروبا الشرقية وآسيا.

ومن بين الخيارات المختلفة للتخفيف من الآثار، تتمتع إدارة أراضي المحاصيل بالطاقة الأعلى بأسعار متدنية للكربون تبلغ 20 دولاراً أمريكياً للطن الواحد. وبسعر 100 دولار أمريكي، ينطوي ترميم التربة العضوية على الطاقة الأكبر. كذلك، ترتفع طاقة إدارة أراضي الرعي وترميم الأراضي المتدهورة بأسعار أعلى للكربون (Smith وآخرون 2014).

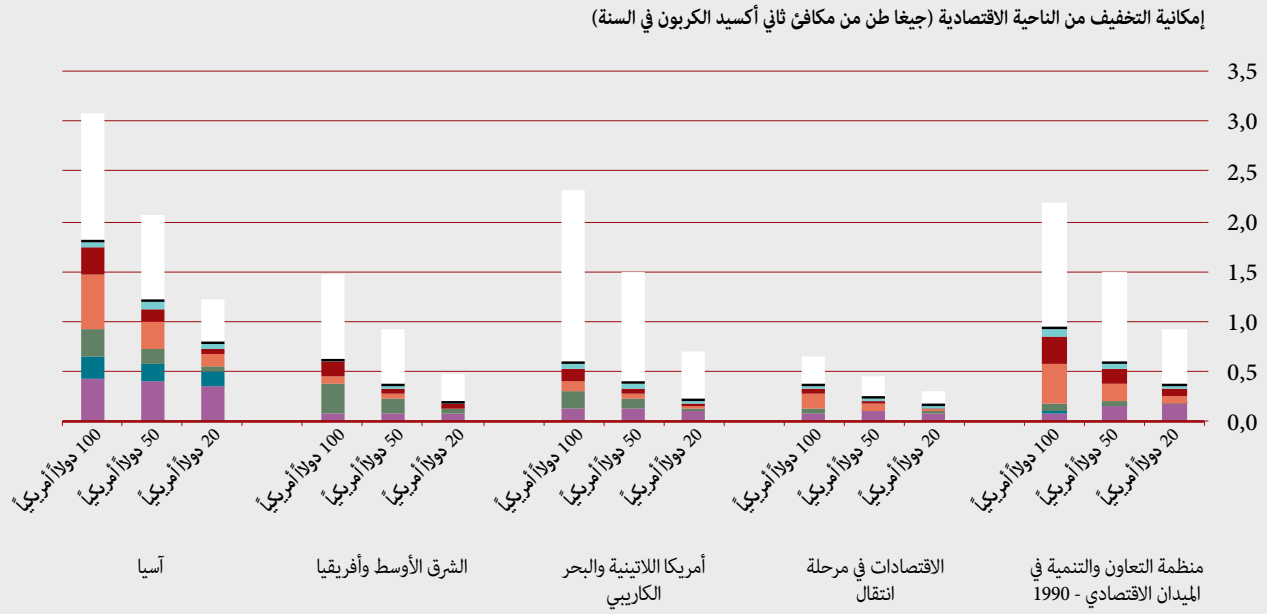
وتوفّر هذه التقديرات للطاقة الاقتصادية على التخفيف من الآثار إشارات هامة عن كيفية استهداف التدخلات على النحو الأكثر فعالية من حيث الكلفة. لكن من الضروري إجراء تقييمات أكثر تفصيلاً من أجل تقدير طاقة التخفيف من الآثار في قطاع الزراعة والغابات واستخدام الأراضي بطريقة ملائمة، والتأثيرات على نظم الإنتاج والمجموعات الضعيفة، وتكاليف التنفيذ. وهو شرط مسبق أن تقوم الممارسات المطبقة على النحو الأمثل لتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري أو احتجاز الكربون بحماية حقوق حيازة الأراضي أيضاً لدى المنتجين على نطاق صغير، وأن تساهم في تحقيق الأمن الغذائي والتكيّف مع آثار تغير المناخ، وبخاصة بالنسبة إلى المجموعات الأضعف.

وبإمكان مجموعة من النُهُج المؤسسية والاقتصادية أن تسهّل تنفيذ انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن الزراعة. ومن الجانب المؤسسي، قد تشمل هذه النُهُج توفير المعلومات إلى المزارعين بشأن الممارسات الزراعية التي تولّد تآزراً بين التكيف مع الآثار والتخفيف منها، وعند الضرورة، الحصول على اعتمادات لتنفيذها. ومن الناحية الاقتصادية، تشمل الخيارات حوافز إيجابية للمزارعين لتوفير بالوعات للكربون والحفاظ عليها؛ وفرض الضرائب على أسمدة النتروجين في البلدان حيث تُستخدم فيها هذه الأسمدة بشكل مفرط، وهو تدبير يُطبَّق أصلاً في بعض بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي لتقليل التلوّث بالنيترات؛ ومبادرات سلسلة الإمداد التي تسوق للمنتجات الغذائية ذات بصمة كربون منخفضة (Paustian وآخرون 2016). ■

8 نُشرت مجموعات من التقديرات العالمية لطاقة احتجاز الكربون عند مستويات مختلفة من التكاليف، منذ التقييم الرابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ عام 2007. وتختلف التقديرات إلى حدّ بعيد. بالنسبة إلى قيم الكربون التي تصل إلى 20 دولارا أمريكيا للطنّ الواحد، تتراوح بين 0,12 و3,03 جيغا طن من معادل ثاني أكسيد الكربون في السنة. وبالنسبة إلى قيم الكربون التي تصل إلى 100 دولار أمريكي للطنّ الواحد، تتراوح بين 0,49 و10,6 جيغا طن من معادل ثاني أكسيد الكربون في السنة (Smith وآخرون، 2014).

الشكل 15

إمكانية التخفيف من الناحية الاقتصادية في قطاع الزراعة والحراجة واستخدام الأراضي في عام 2030 بحسب الأقاليم



المصدر: Smith وآخرون 2014، الشكل 11-17

الإطار 20

انبعاثات نظام الأغذية: استخدام الطاقة على امتداد سلاسل الإمداد

ارتبط تحديث سلاسل الإمدادات الغذائية بانبعاثات أعلى لغازات الاحتباس الحراري من مدخلات ما قبل السلسلة (الأسمدة، والآلات، ومبيدات الحشرات، والمنتجات البيطرية، والنقل) والأنشطة بعد خروج المنتجات من المزرعة (النقل، والتجهيز والبيع بالتجزئة). وقُدّر، باستخدام الحسابات والبيانات الماضية من دراسة Bellarby وآخرون (2008) وLal (2004)، أن إنتاج الأسمدة ومبيدات الأعشاب ومبيدات الآفات جنباً إلى جنب مع الانبعاثات من الوقود الأحفوري المستخدم في الحقل مثّل عام 2005 حوالي 2 في المائة من الانبعاثات العالمية لغازات الاحتباس الحراري (فريق الخبراء الرفيع المستوى، 2012).

ومن الضروري استخدام طرق تحليل دورة الحياة من أجل احتساب الانبعاثات الناجمة عن استهلاك منتجات غذائية. وهذه النُهج مسؤولة عامةً عن انبعاثات من مدخلات ما قبل السلاسل وحتى التجهيز ما بعد خروج المنتجات من المزرعة، وذلك إذا شملت الميثان، وأكسيد النيتروز وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، واستخدام الوقود الأحفوري في النظم الغذائية (مثل Steinfeld وآخرون، 2006؛ منظمة الأغذية والزراعة، 2013(ب)). وإذا احُتسبت المراحل ما بعد الحصاد، يتأتى ما يعادل 3,4 جيغا طن من ثاني أكسيد الكربون تقريباً من الانبعاثات من استخدام مباشر وغير مباشر للطاقة في سلسلة الأغذية الزراعية (منظمة الأغذية والزراعة، 2011(د)). ويمكن مقارنة ذلك بحوالي ما يعادل 5,2 جيغا طن من ثاني أكسيد الكربون الذي يتأتى من الزراعة وحوالي ما يعادل 4,9 جيغا طن من ثاني أكسيد الكربون من الغابات والتغيير في استخدام الأراضي. وتستهلك نظم الأغذية حالياً ما يقدر بنسبة 30 في المائة من الطاقة المتاحة في العالم، حيث أن أكثر من 70 في المائة من هذه الحصة تُستهلك ما بعد حدود المزرعة.

ورغم أن نظم الأغذية العصرية تعتمد إلى حدّ بعيد على الوقود الأحفوري، فقد ساهمت كثيراً في تحسين الأمن الغذائي. لكن إذا كان الهدف أن تساهم هذه النظم في التخفيف من آثار تغيّر المناخ، ينبغي فصل التنمية المستقبلية عن الاعتماد على الوقود الأحفوري. ويستخدم برنامج الفاو لتوفير الغذاء بسبل ذكية تراعي الناس والمناخ نهجاً يربط بين المياه والطاقة والأغذية لمساعدة البلدان النامية على ضمان الحصول الملائم على خدمات الطاقة العصرية في جميع مراحل سلاسل الأغذية الزراعية، وتحسين كفاءة الطاقة وزيادة حصة الطاقة القابلة للتجدّد (منظمة الأغذية والزراعة، 2014).

منظور للنظام الغذائي: تقليل الفاقد والمهدر إلى الحدّ الأدنى وتعزيز النظم الغذائية المستدامة

إن خفض الفاقد والمهدر من الأغذية، وتشجيع الانتقال إلى نظم غذائية أكثر استدامة قد يؤدي أيضاً إلى انبعاثات ويساهم في الأمن الغذائي العالمي (Bajželj وآخرون 2014). وقد قدّرت الفاو أن ما يقارب ثلث الأجزاء القابلة للأكل في الأغذية المنتجة للاستهلاك البشري يُفقد كل عام (منظمة الأغذية والزراعة، 2011(ج))، ما يمثل هدراً ضخماً للأراضي، والمياه، والطاقة والمدخلات المستخدمة لإنتاج هذه الأغذية، إضافةً إلى انبعاثات غير ضرورية لملايين الأطنان من غازات الدفيئة. كما أن التقليل من الفاقد والمهدر من الأغذية، من خلال زيادة الكفاءة الإجمالية للسلاسل الغذائية، يساهم في التقليل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وفي تعزيز الحصول على الأغذية وتحسين قدرة النظم الغذائية على الصمود في وجه تغيّر المناخ.

وفي البلدان المنخفضة الدخل، تحصل الخسائر في الأغذية على امتداد سلاسل القيمة، وتفضي إلى تحديدات إدارية وفنية في مجال الحصاد، والتخزين، والنقل، والتجهيز، والتغليف والتسويق (فريق الخبراء الرفيع المستوى، 2014). وتقع الخسائر الأكبر في قطاعات الإنتاج والتجهيز على نطاق صغير ومتوسط في الزراعة ومصايد الأسماك. كذلك، غالباً ما تكون الظروف الاجتماعية والثقافية - مثل الأدوار المختلفة التي يؤديها الرجال والنساء في مراحل مختلفة من سلسلة القيمة - الأسباب الكامنة وراء الخسائر في الأغذية. بالفعل، إن الصعوبات التي تواجهها المرأة في الحصول على موارد، وخدمات، ووظائف وأنشطة مدرّة للدخل، وفي الاستفادة من كل ذلك، يؤثر على إنتاجيتها وكفاءتها في إنتاج الأغذية، الأمر الذي يفاقم الخسائر في الأغذية.

وأمّا في البلدان المتوسطة والمرتفعة الدخل، فيُعزى المهدر من الأغذية بصورة رئيسية إلى سلوكيات المستهلكين وإلى السياسات والأنظمة التي تعالج أولويات قطاعية أخرى. فعلى سبيل المثال، قد تشجّع الإعانات الزراعية على إنتاج فائض من المحاصيل الغذائية يؤدي إلى خفض الأسعار والاهتمام الذي يولى - على امتداد سلسلة القيمة ومن جانب المستهلكين - إلى الأغذية التي يتم فقدها أو هدرها. وعلاوةً على ذلك، قد تزيل سلامة الأغذية ومعايير الجودة من سلسلة الإمداد الأغذية التي ما زالت آمنة للاستهلاك البشري. وعلى مستوى المستهلك، إن التخطيط غير الملائم لعمليات الشراء وعدم التمكن من استخدام الأغذية قبل تاريخ انتهاء صلاحيتها يؤدي أيضاً إلى هدر الأغذية.

كما تؤثر الأنماط المتعلقة بالنظم الغذائية بشدة على بعض العوامل التي تؤدي إلى تغيّر المناخ. ففي البلدان حيث يزداد استهلاك الأغذية، تشمل النظم الغذائية عامةً مزيداً من المنتجات الحيوانية، وزيوت الخضار والسكر. ومن المتوقع أن يستمر هذا الاتجاه نتيجة نمو المداخيل. وقد نظر عدد من الدراسات في الانعكاسات البيئية لاستهلاك الأغذية ذات مصدر حيواني، بالتركيز عادة على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري واستخدام الأراضي (المعهد الوطني للبحوث الزراعية ومركز التعاون الدولي للبحوث الزراعية من أجل التنمية، 2009؛ Erb وآخرون، 2009؛ Tilman وClark، 2014؛ Tukker وآخرون 2011؛ Van Dooren وآخرون، 2014). ومن خلال استخدام تقييمات لدورة الحياة، خلصت عامةً إلى أن النظم الغذائية البديلة التي تستهلك قدراً أقل من الأغذية الحيوانية المصدر قد تساهم في التقليل من الانبعاثات العالمية لغازات الاحتباس الحراري، وتولّد آثاراً إيجابية على صحة الإنسان.

تتوفر إثباتات متزايدة بأن أنماط النظم الغذائية ذات آثار بيئية منخفضة هي أيضاً أكثر سلامة. وتتمتع هذه النظم الغذائية بميزات مشتركة هي تنوع الأغذية التي يتمّ تناولها، والتوازن بين متناول الطاقة وصرفها؛ وإدراج درنيات مجهزة بالحدّ الأدنى وحبوب كاملة مع البقوليات، والفاكهة والخضار، واللحوم، إذا تمّ تناولها بكميات معتدلة. كذلك، تحتوي النظم الغذائية السليمة على كميات معتدلة من منتجات الألبان، والبذور غير المملّحة والجوز، وكميات صغيرة من الأسماك والمنتجات المائية، ومتناول محدود جداً من الأغذية المجهزة التي يكون فيها مستوى الدهنيات والسكر أو الملح مرتفعاً جداً فيما تكون المغذيات الدقيقة منخفضة جداً فيها (منظمة الأغذية والزراعة وFCRN، 2016).

وتمثل الطاقة المستخدمة في النظم الغذائية الحديثة لتجهيز الأغذية وتوفيرها للمستهلكين عاملاً حاسماً آخر ينبغي النظر فيه (الإطار 20).

ففي البلدان المرتفعة الدخل، تتطلب المنتجات القابلة للتلف استخداماً ملحوظاً للطاقة، ومستويات مطابقة لها من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، في مراحل التخزين والتوزيع والاستهلاك. وقد بيّن Fischbeck وTom وHendrickson (2016) أن اتّباع الخطوط التوجيهية للنظم الغذائية في الولايات المتحدة الخاصة بالأوزان الصحية قد يزيد استخدام الطاقة بنسبة 38 في المائة، واستخدام المياه بنسبة 10 في المائة وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري بنسبة 6 في المائة. ويُعزى هذا الأمر إلى حصة أكبر في النظام الغذائي من الفاكهة والخضار التي تحتوي على طاقة كبيرة، وتؤدي إلى انبعاثات غازات دفيئة وتحمل بصمة مائية. وهذا يعكس أهمية أن تؤخذ في الاعتبار الميزات الخاصة بنظم الإنتاج في تحديد البصمات البيئية. ويشير أيضاً بأنه يمكن حصول مبادلات بين الآثار البيئية المخفّضة والنظم الغذائية الأكثر صحية.

ومع الأخذ بالاعتبار التنوّع الكبير جداً على المستوى العالمي، فإن إعادة موازنة النظم الغذائية للوصول إلى أهداف تغذوية قد يأتي بمنافع مشتركة كبيرة، من خلال التخفيف من آثار غازات الاحتباس الحراري وتحسين الكفاءة الإجمالية في النظم الغذائية (Tilman وClark 2014). ومن الضروري البحث أكثر في الاختلافات الديموغرافية والاجتماعية، بما في ذلك استهلاك الأغذية السريع التنامي في البلدان النامية، لتوفير المعلومات للاستراتيجيات التي تعزز النظم الغذائية المثلى مع نتائج صحية محسّنة، ومستويات مخفّضة من تلوّث النيترات وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري. ومن الضروري أيضاً إجراء تقييمات متعددة الأبعاد لدورة الحياة على الصعيدين الإقليمي والعالمي لتقدير آثار التكيف مع آثار تغير المناخ والتخفيف منها المتأتية عن تحوّلات غذائية مختلفة، بما في ذلك المبادلات الممكنة. ■

الاستنتاجات

تشكل الزراعة، والغابات واستخدام الأراضي الدوافع الأساسية للدورات الأرضية للكربون والنتروجين. ويمكن أن توفر الإدارة الأفضل لهذه الدورات في الزراعة والغابات وتربية الأحياء المائية منافع متعددة من حيث الأمن الغذائي، والتكيف مع آثار تغير المناخ والتخفيف منها. وينبغي أن تسعى السياسات إلى تحقيق ثلاثة أهداف مكمّلة:

- زيادة كفاءة الإنتاج الزراعي وتقليل شدة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري على مستوى المزرعة إلى الحدّ الأدنى؛
- صون وترميم التربة والمشاهد الطبيعية الغنية بالكربون، من خلال إدارة الزراعة والغابات؛
- وتوجيه النظم الغذائية نحو الفاقد والمهدر من الأغذية، ونحو نظم غذائية أكثر صحةً.

وقد يساعد تحقيق هذه الأهداف بالتزامن مع بعضها في الاستفادة من إمكانات المنافع المشتركة المتأتية عن التكيف مع آثار تغيّر المناخ والتخفيف منها. وينبغي إعادة تحديد الأولويات في السياسات الغذائية والزراعية - لتنتقل من التركيز الضيق على تقليص ثغرات الغلاّت إلى التركيز الأوسع على أهداف أخرى متساوية من حيث أهميتها: صون التربة وترميمها لتعزيز قدرة التربة على احتجاز ثاني أكسيد الكربون؛ والتحسينات في إدارة النتروجين لخفض الانبعاثات وتعزيز الإنتاجية؛ والممارسات التي تزيد في الوقت ذاته كفاءة الإنتاج على مستوى المزرعة وتقلّل شدة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري إلى الحدّ الأدنى؛ والتدابير لتقليل الفاقد والمهدر في النظم الغذائية وتعزيز النظم الغذائية المستدامة؛ واستراتيجيات التنويع التي تزيد قدرة نظم الإنتاج على الصمود في وجه تغيّر المناخ وتقلبه.

وبعد التركيز في هذا الفصل على جانب التخفيف من الآثار على صعيد الرابط بين التكيف والتخفيف في النظم الزراعية والغذائية، سوف يبحث الفصل 5 في استجابة زراعية لتغيّر المناخ، من حيث السياسات والمؤسسات.

الفصل 5

آفاق المستقبل: إعادة مواءمة السياسات وبناء القدرات المؤسسية

كيروكا، جمهورية تنزانيا المتحدة
مزارعة تبنت نظام تقوية زراعة الأرز
تتفحص حقل الأرز.
©FAO/D. Hayduk

روزومو، جمهورية تنزانيا المتحدة
أوراق جافة تغطي الأرض في مزرعة موز لمدرسة ابتدائية.
©FAO/M. Longari

الرسائل الرئيسية

1 **تحتل قطاعات الزراعة** مكانة بارزة في غالبية المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً التي قدمتها البلدان لدى الإعداد لمؤتمر الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ في باريس (الاجتماع الحادي والعشرون لمؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ).

2 **قدمت البلدان، في مساهماتها المعتزمة المحددة وطنياً، التزامات حازمة** ببذل جهود من أجل التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته على حد سواء في قطاع الزراعة.

3 **لن تجدي خطط العمل الموضوعة على سبيل المتابعة نفعاً ما لم تكن جزءاً من سياسات تحولية أوسع** نطاقاً على صعيد الزراعة والتنمية الريفية والأمن الغذائي والتغذية.

4 **ينبغي للأسرة الدولية دعم البلدان النامية** في تعزيز قدرتها على رسم وتطبيق سياسات متكاملة تتناول الزراعة وتغيّر المناخ.

آفاق المستقبل: إعادة مواءمة السياسات وبناء القدرات المؤسسية

وقد عرض الفصلان 3 و4 البدائل الاقتصادية والفنية لبناء القدرة على الصمود بوجه تغير المناخ والمساهمة في التخفيف من وطأته. وينبغي تمكين تلك البدائل ودعمها بواسطة سياسات مناسبة وأطر مؤسسية وآليات لتمويل الاستثمارات. فالعديد من تلك الأمور مهم من أجل التنمية الزراعية بصورة عامة ولكن ضرورته تزداد لدى التصدي لتغير المناخ. وينبغي تعديل أطر السياسات الراهنة كي تنطوي أيضاً على الشواغل المتعلقة بتغير المناخ. وفضلاً عن تناولها الزراعة والأمن الغذائي بمعناهما الدقيق، عليها أن تشمل إدارة المياه والأراضي وإدارة مخاطر الكوارث والحماية الاجتماعية والبحث والتطوير.

وقام العديد من البلدان بتصميم سياسات واستراتيجيات واسعة النطاق بشأن تغير المناخ تحدد الأهداف والغايات الشاملة التي تعكس الأهمية النسبية لمختلف القطاعات في نظمها الاقتصادية فضلاً عن أولوياتها الوطنية. ولكن حتى الآن قامت حفنة منها فقط بوضع خطط عمل مفصلة لتحقيق الغايات المتعلقة بالمناخ. ويقدم هذا الفصل لمحة عامة عن أعمال السياسات المقترحة من قبل البلدان في ما خص الزراعة واستخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة ضمن مساهماتها المعتزمة المحددة وطنياً في سياق اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. ومن ثم يناقش كيفية ربط هذه الالتزامات الوطنية بالسياسات والمؤسسات من أجل ضمان الاستجابة الفعالة للتحديات الناجمة عن المناخ التي تواجهها الزراعة. ■

الأهمية المحورية للزراعة الآن في "المساهمات المعتزمة"

خلال انعقاد مؤتمر باريس المعني بالمناخ (الاجتماع الحادي والعشرون لمؤتمر الأطراف) في ديسمبر/كانون الأول 2015، شكلت المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً للبلدان أساساً للمفاوضات، وساعدت على التوصل إلى اتفاق باريس بشأن تغير المناخ. ولكن فيما التزمت البلدان بأهداف محددة على صعيد التخفيف من وطأة تغير المناخ، من شأن تلك الغايات - في حال تحققت - أن تؤدي إلى مستويات من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في عام 2030 تزيد بمجملها عن المستويات اللازمة لإبقاء ارتفاع الحرارة العالمي ما دون درجتين (2) مئويتين، بنسبة 28 في المائة.

ومع أن الطموحات هي دون المستوى المطلوب، وعلى الرغم من المقاومة الظاهرة لقطع التزامات دولية ملزمة، اتخذ العديد من البلدان خطوات لتحديد الإجراءات المتخذة في مجال تغير المناخ. فبموجب اتفاق باريس، ينبغي لكل طرف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ إعداد مساهمة محددة وطنياً والحفاظ عليها، على أن تجدد كل خمس سنوات وتسجل في قيد عمومي. وفي حال سبق لأحد البلدان أن قدم مساهمة مقررة محددة وطنياً، تصبح هذه الأخيرة مساهمة محددة وطنياً، حالما يبرم البلد الاتفاق. وفي حين أن تلك المساهمات المحددة وطنياً ليست ملزمة، فالهدف منها هو إرشاد الإجراءات القطرية المتعلقة بالمناخ خلال السنوات المقبلة. وهي لا تتضمن غايات فقط بل أيضاً استراتيجيات ملموسة لمعالجة مسببات تغير المناخ والاستجابة لتأثيراته.

وفي حين أن كافة المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً التي أعدت لمؤتمر باريس كانت تهدف إلى تغطية مسألة التخفيف من وطأة تغير المناخ، فقد دعيت الأطراف أيضاً إلى النظر في إمكانية إدراج مكوّن التكيف مع المناخ أو الإبلاغ عن مساعيها على مستوى التخطيط للتكيف. وابتداء من 31 مارس/آذار 2016، قدم 188 بلداً مساهمات معتزمة محددة وطنياً إلى الاتفاقية الإطارية[9]. وهي تحتوي كلها التزامات في ما خص التخفيف من وطأة تغير المناخ كما أن حوالي 70 في المائة منها ينطوي على قسم خاص بمسألة التكيف.

9 قدم ما مجموعه 161 مساهمة معتزمة محددة وطنياً إلى الاتفاقية الإطارية، أي ما يوافق 188 بلداً (بما أن المساهمة المعتزمة المحددة وطنياً للاتحاد الأوروبي تخص 28 بلداً). أما ليبيا وجمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية ونيكاراغوا وفلسطين والجمهورية العربية السورية وتيمور- ليشتي وأوزبكستان فلم تقدم

ويبيّن تحليل أجرته منظمة الأغذية والزراعة للمساهمات المعتزمة المحددة وطنياً التي قدمت إلى الدورة الحادية والعشرين لمؤتمر الأطراف، أن قطاعات الزراعة تحتل فيها مكانة بارزة بالفعل (منظمة الأغذية والزراعة، 2016(أ)). وإن أكثر من 90 في المائة من البلدان تدرج قطاعات الزراعة في مساهماتها الخاصة بالتخفيف من وطأة تغير المناخ و/أو التكيف معه. بالإضافة إلى ذلك، تعلق البلدان - ولا سيما البلدان الأقل نمواً - أهمية كبيرة على قطاعات الزراعة من حيث التخفيف من وطأة تغير المناخ والتكيف معه على حد سواء:

- **التخفيف من وطأة تغير المناخ.** تعدّ الزراعة[10] واستخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة من بين أكثر القطاعات المذكورة في المساهمات على صعيد تخفيف وطأة تغير المناخ، الأمر الذي يحدد غايات و/أو إجراءات لجهود التخفيف من التأثيرات. وهذا يصح بوجه خاص بالنسبة إلى المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً التي قدمتها البلدان النامية. إلا أن غالبية البلدان لم تأت تحديداً على ذكر أهداف التخفيف من التأثيرات المتعلقة بالزراعة واستخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة، ولكنها ضمنتها كلها تحت غايات خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري على امتداد الاقتصاد.
- **التكيف.** أدرج أكثر من 90 في المائة من البلدان النامية في مساهماته المعتزمة المحددة وطنياً فصلاً بشأن التكيف في قطاعات الزراعة الخاصة به واعتبره مصدراً رئيسياً للقلق. وتظهر مسألة التكيف في جميع المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً التي قدمتها البلدان في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وفي شرق آسيا وجنوب شرق آسيا.

وتسلط معظم البلدان الأقل نمواً كذلك الضوء على الأحداث المناخية القصوى في تحدياتها الرئيسية للتكيف ويأتي أكثر من 80 في المائة منها على ذكر الجفاف والفيضانات في عداد التهديدات المباشرة.

ويسلط الكثير من المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً الاهتمام على أوجه التآزر بين الإجراءات الرامية إلى التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته في قطاعات الزراعة بقدر المنافع المشتركة المتوقعة من حيث النتائج الاجتماعية والاقتصادية المحسنة والحماية البيئية. وقد ذكر حوالي ثلث البلدان تلك المنافع المشتركة. ويشير واحد وثلاثون بلدا بشكل صريح إلى الزراعة الذكية مناخيا. ويشار تحديداً إلى المنافع المشتركة من حيث التنمية الريفية والصحة المحسنة وخفض الفقر وخلق فرص عمل من ناحية، وإلى صون النظم الإيكولوجية والتنوع البيولوجي من ناحية أخرى. وبالمثل فإن أهمية تخفيض عدم المساواة بين الجنسين وتشجيع تمكين المرأة من أجل تحسين الإنتاج الزراعي، بموازاة خفض قابلية التأثر بتأثيرات تغير المناخ، هي من الأمور التي يركز عليها العديد من المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً.

ولم يجر إعداد المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً بنفس الشكل. وبالتالي فهي غير متجانسة من حيث طولها وتغطيتها ومستوى تفاصيلها. وبسبب عدم التجانس هذا، يجب توخي الحذر لدى مقارنة أولويات البلدان وإجراءاتها خارج الأنماط العريضة. بيد أن المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً تشير بوضوح إلى الأهمية التي تعلقها غالبية البلدان على قطاعات الزراعة، على مستوى كل من التكيف والتخفيف. ولكن في الوقت نفسه، من الواضح أن ثمة حاجة إلى أدوات أفضل بكثير من أجل تصميم الإجراءات المناخية بحسب الخصائص والظروف المحددة للقطاعات الزراعية (انظر الإطار 21).

وتبرز المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً أيضا غنى إجراءات التكيف والتخفيف في قطاعات الزراعة، بالمنافع المشتركة الممكنة على وجه التحديد. »

بعد أية مساهمات معتزمة محددة وطنياً. وفي 19 أبريل/نيسان 2016، قدمت بنما مساهمتها المحددة وطنياً التي لم يتناولها هذا التحليل.

10 في سياق التخفيف من الأثر، يتضمن "قطاع الزراعة" بحسب مصطلحات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، الانبعاثات الناجمة عن التخمر المعوي وإدارة الروث الحيواني وزراعة الأرز والحرق الموصوف للسافانا وللمراعي، والانبعاثات المتصاعدة من التربة (أي الانبعاثات الزراعية). أما الانبعاثات المتصلة بالغابات وبغيرها من استخدامات الأراضي فمدرجة تحت استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة.

قطاعات الزراعة واتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ

غالبا ما يساء فهم الطريقة التي تؤخذ بها قطاعات الزراعة بعين الاعتبار في مناقشات اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، مع بيانات متكررة تفيد بأن الزراعة لم تدرج في المفاوضات أو حتى استبعدت منها. وتغطي اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ جميع المصادر البشرية المنشأ لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري وكذلك جميع الآثار الناجمة عن تغير المناخ. ولذلك، فإن المسألة لا تتعلق بما إذا كانت قطاعات الزراعة مدرجة في نطاق الاتفاقية، وإنما بكيفية أخذ خصوصياتها بعين الاعتبار.

وهناك عدة نقاط تُمكّن النظر بشكل محدد في القضايا المتعلقة بالزراعة والأمن الغذائي. تتمثل النقطة الأولى في اعتراف الاتفاقية الإطارية بأهمية إنتاج الأغذية - فالمادة 2 من الاتفاقية، التي تشير إلى أهدافها، تنص على أنه ينبغي تحقيق هذا الهدف من العمل في الوقت ذاته على ضمان "عدم تهديد إنتاج الأغذية". كما أن اتفاق باريس الذي اعتمد في الدورة الحادية والعشرين لمؤتمر الأطراف يعترف "بالأولوية الأساسية لحماية الأمن الغذائي والقضاء على الجوع، وبنقاط الضعف المحددة لنظم إنتاج الأغذية إزاء التأثيرات السلبية لتغير المناخ".

وتكمن النقطة الثانية في الإقرار، الذي أعاد اتفاق باريس التأكيد عليه، بأهمية دور استخدام الأراضي وتغيّر استخدام الأراضي والحراجة لدى التصدي لتغير المناخ. وقد أدى ذلك إلى تحفيز مسارات عمل متنوعة، في سياق الاتفاقية الإطارية، بشأن كيفية مراعاة خصوصيات المصادر والبالوعات في لوائح المحاسبة والآليات المالية. ومن بين القضايا الرئيسية التي تم تناولها، التمييز ما بين الأسباب الطبيعية والبشرية المنشأ للمصادر والبالوعات وكيفية التعاطي مع عدم ديمومة خفض الانبعاثات من خلال البالوعات. كما أفضى ذلك إلى مبادرة أُطلقت في عام 2008 لخفض إزالة الغابات وتدهورها عبر تقديم مدفوعات مالية إلى البلدان النامية. وتحتل الغابات مكانة بارزة في اتفاق باريس. فالمادة 5 تعترف بالدور المحوري الذي تقوم بالغابات في تحقيق درجتين مئويتين (2) من خلال خيارات التخفيف من التأثيرات التي تغطيها مبادرة خفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتدهورها في البلدان النامية. ويعترف الاتفاق أيضاً بإمكانات الغابات في ما يتعلق بالنهج المشتركة الخاصة بالتخفيف من التأثيرات والتكيف معها، ودورها المهم في توليد منافع غير كربونية.

وأما النقطة الثالثة فتتمثل في أنه تم، منذ مؤتمر بالي (المؤتمر الثالث عشر للأطراف) المنعقد في عام 2007، وضع مسار عمل محدد عن الزراعة، يقصد به، في هذا السياق، إنتاج المحاصيل والثروة الحيوانية. وقد تم النهوض به من خلال تنظيم أربع حلقات عمل موضوعية في الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية التابعة للاتفاقية الإطارية، بشأن نظم الإنذار المبكر والتعرض للتأثرات والتكيف والإنتاجية. وستناقش النتائج في المؤتمر الثاني والعشرين للأطراف الذي سيعقد في مراكش.

وأخيراً، فإن الحاجة إلى آليات وأدوات تقر بخصوصيات قطاعات الزراعة وتتكيف معها تبرز باعتبارها موضوعا شاملا، في مسارات العمل المذكورة أعلاه وفي جميع الأنشطة المضطلع بها تحت إطار الاتفاقية على السواء. وإن الانبعاثات وخفضها، بما في ذلك المصادر والبالوعات، أصعب تقييماً ورصداً في القطاع الزراعي منها في معظم القطاعات الأخرى. أما عدد الجهات الفاعلة في قطاعات الزراعة وصغر حجمها فيعتبران أيضاً مصدرا رئيسيا للصعوبات وتكاليف المعاملات لتنفيذ ورصد الآليات المصممة، عموما لقطاعي الطاقة والصناعة.

وإضافة إلى ذلك، فإن معالجة الاتفاقية الإطارية بصورة منفصلة مسألة التخفيف من التأثيرات والتكيف معها يعيق إجراء تقييم سليم لأوجه التآزر، وكذلك المبادلات، بين إجراءات التخفيف من التأثيرات والتكيّف معها، التي هي ذات أهمية خاصة في قطاعات الزراعة. وكما هو مشدد عليه في المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً، تكتسي الإجراءات في قطاعات الزراعة أهمية كبيرة جدا من حيث المنافع المشتركة المحتملة أو المبادلات مع القضايا البيئية والاقتصادية والاجتماعية. وهذه القضايا مهمة بالنسبة إلى قطاعات الزراعة، ولكنها لا تؤخذ بعين الاعتبار في معظم مناقشات الاتفاقية الإطارية والآليات التابعة لها.

« ومع انتقال البلدان من مستوى النوايا إلى مستوى التنفيذ، أعرب العديد منها عن قلقه من عدم كفاية الموارد المالية الحالية وقدراته المؤسسية الخاصة. وقد أعربت بلدان أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى عن هذا النوع من الشواغل معظم الأحيان، كما أن مساهماتها المعتزمة المحددة وطنياً هي الأكثر تفصيلاً وشمولاً في ما خص الزراعة. ■

من النوايا إلى الأفعال: الزراعة في استراتيجيات تغير المناخ

بما أن المساهمات المحددة وطنياً هي عامة التزامات غير ملزمة وليست خطط عمل، ينبغي ترجمة الالتزامات المقطوعة إلى أفعال على المستوى الوطني. ويتعلق هذا مباشرة بصنع السياسات الخاصة بالزراعة وبالأمن الغذائي. ولكن ذلك ينطوي أيضاً على إدراج اعتبارات تغير المناخ في جملة من السياسات ومجالات العمل الأخرى ذات الصلة الوثيقة بالزراعة وبالأمن الغذائي، مثل إدارة الأراضي والمياه وأيضاً إدارة مخاطر الكوارث والحماية الاجتماعية. ويقضي التحدي بإدراج قطاعات الزراعة في الاستراتيجيات الوطنية لتغير المناخ، التي ترتبط بدورها بآليات اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (انظر الشكل 16).

تم تصميم سلسلة من الصكوك بموجب الاتفاقية الإطارية من أجل ربط الالتزامات الدولية في مجال تغير المناخ بالإجراءات الملموسة لتخفيف التأثيرات والتكيف على المستوى القطري:

- إن **برامج العمل الوطنية الخاصة بالتكيف** قد أنشئت أساساً من قبل الاتفاقية الإطارية بصفتها صكاً مخصصاً متواءماً بقيادة قطرية يخص البلدان الأقل نمواً. وقد حددت البرامج أنشطة ذات أولوية تستجيب لـ"الاحتياجات الملحة والفورية" - التي من شأن حدوث مزيد في التأخير فيها أن تزيد من الضعف أو أن تؤدي إلى ارتفاع التكاليف في مرحلة لاحقة - بالنسبة إلى التكيف مع تغير المناخ. وحتى اليوم، قدم 50 بلداً برامج عمل وطنية خاصة بالتكيف إلى أمانة الاتفاقية الإطارية (الاتفاقية الإطارية، 2016(أ)). وتحتل قضايا الزراعة وإدارة الموارد الطبيعية مكانة خاصة بارزة فيها. وتتصل الغالبية العظمى من المشاريع ذات الأولوية بقطاعات الزراعة والأمن الغذائي (Meybeck وآخرون، 2012) وينبغي لها أن تخص واحدة من الفئات الخمس الرئيسية: أي المسائل المشتركة بين القطاعات (بما في ذلك نظم الإنذار المبكر، وإدارة الكوارث، والتعليم وبناء القدرات) وإدارة النظم الإيكولوجية وإدارة المياه وإنتاج النبات والثروة الحيوانية والتنويع والدخل. وجميع تلك البرامج مؤهلة للحصول على تمويل بموجب الحساب الخاص بالبلدان الأقل نمواً الخاضع لإدارة مرفق البيئة العالمية لتنفيذها.
- تركز **خطط التكيُّف الوطنية** على تناول احتياجات التكيف المتوسطة والطويلة الأجل وتوفر فرصة هامة لإدراج شواغل واحتياجات قطاعات الزراعة والجهات الفاعلة في استراتيجيات وسياسات وطنية واسعة النطاق. وقد أتمّت ثلاثة بلدان - هي البرازيل وبوركينا فاسو والكاميرون - خطة وطنية للتكيف وهي تولي جميعاً أهمية لمسألة التكيف في الزراعة.
- **إجراءات التخفيف من التأثيرات الملائمة وطنياً**، بحسب ما تعرّفها الاتفاقية الإطارية، تعدها الحكومات الوطنية في سياق التنمية المستدامة وهي تلحظ الإجراءات المناسبة وطنياً التي من شأنها خفض الانبعاثات في البلدان النامية (الاتفاقية الإطارية، 2016(ب)). وهي تتضمن عادة إجراءات أكثر تفصيلاً من المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً وقد تكون قائمة على مشروع أو برامج أو تكون شاملة للقطاع كله أو تركز على مستوى السياسات (Wilkes، Tennigkeit وSolymosi، 2013). وينبغي للسياسات القطاعية أن تُحدد أو تُنقح وأن تكون متسقة مع السياسات والأولويات المناخية. وينبغي بناء سيناريوهات أساسية كما يجب تقييم إمكانات مختلف البدائل لجهة التخفيف من التأثيرات. ويجب تحديد العوائق التي تحول دون تنفيذ تلك البدائل. ويتوجب اتخاذ التدابير المؤسسية للتنسيق والتمويل وكذلك للقياس والإبلاغ والتدقيق. وتوجد ما نسبته 13 في المائة من إجراءات التخفيف من التأثيرات الملائمة وطنياً المذكورة في سجل الاتفاقية الخاص بإجراءات التخفيف من التأثيرات الملائمة وطنياً، في قطاع الزراعة والحراجة وغيرهما من أشكال استخدام الأراضي (الاتفاقية الإطارية، 2015). ■

النهج المتكاملة التي توائم بين أهداف المناخ والتنمية

تركز برامج العمل الوطنية الخاصة بالتكيف وخطط التكيُّف الوطنية وإجراءات التخفيف من التأثيرات الملائمة وطنياً على الإجراءات التي تتناول تغير المناخ، إما من خلال التكيف معه وإما عبر التخفيف من تأثيراته. ولكن بحسب ما جاء في الفصلين 3 و4، لكي تكون تلك الإجراءات فعالة ولكي تضمن تحقيق المنافع المشتركة، عليها أن تكون جزءاً لا يتجزأ من السياسات الأوسع نطاقاً للزراعة والأغذية والتغذية.

وبوسع إعادة الغابات والتربة المتدهورة إلى هيئتها الأصلية والممارسات الزراعية الذكية مناخياً والزراعة الإيكولوجية والإدارة الأفضل للموارد المائية المساهمة جميعها في التحسينات المطلوبة في الإنتاجية للاستجابة للطلب المتزايد على الغذاء، وتحسين قدرة نظم الزراعة على الصمود وخفض شدة الانبعاثات الناجمة عن المحاصيل والثروة الحيوانية ومصايد الأسماك والحراجة فيما تزيد من احتباس الكربون في التربة والغابات. ولكن، وكما يشير إليه الفصلان 3 و4، فإن الانتقال نحو ممارسات مستدامة في قطاعات الزراعة قد لا يكون كافياً لوضع نظم الأغذية على مسار مستدام ولاستئصال الجوع. وتحقيقا لهذه الغاية، ينبغي بذل المزيد من الجهود لتحسين قدرة مَن يعانون انعدام الأمن الغذائي وسبل معيشتهم على الصمود، وعبر جميع القطاعات الاقتصادية، لضمان خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من أجل الحؤول دون ارتفاع حرارة الأرض بأكثر من درجتين مئويتين. وينبغي لسياسات التنمية الزراعية والريفية التي تساعد في تنويع الدخل وفرص العمل للفقراء ومَن يعانون انعدام الأمن الغذائي، أن تُستكمل بواسطة سياسات تتناول بصمة الكربون لنظم الأغذية كافة - على سبيل المثال من خلال إجراءات توفق ما بين التفضيلات الغذائية والأهداف البيئية.

ومن وجهة نظر الزراعة، على هذا النهج المتكامل أن ينطلق من إدراك للعوامل المحركة للإنتاج الزراعي وخيارات إدارة الموارد الطبيعية وتأثيراتها على سبل معيشة المزارعين والتبعات على البيئة. وتحقيق ذلك مسألة معقدة، وقد لا تكون الحلول الرابحة للجميع ممكنة على الدوام. وتحرّك السياسات وقوى السوق والقيود البيئية استخدام المدخلات والموارد الأخرى في الزراعة، ومستويات الإنتاجية، ودرجة صون الموارد الطبيعية أو استنزافها. وقد تتفاوت تلك المحركات تفاوتاً كبيراً بين بلد وآخر. ويواجه مزارعو الكفاف في أفريقيا وأصحاب الحيازات الصغيرة في آسيا قيوداً مختلفة ولا يتمتعون بالقدرة على الاستجابة لإشارات السياسات والأسواق مثل تلك التي تتمتع بها الشركات الزراعية العالمية. وكما يبيّنه هذا التقرير، فإن التأثيرات المناخية تتفاوت بنسبة كبيرة بحسب الأقاليم وسوف ينبغي التعاطي معها بناء على الظروف المحلية. وعلى الرغم من هذه الاختلافات، هناك عدد من المجالات المشتركة التي يمكن فيها تناول المقايضات بين المناخ وأهداف الأمن الغذائي والتي ينبغي للمجالات المختلفة للسياسات أن تجتمع ضمنها.

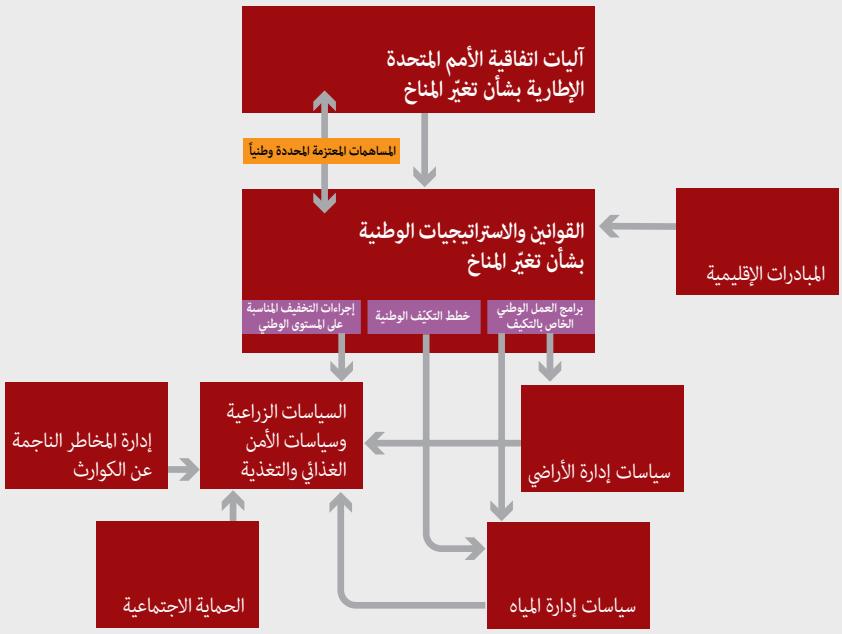
إزالة الإعانات وإجراءات الدعم المضرة بالبيئة

أنفقت بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي مبلغ 211 مليار دولار أمريكي على دعم الإنتاج الزراعي في عام 2015. أما في البلدان غير الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي التي تتوفر عنها بيانات، فقد بلغ هذا الدعم 352 مليار دولار أمريكي في السنة نفسها[11]. وتدعم الحكومات المزارعين والأعمال التجارية الزراعية من أجل توفير زخم مباشر للإنتاج الزراعي والتأثير على تكاليف المدخلات، واستكمال مداخيل المزارعين وتحقيق غايات اجتماعية واقتصادية وبيئية أخرى مثل الحفاظ على المناظر الطبيعية وصون المياه والحد من الفقر والتخفيف من وطأة تغير المناخ والتكيف معه. وتنطوي نسبة كبيرة من الدعم الحالي للإنتاج في البلدان النامية والمتقدمة على حد سواء على إعطاء إعانات للمدخلات مثل الأسمدة والطاقة ولا سيما الوقود الأحفوري، أو على المدفوعات المباشرة للمزارعين. «

11 إن تقديرات دعم الإنتاج الزراعي مأخوذة من قاعدة بيانات تقدير دعم المنتج والمستهلك التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (2016). وتنطوي قاعدة البيانات على تقديرات تخص تسعة بلدان غير أعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي: البرازيل والصين وكولومبيا وإندونيسيا وكازاخستان والاتحاد الروسي وجنوب أفريقيا وأوكرانيا وفييت نام.

الشكل 16

من الالتزامات والآليات الدولية إلى السياسات والمؤسسات الوطنية



المصدر: منظمة الأغذية والزراعة.

الإطار 22

الحاجة إلى اتساق السياسات بين قطاعي الزراعة والطاقة

إن خفض الضرائب على الوقود المستخدم في الإنتاج الزراعي ودعم إنتاج الوقود الأحيائي هما من أبرز الأمثلة على ضرورة تحسين الاتساق بين سياسات الزراعة والطاقة وتغير المناخ.

ويُبرَر تأييد **خفض الضرائب على الوقود** المستخدم في قطاعات الزراعة بأهمية وقود النقل باعتباره من مدخلات الإنتاج وكونه يستخدم في معظم الأحيان في الأراضي الوعرة. ولكن حين يتعلق الأمر بانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، يساهم حرق الديزل بالوقت نفسه في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، بغض النظر عن مكان حدوثه. لذا فإن السياسات الزراعية التي تتيح الإعفاء الضريبي الكامل لا تتسق مع التخفيف من وطأة تغير المناخ.

أما **الوقود الأحيائي** فمن مجالات الطاقة الأخرى التي تواجه مشكلة من حيث اتساق السياسات. فتنمية الوقود الأحيائي تتشكل بفعل عدد من مجالات السياسات - كالزراعة والطاقة والنقل والبيئة والتجارة - وكثيراً ما يغيب التنسيق الواضح واتساق السياسات (منظمة الأغذية والزراعة، 2008). وفقط في حال تم تناول دور الوقود الأحيائي بالنسبة إلى مجالات السياسات تلك، قد يمكن ضمان عدم تضارب الأهداف في ما بينها.

وإن إنتاج المادة الأولية للوقود الأحيائي ينافس الزراعة التقليدية على الأراضي والموارد الإنتاجية الأخرى، الأمر الذي قد يؤثر على الأمن الغذائي والتغذية من خلال أسعار أغذية أعلى وأكثر تقلبا. وبما أن الاستمرارية الاقتصادية لإنتاج الوقود الأحيائي تعتمد على أسعار النفط، فإن التقلب في أسواق الطاقة ينتقل إلى الأسواق الزراعية وإلى أسعار الأغذية (انظر Enciso وآخرون، 2015).

وتطبق إجراءات السياسات المتعلقة بالوقود الأحيائي عادةً من خلال التخفيضات الضريبية والأهداف الكمية (الخلط أو الاستعانة بالولايات) والقيود على التجارة (Sorda وBanse وKemfert، 2010). ولذلك آثار مختلفة على تقلب الأسواق الزراعية. وتوفر التخفيضات الضريبية رابطاً أقوى بأسواق الطاقة، من خلال الأسعار النسبية، أكثر من تقديمها أهدافاً كمية، وبالتالي، تكون هذه الأخيرة أكثر قابلية للتوقع من حيث الطلب على الوقود الأحيائي.

وتقوم سياسات الوقود الأحيائي بربط أسواق السلع الزراعية والطاقة ويجب النظر فيها ضمن السياق الأوسع للسياسات الخاصة بتغير المناخ. وفي حال وضع سياسات لدعم الوقود الأحيائي، تصبح الولايات مفضلة على التخفيضات الضريبية، من وجهة نظر الأمن الغذائي، لأنها أقل تعرضاً لتقلبات الأسواق. ولكنّ الكثير من الأمور يعتمد على نطاق الولاية وحجم التخفيض الضريبي. ويجب إيلاء اهتمام خاص لإدارة التفاعلات بين التخفيضات الضريبية والولايات، الأمر الذي يزيد من تعقيد اتساق السياسات (Just وDe Gorter، 2009).

» وفي البلدان الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، تشهد إجراءات الدعم تراجعاً منذ الثمانينات من القرن الماضي بالقيمة الحقيقية والنسبية على حد سواء. ونسبة إلى قيمة الإنتاج عند باب المزرعة، تدنى الدعم بصورة ملحوظة من 46 في المائة سنة 1986 إلى 20 في المائة سنة 2014. وبالمقابل، في معظم البلدان غير الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي التي تتوفر بيانات بشأنها، فإن دعم الإنتاج الزراعي على ازدياد.

وقد تكون لإجراءات الدعم تداعيات غير مقصودة على البيئة في حال لم تتسق مع جهود التصدي لتغير المناخ وللشواغل البيئية. فعلى سبيل المثال قد يؤدي دعم المدخلات إلى استخدام غير كفؤ للأسمدة الاصطناعية ومبيدات الآفات وقد يزيد من كثافة الانبعاثات الناجمة عن الانتاج. وقد كان قرابة نصف الإعانات الزراعية المقدمة من حكومات البلدان الأعضاء لديها في الفترة 2010-2012 " أكثر ضرراً على البيئة" لحفزها طلباً أكبر على الأسمدة الكيميائية والوقود الأحفوري ولأنها تؤدي إلى مزيد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، 2015). وقد تراجعت حصة الإعانات المضرة بالبيئة من 75 في المائة عام 1995 في حين أن حصة الإعانات والمدفوعات المرهونة بالامتثال للأنظمة البيئية قد تزايدت. ومع أن هذا التوجه واعد، لا تزال البلدان الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي متأخرة عن التوفيق بين كافة سياسات التسعير الزراعية والحوافز لاعتماد ممارسات إنتاج مستدامة بيئياً.

وفي البلدان النامية، تسير الاتجاهات نحو زيادة الاستعانة بدعم أسعار المنتجين والإعانات للمدخلات. وكثيراً ما يرتكز منح الإعانات للمدخلات على الاعتبار بأن خفض تكاليف المدخلات سيؤدي إلى زيادة الغلات وتحسين الأمن الغذائي وبحسب ما ناقشه الفصل 3، في بعض السياقات لا سيما في مناطق من أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، يمكن للحوافز لزيادة استخدام سماد النتروجين أن يرتب منافع مشتركة تتمثل في تعزيز الإنتاجية وتحسين قدرة صغار المنتجين على الصمود. إلا أن التأثيرات الحميدة لا تنطبق على السياقات كافة كما هي الحال في شرق آسيا حيث لا يؤدي الاستخدام المفرط للسماد إلى أية منافع إنتاجية وإنما ينتج ضرراً بيئياً شديداً (Fixen وآخرون، 2015). وبالتالي فإن توخي الدقة في التقييم وتصميم السياسات أمر مطلوب لتفادي توليد حوافز تتضارب مع الأهداف البيئية.

أما أحد سبل التوفيق ما بين التنمية الزراعية والأهداف المناخية فيتمثل في جعل إجراءات الدعم الزراعي مشروطة باعتماد ممارسات زراعية تخفض الانبعاثات وتصون الموارد الطبيعية. وبما أن مستويات الدعم هامة، فهناك مجال لتعديل اتساقها وتغيير وجهة الحوافز. لكن شيئاً مما ذكر لن يكون كافياً من دون جهود متضافرة لتنسيق السياسات المتعلقة بتغير المناخ والزراعة مع السياسات في المجالات الأخرى لا سيما قطاع الطاقة (انظر الإطار 22)

إدارة الموارد الطبيعية

من المجالات الرئيسية الأخرى للتآزر بين السياسات، الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية. فالتحسين الأمثل للاستخدام المستدام للأراضي والمياه يتطلب حوكمة وآليات مناسبة لإدارة أوجه التآزر والمقايضات ما بين مختلف الأهداف والمصالح والجداول الزمنية. ومن أجل تحقيق الغايات المتعددة على صعيد الزراعة والطاقة والحراجة (مبادرة خفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتدهورها في البلدان النامية) هناك حاجة إلى تخطيط واسع النطاق لاستخدام الأراضي من أجل تحديد المجالات ذات الأولوية للمبادرة، والإنتاج الزراعي والغابات للاستخدامات الأخرى، مثل إنتاج الطاقة من الكتلة الأحيائية.

وتُعتبر المحاصيل والثروة الحيوانية أهم قطاعين مسؤولين عن إزالة الغابات وتدهورها. كما أن قطاع الطاقة يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالغابات في معظم البلدان النامية، وذلك من خلال الاعتماد الواسع النطاق على الوقود الخشبي، لا سيما في أفريقيا وآسيا وتوسع إنتاج المواد الأولية للوقود الأحيائي إلى الأراضي الحرجية، بشكل رئيسي في آسيا وأمريكا اللاتينية. أما نجاح إجراءات التخفيف من وطأة تغير المناخ والتكيف معه فسيكون بالتالي معتمداً بقوة على مواءمة الأهداف عبر قطاعات الزراعة والطاقة. ومن أجل ضمان المسؤولية الوطنية والاستدامة السياسية، ينبغي للمبادرة أيضاً المساهمة في تحقيق أهداف القطاعات الاقتصادية الرئيسية الأخرى.

دعم العمل الجماعي وتيسيره

يؤدي تغير المناخ إلى مطالبات جديدة ومتزايدة بعمل جماعي وبالتالي التنسيق بين أصحاب المصلحة. و ينبغي تلبية تلك الطلبات من خلال

السياسات والمؤسسات التي تيسر وتدعم التصميم المنسق للأعمال وتنفيذها، إما في مجال معين - مثل مستجمعات المياه أو الغابات - وإما في قطاع معين - مثل سلسلة الأغذية بأكملها. ويتسم تعزيز الشمولية والشفافية في صنع القرارات وتوفير الحوافز للإجراءات الرامية إلى تحقيق منافع جماعية وعامة على المدى البعيد نتيجة التكيّف، بأهمية خاصة بالنسبة إلى إدارة الموارد الطبيعية (Meybeck وPlace، 2013).

ومن أجل دعم إعادة المناظر الطبيعية إلى هيئتها الأصلية مثلاً، يعتبر التنسيق ما بين القطاعات أساسياً. وتعمل الوكالات في أحيان كثيرة الواحدة منها بمعزل عن الأخرى نسبياً وحتى في سبيل تحقيق أهداف متناقضة. ويعود ذلك بجزء منه على الأقل إلى طريقة هيكلة المؤسسات وقدرة المؤسسات المحدودة على التعاون بشكل وثيق لتخطيط استخدام الأراضي وإدارتها. وثمة حاجة - ونطاق فعلي - إلى مؤسسات تتعاطى شؤون النظام الإيكولوجي واستخدام الأراضي لإدراج إدارة الموارد الطبيعية ولا سيما الغابات والأشجار والتربة والمياه، من خلال استخدام محسّن ومتعدد القطاعات للأراضي (Braatz، 2012).

ومن أجل دعم الحوكمة المحسنة لنظم حيازة الأراضي والمياه في سياق تغير المناخ، يعتبر الحوار بين أصحاب المصلحة المتعددين، الذي يراعي مصالح النساء والفقراء والمجموعات المهمشة، خياراً واعداً. وعلى سبيل المثال، أثبتت التجربة على مر العقود الماضية أنّه من الممكن إدارة الغابات إدارة جيدة ووقف تدهورها عن طريق إشراك المجتمعات المحلية، بدعم من التدابير المؤسسية الشرعية اللامركزية الموضوعة من خلال الإجراءات التشاورية (منظمة الأغذية والزراعة، 2013). وهناك أمثلة عدة عن مجموعات مزارعي الغابات (منظمة الأغذية والزراعة وشبكة AgriCord، 2012) ومجموعات الحراجة المحلية (مثل مجموعات مستخدمي الغابات المحليين في نيبال). والأمر نفسه يصح لمجموعات ومنظمات الصيادين المحلية.

وتعد الشبكات الاجتماعية من المكونات الهامة كذلك في الحوكمة المحلية ويمكنها المساعدة على توفير الاستجابات الفعالة لتغير المناخ. والأشكال التقليدية للعمالة المتبادلة - مثلاً في أعمال صون التربة والمياه ونظم الزراعة المتغيرة - قد تم التخلي عنها جزئياً أو بالكامل في العديد من المناطق بسبب التغيرات الاقتصادية والاجتماعية (منظمة الأغذية والزراعة، 2013). غير أن دعم هذه الأشكال من التعاون من أجل أعمال الترميم أو تنشيطها، حين تدعو الحاجة إليها، قد يعود بالنفع. ويمكن لتشجيع الشبكات الاجتماعية غير الرسمية لتشاطر المعلومات والتجارب حول البدائل في مجال التكيف أن يساعد هو أيضاً على بناء القدرة الاجتماعية على الصمود بوجه تغير المناخ. وبوسع تلك الشبكات أن تؤدي دوراً رئيسياً في إنشاء نظم للرقابة والرصد والإنذار المبكر.

إدارة المخاطر

يأتي تغير المناخ بمخاطر جديدة كما يقوم بتغيير المخاطر الراهنة (منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، 2012). وقد سلطت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ الضوء على تحسين إدارة المخاطر الراهنة بصفتها من إجراءات التكيف الرئيسية. ويتطلب ذلك وجود مؤسسات وسياسات ملائمة ترتبط في الغالب بقطاع معين و/أو بمخاطرة معينة. ويمكن لمحطات الأرصاد الجوية، وأدوات توقع المناخ والطقس، ونماذج الاستجابة الخاصة بالغلات، وأدوات الرصد البيئية، وعمليات تقييم أوجه الضعف أن تساعد على تحديد كيفية تغير الظروف المناخية المحلية في المستقبل وتقييم تأثيرها على الإنتاج. وهي ضرورية لنظم الإنذار المبكر الموثوقة ولتقييم البدائل الخاصة بالتكيّف.

وتتطلب استراتيجيات إدارة المخاطر الشاملة فهماً واضحاً لمتانة أدوات إدارة المخاطر المختلفة في سياق قلة اليقين المناخي (Antón وآخرون، 2013). وهي تتطلب أيضاً تنسيق الإجراءات في القطاعين العام والخاص والمجتمع المدني من المستوى العالمي إلى المستوى المحلي (البنك الدولي، 2013). وبوسع الحكومات الوطنية أن تؤمن آليات للإدارة الاستباقية والمتكاملة للمخاطر - من قبيل مجلس وطني ينسق استراتيجيات إدارة المخاطر مع المؤسسات من أجل رصد المخاطر والوقاية منها ومراقبتها والاستجابة لها على المستويين المحلي والعالمي - وتوفير حوافز لمشاركة القطاع الخاص في تذليل المخاطر. وعلى نحو ما هو مبيّن في الفصل 3، فإن برامج الحماية الاجتماعية التي تضمن الحد الأدنى من الدخل أو الحصول على الأغذية، تؤدي دوراً هاماً، لكن لا بد لها أن ترتبط تحديداً بالأشكال الأخرى لإدارة مخاطر المناخ والكوارث (انظر الإطار 23).

والسياسات ضرورية أيضاً لخفض المخاطر المالية، وتقليص تكاليف المعاملات، وتيسير المعاملات المالية، وتمكين الوصول إلى الخدمات المالية وتيسير الاستثمارات الطويلة الأجل، من خلال الإيداع الآمن للمدخرات والقروض المتدنية الكلفة والتأمين. وينبغي تناول ودعم الاحتياجات المالية لأصحاب الحيازات الصغيرة والمزارعين الأسريين من رأس المال العامل - مثلاً شراء الأسمدة والبذور - ومن الاستثمارات المتوسطة والطويلة الأجل.

وأخيراً وليس آخراً على السياسات والمؤسسات أن تدعم بصورة ناشطة تنويع استراتيجيات سبل المعيشة. فتنويع سبل المعيشة هو من أكثر استراتيجيات إدارة المخاطر فعالية بالنسبة إلى أصحاب الحيازات الصغيرة والمزارعين الأسريين الذين يواجهون تغير المناخ. وبحسب السياق المحدد، قد يتضمن ذلك تنويع استخدامات الأراضي فضلاً عن تنويع المدخول أو العمالة. وبالتالي فعلى سياسات التنمية الزراعية والريفية أن تدرج التنويع كمكون رئيسي وعلى المؤسسات المحلية أن تيسره عبر توفير حوافز من خلال تحسين فرص الحصول على القروض والتأمين والمعلومات والتدريب.

بناء المؤسسات والسياسات لدعم الانتقال إلى نظم أكثر قدرة على الصمود مع خفض مستوى انبعاثات غازات الاحتباس الحراري

نظراً إلى تركيز البلدان في مساهماتها المعتزمة المحددة وطنياً على كل من التخفيف من التأثيرات والتكيف، ينبغي لدعم منتجي الأغذية في جهودهم للتكيف مع تغير المناخ مع الحد من انبعاثات الاحتباس الحراري، أن يكون في عداد الأولويات. ومن أجل اعتماد سبل معيشة جديدة وأكثر قدرة على الصمود، يحتاج المزارعون والرعاة وصيادو الأسماك والقيّمون على الغابات إلى بيئة مؤسسية تدعم ذاك التغيير. ولكن هذا النوع من السياسات المشجّعة والبيئات المؤسسية غالباً ما يكون مفقوداً في الوقت الراهن لا سيما بالنسبة إلى صغار المنتجين.

كما أن الترتيبات المؤسسية التي تدعم زيادة إيرادات الإنتاج الزراعي واستقرارها، ضرورية. وتؤدي أسواق المدخلات والمخرجات الزراعية دوراً مركزياً على هذا الصعيد ولكن المؤسسات الأخرى مثل برامج التسليف الريفي والتأمين، والإرشاد الزراعي، وترتيبات حيازة الأراضي والمياه، وبرامج دعم المدخلات، قد برهنت عن قدرتها على تأدية أدوار مهمة في دعم - أو عرقلة - أصحاب الحيازات الصغيرة في انتقالهم إلى نظم أكثر قدرة على الصمود (انظر الفصل 3؛ وكذلك McCarthy وBest وBetts، 2010؛ Asfaw وLipper وColomaldi، 2015(أ)؛ Asfaw وآخرون، 2015؛ Asfaw وLipper وDiBattista، 2014؛ Arslan وآخرون، 2014؛ Arslan وBelottii وLipper، 2015).

ولكي يتمكّن منتجو الأغذية من الوصول إلى المدخلات والدراية المطلوبة للتكيف مع تغير المناخ، ولكي يتمكنوا من بيع منتجات أنشطة التنويع التي يقومون بها، سيكون العنصر الأهمّ، في سياق تغير المناخ، إقامة روابط متينة بين أصحاب الحيازات الصغيرة والأسواق المحلية والوطنية والإقليمية. ويتطلب كذلك تطوير روابط السوق الاستثمار في مؤسسات تجهيز الأغذية الصغيرة والمتوسطة الحجم وفي صغار التجار على مستوى تجارة التجزئة والجملة. وقد تدعو الحاجة إلى تدخلات حكومية من أجل خفض تكاليف المعاملات في بلوغ الأسواق ووضع صكوك تنظيمية تردم الثغرات على مستوى النفوذ الاقتصادي والسياسي التي تفرق بين أصحاب الحيازات الصغيرة ومنظماتهم والمنظمات المتعاقدة الأخرى. ■

توطيد التعاون الإقليمي والدولي

القضايا العابرة للحدود

كثيراً ما يتطلب التصدي لتغير المناخ إدارة جماعية للموارد الطبيعية قد تستوجب بدورها اتخاذ إجراءات عابرة للحدود. وبالإضافة إلى ذلك، من شأن تغير المناخ أن يزيد من احتمال انتقال الآفات والأمراض فضلاً عن تنقل المنتجات من بلد إلى آخر. وهذا يدعو إلى توطيد التعاون الإقليمي والدولي من أجل تيسير تبادل المعارف وإدارة الموارد المشتركة وتبادل الموارد الوراثية النباتية والحيوانية والإقرار بقيمتها الحقيقية.

الإطار 23

خفض مخاطر الكوارث من أجل تحقيق الأمن الغذائي والتغذية

يتطلب بناء القدرة على التكيف تغييراً في النهج التقليدي لخفض مخاطر الكوارث - من مجرد التفاعل مع الأحداث القصوى، إلى منح الأولوية لخفض المخاطر وإدارتها بشكل نشط. وقد كُرس أقل من 5 في المائة، كمتوسط سنوي، من مجمل تمويل عمليات المساعدة الإنسانية للتأهب للكوارث والوقاية منها، فيما ذهب أقل من 1 في المائة منها إلى البلدان التي هي في أمس الحاجة إليها. وقد بلغت الاستثمارات في خفض مخاطر الكوارث من مدفوعات المساعدة الإنمائية الرسمية، حوالي 4,0 في المائة في عام 2010 وعام 2011 عبر القطاعات كافة (الاستراتيجية الدولية للحد من الكوارث/منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، 2013).

وقامت منظمة الأغذية والزراعة بتصميم أعمال خفض مخاطر الكوارث وتقوم حالياً بتنفيذها في العديد من البلدان التي تتعرض تكراراً إلى الأحداث المناخية القصوى وغيرها من الأحداث (للاطلاع على عدة أمثلة، انظر منظمة الأغذية والزراعة، 2016). ويرتكز هذا النهج على أربع ركائز تدعم الواحدة منها الأخرى بصورة متبادلة، وتتطابق مع إطار سنداي من أجل خفض مخاطر الكوارث. وهي ترمي إلى:

- إيجاد بيئة مشجّعة من خلال تدعيم القدرات وتعزيز الإطار القانوني وإطار التخطيط لحوكمة مخاطر الكوارث والأزمات؛
- فهم المخاطر وتوفير المعلومات لصنع القرارات من خلال رصد المخاطر بحسب السياق المحدد والإنذار المبكر عنها؛
- تشجيع الممارسات الخاصة بالموقع التي تمنع المخاطر والكوارث الطبيعية وتخفف من وطأتها؛
- وتعزيز القدرات والتنسيق والتخطيط للتأهّب والاستجابة للطوارئ وإعادة البناء بصورة أفضل مما كانت عليه الأمور خلال مرحلة إعادة التأهيل.

الإطار 24

الثغرات في مجال المعارف والتحديات المتعلقة بالبيانات

إن تغيّر المناخ كفيل أيضاً بتغيير بيئة المخاطر ويضيف مستوى آخر من عدم اليقين إلى المخاطر التي يواجهها منتجو الأغذية أصلاً. وتتوجب معالجة الثغرات في المعلومات والمعارف الهامة، على غرار التوقعات المناخية ضمن الموسم نفسه. ويتوجب الاستثمار في البنية التحتية لقياس البيانات المتعلقة بمتغيرات الطقس وتسجيلها وتخزينها ونشرها، وتقديم توقعات مناخية موسمية وتوقعات للطقس على المستوى المكاني والزمني المطلوب. كما ينبغي جعل التوقعات المناخية أكثر نفعاً وسهولة للاستخدام من خلال الشراكات بين الوكالات التي تُعنى بخدمات الأرصاد الجوية والهيدرولوجية والبحوث الزراعية والإرشاد.

وفي سياق الحاجة إلى مزيد من الأعمال المنسقة، يشكّل مشروع المقارنة الداخلية للنماذج الزراعية وتحسينها، مبادرة هامة تربط بين جهود وضع النماذج حول العالم وتركز على المناخ والمحاصيل والثروة الحيوانية والعلوم الاقتصادية، وتساعد على تسليط الضوء على ثغرات المعرفة المتبقية وكيفية التصدي لها. وعلى سبيل المثال، رغم صدور مؤلفات مؤخراً تحدثت عن تأثيرات تغير المناخ على آفات النباتات وممرضاتها (Bebber وRamotowski وGurr، 2013؛ Gregory وآخرون، 2009) ومضاداتها (Thomson وMacfadyen وHoffmann، 2010) لم يتم إدراجها في التوقعات حول تأثيرات المناخ على الزراعة، وقد اعتُبرت مهمة من أجل التعمق في تطوير النماذج (Rosenzweig وآخرون، 2014).

ولكي تشكّل الإحصاءات أساساً لكل من توقع تغير المناخ ورصد تأثيراته الفعلية، والإجراءات الكفيلة بالتصدي لهذه التأثيرات، لا بد لها من تقديم معلومات أفضل بشأن جملة من العمليات بما في ذلك: المحركات الاجتماعية والاقتصادية الكامنة وراء الانبعاثات؛ والانبعاثات؛ وعمليات مراقبة الأرض؛ والتأثيرات على النظم الإيكولوجية والأنشطة الاقتصادية؛ وأعمال التكيف؛ وأعمال التخفيف من التأثيرات. ولا تزال الثغرات الواسعة التي تشوب البيانات موجودة في تلك المجالات كافة، لا سيما في البلدان النامية التي تفتقر إلى القدرة على تحليل بيانات السلسلة الزمنية وتقدير الانبعاثات في القطاعات الرئيسية والاستفادة الكاملة من عمليات رصد الأرض. وتحتاج البلدان إلى الدعم من أجل تحسين نظمها الإحصائية الوطنية، لا سيما في ما يتعلق بتطوير قدرتها على تقييم مخاطر تغير المناخ بالاستعانة بالبيانات الاجتماعية والاقتصادية والبيانات ذات المرجعية الجغرافية والنماذج الاقتصادية المتكاملة.

وسوف يكون التعاون الدولي والإقليمي أساسياً في معالجة هذه الثغرات المعرفية وتقديم المعلومات إلى أصحاب المصلحة. وتقدم قاعدة البيانات الإحصائية للفاو، FAOSTAT، تحديثات سنوية عن تقييمات الانبعاثات لكل بلد، على مستويات الزراعة واستخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة. وتنشر منظمة الأغذية والزراعة كذلك معلومات جغرافية مكانية من خلال عدد من البوابات الإلكترونية والمنتجات المتخصصة مثل الشبكة الجغرافية GeoNetwork وقاعدة البيانات العالمية المنسقة بشأن التربة و Collect Earth - وهي أداة جديدة تتيح جمع البيانات بشأن الغابات من خلال برنامج الخرائط على الإنترنت Google Earth.

» كما أن الكثير من الموارد التي تعتمد عليها قطاعات الزراعة - كالمياه والأرصدة السمكية والنظم الإيكولوجية - عابرة للحدود بطبيعتها. ومن شأن التغيرات في البيئة أن تؤدي إلى تغيرات في توافر تلك الموارد ونزوح الأنواع والبشر والأنشطة البشرية في سعيها للتكيف مع تلك التغيرات. فضلاً عن ذلك، فإن الأحداث القصوى مثل حرائق الغابات وغزو الأنواع والآفات والأمراض إنما تعبر الحدود الوطنية. وإن السياسات والمؤسسات المعنية بالوقاية من المخاطر ونقاط الضعف المحددة التي تتأثر سلباً بتغير المناخ وإدارتها هي بشكل أساسي محلية ووطنية ولكن يمكن دعمها بفعالية بواسطة التعاون والأدوات الدولية.

وبالتالي فإن العمل الإقليمي والمشترك بين بلدان متعددة من أجل رصد التغيرات في الموارد الطبيعية وإدارتها فضلاً عن المخاطر التي تحدق بقطاعات الزراعة والأمن الغذائي، هو عامل حيوي للتصدي لتغير المناخ. ومن الأمثلة الهامة على التعاون العابر للحدود في قطاعات الزراعة ما يلي:

- **الأجهزة الإقليمية لمصايد الأسماك**، وهي مؤسسات وشبكات تعمل معاً في مجال الإدارة الإقليمية التكيفية لأرصدة المصايد العابرة للحدود والرقابة الإقليمية على أمراض الأسماك. وعلى سبيل المثال، فإنّ إدارة مصايد الأسماك الصناعية لسمك التونة الوثاب والأصفر الزعانف في المياه الاستوائية لغربي المحيط الهادئ تبقي المصيد ضمن حدود مستدامة وتحسن توزيع المنافع الاقتصادية.
- **الهيئات الإقليمية للغابات**، التي تنسق الأعمال التي لها تداعيات عابرة للحدود الوطنية وتستفيد من التعاون بين بلدان الأقاليم. وتتضمن الأمثلة عن العمل المشترك المبادرات الإقليمية لمكافحة حرائق الغابات والأنواع الغازية فضلاً عن التعاون الإقليمي في عمليات تقييم الموارد الحرجية.
- **المؤسسات المعنية بإدارة الموارد المائية العابرة للحدود**، مثل مبادرة حوض النيل ولجنة نهر ميكونغ التي تساعد على وضع رؤية مشتركة للطلبات على الموارد المائية ضمن الأحواض المائية الإقليمية.
- **المشاريع الإقليمية**، مثل مبادرة الجدار الأخضر العظيم لمكافحة التصحر في أفريقيا.
- **نظم الإنذار المبكر الإقليمية والعالمية**، مثل النظام العالمي للإعلام والإنذار المبكر عن الأغذية والزراعة ونظام الوقاية من طوارئ الآفات والأمراض الحيوانية والنباتية العابرة للحدود (إمبرس).
- **لجنة منظمة الأغذية والزراعة لمكافحة الجراد الصحراوي**، التي تتألف من 64 بلداً وتعزز القدرات الوطنية في رصد الجراد الصحراوي ومراقبته والتخطيط للطوارئ والتدريب والسلامة البيئية في حوالي 30 بلداً.

دور التجارة في مجالي التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره

إن كفاءة النظام التجاري الدولي مهمة بالنسبة إلى كل من التكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته. وقد تكون لتغير المناخ تداعيات بعيدة الأثر على أنماط الإنتاج العالمية وأنماط التجارة الدولية بالمنتجات الغذائية والزراعية. وقد تشكل التجارة جزءاً من استراتيجيات التكيّف في الأقاليم المتأثرة سلباً بتغير المناخ. وينبغي الحد من القيود التجارية مثل الحواجز الجمركية وغير الجمركية التي تحد من استجابة الإنتاج الزراعي العالمي للتغيير في العرض والطلب، في سياق تغير المناخ. ولكن بما أنه من المتوقع أن تكون التأثيرات أسوأ في الأقاليم الاستوائية (انظر الفصل 2) فمن الأرجح أن يؤدي تغير المناخ إلى تفاقم انعدام التوازن الراهن بين العالم المتقدم والعالم النامي. ويُبرز تغير المناخ الحاجة إلى مساعدة البلدان النامية على التعاطي مع الزيادات في أسعار الأغذية والطاقة فضلاً عن التقلب في الإمدادات الغذائية.

وإنّ أطر سياسات التجارة الموجودة حالياً لا تزال بعيدة كل البعد عن كونها "ملائمة مناخياً". وعلى سبيل المثال، من غير الواضح بعد ما هو دور الإجراءات التجارية في المفاوضات الدولية حول تثبيت تغير المناخ. وليس هناك توافق حول ما إذا كانت القواعد التجارية الحالية لمنظمة التجارة العالمية قادرة بالفعل على تشجيع الالتزام بالأهداف الخاصة بالمناخ أو ما إذا كانت تهدد الحلول المناخية المتفق عليها بصورة متبادلة (Early، 2009). وفي الواقع، يمكن الطعن بأشكال عدة من سياسات التخفيف من وطأة تغير المناخ بموجب قواعد منظمة التجارة العالمية في حال اعتُبر أنها تسبب تشوهات في التجارة. ويمكن لهذا أن ينطبق مثلاً على المدفوعات

لقاء الخدمات البيئية، مثل الغابات واحتجاز الكربون في التربة؛ والسياسات المنفذة كإجراءات من جانب واحد مثل الضرائب على الكربون أو نظم تحديد وتداول الانبعاثات؛ وتدابير تعديل الحدود التي تفرض رسوماً على الواردات من الدول التي لا تقوم بجهود مقارنة للتخفيف من التأثيرات بناء على محتوى المنتجات من الكربون أو على طرق الإنتاج.

وسوف تتمثل إحدى الخطوات الرئيسية للتوصل إلى اتفاق دولي حول مواءمة قواعد التجارة مع الأهداف المتعلقة بالمناخ، في معالجة الشواغل التي تتخوف من تسبب الإجراءات المناخية بتشوهات تجارية أو من إعاقة القواعد التجارية إحراز مزيد من التقدم على صعيد تغير المناخ (Wu وSalzman، 2015). ■

الاستنتاجات

في المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً التي قدمت في مرحلة الإعداد للدورة الحادية والعشرين لمؤتمر الأطراف، أعرب عدد كبير من البلدان المتقدمة والنامية بوضوح عن عزمه ضمان استجابة فعالة من قِبل القطاعات الزراعية، لتغير المناخ على مستوى التكيف والتخفيف من التأثيرات على حد سواء. وينبغي ترجمة هذه النية إلى أعمال ملموسة بدعم من سياسات وبيئة مؤسسية مشجّعة فضلاً عن التعاون الإقليمي والدولي. وعلى خطط العمل الآن أن تقوم على الاعتراف بوجود أوجه تآزر ومقايضات عامة بين التخفيف من التأثيرات والتكيف والأمن الغذائي وصون الموارد الطبيعية. ويستوجب خلق المنافع المشتركة تنسيقاً عبر مختلف المجالات المعنية.

لكن لسوء الحظ هناك قلة تنسيق واتساق بشكل عام بين خطط التنمية الزراعية والإجراءات التي تتناول تغير المناخ وغير ذلك من مشاكل بيئية. ويؤدي ذلك إلى الاستخدام غير الكفؤ للموارد وهو ما يحول دون الإدارة المتكاملة الضرورية لمعالجة مخاطر تغير المناخ وضمان تحسين الإنتاجية في مجال إنتاج الأغذية وتعزيز قدرة الأسر الضعيفة على الصمود. وينبغي في الوقت عينه الاعتراف بأن عمليات تقييم أثر تغير المناخ محفوفة بعدم اليقين ومتعثرة جراء الثغرات الواسعة في المعارف. ومن أجل إرشاد الإجراءات الخاصة بالسياسات على نحو أفضل، يجب بذل جهود أكبر لتحسين أدوات التقييم وسد الثغرات في مجال المعارف، مثلاً عبر تعزيز النظم الإحصائية والقدرة على التوقع والرصد المناخيين (الإطار 24).

ومن الضروري أيضاً تبسيط العلاقات بين سياسات التكيف والتخفيف من التأثيرات والأمن الغذائي والتغذية والموارد الطبيعية لدى تحديد التمويل المطلوب لدعم الانتقال إلى نظم للأغذية تكون ذكية مناخياً ومستدامة. ويتناول الفصل التالي مسألة الربط بين العمل في مجال تغير المناخ والتمويل الزراعي.

الفصل 6

تمويل الطريق إلى الأمام

دلبيسي، بوركينا فاسو
أكياس علف الحيوانات تم ايصالها
عن طريق مركز توزيع تابع للفاو في
مناطق اجتاحها الجفاف.
©FAO/I. Sanogo

جيبو، بوركينا فاسو
مباشرة عقب هطول أمطار قوية
في الصحراء بين جيبو ودوري.
©FAO/G. Napolitano

الرسائل الرئيسية

1 إن **التمويل العام الدولي المخصص للتكيف مع تغير المناخ والتخفيف** من آثاره في تصاعد ولكنه لا يزال يشكل جزءاً صغيراً نسبياً من مجمل التمويل المكرّس لقطاعات الزراعة.

2 **ويجب توفير المزيد من التمويل الخاص بالأنشطة المتعلقة بالمناخ** من أجل تمويل الإجراءات المقررة للبلدان النامية بشأن التكيف مع تغير المناخ في قطاع الزراعة.

3 بوسع التمويل العام الدولي المخصص للأنشطة المتعلقة بالمناخ أن يحفّز حشد تدفقات أكبر حجماً من التمويل العام والخاص من أجل الزراعة المستدامة، **شريطة وجود أطر سياساتية ومؤسسية تعزز التغيير التحويلي.**

4 **إن القيود المفروضة على القدرات تعرقل حالياً قدرة البلدان النامية** على الوصول إلى تمويل الأنشطة المتعلقة بالمناخ من أجل الزراعة واستخدامه الفعّال.

5 **بوسع الآليات المالية المبتكرة** أن تعزز قدرة مزودي الخدمات المالية على إدارة المخاطر المتصلة بتغير المناخ، فتساعد على استخدام الاستثمارات لصالح الزراعة الذكية مناخياً.

تمويل الطريق إلى الأمام

سلطت الفصول السابقة من هذا التقرير الضوء على منافع تدخلات التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معها في قطاعات الزراعة. ومعظم تدخلات التكيف اللازمة تشبه التدخلات التي تعزز التنمية الريفية العامة ولكن يجب تصميمها بحيث تركز على الظروف المناخية المتغيرة وما يتصل بها من مخاطر وقيود وفرص. إن العديد من الممارسات الزراعية المقترحة متدنية الكلفة نسبياً ولها منافع على صعيد كل من التخفيف والتكيف، الأمر الذي يزيد من كفاءة تكلفتها.

أظهر الفصل 3 أن تكاليف إجراءات التكيف في زراعة أصحاب الحيازات الصغيرة قد تشكّل جزءاً بسيطاً من المنافع، الأمر الذي يبرر بالتالي التخصيصات السخية لتمويل الأنشطة المتعلقة بالمناخ. أما تأييد زيادة التمويل فيتعزز أكثر فأكثر حين يتم تناول منافع التخفيف المشتركة المتأتية من التنمية الذكية مناخياً التي يوضحها الفصل 4 والتركيز الذي أولته البلدان للتخفيف والتكيف في الزراعة ضمن مساهماتها المعتزمة المحددة وطنياً، بحسب ما ناقشها الفصل 5. وينظر هذا الفصل في دور التمويل على صعيد التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته في قطاعات الزراعة - وكيف يمكن استخدام التمويل العام - سواء أكان دولياً أم محلياً - من أجل دعم جهود التكيف والتخفيف بصورة أكثر فعالية.

تمويل الأنشطة المتعلقة بالمناخ من أجل الزراعة

إمكانات تحفيزية كبيرة وإن كان لا يزال صغيرا نسبيا

لا يوجد تعريف واحد معتمد لـ"تمويل الأنشطة المتعلقة بالمناخ". يمكن تعريفه تقريبياً على أنه مجمل التمويلات، التي بغض النظر عن مصدرها، تساهم في تحقيق أهداف التكيف مع تغير المناخ و/أو التخفيف من وطأته. ولكن من المفيد أن نميز بين تمويل القطاع العام وتمويل القطاع الخاص إذ يمكنهما أداء دورين متكاملين في حشد الموارد من أجل التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته.

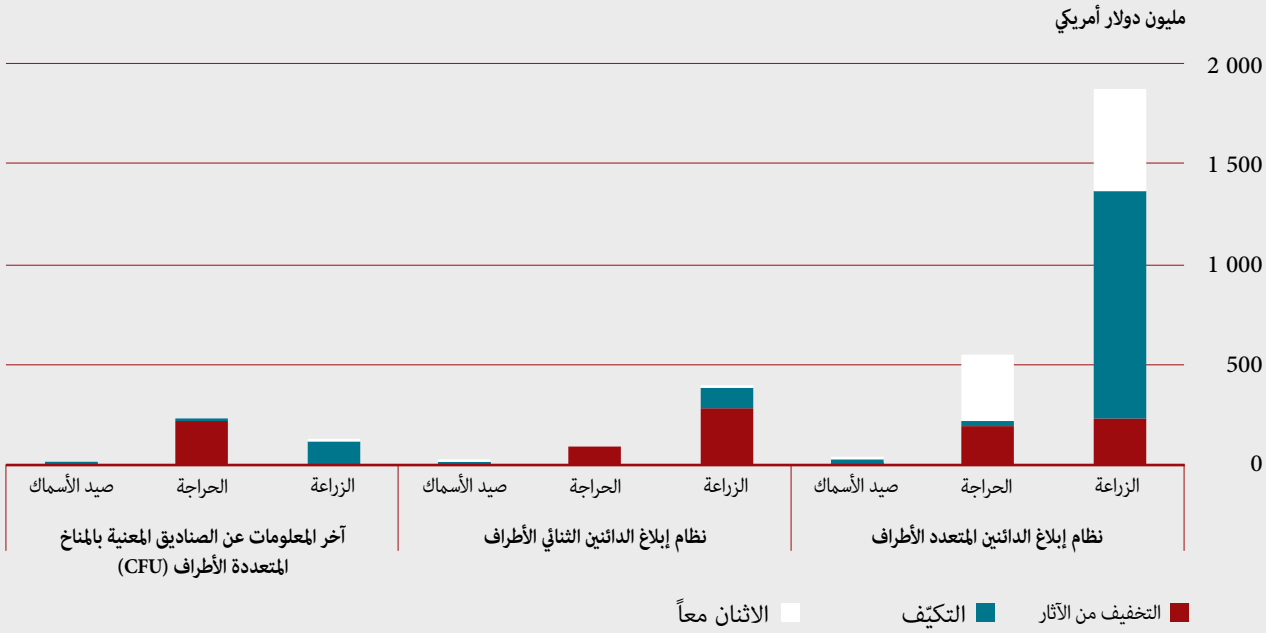
وفيما يصعب تتبع التمويلات، تفيد التقديرات المتاحة أن القطاع الخاص هو المصدر الأكبر في تمويل جهود التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته إذ يساهم بحوالي 62 في المائة من 391 مليار دولار أمريكي استثمرت في التصدي لتغير المناخ عام 2014 (Buchner وآخرون، 2015). وإن المزارعين، من أصغرهم إلى أكبرهم، هم أهم المستثمرين في الزراعة إذ يوفرون عدة أضعاف ما توفره الحكومات إلى البنية التحتية الريفية والبحث والتطوير في الزراعة. تمول معظم الاستثمارات الزراعية من موارد محلية - سواء أكانت عامة أم خاصة - فيما تعود حصة صغيرة فقط من التمويل إلى مصادر دولية (منظمة الأغذية الزراعة، 2012). ولكن فيما أن التمويل العام الدولي صغير الحجم إلا أنه يستطيع أن يؤدي دور المحفز عبر تسخيره التمويلات والاستثمارات الخاصة في الزراعة بما في ذلك الاستثمارات المتعلقة بالمناخ.

والتمويل الدولي العام لصالح التخفيف من وطأة تغير المناخ والتكيف معه في الزراعة والحراجة ومصايد الأسماك قد بدأ من مستويات متدنية ليعود ويشهد ازدياداً ملحوظاً منذ عام 2002. وبحلول نهاية 2014، بلغ قرابة 4 مليارات دولار أمريكي Norman وHedger (2016)، وخُصص حوالي 12 في المائة من مجمل المساعدة الإنمائية الرسمية للاستثمارات المتصلة بالمناخ (منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، 2015(أ)). وهذا فقط جزء من مجمل الإنفاق الحكومي المحلي على الزراعة من قبل البلدان النامية الذي بلغ مجموعه تقريباً 252 مليار دولار أمريكي في عام 2012[12]. ولكن حينما يستخدم التمويل الخاص بالأنشطة المتعلقة بالمناخ بالطريقة المناسبة،

12 تقدير يتناول 100 بلد نام بناء على المعهد الدولي لبحوث سياسات الأغذية (2015) ومعدل من ثابتة 2005 إلى ثابتة صرف الدولار في عام 2012 بناء على الأمم المتحدة (2013).

الشكل 17

متوسط التمويل العام الدولي السنوي للتخفيف من الآثار و/أو التكيّف بحسب القطاع والمصدر، الفترة 2010–2014



ملاحظات: نظام إبلاغ الدائنين هو نظام الإبلاغ الذي تعتمده منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي؛ وأما آخر المعلومات عن الصناديق المعنية بالمناخ (CFU) فهي تابعة لمعهد التنمية الخارجية. وتجنّباً للحساب المزدوج، تم إدخال بعض التعديلات. انظر ملحق الفصل 6 للاطلاع على التفاصيل.
المصادر: تقديرات نظام إبلاغ الدائنين الثنائي والمتعدد الأطراف مأخوذة من منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (2015(أ)) وأما آخر المعلومات عن الصناديق المعنية بالمناخ المتعددة الأطراف فهي مأخوذة من معهد التنمية الخارجية (2015).

يمكن له المساعدة على تغيير وجهة المصادر الأخرى لتمويل التنمية الزراعية نحو الاستثمار في مؤسسات وتكنولوجيات وممارسات تمكينية تساهم في التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته في القطاع.

التمويل العام الدولي الخاص بالأنشطة المتعلقة بالمناخ بالنسبة إلى الزراعة[13]

تطور التمويل العام الدولي الخاص بالأنشطة المتعلقة بالمناخ تماشياً مع الطبيعة التصاعدية للالتزامات التي قدمت في عملية الاتفاقية الإطارية، بحسب ما هو وارد في الفصل 5. ويمكن الاعتبار بأن "الهيكلية" تتألف من ناحية من تمويل من هيئات تمويل إنمائية ثنائية ومتعددة الأطراف مخصص للتخفيف من وطأة المناخ والتكيف معه، ومن ناحية أخرى، من صناديق متعددة الأطراف مخصصة للمناخ على غرار الصندوق الأخضر للمناخ. ويصب التركيز هنا على التمويل المتاح من كل من تلك المصادر من أجل تناول التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته في الزراعة (إنتاج المحاصيل والثروة الحيوانية) والحراجة ومصايد الأسماك.

وأشارت البيانات بشأن حجم الالتزامات بين 2010 و2014 إلى أن المساعدة الإنمائية الثنائية قد كانت هي المصدر المهيمن للتمويل العام الدولي من أجل التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته في الزراعة والحراجة ومصايد الأسماك. وقد بلغ متوسط الالتزامات الثنائية السنوية 1,9 مليار دولار أمريكي للزراعة و552,7 مليون دولار أمريكي لصون الغابات و37,5 مليون دولار أمريكي لمصايد الأسماك. وقد كان التمويل الثنائي أعلى بكثير من التعهدات المتعددة الأطراف بتمويل الأنشطة المرتبطة بالمناخ (الشكل 17).

على الصعيد العالمي، تجاوز مستوى الدعم الدولي لأنشطة التخفيف بأشواط التمويل المخصص للتكيف (Norman وNakhooda، 2014).

13 يستند هذا الجزء إلى Norman وHedger (2016)، وثيقة معلومات أساسية أعدت من أجل تقرير حالة الأغذية والزراعة في العالم 2016.

ولكن في السنوات الأخيرة، حصل تحول باتجاه التكيف، لا سيما من جانب المانحين الثنائيين. وعلى الرغم من أن التركيز ينتقل أيضاً إلى التمويل متعدد الأطراف، فهو قد بقي في الفترة 2010-2014 تحت هيمنة التخفيف الذي مثل حوالي 70 في المائة من التمويل في قطاعات الزراعة والحراجة ومصايد الأسماك. تم تمويل صون الغابات والأنشطة الإضافية لخفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتدهورها في البلدان النامية بصورة عامة بوصفها فرصة للتخفيف، على الرغم من أن المانحين الثنائيين ينتقلون حالياً نحو التدخلات على مستوى الغابات التي تدعم أهداف كل من التخفيف والتكيف. تخصص الأموال المتاحة لمصايد الأسماك بشكل رئيسي لغايات التكيف وبناء القدرة على الصمود.

وهناك فوارق في تخصيص التمويل للتكيف والتخفيف على المستوى الإقليمي. ويصعب إصدار تقديرات دقيقة لأن التخصيص على الصعيد الإقليمي لحوالي خمس التمويل الثنائي المكرس لتغير المناخ إما لا يزال غير محدد أو غير واضح. وبالنسبة إلى البقية، فإن حوالي 62 في المائة من التمويلات الناجمة عن الحسابات المخصصة المعنية بالمناخ قد حددت أهدافها في أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي ما يعكس الفرص الهامة الملحوظة لخفض الانبعاثات في قطاع الغابات في ذلك الإقليم. أما تمويل أنشطة التكيف فقد ركز على أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى باعتبارها الإقليم الأكثر عرضة للتأثر بتغير المناخ، مع 54 في المائة من التمويل المقرر المخصص للأنشطة المرتبطة بالمناخ للفترة 2010-2014. وقد قام المانحون الثنائيون كذلك بتخصيص حوالي نصف تمويلهم الملحوظ لأنشطة التكيف، لصالح أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. وفيما ركّز المانحون الثنائيون التمويل على البلدان المنكشفة على انعدام الأمن الغذائي، فإن التمويل حالياً لا يشمل البلدان الأكثر ضعفاً، وهذا واقع يعكس تخوف المانحين من قدرة تلك البلدان على استيعاب المساعدات الإنمائية والاستفادة منها.

وتبلغ الجهات المانحة الثنائية والصناديق متعددة الأطراف المعنية بالمناخ عن تركيزها الكبير على تنمية القدرات بما في ذلك السياسات والإدارة وتعزيز المؤسسات عبر قطاعات الزراعة. يظهر هذا التركيز في أقصى تجلياته في قطاع الحراجة حيث 57 في المائة من التمويل الثنائي و75 في المائة من التمويل المخصص متعدد الأطراف يدعم السياسات والتنظيم الإداري لا سيما في سياق الاستعداد لمبادرة خفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتدهورها في البلدان النامية الأمر الذي يساعد الحكومات على وضع استراتيجيات وخطط وطنية متصلة بالمبادرة. وبالمثل، في قطاع صيد الأسماك، تم تخصيص 43 في المائة من التمويل الثنائي لأنشطة المناخ وأكثر من 90 في المائة من التمويل متعدد الأطراف في مجال المناخ من أجل دعم السياسات وتعزيز المؤسسات.

وإن معظم التمويل الثنائي والتمويل المخصص متعدد الأطراف للأنشطة المرتبطة بالمناخ يدعم أهداف كل من التنمية الزراعية والسياسات الزراعية والتنظيم الإداري، ولو أن التمويل موزع على مجموعة واسعة من القطاعات الفرعية. إنّ حوالي 40 في المائة من التمويل الزراعي الثنائي للأنشطة المتعلقة بالمناخ مخصص بصورة عامة للتنمية الزراعية، حيث يركز المانحون بشكل رئيسي على التنمية الزراعية. وقد سعى المانحون الثنائيون تحديداً إلى دعم انتقال أصحاب الحيازات الصغيرة من زراعة الكفاف إلى إنتاج فائض قابل للتسويق من خلال تحسين الري وسلاسل القيمة فضلاً عن نماذج للزراعة التعاقدية تشمل جميع الفئات (Donor Tracker، 2014). وإن عدد المشاريع المخصصة للمناخ والتي تدعم إنتاج المحاصيل والثروة الحيوانية المتدني الكربون والقادر على الصمود قليل؛ فهي تشكل فقط 4 في المائة من مجمل التمويلات الثنائية المبلغ عنها في حالة إنتاج المحاصيل و0,1 في المائة في حالة الثروة الحيوانية (انظر الإطار 25 للاطلاع على أمثلة عن استخدامات التمويلات المتاحة).

على صعيد الصناديق متعددة الأطراف، كان مرفق البيئة العالمية أحد أكبر الصناديق التي تمول عمليات التخفيف من وطأة المناخ. وقد أبلغ الصندوق الدورة الحادية والعشرين لمؤتمر الأطراف بأنه منذ تأسيسه في عام 1991 موّل 839 مشروعاً للتخفيف من وطأة تغير المناخ مع أكثر من 5,2 مليار دولار أمريكي من تمويلات المرفق في أكثر من 167 بلداً وحشد 32,5 مليار دولار أمريكي من التمويلات المشتركة. سعى مرفق البيئة العالمية إلى صياغة نهج مستدامة طويلة الأجل للحفاظ على الغابات. واعتباراً من يونيو/حزيران 2016، دعم المرفق ما يزيد عن 430 مشروعاً مرتبطاً بالغابات مع مبلغ 2,7 مليار دولار على شكل منح تمكنت من حشد 12 مليار دولار أمريكي إضافياً كتمويلات مشتركة. ويشهد تمويل الغابات تزايداً مطرداً. خلال السنوات الأربع لفترة التجديد الخامس (الفترة الخامسة لمرفق البيئة العالمية) تم الالتزام بتقديم 700 مليون دولار أمريكي تحديداً على شكل منح. وفي أول سنتين من الفترة السادسة للمرفق (2014-2018)، تم إتاحة منح قيمتها 566 مليون دولار أمريكي من خلال 52 مشروعاً وبرنامجاً من أجل تعزيز القيمة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لأنواع الغابات كافة. بالإضافة إلى ذلك، أطلق المرفق كذلك برنامجاً متكاملاً بقيمة 45 مليون دولار أمريكي من أجل سحب إزالة الغابات من سلاسل توريد السلع. «

الصناديق المخصصة للمناخ وقطاعات الزراعة

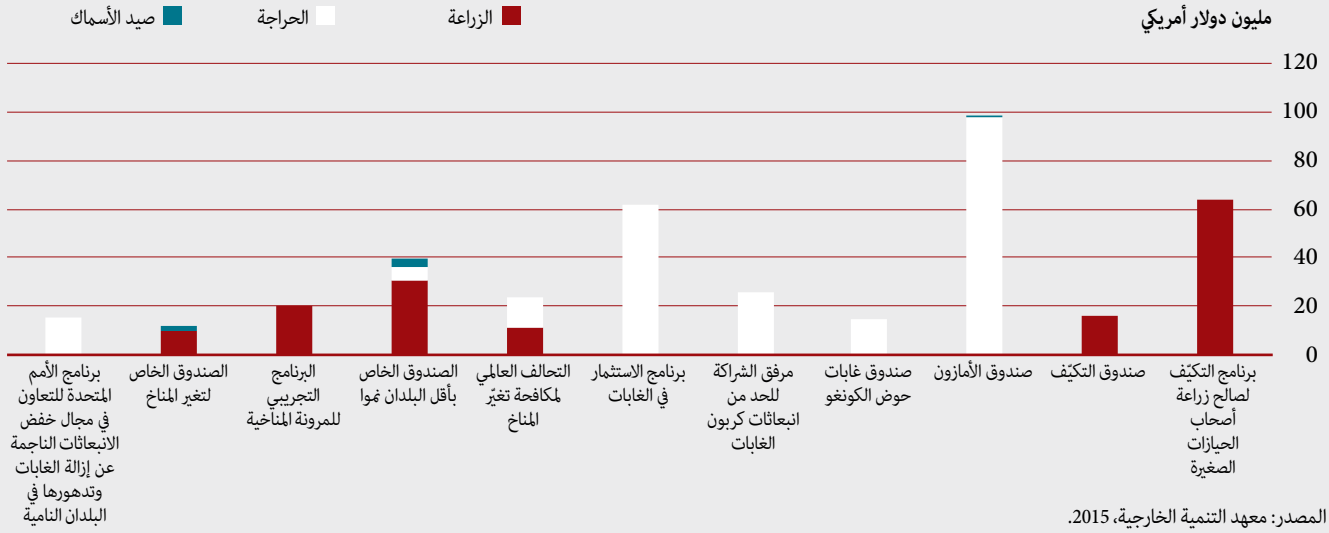
إن الصناديق المخصصة متعددة المانحين، ولو أنها أصغر من الصناديق الثنائية من حيث حجم التمويل، تركز على نتائج التكيف أو التخفيف كأهداف أولية، وهذا ليس بالضرورة حال كافة التمويلات الثنائية. تدعم الصناديق متعددة الأطراف أنشطة التخفيف من وطأة تغير المناخ والتكيف معه التي لا تشملها البرامج الإنمائية الحالية المدعومة من المساعدة الإنمائية الرسمية. وقد قام ما لا يقل عن 13 صندوقاً متعدد الأطراف مخصصاً للمناخ بالاستثمار في مشاريع أو برامج للزراعة والحراجة ومصايد الأسماك منذ 2010. وحجمها متفاوت بنسب ملحوظة (انظر الشكل). وعلى الرغم من أن التمويل الثنائي ومتعدد الأطراف في مجال المناخ يستخدم مجموعة من الصكوك المالية، فإن المنح هي الشكل المهيمن ولا سيما في حالة الصناديق متعددة الأطراف المخصصة للمناخ والمانحين الثنائيين.

وبالنسبة إلى الزراعة، أهم الصناديق هي برنامج التأقلم لصالح زراعة أصحاب الحيازات الصغيرة، التابع للصندوق الدولي للتنمية الزراعية، والصندوق الخاص بأقل البلدان نمواً التابع للاتفاقية الإطارية والذي يديره مرفق البيئة العالمية. أطلق برنامج التأقلم لصالح زراعة أصحاب الحيازات الصغيرة في عام 2012 من أجل تعميم مفهوم التكيف مع تغير المناخ في البرامج الاستثمارية للصندوق الدولي للتنمية الزراعية، وهو يركز كافة تمويلاته المقررة على دعم تكيف مزارع أصحاب الحيازات الصغيرة ذات الدخل المتدني، مع تغير المناخ. ولدى اقترانه بالعمليات الاستثمارية للصندوق الدولي للتنمية الزراعية، يكون التأثير قوياً. أبرزت تجربة البرنامج ضرورة الاشتراك في تصميم الاستثمارات في مرحلة مبكرة بدلاً من محاولة تحديث مشاريع أصبحت في مرحلة متطورة على مستوى الإعداد، وضمان أن تكون التدخلات على صعيد المناخ جزءاً لا يتجزأ من التصميم، وألا تكون خاضعة إلى عملية أو خطوة منفصلة.

وأما الصندوق الخاص بأقل البلدان نمواً فيدعم على وجه التحديد البلدان الأقل نمواً في التكيف مع تغير المناخ، وذلك عبر تحديد نقاط الضعف الرئيسية والاحتياجات على صعيد التكيف فضلاً عن التوعية وتقاسم المعارف. وقام الصندوق ببرمجة حوالي 33 في المائة من تمويلاته المقررة لغايات الزراعة والأمن الغذائي ونتائج الإدارة المستدامة للأراضي.

وقد تم تصميم الهيكلية الداعمة لصون الغابات بشكل رئيسي كي تدعم المراحل الثلاث لآلية خفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتدهورها - من مرحلة الاستعداد إلى الخفض المثبت للانبعاثات، مع تقديم مدفوعات قائمة على النتائج. تشمل الصناديق الدولية الرئيسية المتعددة الأطراف المعنية بالحراجة: برنامج الاستثمار في الغابات ومرفق الشراكة للحد من انبعاثات كربون الغابات ومرفق البيئة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة للتعاون في مجال خفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتدهورها في البلدان النامية. وقد وافق برنامج الأمم المتحدة للتعاون في مجال خفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتدهورها في البلدان النامية على مبلغ 15,6 مليون دولار أمريكي في السنة كمتوسط، في حين وافق صندوق الاستعداد التابع لمرفق الشراكة للحد من انبعاثات كربون الغابات، على مبلغ متوسط من 26 مليون دولار أمريكي في السنة بين 2010 و2014. ويقدم كلاً من هذين الصندوقين المخصصين المعنيين بالمناخ منحاً صغيرة نسبياً - تبلغ حوالي 5 ملايين دولار أمريكي - إلى البلدان الشريكة من أجل أنشطة بناء القدرات والاستعداد. وافق برنامج الاستثمار في الغابات على مبلغ متوسط من 61,6 مليون دولار أمريكي سنوياً بين 2010 و2014 ما يجعله أحد أهم مصادر التمويل للغابات. يعرض الصندوق ردم هوة التمويل بين السياسات القديمة ودعم بناء القدرات وجهود إثبات البرامج الناجحة التي ستؤدي إلى تخفيضات مؤكدة في الانبعاثات على الأرض. وبين الصناديق الوطنية والإقليمية المخصصة، يعتبر صندوق الأمازون المصدر الأكبر للتمويل العام المخصص لبرامج صون الغابات في منطقة الأمازون البيئية.

الصناديق المتعددة الأطراف المخصصة للمناخ (متوسط التمويل السنوي المكرّس بحسب القطاع)، الفترة 2010–2014



المصدر: معهد التنمية الخارجية، 2015.

« احتياجات التمويل والتوقعات ذات الصلة

يبين الشكل 17 أن التمويل العام الدولي المخصص للتكيف والتخفيف في قطاعات الزراعة بلغ في المتوسط 3,3 مليار دولار أمريكي سنويا بين عامي 2010 و2014. وتتفاوت التقديرات المتاحة لتكلفة التكيف في الزراعة تفاوتاً كبيراً ولكنها عامة أعلى بكثير من التمويل الدولي الخاص بالأنشطة المرتبطة بالمناخ النابع عن مصادر عامة في قطاعات الزراعة. ويقدر البنك الدولي بأن تكاليف التكيف بالنسبة إلى قطاعات الزراعة فحسب تفوق 7 مليارات دولار أمريكي سنويا. وسوف تكون هناك حاجة إلى تلك الموارد للاستثمارات في البحوث الزراعية وكفاءة الري وتوسيعه وفي الطرقات من أجل التصدي لتأثيرات تغير المناخ على إتاحة السعرات الحرارية وسوء تغذية الأطفال (Nelson وآخرون، 2010). وسوف تكون التكلفة المتوقعة أعلى في حال احتساب تكلفة تحسين خدمات الإرشاد الزراعي كجزء من الاستجابة لتغير المناخ. أما احتساب تكاليف خفض انبعاث غازات الاحتباس الحراري التي لا تترتب كمنافع مشتركة لممارسات التكيف فكفيل بإضافة مليارات أخرى من الدولارات الأمريكية في العام كاحتياجات تمويلية[14]. ومن الواضح أن قطاعات الزراعة سوف تحتاج إلى زيادة في مستوى التمويل متناسبة مع ضرورات التكيف ومطامح البلدان في مجال التخفيف. وليس من الضروري للتمويلات كافة أن تكون تمويلات عامة دولية في حال كانت هناك قدرة على الاستفادة من مصادر أخرى للتمويل (انظر القسم 6-2). ولكن من دون تمويل عام دولي كاف للأنشطة المرتبطة بالمناخ مخصص لقطاعات الزراعة، سيكون تنفيذ ذلك الحشد صعباً. وهنا يتم تقييم المدى المحتمل لمضي هذه التمويلات قدما.

إن الصندوق الأخضر للمناخ هو أكبر صندوق دولي معني بشؤون المناخ وهو يرمي إلى تخصيص الموارد بالتساوي ما بين التخفيف وبين التكيف. ويشار إليه في العديد من المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً كمصدر رئيسي للتمويل. اعتبارا من مايو/أيار 2016، وعدت البلدان الصندوق الأخضر للمناخ بتقديم مبلغ 10,3 مليار دولار تقريباً حول منها 9,9 مليار دولار رسمياً إلى الصندوق. ومن المتوقع أن يرتفع هذا المبلغ إلى 100 مليار دولار أمريكي على الأقل على شكل تمويلات سنوية للأنشطة المتعلقة بالمناخ لصالح البلدان النامية بحلول 2020. أما الاستثمارات في قطاعات الزراعة فمتسقة اتساقاً جيداً مع الأولويات المعلنة للصندوق - فإن أربعة من أصل التأثيرات الاستراتيجية الثمانية على مستوى الصندوق ترتبط ارتباطاً مباشراً بقطاعات الزراعة. وينعكس هذا أكثر من خلال وجود قطاعات الزراعة في أربعة من أصل ثمانية مشاريع وافق عليها الصندوق في نوفمبر/تشرين الثاني 2015 وخمسة من أصل المشاريع التسعة التي أقرت في يونيو/حزيران 2016.

وإلى جانب الصندوق الأخضر للمناخ، أعلن عن التزامات جديدة في الدورة الحادية والعشرين لمؤتمر الأطراف في باريس في ديسمبر/كانون الأول 2015. وجرى التعهد بتقديم ما لا يقل عن 5,6 مليار دولار أمريكي إلى مبادرات أو صناديق جديدة أو حالية قد تكون على الأقل مؤهلة جزئيا للاستخدام دعما لبرامج الزراعة والحراجة ومصايد الأسماك. وقد تم التعهد بمبلغ آخر قدره 12,7 مليار دولارأمريكي للقطاعات الأخرى، لا سيما الطاقة والتأمين، بينما تم التعهد بمبلغ 126 مليار دولار أمريكي دون تحديد القطاع المستهدف. لكن المعلومات المتعلقة بالفترة الزمنية التي تشير إليها التعهدات محدودة.

ومؤخراً تزايد الدعم لصالح البرامج المشتركة بين قطاعي الغابات والزراعة. أعلن مرفق البيئة العالمية عن التزامات جديدة بتمويل الأنشطة المرتبطة بالمناخ بقيمة 3 مليارات دولار عبر مجالات تركيزه، مع تخصيص 300 مليون دولار أمريكي على الأقل للمسائل الساحلية والبحرية على امتداد السنوات الأربع المقبلة. وهناك مبلغ آخر بقيمة 250 مليون دولار أمريكي سيقدم من خلال آلية التحفيز المشتركة بين الإدارة المستدامة للغابات والأنشطة الإضافية لخفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتدهورها في البلدان النامية التابعة لمرفق البيئة العالمية، التي سوف تحشد 750 مليون دولار أمريكي على شكل منح من مجالات تركيز أخرى من أجل معالجة محركات إزالة الغابات وتدهور الغابات فيما تدعم دور الغابات في خطط التنمية المستدامة الوطنية والمحلية. سيخصص مبلغ 45 مليون دولار أمريكي تقريباً لمعالجة المحركات العالمية الرئيسية لإزالة الغابات عبر توسيع توريد السلع ذات الإدارة المستدامة، فيما سيساعد مبلغ تفوق قيمته 116 مليون دولار أمريكي على تحسين الأمن الغذائي وتعزيز القدرة على الصمود ودعم احتجاز الكربون في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى (انظر الإطار 26). »

14 بناء على الإمكانات الاقتصادية للتخفيف للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ التي قدمت في الفصل 4، فإن تحقيق خفض بنسبة 1 جيغا طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في الانبعاثات السنوية، ما يشكل مجرد جزء بسيط من القدرات الاقتصادية للتخفيف على مستوى التكلفة الدنيا المقدرة التي تصل إلى 20 دولاراً أمريكياً عن كل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، سيكلف مليارات الدولارات في السنة. أما خفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات، الذي يعتبر من أكثر البدائل كفاءة من حيث التكلفة، فلا تزال تقدر تكلفته بـ 4 إلى 10 دولارات أمريكية لكل 1 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، من دون احتساب تكاليف العمليات (Cattameo وآخرون، 2010). في حال حسنت البلدان من اتساق السياسات مع الأهداف المناخية فقد تتدنى تكاليفها المالية، ولكن ستبقى هناك بعض المقايضات التي تستوجب التمويل.

الإطار 26

نحو الاستدامة والقدرة على الصمود في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى

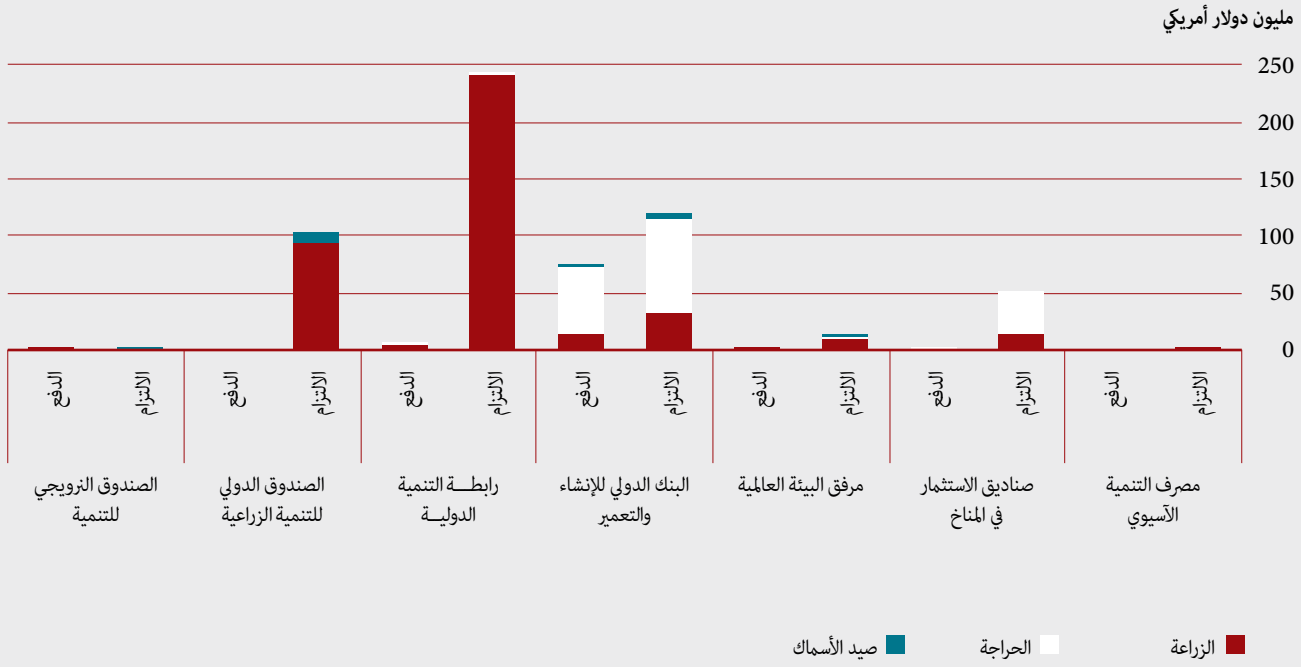
كجزء من فترة التجديد السادسة، أطلق مرفق البيئة العالمية مشروعاً تجريبياً للنهج المتكاملة يرمي إلى رعاية الاستدامة والقدرة على الصمود من أجل الأمن الغذائي في أفريقيا جنوب الصحراء. يسعى هذا البرنامج البالغة قيمته 116 مليون دولار أمريكي إلى حماية خدمات النظام الإيكولوجي عبر تعزيز الإدارة المتكاملة للموارد الطبيعية من خلال مشاريع في 12 بلداً. وستساعد المشاريع أصحاب الحيازات الصغيرة على أن يصبحوا أكثر قدرة على الصمود في وجه تغير المناخ عبر تحسين سلامة التربة والوصول إلى أنواع المحاصيل المقاومة للجفاف وتعديل فترات الزرع وحافظات المحاصيل وتعزيز التنوع البيولوجي الزراعي في المزرعة.

وستحظى تلك المشاريع بالدعم من محور إقليمي سينشئ أو يعزز الأطر المتعددة أصحاب المصلحة التي تشرك مجموعات من صغار المزارعين وهيئات القطاع الخاص والحكومات والمؤسسات العلمية على المستويين الدولي والإقليمي. وسيقوم مشروع المحور بتحديد أفضل ممارسات الإدارة وتوثيقها ونشرها من أجل إرشاد السياسات الإقليمية والوطنية ومن أجل تعزيز النهج القابلة للتطبيق وتحسينها على المستوى الوطني.

ويرأس المشروع التجريبي للنهج المتكاملة الصندوق الدولي للتنمية الزراعية بالتعاون الوثيق مع منظمة الأغذية الزراعة وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي. وأما البلدان الشريكة فهي بوركينا فاسو وبوروندي وإثيوبيا وغانا وكينيا وملاوي والنيجر والسنغال وسوازيلند وجمهورية تنزانيا المتحدة وأوغندا.

الشكل 18

متوسط الالتزامات والدفعات المتعددة الأطراف السنوية بحسب القطاع للفترة 2010–2014



المصدر: منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، 2015 (أ).

التحدي على مستوى القدرات: من الالتزام إلى العمل

على الرغم من أن التقديرات غير أكيدة، يتضح وجود ثغرة واسعة بين الاحتياجات على صعيد التمويل وبين الموارد المتاحة للتصدي للمخاطر المناخية على الزراعة. بيد أن إتاحة الموارد ليست العقبة الوحيدة التي يواجهها العديد من البلدان النامية. فالعديد من البلدان يواجه صعوبات في الحصول على التمويل وفي الاستخدام الفعال للموارد التي يحصل عليها.

وتشير منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (2015(ب)) إلى ستة تحديات كبرى تواجهها البلدان فيما خص الحصول على التمويلات المتصلة بالتكيف مع تغير المناخ: (أ) تدني إدراك الحاجة إلى التكيف والمصادر المناسبة للتمويل؛ (ب) والصعوبة في تلبية إجراءات الصناديق والمعايير المطلوبة لنيل التمويل؛ (ج) وتدني القدرة على تصميم وصياغة مشاريع وبرامج ورصد التقدم وتقييمه؛ (د) ومحدودية إتاحة المعلومات المناخية والحصول عليها؛ (هـ) وقلة السياسات المتناسقة والأطر القانونية والتنظيمية والميزانيات؛ (و) وقلة الأولويات الواضحة التي تحدد من خلال عمليات شفافة يشارك فيها أصحاب المصلحة المتعددون.

وقد تنشأ المشاكل أيضاً بعد الحصول على التمويلات، خلال مرحلة التنفيذ. على سبيل المثال، يتطلب تخصيص التمويلات والمصادقة عليها وقتاً غير قليل، كما تواجه بلدان كثيرة قيوداً من حيث القدرة على الإدارة الفعالة للأموال. وتتضمن القيود: تدني قدرة النظم المالية العامة للبلدان منخفضة الدخل على استيعاب التمويل، الأمر الذي يبطئ من وتيرة الإفراج عن الأموال.

وتفيد المعلومات المتأتية من مصادر الجهات المانحة كافة أن معدل الالتزامات المقطوعة لقطاعات الزراعة يفوق بكثير معدل الإفراج عن الأموال. وإن الأموال المفرج عنها أو التمويلات المقدمة لجهة متلقية أو لجهة منفذة تكون مصممة عادةً ليفرج عنها على امتداد دورة حياة المشروع وكثيراً ما تتأخر عن معدل الالتزامات. وأما المانحون متعددو الجهات فيتبعون إطاراً زمنياً أطول فيما خص الإفراج عن الأموال وذلك نتيجة الإجراءات المطولة للموافقة على البرامج وتنفيذها، والإجراءات التي لا تقل طولاً من أجل تحويل الأموال. فيما نجح عدد من البلدان نجاحاً كبيراً في ضمان الحصول على الأموال، تبقى قيود الإفراج عن الأموال بالنسبة إلى معظمها تحدياً يعرقل أيضاً تحقيق الأهداف والأثر (انظر الشكل 18، Normanو Nakhooda، 2014).

يقدم الصندوق الأخضر للمناخ أحد الأمثلة عن التحديات المترتبة على عملية الموافقة. وقد كانت الموافقات على مشاريعه أقل من المتوقع. وبلغ تمويل المشاريع الثمانية الأولى الموافق عليها في نوفمبر/تشرين الثاني 2015 مبلغ 168 مليون دولار أمريكي فقط، فيما بلغ مجمل تكاليف المشروع 624 مليون دولار أمريكي. ووضع مجلس الصندوق لنفسه هدفاً بتخصيص 2,5 مليار دولار أمريكي كتمويل في عام 2016؛ وفي يونيو/حزيران 2015، تمت الموافقة على تسعة مشاريع بقيمة 257 مليون دولار أمريكي من موارد الصندوق مع تكلفة إجمالية بقيمة 585 مليون دولار أمريكي. ويشير المستوى المتدني للموافقة إلى التحديات التي يواجهها الصندوق بصفته مؤسسة جديدة، والقيود على القدرات التي تواجهها هيئات الوصول المباشر وعلى المستوى الوطني وقيود التوظيف في أمانة الصندوق، والشروط الصارمة لإعداد المشاريع التي لا تميز بين نوع المشروع وحجمه.

وقد اتخذ عدد من القرارات التي من شأنها تسريع إعداد مشاريع الصندوق والموافقة عليها. وقد تم وضع برنامج شامل للتأهب وبرنامج لدعم الاستعدادات من أجل تعزيز قدرات السلطات المعينة وطنياً والكيانات الوطنية، واتخذت خطوات لزيادة عدد موظفي الصندوق من 45 إلى 100 موظف بحلول نهاية 2016. ووافق المجلس خلال اجتماعه في يونيو/حزيران 2016 على الخطوط التوجيهية التشغيلية لمرفق إعداد المشاريع وعلى إجراءات مبسطة تتعلق باقتراحات التمويل الصغير والمتناهي الصغر والتي تقيّم على أنها متدنية المخاطرة أو عديمة المخاطرة. ومن شأن تلك الإجراءات أن تسرع من عملية الموافقة على المشاريع.

وأما القيود على القدرات، التي تؤثر في كل من مزوّدي الأموال ومتلقيها، فيجب أن تعالج لكي يكون لتمويل الأنشطة المرتبطة بالمناخ في القطاع الزراعي أثار محفزة فعلية على صعيد تعزيز القدرة على الصمود واستدامة الزراعة والحراجة واستخدام الأراضي. ■

الاستفادة من الأموال القليلة لأقصى حد ممكن: الاستخدام الاستراتيجي للتمويل الخاص بالأنشطة المرتبطة بالمناخ

من الأرجح للتمويل العام الدولي المخصص لتغير المناخ أن يبقى بمثابة جزء بسيط من الاستثمار العام في الزراعة. ومن أجل تحقيق أثر ملموس في زيادة قدرة نظم الزراعة على الصمود أو خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، ينبغي لتمويل الأنشطة المرتبطة بالمناخ أن يركز على استخدام نقاط استغلال استراتيجية من أجل توجيه كميات أكبر من التمويل باتجاه تحقيق النتائج المتعلقة بالمناخ. وينبغي، على وجه الخصوص، توجيه الأموال العامة نحو:

- تعزيز البيئة التمكينية المطلوبة لتخطي حواجز اعتماد الزراعة الذكية مناخياً؛
- دعم تعميم جهود التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره في الميزانيات المحلية؛
- والإفراج عن رأس المال الخاص من أجل الاستثمار في الزراعة الذكية مناخياً.

تمويل البيئة التمكينية في مجال التنمية الزراعية الذكية مناخياً

يركز التمويل الدولي في قطاعات الزراعة بقوة على تنمية القدرات، بما في ذلك على السياسات وتنظيم الإدارة وتعزيز المؤسسات عبر كافة قطاعات الزراعة. في الوقت عينه، تشكل القيود على القدرات عائقاً رئيسياً أمام فعالية كافة آليات تمويل الأنشطة المرتبطة بالمناخ. وينطبق هذا على الصناديق مثل مرفق البيئة العالمية والصندوق الأخضر للمناخ حيث يتمثل العائق الرئيسي أمام تحقيق الأثر في التكلفة العالية لصياغة المشاريع. ولكن حتى بعد أن تعد المشاريع وتتم الموافقة عليها، يمكن للإفراج عن الأموال ولتحقيق المشاريع ثمارها أن يكون أمراً صعباً أيضاً. ويمكن للصناديق والبرامج المرتبطة بالإعداد أن تدعم قدرة الهيئات الوطنية والإقليمية على تلقي وإدارة التمويلات للأنشطة المرتبطة بالمناخ.

وبحسب ما أظهره الفصل 5، هناك حاجة متواصلة إلى دعم صياغة السياسات والمؤسسات لتيسير وضمان الاستثمارات العامة والخاصة من أجل التنمية الريفية. ويشدد تغير المناخ على الحاجة إلى مؤسسات قوية تدعم الإدارة المتكاملة للموارد الطبيعية والعمل الجماعي. ينطبق ذلك أيضاً على السياسات والبرامج المخصصة للوقاية من المخاطر المناخية ونقاط الضعف المحددة وإدارتها، من قبيل تفاوت منسوب تساقط الأمطار والأحداث المناخية القصوى والارتفاع الحاد في تفشي آفات النباتات والأمراض الحيوانية. وستكون نظم الانذار المبكر وآليات تقاسم المعلومات على طول سلسلة القيمة الغذائية حاسمةً لنجاح التنمية الزراعية الذكية مناخياً.

وكثيراً ما تكون السياسات والمؤسسات التي توفر المعلومات الملائمة والحوافز إلى منتجي الأغذية ضعيفة في مواجهة الأحداث القصوى المتصلة بالمناخ، أو في التغلب على العقبات التي تعترض سبيل اعتماد الممارسات الزراعية الذكية مناخياً. وفي الحالة الأولى، يؤدي التصميم الدقيق لبرامج الحماية الاجتماعية التي تضمن حداً أدنى من الدخل أو الوصول إلى الغذاء دوراً مهماً ضمن استراتيجية أوسع لإدارة المخاطر الزراعية. وكما سبق وناقش الفصل 3، سيكون تحسين وصول أصحاب الحيازات الصغيرة إلى الخدمات المالية مهماً لدعم جهودهم في التصدي لتغير المناخ.

ومع بيئة تمكينية أفضل يكون بمستطاع التمويل العام الدولي المحدود هو أيضاً تأدية دور المحفز في ما يخص حشد الالتزامات من جانب المصادر الأخرى في القطاعين العام والخاص. ويشكل الائتلاف الواسع من المنظمات غير الحكومية والمؤسسات الخاصة التي وقعت، في عام 2014، إعلان نيويورك بشأن الغابات مثلاً عن الدور المحفز الذي يمكن للتمويل العام أن يؤديه. ويسعى الائتلاف إلى خفض الانبعاثات العالمية لغازات الاحتباس الحراري بين 4,5 و8,8 جيغا طن سنوياً (Conway وآخرون، 2015). ومن الأرجح أن يكون التمويل العام لجهود خفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات قد أدى دوراً في حفز مشاركة القطاع الخاص عبر خفض المخاطر المرتبطة بمشاركة البلدان وتحسين استعداد البلدان لجهة الأطر المؤسسية الضرورية.

ومن الأهداف المحورية التي أعرب عنها القطاع الخاص من خلال الإعلان، القضاء على إزالة الغابات المرتبطة بإنتاج السلع التجارية على غرار زيت النخيل والصويا والورق ومنتجات الأبقار بحلول 2020. ويقوم كبار المستثمرين المؤسسيين كذلك بتغيير وجهة الاستثمارات لكي تتسق مع الأهداف المناخية كخفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات. مثلاً بدأ صندوق التعويضات النرويجي بالتنازل عن الأسهم في الشركات المرتبطة بالإنتاج غير المستدام لزيت النخيل الأمر الذي يمكن أن يعتبر اتساقاً للتمويل الخاص مع الأهداف العالمية للتخفيف من وطأة تغير المناخ.

تعميم مسألة تغير المناخ في الميزانيات المحلية

تعتبر ميزانيات الحكومات المحلية مصدراً رئيسياً للتمويلات العامة ذات الصلة بالمناخ. وهي تشكل مصدراً للاستثمارات العامة في الزراعة يفوق بأشواط مقدمي التمويل العام الدولي الخاص بالأنشطة المتعلقة بالمناخ. ولا يوجد تقييم شامل متاح لتتبع تمويل الأنشطة المرتبطة بالمناخ من جانب الميزانيات المحلية، وليس هناك نظام تصنيف متفق عليه لتخصيص الميزانيات الوطنية لغايات المناخ، يتيح المقارنات الدولية أو التجميع. ولكن تشير أدلة من 11 بلداً إلى أن الموارد المحلية تشكل جزءاً هاماً، وفي بعض الحالات، تكون جزءاً مهيمناً حتى من الإنفاق في مجال تغير المناخ (برنامج الأمم المتحدة الانمائي، 2015). بالإضافة إلى ذلك، قد تكون هناك صناديق للتنمية الريفية لا تقع بالمعنى الدقيق تحت فئة تمويل الأنشطة المتصلة بالمناخ ولكنها "ذات صلة بالمناخ" بمعنى أنه من خلال سعيها إلى تحقيق أهداف أخرى للسياسات، يمكنها أن تؤثر في نتائج تغير المناخ، في مجالات مثل القدرة على الصمود أو مستويات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

ولكي تتحقق أهداف السياسات المتصلة بالمناخ، على الميزانيات المحلية للاستثمارات الزراعية أن تبيّن الإدراج المنتظم لاعتبارات تغير المناخ في السياسات والتخطيط، بحسب ما يحددها الفصل 5. في هذا الصدد، يتعين تناول سياسات الدعم الزراعي في السياق الأوسع للسياسة المناخية. فعلى سبيل المثال قد يؤدي دعم المدخلات إلى الاستخدام غير الكفؤ للأسمدة الاصطناعية ومبيدات الآفات وقد يزيد من كثافة انبعاثات الإنتاج.

ويبين تحليل تجميعي للإنفاق العام المتصل بالمناخ والاستعراضات المؤسسية في 20 بلداً من أفريقيا وآسيا والمحيط الهادئ، أن الزراعة تحتل مكانة بارزة جداً، تتقدمها فقط الأشغال العامة والنقل، مع احتلال المياه والري مجالاً بارزاً آخر على صعيد الإنفاق. وتقدم حصص كبيرة من الإنفاق ذي الصلة بالمناخ من خلال الحكومات المحلية. أما الاستخدام الفعال للأموال المسيرة بهذه الطريقة فيتطلب التنسيق المناسب مع السياسات الوطنية وتحسين قدرات التنفيذ على المستوى المحلي. ويبين الاستعراض أنه فيما حققت البلدان تقدماً ملحوظاً في إرساء السياسات الوطنية بشأن المناخ، كان التكامل محدوداً مع السياسات القطاعية ودون الوطنية، ما أدى إلى قلة تناسق في كيفية معالجة تغير المناخ. والآليات التي تكفل إبراز أولويات السياسات في برامج الإنفاق العام قد كانت غائبة هي الأخرى، وكذلك الأمر بالنسبة إلى الأطر التي تقيم أداء الإنفاق المتصل بالمناخ (رغم تسجيل بعض التقدم). وكما هي الحال بالنسبة إلى آليات التمويل الدولي، تبقى القدرات - الفنية والتشغيلية على حد سواء - بمثابة تحد شامل في سياقات كثيرة (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 2015).

وبغية ضمان التعميم الكامل لتغير المناخ في الإنفاق العام، يوصي استعراض برنامج الأمم المتحدة الإنمائي باعتماد إطار تمويلي أو مالي شامل للأنشطة المرتبطة بالمناخ، يتضمن: تخطيط الاستراتيجيات والأعمال المتعلقة بتغير المناخ وتحديد كلفتها على المدى المتوسط والبعيد؛ ووضع نهج يشمل الحكومة كلها ليستقطب كل أصحاب المصلحة المعنيين؛ واستقطاب المصادر العامة لتمويل الأنشطة المرتبطة بالمناخ (من محلية ودولية) إلى النظام الوطني للتخطيط ووضع الميزانيات، على أن تقدم من خلال النظم القطرية؛ والتوفيق بين المصادر الخاصة لتمويل الأنشطة المرتبطة بالمناخ وبين الإطار الشامل للسياسات. وبدأ عدد من البلدان يحرز تقدما في تعزيز آلياته الخاصة بتقدير الاستثمارات من أجل إدراج تغير المناخ (انظر الإطار 27).

تبين الأدلة الناجمة عن الدراسات القطرية ضرورة تطوير القدرات للسماح للحكومات بالتقدم نحو إدراج منهجي للإجراءات المتعلقة بتغير المناخ في ميزانياتها (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 2015). «

الإطار 27

إدراج تغير المناخ في التقييمات الاقتصادية

قادت وزارة الزراعة والتعاونيات في تايلند جهود تبسيط الميزانية في البلاد، منتقلة من التقييم النوعي لصلة السياسات والبرامج بالمناخ إلى نهج كمّي مستعيناً بتحليل التكلفة والعائد. وأعيد احتساب نسب الفوائد إلى التكاليف في ما يخص كل سياسة من أجل تحديد تأثير تغير المناخ والتكاليف المرتبطة به. وأما الفارق بين نسب الفوائد إلى التكاليف في سياق تغير المناخ وبين سيناريو "بقاء الأمور على حالها" فيؤدي إلى علامة للصلة بتغير المناخ ما يقدم دلالة إلى صانعي السياسات والمدراء على التغيّر في أهمية البرنامج المعين في حال تم احتساب تغير المناخ. تشير التحليلات التجريبية إلى أن احتساب تغير المناخ يزيد من فائدة البرامج التي تديرها الوزارة، بين 10 و20 في المائة. وتسلط النتائج أيضاً الضوء على فرص لتحسين التصميم (حكومة تايلند، 2014). لم يؤد تقييم لاستثمار جديد كبير في تحسين توزيع المياه وتحويلها فقط إلى تعزيز تفنيد الميزانية في ما خص المشروع، ولكنه أبلغ كذلك إعادة تصميم قنوات التحويل ونظم التحكم بالفيضانات (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 2015).

وفي كمبوديا، يفيد تجريب نهج مماثل في وزارة الزراعة والحراجة ومصايد الأسماك أنه يمكن إلى حد كبير تحسين فعالية البرامج التي تديرها الوزارة حينما يراعى تغير المناخ. ويمكن للتحليل دعم طلبات الحصول على التمويل من وزارة الاقتصاد والمالية التي اعتمدت في عام 2016 شرطا في الخطوط التوجيهية للميزانية الوطنية يقضي بضرورة تحديد برامج ذات صلة بالمناخ (انظر الحلف الكمبودي المعني بتغير المناخ، 2015 وحكومة كمبوديا، 2016).

الإطار 28

تعميم تغير المناخ في مؤسسات التمويل الدولية

مع اكتساب أهمية تغير المناخ وطبيعته الشاملة لعدة مجالات، مزيداً من الاعتراف في الأوساط الإنمائية، بدأت المؤسسات المالية الدولية بوضع نهج وأدوات وبروتوكولات محددة لإدراج اعتبارات تغير المناخ في التصميم والتنفيذ. تسلط الالتزامات العامة المشتركة الأخيرة الضوء على التقارب حول المبادئ الرئيسية وتزايد الطموحات.

وفي ديسمبر/كانون الأول 2015، اعتمدت مجموعة مكونة من 26 مؤسسة مالية كبرى خمسة "مبادئ طوعية لتعميم الإجراءات المتعلقة بالمناخ ضمن المؤسسات المالية" (البنك الدولي، 2015):

- الالتزام بالاستراتيجيات الخاصة بالمناخ؛
- إدارة المخاطر المناخية؛
- تعزيز الأهداف الذكية مناخياً؛
- تحسين أداء المناخ؛
- تحمل المسؤولية عن الأعمال المتعلقة بالمناخ.

ويوضح المثل المتعلق بالبنك الدولي نُهج التنفيذ المحددة. وقد التزمت المؤسسة الإنمائية الدولية، وهي الجزء من البنك الذي يساعد أفقر بلدان العالم، بإدراج الاعتبارات المتعلقة بالمناخ ومخاطر الكوارث في تحليل التحديات الإنمائية للبلدان وأولوياتها، وفي البرامج الناتجة عنها. وينبغي التدقيق في كل العمليات الجديدة في ما خص تغير المناخ ومخاطر الكوارث على المدى القريب والبعيد، وحيثما توجد مخاطر، ينبغي معالجتها بواسطة الإجراءات المناسبة على مستوى القدرة على الصمود. وقد تم وضع أدوات للتدقيق على مستوى السياسات الوطنية إلى جانب أدوات لمستوى المشاريع وأداة قطاعية محددة للزراعة. والأدوات مصممة للمساعدة على زيادة فعالية الاستثمارات وطول أمدها.

ومن أجل استكمال عملية التدقيق وتيسير وضع الحلول المناسبة، قام البنك الدولي، بالاشتراك مع مجموعة واسعة من المنظمات كذلك بتعزيز إتاحة قاعدات البيانات والأدوات والمعارف لدعم تصميم التنمية الذكية مناخياً. ويطبق تدقيق المخاطر المناخية الآن على جميع مشاريع المؤسسة الإنمائية الدولية وسوف يوسّع ليشمل عمليات البنك الدولي الأخرى في مطلع 2017. وتعترف خطة العمل بشأن تغير المناخ لعام 2016 للبنك بأن تغير المناخ يهدد مهمتها المركزية المتمثلة في خفض الفقر وتتعهد بالانتقال من التدقيق المبكر إلى التصميم المسبق من منظور مناخي، دعماً للبلدان في تنفيذ الالتزامات المعتزمة المحددة وطنياً/ الالتزامات المحددة وطنياً (البنك الدولي، 2016).

» وينبغي للتمويل المخصص للأنشطة المرتبطة بالمناخ أن يدعم تعزيز النظم الوطنية وقدرتها على التعميم. ويتضمن ذلك:

- استعراض إجراءات التخطيط والميزانية والأدوار المؤسسية المرتبطة بها من أجل تحديد ومعالجة العثرات - في السياسات والحوافز والمؤسسات – التي تعيق اعتماد نهج متكامل في مجال تغير المناخ؛
- تعزيز قدرة المؤسسات المعنية وأصحاب المصلحة على المستويين الوطني ودون الوطني، ولا سيما الخبرة الفنية والوظيفية لترجمة السياسات إلى برامج وميزانيات وتعقب الأداء وتقييمه؛
- تعزيز أطر الشفافية لإثبات النتائج وضمان المساءلة.

وينبغي القيام بالمزيد من العمل لتحسين المنهجيات من أجل الاستعراضات العامة للنفقات المتعلقة بالمناخ، وتقييمات الفعالية ووضع خطوط توجيهية وأدوات عملية يمكن للبلدان تكييفها مع ظروفها المحددة بما في ذلك إدماج مفهوم تغير المناخ في تحاليل كفاءة التكلفة وتقييم الاستثمارات. لدى تحديد آليات التصميم والتقييم المناسبة وطنياً للاستثمارات، يمكن للحكومات أن تستخلص الدروس من تجربة مؤسسات التمويل الدولية التي سبق لها أن وضعت نهجاً وبروتوكولات لتعميم تغير المناخ في محفظاتها (الإطار 28).

ينبغي للجهود الرامية إلى تعزيز إدماج مفهوم تغير المناخ في الميزانيات المحلية أن تتسق مع الجهود المتواصلة لتعزيز التمويل وإدارة النفقات. وكما أنه لا ينبغي اعتبار تغير المناخ كموضوع مستقل، على تعميم تغير المناخ في الميزانيات أن يعالج في سياق النظم العامة للإدارة المالية في البلاد.

الإفراج عن رأس المال الخاص للاستثمار في الزراعة الذكية مناخياً[15]

يعتبر الاستثمار الخاص أهم مصدر للاستثمارات الزراعية (منظمة الأغذية والزراعة، 2012). ولكن، بحسب ما ناقش الفصل 3، تبقى قلة الوصول إلى التمويل المناسب والكافي والقادر على إطلاق العنان للقدرات الكاملة للاستثمارات الخاصة، قيداً كبيراً على صغار المزارعين والمشاريع الزراعية الصغيرة والمتوسطة. وتتمثل التحديات الرئيسية في تكاليف عمليات التسليف للعملاء صغار الحجم والمشتتين الذين لا يتمتعون بثقافة مالية تذكر، وفي ثغرات المعلومات وعدم الاتساق بين مقترحات التمويل القابلة للاستمرارية في الزراعة وإدارة المخاطر الفعلية والمتصورة. ويتمثل أحد التحديات الرئيسية، الذي سوف يتفاقم جراء الزيادات المتوقعة في تفاوت المناخ، في عدم قدرة كل من المزارعين والممولين على الإدارة الكاملة لتأثير التقلبات الموسمية على التدفقات النقدية.

وسيتطلب تكييف نظم إنتاج الأغذية للاستجابة لتغير المناخ استثمارات مباشرة كبيرة في زيادة إنتاجية المزارعين وقدرتهم على التكيف، مع خفض حدة الانبعاثات في الإنتاج. ولن يستوجب ذلك فقط زيادة كبيرة في مبلغ رأس المال المتاح بل أيضاً مهلاً أطول لاستحقاق الدين (من 5 إلى 7 سنوات) وجداول أكثر مرونة لتسديد المتوجب يتم تكييفها مع التدفقات النقدية. وسيتيح ذلك للمزارعين بأن يقوموا بالاستثمارات الضرورية للحفاظ على الغلات الحالية ولإنتاج المزيد من الغذاء على مساحات أقل من الأراضي واعتماد الممارسات والتكنولوجيات التي من شأنها زيادة القدرة على الصمود فيما تخفض الانبعاثات كذلك.

ويمكن لتمويل الأنشطة المرتبطة بالمناخ المساعدة على معالجة القيود التي تمنع مزودي الخدمات المالية من تقديم أنواع الخدمات المالية التي يحتاج إليها أصحاب الحيازات الصغيرة والمشاريع المتوسطة والصغيرة للقيام باستثمارات ذكية مناخياً. وبوسعه أداء دور محفز من خلال الإفراج عن مصادر أخرى من رؤوس الأموال الخاصة ودعم القطاع الزراعي ليصبح جزءاً من حلول تغير المناخ. وعبر ردم هوة التمويل وحفز الاستثمارات التي لا يمكن أن تحصل من دون توفر الظروف التمكينية الصائبة، بوسع التمويل في مجال المناخ أن يعزز آليات إدارة المخاطر، ويرعى صياغة المنتجات المالية المناسبة، ويعالج القيود المفروضة على القدرة التي يعاني منها كل من المقرضين والمقترضين. من خلال الدعم الاستراتيجي يمكن لتمويل الأنشطة المرتبطة بالمناخ أن يبرهن عن قابلية الاستثمارات الزراعية الذكية مناخيا للاستمرار في نظر المستثمرين في القطاع الخاص والمصارف التي لا تزال مترددة إزاء توسيع تسليفاتها في القطاع الزراعي.

ويمكن لهذا التمويل، بشكل خاص، أن يدعم تصميم آليات مبتكرة لحشد مصادر إضافية لرأس المال من مصادر خاصة وعامة على حد سواء، يمكن توجيهها من ثم إلى استثمارات ذكية مناخياً. وتتضمن تلك الآليات:

15 بالاستناد إلى البنك الدولي (2016).

- رعاية الشراكات بين القطاعين العام والخاص من أجل حشد الموارد والخبرات والقدرات لدى مختلف أصحاب المصلحة. وبوسع تلك الشراكات رأب الهوة القائمة بين المستثمرين المحتملين والمؤسسات المتوسطة والصغيرة أو المزارعين الذين لا يستطيعون الاتصال بالمستثمرين أو غير قادرين على أن يبرروا بإقناع، اقتراحاتهم الاستثمارية؛
- تصميم وتجريب أدوات مبتكرة للاستثمار تستطيع المساعدة على جذب المزيد من رأس المال عبر تنويع وإدارة خصائص العائد على المخاطرة لدى مختلف المستثمرين (مثل الهيكليات متعددة الطبقات لرأس المال يمكن فيها للتمويل العام أن يمتص المخاطر المتصلة بتغير المناخ أو يمدد معدلات التسديد بما يناسب التدفقات النقدية للمشاريع)؛
- ودعم صياغة مجموعة أوسع من الصكوك المالية وتجميعها من أجل زيادة الفعالية وتوفير حلول أكثر شمولاً. تتضمن تلك الصكوك منتجات التأمين وإيصالات المستودعات وتمويل سلاسل القيمة.

ويمكن لتمويل الأنشطة المرتبطة بالمناخ أيضاً أن يمول المساعدة الفنية التي تحتاج إليها الجهات الفاعلة في النظام المالي حاجة ماسة من أجل تعزيز قدراتها على إدارة المخاطر الزراعية وتلبية الشروط المحددة لأصحاب الحيازات الصغيرة والمشاريع المتوسطة والصغيرة والتي يجب أيضاً تعزيز مهاراتها في التجارة والإدارة المالية كي تتمكن من استغلال بدائل التمويل الناشئة. على دعم القدرات أن يركز على تقوية مهارات المقترضين والمقرضين من حيث تحديد وتنفيذ الاستثمارات التي تعزز القدرة على الصمود بوجه المناخ وحيثما أمكن، المساهمة في خفض الانبعاثات. وعلى دعم قدرات المقرضين أن يركز على تحسين فهمهم للمخاطر في قطاعات الزراعة ووضع منتجات مالية زراعية وخدمات لدعم الاستثمارات، مصممة على الطلب.

وسوف تستمر تكاليف العمليات في طرح تحد أمام التمويل الزراعي في المستقبل المنظور. ولكن، عبر الاستفادة من التوجه نحو اعتماد الخدمات المالية المتنقلة، بوسع التمويل في مجال المناخ أن يدعم ويعزز صياغة وتنفيذ تلك الخدمات التي تلبي احتياجات أصحاب الحيازات الصغيرة والمؤسسات المتوسطة والصغيرة إلى الاستثمارات الذكية مناخياً في المناطق النائية. ■

الاستنتاجات

لا يزال هناك الكثير مما ينبغي القيام به لتعزيز البيئة التمكينية للاستثمارات الزراعية الذكية مناخياً، ولتعميم مفهوم تغير المناخ في تخصيصات الميزانية المحلية وتنفيذها، والإفراج عن رأس المال الخاص من أجل التنمية الزراعية الذكية مناخياً. ويمكن استخدام التمويل الدولي للأنشطة المرتبطة بالمناخ استخداماً استراتيجياً من أجل حشد الأموال العامة المحلية وتمويل القطاع الخاص فضلاً عن الموارد العامة الدولية الأخرى.

ولا تزال نسبة التعهدات الجديدة بتقديم تمويلات مرتبطة بالمناخ موجهة نحو دعم أعمال التكيف والتخفيف في قطاعات الزراعة غير واضحة، إلا أن المبالغ ستكون كبيرة. ويتطلب الانتقال إلى نظم غذائية وزراعية مستدامة وقادرة على الصمود وذكية مناخياً، التكيف مع تغير المناخ والالتزام بالتخفيف من وطأة تغير المناخ على امتداد قطاعات الزراعة. وسيكون الانتقال رهن أفعال صانعي السياسات والمجتمع المدني والمزارعين والرعاة والحراجين والصيادين فضلاً عن أصحاب المصلحة على امتداد سلاسل قيمة الأغذية والزراعة حول العالم. ومن الضروري ضمان أن تكون إتاحة تمويل الأنشطة المرتبطة بالمناخ لقطاعات الزراعة متناسبة مع الدور الذي على القطاع تأديته في مجال الأمن الغذائي والاستجابة إلى تحديات تغير المناخ اليوم وفي المستقبل.

الملحق

بيانات عن التمويل العام الدولي للأنشطة المرتبطة بالمناخ من أجل الزراعة والحراجة ومصايد الأسماك

إن البيانات المعروضة في الفصل 6 مستقاة من مجموعتي بيانات تستخدمان لفهم التمويل العام الدولي لأنشطة التخفيف من وطأة تغير المناخ والتكيف معه في القطاع الزراعي. الأولى هي نظام إبلاغ الدائنين التابع لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي أما الثانية فهي قاعدة المعلومات المحدثة للصندوق المعني بالمناخ (CFU) التابع لمعهد التنمية الخارجية، المملكة المتحدة.

وتغطي بيانات نظام إبلاغ الدائنين الصناديق المخصصة للشأن المناخي فضلاً عن الالتزامات الثنائية ومتعددة الأطراف الموجهة نحو التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته. وأما الثانية فتركز على الصناديق متعددة الأطراف المعنية بالمناخ التي أنشئت صراحة لمعالجة تغير المناخ. بالنسبة إلى التمويلات المرتبطة بالمناخ والموجهة نحو القطاع الزراعي، تتضمن الأولى عدداً كبيراً من الصناديق المخصصة للمناخ التي تتناولها الثانية، ولكن ليس كلها (انظر الجدول). وتتضمن بيانات المجموعة الأولى كذلك الجزء المرتبط بالمناخ من صناديق التنمية العامة من المؤسسات متعددة الأطراف، فيما أن الثانية لا تتضمن أي تمويلات من صناديق تنمية عامة (انظر الجدول). وتتناول الأولى صناديق المانحين الثنائيين فيما أن هذه الصناديق تقع خارج نطاق الثانية.

وكما هي الحال مع أية مجموعات بيانات، هناك قيود واضحة على استخدام بيانات أية من المجموعتين لفهم التمويل العام الدولي للمشاريع المتعلقة بتغير المناخ في القطاع الزراعي. وتتناول المجموعتان كلاهما بعضاً من الصناديق المعنية بالمناخ نفسها. وأما بالنسبة إلى الأرقام والجداول الواردة في هذا الفصل والتي تتضمن بيانات من كل من المجموعتين، فقد قمنا بالتالي بتعديل كل مجموعة بيانات بناءً على ذلك (فحذفنا الصناديق المبينة باللون الرمادي في الجدول من كل مجموعة بيانات معنية) بحيث يظهر أقل حد ممكن من تكرر التعداد في الأرقام. وتعذر تحديد، وبالتالي حذف، صناديق برنامج التأقلم لصالح زراعة أصحاب الحيازات الصغيرة في بيانات كل من المجموعتين.

كما تفتقر مجموعتا البيانات كلاهما إلى الشمولية. فعلى سبيل المثال، لا تنطوي مجموعة بيانات نظام إبلاغ الدائنين التابع لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي على كل البلدان المانحة؛ وهي تقتصر على المساعدات التي تعهدت بها البلدان الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي وبالتالي فهي تستثني المساعدة الصادرة عن بلدان مثل الصين. وبالإضافة إلى ذلك، هناك نقص في المعلومات بشأن مدى قيام المشاريع والتمويلات المبلغ عنها بدعم النتائج على مستوى المناخ. وقد أُثيرت مسائل عديدة تتعلق بكيفية تحديد المشاريع ("تخصيصها") على أنها تدعم التكيف و/أو التخفيف من وطأة تغير المناخ (Caravani وNakhooda وTerpstra، 2014؛ Michaelowa وMichaelowa، 2011).

تغطية مجموعات البيانات بشأن التمويل العام الدولي لأنشطة التصدي لتغيّر المناخ واردة في الفصل 6

	نظام إبلاغ الدائنين التابع لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي	تحديث صناديق المناخ التابعة لمعهد التنمية الخارجية (CFU)
الصناديق المخصصة للمناخ	◄ برنامج التكيف لصالح زراعة أصحاب الحيازات الصغيرة	◄ صندوق التكيّف ◄ صندوق الأمازون ◄ صندوق غابات حوض الكونغو ◄ مرفق الشراكة للحد من انبعاثات كربون الغابات ◄ التحالف العالمي لمكافحة تغيّر المناخ ◄ برنامج الأمم المتحدة للتعاون في مجال خفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتدهورها في البلدان النامية
	◄ برنامج الاستثمار في الغابات ◄ الصندوق الخاص بأقل البلدان نموا ◄ البرنامج التجريبي للمرونة المناخية ◄ الصندوق الخاص لتغير المناخ	◄ برنامج الاستثمار في الغابات ◄ الصندوق الخاص بأقل البلدان نموا ◄ البرنامج التجريبي للمرونة المناخية ◄ الصندوق الخاص لتغير المناخ
	◄ مرفق البيئة العالمية- جميع مجالات التركيز	◄ مجال التركيز على تغيّر المناخ في مرفق البيئة العالمي
المساعدة الإنمائية المتعددة الأطراف الأخرى	◄ الصندوق الدولي للتنمية الزراعية ◄ البنك الدولي للإنشاء والتعمير ◄ الرابطة الدولية للتنمية ◄ مصرف التنمية الآسيوي ◄ الصندوق النرويجي للتنمية	لا ينطبق
المساعدة الإنمائية الثنائية	◄ التزامات قطعتها الدول الأعضاء وغير الأعضاء في لجنة المساعدة الإنمائية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي	لا ينطبق

المصادر: منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (2015أ) ومعهد التنمية الخارجية (2015).

الملاحق الاحصائية

إكوادور
نباتات ومحاصيل
مروية في وادي شوتا.
©FAO/E. Yeves

الملاحق الاحصائية

ملاحظات بشأن الجداول المرفقة

ملاحظة رئيسية

تستخدم المصطلحات التالية في الجداول:

.. = بيانات غير متوفّرة

0 أو 0,0 = لا يوجد أو لا شيء يذكر

خانة فارغة = لا ينطبق

قد تختلف الأرقام الواردة في الجداول عن تلك الواردة في مصادر البيانات الأصلية بسبب التقريب أو معالجة البيانات. ولفصل الكسور العشرية عن الأرقام الصحيحة توضع هذه النقطة (.).

الحواشي الفنية

الجدول ألف1.

التغيّرات المتوقّعة في غلال المحاصيل بفعل تغيّر المناخ في كافة أنحاء العالم

المصدر: البيانات هي نفسها المستخدمة في Porter وآخرون (2014) وChallinor وآخرون (2014). وتتوفّر نسخة محيّنة للبيانات على العنوان التالي http://www.ag-impacts.org.

ملاحظات: استُمدت الدراسات من مسح شامل للمنشورات تضمّن نماذج إحصائية ونماذج قائمة على عمليات. وتبرز اختلافات منهجية واسعة بين الدراسات، وهي تستند إلى نماذج مناخية ومحصولية متباينة، وإلى مستويات مختلفة من الانبعاثات. وتشمل بعض الدراسات التكيّف مع تغيّر المناخ، في حين لا تتناول دراسات أخرى هذه المسألة.

المرجع يشير إلى المؤلف أو المؤلفين وسنة إعداد الدراسات بما يشمل تقدير (تقديرات) التغيير في غلال المحاصيل. وترد المقتطفات الكاملة في مراجع في التقرير الرئيسي.

الموقع الجغرافي هو المحافظة أو الولاية أو البلد أو المنطقة التي يشير إليها تقدير التغيير في الغلال المحصولية، باستخدام مصطلحات وتصنيفات جغرافية ترد في مجموعة البيانات الأصلية. وتخصص بعض التقديرات للمستوى العالمي. وتستخدم الإشارة التالية: (1) يعتبر أنّ التقدير هو لموقع في منطقة متقدّمة؛ (2) التقدير لموقع في منطقة نامية؛ (3) والتقدير عالمي أو غير محدّد.

الفترة تشير إلى منتصف سنة التوقّع - تحتسب من سنة البداية إلى السنة الأخيرة في المحاكاة - وتأخذ في الاعتبار الفترة الزمنية التي تنتمي إليها. على سبيل المثال، قد تكون التقديرات المستمدة من دراسة أعدّت في عام 2010 توقّعات لعامي 2050 و2080؛ وفي هذه الحال، يعتبر عام 2065 بمثابة منتصف المدّة وتجمع التقديرات وفقاً لذلك في حيّز للفترة 2050-2069.

المحاصيل (التغيير المقدّر في الغلال) تفيد بالمحاصيل أو مجموعات المحاصيل، وبين هلالين، تقديرات التغيير (التغييرات) المتأتية عن تغيّر المناخ في الغلة (الغلال) موضع البحث. وتشير بعض الدراسات إلى أكثر من تقدير واحد لموقع معيّن، ومدّة زمنية محددة، ومحصول محدد؛ ويعزى ذلك إلى استخدام أكثر من مزيج من النماذج المناخية، ومستويات الانبعاثات، ونماذج المحاصيل، والتكيّف مع تغيّر المناخ و/أو عدمه.

الجدول ألف2.

صافي الانبعاثات وعمليات الإزالة من الزراعة والغابات والاستخدامات الأخرى للأراضي بمكافئ ثاني أكسيد الكربون، 2014

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2016.

يعبّر عن **الانبعاثات الناجمة عن الزراعة** بمكافئ ثاني أكسيد الكربون وتتكوّن من الميثان وأكسيد النتروجين، وهي تنتج بفعل عمليات التحلّل الهوائي واللاهوائي في أنشطة إنتاج المحاصيل والثروة الحيوانية وإدارتها.

وتحتسب عند المستوى 1 تبعاً للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن العمليات الوطنية لحصر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وتقدّر الانبعاثات كناتج مستوى النشاط (من قبيل عدد الحيوانات، والمساحة المحصودة، وتطبيق الأسمدة أو غيرها) وعامل الانبعاثات المحدّد من جانب الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وهي تشمل المجالات الفرعية التالية: حرق بقايا المحاصيل (الميثان، أكسيد النتروجين)؛ حرق السفانا (الميثان، أكسيد النتروجين)؛ بقايا المحاصيل (أكسيد النتروجين)؛ زراعة التربة العضوية (أكسيد النتروجين)؛ التخمّر المعوي (الميثان)؛ إدارة الروث الحيواني (الميثان، أكسيد النتروجين)؛ ترك الروث الحيواني في المراعي (أكسيد النتروجين)؛ تطبيق الروث الحيواني على التربة (أكسيد النتروجين)؛ زراعة الأرز (الميثان)؛ والأسمدة الاصطناعية (أكسيد النتروجين).

تتكوّن الانبعاثات/عمليات الإزالة من الغابات من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن تدهور الأراضي الحرجية وعمليات إزالة الكربون (بالوعات الكربون) عن طريق الأراضي التي بقيت أراض حرجية من السنة t–1 حتى السنة t. وعلى المستوى القطري، تكون البيانات بشأن الغابات إما إيجابية (صافي الانبعاثات) أو سلبية (صافي البالوعات).

الانبعاثات من صافي تحويل الغابات هي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن إزالة الغابات، أو عن تحويل الأراضي الحرجية إلى استخدامات أخرى.

تتكوّن **الانبعاثات الناجمة عن حرق الكتلة الأحيائية** من الغازات التي تنتج من حرق الكتلة الأحيائية للأصناف التالية: الغابات الاستوائية الرطبة، الغابات الأخرى، والتربة العضوية. وهي تتكوّن من الميثان، وأكسيد النتروجين، ومن ثاني أكسيد الكربون أيضاً فقط في حالة التربة العضوية.

الانبعاثات الناجمة عن التربة العضوية لأراضي المحاصيل هي الانبعاثات المرتبطة بخسائر الكربون بفعل نضوب التربة العضوية في أراضي المحاصيل.

الانبعاثات الناجمة عن التربة العضوية للمروج هي الانبعاثات المرتبطة بخسائر الكربون بفعل نضوب التربة العضوية في المروج.

الجدول ألف3.

الانبعاثات الزراعية بمكافئ ثاني أكسيد الكربون حسب المصدر، 2014

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2016.

تتكوّن **الانبعاثات الناجمة عن حرق بقايا المحاصيل** من غازات الميثان وأكسيد النتروجين الناتجة من اشتعال نسبة مئوية من بقايا المحاصيل التي تحرق في الموقع. وينبغي أن تقدّر كتلة الوقود المتوفّرة للحرق من خلال مراعاة الكميّات التي تزال قبل الحرق بفعل الاستهلاك الحيواني، والتعفّن في الحقل، والاستخدام في قطاعات أخرى (مثلاً الوقود الحيوي، علف الماشية المحلية، مواد البناء). وتقدّر الانبعاثات بوصفها ناتج لعامل انبعاثات محدّد من جانب الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ وبيانات الأنشطة (حجم الكتلة الأحيائية المحروقة الذي يحتسب من المساحة المحصودة للقمح، والذرة، والأرز، وقصب السكر).

تتكوّن **الانبعاثات الناجمة عن حرق السفانا** من غازات الميثان وأكسيد النتروجين الناتجة من حرق الكتلة الأحيائية للنباتات في الأنواع الخمسة التالية لغطاء الأراضي: السفانا، السفانا الحرجية، أراضي الجنبات المفتوحة، أراضي الجنبات المغلقة، والمروج. وتحتسب الانبعاثات على أنّها عامل الانبعاثات المحدّد من جانب الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ مضروب ببيانات الأنشطة (إجمالي كتلة الوقود المحروقة باستخدام قاعدة البيانات العالمية لانبعاثات الحرائق).

تتكوّن **الانبعاثات الناجمة عن بقايا المحاصيل** من الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة لأكسيد النتروجين الناتجة من النتروجين في بقايا المحاصيل وتجدّد العلف/المراعي في الحقول الزراعية التي يخلّفها المزارعون. وتقدّر الانبعاثات المباشرة بأنّها ناتج مستوى الأنشطة (الغلال المحصولية والمساحة المحصودة) وعامل الانبعاثات المحدّد من جانب الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وتشمل المحاصيل موضع البحث الشعير، والفاصوليا الجافة، والذرة، والدخن، والشوفان، والبطاطا، و الأرز غير المقشور، والسلت، والذرة الرفيعة، وفول الصويا، والقمح. وتقدّر أيضاً الانبعاثات غير المباشرة: وهي النتروجين المتأتي عن بقايا المحاصيل وتجدّد العلف/المراعي التي تفقد بفعل التدفق السطحي والرشح.

الانبعاثات الناجمة عن زراعة التربة العضوية هي الانبعاثات المرتبطة بغاز أكسيد النتروجين الناتج من زراعة التربة العضوية (التربة العضوية في أراضي المحاصيل والمروج على السواء). وتقدّر الانبعاثات بأنّها ناتج مستوى الأنشطة (مساحة التربة العضوية المزروعة) وعامل الانبعاثات المحدّد من جانب الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

تتكوّن **الانبعاثات الناجمة عن التخمّر المعوي** من غاز الميثان الناتج من نظم الهضم لدى الماشية (المجترات وغير المجترات). وتقدّر الانبعاثات بأنّها ناتج مستوى الأنشطة (عدد الحيوانات) وعامل الانبعاثات المحدّد من جانب الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وتشمل الماشية موضع البحث الجواميس، والأغنام، والماعز، والجمال، واللاما، والخيول، والبغال، والحمير، والخنازير، والقطعان المنتجة وغير المنتجة للألبان، والدواجن.

تتكوّن **الانبعاثات الناجمة عن إدارة الروث الحيواني** من غازات الميثان وأكسيد النتروجين الناتجة من عمليات التحلّل الهوائي واللاهوائي. وتقدّر الانبعاثات بأنّها ناتج مستوى الأنشطة (عدد الحيوانات) وعامل الانبعاثات المحدّد من جانب الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وتشمل الماشية موضع البحث الجواميس، والأغنام، والماعز، والجمال، واللاما، والخيول، والبغال، والحمير، والبط، والديوك الرومية، والقطعان المنتجة وغير المنتجة للألبان، والدجاج (الدجاج البيّاض والفراريج) والخنازير المخصصة للسوق وللتربية.

تتكوّن **الانبعاثات الناجمة عن الروث الحيواني المتبقي في المراعي** من الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة لأكسيد النتروجين الناتجة من نتروجين الروث الحيواني الذي تخلّفه الماشية في المراعي. وتغطّي بيانات الماشية الفئات الحيوانية التالية: الجواميس، والأغنام، والماعز، والجمال، واللاما، والخيول، والبغال، والحمير، والبط، والديوك الرومية، والقطعان المنتجة وغير المنتجة للألبان، والدجاج (الدجاج البيّاض والفراريج) والخنازير المخصصة للسوق وللتربية.

تتكوّن **الانبعاثات الناجمة عن تطبيق الروث الحيواني على التربة** من الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة لأكسيد النتروجين الناتجة من نتروجين الروث الحيواني الذي يضيفه المزارعون إلى التربة الزراعية. وتغطّي بيانات الماشية الفئات الحيوانية التالية: الجواميس، والأغنام، والماعز، والجمال، واللاما، والخيول، والبغال، والحمير، والبط، والديوك الرومية، والقطعان المنتجة وغير المنتجة للألبان، والدجاج (الدجاج البيّاض والفراريج) والخنازير المخصصة للسوق وللتربية.

تتكوّن **الانبعاثات الناجمة عن زراعة الأرز** من غاز الميثان الناتج من التحلّل اللاهوائي للمادة العضوية في حقول الأرز غير المقشور. وتقدّر الانبعاثات بأنّها ناتج مستوى الأنشطة (المساحة المحصودة للأرز غير المقشور) وعامل الانبعاثات المحدّد من جانب الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

تتكوّن **الانبعاثات الناجمة عن الأسمدة الاصطناعي**ة من الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة لأكسيد النتروجين الناتجة من النتروجين الذي يضيفه المزارعون إلى التربة الزراعية. وتقدّر الانبعاثات بأنّها ناتج مستوى الأنشطة (تطبيق أسمدة النتروجين) وعامل الانبعاثات المحدّد من جانب الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

مجموعات البلدان والتجمّعات الإقليمية

يعرض الجدولان ألف 2 وألف 3 مجموعات البلدان والتجمّعات الإقليمية لجميع المؤشرات. وهي تحتسب لمجموعات البلدان والأقاليم على النحو الوارد أدناه. وقد تختلف المجاميع العالمية والإقليمية قليلا عن تلك المتاحة في قاعدة البيانات الإحصائية الموضوعية في المنظمة (FAOSTAT).

وبالنسبة إلى الجدولين ألف2 وألف3، وكذلك بعض الأرقام والجداول في النص، تتبع التجمّعات الإقليمية وعملية تحديد الأقاليم النامية والمتقدّمة تصنيفاً مماثلاً لتصنيف الرمز الإحصائي الموحد (M49) لشعبة الإحصاءات في الأمم المتحدة، المتاح على العنوان التالي unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49.htm.

ويتمثّل الاختلاف الرئيسي في أنّ "البلدان والمناطق في الأقاليم المتقدّمة"، على النحو المستخدم هنا، تشمل بلداناً حددّت بأنّها بلدان واقعة في أقاليم متقدّمة بحسب الرمز الإحصائي الموحد (M49) لشعبة الإحصاءات في الأمم المتحدة، وكذلك بلداناً في آسيا الوسطى (كازاخستان، قيرغيزستان، طاجيكستان، تركمانستان، وأوزبكستان). وتستثني البيانات الخاصة بالصين البيانات بشأن إقليم الصين الإداري الخاص لهونغ كونغ وإقليم الصين الإداري الخاص لماكاو. ■

الجدول ألف-1

التغييرات المتوقعة في غلات المحاصيل بفعل تغيّر المناخ في سائر أنحاء العالم

المرجع	الموقع الجغرافي	الفترة	المحاصيل (التغيير المقدّر في الغلات)
Abraha وSavage، 2006	جنوب أفريقيا، كوازولو ناتال (2)	2049/2030	الذرة (–7,10، –7,10، –7,8، –7,8، –6,6، –6,6، 9,5، 0,6، 1,8، 1,8، 2,10، 3,10)
Alexandrov وHoogenboom، 2000	بلغاريا (1)	2029/2010	الذرة (–0,12)؛ القمح (0,11، 0,13)
		2069/2050	الذرة (–0,19، –0,1)؛ القمح (0,25، 0,30)
		2089/2070	الذرة (–0,18)؛ القمح (0,26)
Arndt وآخرون، 2011	وسط موزامبيق (2)	2049/2030	الكاسافا (–2,6، –1,3)؛ الذرة (–6,5، –0,3)
	شمال موزامبيق (2)	2049/2030	الكاسافا (–5,6، –1,0)؛ الذرة (–9,2، –9,1)
	جنوب موزامبيق (2)	2049/2030	الكاسافا (–2,3، 4,0)؛ الذرة (–4,4، –9,3)
Berg وآخرون، 2013	أفريقيا والهند (2)	2049/2030	الدخن (–7,26، –1,24، –6,22، –6,14، –1,14، –2,13، –1,13، –4,12، –4,11، –5,10، –7,8، –3,7، –2,7، –8,6، –8,6، –7,6، –2,6، –2,6، –8,5، –6,5، –5,5، –9,4، –8,4، –7,4، –5,4، –4,4، –0,4، –7,3، –6,3، –6,3، –9,2، –8,2، –4,2، –3,2، –1,2، –8,1، –1,1، 0,0، 6,0، 8,0، 3,1، 1,2، 2,1، 9,2، 1,4، 7,11، 1,17، 3,20، 5,30)
	أفريقيا والهند (2)	2089/2070	الدخن (–5,90، –3,44، –0,41، –8,25، –1,25، –6,24، –1,23، –0,23، –5,22، –5,22، –0,22، –5,21، –5,20، –0,20، –4,18، –0,18، –8,17، –4,17، –2,17، –9,16، –3,15، –6,14، –1,14، –6,13، –6,12، –5,12، –4,12، –2,11، –1,11، –0,11، –8,10، –2,10، –2,9، –2,8، –0,8، –7,5، –6,5، –8,4، –8,3، –6,3، –2,3، 9,7، 9,18، 0,23، 8,45، 6,48، 4,56، 2,62)
Brassard وSingh، 2007	جنوب كيبيك؛ كندا (1)	2069/2050	القمح (3,4، 7,10، 0,24)؛ الذرة (4,9، 2,30، 3,31)
Brassard وSingh، 2008	كيبيك، كندا (1)	2069/2050	الذرة (–8,6، –5,6، –6,0، 1,1، 0,4، 1,4)؛ البطاطا (–6,18، –2,16، –4,14، –0,12، –3,11، –8,10)؛ فول الصويا (–1,5، 1,15، 7,18، 3,39، 3,67، 8,84)؛ القمح(–9,18، –2,3، 1,4، 2,4، 4,11، 8,14)
Butt وآخرون، 2005	مالي، 85 منطقة إيكولوجية زراعية (2)	2049/2030	الذرة (–5,13، –2,11، –3,10، –6,8)
Calzadilla وآخرون، 2009	أفريقيا جنوب الصحراء (2)	2069/2050	القمح (–1,24)؛ الحبوب (1,1)؛ الأرز (0,3)
Chhetri وآخرون، 2010	جنوب شرق الولايات المتحدة (1)	2029/2010	الذرة (2,1، 0,2، 7,2، 6,3)
		2049/2030	الذرة (2,4، 4,4، 7,5، 1,6)
		2069/2050	الذرة (3,5، 3,5، 8,5، 0,6)
Ciscar وآخرون، 2011	الجزر البريطانية (1)	2089/2070	القمح، الذرة وفول الصويا (–0,11، –0,9، 0,15، 0,19)
	وسط أوروبا الشمالية (1)	2089/2070	القمح، الذرة وفول الصويا (–0,8، –0,3، –0,1، 0,2)
	وسط جنوب أوروبا (1)	2089/2070	القمح، الذرة وفول الصويا (–0,3، 0,3، 0,5، 0,5)
	أوروبا الشمالية (1)	2089/2070	القمح، الذرة وفول الصويا (0,36، 0,37، 0,39، 0,52)
	أوروبا الجنوبية (1)	2089/2070	القمح، الذرة وفول الصويا (–0,27، –0,12، –0,4، 0,0)
Deryng وآخرون، 2011	الأرجنتين (2)	2069/2050	الذرة (–3,30، –3,26، –7,17، –0,10، –8,9، –8,4، –6,4، –2,2)؛ فول الصويا (–3,39، –1,36، –6,24، –5,20، –5,20، –5,19، –3,19، –2,13)
	البرازيل (2)	2069/2050	الذرة (–1,38، –6,34، –6,28، –3,26، –2,25، –2,23، –2,23، –2,19)؛ فول الصويا (–6,32، –4,31، –2,24، –2,24، –5,23، –7,19، –0,19، –7,15)
	كندا (1)	2069/2050	الذرة (–6,54، –2,45، –2,36، –1,27، 9,4، 3,5، 0,6، 6,21)؛ فول الصويا (–5,66، –9,60، –2,56، –8,46، –7,27، –9,16، –4,11، –9,4)؛ القمح (–4,35، –5,34، –2,22، –2,21، –1,5، –3,3، –1,1، –7,0)

الجدول ألف-1

(متواصل)

المرجع	الموقع الجغرافي	الفترة	المحاصيل (التغيير المقدّر في الغلات)
Deryng وآخرون، 2011	الصين (2)	2069/2050	فول الصويا (–9,45، –9,43، –6,33، –5,32، –9,13، –7,8، –7,6، –1,6)؛ القمح (–3,29، –1,29، –2,19، –8,18، –6,5، –5,5، –3,4، –8,1)
	فرنسا (1)	2069/2050	الذرة (–7,59، –2,46، –9,43، –7,41، –3,30، –0,27، –6,21، –6,11)؛ القمح (–1,49، –5,42، –8,32، –3,31، –5,25، –4,21، –7,13، –5,0)
	ألمانيا (1)	2069/2050	القمح (–0,29، –7,26، –5,15، –6,12، –5,8، –8,3، 0,4، 9,8)
	الهند (2)	2069/2050	الذرة (–0,31، –2,28، –3,26، –9,22، –8,19، –6,18، –9,16، –6,14)؛ فول الصويا (–9,32، –8,27، –6,24، –5,24، –8,21، –0,20، –4,17، –5,15)
	إندونيسيا (2)	2069/2050	الذرة (–9,11، –4,10، –3,10، –6,8، –2,3، –8,2، 8,0، 0,1)
	كازاخستان (1)	2069/2050	القمح (–0,38، –0,28، –4,22، –0,20، –3,12، –3,8، 9,0، 4,2)
	المكسيك (2)	2069/2050	الذرة (–7,39، –0,37، –1,29، –0,27، –6,24، –9,23، –9,18، –0,16)
	باراغواي (2)	2069/2050	فول الصويا (–3,43، –8,28، –0,28، –2,25، –0,18، –3,17، –5,16، –6,13)
	بولندا (1)	2069/2050	القمح(–1,23، –6,19، –0,11، –0,11، 5,6، 2,8، 1,11، 6,17)
	رومانيا (1)	2069/2050	الذرة (–1,48، –7,45، –5,30، –9,25، –9,16، –9,13، 2,1، 5,2)
	روسيا (1)	2069/2050	القمح (–6,29، –2,25، –7,24، –3,21، –5,8، –3,6، –0,6، 3,0)
	جنوب أفريقيا (2)	2069/2050	الذرة (–8,38، –4,31، –4,29، –9,27، –0,26، –6,22، –1,17، –6,14)
	المملكة المتحدة (1)	2069/2050	القمح (–9,32، –9,31، –3,26، –1,20، –2,8، –3,0، 4,3، 2,4)
	أوكرانيا (1)	2069/2050	القمح (–8,28، –1,23، –4,21، –2,17، –5,3، –1,2، 1,7، 3,10)
	الولايات المتحدة الأمريكية (1)	2069/2050	الذرة (–7,44، –6,30، –7,25، –8,22، –9,18، –2,14، –3,1، –5,0)؛ فول الصويا (–7,52، –3,39، –5,36، –2,33، –6,26، –9,24، –8,14، –1,13)؛ القمح (–6,32، –2,23، –6,21، –0,21، –2,17، –9,11، –3,4، –8,2)
Giannakopoulos وآخرون، 2009	شمال شرق المتوسط (صربيا، اليونان وتركيا) (3)	2049/2030	الحبوب (4,4، 5,12)؛ البقول (–2,7، –9,0)؛ الذرة (–6,0، –2,0)؛ البطاطا (–3,9، 4,4)؛ دوار الشمس (–4,5، –9,0)
	شمال غرب المتوسط (البرتغال، إسبانيا، فرنسا، وإيطاليا) (1)	2049/2030	الحبوب (–7,3،4,0)؛ البقول (–4,14، –9,4)؛ الذرة (2,4، 8,8)؛ البطاطا (9,4، 5,7)؛ دوار الشمس (–4,12، –8,2)
	جنوب شرق المتوسط (الأردن، لبنان، وليبيا) (2)	2049/2030	الحبوب (–1,10، –9,4)؛ البقول (–1,30، –3,23)؛ الذرة (–9,7، –7,6)؛ البطاطا (–7,5، –3,4)؛ دوار الشمس (–4,0، 7,3)
	جنوب غرب المتوسط (تونس، الجزائر، والمغرب) (2)	2049/2030	الحبوب (–8,3، –4,3)؛ البقول (–9,23، –5,18)؛ الذرة (–4,9، –4,6)؛ ا لبطاطا (–3,13، –5,1)؛ دوار الشمس (–3,10، –3,4)
Hermans وآخرون، 2010	أوروبا (1)	2069/2050	القمح (0,34، 0,97)
Iqbal وآخرون، 2011	فيصل آباد، باكستان (2)	2029/2010	الذرة (–5,1، –3,1، –4,0، –3,0، –3,0، 7,0، 8,0، 7,1، 9,3)
		2029/2010	الذرة (–1,2، –1,1، –5,0، 0,0، 3,0، 7,0، 7,1، 7,2، 2,3)
		2069/2050	الذرة (–1,8، –4,5، –1,4، –6,3، –0,3، –4,1، –6,0، –5,0، 5,0)
Izaurralde وآخرون، 2001	الولايات المتحدة الأمريكية، المستوى الإقليمي (1)	2029/2010	حبوب الذرة (3,4، 4,15)
		2049/2030	فول الصويا (–4,9، 9,7)؛ القمح (2,25، 1,37)
		2069/2050	القمح (1,0، 0,5، 3,15، 8,15)
		2109/2090	الذرة (9,7، 1,17)
		2109/2090	فول الصويا (–7,8، 6,6)؛ القمح (5,29، 5,40)
Kim وآخرون، 2010	كوريا (2)	2029/2010	الأرز (–2,4، –1,1، 7,0)
		2069/2050	الأرز (–9,9، –6,2، 3,0)
		2089/2070	الأرز (–1,14، –0,3، 9,1)

الجدول ألف-1

(متواصل)

المرجع	الموقع الجغرافي	الفترة	المحاصيل (التغيير المقدّر في الغلات)
Lal، 2011	وسط وجنوب الهند، سري لانكا (2)	2029/2010	الأرز (0,6، 0,18)؛ القمح (0,22، 0,24)
		2069/2050	الأرز (–0,30، –0,21، –0,4، –0,1، 0,3)؛ القمح (–0,23، –0,19، –0,8، 0,7، 0,9)
		2089/2070	الأرز (–0,8)؛ القمح (–0,1)
	السهول الوسطى في الهند، جنوب الهند، سري لانكا (2)	2029/2010	الأرز (0,3، 0,18)؛ القمح (0,23، 0,25)
		2069/2050	الأرز (–0,6، 0,1)
		2069/2050	القمح (–0,3، 0,9)
		2089/2070	الأرز (–0,5)؛ القمح (–0,2)
	باكستان، شمال وشمال شرق وشمال غرب الهند، نيبال، وبنغلاديش (2)	2029/2010	الأرز (0,4، 0,5، 0,15)؛ القمح (0,21، 0,23، 0,26، 0,26)
		2029/2010	الأرز (0,17)
		2069/2050	الأرز (–0,31، –0,24، –0,7، –0,5، –0,1، 0,1، 0,2)؛ القمح (–0,18، –0,11، –0,3، –0,1، 0,11، 0,12، 0,16)
		2089/2070	الأرز (–0,12، –0,8)؛ القمح (0,1، 0,2)
Li وآخرون، 2011	الصين، منتصف خطوط العرض، الصين الوسطى (2)	2049/2030	الذرة (7,10، 8,22)
	الولايات المتحدة الأمريكية، المنطقة الغربية الوسطى (1)	2049/2030	الذرة (–4,7، 6,41)
Lobell وآخرون، 2008	منطقة الأنديز (2)	2029/2010	الشعير (–1,2)؛ الكاسافا (5,1)؛ الذرة (0,0)؛ النخيل (9,2)؛ البطاطا (–6,2)؛ الأرز (–5,0)؛ فول الصويا (–2,0)؛ قصب السكر (5,0)؛ القمح (–5,2)
	البرازيل (2)	2029/2010	الكاسافا (–9,4)؛ الذرة (–3,2)؛ الأرز (–5,4)؛ فول الصويا (–1,4)؛ قصب السكر (6,0)؛ القمح (–8,6)
	أفريقيا الوسطى (2)	2029/2010	الكاسافا (–5,1)؛ الفول السوداني (–2,2)؛ الدخن (–9,4)؛ الذرة (–5,0)؛ النخيل (–4,2)؛ الأرز (–9,2)؛ الذرة الرفيعة(–9,3)؛ القمح (–2,1)
	أمريكا الوسطى (2)	2029/2010	الكاسافا (3,2)؛ الذرة (–0,1)؛ الأرز (–5,0)؛ قصب السكر (4,7)؛ القمح (–7,4)
	الصين (2)	2029/2010	الأرز (–2,0)؛ فول الصويا (3,2)؛ البطاطا (1,2)؛ الفول السوداني (0,2)؛ الذرة (–3,2)؛ القمح (0,2)؛ قصب السكر (5,1)
	أفريقيا الشرقية (2)	2029/2010	الشعير (8,31)؛ الفاصوليا (0,4)؛ الكاسافا (7,1)؛ اللوبياء(–5,18)؛ الفول السوداني (5,3)؛ الذرة (–2,0)؛ الأرز (6,7)؛ الذرة الرفيعة(–1,1)؛ قصب السكر (–0,4)؛ القمح (4,5)
	الساحل (2)	2029/2010	اللوبياء(8,8)؛ الفول السوداني (–5,0)؛ الذرة (–6,3)؛ الدخن (–3,2)؛ الأرز (9,2)؛ الذرة الرفيعة(–6,5)؛ القمح (–0,8)
	جنوب آسيا (2)	2029/2010	الفول السوداني (2,1)؛ الدخن (–1,2)؛ الذرة (–8,4)؛ اللفت (–5,6)؛ الأرز (–3,3)؛ فول الصويا (9,3)؛ قصب السكر (0,0)؛ الذرة الرفيعة(1,0)؛ القمح (–9,2)
	جنوب شرق آسيا (2)	2029/2010	فول الصويا (–4,2)؛ الكاسافا (–7,0)؛ القمح (–1,1)؛ قصب السكر (3,5)؛ الأرز (–2,1)؛ الذرة (–0,3)؛ الفول السوداني (–2,1)
	أفريقيا الجنوبية (2)	2029/2010	الكاسافا (8,0)؛ الفول السوداني (2,1)؛ الأرز (4,4)؛ فول الصويا (–3,8)؛ قصب السكر (–1,3)؛ القمح (–0,9)؛ الذرة الرفيعة(–2,8)؛ الذرة (–5,22)
	أفريقيا الغربية (2)	2029/2010	الكاسافا (7,0)؛ الفول السوداني (–1,7)؛ الذرة (–8,3)؛ الدخن (–1,0)؛ الذرة الرفيعة(–1,4)؛ الأرز (5,0)؛ القمح (–1,2)؛ اليام (–0,6)
	غرب آسيا (2)	2029/2010	الشعير (2,1)؛ الذرة (–1,1)؛ البطاطا (4,3)؛ الأرز (–4,4)؛ الذرة الرفيعة(7,0)؛ قصب السكر (–4,5)؛ دوار الشمس (–8,5)؛ الشمندر السكري (1,0)؛ فول الصويا (–3,2)؛ القمح (–5,0)

الجدول ألف-1

(متواصل)

المرجع	الموقع الجغرافي	الفترة	المحاصيل (التغيير المقدّر في الغلات)
Moriondo وآخرون، 2010	أوروبا الشمالية (1)	2049/2030	القمح اللين/دوار الشمس (–0,5)؛ الحنطة الربيعية (0,7)؛ فول الصويا (–0,13، –0,4)؛ دوار الشمس (0,8)
Müller وآخرون، 2010	الصين، بلدان آسيا الوسطى (2)	2069/2050	المحاصيل الرئيسية (–7,3، –6,3، –4,3، –9,2، 8,11، 3,14، 4,15، 8,15)
	أوروبا (1)	2069/2050	المحاصيل الرئيسية (–3,0، 8,0، 2,1، 7,3، 7,16، 7,16، 8,16، 5,17)
	الاتحاد السوفياتي السابق (1)	2069/2050	المحاصيل الرئيسية (–5,0، –2,0، 9,0، 3,4، 4,21، 4,21، 4,21، 3,22)
	أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي (2)	2069/2050	المحاصيل الرئيسية (–3,11، –4,9، –2,8، –7,3، 5,9، 8,11، 2,12، 3,13)
	الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (2)	2069/2050	المحاصيل الرئيسية (–6,16، –8,14، –5,14، –2,13، –3، –5,2، –1,2، –7,0)
	أمريكا الشمالية (1)	2069/2050	المحاصيل الرئيسية (–3,10، –3,9، –1,7، –8,1، 6,10، 6,11، 2,12، 7,14)
	آسيا المحيط الهادئ (2)	2069/2050	المحاصيل الرئيسية (–5,18، –18، –16، –7,11، 9,19، 9,21، 8,22، 23)
	منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي في منطقة الهادئ (3)	2069/2050	المحاصيل الرئيسية (–15، –7,14، –5,13، –8,9، 3,3، ، 5,3، 6,3، 6,4)
	جنوب آسيا (2)	2069/2050	المحاصيل الرئيسية (–9,18، –4,16، –3,15، –4,14، 6,14، 8,19، 3,21، 6,24)
	أفريقيا جنوب الصحراء (2)	2069/2050	المحاصيل الرئيسية (–5,8، –2,8، –6,7، –9,5، 7,6، 5,7، 8,7، 4,8)
	العالم (3)	2069/2050	المحاصيل الرئيسية (–2,8، –6,7، –5,6، –5,3، 4,12، 5,12، 6,12، 1,13)
Rose وOsborne وWheeler، 2013	المستوى العالمي، وأوّل 15 بلد منتج (3)	2049/2030	فول الصويا (–4,48، –5,45، –0,43، –4,41، –5,39، –2,39، –5,36، –0,35، –0,35، –0,34، –9,33، –7,33، –6,33، –1,31، –6,29، –4,29، –8,28، –5,27، –3,26، –8,25، –6,22، –8,20، –6,20، –4,20، –4,20، –3,20، –9,19، –9,19، –3,19، –3,19، –2,18، –8,13، –0,12، –3,11، –1,5، –9,2، –4,2، 5,0، 0,1، 1,2، 2,2، 4,5، 8,8، 7,13، 3,48)؛ الحنطة الربيعية (–0,41، –5,36، –1,32، –4,29، –0,26، –0,25، –4,22، –6,21، –5,20، –5,18، –2,18، –3,17، –5,15، –5,14، –4,14، –5,13، –7,12، –5,12، –0,11، –1,10، –1,10، –9,8، –6,8، –1,7، –8,6، –8,6، –8,6، –8,6، –1,5، –1,5، –3,4، –3,3، 5,0، 6,0، 7,0، 2,4، 6,6، 6,6، 5,8، 2,15، 5,24، 3,25، 9,27، 5,39، 7,40)
Peltonen-Sainio، Jauhiainen، وHakala، 2011	فنلندا (1)	2029/2010	الحنطة الربيعية (–9,5)؛ الشوفان الربيعي (–1,5)؛ الشعير الربيعي (–7,5)؛ السلت الشتوي (0,3)؛ الحنطة الشتوية (4,2)
Piao وآخرون، 2010	غير محدّد (3)	2029/2010	الذرة (–0,2، 0,10)؛ الأرز (0,5)؛ القمح (0,15، 0,17)
	غير محدّد (3)	2069/2050	الذرة (–0,4، 0,20)؛ الأرز (0,4، 0,8)؛ القمح (0,21، 0,25)
	الصين، البلد برمّته (2)	2029/2010	الأرز (0,2)
Ringler وآخرون، 2010	وسط أفريقيا جنوب الصحراء (2)	2069/2050	الكاسافا (–1,0)؛ الأرز (–6,0)؛ الذرة (–8,0)؛ قصب السكر (9,0)؛ البطاطا الحلوة واليام (–1,0)
	شرق أفريقيا جنوب الصحراء (2)	2069/2050	الكاسافا (4,0)؛ الذرة (–9,1)؛ الأرز (2,0)؛ قصب السكر (4,0)؛ البطاطا الحلوة واليام (1,1)
	خليج غينيا (2)	2069/2050	الكاسافا (–9,11)؛ الذرة (2,0)؛ الأرز (4,1)؛ قصب السكر (–5,0)؛ البطاطا الحلوة واليام (–1,15)
	جنوب أفريقيا جنوب الصحراء (2)	2069/2050	الكاسافا (–8,0)؛ الذرة (–9,0)؛ الأرز (–3,2)؛ قصب السكر (1,1)؛ البطاطا الحلوة واليام (1,1)
	المنطقة السودانية الساحلية لأفريقيا جنوب الصحراء (2)	2069/2050	الكاسافا (2,1)؛ الذرة (3,3)؛ الأرز (–8,0)؛ قصب السكر (3,0)؛ البطاطا الحلوة واليام (0,2)

الجدول ألف-1

(متواصل)

المرجع	الموقع الجغرافي	الفترة	المحاصيل (التغيير المقدّر في الغلات)
Rowhanji وآخرون، 2011	تنزانيا (2)	2069/2050	الذرة (–0,13)؛ الأرز(–6,7)؛ الذرة الرفيعة(–8,8)
Schlenker وRoberts، 2009	الولايات المتحدة (1)	2049/2030	القطن (–0,22)؛ الذرة (–0,29)؛ فول الصويا (–0,21)
		2089/2070	القطن؛ (–0,65)؛ الذرة (–0,72)؛ فول الصويا (–0,65)
Shuang-He وآخرون، 2011	وسط وأسفل نهر يانغتسي، الصين (2)	2049/2030	الأرز (–2,15، –8,14، –1,4، –3,3)
Southworth وآخرون، 2000	الولايات المتحدة الأمريكية، إلينوي (1)	2069/2050	الذرة (–9,25، –1,17)
	الولايات المتحدة الأمريكية، إنديانا (1)	2069/2050	الذرة (–5,18، –2,11)
	الولايات المتحدة الأمريكية، ميشيغان (1)	2069/2050	الذرة (4,15، 3,18)
	الولايات المتحدة الأمريكية، أوهايو (1)	2069/2050	الذرة (–5,9، –4,5)
	الولايات المتحدة الأمريكية، ويسكنسون (1)	2069/2050	الذرة (–2,0، 1,14)
Tan وآخرون، 2010	غانا (2)	2109/2090	الذرة (–0,19، –0,18، –0,18)
		2109/2090	الأرز (–0,30، –0,30، –0,29)
Tao وآخرون، 2009	سهول الصين الشمالية (هينان) (2)	2029/2010	الذرة (–7,9)
		2069/2050	الذرة (–7,15)
		2089/2070	الذرة (–7,24)
	سهول الصين الشمالية (شاندونغ) (2)	2029/2010	الذرة (–1,9)
		2069/2050	الذرة (–0,19)
		2089/2070	الذرة (–5,25)
Tao وZhang، 2010	سهول الصين الشمالية (2)	2069/2050	الذرة (–5,21، –1,19، –8,16، –4,15، –7,14، –7,13، –2,13، –0,13، –7,9، –1,9، –1,9، –2,7، –3,3، 5,0، 6,15، 2,30)
Tao وZhang، 2011	الصين (2)	2089/2070	الذرة (–6,19، –1,19، –0,14، –5,13، –5,6، –3,5، –0,5، –6,4، –4,3، –3,3، –0,2، –9,1)
Thornton وآخرون، 2009	أفريقيا الشرقية (2)	2029/2010	الذرة (–0,15؛ –0,11؛ –0,3؛ –0,1)
Thornton وآخرون، 2010	بوروندي (2)	2049/2030	الذرة (0,6، 6,8، 4,9، 7,11)
		2069/2050	الذرة (2,8، 6,8، 6,9، 9,9)
	أفريقيا الشرقية (2)	2069/2050	الذرة (–0,58، –0,53، –0,51، –0,47، –0,44، –0,43، –0,42، –0,35)
	كينيا (2)	2049/2030	الذرة (7,11، 9,12، 4,15، 7,16)
		2069/2050	الذرة (8,15، 2,16، 6,17، 7,17)
	رواندا (2)	2049/2030	الذرة (3,9، 9,10، 9,11، 8,12)
		2069/2050	الذرة (2,13، 9,14، 9,16، 0,17)
	تنزانيا (2)	2049/2030	الذرة (–7,4، –1,3، –8,2، –5,1)
		69/2050	الذرة (–0,13، –1,10، –7,5، –1,4)
	أوغندا (2)	49/2030	الذرة (–6,3، –5,2، –3,2، –3,1)
		69/2050	الذرة (–6,15، –3,12، –1,5، –3,3)

الجدول ألف-1

(متواصل)

المرجع	الموقع الجغرافي	الفترة	المحاصيل (التغيير المقدّر في الغلات)
Thornton وآخرون، 2011	وسط أفريقيا جنوب الصحراء (2)	2109/2090	الفاصوليا (–0,69)؛ الذرة (–0,13)
	شرق أفريقيا جنوب الصحراء (2)	2109/2090	الفاصوليا (–0,47)؛ الذرة (–0,19)
	جنوب أفريقيا جنوب الصحراء (2)	2109/2090	الفاصوليا (–0,68)؛ الذرة (–0,16)
	أفريقيا جنوب الصحراء (2)	2109/2090	الفاصوليا (–0,71)؛ الذرة (–0,24)
	غرب أفريقيا جنوب الصحراء (2)	2109/2090	الفاصوليا (–0,87)؛ الذرة (–0,23)
Tingemو Rivington، 2009	الكاميرون (2)	2029/2010	الذرة (4,7، 2,8، 0,61، 3,62)
		2089/2070	الذرة (–6,14، –6,5، 1,32، 0,45)
	الكاميرون ، 4 مواقع	2029/2010	الذرة (–9,10، 9,9، 6,29، 8,31)
		2089/2070	الذرة (–5,7، –6,1، 5,8، 0,12)
Walkerو Schulze، 2008	جنوب أفريقيا (2)	2089/2070	الذرة (–3,18، –0,8، –3,6، 0,3، 7,8، 7,9، 7,9، 7,16، 3,22)
Wang وآخرون، 2011	مقاطعة بايتشنغ، الصين (2)	2029/2010	الذرة (–6,14)
		2069/2050	الذرة (–9,27)
		2089/2070	الذرة (–9,35)
	مقاطعة بايشان ، الصين (2)	2029/2010	الذرة (2,12)
		2069/2050	الذرة (3,32)
		2089/2070	الذرة (8,34)
	مقاطعة شوانغشون ، الصين (2)	2029/2010	الذرة (–10)
		2069/2050	الذرة (–2,26)
		2089/2070	الذرة (–6,34)
	محافظة جيلين ، الصين (2)	2029/2010	الذرة (–2,3)
		2069/2050	الذرة (–6,14)
		2089/2070	الذرة (–6,23)
	مقاطعة لياويوان، الصين (2)	2029/2010	الذرة (–5,9)
		2069/2050	الذرة (–9,23)
		2089/2070	الذرة (–6,31)
	مقاطعة سيبينغ، الصين (2)	2029/2010	الذرة (–11)
		2069/2050	الذرة (–4,26)
		2089/2070	الذرة (–35)
	مقاطعة سونغيوان، الصين (2)	2029/2010	الذرة (–7,8)
		2069/2050	الذرة (–9,23)
		2089/2070	الذرة (–8,32)
	مقاطعة تونغهوا، الصين (2)	2029/2010	الذرة (–3,0)
		2069/2050	الذرة (–6,9)
		2089/2070	الذرة (–9,18)
	يانجي، الصين (2)	2029/2010	الذرة (1,11)
		2069/2050	الذرة (6,24)
		2089/2070	الذرة (9,23)

الجدول ألف-1

(متواصل)

المرجع	الموقع الجغرافي	الفترة	المحاصيل (التغيير المقدّر في الغلات)
Xiong وآخرون، 2007	الأرز المروي، الصين، لا تكيّف (2)	2029/2010	الأرز (–4,0، 8,3)
		2069/2050	الأرز (–2,1، 2,6)
		2089/2070	الأرز (–9,4، 8,7)
	الذرة البعلية، الصين، لا تكيّف (2)	2029/2010	الذرة (1,1، 8,9)
		2069/2050	الذرة (5,8، 4,18)
		2089/2070	الذرة (4,10، 3,20)
	القمح البعلي، الصين، لا تكيّف (2)	2029/2010	القمح (5,4، 4,15)
		2069/2050	القمح (6,6، 20)
		89/2070	القمح (7,12، 6,23)
Xiong وآخرون، 2009	الصين (2)	2029/2010	الأرز (–9,4، 4,3، 3,6، 8,15)
		2069/2050	الأرز (–6,12، –6,8، 0,0، 0,8)
		2089/2070	الأرز (–2,26، –4,18، –6,5، –9,0)

الجدول ألف-2

صافي الانبعاثات وعمليات الإزالة من الزراعة والغابات والاستخدامات الأخرى للأراضي بمكافئ ثاني أكسيد الكربون، 2014

		الغابات		الاستخدامات الأخرى للأراضي	
	الانبعاثات الناجمة عن الزراعة	الانبعاثات/ عمليات الإزالة من الغابات	الانبعاثات الناجمة عن صافي تحويل الغابات	الانبعاثات الناجمة عن حرق الكتلة الحيوية	الانبعاثات من أراضي المحاصيل	الانبعاثات من المروج
		(بآلاف الأطنان)				
العالم	**5 241 761**	**1 845 936-**	**2 913 158**	**1 302 674**	**756 075**	**25 705**
البلدان والأراضي في الأقاليم النامية	**3 971 916**	**617 225-**	**2 786 785**	**1 047 486**	**504 550**	**17 946**
شرق وجنوب شرق آسيا	**1 200 079**	**30 495-**	**566 447**	**426 306**	**359 610**	**10 492**
بروني دار السلام	147	0	0	169	380	0
كمبوديا	19 354	1 310	21 424	1 045	0	0
الصين، منطقة هونغ كونغ الإدارية الخاصة	81	..	..	0	0	0
الصين، منطقة ماكاو الإدارية الخاصة	3	..	..	0	0	0
الصين، الجزء القاري	707 640	313 720-	0	1 422	1 052	164
جمهورية كوريا الديمقراطية الشعبية	4 542	129-	14 063	166	201	1
إندونيسيا	165 614	629 248	368 819	389 752	285 367	8 982
جمهورية لاو الديمقراطية الشعبية	8 097	16 199	0	1 867	0	0
ماليزيا	14 276	206 783-	24 183	16 115	36 509	961
منغوليا	21 476	14-	15 962	529	7 796	331
ميانمار	66 510	30 534-	105 869	11 462	18 258	51
الفلبين	53 173	60 353-	0	57	0	0
جمهورية كوريا	12 710	43 408-	3 808	11	0	0
سنغافورة	102	44	0	0	0	0
تايلند	63 040	12 467	0	2 357	1 142	1
تيمور- ليشتي	784	1 938	4 161	14	0	0
فييت نام	62 530	36 760-	8 160	1 340	8 906	1
أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي	**909 180**	**456 940-**	**1 158 474**	**33 366**	**15 309**	**1 748**
أنغويلا	0	4	0	0	0	0
أنتيغوا وباربودا	22	7	0	0	0	0
الأرجنتين	112 377	32 733-	121 466	4 125	994	756
أروبا	0	0	0	0	0	0
جزر البهاما	26	346	0	41	0	0
بربادوس	53	3	1	0	0	0
بليز	318	803-	2 270	228	542	42
دولة بوليفيا المتعددة القوميات	23 183	348-	84 090	1 971	0	0
البرازيل	441 905	205 413-	499 443	12 112	35	2
جزر فيرجين البريطانية	8	2	1	0	0	0
جزر كايمان	4	9	0	0	0	0
شيلي	9 839	105 380-	0	306	115	19
كولومبيا	53 628	3 154-	17 542	1 564	3 058	504

الجدول ألف-2

(متواصل)

	الانبعاثات الناجمة عن الزراعة	الغابات			الاستخدامات الأخرى للأراضي	
		الانبعاثات/ عمليات الإزالة من الغابات	الانبعاثات الناجمة عن صافي تحويل الغابات	الانبعاثات الناجمة عن حرق الكتلة الحيوية	الانبعاثات من أراضي المحاصيل	الانبعاثات من المروج
كوستاريكا	3 466	24 861-	13 421	7	70	0
كوبا	10 498	14 007-	0	44	0	0
دومينيكا	33	30	87	0	0	0
الجمهورية الدومينيكية	7 783	8 727-	0	26	0	0
إكوادور	12 999	552-	34 285	17	150	0
السلفادور	2 625	39-	771	1	0	0
جزر فوكلاند (مالفيناس)	142	0	0	0	0	0
غيانا الفرنسية	59	465-	1 198	4	165	0
غرينادا	14	0	0	0	0	0
غوادالوب	132	24-	25	0	0	0
غواتيمالا	8 393	5 642-	13 122	65	0	0
غيانا	2 282	330	10 670	6 001	3 199	297
هايتي	3 904	181-	319	0	0	0
هندوراس	5 916	107-	27 974	259	0	0
جامايكا	621	50-	197	2	631	0
مارتينيك	39	0	0	0	0	0
المكسيك	84 719	3 414-	10 748	113	0	0
مونتيسيرات	19	2	0	0	0	0
جزر الأنتيل الهولندية	9	1	0	0	0	0
نيكاراغوا	7 681	3 589-	3 598	162	56	0
بنما	3 389	240-	7 573	6	1 208	0
باراغواي	27 645	8 031-	149 672	1 673	0	0
بيرو	23 264	13 761-	84 077	173	1 358	0
بورتوريكو	790	2 200-	0	7	280	0
سانت كيتس ونيفيس	66	7	0	0	0	0
سانت لوسيا	28	14	20	0	0	0
سانت فنسنت وجزر غرينادين	14	18	0	0	0	0
سورينام	759	33	1 755	803	1 961	71
ترينيداد وتوباغو	249	921-	420	2	0	0
جزر تركس وكايكوس	0	23	0	0	0	0
جزر فيرجن التابعة للولايات المتحدة	16	93-	12	0	0	0
أوروغواي	24 209	10 663-	0	2	103	40
جمهورية فنزويلا البوليفارية	36 053	12 372-	73 720	3 651	1 385	16
أفريقيا الشمالية وغرب آسيا	**156 430**	**85 564-**	**5 757**	**72**	**1**	**0**
الجزائر	12 794	804-	364	37	0	0
أرمينيا	1 366	147-	0	0	0	0
أذربيجان	6 447	8 474-	0	7	0	0
البحرين	35	5-	0	0	0	0

الجدول ألف-2

(متواصل)

	الانبعاثات الناجمة عن الزراعة	الغابات		الاستخدامات الأخرى للأراضي		
		الانبعاثات/ عمليات الإزالة من الغابات	الانبعاثات الناجمة عن صافي تحويل الغابات	الانبعاثات الناجمة عن حرق الكتلة الحيوية	الانبعاثات من أراضي المحاصيل	الانبعاثات من المروج
قبرص	369	312-	7	0	0	0
مصر	31 055	219-	0	1	0	0
جورجيا	2 612	0	0	6	0	0
العراق	8 577	2 040-	0	1	0	0
إسرائيل	1 375	73-	0	0	0	0
الأردن	1 185	0	0	0	0	0
الكويت	417	15-	0	0	0	0
لبنان	752	4-	0	0	0	0
ليبيا	2 554	0	0	0	0	0
المغرب	13 644	5 178-	3 711	1	0	0
فلسطين	273	23-	0	0	0	0
عمان	1 578	5-	0	0	0	0
قطر	822	0	0	0	0	0
المملكة العربية السعودية	7 221	0	0	0	0	0
الجمهورية العربية السورية	6 253	1 214-	0	2	0	0
تونس	4 436	293-	0	8	0	0
تركيا	43 192	66 545-	1 674	9	1	0
الإمارات العربية المتحدة	1 676	213-	0	0	0	0
الصحراء الغربية	184	0	0	0	0	0
اليمن	7 612	0	0	0	0	0
أوسيانيا ، باستثناء أستراليا ونيوزيلندا	**7 570**	**2 551-**	**3 682**	**15 015**	**42 156**	**2**
ساموا الأمريكية	5	5-	14	0	0	0
جزر كوك	14	0	0	0	0	0
فيجي	882	3 124-	0	7	127	0
بولينيزيا الفرنسية	35	0	0	0	0	0
غوام	4	0	0	0	0	0
كيريباس	8	6-	0	0	0	0
جزر مارشال	0	0	0	0	0	0
ولايات ميكرونيزيا المتحدة	17	29-	0	0	0	0
ناورو	1	0	0	0	0	0
كاليدونيا الجديدة	221	0	0	3	0	0
نيوى	0	0	48	0	0	0
جزر ماريانا الشمالية	0	0	61	0	0	0
بالاو	0	0	0	0	0	0
بابوا غينيا الجديدة	5 658	331	1 869	15 005	42 029	2
جزر بيتكيرن	0	0	0	0	0	0
ساموا	149	0	0	0	0	0
جزر سليمان	62	294	1 686	0	0	0

الجدول ألف-2

(متواصل)

	الانبعاثات الناجمة عن الزراعة	الغابات		الاستخدامات الأخرى للأراضي		
		الانبعاثات/ عمليات الإزالة من الغابات	الانبعاثات الناجمة عن صافي تحويل الغابات	الانبعاثات الناجمة عن حرق الكتلة الحيوية	الانبعاثات من أراضي المحاصيل	الانبعاثات من المروج
توكيلاو	0	0	0	0	0	0
تونغا	89	0	0	0	0	0
توفالو	0	0	0	0	0	0
فانواتو	426	14-	0	0	0	0
جزر واليس وفوتونا	0	2	5	0	0	0
جنوب آسيا	**929 770**	**178 218**	**24 761**	**3 455**	**47 940**	**269**
أفغانستان	14 794	0	0	0	0	0
بنغلاديش	74 594	5 037-	2 507	501	31 226	24
بوتان	453	3 813-	0	24	0	0
الهند	626 864	112 200	0	1 785	8 484	26
جمهورية إيران الإسلامية	34 842	67 076	0	3	0	0
ملديف	2	2	0	0	0	0
نيبال	22 058	0	0	1 090	5 234	219
باكستان	150 341	7 450	21 151	1	0	0
سري لانكا	5 823	342	1 103	51	2 996	0
أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى	**768 886**	**219 893-**	**1 027 664**	**569 273**	**39 534**	**5 435**
أنغولا	29 584	155	34 311	59 602	111	97
بنن	4 776	185-	10 723	289	0	0
بوتسوانا	5 569	14 382-	21 715	14 942	0	103
بوركينا فاسو	19 868	3 845-	12 646	296	0	0
بوروندي	2 222	1 606-	0	789	3 068	6
كابو فيردي	112	195-	27	0	0	0
الكاميرون	11 595	1 273-	109 806	3 810	1 078	0
جمهورية أفريقيا الوسطى	17 678	5 857	7 343	125	0	0
تشاد	19 264	700-	25 633	275	0	0
جزر القمر	237	42-	108	1	0	0
الكونغو	1 810	597-	8 664	3 064	1 135	29
كوت ديفوار	4 790	555	3 112	37	1 697	68
جمهورية الكونغو الديمقراطية	18 528	431-	145 631	20 318	28	5
جيبوتي	650	0	0	0	0	0
غينيا الاستوائية	21	52	5 301	0	7	0
إريتريا	4 114	749-	1 409	0	0	0
إثيوبيا	96 256	6 021-	3 370	8 729	12 101	336
غابون	438	94 600-	0	44	392	4
غامبيا	1 210	359-	0	114	0	0
غانا	9 185	8 103	0	60	146	0
غينيا	11 301	783-	13 249	967	656	55
غينيا - بيساو	1 651	284-	1 751	6	0	0
كينيا	37 133	31 533-	0	34	262	1
ليسوتو	1 447	264-	66	5	0	0

الجدول ألف-2

(متواصل)

	الانبعاثات الناجمة عن الزراعة	الغابات			الاستخدامات الأخرى للأراضي	
		الانبعاثات/ عمليات الإزالة من الغابات	الانبعاثات الناجمة عن صافي تحويل الغابات	الانبعاثات الناجمة عن حرق الكتلة الحيوية	الانبعاثات من أراضي المحاصيل	الانبعاثات من المروج
ليبريا	420	13 973-	15 154	47	116	14
مدغشقر	21 957	4 918	9 749	4 340	1 321	1 360
ملاوي	5 239	1 764-	4 698	857	550	1
مالي	29 722	6	6 536	625	0	0
موريتانيا	7 693	2 161-	643	0	0	0
موريشيوس	148	15-	0	0	0	0
مايوت	0	2-	49	0	0	0
موزامبيق	17 705	2 615	34 785	2 276	0	0
ناميبيا	6 060	45	7 846	1 059	0	0
النيجر	23 128	27	1 440	80	0	0
نيجيريا	64 239	4 492-	187 825	5 022	0	0
رينيون	163	0	0	0	0	0
رواندا	2 996	2 413-	0	530	2 731	14
سانت هيلينا	2	1	0	0	0	0
سان تومي وبرنسيبي	16	0	0	0	0	0
السنغال	10 599	4 371-	8 771	734	0	0
سيشيل	4	0	0	0	0	0
سيراليون	2 826	5 683	0	431	0	0
الصومال	20 309	3 359-	16 559	2	0	0
جنوب أفريقيا	30 000	0	0	2 067	248	7
جنوب السودان	43 098	..	..	..	..	..
السودان	72 517	..	..	..	..	..
السودان (السابق)		27 982-	72 044	75 394	750	154
سوازيلند	925	8	138	98	0	0
توغو	2 605	123-	6 680	19	0	0
أوغندا	23 999	717-	18 317	1 739	6 404	68
جمهورية تنزانيا المتحدة	49 696	4 326-	165 381	40 463	6 721	165
زامبيا	22 954	24 381-	30 152	319 957	12	2 951
زمبابوي	10 428	10	36 034	25	0	0
البلدان والأراضي في الأقاليم المتقدّمة	1 269 845	1 228 711-	126 373	255 187	251 525	7 758
ألبانيا	2 830	737-	224	0	156	0
أندورا	0	22-	0	0	0	0
أستراليا	141 847	72 969-	0	3 269	3 150	29
النمسا	6 601	5 428-	295	0	234	7
بيلاروس	19 989	25 520-	0	377	24 708	107
بلجيكا	8 787	3 156-	274	0	245	8
برمودا	4	0-	0	0	0	0
البوسنة والهرسك	2 573	0	0	13	135	0

الجدول ألف-2

(متواصل)

	الانبعاثات الناجمة عن الزراعة	الغابات		الاستخدامات الأخرى للأراضي		
		الانبعاثات/ عمليات الإزالة من الغابات	الانبعاثات الناجمة عن صافي تحويل الغابات	الانبعاثات الناجمة عن حرق الكتلة الحيوية	الانبعاثات من أراضي المحاصيل	الانبعاثات من المروج
بلغاريا	5 493	11 367-	0	11	1 441	0
كندا	61 783	53 446-	60 330	100 626	12 937	1 440
كرواتيا	2 572	4 133-	290	0	0	0
الجمهورية التشيكية	6 295	12 687-	0	0	190	0
الدانمرك	9 445	2 200-	0	0	1 700	5
إستونيا	2 636	1 531-	108	9	5 742	65
جزر فيرويه	27	0	0	0	0	0
فنلندا	5 612	0	0	0	5 619	95
فرنسا	72 264	92 657-	6 857	8	6 700	257
ألمانيا	60 636	49 867-	0	0	11 979	521
جبل طارق	0	0	0	0	0	0
اليونان	8 396	2 200-	0	30	1 492	0
غرينلاند	5	0	0	0	0	0
الكرسي الرسولي	0	..	..	..	0	0
هنغاريا	7 034	3 593-	0	12	7 819	11
آيسلندا	452	183-	0	0	0	0
آيرلندا	20 476	1 393-	0	0	477	476
جزيرة مان	2	3-	0	0	5	0
إيطاليا	30 073	35 200-	0	1	905	7
اليابان	20 709	678-	1 065	22	7 027	25
كازاخستان	20 712	0	0	216	0	0
قيرغيزستان	4 537	816-	0	0	0	0
لاتفيا	3 150	17 027-	967	4	5 183	32
لختنشتاين	18	0	0	..	0	0
ليتوانيا	4 724	7 594-	1 654	1	6 345	30
لكسمبرغ	645	0	0	0	4	0
مالطة	99	0	0	0	0	0
موناكو	0	..	..	..	0	0
الجبل الأسود	384	0	0	0	62	0
هولندا	18 325	2 493-	0	0	3 505	148
نيوزيلندا	38 654	18 731-	398	0	2 846	85
النرويج	4 616	25 770-	1 570	2	2 135	114
بولندا	34 158	40 333-	0	1	14 867	357
البرتغال	6 324	603-	1 924	11	427	3
جمهورية مولدوفا	1 613	1 254-	0	5	165	1
رومانيا	13 963	165 066-	0	142	1 155	0
الاتحاد الروسي	92 228	232 738-	12 738	80 894	29 855	1 563
سانت بيير وميكلون	0	1-	3	0	0	0

الجدول ألف-2

(متواصل)

	الانبعاثات الناجمة عن الزراعة	الغابات			الاستخدامات الأخرى للأراضي	
		الانبعاثات/ عمليات الإزالة من الغابات	الانبعاثات الناجمة عن صافي تحويل الغابات	الانبعاثات الناجمة عن حرق الكتلة الحيوية	الانبعاثات من أراضي المحاصيل	الانبعاثات من المروج
سان مارينو	0	0	0	..	0	0
صربيا	6 453	3 105-	1 785	1	3	0
سلوفاكيا	2 549	5 296-	163	0	43	0
سلوفينيا	1 433	6 387-	81	0	62	0
إسبانيا	36 426	33 587-	0	23	409	1
جزرسفالبارد وجان ماين	0	..	..	0	0	0
السويد	6 640	42 436-	34 003	296	4 148	29
سويسرا	5 192	1 833-	0	0	268	13
طاجيكستان	5 530	0	0	0	0	0
جمهورية مقدونيا اليوغوسلافية السابقة	1 203	0	0	0	0	0
تركمانستان	8 076	0	0	1	0	0
أوكرانيا	30 967	18 333-	0	2 400	12 400	117
المملكة المتحدة	45 014	15 400-	0	0	2 801	383
الولايات المتحدة الأمريكية	351 475	192 867-	0	66 783	72 180	1 828
أوزبكستان	28 195	18 071-	1 645	30	0	0

الجدول ألف-3

الانبعاثات الزراعية بمكافئ ثاني أكسيد الكربون حسب المصدر، 2014

(بآلاف الأطنان)

	حرق بقايا المحاصيل	حرق السافانا	بقايا المحاصيل	زراعة التربة العضوية	التخمّر المعوي	إدارة الروث الحيواني	الروث الحيواني المتبقي في المراعي	تطبيق الروث الحيواني على التربة	زراعة الأرز	أسمدة اصطناعية
العالم	**29 732**	**213 438**	**211 685**	**132 815**	**2 084 835**	**350 874**	**845 353**	**191 495**	**522 790**	**658 744**
البلدان والأراضي في الأقاليم النامية	**21 721**	**165 043**	**133 883**	**65 465**	**1 617 857**	**198 919**	**712 007**	**116 462**	**500 039**	**440 522**
شرق وجنوب شرق آسيا	**8 125**	**3 776**	**54 597**	**45 521**	**291 009**	**107 795**	**117 309**	**53 302**	**315 408**	**203 238**
بروني دار السلام	0	0	0	40	5	20	42	30	8	2
كمبوديا	148	1 216	834	0	3 740	1 291	936	408	10 159	622
الصين، منطقة هونغ كونغ الإدارية الخاصة	..	0	..	0	6	26	5	7	..	37
الصين، منطقة ماكاو الإدارية الخاصة	..	0	..	0	..	1	1	1	..	0
الصين، الجزء القاري	5 011	112	35 899	883	203 958	73 639	82 777	38 049	112 860	154 453
جمهورية كوريا الديمقراطية الشعبية	67	2	428	45	1 051	322	588	171	1 869	..
إندونيسيا	920	217	5 914	34 168	20 844	7 454	11 156	4 902	61 260	18 779
جمهورية لاو الديمقراطية الشعبية	62	66	365	0	3 219	1 154	871	382	1 976	..
ماليزيا	31	8	205	4 289	1 065	927	1 122	756	2 592	3 282
منغوليا	9	825	45	3 065	9 956	1 183	5 406	868	..	119
ميانمار	336	859	2 393	1 962	21 549	7 554	5 787	2 725	22 315	1 029
الفلبين	431	15	1 833	0	6 489	3 323	2 257	1 073	33 300	4 452
جمهورية كوريا	37	0	386	0	3 486	1 594	1 173	801	3 596	1 637
سنغافورة	..	0	..	0	6	52	12	15	..	17
تايلند	625	327	3 018	122	6 380	3 054	2 127	1 179	36 389	9 819
تيمور- ليشتى	4	6	14	0	365	136	110	39	110	..
فييت نام	445	123	3 263	947	8 891	6 067	2 936	1 895	28 972	8 991
أمريكا اللاتينية والكاريبي	**3 886**	**13 017**	**25 960**	**2 667**	**528 368**	**24 866**	**211 737**	**26 422**	**17 107**	**55 151**
أنغويلا	..	0	..	0	..	..	..	..	..	..
أنتيغوا وبربودا	0	0	0	0	13	1	6	2	..	0
الأرجنتين	578	2 040	7 393	638	65 016	2 036	26 805	1 405	1 430	5 036
أروبا	..	0	..	0	..	..	..	..	..	..
جزر البهاما	0	6	0	0	4	3	8	5	..	..
بربادوس	0	0	0	0	18	7	15	9	..	3
بليز	3	3	6	76	118	7	51	6	2	46
دولة بوليفيا المتعددة القوميات	55	394	452	0	14 180	857	6 214	652	226	153
البرازيل	1 932	7 726	12 386	5	265 069	10 990	103 429	12 184	3 193	24 992
جزر فيرجين البريطانية	..	0	..	0	5	0	3	0	..	..

الجدول ألف-3

(متواصل)

	حرق بقايا المحاصيل	حرق السافانا	بقايا المحاصيل	زراعة التربة العضوية	التخمّر المعوي	إدارة الروث الحيواني	الروث الحيواني المتبقي في المراعي	تطبيق الروث الحيواني على التربة	زراعة الأرز	أسمدة اصطناعية
جزر كايمان	..	0	..	0	3	0	1	0	..	..
شيلي	18	32	222	107	4 437	491	2 027	801	104	1 601
كولومبيا	92	943	287	539	30 928	1 485	11 199	2 196	2 027	3 930
كوستاريكا	6	10	20	7	1 856	123	558	274	33	579
كوبا	43	21	81	0	5 625	354	2 397	325	1 009	643
دومينيكا	0	0	0	0	21	1	7	3	..	0
الجمهورية الدومينيكية	14	4	58	0	3 935	310	1 826	416	940	280
إكوادور	54	2	207	16	6 055	504	2 434	720	1 755	1 252
السلفادور	29	2	68	0	1 389	95	499	149	4	390
جزر فوكلاند (مالفيناس)	..	0	..	0	80	2	60	0	..	..
غيانا الفرنسية	0	0	0	18	22	1	9	1	7	..
غرينادا	0	0	0	0	8	1	5	1	..	..
غوادالوب	1	0	..	0	89	4	36	3	..	..
غواتيمالا	82	41	138	0	4 489	436	1 685	508	7	1 008
غيانا	13	12	72	466	170	30	111	46	1 285	78
هايتي	33	0	55	0	2 295	183	1 063	167	108	..
هندوراس	24	49	39	0	3 544	175	1 348	259	5	474
جامايكا	2	0	0	67	270	44	162	46	0	31
مارتينيك	0	0	..	0	23	3	11	2	..	..
المكسيك	616	243	2 215	0	45 492	3 491	20 542	3 233	98	8 789
مونتيسيرات	0	0	0	0	13	0	5	1	..	..
جزر الأنتيل الهولندية	..	0	..	0	4	1	3	1	..	..
نيكاراغوا	31	56	78	6	4 878	202	1 711	337	56	326
بنما	11	6	33	128	2 026	105	817	112	26	124
باراغواي	91	305	1 059	0	17 307	490	6 928	256	353	856
بيرو	63	15	370	144	12 349	866	5 103	756	1 880	1 716
بورتوريكو	0	0	0	30	486	31	192	52	..	..
سانت كيتس ونيفيس	..	0	0	0	4	15	25	22	..	0
سانت لوسيا	..	0	..	0	15	2	7	2	..	2
سانت فنسنت وجزر غرينادين	0	0	0	0	7	1	4	1	..	..
سورينام	3	5	20	239	46	11	29	13	366	30
ترينيداد وتوباغو	0	0	1	0	57	39	84	59	9	0
جزر تركس وكايكوس	..	0	..	0	..	..	..	..	..	..
جزر فيرجن التابعة للولايات المتحدة	..	0	..	0	11	1	5	1	..	..
أوروغواي	30	1	490	28	14 923	361	6 143	276	984	973
جمهورية فنزويلا البوليفارية	61	1 101	212	154	21 091	1 105	8 171	1 119	1 199	1 840

الجدول ألف-3

(متواصل)

	حرق بقايا المحاصيل	حرق السافانا	بقايا المحاصيل	زراعة التربة العضوية	التخمّر المعوي	إدارة الروث الحيواني	الروث الحيواني المتبقي في المراعي	تطبيق الروث الحيواني على التربة	زراعة الأرز	أسمدة اصطناعية
شمال أفريقيا وغرب آسيا	**793**	**266**	**6 259**	**0**	**61 043**	**3 559**	**50 067**	**2 101**	**4 929**	**27 414**
الجزائر	52	141	348	0	5 531	293	4 538	170	1	1 721
أرمينيا	4	1	51	0	625	50	502	29	..	105
أذربيجان	22	5	190	0	3 239	164	2 483	101	6	237
البحرين	..	0	0	0	16	1	14	1	..	4
قبرص	0	1	3	0	116	68	100	35	..	46
مصر	138	0	1 423	0	10 072	471	6 556	230	3 702	8 463
جورجيا	13	0	31	0	1 143	85	897	48	..	394
العراق	72	54	477	0	3 505	200	2 669	113	541	946
إسرائيل	2	0	28	0	423	86	510	69	..	258
الأردن	1	0	9	0	467	35	467	22	..	184
الكويت	0	0	3	0	112	35	232	35	..	0
لبنان	1	0	18	0	192	40	346	47	..	107
ليبيا	5	0	34	0	1 273	71	1 129	41	..	0
المغرب	105	2	615	0	5 690	357	5 105	240	26	1 504
فلسطين	0	1	3	0	128	9	126	6	..	..
عمان	0	0	2	0	803	47	561	10	..	156
قطر	0	0	0	0	138	13	104	7	..	561
المملكة العربية السعودية	5	1	65	0	2 297	212	2 328	149	..	2 165
الجمهورية العربية السورية	42	11	260	0	3 105	128	2 519	36	..	152
تونس	22	10	195	0	1 761	133	1 684	108	..	523
تركيا	301	38	2 427	0	15 514	793	13 325	508	652	9 634
الإمارات العربية المتحدة	0	0	3	0	883	59	605	19	..	107
الصحراء الغربية	..	0	..	0	129	5	49	1	..	..
اليمن	7	0	73	0	3 883	204	3 217	78	..	150
أوسيانيا ، باستثناء أستراليا ونيوزيلندا	**3**	**103**	**2**	**4 482**	**1 090**	**1 043**	**536**	**175**	**14**	**121**
ساموا الأمريكية	0	0	..	0	0	4	0	1	..	..
جزر كوك	..	0	..	0	1	11	0	1	..	0
فيجي	2	1	1	14	462	108	242	29	6	18
بولينيزيا الفرنسية	0	0	0	0	13	12	7	3	..	1
غوام	0	0	0	0	1	2	0	1	..	..
كيريباس	..	0	..	0	0	5	0	2	..	..
جزر مارشال	..	0	..	0	..	..	..	..	..	0
ولايات ميكرونيزيا الموحدة	0	0	0	0	1	12	1	2	1	..
ناورو	..	0	..	0	0	1	0	0	..	..
كاليدونيا الجديدة	0	1	0	0	124	24	64	5	..	4

الجدول ألف-3

(متواصل)

	حرق بقايا المحاصيل	حرق بقايا المحاصيل	حرف السافانا	بقايا المحاصيل	زراعة التربة العضوية	التخمّر المعوي	إدارة الروث الحيواني	الروث الحيواني المتبقي في المراعي	تطبيق الروث الحيواني على التربة	زراعة الأرز	أسمدة اصطناعية
نيوى	..	0	..	0	..	..	..	..	..	..	..
جزر ماريانا الشمالية	..	0	..	0	..	..	..	..	..	..	..
بالاو	..	0	..	0	..	..	..	..	..	..	..
بابوا غينيا الجديدة	1	102	1	4 469	162	682	62	101	2	77	
جزر بيتكيرن	..	0	..	0	..	..	..	..	..	..	..
ساموا	0	0	..	0	45	72	21	11	..	0	
جزر سليمان	0	0	0	0	22	21	10	4	5	..	
توكيلاو	..	0	..	0	0	0	0	0	..	..	
تونغا	..	0	..	0	22	30	11	5	..	21	
توفالو	..	0	..	0	..	..	..	..	..	..	
فانواتو	0	0	0	0	237	59	119	11	..	..	
جزر واليس وفوتونا	0	0	..	0	..	..	..	..	..	..	
جنوب آسيا	**5 447**	**270**	**34 818**	**5 223**	**426 528**	**42 739**	**112 636**	**25 483**	**138 043**	**138 583**	
أفغانستان	103	8	554	0	8 415	680	3 257	514	647	616	
بنغلاديش	546	4	4 067	3 329	23 793	2 268	9 530	1 695	24 673	4 690	
بوتان	3	2	12	0	275	25	67	13	49	6	
الهند	3 779	160	24 759	913	283 500	28 428	64 594	15 216	96 207	109 309	
جمهورية إيران الإسلامية	247	53	1 391	0	15 070	2 053	9 149	2 467	2 723	1 690	
ملديف	0	0	0	0	..	..	..	..	..	2	
نيبال	164	8	749	663	11 930	1 112	2 928	664	3 270	570	
باكستان	562	25	3 013	0	82 329	8 024	22 830	4 827	8 500	20 232	
سري لانكا	44	10	272	318	1 216	150	282	88	1 974	1 468	
أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى	**3 467**	**147 611**	**12 247**	**7 571**	**309 819**	**18 917**	**219 721**	**8 980**	**24 538**	**16 017**	
أنغولا	129	21 097	207	53	3 922	618	2 918	341	177	122	
بنن	79	1 012	136	0	1 816	155	1 373	75	44	86	
بوتسوانا	8	2 287	10	44	1 742	71	1 247	26	..	137	
بوركينا فاسو	65	1 268	354	0	9 062	826	6 846	378	755	312	
بوروندي	9	13	48	329	896	101	699	56	35	36	
كابو فيردي	2	0	1	0	44	16	39	10	..	..	
الكاميرون	78	1 279	260	115	4 944	502	3 755	255	248	158	
جمهورية أفريقيا الوسطى	9	10 911	19	0	3 596	298	2 674	143	25	1	
تشاد	23	4 898	210	0	8 176	382	5 259	96	221	..	
جزر القمر	1	0	4	0	52	2	42	1	134	..	
الكونغو	2	1 145	3	133	271	27	209	13	5	2	
كوت ديفوار	45	834	190	209	1 461	153	1 288	91	241	277	
جمهورية الكونغو الديمقراطية	166	15 497	208	5	1 045	220	921	130	256	81	
جيبوتي	0	0	0	0	377	17	251	4	..	..	

الجدول ألف-3

(متواصل)

	حرق بقايا المحاصيل	حرق السافانا	بقايا المحاصيل	زراعة التربة العضوية	التخمّر المعوي	إدارة الروث الحيواني	الروث الحيواني المتبقي في المراعي	تطبيق الروث الحيواني على التربة	زراعة الأرز	أسمدة اصطناعية
غينيا الاستوائية	..	0	..	1	9	2	8	1	..	..
إريتريا	2	26	31	0	2 375	98	1 536	42	..	3
إثيوبيا	221	3 432	1 289	1 436	50 196	2 048	35 179	794	138	1 524
غابون	2	186	3	43	67	39	60	24	1	12
غامبيا	6	131	20	0	389	19	283	7	351	5
غانا	90	3 580	207	15	2 290	249	2 050	141	316	246
غينيا	81	1 714	265	93	3 835	173	2 768	68	2 288	17
غينيا - بيساو	6	228	25	0	612	100	448	55	176	..
كينيا	175	218	371	45	20 718	869	13 942	420	42	334
ليسوتو	8	68	11	0	755	27	557	20	..	..
ليبريا	11	0	37	18	101	54	109	34	54	..
مدغشقر	92	1 669	393	719	7 388	532	5 238	279	5 574	73
ملاوي	138	237	340	59	1 554	507	1 273	307	103	721
مالي	93	3 904	531	0	12 418	591	8 978	221	1 006	1 980
موريتانيا	4	45	31	0	4 409	217	2 677	57	253	..
موريشيوس	3	0	0	0	10	12	60	9	2	52
موزامبيق	153	12 685	212	0	1 732	373	1 411	229	553	357
ناميبيا	2	2 032	10	0	2 215	102	1 644	38	..	16
النيجر	2	215	547	0	12 766	598	8 689	179	23	110
نيجيريا	599	2 331	2 143	0	25 847	2 313	20 967	1 167	7 117	1 755
رينيون	1	0	1	0	34	22	87	17	0	..
رواندا	21	17	124	296	1 215	208	922	124	24	45
سانت هيلينا	..	0	..	0	1	0	1	0	..	..
سان تومي وبرنسيبي	0	0	0	0	3	6	3	4	..	..
السنغال	18	2 630	96	0	3 970	289	3 128	132	198	137
سيشيل	..	0	..	0	1	1	1	1	..	0
سيراليون	30	157	135	0	837	67	679	28	894	..
الصومال	8	25	33	0	13 010	648	6 439	143	4	..
جنوب أفريقيا	290	2 341	1 030	29	12 529	869	9 677	407	7	2 823
جنوب السودان	22	21 485	106	145	11 911	488	8 727	214	..	0
السودان	15	4 142	926	0	37 898	1 563	24 742	893	46	2 293
سوازيلند	10	40	7	0	482	25	348	13	0	..
توغو	58	344	127	0	901	128	811	72	20	144
أوغندا	94	1 164	294	720	11 737	830	8 484	464	140	72
جمهورية تنزانيا المتحدة	377	6 734	871	787	21 102	874	14 977	453	3 019	502
زامبيا	99	13 453	224	2 277	3 075	313	2 341	162	49	960
زمبابوي	120	2 135	157	0	4 020	275	2 957	141	0	621

الجدول ألف-3

(متواصل)

	حرق بقايا المحاصيل	حرق السافانا	بقايا المحاصيل	زراعة التربة العضوية	التخمّر المعوي	إدارة الروث الحيواني	الروث الحيواني المتبقي في المراعي	تطبيق الروث الحيواني على التربة	زراعة الأرز	أسمدة اصطناعية
البلدان والأراضي في الأقاليم المتقدمة	8 011	48 395	77 803	67 350	466 978	151 955	133 347	75 033	22 752	218 222
ألبانيا	7	0	47	17	1 479	426	410	248	0	197
أندورا	..	0	..	0	..	..	..	..	..	..
أستراليا	422	42 022	3 040	348	50 475	5 251	29 635	1 092	496	9 066
النمسا	27	0	339	47	3 199	1 282	468	684	..	555
بيلاروس	32	2	578	5 708	6 778	1 991	600	1 357	..	2 944
بلجيكا	12	0	243	43	3 786	1 959	526	995	..	1 224
برمودا	..	0	0	0	2	1	0	0	..	..
البوسنة والهرسك	15	0	66	25	1 049	375	207	231	..	605
بلغاريا	72	0	626	161	1 294	357	243	267	65	2 408
كندا	393	1 516	4 058	8 873	15 820	6 121	5 050	1 655	..	18 296
كرواتيا	25	0	176	0	889	433	163	223	..	664
الجمهورية التشيكية	34	0	602	40	2 103	705	205	486	..	2 121
الدانمرك	22	0	677	383	3 015	2 704	359	1 134	..	1 151
إستونيا	5	0	89	1 496	472	182	66	95	..	231
جزر فيرويه	..	0	0	0	16	2	7	2	..	..
فنلندا	8	0	292	1 600	1 543	604	223	322	..	1 019
فرنسا	312	2	4 674	934	29 666	9 881	4 836	5 969	177	15 815
ألمانيا	139	0	3 410	4 740	22 018	10 346	2 950	5 268	..	11 766
جبل طارق	..	0	..	0	..	..	..	..	..	..
اليونان	32	9	294	159	3 102	745	1 505	473	321	1 756
غرينلاند	..	0	..	0	3	0	1	0	..	..
الكرسي الرسولي	..	..	..	0	..	..	..	..	..	..
هنغاريا	128	0	961	899	1 509	752	226	539	14	2 006
آيسلندا	..	0	0	0	231	45	78	28	..	70
آيرلندا	2	0	181	1 402	10 705	2 683	1 881	1 709	..	1 912
جزيرة مان	..	0	..	2	..	..	..	..	..	..
إيطاليا	136	3	1 242	99	11 970	5 323	2 170	2 933	2 323	3 873
اليابان	76	0	795	833	4 647	2 111	1 606	1 178	6 876	2 587
كازاخستان	388	2 524	1 551	0	9 474	1 751	3 116	1 082	439	387
قيرغيزستان	18	0	119	0	2 559	443	859	299	37	202
لاتفيا	12	0	164	1 237	733	267	100	152	..	485
لختنشتاين	..	..	..	0	11	3	2	2	..	..
ليتوانيا	24	0	349	1 476	1 294	487	171	265	..	658
لكسمبرغ	0	0	10	1	299	87	43	50	..	155
مالطة	0	0	2	0	30	27	5	10	..	25

الجدول ألف-3

(متواصل)

	حرق بقايا المحاصيل	حرق السافانا	بقايا المحاصيل	زراعة التربة العضوية	التخمّر المعوي	إدارة الروث الحيواني	الروث الحيواني المتبقي في المراعي	تطبيق الروث الحيواني على التربة	زراعة الأرز	أسمدة اصطناعية
موناكو	..	..	..	0	..	..	..	..	..	..
الجبل الأسود	0	0	3	7	225	63	43	35	..	8
هولندا	5	0	180	1 373	7 749	4 208	1 084	2 132	..	1 594
نيوزيلندا	3	1	75	379	21 179	3 198	11 240	465	..	2 115
النرويج	2	1	89	937	1 719	511	399	303	..	657
بولندا	127	0	1 679	4 676	9 758	3 900	865	2 620	..	10 534
البرتغال	12	6	79	47	2 673	1 345	567	683	301	612
جمهورية مولدوفا	47	0	199	33	509	195	113	181	..	336
رومانيا	263	0	1 401	123	5 520	1 917	1 316	1 389	75	1 959
الاتحاد الروسي	962	1 415	8 379	12 791	35 487	11 157	4 980	8 197	1 150	7 710
سانت بيير وميكلون	..	0	..	0	0	0	0	0	..	..
سان مارينو	..	..	..	0	..	..	..	..	..	..
صربيا	102	0	641	0	2 093	1 067	393	520	..	1 637
سلوفاكيا	29	0	302	9	792	286	99	195	..	837
سلوفينيا	4	0	38	7	729	229	112	133	..	180
إسبانيا	106	22	1 401	44	12 289	7 847	3 036	3 404	1 164	7 112
جزرسفالبارد وجان ماين	..	0	..	0	..	..	..	..	..	..
السويد	14	0	395	1 006	2 398	818	382	457	..	1 169
سويسرا	4	0	67	105	2 766	966	396	521	..	367
طاجيكستان	11	4	101	0	3 151	593	886	366	51	366
جمهورية مقدونيا اليوغوسلافية السابقة	5	0	46	0	597	168	135	96	30	125
تركمانستان	15	24	121	0	4 560	785	1 745	549	277	..
أوكرانيا	552	5	4 627	3 104	8 273	4 393	885	2 487	60	6 582
المملكة المتحدة	61	0	1 775	2 164	20 019	4 935	5 175	3 396	..	7 490
الولايات المتحدة الأمريكية	3 297	808	31 024	10 021	119 973	42 990	37 995	16 463	8 682	80 221
أوزبكستان	51	32	597	0	14 349	3 039	3 788	1 696	212	4 433

المراجع

الفصل 1

Alexandratos, N. & Bruinsma, J. 2012. *World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision.* Rome, FAO.

Asfaw, S., McCarthy, N., Lipper, L., Arslan, A. & Cattaneo, A. 2014. *Climate variability, adaptation strategies and food security in Malawi.* ESA Working Paper No. 14–08. Rome, FAO.

Branca, G., McCarthy, N., Lipper, L. & Jolejole, M. 2011. *Climate-smart agriculture: a synthesis of empirical evidence of food security and mitigation benefits from improved cropland management.* FAO Mitigation of Climate Change in Agriculture Series No. 3. Rome, FAO.

Confalonieri, U., Menne, B., Akhtar, R., Ebi, K.L., Hauengue, M., Kovats, R.S., Revich, B. & Woodward, A. 2007. *In:* M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden & C.E. Hanson, eds. *Human health. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge, UK, Cambridge University Press, pp. 391–431.

De Pinto, A., Thomas, T. & Wiebe, K. 2016. *Synthesis of recent IFPRI research on climate change impacts on agriculture and food security.* Background paper prepared for *The State of Food and Agriculture 2016.* Washington DC, IFPRI (International Food Policy Research Institute). (unpublished).

منظمةالأغذية والزراعة. 2006. الأمن الغذائي. موجز السياسات العامة، العدد 2، يونيو/حزيران 2006، روما.

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

FAO. 2011. *"Energy-smart" food for people and climate.* An Issue Paper. Rome.

منظمةالأغذية والزراعة. 2012. حالة الموارد السمكية وتربية الأحياء المائية في العالم 2012، روما.

FAO. 2013. *Climate change guidelines for forest managers.* FAO Forestry Paper 172. Rome.

FAO. 2014. *Building a common vision for sustainable food and agriculture. Principles and approaches.* Rome.

FAO. 2016. *The agriculture sectors in the Intended Nationally Determined Contributions: Summary.* Rome.

FAO. FAOSTAT. Online Statistical Database (available at http://faostat.fao.org/). Rome.

Hallegatte, S., Bangalore, M., Bonzanigo, L., Fay, M., Kane, T., Narloch U., Rozenberg, J., Treguer, D. & Vogt-Schilb, A. 2016. *Shock waves: managing the impacts of climate change on poverty.* Climate change and development series. Washington, DC, World Bank.

IFPRI (International Food Policy Research Institute). 2015. *Global nutrition report 2015: Actions and accountability to advance nutrition and sustainable development.* Washington, DC.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. Summary for policy-makers. *In:* O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel & J.C. Minx, eds. *Climate change 2014: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press.

Myers, S.S., Zanobetti, A., Kloog, I., Huybers, P., Leakey, A.D.B., Bloom, A.J., Carlisle, E., Dietterich, H.L., Fitzgerald, G., Hasegawa, T., Holbrook, N.M., Nelson, R.L., Ottman, M.J., Raboy, V., Sakai, H., Sartor, K.A., Schwartz, J., Seneweera, S., Tausz, M. & Usui, Y. 2014. Increasing CO_2 threatens human nutrition. *Nature,* 510: 139–142.

Paerl, H. & Huisman, J. 2009. Climate change: a catalyst for global expansion of harmful cyanobacterial blooms. *Environmental Microbiology Reports,* 1(1): 1–95.

Paterson, R. & Lim, N. 2010. How will climate change affect mycotoxins in food? *Food Research International,* 43: 1902–1914.

Porter, J.R., Xie, L., Challinor, A.J., Cochrane, K., Howden, S.M., Iqbal, M.M., Lobell, D.B. & Travasso, M.I. 2014. Food security and food production systems.

In: C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea & L.L. White, eds. *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press, pp. 485–533.

Schleussner, C.F., Lissner, T.K., Fischer, E.M., Wohland, J., Perrette, M., Golly, A., Rogelj, J., Childers, K., Schewe, J., Frieler, K., Mengel, M., Hare, W. & Schaeffer, M. 2016. Differential climate impacts for policy-relevant limits to global warming: the case of 1.5 °C and 2 °C. *Earth system dynamics, 7*:327–351.

Searchinger, D.T., Zhang, X., Davidson, E.A., Mauzerall, D.L., Dumas, P. & Shen, Y. 2015. Managing nitrogen for sustainable development. *Nature,* 528: 51–59.

Smith P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., Elsiddig, E.A., Haberl, H., Harper, R., House, J., Jafari, M., Masera, O., Mbow, C., Ravindranath, N. H., Rice, C.W., Robledo Abad, C., Romanovskaya, A., Sperling, F. & Tubiello, F. 2014. Agriculture, forestry and other land use (AFOLU). *In:* O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel & J.C. Minx, eds. *Climate change 2014: mitigation of climate change. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press.

Thornton P., Ericksen P.J., Herrero M. & Challinor A.J. 2014. Climate variability and vulnerability to climate change: a review. *Global change biology,* 20:3313–3328.

اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. 1992. اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. نيويورك، الأمم المتحدة.

اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. 2015. اعتماد اتفاق باريس. اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. باريس.

Vermeulen, S.J., Campbell, B.M. & Ingram, J.S.I. 2012. Climate change and food systems, *annual review of Environment and Resources, 37*: 195–222.

WHO (World Health Organization). 2003. *Climate change and human health – risks and responses. Summary.* Geneva.

Wijesinha-Bettoni, R., Kennedy, G., Dirorimwe, C. & Muehlhoff, E. 2013. Considering seasonal variations in food availability and caring capacity when planning complementary feeding interventions in developing countries. *International Journal of Child Health and Nutrition,* 2 (4): 335–352.

Wollenberg, E., Richards, M., Smith, P., Havlik, P., Obersteiner, M., Tubiello, F.N., Herold, M., Gerber, P., Carter, S., Reisinger, A., van Vuuren, D., Dickie, A., Neufeldt, H., Sander, B.O., Wassman, R., Sommer, R., Amonette, J.E, Falcucci, A., Herrero, M., Opio, C., Roman-Cuesta, R., Stehfest, E., Westhoek, H., Ortiz-Monasterio, I., Sapkota, T., Rufino, M.C., Thornton, P.K., Verchot, L., West, P.C., Soussana, J.-F., Baedeker, T., Sadler, M., Vermeulen, S. & Campbell, B.M. 2016. Reducing emissions from agriculture to meet 2 °C target. *Global Change Biology.* In press.

البنك الدولي. 2008. تقرير التنمية الدولية لعام 2008 : الزراعة من أجل التنمية. واشنطن العاصمة، البنك الدولي.

Zezza, A., Davis, B., Azzarri, C., Covarrubias, K., Tasciotti, L. & Anríquez, G. 2008. *The impact of rising food prices on the poor.* ESA Working Paper 08-07. Rome, FAO.

الفصل 2

Allen, C.D., Macalady, A.K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kitzberger, T., Rigling, A., Breshears, D.D., Hogg, E.H., Gonzalez, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Demidova, N., Lim, J.H., Allard, G., Running, S.W., Semerci, A. & Cobb, N. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management,* 259(4): 660–684.

المراجع

Alling, A., Doherty, O., Logan, H., Feldman, L. & Dustan, P. 2007. Catastrophic coral mortality in the remote Central Pacific Ocean: Kiribati, Phoenix Islands. *Atoll Research Bulletin*, 551: 1–19.

Antle, J.M. & Crissman, C.C. 1990. Risk, efficiency, and the adoption of modern crop varieties: evidence from the Philippines. *Economic Development and Cultural Change*, 38(3): 517–537.

Arnell, N.W., Cannell, M.G., Hulme, M., Kovats, R.S., Mitchell, J.F., Nicholls, R.J., Parry, M.L., Livermore, M.T.J. & White, A. 2002. The consequences of CO_2 stabilisation for the impacts of climate change. *Climatic Change*, 53(4): 413–446.

Arslan, A., McCarthy, N., Lipper, L., Asfaw, S., Cattaneo, A. & Kokwe, M. 2015. Climate-smart agriculture? Assessing the adaptation implications in Zambia. *Journal of Agricultural Economics*, 66(3): 753–780.

Arslan, A., Belotti, F. & Lipper, L. 2016. *Smallholder productivity under climatic variability: Adoption and impact of widely promoted agricultural practices in Tanzania*. ESA Working Paper 16–03. Rome, FAO.

Asfaw, S., Coromaldi, M. & Lipper, L. 2015a. *Welfare cost of weather fluctuations and climate shocks in Ethiopia*. Mimeo

Asfaw, S., Coromaldi, M. & Lipper, L. 2015b. *Adaptation to climate change and food security in Ethiopia*. https://www.economic.com/esa/publications/details/en/c/279717/. Rome, FAO.

Asfaw, S., Di Battista, F. & Lipper, L. 2015. *Effects of weather fluctuations and climate shocks on household welfare: evidence from Niger*. Mimeo

Asfaw, S., Maggio, G. & Lipper, L. 2015. *Gender differentiated impact of climate shock in Malawi*. ESA Working Paper.

Bárcena, A., Prado, A., Samaniego, J. & Pérez, R. 2014. *The economics of climate change in Latin America and the Caribbean: paradoxes and challenges*. Santiago, United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean.

Brander, K.M. 2007. Global fish production and climate change. *PNAS*, 104(50): 19709–19714.

CGIAR, CCAFS & University of Leeds. 2016. Agriculture Impacts. (Available at http://www.ag-impacts.org).

Challinor, A.J., Watson, J., Lobell, D.B., Howden, S.M., Smith, D.R. & Chhetri, N. 2014. A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change*, 4: 287–291.

Cheung, W.W.L., Lam, V.W.Y., Sarmiento, J.L., Kearney, K., Watson, R., Zeller, D. & Pauly, D. 2010. Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change. *Global Change Biology*, 16: 24–35.

Chomo, V. & De Young, C. 2015. Towards sustainable fish food and trade in the face of climate change. *BIORES*, 9(2).

Ciais, P., Schelhaas, M.J., Zaehle, S., Piao, L., Cescatti, A., Liski, J., Luyssaert, S., Le-Maire, G., Schulze, E.D., Bouriaud, O., Freibauer, A., Valentini, R. & Nabuurs, G.J. 2008. Carbon accumulation in European forests. *Nature Geoscience*, 1(7): 425–429.

Cline, W.R. 2007. *Global warming and agriculture: impact estimates by country*. Washington, DC, Center for Global Development and Peterson Institute for International Economics.

Dercon, S. & Christiaensen, L. 2011. Consumption risk, technology adoption and poverty traps: evidence from Ethiopia. *Journal of Development Economics*, 96: 159–173.

De Pinto, A., Thomas, T. & Wiebe, K. 2016. Synthesis of recent IFPRI research on climate change impacts on agriculture and food security. Background paper prepared for *The State of Food and Agriculture 2016*. Washington DC, IFPRI (International Food Policy Research Institute). (unpublished).

Fafchamps, M. 1992. Solidarity networks in pre-industrial societies: rational peasants with a moral economy. *Economic Development and Cultural Change*, 41: 147–174.

FAO. 2011. *FAO-Adapt: Framework Programme on Climate Change Adaptation*. Rome.

FAO. 2015. *The impact of natural hazards and disasters on agriculture and food security and nutrition*. Rome.

FAO. 2016a. *Climate change and food security: risks and responses*. Rome.

FAO. 2016b. *2015–2016 El Niño – Early action and response for agriculture, food security and nutrition*. Rome.

FAO. 2016c. *Climate change implications for fisheries and aquaculture: Summary of the findings of the intergovernmental panel on climate change fifth assessment report*, by A.Seggel, & C.De Young. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1122. Rome.

FAO. 2016d. FAOSTAT. Online Statistical Database (retrieved 30 July 2016) (available at http://faostat.fao.org/).

FAO. FAOSTAT. Online Statistical Database (available at http://faostat.fao.org/).

Feder, G., Just, R. & Zilberman, D. 1985. Adoption of agricultural innovations in developing countries: a survey. *Economic Development and Cultural Change*, 33: 255–298.

Gray, J., Dautel, H., Estrada-Peña, A., Kahl, O. & Lindgren, E. 2009. Effects of Climate change on ticks and tick-borne diseases in Europe. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2009: ID 593232.

Hallegatte, S., Mook B., Bonzanigo, L., Fay, M., Kane, T., Narloch, U., Rozenberg, J., Treguer, D. & Vogt-Schilb, A. 2015. *Shock waves: managing the impacts of climate change on poverty*. Climate Change and Development Series. Washington, DC, World Bank.

Heltberg, R. & Tarp, F. 2002. Agricultural supply response and poverty in Mozambique. *Food Policy*, 27(2): 103–124.

فريق الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي والتغذية. 2012. الأمن الغذائي وتغير المناخ. تقرير الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي والتغذية التابع للجنة الأمن الغذائي العالمي. روما.

Hurley, T. 2010. *Review of agricultural production risk in the developing world*. Harvest Choice Working Paper 11. Washington, DC, IFPRI.

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. 2007. تغير المناخ 2007: التقرير التجميعي. مساهمة الأفرقة العاملة الأول والثاني والثالث في تقرير التقييم الرابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. جنيف، سويسرا، 104 صفحات.

IPCC. 2014. *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.In:* V.R. Barros, C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea & L.L. White, eds. Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press.

Kassie, M., Pender, J., Mahmud, Y., Kohlin, G., Bluffstone, R. & Mulugeta, E. 2008. Estimating returns to soil conservation adoption in the Northern Ethiopian Highlands. *Agricultural Economics*, 38: 213–232.

Kirtman, B., Power, S.B., Adedoyin, J.A., Boer, G.J., Bojariu, R., Camilloni, I., Doblas-Reyes, F.J., Fiore, A.M., Kimoto, M., Meehl, G.A., Prather, M., Sarr, A., Schär, C., Sutton, R., van Oldenborgh, G.J., Vecchi, G. & Wang, H.J. 2014. Near-term climate change: projections and predictability. *In:* T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex & P.M. Midgley, eds. *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press.

Krishnamurthy, P.K., Lewis, K. & Choularton R.J. 2014. A methodological framework for rapidly assessing the impacts of climate risk on national-level food security through a vulnerability index. *Global Environmental Change*, 25: 121–132.

Lam, V.W.Y., Cheung, W.W.L., Swartz, W. & Sumaila, U.R. 2012. Climate change impacts on fisheries in West Africa: implications for economic, food and nutritional security. *African Journal of Marine Science*, 34(1): 103–117.

المراجع

Müller, C. & Elliott, J. 2015. The Global Gridded Crop Model intercomparison: approaches, insights and caveats for modelling climate change impacts on agriculture at the global scale. *In:* A. Elbehri, ed. *Climate change and food systems: global assessments and implications for food security and trade.* Rome, FAO.

Nelson, G.C., Rosegrant, M.W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., Ringler, C., Msangi, S., Palazzo, A., Batka, M., Magalhaes, M., Valmonte-Santos, R., Ewing, M. & Lee, D. 2009. *Climate change – impact on agriculture and cost of adaptation.* Washington, DC, IFPRI.

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. 2010. *Food security, farming, and climate change to 2050: scenarios, results, policy options.* Washington, DC, IFPRI.

Nelson, G., van der Mensbrugghe, D., Ahammad, H., Blanc, E., Calvin, K., Hasegawa, T., Havlík, P., Heyhoe, E., Kyle, P., Lotze-Campen, H., von Lampe, M., Mason d'Croz, D., van Meijl, H., Müller, C., Reilly, J., Robertson, R., Sands, R., Schmitz, C., Tabeau, A., Takahashi, K., Valin, H. & Willenbockel, D. 2014a. Agriculture and climate change in global scenarios: why don't the models agree? *Agricultural Economics,* 45(1): 85–101.

Nelson, G.C., Valin, H., Sands, R.D., Havlik, P., Ahammad, H., Deryng, D., Elliott, J., Fujimori, S., Hasegawa, T., Heyhoe, E., Kyle, P., Von Lampe, M., Lotze-Campen, H., d'Croz, D.M., van Meijl., H., van der Mensbrugghe, D., Müller, C., Popp, A., Robertson, R., Robinson, S., Schmid, E., Schmitz, C., Tabeau, A. & Willenbockel, D. 2014b. Climate change effects on agriculture: economic responses to biophysical shocks. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 111(9): 3274–3279.

Niang, I., Ruppel, O.C., Abdrabo, M.A., Essel, A., Lennard, C., Padgham, J. & Urquhart, P. 2014. Africa. *In:* V.R. Barros, C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea & L.L. White, eds. *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge,* UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press.

Lancelot, R., de La Rocque, S. & Chevalier, V. 2008. Bluetongue and Rift Valley fever in livestock: a climate change perspective with a special reference to Europe, the Middle East and Africa. *In:* P. Rowlinson, M. Steele & A. Nefzaoui, eds. *Livestock and global climate change. Proceedings of the british society of animal science (BSAS) international conference on livestock and global climate change, Hammamet, Tunisia, 17–20 May 2008, pp. 87–89.* Cambridge, UK, Cambridge University Press.

Lobell, D.B., Schlenker, W. & Costa-Roberts, J. 2011. Climate trends and global crop production since 1980. *Science,* 333(6042): 616–620.

Lozanoff, J. & Cap, E. 2006. *Impact of climate change over Argentine agriculture: an economy study.* Argentina, INIA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria).

Marlier M.E., DeFries R.S., Voulgarakis A., Kinney P.L., Randerson J.T., Shindell D.T., Chen Y. & Faluvegi G. 2013. El Niño and health risks from landscape fire emissions in Southeast Asia. *Nature Climate Change,* (3): 131–6.

Mendelsohn, R.O., Arellano, J. & Christensen, P. 2010. A Ricardian analysis of Mexican farms. *Environment and Development Economics,* 15(2): 153–171.

Met Office Hadley Centre & WFP. 2015. Food Insecurity and Climate Change. Web site. (Available at: http://www.metoffice.gov.uk/food-insecurity-index/)

Miles, L., Newton, A.C., DeFries, R.S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V. & Gordon, J.E. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography,* 33(3): 491–505.

Moss, R.H., Babiker, M., Brinkman, S., Calvo, E., Carter, T., Edmonds, J., Elgizouli, I., Emori, S., Erda, L., Hibbard, K., Jones, R., Kainuma, M., Kelleher, J., Lamarque, J.F., Manning, M., Matthews, B., Meehl, J., Meyer, L., Mitchell, J., Nakicenovic, N., O'Neill, B., Pichs, R., Riahi, K., Rose, S., Runci, P., Stouffer, R., van Vuuren, D., Weyant, J., Wilbanks, T., van Ypersele, J.P., & Zurek, M. 2008. *Towards new scenarios for analysis of emissions, climate change, impacts, and response strategies. Geneva, Switzerland,* Intergovernmental Panel on Climate Change.

Rosenthal, J. 2009. Climate change and the geographic distribution of infectious diseases. *Ecohealth,* 6: 489–495.

Rosenzweig, C. & Parry, M.L. 1994. Potential impact of climate change on world food supply. *Nature,* 367: 133–138.

Rosenzweig, M.R. & Binswanger, H.P. 1993. Wealth, weather risk and the composition and profitability of agricultural investments. *The Economic Journal,* 103: 56–78.

Rosenzweig, C., Jones, J., Hatfield, J., Ruane, A., Boote, K., Thorburne, P., Antle, J., Nelson, G., Porter, C., Janssen, S., Asseng, S., Basso, B., Ewert, F., Wallach, D., Baigorria, G. & Winter, J. 2013. The Agricultural model intercomparison and improvement project (AgMIP): Protocols and pilot studies. *Agricultural and Forest Meteorology,* 170: 166–182.

Rosenzweig, C., Elliott, J., Deryng, D., Ruane, A.C., Müller, C., Arneth, A., Boote, K.J., Folberth, C., Glotter, M., Khabarov, N., Neumann, K., Piontek, F., Pugh, T.A.M., Schmid, E., Stehfest, E., Yang, H. & Jones, J.W. 2014. Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 111(9): 3268–3273.

Rozenberg, J. & Hallegatte, S. 2015. *The impacts of climate change on poverty in 2030 and the potential from rapid, inclusive, and climate-informed development.* Policy Research Paper No. 7483. Washington, DC, World Bank.

Sadoulet, E. & de Janvry, A. 1995. *Quantitative development policy analysis.* Chapter 5. Baltimore, USA, Johns Hopkins University Press.

Sanghi, A. & Mendelsohn, R. 2008. The impacts of global warming on farmers in Brazil and India. *Global Environmental Change,* 18(4): 655–665.

Sejian, V., Maurya, V.P., Kumar, K. & Naqvi, S.M.K. 2012. Effect of multiple stresses (thermal, nutritional and walking stress) on growth, physiological response, blood biochemical and endocrine responses in Malpura ewes under semi-arid tropical environment. *Tropical Animal Health and Production,* 45: 107–116.

Seo, N. & Mendelsohn, R. 2007. *An analysis of crop choice: adapting to climate change in Latin American farms.* Washington, DC, World Bank.

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2015. NOAA declares third ever global bleaching event. (Available at: http://www.noaanews.noaa.gov/stories2015/100815-noaa-declares-third-ever-global-coral-bleaching-event.html).

Obura, D. & Mangubhai, S. 2011. Coral mortality associated with thermal fluctuations in the Phoenix Islands, 2002–2005. *Coral Reefs,* 30(3): 607–619.

O'Neill, B.C., Kriegler, E., Riahi, K., Ebi, K.L., Hallegatte, S., Carter, T.R., Mathur, R. & van Vuuren, D.P. 2014. A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socio-economic pathways. *Climatic Change,* 122(3): 387–400.

O'Neill, B.C., Kriegler, E., Ebi, K. L., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D.S., van Ruijven, B.J., van Vuuren, D.P., Birkmann, J., Kok, K., Levy, M. & Solecki, W. 2015. The roads ahead: narratives for shared socio-economic pathways describing world futures in the 21st century. *Global Environmental Change.*

Parry, M., Rosenzweig, C. & Livermore, M. 2005. Climate change, global food supply and risk of hunger. *Philosophical Transactions of the Royal Society B,* 360 (1463): 2125–2138.

Porter, J.R., Xie, L., Challinor, A.J., Cochrane, K., Howden, S.M., Iqbal, M.M., Lobell, D.B. & Travasso, M.I. 2014. Food security and food production systems. *In:* C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea & L.L. White, eds. *Climate Change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. part A: global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge,* UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press, pp. 485–533.

Roe, T. & Graham-Tomasi, T. 1986. Yield risk in a dynamic model of the agricultural household. *In:* I. Singh, L. Squire & J. Strauss, eds. *Agricultural household models: extension, applications and policy.* A World Bank Research Publication. Baltimore, USA, Johns Hopkins University Press, pp. 255–276.

المراجع

Van der Mensbrugghe, D. 2015. *Shared Socio-Economic Pathways and Global Income Distribution.* Paper presented at the 18th Annual Conference on Global Economic Analysis, 17–19 June 2015, Melbourne, Australia.

Wiebe, K., Lotze-Campen, H., Sands, R., Tabeau, A., van der Mensbrugghe, D., Biewald, A., Bodirsky, B., Islam, S., Kavallari, A., Mason-D'Croz, D., Müller, C., Popp, A., Robertson, R., Robinson, S., van Meijl, H. & Willenbockel, D. 2015. Climate change impacts on agriculture in 2050 under a range of plausible socioeconomic and emissions scenarios, *Environmental Research Letters,* 10(08): 1–15.

Williams, A.P., Allen, C.D., Macalady, A.K., Griffin, D., Woodhouse, C.A., Meko, D.M., Swetnam, T.W., Rauscher, S.A., Seager, R., Grissino-Mayer, H.D., Dean, J.S., Cook, E.R., Gangodagamage, C., Cai, M. & McDowell, N.G. 2013. Temperature as a potent driver of regional forest drought stress and tree mortality. *Nature Climate Change,* 3: 292–297.

Wollenberg, E., Richards, M., Smith, P., Havlik, P., Obersteiner, M., Tubiello, F.N., Herold, M., Gerber, P., Carter, S., Reisinger, A., van Vuuren, D., Dickie, A., Neufeldt, H., Sander, B.O., Wassman, R., Sommer, R., Amonette, J.E, Falcucci, A., Herrero, M., Opio, C., Roman-Cuesta, R., Stehfest, E., Westhoek, H., Ortiz-Monasterio, I., Sapkota, T., Rufino, M.C., Thornton, P.K., Verchot, L., West, P.C., Soussana, J.-F., Baedeker, T., Sadler, M., Vermeulen, S. & Campbell, B.M. 2016. Reducing emissions from agriculture to meet 2 °C target. *Global Change Biology.* In press.

البنك الدولي. 2010. التنمية وتغير المناخ- تقرير عن التنمية في العالم. واشنطن العاصمة، مجموعة البنك الدولي.

Yohe, G.W., Lasco, R.D., Ahmad, Q.K., Arnell, N.W., Cohen, S.J., Hope, C., Janetos, A.C. & Perez, R.T. 2007. Perspectives on climate change and sustainability. *In:* M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden & C.E. Hanson, eds. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge, UK, Cambridge University Press, pp. 811–841.

Seo, N. & Mendelsohn, R. 2008. A Ricardian analysis of the impact of climate change on south american farms. *Chilean Journal of Agricultural Research,* 68(1): 69–79.

Seo, N. 2011. An analysis of public adaptation to climate change using agricultural water schemes in South America. *Ecological Economics,* 70(4): 825–834.

Settele, J., Scholes, R., Betts, R., Bunn, S., Leadley, P., Nepstad, D., Overpeck, J.T. & Taboada, M.A. 2014. Terrestrial and inland water systems. *In:* C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea & L.L. White, eds. *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge, UK, and New York, USA, Cambridge University Press.

Skees, J., Hazell, P. & Miranda, M. 1999. *New approaches to crop yield insurance in developing countries.* Environmental and Production Technology Division (EPTD) Discussion Paper No. 55. Washington, DC, IFPRI, 40 pp.

Thornton, P., van de Steeg, J., Notenbaert, A. & Herrero, M. 2009. The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: a review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems,* 101(3):113–127.

Tirado, M.C., Clarke, R., Jaykus, L.A., McQuatters-Gallop, A. & Frank, J.M. 2010. Climate change and food safety: a review. *Food Research International,* 43(7): 1745–1765.

Turral, H., Burke, J. & Faurès, J.M. 2011. *Climate change, water and food security.* Rome, FAO.

Valenzuela, E. & Anderson, K. 2011. *Climate change and food security to 2050: a global economy-wide perspective,* Paper presented at the 55th Annual Conference of the Australian Agricultural and Resource Economics Society, 9–11February 2011.

الفصل 3

Acosta, M., Ampaire, E., Okolo, W. & Twyman, J. 2015. *Gender and climate change in Uganda: effects of policy and institutional frameworks*. CCAFS Info Note. Copenhagen, CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS).

Agwu, J. & Okhimamwe, A.A. 2009. *Gender and climate change in Nigeria*. Lagos, Nigeria, Heinrich Böll Stiftung (HBS).

Altieri, M.A., Nicholls, C.I., Henao, A., Lana, M.A. 2015, Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems, *Agronomy for Sustainable Development,* 35: 869–890.

Archer, L. & Yamashita, H. 2003. Theorizing inner-city masculinities: race, class, gender and education. *Gender and Education,* 15(2): 115–132.

Arslan, A., McCarthy, N., Lipper, L., Asfaw, S., Cattaneo, A. & Kokwe, M. 2015. Climate smart agriculture? Assessing the adaptation implications in Zambia. *Journal of Agricultural Economics,* 66(3): 753–780.

Arslan, A., McCarthy, N., Lipper, L., Asfaw, S. & Cattaneo, A. 2014. Adoption and Intensity of adoption of conservation agriculture in Zambia. *Agriculture, Ecosystem and Environment,* 187: 72–86.

Arslan, A., Lamanna, C., Lipper, L., Rosenstock, T. & Rioux, J. 2016a. *A meta-analysis on the barriers to adoption of practices with CSA potential in Africa*. Mimeo.

Arslan, A., Cavatassi, R., Alfani, F., McCarthy, N., Lipper, L. & Kokwe, M. 2016b. *Is diversification a climate-smart agriculture strategy in rural Zambia?* Contributed Paper accepted to the Seventh International Conference in Agricultural Statistics, organized by FAO and ISTAT (Italian National Institute of Statistics), Rome. (Forthcoming as FAO ESA working paper).

Asfaw, S. & Lipper, L. 2016. *Managing climate risk using climate-smart agriculture*. Rome, FAO.

Asfaw, S., McCarthy, N., Lipper, L., Arslan, A. & Cattaneo, A. 2014. *Climate variability, adaptation strategies and food security in rural Malawi*. ESA Working Paper 14-08, Rome, FAO.

Asfaw, S., McCarthy, N., Arslan, A., Lipper, L. & Cattaneo, A. 2015. Livelihood diversification and vulnerability to poverty in rural Malawi. FAO-ESA Working Paper 15-02. Rome, FAO.

Asfaw, S., McCarthy, N., Lipper, L., Arslan, A. & Cattaneo, A. 2016a. What determines farmers' adaptive capacity? Empirical evidence from Malawi. *Food Security,* Vol. 8(3): 643–664

Asfaw, S., Maggio, G. & Lipper, L. 2016. *Gender, climate shock and welfare: evidence from Malawi*. Mimeo.

Asfaw, S., Di Battista, F. & Lipper, L. 2016. Agricultural technology adoption under climate change in the Sahel: micro-evidence from Niger. *Journal of African Economies*.

Asfaw, S., Coromaldi, M. & Lipper, L. 2016. *Welfare cost of climate and weather fluctuation in Ethiopia*. Mimeo.

Asfaw, S., Mortari, A., Arslan, A., Karfakis, P. & Lipper, L. 2016b, *Welfare impacts of climate shocks: evidence from Uganda*. FAO technical report.

Barrett, C.B., Reardon, T. & Webb, C. 2001. Nonfarm income diversification and household livelihood strategies in rural Africa: concepts, dynamics, and policy implications. *Food Policy,* 26(4): 315–331.

Barrett, C.B. & Swallow, B.M. 2006. Fractal poverty traps. *World Development,* 34(1): 1–15.

Bates B.C., Kundzewicz Z.W., Wu S. & Palutikof J.P. محررون. 2008. تغير المناخ والماء. الورقة الفنية الصادرة عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. جنيف، أمانة الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 210 صفحة.

Baudron, F., Moti J., Oriama O. & Asheber T. 2013. Conservation agriculture in African mixed crop-livestock systems: Expanding the niche. *Agriculture, Ecosystems & Environment,* 187(4): 171–182.

Bondeau, A., Smith, P., Zaehle, S., Schaphoff, S., Lucht, W., Cramer, W., Gert en, D., Lotze-Campen, H., Müller, C., Reichstein, M. & Smith, B. 2007. Modelling the role of agriculture for the 20th century global terrestrial carbon balance. *Global Change Biology,* 13: 679–706.

المراجع

Burney J.A., Davis S.J. & Lobell, D.B. 2010. Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107: 12052–12057.

Cacho, O.J., Moss, J., Thornton, P., Herrero, M., Henderson, B. & Bodirsky, B.L. 2016. Adaptation paths for vulnerable areas Background paper prepared for The State of Food and Agriculture 2016. (unpublished).

Carter, M.R. & Barrett, C.B. 2006. The economics of poverty traps and persistent poverty: an asset-based approach. *Journal of Development Studies*, 42(2): 178–199.

Cassman, K. 1999. Ecological intensification of cereal production systems: Yield potential, soil quality, and precision agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(11): 5952–5959.

Challinor, A.J., Koehler, A.-K., Ramirez-Villegas, J., Whitfield, S. & Das, B. 2016. Current warming will reduce yields unless maize breeding and seed systems adapt immediately. *Nature Climate Change* (in press).

Cole, S.A., Giné X. & Vickery, J.I. 2013. *How does risk management influence production decisions? Evidence from a field experiment.* World Bank Policy Research Working Paper 6546. Washington DC, World Bank.

Dankelman, I. 2008. *Gender and climate change: an introduction.* London, UK, Earthscan.

De Pinto, A., Thomas, T. & Wiebe, K. 2016. *Synthesis of recent IFPRI research on climate change impacts on agriculture and food security.* Background paper prepared for *The State of Food and Agriculture 2016.* Washington DC, IFPRI (International Food Policy Research Institute). (unpublished).

Dercon, S. 1996. Risk, crop choice, and savings. *Economic Development and Cultural Change*, (44): 485–513.

Dercon, S. & Christiaensen L. 2007. *Consumption risk, technology adoption and poverty traps: evidence from Ethiopia.* The Centre for the Study of African Economies Working Paper Series, 2007-06. Oxford, UK, Centre for the Study of African Economies.

Erickson, P., Thornton, P., Notenbaert, A., Cramer, L., Jones, P. & Herrero, M. 2011. *Mapping hotspots of climate change and food insecurity in the global tropics. Copenhagen,* CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS).

Fafchamps, M. 2003. *Rural poverty, risk and development.* Cheltenham, UK, Edward Elgar Publishing.

منظمة الأغذية والزراعة. 2007. حالة الأغذية والزراعة 2007. تقديم الدفوعات للمزارعين مقابل الخدمات البيئية. روما.

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

منظمة الأغذية والزراعة. 2011 (أ). حالة الأغذية والزراعة 2010-2011. المرأة في قطاع الزراعة: سد الفجوة بين الجنسين من أجل التنمية. روما.

FAO. 2011b. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk*. Rome, FAO and London, Earthscan.

منظمة الأغذية والزراعة. 2011 (ج). الحفظ والتوسع: دليل صانع السياسات بشأن التكثيف المستدام للإنتاج المحصولي لدى المالكين الصغار. روما.

FAO. 2012. *Coping with water scarcity: an action framework for agriculture and food security.* Rome.

FAO. 2013a. *Guidelines to control water pollution from agriculture in China: decoupling water pollution from agricultural production.* Rome.

FAO. 2013b. *Climate-smart agriculture source book.* Rome.

منظمة الأغذية والزراعة. 2014 (أ). حالة الأغذية والزراعة *2014*. الابتكار في الزراعة الأسرية. روما.

Goh, A.H.X. 2012. *A literature review of the gender-differentiated impacts of climate change on women's and men's assets and well-being in developing countries*. CAPRI Working Paper No. 106. Washington DC, IFPRI.

Gray, E. & A. Srinidhi. 2013. *Watershed development in India: economic valuation and adaptation considerations*. Working paper. Washington, DC, World Resources Institute.

Gumucio T. & Tafur-Rueda M. 2015. Influencing gender-inclusive climate change policies in Latin America. *Journal of Gender, Agriculture, Food Security*, 1(2): 42–61.

Hansen J.W., Mason, S.J., Sun, L. & Tall, A. 2011. Review of seasonal climate forecasting for agriculture in sub-Saharan Africa. *Experimental Agriculture*, 47(2): 205–240.

Herrero, M., Thornton, P.K., Notenbaert, A.M., Wood, S., Msangi, S., Freeman, H.A., Bossio, D., Dixon, J., Peters, M., van de Steeg, J., Lynam, J., Parthasarathy, R., Macmillan, S., Gerard, B., McDermott, J., Seré, C. & Rosegrant, M. 2010. Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. *Science*, 327(1): 822–825.

Herrero, M., Havlík, P., Valin, H., Notenbaert, A., Rufino, M.C., Thornton, P.K., Blümmel M, Weiss F, Grace D. & Obersteiner, M. 2013. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(52): 20888–20893.

Hijioka, Y., Lin, E., Pereira, J.J., Corlett, R.T., Cui, X., Insarov, G.E., Lasco, R.D., Lindgren, E. & Surjan, A. 2014. Asia. *In:* V.R. Barros, C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea & L.L. White, eds. *Climate Change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. part B: regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press, pp. 1327–1370.

FAO. 2014b. *The Water-Energy-Food Nexus – a new approach in support of food security and sustainable agriculture*. Rome.

منظمة الأغذية والزراعة. 2015 (أ). الخطوط التوجيهية الطوعية لدعم إدراج التنوع الوراثي في تخطيط التكيف مع تغير المناخ على المستوى الوطني. هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة. روما.

FAO. 2015b. *The economic lives of smallholder farmers: an analysis based on household data from nine countries*. Rome.

منظمة الأغذية والزراعة. 2015 (ج). حالة الأغذية والزراعة 2014. الحماية الاجتماعية والزراعية: كسر حلقة الفقر في الريف. روما.

FAO. 2016a. *Climate change and food security: risks and responses*. Rome.

FAO. 2016b. *Smallholder productivity under climatic variability: Adoption and impact of widely promoted agricultural practices in Tanzania*, by A. Arslan, F. Belotti, & L. Lipper, ESA Working Paper No. 16–03. Rome.

FAO. 2016c. *Welfare impacts of climate shocks: evidence from Uganda*, by S. Asfaw, A. Mortari, A. Arslan, P. Karfakis & L. Lipper. Rome.

FAO. 2016d. *Social protection in protracted crises, humanitarian and fragile contexts. FAO's agenda for action for social protection and cash-based programmes*. Rome.

FAO & World Bank. 2011. *Climate change, water and food security*. FAO Water Reports. Rome.

FAO & World Water Council. 2015, *Towards a water and food secure future critical perspectives for policy-makers*. Rome and Marseille.

Fixen, P., Brentrup, F., Bruulsema, T.W., Garcia, F., Norton, R. & Zingore, S. 2015. Nutrient/fertilizer use efficiency: measurement, current situation and trends. *In:* P. Dreschler, P. Heffer, H. Magen, R. Mikkelsen & D. Wichelns. 2015. *Managing water and fertilizer for sustainable agricultural intensification*. Paris, International Fertilizer Industry Association (IFA), International Water Management Institute (IWMI), International Plant Nutrition Institute (IPNI), and International Potash Institute (IPI).

المراجع

فريق الخبراء الرفيع المستوى. 2015. الماء من أجل الأمن الغذائي. تقرير الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي والتغذية التابع للجنة الأمن الغذائي العالمي. روما. منظمة الأغذية والزراعة.

فريق الخبراء الرفيع المستوى. 2016. التنمة الزراعية المستدامة لتحقيق الأمن الغذائي والتغذية: ماهي أدوار الثروة الحيوانية. تقرير الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي والتغذية التابع للجنة الأمن الغذائي العالمي. روما. منظمة الأغذية والزراعة.

Holmes, R. & Jones, N. 2009. *Gender inequality, risk and vulnerability in the rural economy: refocusing the public works agenda to take account of economic and social risk*. ESA Working Paper No. 11-13. Rome, FAO.

Huynh, P.T. & Resurreccion, B.P. 2014. Women's differentiated vulnerability and adaptations to climate-related agricultural water scarcity in rural Central Vietnam. *Climate and Development*, 6(3): 226–237.

IIED (International Institute for Environment and Development). 2010. *Moving to adapt to climate change. Reflect & Act.* London, International Institute for Environment and Development.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001. *In:* J.T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell & C.A. Johnson, eds. *Climate change 2001: the scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press, 881pp.

Jost, C., Kyazze, F., Naab, J., Neelormi, S., Kinyangi, J., Zougmore, R., Aggarwal, P., Bhatta G., Chaudhury, M., Tapio-Bistrom M.L., Kristjanson, P. & Nelson, S. 2015. Understanding gender dimensions of agriculture and climate change in smallholder farming communities. *Climate and Development*, 8(2): 133–144.

Kandulu, J.M., Bryan, B.A., King, D. & Connor, J.D. 2012. Mitigating economic risk from climate variability in rain-fed agriculture through enterprise mix diversification. *Ecological Economics*, 79: 105–112.

Kebede, Y. 1992. Risk taking behaviour & new technologies: the case of producers in the Central Highlands of Ethiopia. *Quarterly Journal of International Agriculture*, 31: 269–289.

Kelly, V., Adesina, A. A. & Gordon, A. 2003. Expanding access to agricultural inputs in Africa: a review of recent market development experience. *Food Policy*, 28(4): 379–404.

KNOMAD (Global Knowledge Partnership on Migration and Development). 2014. *Environmental* change and migration: State of the Evidence . KNOMAD Thematic Working Group on Environmental Change and Migration. Washington DC.

Klopper, E. & Bartman, A. 2003. Forecasts and commercial agriculture: a survey of user needs in South Africa. *In:* K. O'Brien & C. Vogel, eds. *Coping with climate variability: the use of seasonal climate forecasts in Southern Africa*, pp. 170–182. Abingdon, UK, Ashgate Publishing.

Kremen, C. & Miles, A. 2012. Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs. *Ecology and Society*, 17(4): 40.

Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304: 1623–1626.

Lipper, L., Thorton, P., Campbell, B.M., Baedeker, T., Braimoh, A., Bwalya, M., Caron, P., Cattaneo, A., Garrity, D., Henry, K., Hottle, R., Jackson, L., Jarvis, A., Kossam, F., Mann, W., McCarthy, N., Meybeck, A., Neufeldt, H., Remington, T., Sen, P.T., Sessa, R., Shula, R., Tibu, A. & Torquebiau, E.F. 2015. Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change*, 4: 1068–1072.

Liu, J., You, L., Amini, M., Obersteiner, M., Herrero, M., Zehnder, A.J. & Yang, H. 2010. A high-resolution assessment on global nitrogen flows in cropland. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(17): 8035–8040.

Lotze-Campen, H., Müller, C., Bondeau, A., Rost, S., Popp, A. & Lucht, W. 2008. Global food demand, productivity growth, and the scarcity of land and water resources: a spatially explicit mathematical programming approach. *Agricultural Economics*, 39 (3): 325–338.

Markanday, A., Cabot-Venton, C. & Beucher, O. 2015. *Economic assessment of the impacts of climate change in Uganda. Final Study Report.* Uganda, Climate and Development Knowledge Network (CDKN).

ODI (Overseas Development Institute). 2015. *Cash transfers. Doing cash differently: how cash transfers can transform humanitarian aid.* Report of the High Level Panel on Humanitarian Cash Transfers, London.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). 2012. *OECD environmental outlook to 2050: the consequences of inaction.* Paris.

OECD. 2015. *The Economic consequences of climate change.* Paris.

Olinto, P., Beegle, K., Sobrado, C., & Uematsu, H. 2013. *The state of the poor: where are the poor, where is extreme poverty harder to end, and what is the current profile of the world's poor? Economic Premise No. 125. Washington, DC, World Bank.*

Oweis, T. 2014. The need for a paradigm change: agriculture in water-scarce MENA region. *In:* G. Holst-Warhaft, T. Steenhuis & F. de Châtel, eds. *Water scarcity, security and democracy: a mediterranean mosaic.* Athens, Global Water Partnership Mediterranean, Cornell University and the Atkinson Center for a Sustainable Future.

Phillips, J.G., Makaudze, E. & Unganai, L. 2001. Current and potential use of climate forecasts for resource-poor farmers in Zimbabwe. *In:* C. Rosenzweig, ed. *Impacts of El Niño and climate variability in agriculture,* pp. 87–100. *American Society of Agronomy Special Publication* (63), Madison, Wisconsin, USA.

Pinca, V. 2016. *Water management in smallholder agriculture under climate change.* Background Paper prepared for The *State of Food and Agriculture 2016.* Rome, FAO. (unpublished).

Popp, A., Calvin, K., Fujimori, S., Havlik, P., Humpenöder, F., Stehfest, E., Bodirsky, B.L. *et al*. 2016. In revision. Land use futures in the shared socio-economic pathways. *Global Environmental Change.* (forthcoming).

Poulton, C., Kydd, J. & Dorward, A. 2006. Overcoming market constraints to pro-poor agricultural growth in sub-Saharan Africa. *Development Policy Review,* 24(3): 243–277.

Masters, W.A., Djurfeldt, A.A., De Haan, C., Hazell, P., Jayne, T., Jirström, M. & Reardon, T. 2013. Urbanization and farm size in Asia and Africa: implications for food security and agricultural research. *Global Food Security,* 2(3): 156–165.

McCarthy, N., Lipper, L. & Branca, G. 2011. *Climate-Smart Agriculture: Smallholder Adoption and Implications for Climate Change Adaptation and Mitigation.* Mitigation of Climate Change in Agriculture Series 4. Rome, FAO.

McOmber, C., Bartels, W., McKune, S., Panikowski, A. & Russo, S. 2013. *Investigating climate information services through a gendered lens.* CCAFS Working Paper No. 42. Copenhagen, CCAFS.

Morduch, J. 1994. Poverty and vulnerability. *The American Economic Review,* 84(2): 221–225.

Mudombi, S. & Nhamo, G. 2014. Access to weather forecasting and early warning Information by communal farmers in Seke and Murewa Districts, Zimbabwe. *Journal of Human Ecology,* 48(3): 357–366.

Nelson, V. 2011. *Gender, generations, social protection & climate change: a thematic review.* London, ODI.

Nelson, V., Stathers, T. 2009. Resilience, power, culture, and climate: a case study from semi-arid Tanzania, and new research directions. *Gender and Development,* Vol. 17 (1): 81–95

Ngugi, R.K., Mureithi, S.M. & Kamande P.N. 2011. Climate forecast information: the status, needs and expectations among smallholder agro-pastoralists in Machakos district, Kenya. *International Journal of Current Research,* 3(11): 006–012.

Nicholls, C.I., Altieri, M.A. & Vazquez, L. 2016. Agroecology: principles for the conversion and redesign of farming systems. *Journal of Ecosystem & Ecography,* S5: 010.

O'Brien, K., Sygna, L., Naess, L.O., Kingamkono, R. & Hochobeb, B. 2000. Is Information enough? User responses to seasonal climate forecasts in Southern Africa. Oslo, *Centre for International Climate and Environmental Research (CICERO),* University of Oslo, Report 2003:3.

المراجع

Rasmussen, L. V., Mertz, O., Rasmussen, K., Nieto, H., Ali, A. & Maiga, I. 2014. Weather, climate, and resource information should meet the needs of Sahelian pastoralists. *Weather, Climate, and Society*, 6: 482–494.

Ricketts, T.H. 2001. Conservation biology and biodiversity. *Encyclopedia of Life Sciences*. London, MacMillan Reference Ltd.

Rosegrant, M.W., Jawoo K., Cenacchi, N., Ringler, C., Robertson, R., Fisher, M., Cox, C., Garrett, K., Perez, N.D. & Sabbagh, P. 2014. *Food security in a world of natural resource scarcity: the role of agricultural technologies*. Washington, DC, IFPRI.

Rural and Agricultural Finance Learning Lab. 2016. *Inflection point: unlocking growth in the era of farmer finance*. (Available at https://www.raflearning.org/post/inflection-point-unlocking-growth-era-farmer-finance).

Sadoff, C.W. & Muller, M. 2009. *Better water resources management: greater resilience today, more effective adaptation tomorrow*. GWP TEC Perspectives Paper. Stockholm, Global Water Partnership.

Shames, S., Wollenberg, E., Buck, L.E., Kristjanson, P., Masiga, M. & Biryahaho, B. 2012. *Institutional innovations in African smallholder carbon projects*. CCAFS Report No. 8. Copenhagen, CCAFS.

Simtowe, F. 2006. Can risk-aversion towards fertilizer explain part of the non-adoption puzzle for hybrid maize? Empirical evidence from Malawi. *Journal of Applied Sciences*, 6(7): 1490–1498.

Stern, N. 2007. *Stern Review: The economics of climate change*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.

Stern, N. 2014. *Growth, climate and collaboration: towards agreement in Paris 2015*. Policy Paper. London, Centre for Climate Change Economics and Policy and Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment.

Stocking, M.A. 2003. Tropical soils and food security: the next 50 years. *Science*, 302(5649): 1356–1359.

Swiderska, K., Reid, H., Song, Y., Li, J., Mutta, D., Ongogu, P., Mohamed, P., Oros, R., Barriga, S. 2011. *The role of traditional knowledge and crop varieties in adaptation to climate change and food security in SW China, Bolivian Andes and coastal Kenya*. Paper prepared for the UNU-IAS workshop on Indigenous Peoples, Marginalised Populations and Climate Change: Vulnerability, Adaptation and Traditional Knowledge, Mexico.

Tall, A., Mason, S. J., Suarez, P., Ait-Chellouche, Y., Diallo, A.A., Braman, L. & van Aalst, M. (In press). 2012. Using seasonal forecasts to guide disaster management: The experience of the Red Cross during the 2008 floods in West Africa. *International Journal of Geophysics*.

Tall, A., Kristjanson, P., Chaudhury, M., McKune, S. & Zougmoré, R. 2014. *Who gets the information? Gender, power and equity considerations in the design of climate services for farmers*. CCAFS Working Paper No. 89. Copenhagen, CCAFS.

Thornton, P. & Lipper, L. 2014. *How does climate change alter agricultural strategies to support food security?* IFPRI Discussion Paper 01340, Washington DC, IFPRI

Timmer, C.P. 2014. *Managing Structural transformation: a political economy approach*. UNU-WIDER Annual Lecture 18. Helsinki, United Nations University World Institute for Development Economics Research.

Trinh, T., Tran, N. & Cao, Q. 2016. *Climate-smart aquaculture: evidences and potentials for northern coastal area of Vietnam*. CCAFS Working Paper No. 169. Copenhagen, Denmark: CCAFS.

الأمم المتحدة. 2010. المرأة في العالم 2010: اتجاهات واحصاءات. (متاح على العنوان التالي unstats.un.org/unsd.org)

UN-DESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs). 2012. *World urbanization prospects, the 2011 revision*. New York, USA, United Nations.

برنامج الأمم المتحدة الإنمائي. 2010. الثروة الحقيقية للأمم المتحدة: مسارات إلى التنمية البشرية. تقرير التنمية البشرية 2010. عدد خاص في الذكرى العشرين. نيويورك: Palgrave Macmillan. برنامج الأمم المتحدة الإنمائي.

UNEP (United Nations Environment Programme). 2016. *UNEP frontiers 2016 report: emerging issues of environmental concern.* Nairobi, UNEP

Vi Agroforestry. 2015. Vi Agroforestry and climate offsetting. (Available at: http://www.viagroforestry.org/what-we-do/carbon-credit/).

Yang, X., Chen, Y., Pacenka, S., Gao, W., Zhang, M., Sui, P. & Steenhuis, T.S. 2015. *Recharge and* groundwater use in the North China Plain for six irrigated crops for an eleven year period. *PLoS ONE,* 10(1: e0115269.).

Watkiss, P. 2015. *A review of the economics of adaptation and climate-resilient development. Working Paper* No. 205. London, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment.

Wheeler, D. 2011. *Quantifying vulnerability to climate change: implications for adaptation assistance.* CGD Working Paper 240. Washington, DC, Center for Global Development.

Wiggins, S. 2016. *Agricultural and rural development reconsidered. A guide to issues and debates.* IFAD Research Series No. 1. Rome, IFAD.

Winder Rossi N., Spano F., Sabates-Wheeler R. & Kohnstamm, S. 2016. Social protection and resilience building: Supporting livelihoods in protracted crises, fragile and humanitarian contexts. FAO position paper. Rome and Brighton, UK, FAO and Institute for Development Studies.

Wollenberg, E., Richards, M., Smith, P., Havlik, P., Obersteiner, M., Tubiello, F.N., Herold, M., Gerber, P., Carter, S., Reisinger, A., van Vuuren, D., Dickie, A., Neufeldt, H., Sander, B.O., Wassman, R., Sommer, R., Amonette, J.E, Falcucci, A., Herrero, M., Opio, C., Roman-Cuesta, R., Stehfest, E., Westhoek, H., Ortiz-Monasterio, I., Sapkota, T., Rufino, M.C., Thornton, P.K., Verchot, L., West, P.C., Soussana, J.-F., Baedeker, T., Sadler, M., Vermeulen, S. & Campbell, B.M. 2016. Reducing emissions from agriculture to meet 2 °C target. *Global Change Biology.*

البنك الدولي. 2010 (أ). تقرير عن التنمية في العالم. التنمية وتغير المناخ. واشنطن العاصمة.

World Bank. 2010b. *Economics of adaptation to climate change. Synthesis Report.* Washington, DC.

World Bank. 2010c. *Vietnam: economics of adaptation to climate change.* Washington, DC.

World Bank, FAO & IFAD. 2015. *Gender in climate-smart agriculture: module 18 for gender in agriculture source-book.* Agriculture global practice. Washington, DC.

Wright, H. & Chandani, A. 2014. *Gender in scaling up community based adaptation to climate change. In:* L. Schipper, J. Ayers, H. Reid, S. Huq & A. Rahman, eds. *Community based adaptation to climate change: scaling it up.* New York, USA, Routledge.

Zhu, Y., Fen, H., Wang, Y., Li, Y., Chen, J., Hu, L. & Mundt, C.C. 2000. Genetic diversity and disease control in rice. *Nature,* 406: 718–772.

الفصل 4

Bajželj, B., Richards, K.S., Allwood, J.M., Smith, P., Dennis, J.S., Curmi, E. & Gilligan, C.A. 2014. Importance of food-demand management for climate mitigation. *Nature Climate Change,* 4: 924–929.

Bellarby, J. Foereid, B., Hastings, A. & Smith, P. 2008. *Cool farming: climate impacts of agriculture and mitigation potential.* Amsterdam, Greenpeace International.

Burney, J.A., Davis, S.J. & Lobell, D.B. 2010. Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 107: 12052–12057.

Chappell, A., Baldock, J. & Sanderman, J. 2016. The global significance of omitting soil erosion from soil organic carbon cycling schemes. *Nature Climate Change,* 6: 187–191.

CIFOR (Center for International Forestry Research) 2010. *Forests and climate change toolbox.* (Available at http://www.cifor.org/fctoolbox/).

CIFOR. Annual Report. 2015. *A new landscape for forestry.* Montpellier, France.

المراجع

DEFRA. (Department for Environment, Food and Rural Affairs). 2001. Third National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change. London, DEFRA.

EEA (European Environment Agency). 2016. *Renewable energy in Europe 2016: recent growth and knock-on effects*. Luxembourg, Publications Office of the European Union.

EC (European Commission). 2013. *Assessing the impact of biofuels production on developing countries from the point of view of Policy Coherence for Development* - Final report. Brussels, European Commission.

Erb, K.-H., Haberl, H., Krausmann, F., Lauk, C., Plutzar, C., Steinberger, J.K., Muller, C., Boundeau, A., Waha, K. & Pollack, G. 2009. *Eating the Planet: feeding and fuelling the world sustainably, fairly and humanely – a scoping study*. Potsdam, Germany, PIK.

Erisman, J.W., Sutton, M.A., Galloway, J., Klimont, Z. & Winiwarter, W. 2008. How a century of ammonia synthesis changed the world. *Nature Geoscience*, 1: 636–639.

FAO. 2011a. *Food security through commercialization of agriculture (FSCA) project, Liberia – GTFS/LIR/010/ITA*. FAO Global Trust Fund for Food Security and Food Safety. Italian contribution, West Africa Platform.

منظمة الأغذية والزراعة. 2011 (ب). حالة الموارد من الأراضي والمياه في العالم للأغذية والزراعة - إدارة النظم المعرضة للخطر. لندن وروما، منظمة الأغذية والزراعة Earthscan.

FAO. 2011c. *Global food losses and food waste: extent, causes and prevention*. Rome.

FAO. 2011d. *"Energy-smart" food for people and climate* – an issue paper. Rome.

منظمة الأغذية والزراعة. 2012. حالة الغابات في العالم **2012**. روما.

FAO. 2013a. *Climate-smart agriculture source book*. .Rome

FAO. 2013b. *Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains, a global life cycle assessment*. Rome.

FAO. 2014. *Walking the nexus talk – assessing the water-energy-food nexus*. Rome.

FAO. 2016a. FAOSTAT Online Data Base. (Available at http://faostat.fao.org). Rome.

FAO. 2016b. *Forty years of community-based forestry: a review of its extent and effectiveness*. FAO Forestry Paper 176. Rome.

FAO & ITPS (Intergovernmental Technical Panel on Soils). 2015. *Status of the World's Soil Resources (SWSR)* – Main Report. Rome.

FAO & FCRN (Food Climate Research Network). 2016. *Plates, pyramids, planet. Developments in national healthy and sustainable dietary guidelines: a state of play assessment*. Rome and Oxford.

Fischbeck, P.S., Tom, M.S. & Hendrickson C.T. 2016. Energy use, blue water footprint, and greenhouse gas emissions for current food consumption patterns and dietary recommendations in the US. *Environmental System*. Dec 1–12. 36(1): 92–103.

Garnett, T., Appleby, M.C., Balmford, A., Bateman, I.J., Benton, T.G., Bloomer, P., Burlingame, B., Dawkins, M., Dolan, L., Fraser, D., Herrero, M., Hoffmann, I., Smith, P., Thornton, P.K., Toulmin, C., Vermeulen, S.J., Godfray H.C.J. 2013. Sustainable Intensification in Agriculture: Premises and Policies. *Science*, 341(6141): 33–34.

Garibaldi, L.A., Carvalheiro, L.G., Vaissière, B. E., Gemmill-Herren, B., Hipólito, J., Freitas, B.M. & An, J. 2016. Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. *Science*, 351(6271): 388–391.

Garg, M.R., Sherasia, P.L., Bhanderi, B.M., Phondba, B.T., Shelke S.K. & Makkar, H.P.S. 2013. Effects of feeding nutritionally balanced rations on animal productivity, feed conversion efficiency, feed nitrogen use efficiency, rumen microbial protein supply, parasitic load, immunity and enteric methane emissions of milking animals under field conditions, *Animal Feed Science and Technology*, 179–4): 24–35.

Gerber, P.J., Vellinga, T., Opio, C. & Steinfeld, H. 2011. Productivity gains and greenhouse gas emissions intensity in dairy systems. *Livestock Science*, 139: 100–108.

INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) & FAO. 2016. *Feedipedia. Animal feed resources online system.* (Available at http://www.feedipedia.org/).

INRA & CIRAD. 2009. *Agrimonde: Agricultures et alimentations du monde en 2050. Scénarios et défis pour un développement durable.* Paris, Quae.

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. 2007. تغير المناخ 2007 : التقرير التجميعي. مساهمة الأفرقة العاملة الأول والثاني والثالث في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. 2014. تغير المناخ 2014 : التقرير التجميعي. مساهمة الأفرقة العاملة الأول والثاني والثالث في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

Khatiwala, S., Tanhua, T., Mikaloff Fletcher, S., Gerber, M., Doney, S.C., Graven, H.D., Gruber, N., McKinley, G. A, Murata, A., Rios, A.F. & Sabine, C.L. 2013. Global ocean storage of anthropogenic carbon. *Biogeosciences,* 10: 2169–2191.

Krausmann, F., Erb, K.-H., Gingrich, S., Haberl, H., Bondeau, A., Gaube, V., Lauka, C., Plutzar, C. & Searchinger, T. D. 2013. Global human appropriation of net primary production doubled in the 20th century. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 110(25): 10324–10329.

Lal, R. 2004. Carbon emission from farm operations. *Environment International,* 30: 981–990.

Lal, R. 2006. Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural lands. *Land Degradation & Development,* 17: 197–209.

Lal, R. 2010. Enhancing eco-efficiency in agro-ecosystems through soil carbon sequestration. *Crop science,* 50 (Supplement 1): S–120.

Lal, R., Griffin, M., Apt, J., Lave, L. & Morgan, M.G. 2004. Managing soil carbon. *Science,* 304(5669: 393).

Gerber, P.J., Hristov, A.N., Henderson, B., Makkar, H.P. S., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J. Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A.T., Yang, W.Z., Tricarico, J.M., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S. 2013a. Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock – a review. *Animal, 7*: 220–34.

Gerber, P.J., Henderson, B., Opio, C., Mottet, A. & Steinfeld, H. 2013b. *Tackling climate change through livestock – a global assessment of emissions and mitigation opportunities.* Rome, FAO.

Henderson, B., Falcucci, A., Mottet, A., Early, L., Werner, B., Steinfeld, H. & Gerber, P. 2015. Marginal costs of abating greenhouse gases in the global ruminant livestock sector. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change,* 1–26.

Herrero, M., Havlík, P., Valin, H., Notenbaert, A., Rufino, M.C., Thornton, P.K., Blümmel, M., Weiss, F., Grace, D. & Obersteiner, M. 2013. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 110(52): 20888–93.

Herrick, J.E., Sala, O.E. & Jason, K. 2013. Land degradation and climate change: A sin of omission? *Frontiers in Ecology and the Environment,* 11: 283.

Houghton, R. A. 2012. Historic changes in terrestrial carbon storage. *In:* R. Lal, K. Lorenz, R.F. Hüttl, B.U. Schneider, J. von Braun, eds. *Recarbonization of the biosphere: ecosystems and the global carbon cycle,* pp. 59–82. Dordrecht, Netherlands, Springer.

فريق الخبراء الرفيع المستوى. 2014. الفاقد والمهدر من الأغذية في سياق النظم الغذائية المستدامة. تقرير فريق الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي العالمي. روما. منظمة الأغذية والزراعة.

Hristov, A.N., Oh, J., Firkins, J.L., Dijkstra, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Makkar, H.P.S., Adesogan, A.T., Yang, W., Lee, W., Gerber, P.J., Henderson, B. & Tricarico, J.M. 2013. Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. *Journal of Animal Science,* 91 (11): 5045–5069.

المراجع

Pan G., Smith, P. & Pan, W. 2009. The role of soil organic matter in maintaining the productivity and yield stability of cereals in China. *Agriculture, Ecosystems, Environment,* 129: 344–348.

Paustian, K., Babcock, B.A., Hatfield, J., Kling, C.L., Lal, R., McCarl, B.A., McLaughlin, S., Mosier, A.R., Post, W.M., Rice, C.W. & Robertson, G.P. 2004. *Climate change and greenhouse gas mitigation: challenges and opportunities for agriculture.* Council on Agricultural Science and Technology (CAST) Task Force Report No.141. Ames, USA, CAST.

Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S., Reay, D., Robertson, G.P. & Smith, P. 2016. Climate-smart soils. *Nature,* 532, 49–57.

Penuelas, J., Poulter, B., Sardans, J., Ciais, P., van der Velde, M., Bopp, L., Boucher, O., Godderis, Y., Hinsinger, P., Llusia, J., Nardin, E., Vicca, S., Obersteiner, M. & Janssens, I.A. 2013. Human-induced nitrogen-phosphorus imbalances alter natural and managed ecosystems across the globe. *Nature Communications,* 4: 2934.

Pittelkow, C.M., Liang, X., Linquist, B.A., Van Groenigen, K.J., Lee, J., Lundy, M.E. & van Kessel, C. 2015. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature,* 517(7534): 365–368.

Putz, F.E. & Romero, C. 2015. *Futures of tropical production forests.* Occasional Paper 143. Bogor, Indonesia, CIFOR (Center for International Forestry Research).

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T. van der Leeuw, S., Rodhe, H. Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. & Foley, J.A. 2009. A safe operating space for humanity. *Nature,* 461(7263): 472–475.

Running, S.W. 2012. Ecology. A measurable planetary boundary for the biosphere. *Science,* 337: 1458–9

Scharlemann, J.P., Tanner, E.V., Hiederer, R. & Kapos, V. 2014. Global soil carbon: understanding and managing the largest terrestrial carbon pool. *Carbon Management,* 5: 81–91.

Linquist, B.A., Anders, M.M., Adviento-Borbe, M.A.A., Chaney, R.L., Nalley, L.L., Da Rosa, E.F. & Kessel, C. 2015. Reducing greenhouse gas emissions, water use, and grain arsenic levels in rice systems. *Global Change Biology,* 21(1): 407–417.

Mery, G., Katila, P., Galloway, G., Alfaro, R.I., Kanninen, M., Lobovikov, M., & Varjo, J. 2010. Forests and Society – Responding to Global Drivers of Change. World Series Volume 25. Vienna, IUFRO (International Union of Forestry Research Organizations).

Mottet, A., Henderson, B., Opio, C., Falcucci, A., Tempio, G., Silvestri, S., Chesterman, S. & Gerber, P.J. 2016. Climate change mitigation and productivity gains in livestock supply chains: insights from regional case studies. *Regional Environmental Change,* 1–13.

Mueller, N.D., Gerber, J.S., Johnston, M., Ray, D.K., Ramankutty, N. & Foley, J.A. 2012. Closing yield gaps through nutrient and water management. *Nature,* 490(7419): 254–257.

Nellemann, C., Hain, S. & Alder, J., eds. 2008. *In dead water: merging of climate change with pollution, over harvest and infestations in the world's fishing ground.* Arendal, Norway, UNEP, GRID-Arendal.

Newbold J. 2015. *Towards the zero methane cow.* Background paper for the conference "Animal Change Final Conference", Montpellier, France, March 19, 2015.

Oenema, O., Ju, X., de Klein, C., Alfaro, M., del Prado, A., Lesschen, J.P., Zheng, X., Velthof, G., Ma, L., Gao, B., Kroeze, C. & Sutton, M. 2014. Reducing nitrous oxide emissions from the global food system. *Current Opinion in Environmental Sustainability,* 9–10: 55–64.

Oliveira Silva, R. de, Barioni, L.G., Hall, J.A.J., Folegatti M.M., Zanett A.T., Fernandes, F.A. & Moran, D. 2016. Increasing beef production could lower greenhouse gas emissions in Brazil if decoupled from deforestation. *Nature Climate Change.* (in press).

Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B. & Steinfeld, H. 2013. *Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains: a global life cycle assessment.* Rome, FAO.

Soussana, J.-F., Dumont, B. & Lecomte, P. 2015. Integration with livestock. Agroecology for food security and nutrition. Proceedings of the FAO Intenational Symposium, 18–19 September 2014, Rome, Italy. pp. 225–249. Rome, FAO.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E., Biggs, R., Carpenter, S.R, Wim de Vries, S.R, de Wit, C.A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G.M., Persson, L.M., Ramanathan, V., Reyers, B. & Sörlin S. 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223).

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan, C. 2006. *Livestock's long shadow : environmental issues and options*. Rome, FAO.

Sutton, M.A., Oenema, O., Erisman, J.W., Leip, A., van Grinsven, H. & Winiwarter W. 2011. Too much of a good thing. *Nature*, 472: 159–61.

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. & Befort, B.L. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(50): 20260–20264.

Tilman, D. & Clark, M. 2014. Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 515: 518–522.

Tukker, A., Goldbohm, R.A., de Koning, A., Verheijden, M., Kleijn, R., Wolf, O., Perez-Dominguez, I. & Rueda Cantuche, J. 2011. Environmental impacts of changes to healthier diets in Europe. *Ecological Economics*, 70 (10): 1776–1788.

Van Dooren, C., Marinussen, M., Blonkb, H., Aiking, H. & Vellinga, P. 2014. Exploring dietary guidelines based on ecological and nutritional values: A comparison of six dietary patterns. *Food Policy*, 44: 36–46.

Veneman, J.B., Saetnan, E.R., Newbold, C.J. 2014. MitiGate: an on-line meta-analysis database of mitigation strategies for enteric methane emissions. (Available at: http://mitigate.ibers.aber.ac.uk).

Siikamäki, J. & Newbold, S.C. 2012. Potential biodiversity benefits from international programs to reduce carbon emissions from deforestation. *Ambio*, 2012 41(Suppl 1): 78–89.

Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O., Howden, M., McAllister, T., Pan, G., Romanenkov, V., Schneider, U., Towprayoon, S., Wattenbach, M. & Smith, J. 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363: 789–813.

Smith, D.M., Scaife, A.A., Boer, G.J., Caian, M., Doblas-Reyes, F.J., Guemas, V., Hawkins, E., Hazeleger, W., Hermanson, L., Ho, C.K., Ishii, M., Kharin, V., Kimoto, M., Kirtman, B., Lean, J., Matei, D., Merryfield, W.J., Müller, W.A., Pohlmann, H., Rosati, A., Wouters, B. & Wyser, K. 2013. Real-time multi-model decadal climate predictions. *Climate Dynamics*, 41(11–12): 2875–2888.

Smith P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., Elsiddig, E.A., Haberl, H., Harper, R., House, J., Jafari, M., Masera, O., Mbow, C., Ravindranath, N. H., Rice, C.W., Robledo Abad, C., Romanovskaya, A., Sperling, F. & Tubiello, F. 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). *In:* O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel & J.C. Minx, eds. *Climate Change 2014: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press.

Sommer S.G., Olesen J.E., Petersen S.O., Weisbjerg M.R., Valli L., Rohde L. & Béline F. 2009. Region-specific assessment of greenhouse gas mitigation with different manure management strategies in four agroecological zones. *Global Change Biology*, 15: 2825–2837.

Sommer, R. & Bossio, D. 2014. Dynamics and climate change mitigation potential of soil organic carbon sequestration. *Journal of Environmental Management*, 144: 83–87.

الفصل 5

Antón, J., Cattaneo, A., Kimura, S. & Lankoski, J. 2013. Agricultural risk management policies under climate uncertainty. *Global Environmental Change*, 23: 1726–1736.

Arslan, A., McCarthy, N., Lipper, L., Asfaw, S. & Cattaneo, A. 2014. Adoption and intensity of adoption of conservation farming practices in Zambia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 187: 72–86.

Arslan, A., Belotti, F. & Lipper, L. 2015. *Smallholder productivity under climatic variability: adoption and impact of widely promoted agricultural practices in Tanzania.* Mimeo.

Arslan, A., McCarthy, N., Lipper, L., Asfaw, S., Cattaneo, A. & Kokwe, M. 2015. Climate smart agriculture? Assessing the adaptation implications in Zambia. *Journal of Agricultural Economics*, 66(3): 753–780.

Asfaw, S., Di Battista, F. & Lipper, L. 2014. *Food security impact of agricultural technology adoption under climate change: micro-evidence from Niger.* ESA Working Paper 14-12. Rome, FAO.

Asfaw, S., Coromaldi, M. & Lipper, L. 2015. *Welfare cost of weather fluctuations and climate shocks in Ethiopia.* Mimeo.

Asfaw, S., McCarthy, N., Cavatassi, Cavatassi, R., Paolantonio, A. Amare, A. & Lipper, L. 2015. *Diversification, climate risk and vulnerability to poverty: evidence from rural Malawi.* Forthcoming FAO-ESA Working Paper. Rome.

Bebber, D.P., Ramotowski, M.A.T. & Gurr, S.J. 2013. Crop pests and pathogens move polewards in a warming world. *Nature, Climate Change*, 3, 985–988.

Braatz, S. 2012. Building resilience for adaptation to climate change through sustainable forest management. *In:* A. Meybeck, J. Lankoski, S. Redfern, N. Azzu & V. Gitz, eds. *Building resilience for adaptation to climate change in the agriculture sector.* Proceedings of a joint FAO/OECD Workshop. Rome, FAO.

De Gorter, H. & Just, D.R. 2009. The economics of a blend mandate for biofuels. *American Journal of Agricultural Economy* 91(3): 738–750

Earley, J. 2009. Climate change, agriculture and international trade: Potential conflicts and opportunities. *Biores,* 3(3).

Enciso, S.R.A., Fellmann, T., Pérez Dominguez, I. & Santini, F. 2016. Abolishing biofuel policies: possible impacts on agricultural price levels price variability and global food security. *Food Policy*, 61: 9–26.

منظمة الأغذية والزراعة. 2008. حالة الأغذية والزراعة *2008*. الوقود الحيوي: الآفاق والمخاطر والفرص. روما.

FAO. 2013. *Climate change guidelines for forest managers.* Rome.

FAO. 2016. *Climate change and food security: risks and responses.* Rome.

FAO & AgriCord. 2012. *Strength in numbers – effective forest producer organizations.* Rome, FAO.

FAO & OECD. 2012. *Building resilience for adaptation to climate change in the agriculture sector.* Proceedings of a joint FAO/OECD Workshop. Meybeck, A., Lankoski, J., Redfern, S. Azzu, N. & Gitz, V. Rome.

Fixen, P., Brentrup, F., Bruulsema, T.W., Garcia, F., Norton, R. & Zingore, S. 2015. Nutrient/fertilizer use efficiency: measurement, current situation and trends. *In:* P. Dreschler, P. Heffer, H. Magen, R. Mikkelsen & D. Wichelns. *Managing water and fertilizer for sustainable agricultural intensification.* Paris: International Fertilizer Industry Association (IFA), International Water Management Institute (IWMI), International Plant Nutrition Institute (IPNI), and International Potash Institute (IPI), pp. 8–38.

Gregory, P.J., Johnson, S.N., Newton, A.C. & Ingram, J.S.I. 2009. Integrating pests and pathogens into the climate change/food security debate. *Journal of Experimental Botany,* 60(10): 2827–2838.

McCarthy, M., Best, M. & Betts, R. 2010. Climate change in cities due to global warming and urban effects. *Geophysical Research Letters*, 37(9).

Meybeck, A., Azzu, N., Doyle, M. & Gitz V. 2012. Agriculture in National Adaptation Programmes of Action (NAPA). *In:* A. Meybeck, J. Lankoski, S. Redfern, N. Azzu & V. Gitz. *Building resilience for adaptation to climate change in the agriculture sector.* Proceedings of a joint FAO/OECD Workshop. Rome, FAO.

OECD. 2015. *Aligning policies for a low-carbon economy.* Paris.

OECD. 2016. *Producer and consumer support estimates database of the OECD.* (Available at: http://www.oecd.org/tad/agricultural-policies/producerandconsumersupportestimatesdatabase.htm). Paris.

Place, F. & Meybeck, A. 2013. *Food security and sustainable resource use – what are the resource challenges to food security?* Background paper for the conference "Food Security Futures: Research Priorities for the 21st Century", 11–12 April 2013, Dublin, Ireland.

Rosenzweig, C., Elliott, J., Deryng, D., Ruane, A.C., Müller, C., Arneth, A., Boote, K.J., Folberth, C., Glotter, M., Khabarov, N., Neumann, K., Piontek, F., Pugh, T.A.M., Schmid, E., Stehfest, E., Yang, H. & Jones, J.W. 2014. Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 111(9): 3268–3273.

Sorda, G., Banse, M. & Kemfert, C. 2010. An overview of biofuel policies across the world. *Energy Policy,* 38 (11): 6977–6988.

Thomson, L.J., Macfadyen, S. & Hoffmann, A.A. 2010. Predicting the effects of climate change on natural enemies of agricultural pests. *Biological Control,* 52 (3): 296–306.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2015. NAMA Registry. (Available at: http://www4.unfccc.int/sites/nama/SitePages/Home.aspx).

UNFCCC. 2016a. NAPAs received by the secretariat. (Available at: http://unfccc.int/adaptation/workstreams/national_adaptation_programmes_of_action/items/4585.php).

UNFCCC. 2016b. *Focus: Mitigation – NAMAs, Nationally Appropriate Mitigation Actions.*

UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction) and OECD. 2013. *Disaster risk reduction – donor effort. A survey of development co-operation providers.* (Available at http://www.preventionweb.net/files/34577_34577donoreffortondisasterriskreduc.pdf).

Wilkes, A., Tennigkeit, T. & Solymosi, K. 2013. *National planning for GHG mitigation in agriculture.* A guidance document. Rome, FAO.

البنك الدولي. 2012. المخاطر والفرص من أجل التنمية. تقرير عن التنمية في العالم.

Wu, M. & Salzman, J. 2014. The next generation of trade and environment conflicts: the rise of green industrial policy. *Scolarship Law Article, Northwestern University Law Review, 108(2): 401–474.*

الفصل 6

Buchner, B.K., Trabacchi, C., Mazza, F., Abramskiehn, D. & David Wang. 2015. *Global Landscape of climate finance 2015.* Venice, Italy, Climate Finance Initiative.

Cambodia Climate Change Alliance. 2015. *Planning and budgeting for climate change in Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries.* Cambodia Climate Change Alliance Phnom Penh.

Caravani A., Nakhooda S. & Terpstra P. 2014, *The Rio markers in practice.* London and Washington, ODI and World Resources Institute.

Cattaneo, A., Lubowski, R., Busch, J., Creed, A., Strassburg, B., Boltz, F. & Ashton, R. 2010. On international equity in reducing emissions from deforestation. *Environmental Science & Policy,* 13(8): 742–753.

المراجع

Conway, D., Keenlyside, P., Roe, S., Streck, C., Vargas-Victoria, G. & Varns, T. 2015. *Progress on the New York Declaration on Forests – an assessment framework and initial report.* Prepared by Climate Focus, in collaboration with Environmental Defense Fund, Forest Trends, The Global Alliance for Clean Cookstoves, and The Global Canopy Program.

DONOR Tracker. 2014. Analyzing development strategies. (Available at http://www.donortracker.org/).

منظمة الأغذية والزراعة. 2012. حالة الأغذية والزراعة: الاستثمار في الزراعة من أجل مستقبل أفضل 2012. روما.

Government of Cambodia. 2016. *Report on Climate Public Expenditure Review 2012–14.* Ministry of Economy and Finance, Phnom Penh.

Government of Thailand. 2014. *Strengthening the governance of climate change finance in Thailand.* Country Brief.

IFPRI (International Food Policy Research Institute). 2015. *Statistics on Public Expenditures for Economic Development (SPEED).* (Available at https://www.ifpri.org/).

Mery, G., Katila, P., Galloway, G., Alfaro, R.I., Kanninen, M., Lobovikov, M., & Varjo, J. 2010. Forests and Society – Responding to Global Drivers of Change. World Series Volume 25. Vienna, IUFRO (International Union of Forestry Research Organizations).

Michaelowa A. & Michaelowa, K. 2011. Coding error or statistical embellishment? The political economy of reporting climate aid. *World Development,* 39 (11): 2010–2020.

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.* Washington, DC, IFPRI.

Norman, M. & Nakhooda, S. 2014. *The State of REDD+ Finance.* Washington, DC, Center for Global Development.

ODI (Overseas Development Institute). 2015. Climate Funds Update dataset. (Available at: http://www.climatefundsupdate.org/).

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). 2015a. Credit Reporting System (CRS). (Available at: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=CRS1).

OECD. 2015b. *Toolkit to enhance access to adaptation finance: for developing countries that are vulnerable to adverse effects of climate change, including LIDCs, SIDS and African states.* Report to the G20 Climate Finance Study Group prepared by OECD in collaboration with GEF. Paris.

United Nations. 2013. *National Accounts Main Aggregates Database.*

(Available at: http://unstats.un.org/unsd/snaama/dnlList.asp).

UNDP (United Nations Development Programme). 2015. *Budgeting for climate change: how governments have used national budgets to articulate a response to climate change.* Bangkok.

World Bank. 2015. *Mainstreaming climate action within financial institutions: five voluntary principles.* (Available at http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Climate/5Principles.pdf).

World Bank. 2016. Making *Climate Finance Work in Agriculture.* Background paper prepared for *The State of Food and Agriculture 2016*, Washington, D.C. (unpublished).

الملاحق الاحصائية

Abraha, M.G. & Savage, M.J. 2006. Potential impacts of climate change on grain yield of maize for the midlands of KwaZulu-Natal, South Africa. *Agriculture Ecosystems and Environment,* 115(1–4): 150–160.

Alexandrov, V. & Hoogenboom, G. 2000. The impact of climate variability and change on crop yield in Bulgaria. *Agricultural and Forest Meteorology,* 104(4): 315–327.

Arndt, C., Strzepeck, K., Tarp, F., Thurlow, J., Fant IV, C. & Wright, L. 2011. Adapting to climate change: an integrated biophysical and economic assessment for Mozambique. *African Regional Perspectives*, 6(1): 7–20.

FAO. 2016d. FAOSTAT. Online Statistical Database (retrieved 30 July 2016) (available at http://faostat.fao.org/).

Giannakopoulos, C., Le Seger, P., Bindi, M., Moriondo, M., Kostopoulou, E. & Goodess, C. 2009. Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 °C global warming. *Global and Planetary Change*, 68: 209–224.

Hermans, C., Geijzendorffer, I., Ewert, F., Metzger, M., Vereijken, P., Woltjer, G. & Verhgen, A. 2010. Exploring the future of European crop production in a liberalized market, with specific consideration of climate climate and the regional competitiveness. *Ecological Modeling*, 221: 2177–2187.

Iqbal, M.A., Eitzinger, J., Formayer, H., Hassan, A. & Heng, L.K. 2011. A simulation study for assessing yield optimization and potential for water reduction for summer-sown maize under different climate change scenarios. *Journal of Agricultural Science*, 149: 129–143.

Izaurralde, R., Rosenberg, N.J., Brown, R.A. & Thomson, A.M. 2001. Integrated assessment of Hadley Center (HadCM2) climate-change impacts on agricultural productivity and irrigation water supply in the conterminous United States Part II. Regional agricultural production in 2030 and 2095. *Agricultural and Forest Meteorology*, 117: 97–122.

Kim, C., Lee, S., Jeong, H., Jang, J., Kim, Y. & Lee, C. 2010. *Impacts of climate change on Korean agriculture and its counterstrategies. Seoul,* Korea Rural Economic Institute.

Lal, M. 2011. Implications of climate change in sustained agricultural productivity in South Asia. *Regional Environmental Change*, 11(Suppl. 1): S79–S94.

Li, X., Takahashi, T., Nobuhiro, S. & Kaiser, H.M. 2011. The impact of climate change on maize yields in the United States and China. *Agricultural Systems*, 104(4): 348–353.

Lobell, D.B., Burke, M.B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M.D., Falcon, W.P. & Naylor, R.L. 2008. Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science*: 319: 607–610.

Berg, A., Noblet-Ducoudre, M. de. Sultan, B., Langaigne, M. & Guimberteau, M. 2013. Projections of climate change impacts on potential C4 crop productivity over tropical regions. *Agricultural and Forest Meteorology*, 170: 89–102.

Brassard, J.P. & Singh, B. 2007. Effects of climate change and CO_2 increase on potential agricultural production in Southern Québec, Canada. *Climate Research*, 34: 105–117.

Brassard, J.P. & Singh, B. 2008. Impacts of climate change and CO_2 increase on crop yields and adaptation options for Southern Quebec, Canada. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 13: 241–265.

Butt, T.A., McCarl, B.A., Angerer, J., Dyke, P.T. & Stuth, J.W. 2005. The economic and food security implications of climate change in Mali. *Climatic Change*, 68(3): 355–378.

Calzadilla, A., Zhu, T., Rehdanz, K., Tol, R.S.J. & Ringer, C. 2009. *Economywide impacts of climate change on agriculture in Sub-Saharan Africa*. Washington, DC, International Food Policy Research Institute (IFPRI) Discussion Paper No. 873. Washington, DC, IFPRI.

Challinor, A.J., Watson, J., Lobell, D.B., Howden, S.M., Smith, D.R. & Chhetri, N. 2014. A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change*, 4: 287–291.

Chhetri, N., Easterling, W.E., Terando, A. & Mearns, L. 2010. Modeling path dependence in agricultural adaptation to climate variability and change. *Annals of the Association of American Geographers*, 100(4): 894–907.

Ciscar, J., Iglesias, A., Feyen, L., Szabo, L., Regemorter, D., Amelung, B., Nicholls, R., Watkiss, P., Christensen, O., Dankers, R., Garrote, L., Goodess, C., Hunt, A., Moreno, A., Richards, J. & Soria, A. 2011. Physical and economic consequences of climate change in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108: 2678–2683.

Deryng, D., Sacks, W.J., Barford, C.C. & Ramankutty, N. 2011. Simulating the effects of climate and agricultural management practices on global crop yield. *Global Biogeochemical Cycles*, 25: GB2006.

المراجع

Moriondo, M., Bindi, M., Kundzewicz, Z., Szwed, M., Chorynski, A., Matczak, P., Radziejewski, M., McEvoy, D. & Wreford, A. 2010. Impact and adaptation opportunities for European agriculture in response to climatic change and variability. *Mitigation and Adaptation in Strategies for Global Change*, 15: 657–679.

Müller, C., Bondeau, A., Popp, A., Waha, K. & Fadar, M. 2010. *Climate change impacts on agricultural yields.* Background note for the *World Development Report 2010. Development and climate change.* Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Washington, DC, World Bank.

Osborne, T.M., Rose, G. & Wheeler, T. 2013. Variation in the global-scale impacts of climate change on crop productivity due to climate model uncertainty and adaptation. *Agricultural and Forest Meteorology*, 170: 183–194.

Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Hakala, K. 2011. Crop responses to temperature and precipitation according to long-term multi-location trials at high-latitude conditions. *The Journal of Agricultural Science*, 149(1): 49–62.

Piao, S., Ciais, P., Huang, Y., Shen, Z., Peng, S., Li, J., Zhou, L., Liu, H., Ma, Y., Ding, Y., Friedlingstein, P., Liu, C., Tan, K., Yu, Y., Zhang, T. & Fang, J. 2010. The impacts of climate change on water resources and agriculture in China. *Nature*, 467: 43–51.

Porter, J.R., Xie, L., Challinor, A.J., Cochrane, K., Howden, S.M., Iqbal, M.M., Lobell, D.B. & Travasso, M.I. 2014. Food security and food production systems. *In:* C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea & L.L. White, eds. *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge, UK, and New York, USA, Cambridge University Press.

Ringler, C., Zhu, T., Cai, X., Koo, J. & Wang, D. 2010. *Climate change impacts on food security in sub-Saharan Africa.* IFPRI Discussion Paper No. 01042. Washington, DC, IFPRI.

Rowhanji, P., Lobell, D., Lindermann, M. & Ramankutty, N. 2011. Climate variability and crop production in Tanzania. *Agriculture and Forest Meteorology*, 151: 449–460.

Schlenker, W. & Roberts, M.J. 2009. Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(37): 15594–15598.

Shuang-He, S., Shen-Bin, Y., Yan-Xia, Z., Yin-Long, X., Xiao-Yan, Z., Zhu-Yu, W., Juan, L. & Wei-Wei, Z. 2011. Simulating the rice yield change in the middle and lower reaches of the Yangtze River under SRES B2 scenario. *Acta Ecologica Sinica*, 31(1): 40–48.

Southworth, J., Randolph, J.C., Habeck, M., Doering, O.C., Pfeifer, R.A., Rao, D.G. & Johnston, J.J. 2000. Consequences of future climate change and changing climate variability on maize yields in the midwestern United States. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 82: 139–158.

Tan, Z., Tieszen, L.L., Liu, S. & Tachie-Obeng, E. 2010. Modeling to evaluate the response of savanna-derived cropland to warming-drying stress and nitrogen fertilizers. *Climatic Change*, 100: 703–715.

Tao, F. & Zhang, Z. 2010. Adaptation of maize production to climate change in North China Plain: quantify the relative contributions of adaptation options. *European Journal of Agronomy*, 33(3):103–116.

Tao, F. & Zhang, Z. 2011. Impacts of climate change as a function of global mean temperature: maize productivity and water use in China. *Climatic Change*, 105: 409–432.

Tao, F., Zhang, Z., Liu, J. & Yokozawa, M. 2009. Modelling the impacts of weather and climate variability on crop productivity over a large area: a new super ensemble-based probabilistic projection. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149: 1266–1278.

Thornton, P.K., Jones, P.G., Alagarswamy, G. & Andresen, J. 2009. Spatial variation of crop yield response to climate change in East Africa. *Global Environmental Change*, 19: 54–65.

Thornton, P.K., Jones, P.G., Alagarswamy, G. & Andresen, J. & Herrero, M. 2010. Adapting to climate change: agricultural system and household impacts in East Africa. *Agricultural Systems*, 103: 73–82.

Wang, M., Li, Y., Ye, W., Bornman, J. & Yan, X. 2011. Effects of climate change on maize production, and potential adaptation measures: a case study in Jilin Province, China. *Climate Research*, 46: 223–242.

Xiong, W., Lin, E., Ju, H. & Xu, Y. 2007. Climate change and critical thresholds in China's food security. *Climatic Change*, 81: 205–221.

Xiong, W., Conway, D., Lin, E. & Holman, I. 2009. Potential impacts of climate change and climate variability on China's rice yield and production. *Climate Research*, 40: 23–35.

Thornton, P.K., Jones, P.G., Ericksen, P.J. & Challinor, A.J. 2011. Agriculture and food systems in sub-Saharan Africa in a 4 °C+ world. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 369: 117–136.

Tingem, M. & Rivington, M. 2009. Adaptation for crop agriculture to climate change in Cameroon: turning on the heat. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 14: 153–168.

Walker, N.J. & Schulze, R.E. 2008. Climate change impacts on agro-ecosystem sustainability across three climate regions in the maize belt of South Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 124: 114–124.

الفصول الخاصة من حالة الأغذية والزراعة

جرت العادة منذ عام 1957 على أن يتضمّن هذا التقرير دراسة خاصة أو أكثر تعالج مشكلات ذات طابع بعيد المدى وقد تناولت الفصول الخاصة في الإصدارات السابقة لهذا التقرير ما يلي من مواضيع:

1970	الزراعة في مستهل عقد التنمية الثاني
1971	تلوث المياه وأثره في الأحياء المائية وصيد الأسماك
1972	التعليم والتدريب من أجل التنمية: التعجيل بالبحوث الزراعية في البلاد النامية
1973	الاستخدام الزراعي في البلاد النامية
1974	السكان وإمدادات الأغذية والتنمية الزراعية
1975	عقد التنمية الثاني للأمم المتحدة: استعراض وتقييم منتصف العقد
1976	الطاقة والزراعة
1977	حالة الموارد الطبيعية والبيئة البشرية وعلاقتها بالأغذية والزراعة
1978	مشاكل الأقاليم النامية واستراتيجياتها
1979	الغابات والتنمية الريفية
1980	مصايد الأسماك العالمية وقانون البحار
1981	استعراض الحالة في أقل البلدان نموا وفي العالم: تخفيف حدة الفقر في الريف
1982	الإنتاج الحيواني: من منظور عالمي
1983	دور المرأة في تنمية الزراعة
1984	تضخم المدن: تحد متزايد أمام الأغذية والزراعة في البلدان النامية
1985	استعراض أوضاع الأغذية والزراعة لمنتصف العقد
1986	تمويل التنمية الزراعية
1988-1987	الأولويات المتغيرة في حقل العلوم والتكنولوجيا الزراعية في البلدان النامية
1989	التنمية القابلة للاستمرار وإدارة الموارد الطبيعية
1990	التكيف الهيكلي والزراعة
1991	السياسات والقضايا الزراعية: دروس الثمانينات وآفاق التسعينات
1992	المصايد البحرية وقانون البحار: عقد من التغيير
1993	سياسات المياه والزراعة
1994	التنمية الحرجية ومشكلة السياسات
1995	التجارة بالسلع الزراعية: هل تدخل عصرا جديدا؟
1991	السياسات والقضايا الزراعية: دروس الثمانينات وآفاق التسعينات
1992	المصايد البحرية وقانون البحار: عقد من التغيير
1993	سياسات المياه والزراعة
1994	التنمية الحرجية ومشكلة السياسات
1995	التجارة بالسلع الزراعية: هل تدخل عصراً جديداً؟
1996	الأمن الغذائي: بعض الأبعاد على مستوى الاقتصاد الكلي
1997	الصناعات الزراعية والتنمية الاقتصادية
1998	الدخل غير الزراعي في ريف البلدان النامية
2000	الدروس المستفادة من فترة الخمسين عاماً الماضية
2001	التأثيرات الاقتصادية للآفات النباتية والأمراض الحيوانية العابرة للحدود
2002	الزراعة والمنافع العامة العالمية بعد عشر سنوات من «قمة الأرض»
2004-2003	التقانة الحيوية الزراعية: تلبية احتياجات الفقراء؟
2005	التجارة الزراعية والفقر: هل يمكن توظيف التجارة لصالح الفقراء؟
2006	هل تحقق المعونة الغذائية الأمن الغذائي؟

2007	تقديم المعونات للمزارعين مقابل الخدمات البيئية
2008	الوقود الحيوي: الآفاق والمخاطر والفرص
2009	الثروة الحيوانية في الميزان
2011-2010	المرأة في قطاع الزراعة: سد الفجوة بين الجنسين من أجل التنمية
2012	الاستثمار في الزراعة من أجل مستقبل أفضل
2013	نظم غذائية لتغذية أفضل
2014	الابتكار في الزراعة الأسرية
2015	الحماية الاجتماعية والزراعة: كسر حلقة الفقر في الريف

2016
حالة الأغذية والزراعة

تغير المناخ والزراعة والأمن الغذائي

إن آثار تغير المناخ، في حال لم تتخذ إجراءات الآن لجعل الزراعة أكثر استدامة وإنتاجية وقدرة على الصمود، ستقوض بشكل خطير الإنتاج الغذائي في البلدان والأقاليم التي تعاني أصلا وعلى نحو كبير من انعدام الأمن الغذائي. ويمثل اتفاق باريس، الذي اعتمد في ديسمبر/كانون الأول 2005، بداية جديدة في الجهود العالمية الهادفة إلى تحقيق استقرار في المناخ قبل فوات الأوان. فهو يقر بأهمية الأمن الغذائي في الاستجابة الدولية لمواجهة تغير المناخ،على نحو ما يتبيّن في تركيز العديد من البلدان بشكل بارز، في مساهماتها المعتزمة الخاصة بالتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره، على قطاع الزراعة. وسعياً إلى المساعدة على وضع تلك الخطط موضع التنفيذ، يحدد هذا التقرير استراتيجيات وفرصا للتمويل واحتياجات تتعلق بالبيانات والمعلومات، ويعرض أيضا المؤسسات والسياسات التحولية التي بمقدورها تجاوز العقبات التي تعترض سبيل التنفيذ.

ISBN 978-92-5-609374-5 ISSN 0256-1190

9 789256 093745

I6030Ar/1/10.16