

منظمة
الأغذية والزراعة
للأمم المتحدة



2020

حالة الأغذية والزراعة

التغلب على تحديات
المياه في الزراعة

هذا المنشور الرئيسي هو جزء من سلسلة **حالة العالم** التي ترشها منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة
الاقتباس المطلوب:

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. 2020. حالة الأغذية والزراعة 2020. التغلب على تحديات المياه في الزراعة. روما.
<https://doi.org/10.4060/cb1447ar>

إنّ الأوصاف المستخدمة وطريقة عرض المواد في هذا المنتج الإعلامي لا تعرب 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 تعرب الإشارة إلى شركات
محدّدة أو منتجات بعض المصنّعين سواء كانت مرخصة أم لا، عن دعم أو توصية من جانب منظمة الأغذية والزراعة أو تفضيلها على مثيلاتها مما لم
يرد ذكره.

ولا تعرب الأوصاف المستخدمة وطريقة عرض المواد الإعلامية في الخرائط عن أي رأي خاص لمنظمة الأغذية والزراعة في ما يتعلق بالوضع القانوني أو
الدستوري لأي بلد أو إقليم أو مجال بحري، أو في ما يتعلق بتعيين حدود كل منها.
وقد اتخذت منظمة الأغذية والزراعة جميع الاحتياطات المعقولة للتحقق من المعلومات الواردة في هذا المنشور. ومع ذلك، يجري توزيع الموارد
المنشورة ضامن من أي نوع، سواء بشكل صريح أو ضمني.

إن وجهات النظر المعبر عنها في هذا المنتج الإعلامي تخص المؤلف (المؤلفين) ولا تعكس بالضرورة وجهات نظر منظمة الأغذية والزراعة أو سياساتها.

ISBN 4-133643-5-92-978

[مطبوع] **ISSN 0256-1190**
[عبر الانترنت] **ISSN 2663-8673**

© FAO 2020



بعض الحقوق محفوظة. ويتاح هذا العمل بموجب ترخيص المشاع الإبداعي - نسب المصنف - غير التجاري - الترخيص بالمثل 0.3
لفائدة المنظمات الحكومية الدولية
(CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/>).

بموجب أحكام هذا الترخيص، يمكن نسخ هذا العمل، وإعادة توزيعه، وتكييفه لأغراض غير تجارية، بشرط التنويه بمصدر العمل على نحو مناسب. وفي
أي استخدام لهذا العمل، لا ينبغي أن يكون هناك أي اقتراح بأن منظمة الأغذية والزراعة تؤيد أي منظمة، أو منتجات، أو خدمات محددة. ولا يسمح
باستخدام شعار المنظمة. وإذا تم تكييف العمل، فإنه يجب أن يكون مرخصاً بموجب نفس ترخيص المشاع الإبداعي أو ما يعادله. وإذا تم إنشاء
ترجمة لهذا العمل، فيجب أن تتضمن بيان إخلاء المسؤولية التي بالإضافة إلى التنويه المطلوب: "لم يتم إنشاء هذه الترجمة من قبل منظمة الأغذية
والزراعة للأمم المتحدة. والمنظمة ليست مسؤولة عن محتوى أو دقة هذه الترجمة. وسوف تكون الطبعة الإنجليزية الأصلية هي الطبعة المعتمدة.

وتجرى أي وساطة تتعلق بالنزاعات الناشئة بموجب الترخيص وفقاً لقواعد التحكيم للجنة الأمم المتحدة للقانون التجاري الدولي
المعمول بها في الوقت الحاضر.

مواد الطرف الثالث. يتحمل المستخدمون الراغبون في إعادة استخدام مواد من هذا العمل المنسوب إلى طرف ثالث، مثل الجداول،
والأشكال، والصور، ومسؤولية تحديد ما إذا كان يلزم الحصول على إذن لإعادة الاستخدام والحصول على إذن من صاحب حقوق
التأليف والنشر. وتقع تبعة المطالبات الناشئة عن التعدي على أي مكون مملوك لطرف ثالث في العمل على عاتق المستخدم وحده.

المبيعات، والحقوق، والترخيص. يمكن الاطلاع على منتجات المنظمة العالمية على الموقع الإلكتروني للمنظمة:
<http://www.fao.org/publications/ar> ويمكن شراؤها من خلال publications-sales@fao.org.
أما تقديم طلبات الاستخدام التجاري فتقدم عن طريق: www.fao.org/contact-us/licence-request
وينبغي تقديم الاستفسارات المتعلقة بالحقوق والترخيص إلى: copyright@fao.org.

صورة الغلاف: ©FAO/Giulio Napolitano

كينيا: رعاة وقطعان حيوانات يجتمعون حول بئر في منطقة جافة من بحيرة ماغادي.

2020

حالة الأغذية والزراعة

التغلب على تحديات
المياه في الزراعة

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة
روما، 2020

المحتويات

65	إنتاجية المياه في الإنتاجين البعلبي والمروي
67	إنتاجية المياه في الإنتاج الحيواني
71	نهج إدارة المياه وأثرها خارج نطاق المزرعة
73	مصادر المياه غير التقليدية للتخفيف من ندرة المياه
75	جعل الابتكار والاتصالات والتكنولوجيا مجدية للجميع
78	الاستنتاجات

تحت المجهر

79	تربية الأحياء المائية في سياق الاستخدام المستدام للمياه في النظم الغذائية
----	---

الفصل 4

تحسين الحوكمة من أجل إدارة المياه في الزراعة

85	الرسائل الرئيسية
86	دور الحوكمة في إدارة القيود المائية
88	شفافية المحاسبة والمراجعة المتعلقان بالمياه
89	أدوات إدارة ندرة المياه في الزراعة المروية
	التفكير أبعد من الري - حوكمة المياه في النظم البعلبية
99	والمتكاملة
102	الاستنتاجات

تحت المجهر

104	الكثير من المياه؟ الفيضانات والتشبع بالمياه والزراعة
-----	--

الفصل 5

صورة شاملة عن الزراعة والمياه: السياسات والأولويات

109	الرسائل الرئيسية
	ضمان الموازنة بين السياسات في مجالات المياه والزراعة والأمن الغذائي والتغذية
111	تحديد الأولويات على مستوى السياسات للتخفيف من القيود على المياه في الزراعة
117	الاستنتاجات
125	

127

الملحق الفني

130

الملحق الإحصائي

147

المراجع

v	تمهيد
ix	المنهجية
x	شكر وتقدير
xi	مسرد المصطلحات
xvi	الرسائل الرئيسية
xviii	موجز

الفصل 1

إعداد المشهد: الناس والمياه والزراعة

1	الرسائل الرئيسية
1	تحديات الاستدامة المتصلة بالمياه - حالة طارئة متزايدة
2	الضغوط البشرية وتوافر المياه - معادلة غير متوازنة
5	تحسين الحوكمة لضمان الحصول المنصف على المياه
13	المياه والأمن الغذائي والنظم الغذائية
14	تحديد نطاق التقرير
19	

تحت المجهر

20	تعزيز الحصول على مياه الشرب المأمونة في المناطق الريفية
----	---

الفصل 2

حالة نقص المياه وندرته في الزراعة

25	الرسائل الرئيسية
26	نقص المياه وندرته، شاغل عالمي
31	نقص المياه وندرته في سياقات متغيرة
40	أثر تغير المناخ
42	معالجة نقص المياه وندرته - النطاق الأوسع
43	الاستنتاجات

تحت المجهر

44	الزراعة وتلوث المياه وتملحها
----	------------------------------

الفصل 3

الاستجابات الزراعية للقيود المرتبطة بالمياه

51	الرسائل الرئيسية
51	إعادة النظر في مسارات التخلص من نقص المياه وندرته
52	الاستفادة من إمكانات إنتاج المحاصيل البعلبية
54	النظم المروية - فهم عدم التجانس في الغلات
58	النهج المتكاملة على مستوى المزارع من أجل تحسين

الجداول والأشكال والإطارات

الجداول

- 1** بصمة منتجات غذائية مختارة على المياه
- 2** المتوسط العالمي لإنتاجية المياه الخاصة بنباتات غذائية مختارة
- 3** مواطن القوة والضعف النموذجية في نظم الريّ
- 4** المتوسط العالمي لإنتاجية المياه الخاصة بمنتجات حيوانية مختارة
- 5** أساليب تسعير المياه
- 6** تأثير جوانب الحوكمة المتصلة بالري على مصائد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية
- 7** أولويات السياسات لتحسين إدارة المياه في الزراعة
- ألف.1** الهكتارات والأشخاص الذين يعيشون في مناطق زراعية تشهد نقصًا وشحًا في المياه، موزعة بحسب البلد أو المنطقة
- ألف.2** الهكتارات والحصص من الأراضي بحسب نظام الإنتاج حيث يسجل نقص وشح في المياه، موزعة بحسب البلد أو المنطقة
- 1** المياه والمقاصد ذات الصلة من أهداف التنمية المستدامة
- 2** نصيب الفرد الواحد من موارد المياه العذبة المتجددة بحسب الإقليم، الفترة 1997-2017
- 3** عمليات سحب المياه بحسب القطاعات في العالم
- 4** نصيب الفرد الواحد من إجمالي عمليات سحب المياه بحسب الأقاليم، عامي 2010 و2017
- 5** التواتر التاريخي لموجات الجفاف في الأراضي الزراعية البعلية، الفترة 1984-2018
- 6** التواتر التاريخي لموجات الجفاف في المراعي البعلية، الفترة 1984-2018
- 7** مؤشر هدف التنمية المستدامة 2-4-6: حجم الإجهاد المائي في المناطق المروية، عام 2015
- 8** مساهمة القطاع الزراعي في حجم الإجهاد المائي بحسب الحوض، عام 2015
- 9** موضع بلدان مختارة استنادًا إلى حصة الأراضي الزراعية البعلية والمروية التي تشهد تواترًا مرتفعًا إلى مرتفعًا جدًا لموجات الجفاف أو الإجهاد المائي على التوالي
- 10** حصة الأراضي الزراعية التي تعاني من قيود متصلة بالمياه بحسب نظم الإنتاج في بلدان مختارة
- 11** حصة الأراضي الزراعية بحسب نظم الإنتاج ومستوى النقص والشح في المياه، بحسب الإقليم
- 12** حصة الأراضي الزراعية بحسب نظم الإنتاج ومستوى النقص والشح في المياه، بحسب مستوى الدخل ومجموعات البلدان
- 13** إدراج الاستجابات للنقص والشح في المياه في السياق السياسي الأوسع
- 14** إدارة المياه الزراعية على طول نطاق الأراضي، من البعلية إلى المروية
- 15** غلات الخضار بحسب الأقاليم، عام 2012
- 16** الممارسات الرئيسية لإدارة المياه في الزراعة البعلية
- 17** الإنتاجية الاقتصادية للمياه في ما يخص محاصيل مروية مختارة، بحسب الأقاليم
- 18** الإنتاجية الاقتصادية الفعلية للمياه والثغرات في إنتاجية المياه في ما يخص محاصيل مروية مختارة، بحسب الإقليم
- 1** ألف.1 التواتر التاريخي لموجات الجفاف في الأراضي الزراعية البعلية ذات المدخلات المرتفعة، الفترة 1984-2018
- 2** ألف.2 التواتر التاريخي لموجات الجفاف في الأراضي الزراعية البعلية ذات المدخلات المنخفضة، الفترة 1984-2018
- 3** ألف.3 مؤشر هدف التنمية المستدامة 2-4-6: حجم الإجهاد المائي على المستوى القطري، عام 2015
- 4** ألف.4 مؤشر هدف التنمية المستدامة 2-4-6: حجم الإجهاد المائي على مستوى الحوض، عام 2015

الإطارات

- 1** حالة الأغذية والزراعة 1993 - سياسات المياه والزراعة
- 2** الدورة الهيدرولوجية والزراعة
- 3** تنافس الطلبات على المياه تحدّد وفقًا لمستوى دخل البلد
- 4** الخصائص المتأصلة للمياه تجعلها صعبة الإدارة
- 5** الترابط بين المياه والطاقة والأغذية، وإنتاج الوقود الأحفوري
- 6** إنتاجية الأراضي الزراعية المروية والبعلية في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى
- 7** نظرة لما وراء نظم إنتاج نموذج تخصيص الإنتاج المكاني المختلفة
- 8** دور التجارة المحتمل في إدارة ندرة المياه
- 9** دور الريّ التكميلي في الإنتاجية وقدرة النظم البعلية على الصمود

112	22	التجارة الحوافز وندرة المياه والإنتاجية في إقليم الشرق الأدنى وشمال أفريقيا	87	16	حوكمة المياه لأغراض الزراعة والأمن الغذائي	64	10	الريّ الذي يقوده المزارع - الأدلة المستمدة من أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى
116	23	مضخات الري العاملة بواسطة الطاقة الشمسية لصغار المزارعين - أدلة من بنغلاديش والهند	90	17	تطور حوكمة المياه في المغرب - إنتاج الجزر في إقليم برشيد	66	11	فوائد الريّ الحديث - الأدلة المستمدة من الصين والهند والولايات المتحدة الأمريكية
118	24	دور المياه الافتراضية والتجارة في ضمان الاستخدام الأمثل للموارد المائية	91	18	استكشاف حيازة المياه	67	12	آثار إدارة المحاصيل على النتج التبخري والغلات وإنتاجية المياه - الأدلة المستمدة من الأرجنتين والهند
119	25	تحدي تنسيق السياسات - تجارب من دولة بوليفيا المتعددة القوميات وتنشيلي	94	19	أثر أسواق المياه الجوفية على نوعية المياه وفعالية استخدامها - حالتا الصين والهند	68	13	الجميع بين عناصر مختلفة - إمكانية تحسين إنتاج المحاصيل البعلية والمروية
			95	20	إدارة المياه الجوفية في الولايات المتحدة الأمريكية	72	14	الغابات كحلول قائمة على البيئة
			98	21	اتحادات مستخدمي المياه تحقق أرباحاً ولكن ينبغي الاهتمام بالحوكمة - أدلة من آسيا	77	15	بوابة إنتاجية المياه المفتوحة النفاذ - الاستشعار عن بُعد من أجل إنتاجية المياه

ملائمة لهطول الأمطار) على حد سواء، خاصة وأنهما باتا واقع الحال الذي نعيش فيه الآن. وبفضل عمل منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (المنظمة)، يمكننا أن نقيم عدد الأشخاص ومساحة الأراضي التي تعاني من ندرة المياه ونقصها. ويقدر هذا التقرير أن 1.2 مليار شخص يعيشون في المناطق الزراعية التي تشهد مستويات عالية جدًا من الإجهاد المائي (يطال المناطق المروية) أو تواترًا عاليًا جدًا للجفاف (يطال الأراضي الزراعية المروية والمراعي). كما أن 520 مليون شخص من بين هؤلاء يعيشون في المناطق الريفية، في حين أن 660 مليون شخص يعيشون في مراكز حضرية صغيرة تحيط بها أراضٍ زراعية. وإذا شملنا أيضًا المناطق التي تشهد مستويات عالية (وعالية جدًا) من الإجهاد المائي وتواتر الجفاف، يرتفع إجمالي العدد إلى 3.2 مليار شخص، يعيش 1.4 مليارات شخص منهم في المناطق الريفية. وبالأرقام النسبية، يشهد حوالي 11 في المائة من إجمالي الأراضي الزراعية و 14 في المائة من المراعي حالات جفاف متكررة، في حين أن أكثر من 60 في المائة من الأراضي الزراعية المروية يعاني من مستويات عالية من الإجهاد المائي. وهذه التقديرات الأولى لمؤشر هدف التنمية المستدامة 6-4-2 بشأن الإجهاد المائي، والأدلة على نقص المياه المستمر في الزراعة البعلية، تشدد على ضرورة اتخاذ إجراءات طارئة لضمان إدارة المياه على نحو مستدام. وفي غياب هكذا إجراءات، فإن ارتفاع الطلب على المياه وتزايد الآثار الناجمة عن مخاطر تغير المناخ يفاقم الوضع.

وإضافة إلى الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة، من الضروري معالجة نقص المياه وندرتها لتحقيق عدة أهداف أخرى في خطة التنمية المستدامة لعام 2030 (خطة التنمية لعام 2030)، وليس أقلها هدف القضاء التام على الجوع. وما زالت أمام العالم عشر سنوات لتحقيق هذه الأهداف، إنما لا يمكننا النجاح إلا إذا استخدمنا مواردنا المائية المحدودة، أي المياه العذبة ومياه الأمطار، على نحو أفضل وأكثر إنتاجية. وتُتسم الزراعة بأهمية محورية في هذا التحدي، ليس فقط لأنها تتأثر إلى حد كبير بالقيود المفروضة على المياه، إنما أيضًا لأنها القطاع الأكثر استخدامًا للمياه. وهذا يعني أن طريقة استخدام الزراعة للمياه العذبة حاسمة لضمان توافرها لأنشطة أخرى والحفاظ على النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه. وفيما يسعى العالم إلى التحول إلى أنماط غذائية صحية - وهي غالبًا ما تتألف من أغذية تستخدم المياه بكثافة، مثل الخضار البقولية،

يعتمد وجودنا بحد ذاته على المياه - المياه للشرب والمياه لإنتاج الأغذية. وتعتمد الزراعة على المياه العذبة من الأنهار، والبحيرات، والخزانات الجوفية. كذلك، فإن الزراعة البعلية وجزءًا كبيرًا من إنتاج الثروة الحيوانية يتوقف على المياه المتأتية من هطول الأمطار المحدود. علاوةً على ذلك، تقوم النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه بإدامة سبل العيش والأمن الغذائي والتغذية من خلال دعم مصايد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية، من بين أمور أخرى. والإمدادات بالمياه العذبة غير الملوثة ضرورية لتوفير مياه الشرب الآمنة، ولضمان معايير النظافة الصحية، وسلامة الأغذية بما يكفل الصحة البشرية. وإضافةً إلى ذلك، للمياه استخدامات عديدة، وهي تدعم أنشطة بشرية أخرى.

وانطلاقًا من هذا السياق، لا شك في أن المياه تدعم الكثير من أهداف التنمية المستدامة. ويسعى الهدف 6 بصورة خاصة إلى ضمان توافر المياه وخدمات الصرف الصحي للجميع وإدارتها إدارة مستدامة. لسوء الحظ، يبيّن هذا التقرير أنه سيكون من الصعب تحقيق هذا الهدف بحلول عام 2030. ويجري التأكيد على ضرورة "إنتاج كميات أكبر بقدر أقل من الموارد" في ظل تنامي عدد السكان، بفعل تراجع موارد المياه العذبة المتوفرة للشخص الواحد بأكثر من 20 في المائة في العقدين الأخيرين. وفيما يزداد الطلب، تصبح المياه العذبة أكثر ندرة، ويشتد التنافس عليها، ويهدد سحب المياه المفرط النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه وخدمات النظم الإيكولوجية التي توفرها. كذلك، تضطلع الزراعة بدور مهم على مسار الاستدامة، لا سيما أن الزراعة المروية تشكل أكثر من 70 في المائة من المياه المسحوبة في العالم، و 41 في المائة من عمليات السحب على الصعيد العالمي لا يتطابق مع إدارة خدمات النظم الإيكولوجية. ويُطلب من الزراعة البعلية أن تكمل الري من مصادر المياه العذبة النادرة، غير أن مياه الأمطار تصل أيضًا بكميات محدودة. وإضافة إلى ذلك، يُحدث تغير المناخ خللًا جديًا في أنماط هطول الأمطار. أما التواتر المتزايد للجفاف وما يتبعه من نقص للمياه في الزراعة البعلية، فيمثل مخاطر كبيرة على سبل العيش والأمن الغذائي، وبخاصة لدى السكان الأكثر ضعفًا في أقل المناطق نموًا في العالم.

ويجب أن نأخذ على محمل الجد ندرة المياه (الاختلال بين الإمداد بموارد المياه العذبة والطلب عليها)، ونقص المياه (الذي ينعكس في أنماط غير

في مجال المياه في قلب أي برنامج لتجاوز القيود على المياه. ويتبنى التقرير الرأي بأن المحاسبة والمراجعة في مجال المياه يصممان ويُقدَّان على النحو الأفضل حين يُنظر إليهما كعمليتين تدعمان بعضهما. ومن خلال الربط بين الأشخاص وعلاقتهم بالموارد المائية بميزان المياه الأوسع نطاقاً، يلقي هذا التقرير الضوء أيضاً على إمكانيات حيازة المياه في معالجة القيود على المياه وتكملة المراجعة والمحاسبة. وبما أن أهمية الحوكمة هو الموضوع الكامن، يحدّد التقرير مسارات العمل المقترحة على ثلاثة مستويات مختلفة: (1) المستوى الفني ومستوى الإدارة؛ (2) والمستوى المؤسسي والقانوني؛ (3) والسياسة العامة.

على المستوى الفني ومستوى الإدارة، يتمثل التحدي الرئيسي في إطلاق طاقات الزراعة البعلية من خلال تحسين إدارة المياه. وهذا يستوجب صون المياه في التربة بشكل أفضل أو اعتماد تقنيات جمع مياه الأمطار. ويمكن أن تعزز إنتاجية النظم المروية إلى حد كبير من خلال الاستثمار في نظم ري جديدة أو إعادة تأهيل وتحديث نظم الري القائمة. وفي جميع الحالات، تكون الممارسات المحسّنة في إدارة المياه أكثر فعالية عند جمعها بالممارسات الزراعية المحسّنة، مثل استخدام الأصناف التي تتحمّل الجفاف. وتتوفّر أيضاً الخيارات في الإنتاج الحيواني لتحسين إنتاجية المياه، من خلال تحسين الرعي وصحة الحيوان مثلاً. إنما يجب أن تكون الإجراءات على مستوى المزرعة جزءاً من نهج أوسع نطاقاً على مستوى المشاهد الطبيعية بحيث تأخذ في الاعتبار الآثار على توازن المياه في المجتمعات وأحواض الأنهار.

وهذا يدعو إلى وضع أطر مؤسسية وقانونية فعالة سوف تسمح بتحسين حوكمة المياه، فور تكييفها مع كل سياق محدد، وبالتالي ببلورة استراتيجية مبتكرة في مجال الإدارة. ويجب أن تتمثل نقطة الانطلاق لأي استراتيجية فعالة لإدارة المياه وحوكمتها بالمحاسبة والمراجعة في مجال المياه. ومن الضروري من ثمّ قيام مؤسسات وأنظمة فعالة تعزّز التنسيق بين الجهات الفاعلة لإدارة الطلبات المتنافسة على المياه، وضمان الحصول المنصف عليها، والحفاظ على النظم الإيكولوجية. ويشكل عنصر أمن المياه وحيازة الأراضي حجر الزاوية في هذا النهج، خاصة وأن بإمكانه توفير الحوافز للاستخدام الكفؤ للمياه، في حال اقترن بآليات التجارة بالمياه وتسعيرها. وغالباً ما يمكن لجمعيات مستخدمي المياه القائمة على المجتمع المحلي أن تساهم في تحسين إدارة

والجوزيات، والدواجن، ومنتجات الألبان - سوف يتسم الاستخدام المستدام للموارد المائية بأهمية حاسمة أكثر من أي وقت مضى. وتوفّر الزراعة البعلية الحصة الأكبر من إجمالي إنتاج الأغذية. إنما توجيهاً لاستمرار هذا الوضع، يجب أن نحسّن كيفية إدارة الموارد المائية المتأثية من الكمية المحدودة لهطول الأمطار.

وتوجه المنظمة من خلال هذا التقرير رسالة قوية مفادها أنه يجب معالجة مسألة نقص المياه وندرتها في قطاع الزراعة بصورة فورية وجريئة إذا ما أخذنا على محمل الجدّ تعهدنا بالالتزام بتحقيق أهداف التنمية المستدامة. فالأمن الغذائي العالمي والتغذية على المحك. كما أن نقص المياه وندرتها يعرّضان للخطر البيئة الضرورية لتمكين ملايين الأشخاص الذين يعانون من الجوع في مناطق عديدة في العالم من الحصول على الأغذية، وخفض كلفة الأغذية المغذية بما يكفل أن يتمكن مليارات الأشخاص من تحمّل تكلفة نمط غذائي صحي. كذلك، إن ازدياد المنافسة على المياه - بما في ذلك بين القطاعات، وبين المستخدمين، وأحياناً بين البلدان - يفضي إلى تحديات جديدة. وفي غياب الحوكمة الملائمة، يمكن أن تفاقم المنافسة المتزايدة انعدام المساواة الحادّ أصلاً في الحصول على المياه. ومجددًا، إن المجموعات الأكثر فقراً وضعفًا هي الأشدّ عرضة للخطر، من قبيل المزارعين على نطاق صغير والنساء. وأما المجتمعات المحلية والأفراد الذين يعتمدون على النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه، مثل العاملين في مصايد الأسماك الداخلية، فقد يتعرضون للخسارة أيضاً لا سيما أنهم غالباً ما يُهملون. وفي أسوأ الحالات، يمكن أن تؤدي المنافسة المتزايدة إلى نزاعات على المستويات كافة - من المستوى المحلي إلى المستوى الدولي - وبين مجموعات مختلفة.

ولهذا السبب، يشدّد هذا التقرير بصورة أساسية على تحسين حوكمة المياه، الأمر الذي يهدف إلى ضمان استخدام الموارد المائية المحدودة بالطريقة الأكثر إنتاجية، مع الحفاظ في الوقت ذاته على خدمات النظام الإيكولوجي المتصلة بالمياه، وضمان حصول الجميع عليها بصورة منصفة. وفي حين أن حوكمة المياه في الزراعة ركّزت على الريّ، يوسع هذا التقرير النطاق بحيث يشمل التحديات في الزراعة البعلية، بما في ذلك النظم الرعوية. وهو يقرّ أيضاً بأهمية ترميم التدفقات البيئية والحفاظ عليها وضمان الخدمات البيئية. ويضع المحاسبة والمراجعة

يقترحها التقرير تتوافق مع النهج الإقليمية المعتمدة في مبادرة المنظمة للعمل يدًا بيد من أجل استهداف المشاكل والتحديات على المستوى الوطني الفرعي والإقليمي. ويقترح التقرير أولويات ممكنة في مجال السياسات في أنواع مختلفة من الإنتاج التي يمكن تكييفها، للزراعة المروية والبعليّة، باستخدام البيانات الجغرافية المكانية المتاحة من خلال المنظمة.

واقْتباسًا لأقوال Benjamin Franklin الذي كان أيضًا عالمًا متميزًا، دعونا لا ننتظر أن يجفّ البئر حتى نفهم قيمة المياه. بالفعل، يلقي هذا التقرير الضوء على الطابع الملجّ للمشكلة الحالية، والدور المهم الذي يجب أن يضطلع به قطاع الزراعة في التصدي للنقص المتزايد في المياه وندرته. لذا، أدعو جميع أصحاب المصلحة إلى قراءة التقرير واستنباط الخيارات الملائمة، من منظورهم، للتصدي للتحديات المتصلة بالمياه والأهم، أدعوهم إلى تنفيذها بهدف تحسين الأمن الغذائي والتغذية والاستدامة البيئية، ضمن روحية خطة عام 2030.

المياه. إنما ينبغي تكييف الحلول مع الظروف المحلية ووضعها من جانب أصحاب المصلحة المعنيين أو معهم.

وأخيرًا، على مستوى بيئة السياسات العامة، يتسم الاتساق بين السياسات وتنسيقها بأهمية حاسمة. ويسري هذا بين القطاعات والمواقع وداخلها. ومن الضروري وضع استراتيجيات متسقة في مجال الأراضي الزراعية البعلية والمروية، ونظم الإنتاج الحيواني، والغابات، ومصايد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية. كذلك، تشكل الحوافز عنصرًا رئيسيًا في اتساق السياسات ومن شأنها أن تعزّز إنتاجية المياه وحماية النظام الإيكولوجي. غير أن الإعانات على المدخلات، والطاقة، والإنتاج قد تروّج لأوجه عدم الكفاءة واستخدام المياه على نحو غير مستدام؛ مثلًا، بشكل الاستخراج المفرط للمياه الجوفية.

ولا يوجد نهج "واحد يناسب الجميع" لمعالجة نقص المياه وندرته. وتمتدع بلدان مختلفة - وحتى مناطق مختلفة داخل البلدان ذاتها - بميزات مختلفة وتواجه تحديات مختلفة. لذا، فإن الحلول التي

شو دونيو

المدير العام لمنظمة الأغذية والزراعة



باكستان:
طفل يشرب الماء من
مضخة عمومية.
©FAO/Asim Hafeez



المنهجية

بدأ الإعداد لتقرير حالة الأغذية والزراعة في العالم لعام 2020 باجتماع عُقد في المقر الرئيسي لمنظمة الأغذية والزراعة في روما، في 19 نوفمبر/تشرين الثاني 2019، وحضره أخصائيون في المنظمة من الوحدات ذات الصلة لمناقشة الخطوط العريضة للتقرير. وإثر الاجتماع، تشكلت مجموعة استشارية تضم ممثلين عن جميع الوحدات الفنية المعنية في المنظمة، برئاسة نائب مدير شعبة اقتصاد النظم الزراعية والغذائية، للمساعدة في عملية الصياغة. وعُرضت المسودات الأولى لفصول التقرير على المجموعة الاستشارية وفريق الخبراء الخارجيين بين 17 و 21 فبراير/شباط 2020. ثم جرت مناقشة المسودة الكاملة خلال حلقة عمل عُقدت في 26 و 27 فبراير/شباط. وتمت مراجعة التقرير، في ضوء مساهمات حلقة العمل المذكورة، وعُرض على فريق الإشراف في مسار التنمية الاقتصادية والاجتماعية في المنظمة. وأُرسلت المسودة المنقحة لإبداء التعليقات عليها إلى المسارات الأخرى والمكاتب الإقليمية التابعة للمنظمة في أفريقيا، وآسيا، والمحيط الهادئ، وأوروبا وآسيا الوسطى، وأمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي، والشرق الأدنى وشمال أفريقيا، بالإضافة إلى مراجعين خارجيين. وتم إدراج التعليقات في المسودة النهائية حيث استعرضها كبير اقتصاديي المنظمة ورئيس مسار التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وأحيلت بعدها إلى مكتب المدير العام للمنظمة في 3 نوفمبر/تشرين الثاني 2020. وعند صياغة التقرير، استعان فريق البحث والتحرير بوثائق مرجعية أساسية أعدتها المنظمة وخبراء خارجيون.

شكر وتقدير

تولّى فريق متعدد الاختصاصات من منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة إعداد تقرير حالة الأغذية والزراعة لعام 2020، تحت إشراف السيّد Marco V. Sánchez Cantillo، نائب مدير شعبة اقتصاد النظم الزراعية والغذائية في المنظمة، والسيّد Andrea Cattaneo، كبير الاقتصاديين ومحرّر المطبوع. وقَدّم السيّد Máximo Torero Cullen، كبير اقتصاديي المنظمة ورئيس مسار التنمية الاقتصادية والاجتماعية التوجيه العام. وقَدّم أيضًا فريق الإشراف في المسار المذكور التوجيهات.

فريق البحث والتحرير

Paulo Dias و Laura D'Aiatti و Theresa McMenomy و Giovanni Federighi و Fergus Mulligan (محرّر استشاري) و Sara Vaz و Jakob Skøt

الوثائق المرجعية الأساسية والبيانات وأقسام التقرير

K.H. Anantha (المعهد الدولي لبحوث المحاصيل في المناطق الاستوائية شبه القاحلة)، و Jennie Barron (جامعة السويد للعلوم الزراعية)، و Sreenath Dixit (المعهد الدولي لبحوث المحاصيل في المناطق الاستوائية شبه القاحلة)، و Mesfin Mekonnen (جامعة نبراسكا)، و Yulie Meneses (جامعة نبراسكا)، و Christopher Neale (جامعة نبراسكا)، و Mark Rosegrant (باحث زميل فخري في المعهد الدولي لبحوث السياسات الزراعية)، و Anna Tengberg (معهد استوكهولم الدولي للمياه)، و Bing Wang (جامعة نبراسكا- لينكولن) و Anthony Whitbread (المعهد الدولي لبحوث المحاصيل في المناطق الاستوائية شبه القاحلة).

مساهمات إضافية من منظمة الأغذية والزراعة

Sara Casallas و Sally Bunning و Dubravka Bojic و Riccardo Biancalani و Charles Batchelor و Jiro Ariyama و Virginie Gillet و Simon Funge-Smith و Gianluca Franceschini و Marlos de Souza و Piero Conforti و Ramírez Galimira و Michela Marinelli و Yanyun Li و Sasha Koo-Oshima و Matthias Halwart و Leman Yonca Gurbuzer و Ahmad و Rodrigo Roubach و Oscar Rojas و Douglas Muchoney و Marcel Mucha و Anne Mottet و Markova و Xinhua Yuan و Louise Whiting و Domitille Vallée و John Valbo-Jørgensen و Austin Stankus و Sadiddin

المجموعة الاستشارية لمنظمة الأغذية والزراعة

محمد الحمدي و Fenton Beed و Dubravka Bojic و Riccardo Biancalani و Sally و Ruhiza Jean Boroto و Simon و Jean-Marc Faurès و Marlos de Souza و Camillo De Camillis و Sara Casallas و Bunning و Virginia Gillet و Kakoli Ghosh و Funge-Smith و Jippe Hoogeveen و Matthias Halwart و Yanyun Li و Oshima و محمد منصور و Michela Marinelli و Chikelu Mba و Patricia Mejias Moreno و Anne و Francesco و Elaine Springgay و Nuno Santos و Ahmad Sadiddin و Oscar Rojas و John Preissing و Mottet و Louise Whiting و Sylvie Wabbes-Candotti و John Valbo-Jørgensen و Olcay Ünver و Tubiello

فريق الخبراء الخارجيين

Jennie Barron (جامعة السويد للعلوم الزراعية)، و Mesfin Mekonnen (جامعة نبراسكا- لينكولن)، و Audrey Nepveu (الصندوق الدولي للتنمية الزراعية)، و Jean D'Amour Nkundimana (برنامج الأغذية العالمي)، و Cédric Pene (منظمة التجارة العالمية)، و Claudia Ringler (المعهد الدولي لبحوث السياسات الزراعية)، و Mark Rosegrant (باحث زميل فخري في المعهد الدولي لبحوث السياسات الزراعية) و Bing Zhao (برنامج الأغذية العالمي).

الملحق الإحصائي

الملحق من إعداد Sara Vaz و Giovanni Federighi و Laura D'Aietti

الدعم الإداري

Liliana Maldonado و Edith Stephany Carrillo

قَدّم فرع المطبوعات في مكتب التواصل في منظمة الأغذية والزراعة، خدمات الدعم التحريري، والتصميم والإخراج الفني للمطبوعات، بالإضافة إلى تنسيق الإنتاج، للنسخ المطبوعة باللغات الستة الرسمية كافة.

مسرّد المصطلحات

المياه الخضراء هي الجزء من مياه الأمطار المخزّن في التربة والمتوفر لنمو النباتات.¹

الموارد المائية المتجددة الداخلية لبلد ما هي المتوسط السنوي الطويل الأجل لتدفق الأنهار وتغذية المياه الجوفية الناشئة من الأمطار المتساقطة في ذلك البلد.¹

حيازة الأراضي هي العلاقة، المحددة قانونيًا أو عرفيًا، بين الناس، كأفراد أو كمجموعات، في ما يتعلق بالأراضي.²

استخدام المياه غير الاستهلاكي يشير هذا المصطلح إلى استخدام المياه من دون استهلاكها. فجميع المياه تقريبًا، إذا ما سُحبت، تعود إلى النظام. وتشمل الأمثلة على استخدام المياه غير الاستهلاكي الملاحة، ومصايد الأسماك الطبيعية، واستخدام المياه لأغراض ترفيهية أو ثقافية. ومعظم استخدامات المياه الجارية هي استخدامات غير استهلاكية. وتُعتبر الطاقة الكهربائية أيضًا استخدامًا ضئيل الاستهلاك للمياه، باستثناء حالات بناء الخزانات الاصطناعية في أعالي مجرى المياه، لأنه يؤدي إلى زيادة كبيرة في المساحة السطحية للكتلة المائية، وبالتالي إلى زيادة التبخر.¹

المياه غير التقليدية هي المياه التي يمكن توفيرها للاستخدام من دون زيادة العبء على الموارد المائية الأولية المتجددة. وهي تشمل (1) مياه البحر أو المياه القليلة الملوحة بعد تحليتها؛ (2) والاستخدام المباشر لمياه الصرف الصحي (المعالجة)؛ (3) والاستخدام المباشر لمياه الصرف الزراعي.¹

التدفق المرتد هو الجزء غير المستهلك من المياه المسحوبة من مصدرها، والذي يعود إلى ذلك المصدر أو إلى كتلة أخرى من المياه السطحية أو الجوفية. ويمكن تقسيم التدفق المرتد إلى تدفق غير قابل للاسترداد (التدفق إلى بلوعات الملح، والمياه الجوفية غير الاقتصادية، أو التدفق غير الكافي النوعية)، والتدفق القابل للاسترداد (التدفق إلى الأنهار أو الارتشاح إلى طبقات المياه الجوفية).¹

المياه الزرقاء هي مياه البحيرات والأنهار وطبقات المياه الجوفية. وتتخذ هذه المياه شكلين هما: الجريان السطحي في الأجسام المائية السطحية؛ وجريان المياه الجوفية المتجددة في طبقات المياه الجوفية.¹

استخدام المياه الاستهلاكي يشير إلى المياه المسحوبة من مصدرها لغرض استخدامها في قطاع محدد (كالأغراض الزراعية مثلًا، أو الصناعية أو البلدية) والتي لن تتوفر لإعادة الاستخدام بسبب التبخر أو النتح أو الاندماج في المنتجات أو الصرف المباشر إلى البحر أو مناطق التبخر، أو السبل الأخرى لإزالة المياه من موارد المياه العذبة. أنظر أيضًا استخدام المياه غير الاستهلاكي (أدناه).¹

متطلبات التدفق البيئي يشير هذا المصطلح إلى كمية وتوقيت تدفقات المياه العذبة اللازمة لاستدامة النظم الإيكولوجية، وسبل عيش الأشخاص الذين يعتمدون عليها ورفاههم.¹

الموارد المائية المتجددة الخارجية تعرّف بأنها جزء من المتوسط السنوي الطويل الأجل لموارد البلد المائية المتجددة والذي لا يعود أصله إلى ذلك البلد. وهي تشمل التدفقات المائية من البلدان الواقعة في أعالي مجرى المياه (الجوفية والسطحية)، والمياه في شواطئ البحيرات الحدودية و/أو الأنهار الحدودية. وهي تأخذ في الاعتبار كمية التدفق المحتفظ بها في البلدان الواقعة أعلى المجرى (التدفق الداخل) و/أو في أسفله (التدفق الخارج) بمقتضى الاتفاقات أو المعاهدات الرسمية وغير الرسمية.¹

المياه العذبة هي المياه الكائنة على سطح الأرض في الأنهار الجليدية والبحيرات والأنهار (أي المياه السطحية)، والمياه الكائنة في طبقات المياه الجوفية (أي المياه الجوفية). والصفة الرئيسية لهذه المياه هي انخفاض تركيز الأملاح الذائبة فيها. وتُستثنى من هذا المصطلح مياه الأمطار، والمياه المخزّنة في التربة (رطوبة التربة)، ومياه الصرف الصحي غير المعالجة، ومياه البحار، والمياه القليلة الملوحة.¹

هذا المؤشر لغرض رصد التقدم المحرز في بلوغ الغاية 4-6 من أهداف التنمية المستدامة، وعلى وجه التحديد عنصرها البيئي "ضمان سحب المياه العذبة وإمداداتها على نحو مستدام من أجل معالجة شح المياه". وقد تطور هذا المؤشر من مؤشر الهدف الإنمائي للألفية 5-7 "نسبة إجمالي الموارد المائية المستخدمة"⁴. ويعكس الإجهاد المائي توافر المياه العذبة المادي عوضاً عن مدى ملاءمة المياه للاستخدام.

مجموع الموارد المائية المتجددة يشير إلى مجموع موارد المياه العذبة المتجددة الداخلية والخارجية. وهو يتعلق بالكمية النظرية القصوى للمياه المتاحة سنويًا في البلد في وقت معين.¹

المحاسبة المتعلقة بالمياه هي دراسة منهجية للحالة والاتجاهات الراهنة في مجال إمدادات المياه والطلب عليها والحصول عليها واستخدامها في مجالات مكانية وزمنية محددة.⁵

المراجعة المتعلقة بالمياه تذهب أبعد بقليل من المحاسبة المتعلقة بالمياه من خلال وضع اتجاهات إمدادات المياه والطلب عليها والحصول عليها واستخدامها ضمن السياق الأوسع للحكومة والمؤسسات والنفقات العامة والخاصة والتشريعات والمجالات المحددة الأوسع للاقتصاد السياسي للمياه.⁵

حوكمة المياه تشير إلى العمليات والجهات الفاعلة والمؤسسات التي تشارك في صنع القرارات بشأن تنمية الموارد المائية وإدارتها وتوفير الخدمات المائية، وهي تشمل المجالات السياسية، والإدارية، والاجتماعية، والاقتصادية، إلى جانب النظم والآليات الرسمية وغير الرسمية ذات الصلة.⁶

تسعير المياه يشير إلى عملية تحديد سعر خدمات المياه. ويمكن حساب السعر بتغطية جميع تكاليف خدمات المياه أو قسم منها، أو لغرض تحفيز تغيير سلوك استخدام المياه من خلال الحد من الهدر في استخدام المياه. وفي سياق الري، يمكن حساب سعر المياه لكل مساحة من الأرض، أو لكل نوع من أنواع المحاصيل، أو على أساس الحجم.⁷

مؤشر هدف التنمية المستدامة 6-4-1 - التغير في كفاءة استخدام المياه على مدى فترة من الزمن - يعرّف بأنه القيمة المضافة لكل وحدة من المياه المستخدمة، معبرًا عنها بالدولار الأمريكي/ متر مكعب لقطاع اقتصادي معين (يوضح اتجاه كفاءة استخدام المياه على مدى فترة من الزمن).³ ولقد صُمم هذا المؤشر لغرض رصد التقدم المحرز نحو تحقيق الغاية 6-4 من أهداف التنمية المستدامة، وخصوصًا عنصر هذه الغاية "زيادة كفاءة استخدام المياه في جميع القطاعات زيادة كبيرة"، بواسطة مقارنة القيمة المضافة الناتجة من القطاع الاقتصادي مع أحجام المياه المستخدمة في القطاع نفسه، بما في ذلك خسائر شبكات التوزيع. أي بعبارة أخرى، يوفر هذا المؤشر تقديرًا لمدى اعتماد النمو الاقتصادي على استخدام موارد المياه، ما يدل على فصل النمو الاقتصادي عن استخدام المياه. ويختلف هذا المؤشر عن مفهوم إنتاجية المياه في أنه لا يعتبر إنتاجية المياه المستخدمة في نشاط ما كمدخل من مدخلات الإنتاج. وذلك علاوة على أن إنتاجية المياه تُحسب باعتبارها نسبة النواتج الاقتصادية إلى كمية المياه المستهلكة، وليس إلى كمية المياه المستخدمة.³ أخيرًا، فإن مفهوم الرصد لمؤشر هدف التنمية المستدامة أدى قسرًا إلى تعريف واضح لعبارة "كفاءة استخدام المياه" (الواردة في ما يلي).

مؤشر التنمية المستدامة 6-4-2 - مستوى الإجهاد: سحب المياه العذبة كنسبة من موارد المياه العذبة المتوافرة - يعرّف بأنه نسبة مجموع المياه التي تسحبها كل القطاعات الرئيسية (الزراعة والصناعة والبلديات) إلى مجموع موارد المياه العذبة المتجددة بعد الأخذ في الاعتبار متطلبات التدفق البيئي. ويحدث الإجهاد المائي بفعل الإنسان؛ وهو دالة لحجم السحب البشري للمياه العذبة بالنسبة لحجم الموارد المائية المتاحة في منطقة معينة بعد تحقيق استدامة النظم الإيكولوجية المائية. وبذلك فإن المنطقة القاحلة التي تقل جدًا المياه فيها، ولكن لا يوجد فيها تنافس بشري على المياه، لا تعتبر منطقة "مجهدة"، وإنما منطقة "قاحلة". والإجهاد المائي هو حقيقة مادية موضوعية يمكن قياسها بشكل متسق عبر المناطق وعلى مدى فترة زمنية محددة. وقد صُمم



مدغشقر:

مشهد من الريف لمساطب الأرز

وتسيير الأحواض المائية.

©FAO/Jeanette Van

Acker



وتدفقات غير كافية إلى البيئة الطبيعية. وتشير ندرة المياه الاصطناعية أو التركيبية إلى الحالة الناتجة من المغلاة في تطوير البنى التحتية الهيدرولوجية المتصلة بالطلب المتوفر، ما يفضي إلى حالة من نقص المياه المطرد.¹ وفي هذا التقرير، يُستخدم مفهوم الإجهاد المائي - الذي يُعبّر عنه بمؤشر التنمية المستدامة 4-6-2 (أنظر أعلاه) كمؤشر وكيل على شدة ندرة المياه التي تؤثر على الزراعة المروية.

خدمات المياه يمكن تعريفها باعتبارها نشاطاً يوفر للمستخدمين (الأسر المعيشية والصناعات والبلديات) خدمات استخراج المياه من الموارد المائية، وتخزينها، ومعالجتها، وتوزيعها، بما في ذلك مياه الصرف الصحي. وتشمل الأمثلة على خدمات المياه الإمداد بمياه الشرب؛ وإمدادات الري لأغراض الإنتاج الزراعي؛ وتجميع مياه الصرف الصحي ومعالجتها والتخلص منها؛ وعمليات التصريف، بما في ذلك إدارة مياه العواصف، والمياه الجوفية والسطحية، وملوحة التربة؛ وتحلية مياه البحار والمياه قليلة الملوحة.

نقص المياه يشير إلى نقص إمدادات المياه ذات النوعية المقبولة؛ وانخفاض مستويات إمدادات المياه، في مكان ووقت محددين، بالنسبة إلى تصميم مستوى الإمدادات. ويجوز أن ينشأ النقص نتيجة عوامل مناخية، أو لأسباب أخرى تتعلق بعدم كفاية الموارد المائية، من قبيل الافتقار إلى البنى التحتية، أو رداءة صيانتها، أو مجموعة أخرى من العوامل الهيدرولوجية أو الهيدرولوجيولوجية.¹ وفي هذا التقرير، يُستخدم مؤشر تواتر الجفاف كمؤشر دال على نقص المياه الذي يؤثر على الزراعة البعلية.

حيازة المياه هي العلاقة، المحددة قانونياً أو عرفياً، بين الناس، كأفراد أو كمجموعات، في ما يتعلق بالموارد المائية.²

استخدام المياه يشير إلى أي تطبيق مقصود أو استخدام للمياه لغرض محدد. وثمة اختلاف مهم بين استخدام المياه الاستهلاكي واستخدامها غير الاستهلاكي (أنظر أعلاه).¹

إنتاجية المياه هي نسبة المنافع الصافية التي تُجنى من المحاصيل، والغابات، والمصايد، والماشية، والنظم الزراعية المختلطة، إلى حجم المياه المستخدمة كنتاج تبخري فعلي لإنتاج تلك المنافع.¹ ويمكن التعبير عن هذه المنافع من خلال أشكال مختلفة: الغلة (كيلوغرام)، والمحتويات المغذية (سعرات حرارية وبروتينات وكالسيوم، وغيرها)، والدخل (دولار أمريكي)، أو أي قياس آخر متفق عليه للرفاهية المستمدة من السلع والخدمات التي يتيحها النظام الزراعي (العمالة على سبيل المثال). وبالمعنى الأوسع، تعكس إنتاجية المياه أهداف إنتاج المزيد من الأغذية، والدخل، وسبل العيش، والمنافع الإيكولوجية، بأدنى تكلفة اجتماعية وبيئية لكل وحدة من المياه المستهلكة. وفي السياق الزراعي، تعرّف الإنتاجية المادية للمياه بأنها نسبة النواتج الزراعية إلى حجم المياه المستهلكة - "مزيد من المحصول لكل قطرة" (الكيلوغرامات المنتجة لكل متر مكعب من المياه)، وتعرّف الإنتاجية الاقتصادية للمياه بأنها القيمة النقدية التي تولدها كل وحدة من المياه المستهلكة (دولار أمريكي لكل متر مكعب من المياه). وقد استخدمت الإنتاجية الاقتصادية للمياه لربط المياه المستخدمة في الزراعة بالغذاء، والعمالة، والرفاه، والبيئة.

المخاطر المتعلقة بالمياه تعني لأغراض هذا التقرير احتمال مواجهة منطقة معينة لأي تحدٍ يتعلق بالمياه.⁸ وتشمل التحديات ندرة المياه أو قلتها - تقاس في هذا التقرير بواسطة مؤشرات من قبيل الإجهاد المائي وتواتر الجفاف - ولكنها تشمل أيضاً المخاطر الطبيعية، مثل الفيضانات، حيث تتمثل المشكلة بفرط المياه.

ندرة المياه تشير إلى عدم التوازن بين العرض والطلب على المياه في مكان محدد (بلد، ومنطقة، ومستجمع، وحوض نهري، وغيرها)، يحدث نتيجة لارتفاع معدل الطلب مقابل العرض المتاح، بموجب الترتيبات المؤسسية السائدة (بما فيها الأسعار) وظروف الهياكل الأساسية. وأعراض ندرة المياه هي عدم تلبية الطلبات؛ وحدوث توترات بين المستخدمين؛ والتنافس على المياه؛ واستخلاص مفرط للمياه الجوفية؛

أو استخدام المياه أو الاحتفاظ بها في حالتها الطبيعية (التدفق الإيكولوجي في الأنهار، واستخدام المياه لغرض ترفيهي أو ديني أو في الممارسات الروحية، أو لأغراض الشرب والغسل والاستحمام، أو استخدام المياه المتعلق بالحيوانات).¹

سحب المياه هو الحجم الإجمالي للمياه المسحوبة لأي غرض كان (زراعي أو صناعي أو بلدي).¹ ويمكن أن يشمل ذلك المياه المسحوبة من موارد المياه العذبة المتجددة، فضلاً عن الاستخراج المفرط من المياه الجوفية المتجددة أو السحب من المياه الجوفية الأحفورية، والاستخدام المباشر لمياه الصرف الصحي (المعالجة)، والمياه المحلاة، والاستخدام المباشر للمياه الزراعية التي يجري تصريفها.

كفاءة استخدام المياه هي معدل استخدام المياه الفعلي لغرض محدد وسحب المياه الحقيقي. وفي ما يخص الري، تمثل كفاءة استخدام المياه النسبة بين الاحتياجات المقدّرة من مياه الري (من خلال النتج التبخري) والمياه المسحوبة فعلياً. وليس لذلك أبعاد ويمكن تطبيقه على أي نطاق (النباتات، والحقل، ونظم الري، والأحواض، والبلدان، وغيرها). ويمكن توخي تحقيق كفاءة استخدام المياه في الزراعة بواسطة جملة أمور منها تخفيض حجم المياه المفقودة أثناء النقل والتوزيع، أو زيادة غلة المحاصيل، وتغيير مواعيد الزرع، واستخدام أنواع زراعية مختلفة. مع ذلك، فإن مجرد زيادة كفاءة استخدام المياه الزراعية لا يعني أنه قد تم فعلياً اقتصاد المياه.¹ ففي سياق السعي إلى زيادة الكفاءة، لا بدّ من اعتماد منظور أوسع (على مستوى أحواض الأنهار مثلاً)، والإقرار بالمساهمة الممكنة لما يُعتبر على أنه "فقدان" في إنتاجية المستخدمين الآخرين وفي أقسام أخرى من الدورة المائية.

حق استخدام المياه، هو، بالمفهوم القانوني، الحق القانوني في ما يلي: استخراج المياه أو تحويل مسارها واستخدامها من مورد طبيعي معين؛ أو تجميع أو تخزين كمية محددة من المياه في مصدر طبيعي وراء سدّ أو غيره من البنى المائية؛

الرسائل الرئيسية

- ← يواجه تحقيق التنمية المستدامة تحديًا رئيسيًا: يعيش 3.2 مليار شخص في مناطق زراعية تعاني من مستوى عالٍ إلى عالٍ جدًا من نقص المياه أو ندرتها، ويعيش 1.2 مليار شخص من بينهم - حوالي سدس سكان العالم - في مناطق زراعية تشهد مشاكل حادة متصلة بالمياه.
- ← ويشكل النمو السكاني محورًا أساسيًا لنقص المياه لا سيما وأنه يعني ارتفاع الطلب على هذا المورد الطبيعي الثمين. وبالتالي، تراجع إجمالي كمية الموارد المتاحة من المياه العذبة للشخص الواحد بأكثر من 20 في المائة في العقدين الأخيرين.
- ← وتمثل التنمية الاجتماعية والاقتصادية محورًا مهمًا آخر لزيادة الطلب على المياه، لا سيما وأنها تساهم في تحويل الأنماط الغذائية باتجاه أغذية تستخدم المياه بكثافة (مثلًا اللحوم ومنتجات الألبان). كذلك، بإمكان الأنماط الغذائية الصحية التي تتضمن اعتبارات الاستدامة على مستوى النظم الغذائية أن تقلص استهلاك المياه المرتبط بها.
- ← تؤدي زيادة التنافس على المياه والآثار الناجمة عن تغير المناخ إلى توترات ونزاعات بين أصحاب المصلحة، الأمر الذي يفاقم أوجه عدم المساواة في الحصول على المياه، وبخاصة بالنسبة إلى السكان الضعفاء، بما في ذلك الفقراء في المناطق الريفية، والنساء، والسكان الأصليون.
- ← وعلمًا أنه يبقى عشر سنوات حتى عام 2030، تشير التقديرات الأولى لمؤشر هدف التنمية المستدامة 6-4-2 بشأن الإجهاد المائي، إضافة إلى نقص المياه المستمر في الزراعة البعلية، إلى أن ضمان الإدارة المستدامة للمياه يبقى تحديًا. ونظرًا إلى أن المياه مرتبطة بشكل وثيق بالكثير من أهداف التنمية المستدامة الأخرى، وأقله هدف القضاء على الجوع، سوف تشكل إدارة الموارد المائية النادرة عاملاً حاسماً لتحقيق هذه الأهداف بشكل كامل.
- ← وما زال من الممكن تحقيق النجاح، إنما فقط من خلال ضمان استخدام المياه العذبة ومياه الأمطار على نحو أكثر إنتاجية واستدامة في قطاع الزراعة، وهو المستخدم الأكبر للمياه في العالم، إذ يمثل أكثر من 70 في المائة من عمليات السحب العالمية.
- ← وسوف يعني تحسين استدامة استخدام المياه في الزراعة ضمان تحقيق متطلبات التدفقات البيئية لإدامة وظائف النظام الإيكولوجي، التي غالبًا ما يتم التغاضي عنها - وتشير التقديرات إلى أن 41 في المائة من الاستخدام الحالي لمياه الري في العالم يحصل على حساب متطلبات التدفقات البيئية. وسوف ينطوي ذلك على تقليص عمليات السحب وتحسين كفاءة استخدام المياه في مستجمعات المياه التي لا تكون متطلبات التدفقات البيئية مكفولة فيها.
- ← لذا، يجب أن تشكل عملية المحاسبة والمراجعة في مجال المياه، التي نادرًا ما تحصل، نقطة انطلاق أي استراتيجية فعالة لمعالجة نقص المياه وندرته. ويوفر المرجع الأخير للمنظمة نقطة بداية جيدة لجميع الراغبين في تنفيذ المحاسبة والمراجعة في مجال المياه.
- ← وبإمكان المنتجين - والكثير منهم هم منتجون على نطاق صغير - الذين يعملون على 128 مليون هكتار (أو 11 في المائة) من الأراضي الزراعية البعلية المتأثرة بموجات الجفاف المتكررة، أن يستفيدوا بشكل كبير من تقنيات جمع المياه وحفظها. وبحسب أحد التقديرات، يمكن أن تحفّز هذه الممارسات إنتاج الأراضي البعلية من السعرات الحرارية حتى 24 في المائة، وإذا جمعت مع توسيع نطاق الري، قد يرتفع الإنتاج بأكثر من 40 في المائة.
- ← بالنسبة إلى الرعاة الذين يعملون على 656 مليون هكتار (أو 14 في المائة) من أراضي الرعي المتأثرة بالجفاف، بإمكان مجموعة من التدابير الزراعية أن تخفّف من تأثير الجفاف وتحسّن إنتاجية المياه. ويتصل الكثير من هذه التدابير بصورة غير مباشرة بالمياه، بما في ذلك مكافحة الأمراض وصحة الحيوان، وإدارة تغذية المواشي وإروائها، والتنقل وتوزيع الإنتاج من أجل الحد من ضغوط الرعي في المناطق القاحلة.
- ← وبالنسبة إلى الأراضي الزراعية المرورية في العالم، والتي تبلغ مساحتها 171 مليون هكتار (أو 62 في المائة) التي تشهد إجهادًا مائيًا عاليًا أو عاليًا جدًا، ينبغي إعطاء الأولوية لتحفيز الممارسات التي تزيد إنتاجية المياه - بما في ذلك إعادة تأهيل البنية التحتية القائمة للري وتحديثها، واعتماد

تكنولوجيات مبتكرة. وينبغي المزج بين هذه التكنولوجيات والحوكمة المحسنة للمياه لضمان تخصيص المياه والحصول عليها بصورة منصفة، ولضمان متطلبات التدفقات البيئية. ففي أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، من المتوقع أن تتضاعف المناطق المرورية أكثر من مرتين بحلول عام 2050، بما يأتي بالفائدة على الملايين من صغار المزارعين.

← كذلك، فإن الاستثمار في الاستخدامات غير الاستهلاكية للمياه - كما في تربية الأحياء المائية - وفي المصادر غير التقليدية للمياه، مثل إعادة استخدام المياه وتحليتها، يشكل استراتيجية متزايدة الأهمية من أجل التعويض عن ندرة المياه؛ إنما تبين الأمثلة في هذا التقرير وجوب أن تكون الابتكارات كفؤة اقتصادياً، ومقبولة اجتماعياً، ومستدامة بيئياً، وملائمة للسياق.

← وتضطلع السياسات والأنظمة بدور رئيسي في تحفيز تنفيذ التكنولوجيات والابتكارات، مثلًا من خلال التمويل، وبرامج تنمية القدرات، وإنفاذ متطلبات التدفقات البيئية. غير أن هذه السياسات والأنظمة تستوجب تخصيصاً ملائماً لحقوق المياه وحيازة آمنة للمياه بما يمكن الحصول المأمون والمنصف والمستدام على المياه، وبخاصة للفئات الأشد ضعفاً، مع ضمان متطلبات التدفقات البيئية في الوقت ذاته.

← كما أن الاتساق بين السياسات وآليات الحوكمة علي مختلف النطاقات الإدارية والقطاعات أساسي للإدارة الكفؤة والمستدامة والمنصفة للموارد المائية. وفي الزراعة بصورة خاصة، من الضروري وضع استراتيجيات متسقة وشاملة في الأراضي الزراعية البعلية والمرورية، ونظم الإنتاج الحيواني، والمصايد الداخلية، وتربية الأحياء المائية، والغابات.

نقص المياه وندرتها حول العالم - ما الذي نعرفه؟

تخضع الموارد المائية الحرجة لضغوط متزايدة في أنحاء العالم كافة

تشكل الإدارة المستدامة والعادلة للموارد المائية عنصراً رئيسياً في النظم الغذائية المستدامة كما أنها أساسية لتحقيق هدف القضاء التام على الجوع. غير أن ندرة المياه (الاختلال بين إمدادات المياه العذبة والطلب عليها) والقضايا المتصلة بجودة المياه يهددان بشكل متزايد الأمن الغذائي والتغذية من خلال تأثيراتهما على النظم الغذائية - من الإنتاج الزراعي مروراً بتجهيز الأغذية ووصولاً إلى الأسر المعيشية والمستهلكين. وفي الوقت ذاته، تسبب موجات الجفاف المستمرة والحادة، التي تفاقمت بفعل تغيّر المناخ، نقصاً في المياه متنامي الخطورة في الزراعة البعلية، الأمر الذي يشكل خطراً أعلى على سبل معيشة السكان الريفيين من خلال تقليص مردود المحاصيل والثروة الحيوانية. ومن شأن هذه الحالة أن تسوء ما لم تتخذ إجراءات فورية - ولهذا السبب يعالج التقرير عن حالة الأغذية والزراعة في العالم لعام 2020 تحديين اثنين في مجال المياه يؤثران على الزراعة وإنتاج الأغذية، وهما: نقص المياه وندرتها.

نظراً إلى التحديات التي تطرحها بالنسبة إلى بلوغ هدف القضاء على الجوع وتحقيق مجموعة من أهداف التنمية المستدامة الأخرى، تتبوأ الضرورة الملحة لضمان إدارة المياه للجميع على نحو مستدام مكانة بارزة في خطة التنمية المستدامة لعام 2030 (خطة عام 2030). وبصورة خاصة، يغطي الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة - ضمان توافر المياه وخدمات الصرف الصحي للجميع وإدارتها إدارة مستدامة - عدة أبعاد رئيسية متصلة بتوافر المياه وإدارتها. كما أن الشواغل المتنامية إزاء ندرة المياه وسوء استخدامها تنعكس بشكل أكثر تحديداً في المقصد 4-6 من أهداف التنمية المستدامة، الذي يدعو إلى زيادة كفاءة استخدام المياه وضمان عمليات السحب والإمدادات المستدامة للمياه العذبة لمعالجة ندرة المياه.

وبفضل جهود المنظمة أيضاً، بات من الممكن رصد التقدم المحرز باتجاه تحقيق المقصد 4-6 من أهداف التنمية المستدامة، وتقييم عدد الأشخاص ومساحة الأراضي الزراعية التي تشهد ندرة في المياه (من خلال مؤشر أهداف التنمية المستدامة 4-6-2 بشأن الإجهاد المائي) ونقص المياه (من خلال مؤشر التواتر التاريخي للجفاف). ومن خلال هذه التدابير، يجد التقرير أن 3.2 مليار شخص يعيشون في مناطق زراعية ذات مستويات عالية إلى عالية جداً من نقص المياه (بما يؤثر على الزراعة البعلية) أو ندرتها (بما يؤثر على الزراعة المروية)، ويعيش 1.2 مليار شخص من بينهم - حوالي سدس سكان العالم - في مناطق تعاني من مشاكل حادة متصلة بالمياه.

النمو السكاني والتنمية الاجتماعية والاقتصادية يوجّهان ندرة المياه

يشكل النمو السكاني محرّكاً رئيسياً لندرة المياه، خاصة وأن تزايد عدد السكان يفضي إلى طلب متزايد على المياه. وبالتالي، تراجعت الكمية السنوية للمياه العذبة المتوفرة للشخص الواحد بأكثر من 20 في المائة في العقدين الأخيرين. وهذه مسألة خطيرة بصورة خاصة في أفريقيا الشمالية وآسيا الغربية، حيث تراجعت المياه العذبة للفرد الواحد بأكثر من 30 في المائة، وحيث بالكاد يبلغ متوسط الحجم السنوي للمياه للشخص الواحد 1000 متر مكعب، وهي كمية تُعتبر من الناحية التقليدية عتبة الندرة الحادة في المياه.

كما أن محرّكات أخرى ترفع مستويات الدخل والتوسع الحضري، بما يؤدي إلى زيادة الطلب على المياه من قطاعات الصناعة، والطاقة، والخدمات، وإلى تغييرات في الأنماط الغذائية. وفيما ترتفع معايير الدخل والتوسع الحضري والتغذية، يُتوقع من الأشخاص الانتقال إلى أنماط غذائية تستخدم الأراضي والمياه بكثافة أكبر، وبخاصة من خلال استهلاك كمية أكبر من اللحوم ومنتجات الألبان، مع أن البصمات المائية لهذه المنتجات قد تكون مختلفة إلى حد كبير، بحسب طريقة إنتاجها. وقد أظهرت دراسة أجريت في البرازيل والصين والهند،

كم من الأشخاص والأراضي الزراعية يواجهون مشاكل مرتبطة بالمياه، وأين؟

كما ذُكر في بداية هذا الموجز، يعيش حوالي 1.2 مليار شخص في مناطق حيث يطرح النقص الحاد في المياه وندرتها تحديات للزراعة، وحيث يسود تواتر عالٍ جدًا لحالات الجفاف في أراضي الزراعة البعلية ومناطق الرعي أو إجهاد مائي عالٍ جدًا في المناطق المروية. وهذا يعني أن ما يقارب شخصًا واحدًا من أصل ستة أشخاص على وجه الأرض يواجه نقصًا حادًا في المياه أو ندرتها في الزراعة، حيث أن حوالي 15 في المائة من السكان الريفيين معرضون للخطر. كذلك، يعيش حوالي 520 مليون من بين هؤلاء الأشخاص في آسيا الجنوبية، وحوالي 460 مليون في آسيا الشرقية وجنوب شرق آسيا. وفي آسيا الوسطى وأفريقيا الشمالية وآسيا الغربية، يعيش خمس السكان تقريبًا في مناطق زراعية تعاني من مستويات عالية جدًا من نقص المياه أو ندرتها. وفي أوروبا، وأمريكا اللاتينية والكاريبي وأمريكا الشمالية وأوسيانيا، يعيش ما بين 1 و4 في المائة فقط من السكان في مناطق تواجه مشاكل كبيرة مرتبطة بالمياه. أما في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، فيعيش ما يقارب 5 في المائة فقط من السكان في المناطق المتضررة. فمعظم مناطق هذا الإقليم هي أراضٍ بعلية، ما يشير إلى أن المشاكل المرتبطة بالمياه تنشأ عن موجات حادة من الجفاف أو عن غياب الري. وفي حين قد تبدو نسبة 5 في المائة ضئيلة جدًا، هذا يعني أن ما يقارب 50 مليون شخص يعيشون في مناطق حيث تخلف موجات الجفاف الحادة آثارًا كارثية على الأراضي الزراعية والمراعي.

ومن حيث الأراضي الزراعية المتأثرة، يواجه 128 مليون هكتار من الأراضي الزراعية البعلية و656 مليون هكتار من المراعي موجات متكررة من الجفاف، في حين أن 171 مليون هكتار من الأراضي الزراعية المروية يخضع لإجهاد مائي عالٍ أو عالٍ جدًا. وهذا يعني أن حوالي 11 في المائة من الأراضي الزراعية البعلية و14 في المائة من المراعي يشهد موجات جفاف متكررة حادة، في حين أن أكثر من 60 في المائة من الأراضي الزراعية المروية يشهد إجهادًا مائيًا عاليًا. كذلك، يشهد أكثر من 62 مليار هكتار من

انتقال الأنماط الغذائية إلى كمية أكبر من المنتجات الحيوانية والحبوب، وبالتالي، إلى زيادة في الاستهلاك اليومي للمياه إلى أكثر من 1000 لتر للشخص الواحد. ويجب أن يتحوّل العالم أيضًا إلى أنماط غذائية صحية - تتنوع فيها الأغذية المغذية التي تستخدم المياه بكثافة، مثل الفاكهة والخضار، والحبوب البقولية، والجوزيات وكميات معتدلة من منتجات الألبان والبيض والدواجن - بما يزيد من أهمية الاستخدام المستدام للموارد المائية.

سوف يفاقم تغيّر المناخ التحديات المتصلة بالمياه

ينبغي معالجة التحديات المرتبطة بنقص المياه وندرته بالتوافق مع الآثار المتوقعة لتغيّر المناخ، التي من المتوقع أن تزيد من خطر وقوع أحداث مناخية متطرفة، مثل الفيضانات وتقلّب المناخ. وهذا سوف يزيد بدوره من الضغوط على الإنتاج الزراعي، خاصة وأن نمو المحاصيل والغلات يتأثر إلى حدٍ كبير بالظروف المناخية. ورغم عدم اليقين بشأن موقعها وحجمها، من المتوقع أن تُفاقم تأثيرات تغيّر المناخ نقص المياه وندرته، وتؤثر سلبيًا على الإنتاج الزراعي، وبخاصة في المناطق المنخفضة الارتفاع والاستوائية. كذلك، يؤثر تغيّر المناخ على النظم الإيكولوجية للمياه العذبة والأسماك وغيرها من الكائنات البحرية التي لديها قدرة عازلة منخفضة وتتأثر بالصدمات المتصلة بالمناخ وتقلّب المناخ.

ولذا، سوف يمارس تغيّر المناخ ضغوطًا إضافية على نظم الإنتاج الزراعي التي تسعى إلى الاستجابة إلى متطلبات الأغذية لعدد متنامٍ من السكان. وهذا قد يعرّض للخطر الأمن الغذائي والتغذية لدى السكان الحضريين والريفيين؛ إنما من المرجح أن يتأثر السكان الريفيون، الذين هم الأشد ضعفًا، بشكل غير متناسب. ولهذا السبب، رغم عدم اليقين المرتبط بالمناخ، تشكل الإجراءات الفورية شكلاً حذرًا وضروريًا من أشكال التأمين، الأمر الذي يدعو إلى بلورة استراتيجيات وترتيب أولوياتها بطريقة مرنة بحسب السياق.

المنخفضة. ويوفر وجودها داخل البلدان مؤشراً على مستوى التنمية الزراعية في البلد وقدرته على معالجة المخاطر المتصلة بالمياه.

كما أن جزءاً ملحوظاً من الأراضي الزراعية في البلدان المرتفعة الدخل في أوروبا وأمريكا الشمالية - التي يقوم فيها قطاع زراعي كفو يستخدم رأس المال بكثافة ويسود فيها معدل مرتفع من النفقات العامة على البحوث والتنمية الزراعية - يخضع لإنتاج بعلي عالي المدخلات. وبالتالي، تتمتع هذه الأراضي بقدرته أكبر على التصدي للتحديات المرتبطة بموجات متكررة من الجفاف الحاد. وعلى العكس، في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، حيث تسود في البلدان مستويات أدنى من كثافة رأس المال الزراعي ومن البحوث والتنمية، أكثر من 80 في المائة من الأراضي الزراعية يعطي إنتاجاً بعلياً متدني المدخلات، في حين أن 3 في المائة فقط من الأراضي مروية. وفي هذه البلدان، يواجه المزارعون صعوبة في الحصول على معدات الري، والمدخلات والتكنولوجيات الحديثة، بما في ذلك تكنولوجيات تحسين كفاءة استخدام المياه في الزراعة البعلية. وعلى صعيد إيجابي أكثر، يخضع جزء صغير نسبياً من الأراضي الزراعية البعلية لموجات متكررة من الجفاف الحاد. وعلى العكس، تقوم البلدان في آسيا الجنوبية بالري واستخدام مدخلات حديثة في حوالي نصف الأراضي الزراعية في الإقليم - رغم المستوى المنخفض من التنمية في الكثير منها - في حين تركز معظم المناطق المروية تحت إجهاد مائي عالٍ.

بالإضافة إلى الإنتاج الزراعي، تؤثر المياه على الأمن الغذائي والتغذية بطرق متعددة

بالإضافة إلى الإنتاج الزراعي، تظهر تحديات لجهة الحصول على المياه وتلوث المياه على طول سلسلة الإمدادات الغذائية، الأمر الذي يؤثر على الأمن الغذائي والتغذية والصحة. على سبيل المثال، تشكل صناعة الأغذية نشاطاً يستخدم المياه بكثافة خاصة وأنها تستخدم المياه الصالحة للشرب وتولد كمية كبيرة من مياه الصرف لكل وحدة الإنتاج. ومن دون معالجتها بشكل صحيح، فإن التخلص من هذه

الأراضي الزراعية والمراعي إجهاداً مائياً حاداً وموجات جفاف متكررة على السواء، ما يؤثر على ما يقارب 300 مليون شخص.

وفي هذه المناطق، ما لم يتغير الطلب وممارسات المستخدمين أو ما لم تتوفر موارد مائية بديلة، قد يتجه الأشخاص إلى الهجرة. وفي حين يمكن أن تساهم الهجرة المنظمة والمنتظمة في التنمية الاقتصادية وفي تحسين سبل العيش، يمكن أن تكون معرقة خلال أزمة ما. علاوة على ذلك، قد تزيد هجرة الذكور العباء المنزلي على النساء، ما يبذل المسؤوليات داخل المنزل، حيث تتحمل المرأة أعباء إضافية مثل رعاية المواشي.

ومن المهم إجراء تحليل مكاني للمشاكل المرتبطة بالمياه لأن مستويات الإجهاد المائي وتواتر موجات الجفاف قد تختلف بشكل كبير داخل البلدان حتى، ويمكن أن تشهد المناطق ذاتها مستويات مختلفة من الإجهاد المائي والجفاف. ويواجه عدد من البلدان تحدياً مزدوجاً يمثل في تواتر موجات الجفاف الحاد والإجهاد المائي، وهي تقع جميعها في أفريقيا الشمالية وآسيا، بما في ذلك أفغانستان وجمهورية مصر العربية وجمهورية إيران الإسلامية وكازاخستان والمملكة العربية السعودية وأوزبكستان واليمن. وقد تخفي عمليات التقييم على المستوى الوطني هذا النوع من المعلومات، لذا من الضروري إجراء تحليل مكاني لتحديد النقاط الساخنة والتدخلات الأكثر ملاءمة.

تتعامل نظم الإنتاج الزراعي مع المشاكل المرتبطة بالمياه، وتتأثر بها بطرق مختلفة

تتفاوت نظم الإنتاج في الزراعة البعلية والمروية، وقد تختلف لجهة كيفية تأثرها بعدم إمكانية الحصول على المياه وقدرتها على التصدي لهذه المشكلة. وفي الواقع، يوجد تتابع للتكنولوجيات من الإنتاج المروي بالكامل إلى الإنتاج البعلي بالكامل. ويميز هذا التقرير بين ثلاثة أنواع واسعة من نظم إنتاج المحاصيل: (1) الإنتاج المروي؛ (2) والإنتاج البعلي ذات المدخلات العالية؛ (3) والإنتاج البعلي ذات المدخلات

الإيكولوجية المهمة - ولا يمكن للمزارعين وخدمهم معالجة جميع المخاطر المرتبطة بالمياه. وقد يتطلب بعض هذه المخاطر تدخلات من القطاع العام مثلًا على شكل استثمارات، ومعلومات، ودعم يُقدّم إلى المزارعين بحيث يتمكنون من تجاوز المشاكل المتصلة باعتماد هذه الإدارة.

استغلال طاقات الزراعة البعلية يدعو إلى تحسين إدارة المياه

يطغى الإنتاج البعلي على الزراعة، خاصة وأنه يغطي حوالي 80 في المائة من إجمالي الأراضي الزراعية. فإن المزارعين، وبخاصة صغار المزارعين منهم، لديهم تأثير محدود على كمية المياه المتاحة للنباتات وتوقيتها. وتتمثل التحديات الملازمة لإدارة تقلب المناخ والتكيف معه، واستخدام المياه المتأتية من هطول الأمطار على نحو أكثر إنتاجية. ومن المرجح أن المزارعين المنخرطين في الإنتاج البعلي العالي المدخلات يتمتعون بالقدرة على الاستثمار في إدارة المياه المحسنة أكثر من المزارعين في الإنتاج البعلي المنخفض المدخلات.

وتوجد استراتيجيتان واسعتان لزيادة الغلات في الزراعة البعلية: (1) جمع كمية أكبر من المياه، وتسريبها إلى منطقة الجذور؛ (2) والمحافظة على المياه من خلال زيادة قدرة الامتصاص لدى النبات و/أو تقليل الفاقد من التبخر والصر في منطقة الجذور. ويمكن أن يكون الجمع بين الاستراتيجيتين فعالاً جداً. وبحسب إحدى الدراسات، من شأن هذه الممارسات أن تزيد إنتاج السعرات الحرارية للمنتجات البعلية بنسبة قد تصل إلى 24 في المائة وإذا ما توافقت مع اتساع الري، بنسبة تفوق 40 في المائة. وحوالي 20 في المائة من الأراضي الزراعية في العالم ملائم لتطبيق استراتيجيات جمع المياه والحفاظ عليها، حيث توجد بؤر ساخنة في أنحاء كبيرة من أفريقيا الشرقية وجنوب شرق آسيا.

الملوثات في مستجمعات المياه قد يعرض الإنسان إلى مواد ضارة ويحد من الحصول على مياه الشرب الآمنة.

وفي المرحلة النهائية من سلسلة الإمدادات الغذائية يوجد المستهلكون، الذين تشكل مياه الشرب الآمنة والموثوقة، والصراف الصحي والنظافة الصحية بالنسبة إليهم حاجة بشرية أساسية وعاملاً مهماً للأمن الغذائي. كما أن عدم الحصول على المياه النظيفة يمثل سبباً رئيسياً كأمناً لسوء التغذية. وتقوض الأمراض المتصلة بالمياه الإنتاجية، ما يوطد أوجه عدم المساواة العميقة ويحاصر الأسر المعيشية الضعيفة في دوامات الفقر. كذلك، إن الحصول غير الكافي على مياه الشرب الأساسية في الموقع (مثلًا في المنزل) أكثر بروزاً في المناطق الريفية ممّا هو عليه في المناطق الحضرية، ويستتبع ذلك تفضية وقت طويل من أجل الحصول على مياه الشرب خارج الموقع، وغالبًا ما تقوم النساء بتمضية هذا الوقت.

ما هي الابتكارات والاستثمارات اللازمة لاستخدام المياه على نحو مستدام ومنتج؟

سوف تشكل الاستراتيجيات المحسنة لإدارة المياه - حين تتوافق مع ممارسات زراعية، مثل الأصناف المحسنة - مكونًا حاسمًا لخفض المخاطر المتصلة بالمياه وبلوغ غلات محتملة في الزراعة لتحسين الأمن الغذائي والتغذية. ومن المتوقع أن تساعد هذه الاستراتيجيات في التعامل مع تغيّر المناخ، رغم استمرار وجود عدم يقين كبير إزاء تأثيرات التكيف وفعاليتها. أمّا حوافز المزارعين لاعتماد استراتيجيات إدارة المياه وتغيير طريقة استخدامهم لها وسلوكهم إزاء إدارتها، فسوف تعتمد على مستوى إمكانية الحصول على المياه، وحجم نقص المياه وندرته، ومستوى عدم اليقين في ظل تغيّر المناخ، وعلى توافر مدخلات أخرى وكلفتها، بما في ذلك العمل والطاقة.

وتتضمن إدارة المياه مجموعة من الخيارات - من الأراضي البعلية بالكامل إلى الأراضي المروية بالكامل، ودعم الثروة الحيوانية، والغابات ومصايد الأسماك، والتفاعل مع النظم

بإمكان تحسين إنتاجية المياه في الإنتاج الحيواني أن يخفف الضغط عن الموارد المائية

من الشائع أن تكون إنتاجية المياه - من الجهة المادية والتغذوية - في المنتجات الحيوانية أدنى مما هي عليه في منتجات المحاصيل، وأن تعتمد إلى حد بعيد على نوع المنتجات الحيوانية ونظم الإنتاج. وعلى سبيل المثال، قد تعتمد المواشي على المراعي البعلية للعلف - وغالبًا من دون أن يتوفر استخدام منتج بديل للمياه - أو على الأراضي الزراعية المروية. ونظرًا إلى الظروف المذكورة أعلاه، تتوفر خيارات متنوعة لتحسين إنتاجية المياه في القطاع. وهي تشمل المراقبة المناسبة للرعي، وتحسين صحة الحيوان، والتغييرات في الأنماط الغذائية ونظم الشرب.

ويتمثل مجال آخر لتحسين الإنتاجية في النظم المتكاملة بين الأسماك والرّي، خاصة وأن إمكاناتها لم تتحقق بالكامل بعد. كما أن الرّي ومصايد الأسماك مترابطان. ويمكن أن يغيّر الرّي الموائل المائية المادية ومحتويات المغذيات، وأن يؤثر على موارد مصايد الأسماك. وفي معظم الحالات، تزامن تكثيف إنتاج المحاصيل من خلال الرّي مع تراجع إنتاج مصايد الأسماك. إننا يمكن أن يولد الرّي أيضًا فرصًا جديدة لإنتاج الأسماك. على سبيل المثال، في منطقة مروية في بنغلاديش، استبدل مزارعو الأرز إحدى الدورات السنوية الثلاث من إنتاج الأرز بإنتاج السمك الإصبعي، ما أفضى إلى منافع لجهة تقليص مشاكل الآفات وزيادة الأرباح. إننا سيتوقف مدى إمكانية إدراج إنتاج الأسماك في نظم الرّي إلى حد كبير على السياسات وبنى الحوكمة الوطنية والإقليمية.

إدارة المياه المستخدمة في الزراعة تتعدى مستوى المزرعة وتتطلب نهجًا ابتكارية

تشكل نظم الإنتاج الزراعي محركات رئيسية لمجموعة من الآثار البيئية، المرغوبة وغير المرغوبة على حد سواء. على سبيل المثال، إن النهج لامركزية لإدارة المياه، مثل بعض خطط جمع المياه، يمكن أن تؤثر سلبيًا على توازن المياه في المجتمعات وأحواض الأنهار

سيكون الاستثمار في الري لتحسين إنتاجية المياه عنصرًا رئيسيًا لمعالجة ندرتها

يمكن أن يساعد الاستخدام الأكثر إنتاجية للمياه في إنتاج كمية أكبر من المحاصيل بكمية أقل من المياه. ويمكن تحقيق ذلك من خلال زيادة غلات المحاصيل و/أو تقليص النتح التبخري. أما الاختلافات الكبيرة في إنتاجية المياه (الإنتاج لكل وحدة من المياه المستهلكة) بين البلدان، فيمكن شرحها بحصول المزارعين على مدخلات زراعية حديثة، ونظم ريّ كفؤة، وإدارة أفضل للتربة والمياه. ورغم التحسينات في إنتاجية المياه في السنوات الأخيرة، تبقى الفجوات في الغلات قائمة. كما أن سدّ هذه الفجوات أو تقليصها قد يساهم إلى حد كبير في تحسين الأمن الغذائي والتغذية، وسبل العيش، وتقليص إمكانية التعرّض لتقلّب المناخ.

إنما يتطلب ذلك الاستثمار في نظم ريّ جديدة أو إعادة تأهيل النظم القائمة وتحديثها. وسوف يعتمد النظام الأكثر ملاءمة على مجموعة من العوامل، بما في ذلك الظروف المناخية، ومصادر الطاقة وأسعارها، وتوافر اليد العاملة، وعمق مصادر المياه الجوفية، وتكاليف البنية التحتية. وفي أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى مثلًا، يطوّر الكثير من المزارعين على نطاق صغير معدّات الري الصغيرة النطاق الخاصة بهم - بما في ذلك الدلاء، وأوعية المياه، والمضخات بدواسة - التي تكون أدنى كلفة للوحدة وأفضل أداء مقارنة مع المعدّات التي تتولى إدارتها الوكالات الحكومية. وهناك إمكانية كبيرة لتوسيع نطاق الرّي الصغير النطاق والمربح في الإقليم، مع إمكانية توسيع المساحات إلى 30 مليون هكتار للمضخات الآلية، ما يفيد الملايين من السكان الريفيين. وقد توقّعت إحدى الدراسات أن تتضاعف مساحة المناطق المروية مرتين بين عامي 2020 و 2050 في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. إننا بهدف اقتصاد المياه فعلاً، يجب أن يسبق تحديث الرّي وضع صكوك على مستوى السياسات مثل تخصيص المياه للحفاظ على استخدام المياه على نطاق الحوض أو تقليصه بعد اعتماد تكنولوجيات جديدة.

التحلية العائق الرئيسي الذي يحدّ من تطبيقها في قطاع الزراعة. إنما بفضل ارتفاع الطلب والتطورات التكنولوجية، تراجعت التكاليف بشكل كبير وسوف تستمر في التراجع، الأمر الذي يجعل هذه التقنية أكثر جدوى للأنشطة الزراعية، وبخاصة لإنتاج المحاصيل العالية القيمة. وفي المتوسط، يُقدَّر أنه بإمكان محطات التحلية الواسعة النطاق إنتاج المياه بكلفة تتراوح بين 0.5 و 2 دولار أمريكي للمتر المكعب، بحسب حجم المحطة. وتتوقف تقديرات الكلفة والمناخ لمحطات التحلية على السياق إلى حدّ بعيد؛ إنما تستخدم بلدان عديدة، مثل أستراليا، والصين، والمكسيك، والمغرب، وإسبانيا، المياه المحلاة بشكل مفيد في الزراعة.

إذا كانت الحلول الفعالة قابلة للتحقيق، لماذا لا يتم اعتمادها؟

تتأثر الابتكارات في إدارة المياه بشكل كبير بالإطار المؤسسي والقانوني الإجمالي - بما يشمل حقوق المياه، والترخيص، والأنظمة، والحوافز، والهيكل المؤسسي. كما أنها تخضع لتوجيه بيئة السياسات العامة، التي تضم الخيارات المجتمعية والأولويات والسياسات القطاعية والمقايضات. كما أن الأدوار المختلفة التي يضطلع بها أصحاب المصلحة المعنيين بسياسة وإدارة المياه، ومواقفهم ومسؤولياتهم منتشرة في القطاعات، والمواقع، والولايات القضائية، إنما يجب أن تُفهم جميعها جيداً. ويتمثل أحد مصادر القلق في إمكانية الحصول على المياه بأسعار ميسورة وضمان حق الإنسان في الحصول عليها، فيما يكمن مصدر قلق آخر في ضمان التدفقات البيئية، وخدمات النظام الإيكولوجي، والاستخدام غير الاستهلاكي لموارد المياه العذبة، مثلاً لمصايد الأسماك الداخلية.

لذا، تتسم حوكمة المياه الجيدة بأهمية حاسمة وتدعو إلى الإدارة التكميلية على مستوى المجتمعات لمعالجة احتياجات جميع مستخدمي المياه. وهذا يتطلب بدوره تعاوناً متشعباً بين الكثير من أصحاب المصلحة والمواقع والكيانات. كذلك، من الضروري تحسين التنسيق من الناحية العمودية بدءاً من نظم الري في القطاعات

وبالتالي، في مصايد الأسماك الواقعة على ضفاف الأنهر. غير أن استراتيجيات إدارة المياه المستخدمة في الزراعة قد تفضي إلى آثار بيئية مفيدة. على سبيل المثال، بإمكان تقليص فترات الفيضانات أو انقطاعها أن يخفّض إلى حدّ كبير الانبعاثات المتصلة بالأرز، لا سيما أن الفترات الأقصر بين الفيضانات والانقطاعات الأكثر تواتراً تخفّض إنتاج الميثان البكتيري وبالتالي، انبعاثات الميثان. كما أن الحلول القائمة على الطبيعة - التي تستخدم العمليات الطبيعية لتحسين إدارة المياه وتحفظ النظم الإيكولوجية والعمليات الطبيعية أو تعيد تأهيلها - مثال آخر على ذلك. غير أن اعتمادها يتطلب وضع نهج للمناظر الطبيعية وتحوّلاً في النماذج حيث يُنظر إلى الغابات، والمستنقعات العشبية، وغيرها من النظم الإيكولوجية وتتمّ إدارتها باعتبارها جهات ناظمة للمياه العذبة على نطاقات مختلفة. كذلك، إن ممارسات إدارة المياه، مثل مناطق الغطاء النباتي والنظم المتكاملة بين تربية الأحياء المائية والمحاصيل، يمكنها أن تساعد في الحفاظ على المغذيات الفائضة وتخفيض التلوّث. ويمكن أن تعوّض المنافع الناشئة عن الحلول القائمة على الطبيعة عن تكاليف الفرص الناجمة عن وضع الأراضي جانباً لصونها عوضاً عن استخدامها لإنتاج المحاصيل أو تنميتها.

وفي الحالات التي تشهد فرض قيود كبيرة على إمدادات المياه، فإن الابتكار في مصادر المياه غير التقليدية - مثل مياه الصرف المعالجة والمياه المحلاة - يكتسب زخماً في بعض البلدان والأقاليم. ومن المتوقع أن يزداد توليد مياه الصرف بشكل كبير. والأرقام النهائية غير متوفرة، إنما قُدِّر أن نسبة 10 في المائة من مساحة الأراضي المروية في العالم تتلقى مياه الصرف غير المعالجة أو المعالجة جزئياً. ولدى معالجة مياه الصرف وفقاً لاحتياجات المستخدمين النهائيين، فإنها تشكل خياراً واقعياً لمصادر المياه غير التقليدية. غير أن جدوى إعادة استخدام المياه في الزراعة سوف تعتمد على الظروف المحلية. كذلك، تتمثل التحلية خياراً جذاباً آخر لزيادة إمدادات المياه. وعلى الصعيد العالمي، هناك حوالي 16 000 محطة تحلية تُنتج ما يقارب 100 مليون متر مكعب في اليوم. ولطالما كانت كلفة

ويمكن أن تشكل حيازة المياه - أي العلاقة، إن تم تعريفها بموجب القوانين أو الأعراف، بين الأشخاص، فرادى أو مجموعات، في ما يتعلق بالموارد المائية - ركيزة قوية للاستخدام الكفؤ للمياه والحصول بصورة منصفة ومستدامة على المياه حين تستند إلى محاسبة سليمة في مجال المياه ونظام تخصيص منصف. كما أن إقامة منظمات على مستوى المجتمع المحلي لإدارة تخصيصات المياه قد تساهم في الإنشاء الفعلي لحقوق المياه. وبإمكان حقوق المياه المحددة جيداً أن تمكن المستخدمين وتزيد القيمة الاقتصادية للمياه، في حين توفر الحوافز للمزارعين للاستثمار في تكنولوجيات كفؤة من أجل استخدام المياه أو تعزيز الدخل، وتقليل تدهور الموارد. ورغم أهمية نظم حيازة المياه، وإمكانية وجودها في أي بيئة تقريباً حيث تكون المياه نادرة، لا يتم الإقرار رسمياً بهذه النظم ولا يتم إنفاذها، في معظم الحالات، وقد لا تحترم حيازة المياه. لذا، إن تحسين تكنولوجيات الري لأغراض نقل المياه، وتحويلها وقياسها يمكن أن يحسن الامتثال من خلال تحسين الرصد.

بإمكان أسواق المياه وأسعارها أن تضمن الاستخدام المنتج للمياه، إنما تكمن الصعوبة في التنفيذ العادل

في المناطق حيث توجد أصلاً تخصيصات للمياه العذبة، قد يكون من الممكن اعتماد أدوات السوق التي تسمح للمنتجين تناقل استحقاقاتهم الحالية بين بعضهم البعض. كذلك، قد تشكل آليات سوق المياه طريقة فعالة لتخصيص المياه لأنها كفؤة من الناحية الاقتصادية، ولأن العمليات طوعية، والنظام مستجيب، لا سيما أنه يشجع المستخدمين على توجيه المياه نحو استخداماتها الأكثر إنتاجية. على سبيل المثال، تمثل أسواق المياه الجوفية خياراً جذاباً لتحسين إمكانية وصول المزارعين إلى الري بالمياه الجوفية إذا جرى تنفيذها مع وضع حدود قصوى للسحب الإجمالي للمياه من الطبقات الجوفية. وتشمل الجوانب السلبية إمكانية حصول بائعي المياه على قوة الاحتكار في بعض الأماكن. وفي هذا الخصوص، ومن ناحية الإنصاف، تكون أسواق المياه جيدة حين يكون نظام التخصيص الأساسي الذي تقوم عليه جيداً. ويتسم الحافز الذي قد تولده الأسواق لبعض

وأحواض الأنهر وصولاً إلى الأسر المعيشية، ومن الناحية الأفقية بين القطاعات، بما في ذلك الزراعة، والصناعات، والبلديات، والأسر المعيشية. وفي هذا الخصوص، بإمكان جمعيات مستخدمي المياه التي تجمع بين المزارعين (وبخاصة صغار المزارعين) لغرض إدارة نظام ري مشترك أن تؤدي دوراً في التخطيط والتنفيذ. إذ يمكنهم بالفعل أن يجمعوا مواردهم لتشغيل نظم الري وأحواض الأنهر والمياه وصونها. ويتمثل أحد التحديات الرئيسية في الحفاظ على مصالح المجموعات التي ليس لديها الكثير من القوة والتأثير، بل تعتمد على خدمات النظام الإيكولوجي (مثلاً صيادو الأسماك) وفي ضمان إشراكهم.

المحاسبة والمراجعة بشفافية في مجال المياه والحيازة الواضحة للمياه تشكل ركائز أساسية

يجب أن تستند الاستراتيجيات الفعالة لإدارة المياه على فهم أفضل لكمية المياه الموجودة، وكيفية استخدامها، وما إذا كانت الأنماط الحالية مستدامة. بالفعل، تشكل المحاسبة في مجال المياه - وهي الدراسة المنهجية للوضع الحالي والاتجاهات في مجال عرض المياه والطلب عليها والحصول عليها واستخدامها - عاملاً أساسياً لتحقيق ذلك. غير أن هذه المحاسبة لن تحدث فرقاً إلا إذا شكلت جزءاً من عملية أوسع نطاقاً لتحسين الحوكمة. فالجمع بين المحاسبة والمراجعة في مجال المياه - وهي عملية تُدرج نتائج المحاسبة في مجال المياه ضمن السياق المجتمعي الأوسع للموارد المائية - يمكن أن يوفر الأساس لإدارة المياه بصورة أكثر واقعية، واستدامة، وفعالية، وإنصافاً.

وتختلف الكلفة الإجمالية لبرامج المحاسبة والمراجعة في مجال المياه بشكل كبير مع اختلاف حجم البرنامج وطموحه مثلاً، وكلفة الاستعانة بفريق للتنفيذ، وضرورة جمع معلومات أولية وثانوية. كما أن التطورات في تكنولوجيات الاستشعار عن بعد والقياس وعددًا من قواعد البيانات العالمية والإقليمية المفتوحة، تقلص التكاليف وتسهل تبادل المعلومات. ويوفر مرجع المنظمة الذي صدر حديثاً نقطة انطلاق جيدة لجميع الراغبين في تنفيذ المحاسبة والمراجعة في مجال المياه.

مصايد الأسماك الداخلية. ويجب أن يعزز تخطيط الموارد المائية الخيارات المتاحة لجهة الاستثمارات على امتداد السلسلة المتواصلة من الزراعة البعلية إلى الزراعة المروية، وأن يشمل إدارة المياه في المناطق البعلية، مع توليد آثار على نطاق مستجمعات المياه وأحواض الأنهار. وكما في نظم الري، من الضروري توفير حيازة الأراضي، وملكية المياه، وإمكانية الوصول إلى الأسواق، فضلاً عن نُهج إدارة مستجمعات المياه القائمة على المجتمع المحلي من أجل التصدي لنقص المياه وتدهور الأراضي، لا سيما أنها مشكلة لا يمكن معالجتها على مستوى المزرعة فقط. وينبغي توسيع نطاق هذه النُهج لتشمل صون الغابات وترميمها على مستوى مستجمعات المياه. وأخيراً، إن تحسين إدارة المياه في الزراعة البعلية يتطلب أيضاً الدعم العام من خلال الاستثمار في البنية التحتية والوصول إلى الطرقات لربط المزارعين بالأسواق، عن طريق دعم عملية تجميع المياه وتكنولوجيا الصون للمساعدة في التخفيف من آثار الجفاف مع المساهمة في الوقت ذاته في التنمية الزراعية الإجمالية.

وبإمكان مجموعة من الاستراتيجيات المؤسسية الأخرى والمتصلة بالحوكمة أن تحسّن إدارة المياه في مجال الثروة الحيوانية، لا سيما أنها تشكل أصولاً أساسية للرعاة ومجتمعات محلية أخرى. ويمكن أن تساعد مشاركة ممثلي المجتمع المحلي والمؤسسات المحلية في ضمان التصميم الفعال للتدخلات. كذلك، يمكن للمؤسسات العرفية أو المتصلة بالسكان الأصليين أن تضطلع بدور أساسي في التدخلات الطارئة وفي إدارة الموارد الطبيعية، بما في ذلك إدارة أراضي الرعي والموارد المائية. وفي بعض البلدان، توجد أصلاً خطوط توجيهية وطنية للتدخلات القائمة على الثروة الحيوانية في حالات الطوارئ، مثل موجات الجفاف، ويمكن أن توفر المساعدة السريعة لحماية أصول الثروة الحيوانية، وإعادة بنائها لدى المجتمعات المحلية المتأثرة بالأزمات. وأخيراً، يشكل تحديد مصادر المياه ووضع خرائط لها، واستخدام نظم الإنذار المبكر في المناطق المعرضة للجفاف خطوة مهمة إلى الأمام. ففي كينيا على سبيل المثال، أدت موجة الجفاف الشديد في عام

أصحاب المصلحة بأهمية في هذا المجال لجهة حرمان أصحاب حقوق المياه الأكثر ضعفاً من الحصول على الإيجار من المياه كمورد، الأمر الذي يولد نزاعاً بين مفهوم المياه كحاجة أساسية وكحق من حقوق الإنسان. ويوجد حتى تاريخه القليل من أسواق المياه التي تعمل فعلاً وتتمتع بخبرة طويلة وكافية.

وبغض النظر عما إذا كان يتم التداول بحقوق المياه، حين تعكس أسعار المياه قيمتها الاقتصادية الحقيقية، يتوفر الحافز لاستخدام المياه أفضل استخدام اقتصادي. ويمكن أن يساعد أيضاً تحديد سعر المياه بتلافي الاستخدام المفرط للموارد المائية، ونضوبها، وتدهور جودتها. بالفعل، لم يعد يُنظر إلى تسعير المياه كمجرد آلية لاسترجاع الكلفة فحسب، أو كوسيلة لضمان الكفاءة الاقتصادية، بل كأداة لمعالجة الأبعاد الاجتماعية والبيئية. وتشمل الأبعاد الاجتماعية الواجب النظر فيها لتنفيذ مخطط التسعير بشكل عادل آثار تسعير المياه على المجموعات الأدنى دخلاً.

ويجب أن تحصل الزيادة في أسعار المياه على مر سنوات عدة بما يمنح المزارعين الوقت الكافي للتكيف معها، على أن تقوم الإدارة المتكاملة بإشراك المجتمعات المحلية للحرص على عدم إهمال أحد. كذلك، إن التشجيع على الدفع مقابل إدارة المياه والخدمات المقدّمة يتطلب الحفاظ على جودة متسقة لخدمات المياه وشرحاً واضحاً لكيفية استخدام الإيرادات بما فيه مصلحة المستخدمين، إضافة إلى الأنظمة والعقوبات.

عدم التركيز على مسائل الحوكمة في المناطق البعلية أفضى إلى إضاعة الفرص

بقيت السياسات والحوكمة المتصلة بإدارة الموارد المائية للزراعة مركزة حتى تاريخه على الري. وقد أفضى ذلك إلى استثمارات وابتكارات محدودة في مجالات الحوكمة، والسياسات، والمؤسسات، والممارسات، والتكنولوجيات الرامية إلى دعم المزارعين على نطاق صغير في المناطق البعلية - بما في ذلك المراعي - والاستخدامات غير الاستهلاكية للمياه، مثل

ومن الضروري بمكان أيضًا ضمان اتساق أكبر بين السياسات في القطاعات الزراعية الفرعية. وغالبًا ما يكون تأثير السياسات غير متكافئ بين القطاعات الزراعية الفرعية، ويميل إلى تفضيل الزراعة المروية على حساب الزراعة البعلية أو مصائد الأسماك الداخلية. وفي حين أن توسيع نطاق الري قد حسّن الأمن الغذائي والتغذية في البلدان المنخفضة الدخل، فقد ساهم أيضًا في خسارة مصائد الأسماك الداخلية، وفي عمليات السحب المفرطة من المياه الجوفية، وفي تغييرات في تدفقات المياه السطحية والنظم الإيكولوجية. إنما تتوفر فرص للتوصل إلى أوجه تآزر أكبر لتحسين الإنتاجية والمنافع التغذوية المتأنية من الزراعة المروية، مع ضمان الاتصال المائي، والحفاظ على التدفقات والموائل. وتشمل الأمثلة النظم المتكاملة بين تربية الأحياء المائية والري، وصون الغابات، والإدارة في المراحل الأولى من السلسلة. كما أن الابتكارات التي تحسّن إنتاجية الزراعة البعلية قد تقلص أيضًا الحاجة إلى الري.

الإصلاح ضروري لضمان اتساق أكبر بين السياسات

سوف يتطلب تعزيز الاتساق بين السياسات وتحسين إدارة المياه، أولاً وقبل كل شيء، المواءمة بين الحوافز. وفي هذا السياق، ينبغي استبدال الإعانات العامة بإعانات مستهدفة لتحفيز اعتماد تكنولوجيا جديدة في مجال الري وتقديم الخدمات البيئية، مثل بنى الري المراعية للأسماك التي تخفف من آثار تنمية الري وبناء السدود. كما أن الدفع مقابل الخدمات البيئية - الدفع للمزارعين أو أصحاب الأراضي الذين يوافقون على إدارة أراضيهم أو

2000 إلى خسارة حتى 50 في المائة من المواشي في بعض المقاطعات، وكانت وكالات الإغاثة عاجزة عن التحرك بسبب غياب المعلومات لتوجيهها على وجه السرعة.

من الضروري تعزيز الاتساق بين السياسات وبين القطاعات وداخل قطاع الزراعة

يتأثر سلوك الجهات الفاعلة المختلفة بخيارات السياسات في قطاعات مختلفة غالبًا ما تبقى غير متصلة ببعضها. وبالتالي، يشكل ضمان الاتساق بين السياسات في مختلف القطاعات ومجالات السياسات الشرط الأول لتحسين إدارة الموارد المائية. وهذا يدعو إلى التنسيق بين السياسات المتنوعة، وبنود التشريعات، والتدابير المالية التي تؤثر على إدارة المياه، وعلى العرض والطلب على المياه، بما في ذلك أسعار الطاقة، واتفاقات التجارة، ونظم الإعانات الزراعية،

واستراتيجيات الحد من الفقر. وهناك حاجة أيضًا إلى دمج عملية صنع القرارات من جانب كيانات مختلفة بشأن الموارد المائية والسياسات المتصلة بها - بما في ذلك بشأن الري والاستخدام الصناعي والبلدي للمياه.

ويشكل توفير الحوافز الملائمة مكونًا محوريًا في الاتساق بين السياسات. فالإعانات مثال على ذلك، لا سيما أن الحكومات غالبًا ما توفر الإعانات للسلع العامة، مثل الطاقة، والأسمدة، والائتمانات، التي يمكن أن تحفز الاستخدام المفرط وغير المنتج للموارد المائية وأن تؤدي إلى تلوث المياه.

الوزارات (المياه والزراعة والطاقة)؛ وتحسين أدوات التخطيط والرصد؛ وتحسين قواعد البيانات وتكاملها. كما أن تحسين تصميم الاستثمارات في الريّ بحيث تشمل النتائج المتصلة بالنوع الاجتماعي والصحة والتغذية، قد تحوّل أيضًا برامج الريّ بحيث تصبح جزءًا لا يتجزأ من الاستراتيجيات الرامية إلى الحدّ من الفقر، والجوع، وسوء التغذية.

مستجعات المياه لحماية البيئة - يمكن أن يساعد أيضًا في ضمان التقدير المناسب للنظم الإيكولوجية التي تعمل جيدًا.

ومن الضروري أيضًا وضع نهج أكثر تكاملًا يقوم على المحاسبة والمراجعة في مجال المياه ويأخذ في الاعتبار جميع مستخدمي المياه. وتشمل الأمثلة على ذلك إدارة مخطط الريّ التي تحافظ على مستويات إنتاج الأغذية في حين تقدّم خدمات أخرى مرتبطة بالبيئة وبالنظام الإيكولوجي.

وأخيرًا، يدعو الاتساق بين السياسات إلى وضع آليات وعمليات متينة لإدارة السياسات وتنسيقها، ووضع الميزانية وبلورة الأنظمة. وتتضمن الخطوات المحددة في هذا الاتجاه تعزيز قدرات المؤسسات العامة؛ والتنسيق بين



فييت نام:
عامل يسقي فسائل في مشيئة
لأشجار الأكاسيا.
©FAO/Joan Manuel
Baliellas



الرسائل الرئيسية:

← يشكل تزايد ندرة المياه والمسائل المتصلة بجودة المياه تهديدًا للنظم الغذائية في جميع أنحاء العالم، مع انخفاض كمية المياه العذبة المتوافرة سنويًا لكل شخص بأكثر من 20 في المائة خلال العقدين الأخيرين - وهو قيد شديد يتطلب اهتمامًا عاجلاً في شمال أفريقيا وغرب آسيا وجنوبها.

← يجب على الزراعة أن تتكيف مع التحديات المعقدة الناتجة من تزايد أعداد السكان والنمو الاقتصادي وتغير أولويات المستهلكين والتنافس على المياه. ومن شأن الأنماط الغذائية الصحية التي تشمل اعتبارات خاصة بالاستدامة على مستوى النظم الغذائية أن تحد من استهلاك المياه المتصل بها.

← إن التحديات القائمة أمام الحصول على المياه وتزايد التلوث واضحة على طول سلسلة الإمدادات الغذائية - بما في ذلك تحضير الأغذية - وهي تؤثر على الأمن الغذائي، والتغذية، والصحة، وخدمات النظم الإيكولوجية، وتفرض مخاطر كبرى على الفئات السكانية الضعيفة.

← نحو 41 في المائة من الري العالمي الحالي يتم على حساب متطلبات التدفقات البيئية. ومن شأن التوفيق بين الري والتدفقات البيئية - الأساسية لمساندة النظم الإيكولوجية التي توفر الوظائف الداعمة للحياة - أن يؤدي دورًا محوريًا لإنجاز خطة عام 2030.

← يعيق الوصول غير الكافي وغير الموثوق به إلى المياه سبل معيشة ملايين عديدة من صغار المزارعين وصيادي الأسماك والرعاة، ما يلزم البلدان باعتماد إدارة منصفة وشاملة ومستدامة للمياه.

← في البلدان الأقل نموًا، يعجز 74 في المائة من السكان عن الوصول إلى مياه الشرب المأمونة، ما يؤثر سلبًا على النساء اللواتي يقضين قسماً كبيراً من اليوم في التماس الحصول على المياه ويعرض فقراء الأرياف للأمراض المنقولة بالمياه وسوء التغذية.

الفصل 1 إعداد المشهد: الناس والمياه والزراعة

إعداد المشهد: الناس والمياه والزراعة

تحديات الاستدامة المتصلة بالمياه - حالة طارئة متزايدة

وفي حين أنّ موارد المياه العذبة هي موارد متناهية، ثمة تزايد مستمر في الطلب على المياه من أجل تلبية الاحتياجات البشرية الأساسية من الأغذية ومياه الشرب والصحة. وتشمل هذه الاحتياجات المياه اللازمة للزراعة المرورية، وكذلك النظم الغذائية بشكل واسع، بما في ذلك تحضير الأغذية. وتغطي هذه الاحتياجات مياه الشرب المنزلية، ومياه الصرف الصحي والنظافة الصحية. ويتعين على الإدارة المستدامة للموارد المائية أن توفّق بين هذه الاحتياجات وبين ضرورة المحافظة على سلع وخدمات النظم الإيكولوجية المائية، التي تعتمد بدورها على المياه الجوفية وتدفق الأنهار. ولا يمثّل الحفاظ على موارد المياه واستخدامها المستدام مسألة حجم فحسب؛ فنوعية المياه تمثّل هي أيضًا مشكلة رئيسية متنامية.

وتواجه الزراعة البعلية تحديات أكبر نتيجة عدم كفاية الأمطار. ويتخذ هذا الأثر أشكالًا عديدة ممكنة، منها الجفاف، والفيضانات، والتساقط الشديد للأمطار، والظواهر المناخية المتطرفة. وتشكل أيضًا الاختلالات في المتساقطات في أراضي الرعي تهديدًا للإنتاج الحيواني.

ويركز هذا التقرير على التحدي المزدوج المتمثل في تزايد الطلب على المياه العذبة الذي يفرض على تفاقم ندرة المياه، وخطر الجفاف أو قلة الأمطار المتساقطة في المناطق البعلية الذي يؤدي إلى نقص المياه. وكانت المرّة الأخيرة التي تناول فيها التقرير عن حالة الزراعة والأغذية مسائل المياه بأسلوب شامل في عام 1993 (الإطار 1). والمثير للاهتمام، بعد مرور أكثر من 25 عامًا على ذلك، هو مدى صحة وأهمية محتويات ذلك التقرير في يومنا هذا. فتحديات إدارة الموارد المائية ما زالت قائمة، ما يدل على أنها لم تعالج بشكل كاف حتى الآن. ومع ذلك، شددت نسخة عام 1993 على توافق الآراء على أنّ "تفاقم ندرة المياه وإساءة استخدام المياه العذبة يفضيان إلى تهديدات خطيرة بالنسبة إلى التنمية المستدامة"، وهناك في الوقت الراهن حاجة أشد لمعالجة هذه المشكلة. وبينما ركز تقرير عام 1993 على تحديات محدودية الإمدادات وتنافس الطلبات على المياه العذبة في الزراعة المرورية، فإن تقرير عام 2020 يوسّع نطاق البحث

تمثّل الموارد المائية وطريقة إدارتها عاملًا أساسيًا لتحسين سبل المعيشة والتنمية المستدامة. ويشكل تحدي تلبية الاحتياجات البشرية المتزايدة من المياه العذبة المتناهية مصدر قلق شديد، علاوة على التهديدات الناتجة من تغيّر المناخ مثل عدم التيقن من كميات الأمطار ومدى توافر المياه، ما يؤثر على الزراعة البعلية والمرورية. وتشتد العواقب على الأمن الغذائي والمخاطر المتصلة بالتغذية من خلال الأثر الناجم على النظم الغذائية، من الإنتاج الزراعي - بما في ذلك إنتاج المحاصيل البعلية والمرورية، والإنتاج الحيواني ومصايد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية - عن طريق تحضير الأغذية للأسر المعيشية والمستهلكين.

ويتناول هذا التقرير اثنين من التحديات الرئيسية المتصلة بالمياه التي تؤثر على الزراعة والإنتاج الغذائي، ألا وهما الندرة والنقص. ويُقصد بندرة المياه النقص المادي للمياه العذبة، الذي قد يؤثر تأثيرًا خطيرًا على إنتاج الزراعة المرورية وإنتاجيتها. ولا تقتصر ندرة المياه على عدم كفاية المياه العذبة فحسب وإنما تشمل أيضًا عدم كفاية البنى الأساسية والقدرة المؤسسية على ضمان الإنصاف في القدرة على الوصول إلى الخدمات المائية، مثل خدمات مياه الشرب والري. ويؤدي عدم كفاية مياه الأمطار - من حيث الحجم والتوقيت - إلى الحدّ من إنتاج محاصيل الزراعة البعلية والإنتاج الحيواني أو إنتاج المراعي. وتشمل المخاطر المائية الأخرى مخاطر طبيعية، كالفيضانات، حيث تتمثل المشكلة في فائض المياه (أنظر مسرد تعاريف المصطلحات المتعلقة بالمياه).

حالة الأغذية والزراعة 1993 - سياسات المياه والزراعة

وشكّل استخدام المياه في الزراعة محور التركيز الرئيسي لتقرير عام 1993، مع التأكيد على الزراعة المرورية والسياسات والمؤسسات. وسلّم التقرير بأن الزراعة، باعتبارها المستخدم الأكبر للمياه، تواجه تنافسًا متزايدًا من القطاعات الأخرى. واعتبر أنه يتعين على الزراعة التصدي لتحدي إنتاج مزيد من الأغذية باستخدام قدر أقل من المياه بأسلوب مستدام بغية ضمان الأمن الغذائي العالمي في المستقبل. وبصفة خاصة، أولى التقرير اهتمامًا لجانب الطلب في الإدارة من أجل ضمان زيادة كفاءة استخدام المياه وتخصيصها في قطاع الزراعة المرورية، مقابل النهج التقليدي الذي يرحح بشكل أكبر جانب العرض، الذي يرمي إلى توسيع الزراعة المرورية. مع ذلك، فإن الاعتبارات التي وردت في تقرير 1993 بشأن إدارة الإمداد وتوسيعه، والتحلية وإعادة استخدام مياه الصرف لم تحقق بعد موقعًا بارزًا كبديل موثوقة لمصادر المياه.

يعرض القسم الثالث عن سياسات المياه والزراعة، من تقرير عام 1993 عن حالة الأغذية والزراعة، مسائل وتحليلات بالغة الأهمية في الوقت الحاضر. وقد يوحى ذلك بالهدف الطموح الذي تطلع إليه تقرير عام 1993، ولكنه يبين أيضًا أن الكثير من المسائل المحددة آنذاك ما زالت بانتظار الحلول حتى الآن.

وكانت نقطة الانطلاق لحالة الأغذية والزراعة في عام 1993 هي التسليم بالمياه باعتبارها موردًا ثمينًا متزايد الندرة، مع التأكيد على أن الندرة المطردة للمياه وإساءة استخدام المياه العذبة يفرضان تهديدات خطيرة للتنمية المستدامة. ونظر ذلك التقرير أيضًا في نوعية المياه وآثارها على صحة الإنسان. وحدد الأسباب الرئيسية لندرة المياه كما يلي: النمو السكاني، وإساءة استخدام المياه، وعدم الإنصاف في فرص الحصول عليها. ووجهت الطبعة الاهتمام أيضًا نحو الآثار المحتملة لتغيّر المناخ والاحترار العالمي على الدورة الهيدرولوجية، بالرغم من أن الفهم العلمي آنذاك كان بعيدًا عن التوصل لاستنتاجات واضحة.

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة. 1993¹

أن يفضي تحقيق الهدف 6 إلى توليد منافع عديدة أخرى اقتصادية وبيئية واجتماعية، وأن يساهم بالتالي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة الأخرى، وليس أقلها شأنًا الهدف 2 (القضاء على الجوع وتوفير الأمن الغذائي والتغذية المحسنة وتعزيز الزراعة المستدامة). ويتوقف التقدم نحو بلوغ الهدف 2 بدرجة حاسمة على تحقيق الهدف 6، خاصة وأن الأغذية والإنتاجية الزراعية تعتمد بشدة على المياه والنظم الإيكولوجية في توفير الخدمات، الذي يعتمد، بدوره، على المحافظة على التدفقات البيئية. كذلك فإن القضاء على الجوع وسوء التغذية يقتضي أيضًا الحصول على مياه الشرب المأمونة (المقصد 6 - 1 من أهداف التنمية المستدامة) بالإضافة إلى الحصول المنصف على خدمات الصرف الصحي والنظافة الصحية (المقصد 2-6 من أهداف التنمية المستدامة). وتستلزم نظم الإنتاج الزراعي (المقصد 3-2 من أهداف التنمية المستدامة) التوفير الكافي للموارد المائية (المقصدان 4 - 6 و 6 - 6 من أهداف التنمية

ليشمل التحديات المتعلقة بالمياه في نظم الزراعة البعلية، بما في ذلك النظم الرعوية. وهو يأخذ في الاعتبار الحراجة، والمصايد الداخلية، وتربية الأحياء المائية، ويقرّ بأهمية استعادة التدفقات البيئية والحفاظ عليها وكفالة الخدمات البيئية للنظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه.

يظهر الكثير من التحديات المتصلة بموارد المياه بشكل بارز في خطة التنمية المستدامة لعام 2030 (خطة عام 2030). فثمة صلات متينة تربط المياه بأهداف التنمية المستدامة وهي تشكل أيضًا عاملًا محددًا شديد الأهمية للنجاح في بلوغها. ويغطي الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة (ضمان توافر المياه وخدمات الصرف الصحي للجميع وإدارتها إدارة مستدامة) جميع الأبعاد الرئيسية لتوافر المياه وإدارتها، بما فيها الحصول المنصف على مياه الشرب، وتحسين نوعيتها، وتعزيز فعالية استخدام المياه، والإدارة المتكاملة لموارد المياه، وحماية النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه. ويتوقع

الشكل 1 المياه والمقاصد ذات الصلة من أهداف التنمية المستدامة

المقاصد التي تؤثر على هدف التنمية المستدامة 6

المقاصد المتأثرة بهدف التنمية المستدامة 6

	القضاء على الفقر المدقع	1.1	
	تخفيض نسبة الأشخاص الذين يعانون من الفقر بمقدار النصف	2.1	
	ضمان المساواة في الحقوق المتعلقة بالموارد وفي الحصول عليها والتحكم بها	4.1	
	بناء القدرة على الصمود في وجه الظواهر المتطرفة المتصلة بالمناخ وغيرها من الصدمات	5.1	
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			
مضاعفة الإنتاجية ودخل صغار المزارعين	3.2	ضمان الحصول على الغذاء	1.2
ضمان الإنتاج الغذائي المستدام	4.2	وضع نهاية لسوء التغذية	2.2
		مضاعفة الإنتاجية ودخل صغار المزارعين	3.2
		مكافحة الأمراض المنقولة بالمياه	3.3
		الحد من عدد الوفيات والأمراض الناجمة عن تلويث وتلوث الماء والتربة	9.3
		القضاء على التمييز	1.5
تحسين كفاءة استخدام الطاقة	3.7	زيادة حصة الطاقة المتجددة	2.7
تحسين كفاءة استخدام الموارد	4.8	تعزيز النمو الاقتصادي المستدام	1.8
زيادة كفاءة استخدام الموارد	4.9		
		تحقيق نمو الدخل على نحو مستدام	1.10
		تعزيز الإدماج الاجتماعي والاقتصادي والسياسي	2.10
الحد من الأثر البيئي السلبي للمدن	6.11	توفير المساكن والخدمات الأساسية الملائمة والأمن والميسورة التكلفة	1.11
تحقيق الإدارة المستدامة والاستخدام الكفؤ للموارد الطبيعية	2.12		
الحد من الفاقد والمهدر من الأغذية	3.12		
الحد من إطلاق المواد الكيميائية والنفايات في الهواء والماء والتربة	4.12		
إدماج تعبير المناخ في السياسات	2.13	تعزيز القدرة على الصمود والتكيف	1.13
الحد من التلوث البحري	1.14	الحد من التلوث البحري	1.14
إدارة النظم الإيكولوجية البحرية والساحلية وحمايتها	2.14	إدارة النظم الإيكولوجية البحرية والساحلية وحمايتها	2.14
حفظ المناطق الساحلية والبحرية	5.14	تقليل تحمض المحيطات إلى أدنى حد ومعالجته	3.14
		حفظ المناطق الساحلية والبحرية	5.14
حفظ النظم الإيكولوجية البرية والنظم الإيكولوجية للمياه العذبة الداخلية وترميمها واستخدامها على نحو مستدام	1.15	حفظ النظم الإيكولوجية البرية والنظم الإيكولوجية للمياه العذبة الداخلية وترميمها واستخدامها على نحو مستدام	1.15
		مكافحة التصحر وترميم الأراضي والتربة المتدهورة	3.15

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة.

الدخل. كما يفاقم تغيّر المناخ التحديات المرتبطة بهذه العوامل المحركة، ما قد يعرّض أنماط تساقط الأمطار للخطر ويزيد من مخاطر الظواهر المناخية المتطرفة.³ ويمكن أيضًا للظواهر المناخية المتطرفة والاختلالات في توافر المياه أن تحفز تقلب أسعار الأغذية، ما يزيد من تفاقم مشكلة الأمن الغذائي وسوء التغذية. والدول الجزرية الصغيرة النامية ضعيفة تجاه الضغط المناخي الذي تتعرض له موارد المياه الجوفية، ما يؤثر على كل من أسعار الأغذية والاعتماد على الأغذية المستوردة.^{4,5} وفي ما يتعلق بندرة المياه، فإن النمو السكاني يفوق تأثيرات تغيّر المناخ.^{6,7}

وقد بلغ تحدي إتمام العدد المتزايد من سكان العالم وتلبية الطلب على المياه مستوى بالغًا لم يشهد له مثيل من ذي قبل. وتتوقع الأمم المتحدة أن يبلغ عدد سكان العالم 9.7 مليارات نسمة في عام 2050، مقارنة بنحو 7.8 مليارات نسمة في عام 2020.⁸ ومع استمرار تنامي أعداد السكان، ينخفض نصيب كل فرد من موارد المياه العذبة المتاحة، على نحو ما يوضحه الاتجاه التاريخي في الشكل 2. ويصح ذلك بشكل خاص في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وشمال أفريقيا وغرب آسيا، حيث انخفض إجمالي نصيب الفرد السنوي من موارد المياه المتجددة بنسبة 41 في المائة و 32 في المائة بين عامي 1997 و 2017 على التوالي. وتكشف هذه الأرقام أيضًا بشكل واضح عن تباين الكميات في ما بين المناطق. ففي أوسيانا، بلغ متوسط الحجم السنوي للمياه لكل فرد في عام 2017 نحو 43000 متر مكعب، في حين بالكاد بلغت قيمة الإمداد السنوي 1000 متر مكعب في شمال أفريقيا وغرب آسيا. وبالنسبة إلى بعض علماء الهيدرولوجيا، يدل هذا الرقم الأخير على المستوى الذي يُعتبر ما دونه أنّ هناك ندرة في المياه.^{9,10} وبحسب (Falken- mark و Widstrand 1992)،⁹ فإن قدرة بلد ما على تلبية الطلب تصبح مهددة حينما ينخفض مستوى إمدادات المياه السنوية للفرد الواحد دون 1700 متر مكعب^أ ودون مستوى 1000 متر مكعب لكل فرد، يواجه السكان ندرة مزمنة في المياه، ويواجهون ندرة قصوى في المياه عندما يقلّ المستوى عن 500 متر مكعب.

وقد يشير فحص متوسط كمية المياه المتاحة للفرد الواحد إلى توافر المياه العذبة، ولكنه قد يبسط الحالة في بلدان محددة تبسيطًا مفرطًا. وقد لا يكون للقيم المتوسطة على المستويين

«المستدامة) وتحسين نوعيتها (المقصد 6 - 3 من أهداف التنمية المستدامة). ومن شأن تحسين إدارة المياه أن يفضي إلى نتائج عامة على مختلف أهداف التنمية المستدامة، في حين يمكن للتقدم في بلوغ تلك الأهداف أن يساعد على تحقيق الهدف 6. ويلخص الشكل 1 الصلات المحتملة بين الهدف 6 وسائر أهداف التنمية المستدامة. ويشير العمود إلى اليسار إلى الصلات التي قد تتأثر بشكل رئيسي بالهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة، بينما يشرح العمود إلى اليمين أهداف التنمية المستدامة التي قد تؤثر على الأرجح في الهدف 6. ■

الضغوط البشرية وتوافر المياه - معادلة غير متوازنة

تتعرض موارد المياه لإجهاد وتدهور مستمرين بسبب الضغط البشري وعدم استدامة الاستهلاك والإنتاج. كما يؤدي تغيّر المناخ إلى تفاقم هذه العوامل ويتوقع أن يفضي إلى تغيّر أنماط سقوط الأمطار، والنظم الهيدرولوجية، وتوافر المياه العذبة. وتتصل ندرة المياه ونقصها اتصالًا وثيقًا بالدورة الهيدرولوجية (الإطار 2). وهما ناتجان عن تزايد التفاوت بين الطلب البشري على المياه ومواردها المتاحة من الدورة الهيدرولوجية في شكل تجدد موارد المياه العذبة وفشل دخول مياه الأمطار في نظم المياه العذبة. وهما يشكلان على نحو متزايد عاملاً مقيداً للزراعة عبر نظم الإنتاج الزراعي الصغير والمتوسط والكبير الحجم. كما تقيد ندرة المياه ونقصها أيضًا الخدمات البيئية ووظائف النظم الإيكولوجية الأساسية لاستدامة النظم المتصلة بالمياه وسبل عيش الإنسان؛ وبالتالي، لم يعد ممكنًا اعتبار البيئة مستفيدًا من المياه المتبقية.

يمثل النمو السكاني دافعًا رئيسيًا لندرة موارد المياه العذبة حيث يؤدي ارتفاع عدد السكان إلى تزايد الطلب على المياه اللازمة لمختلف الاستخدامات البشرية. كما يزداد الضغط البشري على المياه أيضًا مع نمو متوسط دخل الفرد وتحول المجتمعات المطرد إلى مجتمعات حضرية، ما يفضي إلى تغيّرات في النمط الغذائي وتوسّع الطلب على المياه من جانب الأسر المعيشية، وقطاعات الصناعة والطاقة والخدمات. وتتطوي هذه التغيّرات أيضًا على تحديات متزايدة للزراعة البعلية اللازمة لتلبية تزايد الطلب على الغذاء نتيجة للنمو السكاني المطرد وارتفاع مستويات

أ حُدّدت هذه القيمة في الأصل على أساس 600 شخص لكل وحدة تدفق، حيث عادت وحدة التدفق مليون متر مكعب في السنة. تُحتسب قيمة 1700 متر مكعب للفرد الواحد من خلال تقسيم وحدة تدفق واحدة على عدد الأشخاص المتنافسين للحصول على هذه المياه.

الإطار 2

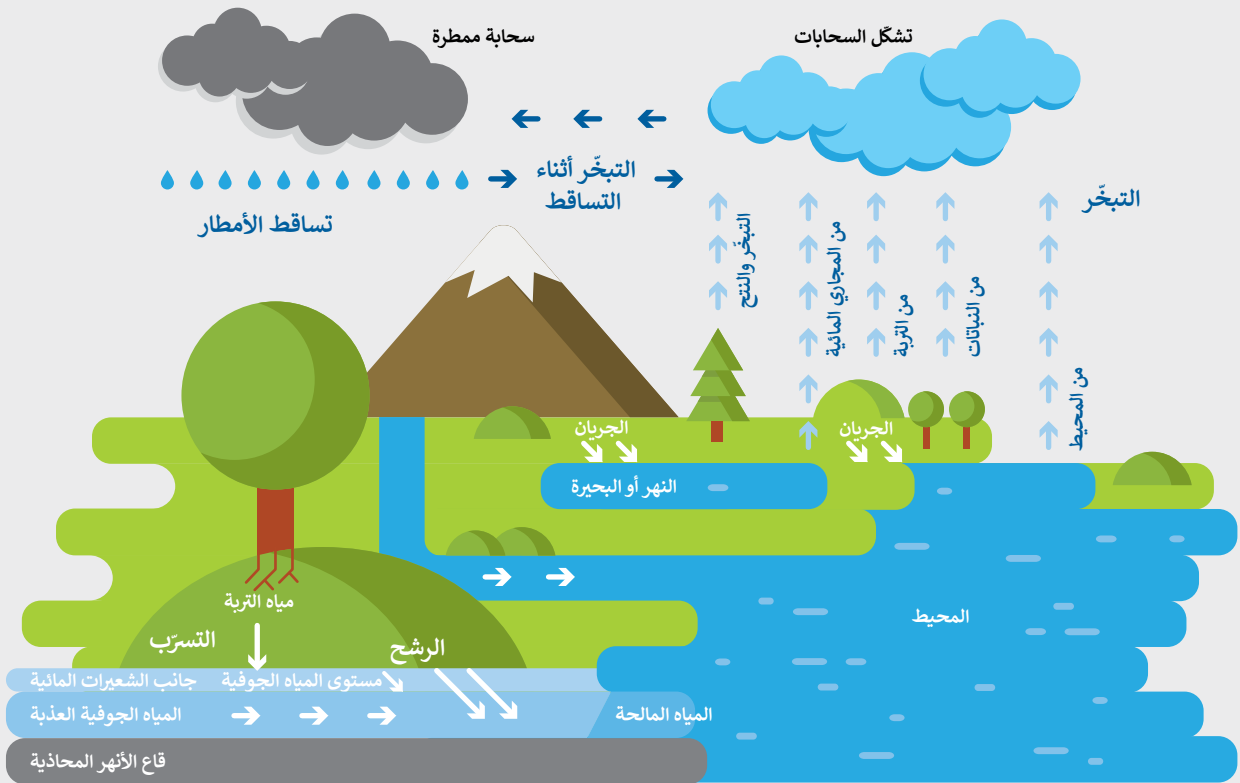
الدورة الهيدرولوجية والزراعة

بشكل أساسي؛ ولا تنشأ المياه ولا تنعدم في أي عمليات هيدرولوجية طبيعية، مع زيادات ضئيلة في توافرها السنوي العالمي تنتج عن ارتفاع درجات الحرارة في سياق تغير المناخ.

[Figure]

تشكل المياه موارد متعددة، تدور في كوكب الأرض في شكل دفق مستمر. وتحول الدورة الهيدرولوجية المياه من المحيطات عن طريق الغلاف الجوي ثم تعود بها إلى المحيطات فوق الأرض وفي جوفها (أنظر الشكل). وكتلة المياه في الدورة الهيدرولوجية ثابتة

الدورة الهيدرولوجية



المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 1993، الإطار 1.

قد تعاني أجزاء من البلاد التي تجري فيها معظم أنشطة البلاد الاقتصادية (بما في ذلك الري) من ارتفاع مستوى الإجهاد والاستخدام المائي، فحوض نهر الأمازون يحتوي على كمية كبيرة من المياه، ولكن الناس لا يستخدمون سوى النزر القليل منه. ومن ثم فإن إمدادات المياه السنوية لكل فرد تتجاهل العوامل المحلية التي تحدد الحصول على المياه وواقع أن البلدان - والمناطق - المختلفة، تستخدم كميات مختلفة من المياه.

الإقليمي والقطري مغزى في البلدان الكبيرة ذات التباينات الرئيسية الإقليمية. وفي حين لا تمثل ندرة المياه مشكلة وطنية في الكثير من البلدان، قد تكون هناك مع ذلك حالات نقص شديد في مناطق محددة وفي مستجمعات المياه. والبرازيل هي إحدى تلك الحالات، إذ يقدر، كمتوسط، أن هناك لكل مواطن برازيلي نحو 42000 متر مكعب من المياه العذبة المتجددة في كل سنة.^{11,8} في حين

في مجال محدد من دون فهم الأثر الناتج على التوازنات النظامية للمياه نتائج غير متوقعة وغير مرغوبة. على سبيل المثال، جمع المياه الجوفية وتغذية السهول الرسوبية الذي يمكن أن يقلل تدفقات المياه في الأنهار.

◀ ينبغي إدارة المياه على مستوى النظم الهيدرولوجية: الأحواض والمستجمعات والطبقات الجوفية الحاملة للمياه. ومن شأن إدارة المياه في قسم واحد أن يؤثر على الأقسام الأخرى. ويؤدي تكثيف استخدام المياه في الزراعة في أعلى حوض النهر إلى نتائج تؤثر على المياه السطحية والمياه الجوفية في أسفل الحوض.

◀ هناك حدود لتنظيف وتخفيف عوامل التلوث في النظم الإيكولوجية المائية. وفي سياق التخلص من الفضلات، اعتمد الكثير من المدن في الماضي على قدرة الأنهار والمياه الساحلية على التنظيف الذاتي والتخفيف. بيد أن ذلك لم يكن ممكنًا إلا مع أدنى قدر من الكثافة السكانية والصناعات المتصلة بها. وقد بلغت هذه الوظائف التخفيفية حدودها في أماكن عديدة، ويجب الآن تنظيم هذه الممارسات بدقة.

◀ تعتمد النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه، التي توفر العديد من الخدمات البيئية، على المحافظة على مستويات المياه الجوفية وأنظمة التدفق في النظم النهرية. ولا بد من التسليم بمتطلبات التدفقات البيئية (أنظر مسرد المصطلحات).

ويُقصد بالمياه العذبة المياه الكائنة على سطح الأرض في الأنهار الجليدية والبحيرات والأنهار (المياه السطحية)، وتحت الأرض في مستودعات جوفية (المياه الجوفية). وتوفر المياه العذبة نادرًا؛ إذ إن 99 في المائة من المياه هي إما مياه مالحة (97 في المائة من جملة المياه هي مياه المحيطات) أو متجمدة (2 في المائة في الصفائح والأنهار الجليدية). ومعظم النسبة المتبقية (1 في المائة) هي مياه جوفية مع نسب ضئيلة من المياه العذبة في البحيرات ورطوبة التربة والأنهار والنظم البيولوجية.

وتعتمد الزراعة البعلية على المياه المتساقطة التي لا تجري على السطح في شكل جداول (ثم أنهار وبحيرات) أو التي لا تتشرب بها الأرض ثم تنفذ إلى تحت كميّاه أو مستودعات جوفية. أما الزراعة المروية، فتعتمد على سحب المياه العذبة من المياه السطحية أو من مصادر المياه الجوفية بالتنافس مع القطاعات الأخرى والأنشطة البشرية.

وفي ما يلي بعض الجوانب الحاسمة الأهمية من الدورة الهيدرولوجية:

◀ هناك بشكل أساسي مورد واحد للمياه، ولا يوجد سوى نهج نظامي واحد يضمن إدارة المياه إدارة مناسبة. وثمة أهمية شديدة للترابط بين المياه السطحية والمياه الجوفية ورطوبة التربة. وتشكل المياه الجوفية والسطحية قسمًا من المورد نفسه ولا يمكن اعتبارها مصادر بديلة. وقد يسبب استخدام المياه الفعال الذي يتم

المصادر: منظمة الأغذية والزراعة، 1993؛¹ ومنظمة الأغذية والزراعة، 2012.²

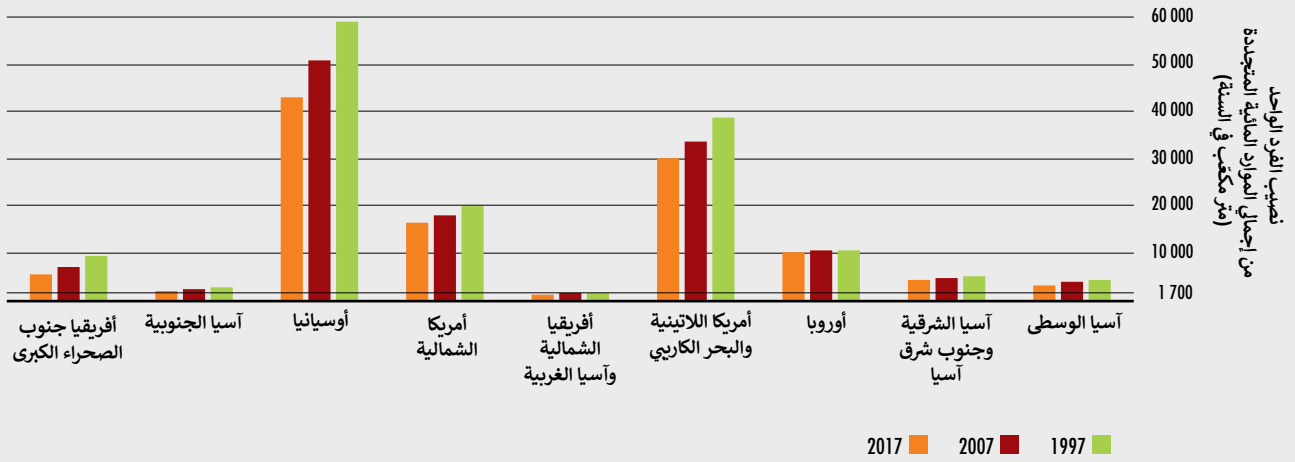
تنافس مطرد على موارد المياه

يتوقع أن يؤدي النمو السكاني إلى زيادة الضغط على موارد المياه لأغراض الزراعة والاستخدامات الأخرى، مما فيها الاستخدامات الصناعية والمنزلية. ويوضح الشكل 3 إجمالي كميات المياه العذبة المسحوبة. وهي قد واكبت النمو السكاني والاقتصادي، مسجلة ارتفاعًا كبيرًا عبر الوقت، وخصوصًا منذ منتصف القرن العشرين. وبينما تباطأت سرعة النمو في العقود الأخيرة، ما زال

الارتفاع مستمرًا. وما زالت الزراعة تمثل إلى حد بعيد أكبر مستهلك للمياه، حيث تُعتبر مسؤولة عما يزيد عن 70 في المائة من المياه المسحوبة عالميًا، التي ما زالت تزداد باستمرار. وقد واجهت الزراعة منافسة أكبر من قطاعات أخرى، حيث ارتفعت كميات السحب لأغراض الصناعات والبلديات ارتفاعًا أسرع، ولا سيما منذ منتصف القرن العشرين. وخلال العقد أو العقدين الماضيين، انخفضت عمليات السحب للاستخدامات الصناعية، في حين لم ترتفع كميات

الشكل 2

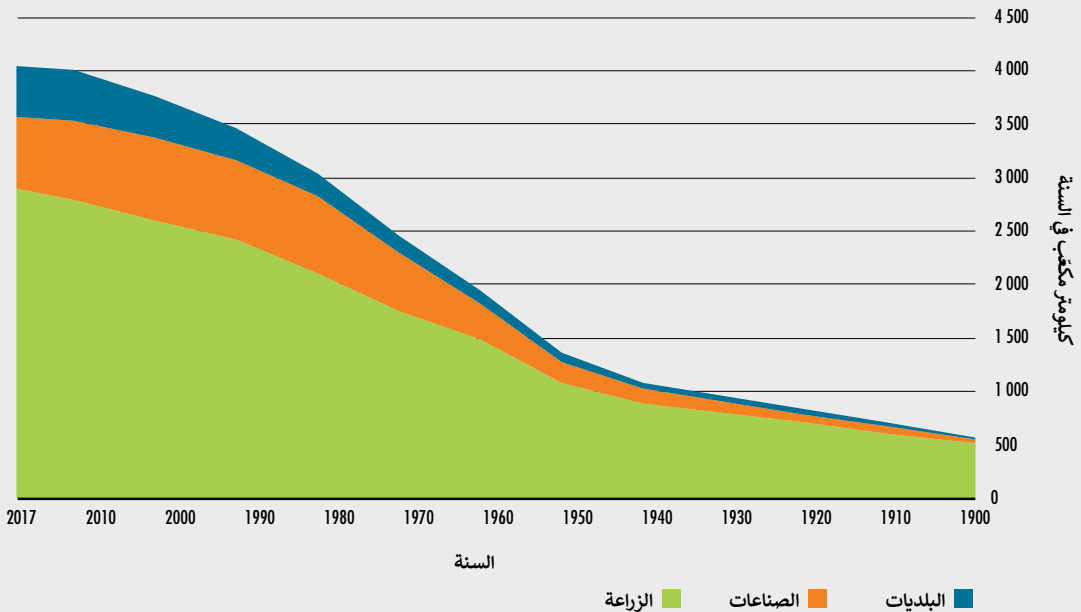
نصيب الفرد الواحد من موارد المياه العذبة المتجددة بحسب الإقليم، الفترة 1997-2017



ملاحظات: يقاس متوسط نصيب الفرد من موارد المياه العذبة بالأمتار المكعبة السنوية لكل فرد. ويُقصد بالبيانات السكانية التوقعات السكانية في العالم؛ تنقيح عام 2019 الصادر عن إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية التابعة للأمم المتحدة. وتشمل أوسيانيا كلا من أستراليا ونيوزيلندا. المصدر: شرح أعدته منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى بيانات المنظمة، 2020¹¹ و Shiklomanov، 2000، الجدول 5.1¹².

الشكل 3

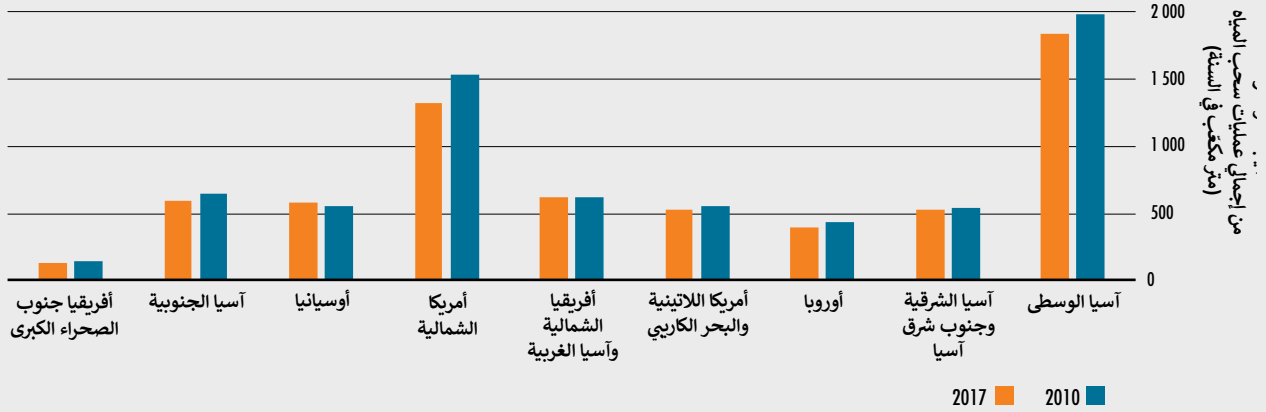
عمليات سحب المياه بحسب القطاعات في العالم



ملاحظة: يُقصد بسحب المياه للزراعة كمية إمدادات المياه الذاتية السنوية لأغراض الري والإنتاج الحيواني وتربية الأحياء المائية؛ ويُقصد بسحب المياه للصناعة كمية إمدادات المياه الذاتية السنوية لأغراض الاستخدام الصناعي، كالتبريد الكهربائي ومحطات الطاقة النووية (باستثناء الطاقة المائية)؛ ويُقصد بسحب المياه للأغراض البلدية المياه المسحوبة لاستخدام السكان المباشر. المصدر: شرح أعدته منظمة الأغذية والزراعة يستند إلى بيانات المنظمة، 2020¹¹ و Shiklomanov، 2000، الجدول 5.1¹².

الشكل 4

نصيب الفرد الواحد من إجمالي عمليات سحب المياه بحسب الأقاليم، عامي 2010 و2017



ملاحظات: يُقصد بمجموع سحب المياه كمية المياه المسحوبة سنويًا للأغراض الزراعية والصناعية والبلدية. ويُقصد بالبيانات السكانية التوقعات السكانية في العالم؛ تنقيح عام 2019 الصادر عن إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية التابعة للأمم المتحدة. تشمل أوسيانيا كلا من أستراليا ونيوزيلندا. المصدر: شرح أعدته منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى بيانات المنظمة. 2020¹¹ وإدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية التابعة للأمم المتحدة. 2019.⁸

ويبين الشكل 4 سحب المياه عبر المناطق ولكنه لا يأخذ في الاعتبار الحصول على المياه على المستوى المحلي ولا التنافس بين القطاعات. ويؤدي تزايد الطلب من قطاع الزراعة والقطاعات الأخرى إلى التنافس على المياه العذبة النادرة وإلى تزايد خطر النزاعات بين المزارعين المحليين وغيرهم من مستخدمي المياه لغاية المستوى الدولي في شكل نزاعات تتخطى الحدود الوطنية. وثمة تنافس ومنازعات حول الأراضي والمياه في البلدان التي تعاني من ندرة حادة ووصول محدود إلى المياه. ففي مناطق الساحل الرعوية، أدى الإفراط في الرعي وتدهور المراعي الشديد إلى قلة إنتاج العلف أو عدمه في عام 2018. ونتيجة لذلك، أخذت الأسر المعيشية الرعوية في الهجرة قبل شهرين من وقتها المعتاد، ما أدى إلى تركيزات سكانية أكبر في بعض المناطق ونشوب نزاعات بين المزارعين والرعاة.¹³

والبلدان التي تتأثر باحتمال نشوب النزاعات الدولية بصفة خاصة هي البلدان النامية غير الساحلية وأقل البلدان نموًا. وهي تشارك غالبًا في موارد المياه عبر الحدود، مثل بحيرة تشاد، وبحيرة فكتوريا، ونهر النيل، وتتنافس على المياه، لأغراض الري مثلًا، علاوة على أثر التلوث.¹⁴

« مياه البلدية المسحوبة سوى بشكل هامشي منذ عام 2010، وواصلت كميات المياه المسحوبة للأغراض الزراعية نموها المتسارع، وإن تباطأ ذلك النمو منذ ثمانينات القرن الماضي، بينما ازدادت حصة الزراعة من المياه المسحوبة بشكل طفيف منذ عام 2000.

ويمثل الشكل 4 مجموع كميات المياه العذبة المسحوبة وأعداد السكان في عامي 2010 و2017. وفي العقد الماضي، ووفقًا للمناطق، بقي مستوى سحب المياه لكل فرد ثابتًا أو ارتفع ارتفاعًا بسيطًا، نتيجة النمو السكاني الذي فاقت سرعته أو تعادلت مع سرعة نمو سحب المياه. وهناك اختلافات واسعة بين المناطق، حيث سجلت آسيا الوسطى أكبر معدل لسحب المياه للفرد الواحد، بلغ 2000 متر مكعب تقريبًا في عام 2017، تعقبها أمريكا الشمالية، حيث تجاوز متوسط السحب للفرد الواحد 1300 متر مكعب من المياه العذبة في عام 2017. وفي أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، تكاد هذه القيمة لا تبلغ 130 مترًا مكعبًا لكل فرد، ويعود سبب ذلك إلى حد بعيد إلى القيود الاقتصادية المفروضة على الحصول على المياه العذبة. وتتباين نسب سحب المياه أيضًا، تباينًا كبيرًا وفقًا لمستوى دخل الفرد (الإطار 3).

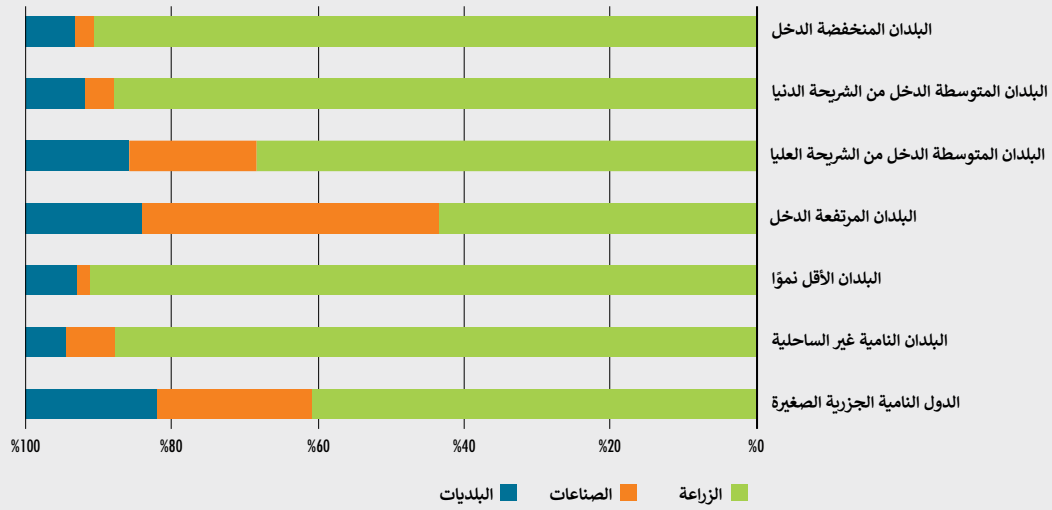
الإطار 3

تنافس الطلبات على المياه تُحدّد وفقاً لمستوى دخل البلد

الدخل. ومن المتوقع أن يشتد التنافس على المياه مع توسع النمو السكاني والدخل وتزايد الشعور بآثار تغير المناخ، 19، 18 ولا سيما في البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل من الشريحة الدنيا. وفي البلدان الأقل نمواً والبلدان النامية غير الساحلية، تمثل الزراعة أيضاً 90 في المائة تقريباً من مجموع المياه المسحوبة. أما في الدول الجزرية الصغيرة النامية، تسجل الزراعة حصة أدنى من سحب المياه، حيث تستحوذ عما يقارب 60 في المائة من مجموع الكميات المسحوبة.

يُعدّ تزايد التنافس بين جميع المستخدمين أحد معالم تزايد الطلب على المياه. ويتيح التطلع على نسب سحب المياه بحسب فئات الدخل وتصنيف البلدان تكوين صورة عامة لمدى ذلك التنافس. ويبين الشكل أدناه تفاصيل عمليات سحب المياه التي تنفذها مختلف القطاعات بحسب مستوى الدخل، الذي تتباين نسبه تبايناً كبيراً. وهي تتراوح من 91 في المائة، و 2 في المائة و 7 في المائة في ما يخص المياه المستخدمة في الزراعة والصناعة والبلدية على التوالي، في البلدان المنخفضة الدخل، إلى 43 في المائة و 41 في المائة و 16 في المائة، على التوالي، في البلدان المرتفعة

عمليات سحب المياه في كل قطاع بحسب الدخل وتصنيف البلدان، عام 2017



ملاحظة: يُقصد بسحب المياه المستخدمة في الزراعة كمية إمدادات المياه الذاتية السنوية لأغراض الري والإنتاج الحيواني وتربية الأحياء المائية؛ ويُقصد بسحب المياه للصناعة كمية إمدادات المياه الذاتية السنوية لأغراض الاستخدام الصناعي، كالتبريد الكهربائي ومحطات الطاقة النووية، وهي لا تشمل الطاقة المائية؛ ويُقصد بسحب المياه للأغراض البلدية المياه المسحوبة لاستخدام السكان المباشر.

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، استناداً إلى بيانات المنظمة. 2020: ¹¹ والأم المتحدة. 1998: ²⁰ والبنك الدولي. 2017. ²¹

مصايد الأسماك، وذلك إلى حدّ ما بسبب صعوبة إظهار قيمتها الاقتصادية الحقيقية وقدرتها على التنافس مع أصحاب المصلحة الأقوياء اقتصادياً كمجالي الطاقة والري مثلاً. ¹⁶ ويتضح التنافس

وتعتمد هذه البلدان أيضاً اعتماداً شديداً على المصايد الداخلية كمصدر للبروتينات الحيوانية والمغذيات والفيتامينات. ¹⁵ وغالباً ما تُغفل القطاعات ذات الطبيعة الرسمية الأقل شأنًا مثل

الجدول 1
بصمة منتجات غذائية مختارة على المياه

البصمة المائية لكل وحدة من القيم التغذوية		المحتوى التغذوي				البصمة المائية (متر مكعب/طن)			المادة الغذائية	
الدهون (لتر/غرام من الدهون)	البروتينات (لتر/غرام من البروتين)	السعرات الحرارية (سعة حرارية/كلغ)	الدهون (غرام/كلغ)	البروتينات (غرام/كلغ)	السعرات الحرارية (سعة حرارية/كلغ)	المجموع	الرمادية	الزرقاء	الخضراء	
0	0	0.69	0	0	285	197	15	52	130	محاصيل السكر
154	26	1.34	2	12	240	322	85	43	194	الخضار
226	31	0.47	2	13	827	387	43	16	327	الجزور النشوية
348	180	2.09	3	5	460	962	89	147	726	الفاكهة
112	21	0.51	15	80	3 208	1 644	184	228	1 232	الحبوب
11	16	0.81	209	146	2 908	2 364	121	220	2 023	المحاصيل الزيتية
180	19	1.19	23	215	3 412	4 055	734	141	3 180	البقول
47	139	3.63	193	65	2 500	9 063	680	1 367	7 016	أنصاف الجوز
33	31	1.82	31	33	560	1 020	72	86	863	الحليب
33	29	2.29	100	111	1 425	3 265	429	244	2 592	البيض
43	34	3.00	100	127	1 440	4 325	467	313	3 545	لحم الدجاج
6	0	0.72	872	0	7 692	5 553	393	465	4 695	الزبدة
23	57	2.15	259	105	2 786	5 988	622	459	4 907	لحم الخنزير
54	63	4.25	163	139	2 059	8 763	53	457	8 253	لحم الأغنام/الماعز
153	112	10.19	101	138	1 513	15 415	451	550	14 414	لحم البقر

ملاحظات: يُقصد بالبصمة المائية الزرقاء حجم المياه السطحية والجوفية المستهلكة (المتبخرة بعد السحب) نتيجة الإنتاج؛ ويُقصد بالبصمة المائية الخضراء مياه الأمطار المستهلكة؛ ويُقصد بالبصمة المائية الرمادية حجم المياه العذبة اللازمة لامتصاص عبء الملوثات بالاستناد إلى معايير الجودة المائية الكائنة. ويمكن أن تتباين أنواع البروتينات والدهون بين مختلف المنتجات.

المصدر: Hoekstra و Mekonnen، 2012، الجدول 3.24

آثار تغير الأنماط الغذائية على استخدام المياه

يُتوقع تزايد التنافس على المياه نتيجة تغير الأنماط الغذائية. وثمة إقرار معروف بملاحظة أن الأنماط الغذائية تتغير مع النمو الاقتصادي للبلدان ويرتبط هذا التغير بزيادة الثروة، والحصول على الغذاء بثمن أرخص، وتوسع أسواق الأغذية العالمية والتوسع الحضري.^{22,23} وتشمل تغيّرات الأنماط الغذائية انتقال موضع التفضيل من الحبوب الطبيعية إلى الأغذية العالية التجهيز، والمنتجات الحيوانية والمنتجات العالية القيمة، مثل الفواكه والزيوت الصالحة للأكل، التي من المتوقع أن يتواصل تزايد استهلاكها،

بين القطاعات أيضًا على امتداد نهر النيل، حيث تحاول إثيوبيا الوفاء باحتياجاتها للكهرباء من خلال تشييد سد النهضة الأثيوبي الكبير على نهر النيل الأزرق، ولكن جمهورية مصر العربية تخشى أن يهدد ذلك مصدرها الرئيسي من مياه الري. وثمة محادثات دولية ترمي إلى منع نشوب نزاع دولي يشارك فيها وزراء شؤون المياه والري من إثيوبيا والسودان وجمهورية مصر العربية، تجري بحضور مراقبين من الاتحاد الأوروبي وجنوب أفريقيا والولايات المتحدة الأمريكية.¹⁷

الأغذية الحيوانية في الأنماط الغذائية الغربية يمكن أن يقلل استخدام المياه بنسبة 18 في المائة.²⁵

وفي حين توفر الدراسات المستندة إلى المتوسطات العالمية أفكارًا متبصرة مهمة، فإن خبراء التقييمات البيئية للإنتاج الحيواني يشكّون فيها. فكثيرًا ما تكون التقديرات شديدة الارتباط بالسياق ويتعدّر تعميمها بسبب الاختلافات بين أنواع العلف المستخدم في تربية الأنواع الحيوانية نفسها وفي ما بين النظم الإنتاجية. ويقترن قسم من البصمة المائية للإنتاج الحيواني في الجدول 1 بالأمطار والمراعي، التي لا يمكن غالبًا تحويلها إلى أراض زراعية، ومن ثم يصبح الإنتاج الحيواني الخيار الوحيد لاستخدام الأمطار في إنتاج الأغذية، وتحسين كفاءة استخدام المياه.²⁶ كما تتناول الدراسات عادة أيضًا مستوى استهلاك السكان للأغذية المختلفة، ولكنها لا تدرس الاحتياجات الغذائية لفئات محددة، مثل الأطفال أو النساء أو المسنين. وينبغي التقيّد بالحدود لدى النظر في استنتاجات هذه الدراسات، كما ينبغي لأي توجيهات أن تحدد السياق وأن تراعي حالة السكان الغذائية، والصعوبات الخاصة المتعلقة بالمياه التي تواجه المنتجين، بالإضافة إلى مدى إمكانية مواصلة مختلف استخدامات الأراضي.

ولا يشمل الجدول 1 الأطعمة البحرية بسبب قلة التحليلات عن استخدام المياه في إنتاجها. وتشكل الأسماك مصدرًا مهمًا للبروتينات والدهون الصحية والمغذيات، ولها دور شديد الأهمية في التغذية.¹⁵ وصناعات الأطعمة البحرية كثيرة التنوع، ويتباين استخدامها للمياه تباينًا واسعًا، خصوصًا، ولكن ليس حصريًا، ما بين تربية الأحياء المائية ونظم الصيد الطبيعي. ففي الصين تقترن البصمة المائية للزرعاء والخضراء (أنظر مسرد المصطلحات) لتربية الأحياء في المياه العذبة بالعلف والتبخّر وتتراوح بين 3349 مترًا مكعبًا و 21215 مترًا مكعبًا لكل طن من المنتجات.²⁷ وفي ما يخص تربية الأحياء البحرية، تقلّ المستويات عن ذلك بكثير وهي لا تقترن سوى بالعلف، في حين يكاد استهلاك المياه العذبة لا يُذكر في ما يخص مصائد الأسماك الطبيعية، ولكن توفر كمية كافية من المياه يبقى عنصرًا أساسيًا. أما في ما يخص المصائد الداخلية، التي تشكل مصدرًا لأغذية متنوعة ودعمًا للأمن الغذائي والتغذية في بعض المناطق، فإن أحجام المياه المستخدمة ووقت استخدامها يتوقفان إلى حد بعيد على السياق والأنواع.

ومع ارتفاع الدخل، يُتوقع من السكان الانتقال نحو أنماط غذائية أكثر استخدامًا للأراضي وأكثر استخدامًا للمياه، ولا سيما من خلال زيادة استهلاك اللحوم ومنتجات الألبان.²³ ويجدر بالعلم أيضًا الانتقال إلى أنماط غذائية صحية - ومنوعة

خصوصًا في البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل من الشريحة الدنيا. وستؤثر هذه التغيّرات في الطلب على المياه المستخدمة في الزراعة في المستقبل على اعتبار أنّ الإنتاج الحيواني وإنتاج الزيوت، كما يوضحه الجدول 1، يستلزمان كمية أكبر من المياه من تلك التي يتطلبها إنتاج الحبوب والجذور النشوية والفواكه والخضار.²⁴

يتناول الجدول 1 متوسط البصمة المائية السنوي لمنتجات غذائية مختارة بالاستناد إلى حجم المياه الإجمالي (مياه الأمطار أو المياه السطحية أو الجوفية) المباشر وغير المباشر المستهلك لإنتاج المنتجات.²⁴ وهو مفيد لوضع السياسات الخاصة في مناطق ندرة المياه عند النظر في فوائد التخصص في بعض المنتجات عوضًا عن غيرها، والمنتجات المحلية مقابل المنتجات المستوردة، والأثر المتصل بالمياه على الأنماط الاستهلاكية، وغيرها.²

ويبرز الجدول 1 تعقيد الآثار المتصلة بالمياه على الأنماط الغذائية. ويبين العمود الرابع أن حجم المياه اللازم لإنتاج كل طن من المنتجات الحيوانية، ولكل سرعة حرارية، يفوق بكثير ما يستلزمه إنتاج المحاصيل الزراعية. والاستثناء الوحيد من تلك المحاصيل هو إنتاج الأضناف الجوزية، التي تستهلك قدرًا أكبر من المياه لكل طن بعد لحوم البقر والماعز. وفي ما يخص تقييم احتياجات المياه اللازمة لإنتاج البروتينات، يبين الجدول 1 أن إنتاج غرام واحد من بروتينات الحليب والبيض والدجاج يستلزم حجمًا من المياه مكافئًا للحجم الذي يستلزمه إنتاج البقول. وفي ما يخص لحم البقر، تزيد الحاجة للمياه بكثير، ما يشير أيضًا إلى أهمية التباينات بين إنتاج الأنواع الحيوانية، في حين يتسم إنتاج الزبدة والمحاصيل الزيتية ببصمة مائية صغيرة نسبيًا لكل غرام من الدهن. ومن منظار "المحاسبة" البحتة، ومن منظور المياه العذبة، يغلب أن يكون الحصول على السعرات والبروتينات والدهن من منتجات المحاصيل أكثر كفاءة من الحصول عليها من المنتجات الحيوانية. وهذه المتوسطات تشمل جميع أنواع استخدامات المياه، والنظم الإنتاجية والمناطق حيث تتباين التحديات التغذوية تباينًا واسعًا. وفي البلدان المنخفضة الدخل، تشكل جودة البروتينات والتوفر البيولوجي للمغذيات من شتى الأغذية عاملاً حاسمًا في تجنب سوء التغذية. وفي البلدان المرتفعة الدخل ثمة استهلاك مفرط مطرد للمنتجات الحيوانية، ما يفرض ضغطًا إضافيًا على موارد المياه. وقد وجد تحليل تجميعي لـ 63 مؤلفًا عن البصمة المائية لشتى الأنماط الغذائية في البلدان المرتفعة الدخل أن تخفيض استهلاك

الزراعي وتفاعلاته مع حقوق الإنسان الأخرى، ولا سيما الحق في الغذاء، وهو حق ذو أهمية خاصة للنساء الريفيات والشعوب الأصلية.

وتعاني الأرياف بصفة خاصة من عدم المساواة في الحصول على المياه بسبب القيود المادية و/أو الاقتصادية التي تواجه صغار المزارعين. وتشكل المزارع التي تقل مساحتها عن هكتارين غالبية المزارع على كل من الصعيد العالمي (84 في المائة) وبصفة خاصة على صعيد البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل.³³ وهي أشد ضعفًا أمام القيود المائية بسبب محدودية الوصول إلى تكنولوجيات الري وخيارات جمع مياه الأمطار. وفي جنوب آسيا، حيث تشكل المزارع الصغيرة 60 في المائة من مجموع المزارع،³³ توصل Li وآخرون (2011) إلى أن الجفاف هو القيد الرئيسي لغلة المحصول.³⁴ ويمثل تحسين الحصول على المياه للأغراض الزراعية وتعزيز إدارة المياه وسائل مهمة لتخفيف حدة الفقر.^{35,36}

ويواجه صغار المزارعين العاملين في بيئات الزراعة البعلية عقبات تتعلق بمعدات الري وجمع المياه. فالمياه موجودة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى ولكنها نادرة، كما ينعدم رأس المال اللازم للحصول عليها،³⁷ على الرغم من إمكانية تحقيق الربح من خلال توسيع الري على النطاق الصغير واستفادة ما يتراوح بين 113 مليون و369 مليون من سكان الأرياف.³⁸ وثمة عوامل عديدة تعوق اعتماد تكنولوجيات الإرواء، بما في ذلك الحيازة والحصول على التمويل والائتمانات.³⁹ ومن شأن جمع المياه أن يحسن غلة المحاصيل في بعض مناطق أفريقيا وآسيا شبه القاحلة، ولكن صغار المزارعين ذوي الوصول المحدود إلى الأسواق قد يقاومون الاستثمار في جمع المياه بسبب انخفاض العوائد ولأن استرداد المال المستثمر يستلزم 4 إلى 5 سنوات في المتوسط.⁴⁰ وبغية توسيع نطاق الحصول على المياه، ينبغي أن تتوفر للمزارعين ومقدمي الخدمات مهارات تصميم تكنولوجيات ونظم الري وتشغيلها وصيانتها وإصلاحها، لأن إساءة استخدامها تؤدي إلى تبيد المياه والمحاصيل.⁴¹

وتواجه المرأة أيضًا صعوبات شديدة في الحصول على الموارد الطبيعية، وخصوصًا المياه منها، مع أن النساء يشكلن نحو نصف القوى العاملة الزراعية في البلدان المنخفضة الدخل.⁴² ويغلب أن تفتقر المرأة للحق في الأرض التي تزرعها، والمياه اللازمة لري حقولها. وتفتقر المرأة أيضًا إلى سلطة استخدام الموارد الطبيعية، مما فيها المياه. ويتجاوز عبء عملها عبء الرجل، لأنها تتحمل مسؤوليات أكبر في أداء الأعمال المنزلية من دون أجر، مثل جمع المياه والوقود وتحضير الطعام. وقد تعرّض مهمة جمع المياه النساء

في الغالب من خلال أغذية مغذية كثيفة استخدام المياه، على غرار الفاكهة والخضار والبقول والجوزيات وكميات محدودة من الألبان والبيض والدواجن.²⁸ ونتيجة لذلك، يُتوقع تزايد الضغوط على المياه العذبة العالمية، وكذلك تزايد الآثار السلبية التي يفرضها الإنتاج الحيواني المكثف على جودة المياه (أنظر «تحت المجهر»: الزراعة وتلوث المياه والملوحة، الصفحة 44).²⁹ وتذكر دراسة أجراها Gill وآخرون التغييرات في استهلاك المياه (المياه الزرقاء والخضراء والرمادية)³⁰ التي ترتبط بتحوّل الأنماط الغذائية بين عامي 1961 و2011 في البرازيل والصين والهند.³⁰ وثمة اختلافات كبيرة بين البلدان، حيث تؤدي المنتجات الحيوانية دورًا رئيسيًا في زيادة الطلب على المياه في البرازيل والصين، ويقوم إنتاج الحبوب بالدور نفسه في الهند. وأدى ذلك إلى زيادة الاستهلاك اليومي للمياه بما يزيد عن 1000 لتر لكل فرد في البلدان الثلاثة كلها، لسكان بلغ مجموعهم 3 مليارات شخص في عام 2019، ما يثبت الدور الكبير لتغيير الأنماط الغذائية في تشكيل الطلب على المياه للأغراض الزراعية. ومن شأن الأنماط الغذائية الصحية التي تشمل اعتبارات خاصة بالاستدامة على مستوى النظم الغذائية أن تحدّ من استهلاك المياه المتصل بها.²⁸

تحسين الحوكمة لضمان الحصول المنصف على المياه

يهدد ازدياد ندرة المياه وتغير المناخ بحدوث تزايد خطر عدم الوصول المنصف إلى المياه، ما يمكن أن يقوّض بدوره سبل العيش والسمود والأمن الغذائي والتغذية من خلال تقاسم وجودة المياه المخصصة للصرف الصحي والنظافة الصحية، والزراعة، والإنتاج الغذائي، ووظائف النظام الإيكولوجي، ويفاقم عدم الإنصاف في التوزيع بين الناس والقطاعات.³¹ ويُعتبر بُعد حقوق الإنسان بعدًا مهمًا في سياق الحصول على المياه، وقد أقرّت به الجمعية العامة للأمم المتحدة في عام 2010.³² وفي حين يركز حق الإنسان في المياه بالدرجة الأولى على مياه الشرب والصرف الصحي والاستخدامات الشخصية والمنزلية الأخرى، فإنه يمتد ليطال الأغذية والإنتاج

ب تستخدم الدراسة نفس التعاريف الخاصة بمياه الزرقاء والخضراء والرمادية كما في Mekonnen وHoekstra، 2012.³⁴ (أنظر الملاحظات في الجدول 1).

بالمياه كسلعة اقتصادية ذات قيمة وثمان،⁵⁰ فضلاً عن الاعتراف بأهميتها الحيوية للنظم الإيكولوجية التي تعتمد عليها. وهذا أمر صعب بالنظر إلى خصائص هذه السلعة الفريدة - أي كونها أساسية، ومتناهية، مع عدم إمكانية الاستعاضة عنها فضلاً عن كونها حقاً من حقوق الإنسان⁵¹ - (الإطار 4)، ولا بد من إدارة المياه من وجهتي النظر الاقتصادية والاجتماعية. ولا يمكن ترك مسألة تخصيصها لقوى السوق بمفردها. غير أن هذا لا يعني أن الحصول على المياه، باعتباره حقاً من حقوق الإنسان، يجب أن يصبح مجانيًا، فهذا تفسير خاطئ شائع.

وهناك حاجة لتحديد الثمن تحديداً منصفاً بهدف استعادة الكلفة أولاً، ولكنه يضمن الوصول للفقراء وكذلك الوفاء بالمتطلبات البيئية.⁵² ومن شأن الثمن المعقول أن يوجه للمستهلكين إشارة واضحة إلى وجوب ترشيد استخدام المياه. ويجب على السياسات أن توفر إعانات متبادلة (أي أن تسدّد فئة واحدة من المستهلكين ثمنًا أكبر من أجل تخفيض الثمن لفئة أخرى)، وذلك لأسباب الإنصاف، أو يجوز لها توفير الإعانة لاستخدام المياه (لغرض الري مثلاً). وتعتمد السوق التي تتسم بجودة العمل وكفاءته وإنصافه واستدامته على هذه المعايير، وتقع المسؤولية الأساسية في تحقيق ذلك على الحكومات.

ومع تزايد ندرة المياه والطلب عليها، تحوّل موضع تركيز السياسات من زيادة الإمداد إلى التدخلات الاقتصادية والقانونية والمؤسسية والتدخلات الأخرى من أجل إدارة الطلب (الإطار I). ومن شأن الإدارة أن توفر كميات إضافية من المياه لغرض تلبية احتياجات المجتمع، مع معالجة أسباب مشاكل مثل التلوث والاستغلال المفرط لمستودعات المياه الجوفية. ويستلزم حل مشكلة ندرة المياه في القطاع الزراعي مراقبة الإمدادات وإدارة الطلب إدارة صارمة. ■

المياه والأمن الغذائي والنظم الغذائية

يمكن الاستفادة من مفهوم النظم الغذائية في فهم العلاقة ما بين الأمن الغذائي والتغذية، وإنتاج الأغذية واستهلاكها، والمياه. ويضمّ مفهوم النظام الغذائي المجموعة الكاملة للفاعلين في قطاعات إنتاج، وتجميع، وتحضير، وتوزيع، واستهلاك، وتصريف، المنتجات الغذائية الناشئة من قطاعات الزراعة والحراثة وصيد الأسماك، وأقسام من البيئات الاقتصادية والمجتمعية والطبيعية الأوسع

والفتيات لمخاطر العنف. ومن شأن الري أن يتيح للمرأة تعزيز مشاركتها في توليد الدخل، وتقديم الرعاية والأنشطة الاجتماعية. وما زال مهنيو المياه والمرشدون وصانعو القرار يفتقرون إلى معاملة المرأة كمزارعة⁴³ وكثيرًا ما تجاهلوا معارفها وعبء عملها واحتياجاتها وكونها من أشد الفئات ضعفًا. وتعتبر التوصية العامة 34 الصادرة عن اللجنة المعنية بالقضاء على التمييز ضد المرأة أن حصول المرأة على الأراضي والمياه يُعد حقًا من حقوق الإنسان الأساسية.⁴⁴

وثمة أهمية أساسية للحكومة القوية وتخصيص المياه، كتخصيصها مثلًا لأغراض الري والطاقة الكهرومائية التي تشمل شتى المستفيدين، وذلك من أجل معالجة مسائل التنافس والتوترات ما بين القطاعات، ولضمان موثوقية تدفقات المياه وارتفاع جودتها. وكما أشار إليه تقرير عام 2015 الصادر عن فريق الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي والتغذية، فإن اتخاذ القرارات في قطاعات استخدام المياه يتم في الكثير من البلدان من جانب إدارات مستقلة "تقلّ مراعاتها للآثار التراكمية للمياه".³¹ ويجب على الحكومة أن توازن بين ضرورة تعزيز فعالية استخدام المياه والحصول المنصف الذي يحترم حق الإنسان في المياه. ويُعنى مفهوم كفاءة التخصيص بكمية الثروة التي يمكن أن تنتجها قاعدة ما للموارد الطبيعية، في حين يتعلق الإنصاف بكيفية توزيع الثروة في المجتمع.⁴⁵ وقد لا يسهل التوفيق بين الكفاءة والإنصاف بسبب ضعف ترسخ السياسات المائية، مثل انخفاض ثمن الاستخدام أو عدم تنظيمه.⁴⁶ وربما كانت الاعتبارات السائدة هي الاعتبارات السوقية أو الاعتبارات المتعلقة بالكفاءة، ما يمنح التفضيل لمن يستخدمون المياه لإنتاج عوائد اقتصادية أكبر، ولل كفاءة على الإنصاف.^{48,47} ويمكن للزراعة أن تستشهد بوظائفها المتعددة لما وراء إنتاج السلع إلى الجوانب الاجتماعية والثقافية والبيئية المهمة. ومن شأن تعزيز كفاءة استخدام المياه والإنصاف والإنتاجية أن يشكل عاملاً أساسياً في توفير الغذاء الجيد للجميع، مع احترام متطلبات التدفق البيئي التي تقوم عليها النظم الإيكولوجية وسبل عيش الإنسان ورفاهه التي تعتمد عليها. لكن التقديرات تشير إلى أن 41 في المائة من الري العالمي الحالي يتم على حساب متطلبات التدفق البيئي.⁴⁹ ومن شأن التوفيق بين الري والتدفقات البيئية أن يؤدي دورًا محوريًا لإنجاز خطة عام 2030.

وإذا كانت المياه متاحة بوفرة، فإن إدارة الطلب ستصبح أقل صعوبة، وسوف يمكن تلبيةه بتكلفة أدنى. ومع تزايد الندرة، يتزايد التنافس نتيجة للاستخدام، حيث يقيّد مستخدم واحد للمياه إمكانية استخدام الآخرين لها. وينبغي الاعتراف

الخصائص المتأصلة للمياه تجعلها صعبة الإدارة

وتمثل المياه موردًا مشاعًا في بعض الحالات. حيث تستخدم المياه مجموعة ما (تتألف غالبًا من المجتمع المحلي أو الرعاة) وتديرها بصورة جماعية، ويجوز أن يتمتع أفراد مختلفون ببعض الحقوق في إطار حدود ثابتة أو حدود سلسلة. وحيثما تكون قواعد المجتمع المحلي أو سيطرته ضعيفة، يمكن أن يشكل "الوصول المفتوح" حافزًا لسلوك متحرر يؤدي إلى استغلال مفرط للموارد (يعرف أيضا باسم "مأساة العموم").⁵⁴ وقد بينت أعمال Ostrom (1990) الأهمية الحرجة للعمل الجماعي المفتوح ولوضوح القواعد في سياق حوكمة الموارد المشاعة.⁵⁵ ويحدث الوصول المفتوح غالبًا حينما تكون الموارد المشاعة ملكية عامة أو حكومية، وحينما لا يُقرّر شرعيًا بالقوانين أو المؤسسات المجتمعية التي تحكم استخدام تلك الموارد. وقد تُحرم المجتمعات أو الجماعات المحلية من حقها في الاستخدام العرفي وفي استبعاد المستخدمين الخارجيين. ولا بدّ لسياسات وقوانين المياه أن تراعي تعقد وتنوع ومرونة حيازة المياه، وأن تقرّ بحقوق ومسؤوليات الجماعات أو المجتمعات المحلية في التحكم بمواردها. (أنظر على سبيل المثال منظمة الأغذية والزراعة. 2016 و Morgera وآخرين. 2020.⁵⁶)

ويجوز أن تؤثر الوصلة بين حيازة الأرض والحقوق في المياه على إدارة المياه المستدامة. وقد تقوّض مشاريع الريّ ونقاط المياه للجماعات، كجماعات الرعاة مثلًا، الحقوق في المياه، ما يفضي إلى نشوب نزاعات بين الجماعات.^{57، 58}

عوملت المياه، من حيث الممارسات التاريخية والمعتقدات السياسية والثقافية والدينية، باعتبارها سلعة أساسية مجانية، وأدى ذلك في أغلب الأحيان إلى حالات فشل في الأسواق، حيث لا تخصص الأسواق الموارد بكفاءة.⁵³ وتوجد في هذه الحالات فرص تتيح تحسين وضع بعض الأشخاص من دون إساءة وضع الآخرين. ومن بين الأمثلة على فشل الأسواق، الحالة التي تفرض فيها النظم الزراعية الكبرى أو إمدادات المياه في المناطق الحضرية أو محطات الطاقة المائية على المستهلكين أسعارًا عالية. ولا يحفزها سوى حافز ضئيل على الابتكار.¹ كما يمكن أن يؤدي استخدام المياه إلى عناصر خارجية سلبية، حيث يمكن لفرد ما أو مؤسسة أو دولة إحداث أثر على الآخرين من دون تعويضهم. وأحد الأمثلة على ذلك هو التأثير السلبي لاستخدام المياه على جودة المياه والتدهور البيئي.

ونظرًا إلى أهمية المياه بالنسبة إلى المجتمع، غالبًا ما تخصص لها إعانات ضخمة، رغم ضرورة توفر هيكل أساسي واستثمارات كبرى لمعظم خدمات المياه - كالطاقة المائية والري والصرف، وغيرها - بغية تحقيق وفورات كبيرة، ما يفضي إلى احتكارات طبيعية. وتتباين المقايضة بين الاحتكار العام والاحتكار الخاص، ومدى استقلاله عن الحكومة، تباينًا واسعًا في ما بين البلدان. وبالنظر إلى أسباب سياسية أو ثقافية أو أسباب تتعلق بالمساواة، فإن المستخدمين لا يتحملون عادة تكاليف خدمات المياه، الأمر الذي يهدد كفاءة صيانة هيكل المياه الأساسية والاستثمار في المستقبل. ويستلزم تصحيح جوانب الفشل في الأسواق والعناصر الخارجية السلبية هذه تدخلات حكومية، مع المحافظة على التدفق البيئي.

التي تترسخ فيها تلك الأنشطة.⁵⁹ والنظام المستدام هو النظام الذي يوفر الأمن الغذائي والتغذية للجميع، من دون تهديد القواعد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية التي تولد الأمن الغذائي والتغذية. وتشكل إدارة المياه المنصفة والمستدامة عاملًا أساسيًا للنظم الغذائية ولتحقيق الأمن الغذائي والتغذوي والقضاء على الجوع.

ولقد ركز الاهتمام العالمي على كمية المياه بالدرجة الأولى، ولكن نوعية المياه مهمة أيضًا من منظور الأمن الغذائي. فالتلوث يؤثر على توافر المياه العذبة للأنشطة الاقتصادية،⁶⁰ بما فيها أنشطة إنتاج الأغذية.⁶¹⁻⁶³ وتؤثر المياه الملوثة على الصحة والرفاه من خلال مخاطر سلامة الأغذية

والمخاطر الصحية.⁶⁴ وهي تهدد أيضًا استدامة مصائد الأسماك والأراضي والنظم الإيكولوجية، بما في ذلك القدرة على توفير الأمن الغذائي والتغذية.³¹ (للاطلاع على مناقشة أكثر استفاضة لجودة المياه، انظر "تحت المجهر"، الصفحة 44).

وتتناول الأقسام الفرعية التالية مختلف مكونات النظام الغذائي، بهدف إبراز نقاط التدخل التي تؤثر بواسطتها إدارة المياه على الأمن الغذائي والتغذية. وبما هو أبعد من النظام الغذائي، يشكل الترابط بين المياه والطاقة والغذاء، وكذلك الوقود الأحبائي، مصدرًا ذا أهمية متزايدة للتنافس على المياه (الإطار 5).

الإطار 5

الترايط بين المياه والطاقة والأغذية، وإنتاج الوقود الأحيائي

والأغذية في سياق العلاقة بين الطلب على الوقود الأحيائي واستخدام المياه الزراعية. وقد جرى التشجيع على استخدام الوقود الأحيائي كبديل أنظف للوقود الأحفوري، ما أدى إلى تحفيز الإنتاج في أوائل الألفية الثالثة، وتحقيق نمو في إنتاج الوقود الأحيائي على الصعيد العالمي، ولكن ذلك أثار شواغل تتعلق بالأراضي والمياه المستخدمة للإنتاج والآثار المترتبة على الأمن الغذائي.^{75, 76, 77, 78} وحيثما تكون الأراضي والمياه محدودة، قد تؤدي زراعة المحاصيل لإنتاج الوقود الأحيائي إلى خفض الإنتاج الغذائي.⁷⁹

وقد تشكل المياه، عوضاً عن الأراضي، العامل المقيد للمواد الأولية لإنتاج الوقود الأحيائي.⁸⁰ فإنتاج الوقود الأحيائي يتطلب من 70 إلى 400 ضعفًا من المياه التي يتطلبها إنتاج الوقود الأحفوري الذي يحل محله،⁸¹ على الرغم من تباين الكمية وفقًا للمواد الأولية المزروعة والمكان. وقد كشف Xie وآخرون (2017) عن وجود اختلاف واسع في دورة حياة البصمة المائية للإيثانول المنتج من المنيهوت، والإيثانول المنتج من الذرة الرفيعة السكرية، والديزل الأحيائي المنتج من بذور حب الملوك - ويؤزرع جميعها في الصين - ويمكن عزو سبب الاختلاف إلى تباين المناخ والتربة.⁸²

ويجري استهلاك المياه على امتداد سلسلة إنتاج الوقود الأحيائي - بدءًا بزراعة المواد الأولية إلى مراحل الإنتاج الصناعي. ويستخدم الحجم الأعظم من المياه خلال الزراعة، ومن المهم أن يجري التثبيث ما إذا كانت زراعة المواد الأولية زراعة بعليّة أم مروية.⁸³ فالإنتاج البعلي للكتلة الأحيائية لا يسبب تغييرًا كبيرًا في الدورة المائية، ولكن إنتاج الكتلة الأحيائية في الأراضي المروية يمكن أن يحدث آثارًا سلبية على موارد المياه الجوفية والسطحية. وقد توصلت دراسات أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية إلى أن إنتاج الوقود الأحيائي من المواد الأولية المروية يستهلك كميات أكبر من المياه، مما يناهز حجمين من المياه التي يستهلكها إنتاج المواد الأولية البعلي.⁸⁴ وتشكل المياه المستخدمة في التحضير الصناعي للوقود الأحيائي منافسًا قويًا لاستخدام المياه المحلي. وفي المرحلة التالية للاستخدام، يمكن توفير المياه للأغراض الأخرى، ولكن التدفقات العائدة تسبب غالبًا آثارًا سلبية نتيجة للتلوث الكيميائي والحراري.⁸³

ويتوقّف مستقبل الوقود الأحيائي على اختيار المحاصيل التي تنتج قدرًا أكبر من الطاقة الأحيائية مع استخدام مساحة أصغر من الأراضي الزراعية ومن الأسمدة والمياه.

ثمّة بُعد خاص للتنافس على المياه وهو الترايط بين المياه والطاقة والأغذية. وتشكل المستودعات أو السدود التي توفر وظائف الري والطاقة الكهرومائية أمثلة على تلك الترايط، وهي تعكس التكافل القائم بين القطاعات والتبادلات الحاصلة. ويؤدي إطلاق المياه لأغراض الري إلى خفض مستويات المياه في المستودعات ويقلل الطاقة الكهرومائية المتولدة، في حين يمكن أن يؤدي إنتاج الطاقة الكهرومائية إلى قلة المياه المتاحة للري لأغراض الإنتاج الغذائي. وتتنافس 54 في المائة من قدرة الطاقة المائية العالمية (نحو 507 000 مليون واط) مع الري، خصوصًا في وسط الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا الشمالية والهند وآسيا الوسطى وأوسيانيا.⁶⁵ وتعتمد الأسباب المتعددة إلى حد بعيد على تخصيص المياه في المكان والزمان، بما في ذلك عدم الاتساق في توقيت الطاقة المائية والري، وانخفاض تدفق المجرى. وتشكل نزاعات أعلى التيار المائي وأسفله لحوض نهر سير داريا في آسيا الوسطى مثالًا توضيحيًا جيدًا على دور البعدين الزمني والمكاني في الترايط بين المياه والطاقة والأغذية. فقيرغيزستان، وهي البلد الواقع في أعلى تيار النهر، تسيطر على معظم المستودعات التي تنظم التدفق النهري وتخزن المياه خلال الصيف لاستخدامها في توليد الطاقة الكهرومائية في الشتاء، ما يؤدي إلى نشوب نزاعات مع البلدان الواقعة في أسفل التيار التي تحتاج للمياه لأغراض الري خلال الصيف.⁶⁶ كما تتعرض مصائد الأسماك الداخلية أيضًا للخطر أو الضياع عند تأثر التدفقات بسبب التحكم في إطلاق المياه من السدود.^{67, 68, 69, 70}

ويجوز أن تكمل الطاقة الكهرومائية الري، حين تزيد المستودعات المياه المتاحة لأغراض الإنتاج الغذائي.^{65, 71} وقد بينت دراسة حديثة لحوض نهر الهيمالايا أن الطاقة الكهرومائية زادت من قدرة الري لأغراض إنتاج المحاصيل وحسّنت مراقبة الأضرار الناجمة عن الفيضانات.⁷² وكشف تقييم أجري لتبادلات المياه والأغذية والطاقة للسدود المتعددة الأغراض في رافد لنهر الميكونغ عن وجود قدرة كبيرة في مجال الري مع فقدان صغير للطاقة الكهرومائية.⁷³ ولكن الدراسة لم تأخذ في الاعتبار فقدان المصائد في نهر سيسان، وهي مصائد محلية مهمة ومصدر للأمن الغذائي. ويبنى الكثير من السدود في الوقت الحاضر لأداء أغراض متعددة - كتوفير الكهرباء في أفريقيا - ومن شأن الإقرار بالتكافل الزمني والمكاني، في مواجهة تغيير المناخ، أن يتيح وضع سياسات مستنيرة لتحسين المياه والطاقة والأمن الغذائي.^{65, 74}

وتمّة مثال مهم آخر على الترايط بين المياه والطاقة

« المياه في صلب الإنتاج الأولي

تستحوذ الزراعة على 70 في المائة تقريباً من سحب المياه في العالم، ولكن نحو 90 في المائة منه يحصل في البلدان المنخفضة الدخل والمتوسطة الدخل من الشريحة الدنيا (أنظر الأرقام في الإطار 3). ويشكل تزايد ندرة المياه العذبة والتنافس، خصوصاً في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، قيداً حاداً للإنتاج الزراعي. وتؤلف الزراعة البعلية المصدر الأولي للإنتاج العالمي، وهي تمثل أكثر من 80 في المائة من الأراضي المزروعة (أنظر الفصل 2) و60 في المائة من المحصول العالمي.¹⁹ ومن شأن زيادة إنتاجية الزراعة البعلية أن يخفف الضغط الذي يفرضه الري على موارد المياه العذبة النادرة. ويشمل ذلك زيادة إنتاجية مياه الأمطار، مع أن التحديات المتصلة بالمياه التي تواجه النظم الإنتاجية، المروية والبعلية، تتباين تبايناً واسعاً، ولكن ليس كلياً.

وتعتمد الزراعة البعلية كلياً على مياه الأمطار. ومع التغيرات في سقوط الأمطار ودرجات الحرارة نتيجة تغير المناخ،⁸⁵ أصبحت الزراعة البعلية شديدة الضعف في وجه تغيرات إدارة المياه. وثمة ضرورة لتسخير قدرات الموارد المائية من خلال جمع المياه، والحفاظ على رطوبة التربة، والري الإضافي/نقص الري بالإضافة إلى ضرورة تحسين استخدام المياه.⁸⁶ ومن شأن تحسين إدارة مياه الأمطار والأساليب الزراعية أن تساعد على احتفاظ التربة بالمياه. ويؤثر نقص الأمطار أيضاً على الزراعة المروية - لأن مياه الري تأتي من الأمطار - ولكن المزارعين المنتفعين بالري لهم سلطة أكبر على الحجم والتوقيت من أجل إدارة رطوبة التربة بفعالية أكبر. وثمة بعد إضافي يرتبط بأشكال تربية الأحياء المائية والإنتاج الحيواني، حيث تعتمد إنتاجية المياه المستخدمة في تربية الأحياء المائية والإنتاج الحيواني على فعالية واستدامة استخدام المياه في إنتاج المحاصيل، كما يرد شرحه في الأقسام التالية.

استخدام المياه في الإنتاج الحيواني

يمكن تقسيم استخدام المياه في قطاع الثروة الحيوانية إلى استخدام مباشر (الخدمات ومياه الشرب) واستخدام غير مباشر (إنتاج العلف، والأسمدة، والمبيدات والمدخلات الأخرى).⁸⁷ وتتسم أنماط سقوط الأمطار بأهمية شديدة للمروج الدائمة ومراعي الماشية، ومعظمها أراضٍ لا يمكن تحويلها إلى أراضي زراعية بسبب الطقس والانحدار وعمق التربة أو بسبب عوامل أخرى. وأشارت تقديرات Mottet وآخرون (2017) إلى أن الماشية ترعى في ملياري هكتار من المروج والمراعي.²⁶ وفي المناطق الجافة، كما في منطقة الساحل، قد تكون الماشية الخيار الوحيد لتحويل الكتلة الأحيائية

الضئيلة المتناثرة إلى منتجات صالحة للأكل. وتؤدي أنماط سقوط الأمطار أيضاً دوراً مهماً في زيادة الكربون المخزن في التربة. وقد يزيد استخدام السماد من كفاءة استخدام المياه في الأراضي الصالحة للزراعة، وتعزيز صمودها، وزيادة غلتها، وتخزين الكربون في التربة.⁸⁸

ولأن هذا القطاع يستخدم قسمًا كبيرًا من الأراضي الزراعية، سواء استُخدمت كمراعٍ أو لإنتاج العلف، فإنه يستهلك أيضاً كميات كبيرة من المياه. وثمة أهمية شديدة لاتباع نهج متكامل لتعزيز إنتاجية المياه وكفاءة جميع قطاعات إنتاج الأغذية. ويمثل خفض كمية العلف الذي يعتمد إنتاجه على الري واستهلاك الحيوان للمياه الاستراتيجيتين الرئيسيتين في تقليل أثر الإنتاج الحيواني على ندرة المياه.⁸⁹ وتشمل العوامل الأخرى التي تؤثر على استهلاك المياه الأنواع والسلالات الحيوانية، ومحتوى الرطوبة وإنتاج العلف. ويشكل التنوع الشديد الاتساع في النظم الإنتاجية التحدي الرئيسي للكائن أمام التقييمات العالمية أو الإقليمية لاستخدام المياه.⁸⁹ وقد أعدت "الشراكة من أجل تقييم وأداء الثروة الحيوانية على الصعيد البيئي" مؤخرًا خطوطاً توجيهية للتقييم، وهي تراعي مجموعة واسعة من الشروط.⁸⁷

المياه اللازمة للمصايد الداخلية

يتطلب تحقيق استدامة المصايد الداخلية الحد من الآثار السلبية التي تسببها القطاعات الأخرى للمياه. وهو ما يتطلب كفاية التدفقات البيئية ونوعية المياه وحفظ الموائل. ومن شأن تنوع متطلبات تدفق الأنواع السمكية أن يؤدي إلى تغييرات في تركيب تلك الأنواع، وبالتالي في صيد الأسماك.⁶⁷ وبالفعل فإن تحويل الأنهار إلى مستودعات قد يؤدي إلى تغير كامل، ويفضي في الغالب إلى القضاء على بعض الحيوانات المائية. وتوخياً للمحافظة على المصايد الداخلية وتخفيف حدة فقدان، لا بدّ ربما من الاستعاضة عن الأنواع المفقودة بأنواع أخرى تتكيف بشكل أفضل مع البيئة المائية الدائمة.⁶⁸

المياه والغابات

لا تتوقف تحديات إدارة المياه وحلولها المتعلقة بالغذاء عند الزراعة الأولية ويجب النظر فيها على مستوى المنظر الطبيعي الأوسع. فالغابات تشكل عنصرًا قائمًا بعد ذاته من عناصر دورة المياه ويمكن أن يكون هذا العنصر حاسم الأهمية في الإدارة المستدامة للمياه والنظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه، مثل عودة مياه الأمطار إلى الغلاف الجوي، ما يساعد على استقرار المواسم الزراعية وتوسعها. ويتسم احتفاظ الغابات بالرطوبة وإطلاقها، حتى في فترات عدم سقوط الأمطار، بأهمية أساسية في المناطق

وتتسم جودة المياه بأهمية شديدة لإنتاج الأغذية وتحويلها. وقد يتطلب تحضير الأغذية استخدام المياه في عدد من العمليات، مثل الغسل، والتبخير، والاستخلاص، والترشيح،⁹⁶ ويمكن تعقب مصدر الكثير من الأمراض المنقولة بالمياه، إن لم يكن معظمها، إلى سوء نوعية المياه المستخدمة في إنتاج الغذاء أو تحضيره أو إعداده.³¹ وبينما تتسم جودة المياه بأهمية أساسية في توفير المغذيات والغذاء المأمون، فإن هذا القطاع ينتج بالفعل مياه الصرف.⁹⁶ وبسبب تصريف الفضلات السائلة بطريقة غير مناسبة في الأراضي والنظم الإيكولوجية أضراراً تمس جودة المياه نفسها.⁹⁶⁻⁹⁸ كما تحمل الفضلات المائية ملوثات مثل النيروجين والمواد المستنفدة للأكسجين والعوامل الممرضة، التي تجد طريقها للتسرب في البحيرات والأنهار.⁹⁹ ما يؤدي إلى خفض جودة المياه، ويؤثر على التنوع الأحيائي، ويقلل إنتاج الأسماك كمًا ونوعًا.¹⁰⁰

وما لم تكن التنقية ملائمة، فإن التخلص من الملوثات الموجودة في المياه يمكن أن يعرض الإنسان لتلك الملوثات، ويقيد قدرة الحصول على المياه المأمونة والقابلة للشرب، خصوصًا بالنسبة إلى معظم الفئات الضعيفة من السكان. ويتأثر الناس أيضًا من تناول المنتجات الغذائية الملوثة، كالمسك على سبيل المثال.^{101,102} وتوخى لمعالجة مسألة تلوث المياه وحماية النظم الإيكولوجية، يتعين توفير تكنولوجيات لمعالجة مياه الصرف (مثل الأجهزة الهاضمة أو عمليات الحمأة المنشطة) بهدف تجنب التصريف في الموارد المائية.⁹⁷

ومع تزايد طلب الصناعات على المياه، هناك عنصر آخر يتسم بالأهمية نفسها وهو اقتصاد كميات المياه المستخدمة في تحضير الأغذية، وهو يمثل الدافع الرئيسي الذي يحفز شركات الأغذية على دعم برامج المحافظة على المياه. وتمثل التغييرات الثقافية والتشغيلية نهج الخط الأول، ويمكن لاستثمار رأسمالي صغير أن يحقق انخفاضات في كمية المياه المستهلكة لغاية 30 في المائة.⁶¹ وتشمل الأمثلة على ذلك برامج التوعية والرصد، والصوابير التي تتغلق ذاتيًا عند التوقف عن استخدامها. وثمة خيارات أخرى قادرة على تحقيق انخفاضات أكبر في استهلاك المياه، تتراوح بين 50 و80 في المائة، وفقًا للتكنولوجيا المتبعة.^{103,104} ولكن الاستثمار الرأسمالي أعلى، ولا بد من أخذ أثر التغييرات على جودة المنتج النهائي ومأمونيته في الاعتبار.⁶¹ وتشمل الاستراتيجيات الداخلية الرامية إلى زيادة كفاءة المياه وإنتاجيتها ما يلي: (1) خفض الاستخدام من خلال تحليل الاستهلاك (وضع خرائط المياه)؛ (2) وتحسين التخطيط؛ (3) وإعادة تدوير المياه؛ (4) وإعادة الاستخدام بعد التنقية؛ (5) والتصميم التخطيطي للمعدات والمنشآت.⁹⁵

المتأثرة بندرة المياه والجفاف. على سبيل المثال، ساعد استصلاح الغابات في مناطق الأراضي الجافة في بوركينافاسو على استعادة إنتاجية الأراضي المتدهورة واستخدامها للأغراض الزراعية، ما أتاح وسيلة لتنويع المصادر الغذائية وعزز الأمن الغذائي.⁹⁰ ونظرًا إلى أهمية الغابات لدورة المياه، فإن أفضل طريقة لضمان المنافع المتصلة بالمياه التي تدرها الغابات هي اتباع نهج جامع وشامل ومتكامل للمنظر الطبيعي. فالعلاقات بين المياه والغابات تعتمد على المكان. ويمكن مدى امتدادها وموقعها داخل المنظر الطبيعي أن يوفر مجموعة من المنافع البيئية المتصلة بالمياه. فغابات المستجمعات العليا تشكل منافع محلية فضلًا عن منافع المنظر الطبيعي، حيث توفر غالبًا مياهًا عالية الجودة في المناطق السفلى. أما على مستوى أحواض الأنهار، فإن مناطق الغابات الرئيسية في بعض أحواض أنهار العالم الكبرى، كحوض نهر الأمازون والكونغو واليانغسي، تشكل مصادر مهمة لبخار المياه للمناطق الواقعة باتجاه الريح، وهي بالتالي شديدة الأهمية للزراعة البعلية، حيث يجوز أن تسقط الرطوبة المتبخرة من الأرض على مناطق تبعد 5000 كيلومتر باتجاه الريح.⁹¹

استخدام المياه على امتداد سلسلة الإمدادات الغذائية - حاسم الأهمية لسلامة الأغذية وجودة المياه

هناك معرفة قليلة بشأن إجمالي المياه التي تستخدمها صناعات تحضير الأغذية. والقطاع الصناعي مسؤول عن أقل من 20 في المائة من المياه المسحوبة على نطاق العالم ككل (الشكل 3)، ولكن هذا الرقم يبلغ 40 في المائة تقريبًا في البلدان المرتفعة الدخل (انظر الشكل في الإطار 3). وبما أن تحضير الأغذية يشكل قطاعًا صناعيًا فرعيًا، فإن سحب المياه في هذا القطاع الفرعي أدنى بكثير من سحب المياه للأغراض الزراعية. وتميل البحوث بشأن استخدام المياه في تحضير الأغذية إلى التركيز على المنتجات، مثل صلصة الطماطم والعصائر أو منتجات البطاطا،^{92,93} وإلى تحديد خطوات التحضير التي تقوم على استخدام كثيف للمياه عوضًا عن كمية المياه المستخدمة على مختلف المستويات. وتمثل صناعات الأغذية التحويلية صناعات كثيفة الاستهلاك للمياه. فهي تستخدم مياه الشرب وتولد كمية كبيرة من مياه الصرف لكل وحدة من المنتجات، يُصرف أكثر من 70 في المائة منها.⁹⁴ وتعتمد كمية المياه لأي منتج غذائي محدد على مجموعة من العوامل: مصدر المنتج (حيواني أو نباتي)؛ وظروف التحضير (جافة أو رطبة)؛ ونوع التحضير (درجة تحضير دنيا، أو طهي كامل أو تجفيف)؛ والتكنولوجيا المستخدمة؛ وعمليات التنظيف؛ وأنشطة إعادة التدوير. ويتباين أيضًا حجم الفضلات السائلة وقوة تدفقها تباينًا كبيرًا.⁹⁵

تحديد نطاق التقرير

شدد هذا الفصل على ضرورة الملحة لمعالجة مسألة تزايد نقص المياه وندرته، وكذلك مسألة عدم المساواة بين أصحاب المصلحة في الحصول على المياه، وحدد أهم التحديات الكائنة أمام ضمان الإدارة الشاملة والمستدامة للمياه. وأبرز هذا الفصل دور الإدارة على طول سلسلة الإمدادات الغذائية بأكملها لأغراض الأمن الغذائي والتغذية. ويتضح من خلال هذه النظرة الشاملة دور الزراعة المركزي الثابت في إدارة المياه، وأن المياه تبقى قيداً ملزماً للكثير من صغار المنتجين. لذا، يركز هذا التقرير بشكل رئيسي على إدارة المياه في القطاع الزراعي، وهو المستخدم الرئيسي للمياه على الصعيد العالمي وفي معظم البلدان بما يشمل الزراعة المروية والبعليّة على السواء، إضافة إلى نظم الإنتاج الحيواني والمصايد الداخلية وتربية الأحياء المائية. وهو يوازن بين البرنامج المزدوج للحصول على المياه في سياق الإنتاج الزراعي وضمان الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.

وينظر الفصل الثاني في اتجاهات وأنماط نقص المياه وندرته، التي تؤثر على الزراعة المروية والبعليّة على التوالي، ويقدم نظرة شاملة على أثر ذلك على النظم الإنتاجية المختلفة. ويستخدم مؤشراً على الإجهاد المائي كسبب لندرة المياه العذبة التي تؤثر على الأراضي الزراعية المروية، ومؤشراً على تكرار حدوث حالات الجفاف الشديد كسبب لنقص المياه بسبب عدم كفاية مياه الأمطار، الذي يؤثر على الأراضي الزراعية البعلية والمراعي. ويبين هذا الفصل النموذج المكاني التفصيلي الأول للمؤشر 2-4-6 لأهداف التنمية المستدامة بشأن الإجهاد المائي، ويربطه بالنظم الإنتاجية المروية. وينظر الفصل الثالث في استراتيجيات وتكنولوجيات إدارة المياه الزراعية، والمصايد الداخلية وتربية الأحياء المائية، في حين يركز الفصل الرابع على الحوكمة والمؤسسات من أجل تحسين إدارة المياه. ويعرض الفصل الخامس الإطار السياسي الشامل لتحسين حوكمة الموارد المائية، ويستخلص الاستنتاجات وآثار السياسات الخاصة. ■

استخدام المستهلكين للمياه - الصلة بين الحصول على المياه والأمن الغذائي والتغذية

يمثل اتباع عمليات مأمونة وموثوقة في معالجة مياه الصرف الصحي والنظافة الصحية ضرورة أساسية للتنمية البشرية والحياة الصحية. ويشكل انعدام قدرة الحصول على مياه مأمونة ونظيفة للصرف الصحي والنظافة الصحية سبباً أساسياً لسوء التغذية، ولا سيما عند الأطفال. وترتبط أمراض الإسهال ارتباطاً مباشراً بسوء بيئة الصرف الصحي والنظافة الصحية، خصوصاً في البلدان المنخفضة الدخل، حيث يشكل الحصول على المياه النظيفة مشكلة كبرى. ووفقاً لمنظمة الصحة العالمية، فإن الإسهال يمثل، في معظم البلدان المنخفضة الدخل، ثالث الأسباب الرئيسية لوفيات الأطفال، بعد العدوى بالأمراض التنفسية والملاريا، وكذلك سبباً للوفيات عبر جميع الشرائح العمرية.¹⁰⁵ ففي بيئة سيئة للصرف الصحي والنظافة الصحية، قد يفشل الجسم في امتصاص الطعام المتناول نتيجة للإصابة بالإسهال أو غيره من الاعتلالات المعوية. وتقوّض الأمراض المتصلة بالمياه الإنتاجية والنمو الاقتصادي، ما يعزز اللامساواة العميقة ويوقع الأسر المعيشية الضعيفة في شرك الفقر.^{107,106}

وعندما يكون الوصول إلى مصادر مياه الأسر المعيشية محدوداً، تلبى الاحتياجات أحياناً من مياه الري. وبالرغم مما يتبين من بعض الدراسات في أن استخدام الأسر المعيشية لمياه الري يمكن أن يفضي إلى آثار إيجابية على الصرف الصحي والنظافة الصحية والتغذية، فإن جودة تلك المياه لا تكفي دائماً للاستهلاك البشري، مع احتمال نشوء آثار صحية سلبية.¹¹⁰⁻¹⁰⁸ ويصحّ ذلك بصفة خاصة عند غياب التخطيط لاستخدام مياه الري في الاستهلاك المنزلي. وربما كانت هناك منافع من دمج استخدامات متعددة في نظام الري؛ على سبيل المثال، تقليص إجمالي الوقت الذي يصرّفه أفراد الأسرة المعيشية، وغالباً النساء منهم، في جمع المياه، ما يحررهم للقيام بأنشطة إنتاجية أخرى وأنشطة الرعاية، ويفضي إلى نتائج تغذوية أفضل.¹⁰⁸ وتناقش أهمية الصرف الصحي والنظافة الصحية للصحة البشرية والرفاه والأمن الغذائي والتغذية في "تحت المجهر": تعزيز الحصول على مياه الشرب المأمونة في المناطق الريفية، الصفحة 20. ■

تحت المجهر

تعزيز الحصول على مياه الشرب المأمونة في المناطق الريفية

باكستان:

فتاة تجمع الماء الصالحة للشرب من حنفية عمومية في مخيم للنازحين داخليا بسبب الفيضانات.

©FAO/Truls Brekke

تُعتبر المياه أساس الأمن الغذائي والتغذية. ويمثل توفر المياه بكمية وجودة كافيتين مسألة بالغة الأهمية للإنتاج الزراعي ولتحضير الأغذية وتجهيزها. وبالإضافة إلى الصرف الصحي وممارسات النظافة الصحية الجيدة، يشكل الحصول على مياه الشرب المأمونة شرطاً أساسياً آخر للتغذية الجيدة. فالمياه السيئة النوعية يمكن أن تسبب عدداً من الأمراض المنقولة بالمياه، التي تنتقل عن طريق شرب المياه الملوثة، ويمكن أن تؤدي أيضاً إلى سوء التغذية، والمرض وحتى الوفاة أحياناً. وتشمل الأمراض المهمة المنقولة بالمياه أمراض الإسهال، والكوليرا، والشيغيلة، وحمى التيفويد والتهاب الكبد ألف، والتهاب الكبد E و A، وشلل الأطفال. ووفقاً لمنظمة الصحة العالمية، فإن أمراض الإسهال وحدها تعدّ مسؤولة عمّا قدره 3.6 في المائة من عبء الأمراض العالمي وهي مسؤولة عن 1.5 ملايين وفاة في السنة. ويمكن أن يُعزى سبب نحو 58 في المائة من تلك الوفيات - أي ما يناهز 842000 وفاة في السنة، بما في ذلك 361000 من وفيات الأطفال دون الخامسة من العمر - إلى عدم مأمونية إمدادات المياه، ونقص الصرف الصحي والنظافة الصحية، خصوصاً في البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل من الشريحة الدنيا.¹¹

وقد أبرزت أيضاً جائحة فيروس كورونا المستجد (كوفيد-19) أهمية المياه المأمونة، بما يتعدى الأمراض المنقولة بالمياه، باعتبارها أحد التدابير الوقائية البسيطة، فغسل اليدين بشكل متكرر يساعد على منع انتقال العدوى، ولكن التقيّد به أو القيام به بصورة فعالة لا يرحح أن يتيسر من دون توفر مصدر مأمون للمياه. ووفقاً لما يرد في تقرير منظمة الأمم المتحدة للطفولة (اليونيسف) لعام



هدف التنمية المستدامة 6-1-1، الذي يدل على أن 71 في المائة من السكان يستخدمون مياه شرب مأمونة الإدارة. وفي المناطق الحضرية، يستخدم 85 في المائة من سكان العالم مياه مأمونة الإدارة؛ بينما لا تتجاوز هذه النسبة 53 في المائة في المناطق الريفية، وهي تقل عن ذلك بكثير في أقل البلدان نمواً، والبلدان النامية غير الساحلية والدول الجزرية الصغيرة النامية (أنظر الشكل باء).

ومن بين المناطق المختلفة، تسجل منطقة أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى أدنى مستوى حصول على المياه المأمونة الإدارة، حيث لا يحصل سوى 12 في المائة من السكان الريفيين في هذه المنطقة على مياه الشرب المأمونة الإدارة. وبالنظر إلى وجود نسبة إضافية تبلغ 34 في المائة لا يتاح لها سوى الحصول الأساسي (الذي يستلزم رحلة 30 دقيقة ذهاباً وإياباً)، فإن الخيار أمام أكثر من نصف السكان الريفيين في المنطقة هو جمع المياه على بعد يتجاوز 30 دقيقة أو من مصدر غير محسن أو استخدام مصادر المياه السطحية. ويشكل الحصول على مياه الشرب المأمونة تحدياً لما يزيد عن 300 مليون شخص في المناطق الريفية من أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، وهو ما ترتب عليه آثار من حيث المخاطر الصحية والوقت المخصص لجمع المياه. وقد أبلغت دراسة حالة أن أطفال الأسر المعيشية التي لا تتوفر لها مياه الشرب في كل من تشاد والسنغال والكاميرون يعانون من الإسهال وسوء التغذية أكثر بكثير من أطفال الأسر المعيشية التي يتاح لها الحصول على المياه.¹¹⁴ وثمة حدّ فاصل مثبت لانتشار الإسهال بين الأطفال وسوء التغذية ما يبرز أهمية جودة المياه المستخدمة في الغذاء والتغذية، حتى في أماكن توافر الغذاء.

ويحقق الكثير من البلدان تقدماً نحو تحسين التغطية. ويفيد التقييم السنوي العالمي لخدمات الصرف الصحي ومياه الشرب لعام 2019، الصادر عن الأمم المتحدة، بأن البلدان أخذت تحدد أهدافاً لرفع مستوى الخدمات مثل خدمات إدارة مياه الشرب وإدارة مأمونة وخدمات الصرف الصحي.¹¹⁵ وقد حدّد نصف البلدان تقريباً أهدافاً لتوفير التغطية الشاملة بمياه الشرب بحلول عام 2030 بمستوى يتجاوز مستوى الخدمات الأساسية. وما زال نقص التمويل يشكل قيداً خطيراً لتحقيق الأهداف الوطنية.

وسوف يلزم بعض الوقت لضمان وجود خدمات المياه المأمونة الإدارة، لا سيما في المناطق الريفية. لذلك فإن ثمة حاجة إلى وجود حلول مؤقتة من أجل تحسين جودة المياه، سواء أكان ذلك لمن تلزمهم خدمات المياه الأساسية أو لمن يتوفر لهم الحصول على المياه ولكن مع ارتفاع خطر تلوثها. وتقدر اليونيسف ومنظمة الصحة العالمية (2019) أن نحو نصف سكان العالم الريفيين لا يحصلون على مياه الشرب المحسنة والخالية من التلوث.¹¹² وتعتبر جودة المياه تحدياً رئيسياً لضمان الحصول على مياه الشرب المأمونة

2019 وتقرير منظمة الصحة العالمية لعام 2017، فإن المياه أو الصابون كانا غير متوفرين في مرافق غسل اليدين التي يستخدمها 1.6 مليار شخص في وقت إعداد الأستقضاء، في حين كان 1.4 مليار شخص محرومين تمامًا من مرافق غسل اليدين.¹¹² وفي غالبية البلدان التي توفرت عنها بيانات تفصيلية، كانت مرافق غسل اليدين أقل توفراً في المناطق الريفية عنه في المناطق الحضرية.

وينص المقصد 6-1 من أهداف التنمية المستدامة على ما يلي: "تحقيق هدف حصول الجميع بشكل منصف على مياه الشرب المأمونة والميسورة التكلفة بحلول عام 2030". ووفقاً لتقرير عام 2019 المشترك بين اليونيسف ومنظمة الصحة العالمية، فإن أكثر من نصف سكان العالم لا يحصلون على خدمات الصرف الصحي المأمون.¹¹² ويمكن تعريف الحصول على مياه الشرب بأنه توافر المياه في المباني أو على بعد وقت معين من التنقل.

وفي عام 2017، كانت خدمات مياه الشرب الأساسية على الأقل متوفرة لنسبة 90 في المائة من سكان العالم، أي أن إمكانية جمع المياه من مصدر محسن، في حال توفره، لا تبعد بأكثر من مسيرة 30 دقيقة ذهاباً وإياباً، مقابل نسبة 82 في المائة في عام 2000. وقد يشكل نقص مياه الشرب مشكلة في المناطق الحضرية والريفية على السواء، ولكن الجزء الأكبر منه يؤثر عادة على سكان الأرياف، فمن بين كل عشرة أشخاص يحتاجون إلى الخدمات الأساسية يعيش ثمانية في المناطق الريفية، ونصفهم تقريباً من سكان البلدان الأقل نمواً. وفي تلك المناطق، يفقر 19 في المائة إلى الحصول الأساسي مقابل 3 في المائة في المناطق الحضرية. وفي 17 بلداً (معظمها في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى)، لا يتوفر الحصول على مياه الشرب لأكثر من نصف السكان الريفيين (أنظر الشكل ألف).¹¹² ويؤدي عدم القدرة على الحصول على مياه الشرب المأمونة في المساكن، خصوصاً في المناطق الريفية، إلى قضاء قدر كبير من الوقت في الحصول عليها، وهو وقت النساء في معظم الأحيان. ووفقاً لتقرير حديث للأمم المتحدة، فإن ذلك يحدث في جميع مناطق العالم التي تتوفر بيانات بشأنها باستثناء أوروبا الشرقية والجنوبية، وأمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي، حيث يتساوى الجنسان تقريباً في دور الحصول على المياه.¹¹³

وينبغي أن يكون الهدف المتوخى هو حصول كل شخص على المياه المأمونة في مسكنه. وتمثل إدارة المياه المأمونة تدبيراً أكثر طموحاً، أي توفر المياه المأمونة للأسر المعيشية الريفية في مساكنها، وفي وقت احتياجها إليها، مع كونها خالية من التلوث. ولكي تكون إدارة المياه مأمونة، يجب الوفاء بجميع هذه المعايير الثلاثة. ويتجسد هذا التدبير في مؤشر

ج يشمل تحسين مصادر المياه، وفقاً لتقرير عام 2019 المشترك بين اليونيسف ومنظمة الصحة العالمية ما يلي: أنابيب المياه، والآبار أو الآبار الأنبوبية، والينابيع المحمية، ومياه الأمطار، والمياه المعبأة والمجهزة.¹¹²

تعزيز الحصول على مياه الشرب المأمونة في المناطق الريفية

الأهداف المتوخاة لعام 2030، حتى مع تحقيق بعض التقدم قبل ذلك الموعد.

ولا بدّ لواقعي السياسات توشي تحسين جودة المياه باتخاذ حلول وسطية، مثل خيار معالجة المياه وتخزينها المأمون في إطار الأسر المعيشية. واستنادًا للبيانات المسجلة بين عامي 2005 و2009، فإن هذه الممارسة كانت شائعة الانتشار في منطقتي غرب المحيط الهادئ (66.8 في المائة) وجنوب شرق آسيا (45.4 في المائة)، ولكنها أقل شيوعًا في منطقتي شرق البحر الأبيض المتوسط (13.6 في المائة) وأفريقيا (18.2 في المائة). وفي منطقة أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، حيث ترغب أعداد كبيرة من السكان على استخدام مياه غير مأمونة، يوصى باعتماد خيار معالجة المياه في إطار الأسر المعيشية من أجل خفض الإصابات بالإسهال.¹¹⁶

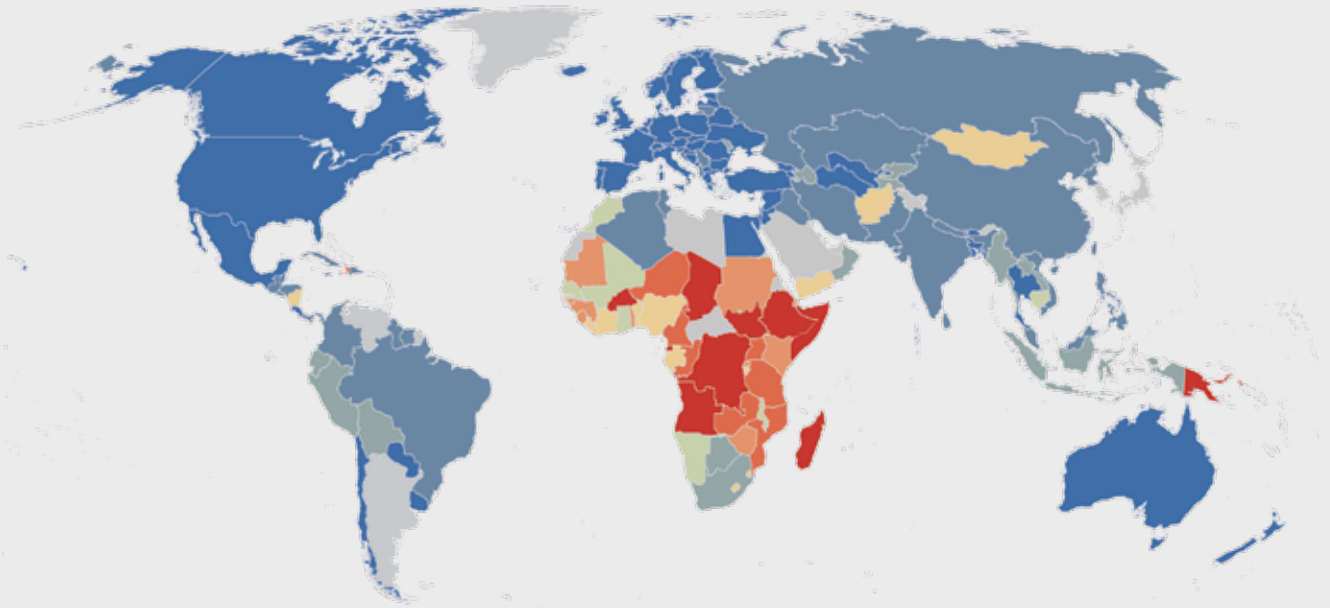
وتُذكر من بين الأمثلة التي حددتها منظمة الصحة العالمية كأمثلة واعدة على معالجة المياه وتخزينها المأمون في إطار الأسر المعيشية ترشيح المياه بالمرشح الخزفية؛ والمعالجة بالكلور والتخزين في

الإدارة في المناطق الريفية طبقًا للمقصد 6-1 من أهداف التنمية المستدامة. ومعالجة هذه المسألة تقتضي بذل جهد منسق.

وتدرج البلدان خدمات توفير المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية للجميع في إطار خطط التنمية الوطنية؛ وفي ما يخص مياه الشرب، فإن 80 في المائة من البلدان يفيد عن وجود سياسات أو خطط لتأمين خدمات الإدارة المأمونة للمياه في مناطقها الحضرية والريفية. وفي ما يتعلق بمياه الشرب الريفية، توجد خطط وطنية بهذا الشأن في 91 بلدًا، وحدد 77 بلدًا منها تكلفة تلك الخطط. مع ذلك، فلم تخصص سوى تسعة بلدان فقط تمويلًا كافيًا لتنفيذ الخطة، مع وجود تحديات مماثلة بشأن خطط تأمين مياه الشرب للمناطق الحضرية. كما تشير أيضًا بيانات التقييم السنوي لخدمات الصرف الصحي ومياه الشرب (2019) إلى أن الغالبية الكبرى من البلدان تعاني من نقص الموارد البشرية اللازمة لتنفيذ خطط توفير المياه وخدمات الصرف الصحي والنظافة الصحية للجميع؛¹¹⁵ الأمر الذي يشكل تحديًا أمام بلوغ

الشكل ألف

حصة سكان المناطق الريفية الذين ليست لديهم إمكانية الحصول الأساسي على الأقل على مياه الشرب، عام 2017



حصة سكان المناطق الريفية الذين ليست لديهم إمكانية الحصول الأساسي على الأقل على مياه الشرب (بالنسبة المئوية)

لا بيانات 62-77 54-61 46-53 36-45 25-35 16-24 6-15 ≤ 5

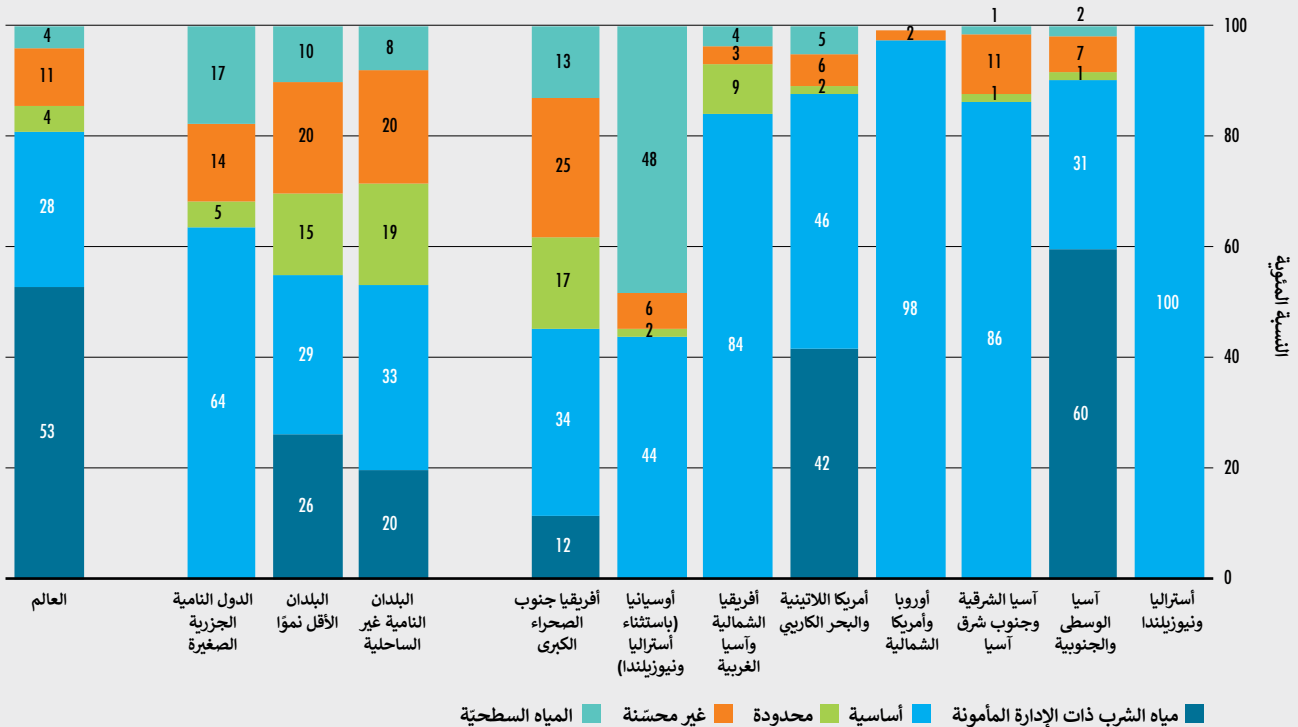
المصدر: شرح أعدته منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى التقرير المشترك لليونسيف ومنظمة الصحة العالمية. 109، 2019 الملحق 3-1. ¹¹²

وصول السكان المستهدفين إليها، مع استخدامها بشكل متسق ومستدام.¹¹⁹ ومن منظور السياسات، يمكن لهذا المجال الاستفادة من وضع أهداف واضحة ومن توفير الموارد. وقد وجدت منظمة الصحة العالمية في عام 2012 أن 43 في المائة فقط من البلدان حددت أهدافًا خاصة لتوفير المياه وخدمات الصرف الصحي والنظافة الصحية للجميع، ولكن مجموعة فرعية تتخذ مبادرات سياسية مهمة لتوسيع تلك الخدمات.¹²⁰ وأبرزت منظمة الصحة العالمية أيضًا المواضيع التي يمكن أن يتحقق فيها تقدم أكبر، مع توفير دعم إضافي لتعزيز العناصر الرئيسية للسياسات في هذا المجال.

وعاء محسّن؛ والتطهير في قناني شفافة؛ والتطهير الحراري (البسترة) في الطباخات الشمسية أو العاكسات؛ وتوليفة نظم تستخدم التخثر الكيميائي والمعالجة بالكلور. 117 ومع جميع هذه الخيارات، فإن الاستدامة وحدها هي التي تضمن فعالية هذه التدخلات لمعالجة المياه وتخزينها المأمون في إطار الأسر المعيشية. ويوضح Daniel وآخرون (2018) أن العوامل الاجتماعية والبيئية التي تحفز على اعتماد معالجة المياه في إطار الأسر المعيشية في البلدان النامية هي عوامل معقدة ومتفاعلة في ما بينها.¹¹⁸

وقد وضعت دول عديدة مسارًا لتحسين الصحة والتغذية في الأرياف وتعزيز فرص الحصول على خدمات إدارة المياه المأمونة. مع ذلك سيُتبع على واضعي السياسات تخصيص مزيد من الموارد لتنفيذ الخطط الوطنية بشأن توفير المياه وخدمات الصرف الصحي والنظافة الصحية للجميع. وتؤدي معالجة المياه وتخزينها المأمون في إطار الأسر المعيشية دورًا في تزويد السكان الضعفاء بأداة صالحة لتحسين مأمونية مياههم. وسوف يستلزم تحقيق هذه الإمكانية وضع حلول ميكروبيولوجية فعالة، وتيسير

الشكل بـ حصة سكان المناطق الريفية الذين يمكنهم الحصول على مياه الشرب، عام 2017



المصدر: الشكل 50 من التقرير المشترك لليونسيف ومنظمة الصحة العالمية، 2019.¹¹²



السفنال:

امراتين من الجمعية جابو آندي
ليفبي التي تدعمها المنظمة غير
الحكومية سيميوز، تسحبان الماء
من خزان المياه في حديثهما.

©FAO/Benedicte Kurzen/
NOOR

الرسائل الرئيسية:

← يعيش أكثر من ثلاثة مليارات شخص في مناطق زراعية تعاني من نقص أو شح في المياه، بمستويات تتراوح بين المرتفع والمترفع للغاية، يعيش من بينهم يقارب 1.2 مليار شخص - أي حوالي سدس سكان العالم، في مناطق زراعية تعاني قيودًا شديدة على المياه.

← ويعيش نصف هؤلاء الأشخاص البالغ عددهم 1.2 مليار نسمة تقريبًا في آسيا الجنوبية، فيما يعيش حوالي 460 مليونًا في شرق وجنوب شرق آسيا. وسوف يتأثر عدد آخر أكبر ما لم يُتخذ إجراء فوري. وقد تضحى الهجرة ضرورةً للكثير من هؤلاء.

← تؤثر القيود المفروضة على المياه على نظم الإنتاج الزراعي بأساليب مختلفة. وتشكل حالات الجفاف المتكررة عاملًا مقيّدًا في مناطق الزراعة البعلية، كما يشكل الإجهاد المائي عاملًا مقيّدًا في مناطق الزراعة المروية، ما يؤثر على السكان المهمشين، كالنساء والرعاة، بصورة غير متناسبة.

← تشترك عوامل متعددة في تكوين قدرة البلاد على التصدي لمسألة نقص المياه وندرته، وهذه العوامل هي: تعرّض البلاد للقيود المفروضة على المياه؛ ومستوى نمو البلد؛ والبنية التحتية والاجتماعية والثقافية فيه؛ وقدرة البلاد على الاستثمار في الزراعة.

← لا يمكن التيقن من مكان حدوث تغيير المناخ ولا من آثاره، ولكن يرجّح أن تكون الآثار كبيرة، ما يستلزم سياسات متينة ومرنة لإدارة المياه بأسلوب منصف وشامل.

الفصل 2 حالة نقص المياه وندرته في الزراعة



حالة نقص المياه وندرتها في الزراعة

نقص المياه وندرتها، شاغل عالمي

ينشأ نقص المياه نتيجة عوامل بيولوجية وطبيعية بالدرجة الأولى (الأمطار على سبيل المثال)، وهو يعكس نقص المياه المقبولة النوعية، في حين تنشأ ندرة المياه نتيجة لنقص المياه ولعوامل متعددة تتحكم في الطلب على المياه (مثل تزايد السكان)، تتوضح من خلال مؤشرات مختلفة. ويستند هذا التقرير إلى المؤشرين التاليين: مؤشر منظمة الأغذية والزراعة لتواتر الجفاف التاريخي، والمؤشر 6-4-2 لأهداف التنمية المستدامة على مستوى الإجهاد المائي لقياس نقص المياه وندرتها في المناطق البعلية والمرورية على التوالي.

أعدت منظمة الأغذية والزراعة مؤشر أهداف التنمية المستدامة 6-4-2 بشأن الإجهاد المائي لقياس ضغط الأنشطة البشرية على موارد المياه العذبة الطبيعية، وهو يستند إلى مجموع كميات المياه التي تسحبها جميع القطاعات وپراعي متطلبات التدفق البيئي. (وبالنظر إلى أن مؤشرات الإجهاد المائي لا تعالج سوى سحب المياه السطحية والجوفية، فإن مؤشر أهداف التنمية المستدامة 6-4-2 على مستوى الأحواض يمثل مؤشراً وسيطاً على ندرة المياه في المناطق المرورية. وبهدف قياس مدى شدة نقص المياه في المزارع والمراعي البعلية، فإن هذا التقرير يستند إلى مؤشر المنظمة لتواتر الجفاف التاريخي، الذي يقيّم احتمال تأثير الجفاف على أكثر من 30 في المائة من الأراضي الزراعية أو المروج،^٥ استناداً إلى سلسلة 1984-2018. ويُقصد باحتمال 25 في المائة في الأراضي

كما جرت مناقشته في الفصل الأول، فإن كمية المياه ونوعيتها هما عنصران مركزيان للأمن الغذائي والتغذية والصحة للجميع. والمياه هي أيضاً قوام حياة النظم الإيكولوجية التي تتوقف عليها حياة جميع البشر. ومع تزايد ندرة المياه، يتزايد احتمال التنافس والتنازع بين المستخدمين، وتتزايد أيضاً جوانب عدم المساواة في فرص الحصول على المياه، التي تؤثر بصفة خاصة على سكان الأرياف الفقراء وغيرهم من السكان الضعفاء. وتعكس خطة عام 2030 الشواغل المتزايدة بشأن ندرة المياه وإساءة استخداماتها في المقصد 6-4 من أهداف التنمية المستدامة التي تدعو إلى تعزيز كفاءة استخدام المياه وسحبها بأسلوب مستدام. وقد فاقمت حالات الجفاف الشديد تغيّر المناخ وتسببت في حدوث نقص في المياه، ما أثر على غلة المحاصيل الزراعية والمنتجات الحيوانية، لا سيما في أوساط السكان الريفيين الفقراء.

وبفضل الجهود التي تبذلها منظمة الأغذية والزراعة، يمكن الآن رصد التقدم المحرز نحو بلوغ المقصد 6-4 من أهداف التنمية المستدامة، وذلك من خلال المؤشر 6-4-2 على مستوى الإجهاد المائي؛ ويعرض هذا الفصل تقديرات مكانية جديدة للمناطق المرورية. وهما أن نقص المياه يمثل بالدرجة الأولى قيلاً للإنتاج الزراعي وإنتاجية مناطق الزراعة البعلية، فإن هذا الفصل يقيّم أثر حالات الجفاف المتكررة على المزارع والمراعي البعلية. وقطاع الزراعة هو أكبر مستخدم للمياه في العالم، ومعظم الفقراء يعتمدون على المياه لتوفير سبل عيشهم وأمنهم الغذائي وأغذيتهم. ويواجه العاملون في النظم المختلفة للإنتاج الزراعي كذلك تحديات وفرصاً مختلفة تتصل بالمياه. ويلقي هذا الفصل أيضاً ضوءاً جديداً على التوزيع العالمي للنظم الزراعية الرئيسية - أي الزراعة المرورية، والبعلية (قلة الأمطار وإفراطها) والمراعي - ويناقش بإيجاز جوانب ضعفها وتعرضها للمخاطر المائية. ثم يناقش الفصل كيف يساهم تغيّر المناخ في تفاقم نقص المياه وندرتها. كما يعرض الفصل جوانب الحكمة، والأطر المؤسسية، وبيئة سياسات التصدي لنقص المياه وندرتها. ويتناول الفصل في نهايته المسائل المتعلقة بجودة المياه بفعل الزراعة ويقدم الاستجابات السياسية الممكنة والاستراتيجيات على مستوى الإدارة. ■

د أغراض هذا التقرير، يُقصد بالمراعي مناطق المروج والغابات، وفقاً لمنظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية (2020)،^١ التي تشمل بدورها المروج، والمناطق المكسوة بالشجيرات، والنباتات العشبية.

ه وفقاً لهذا التعريف، يحدث الجفاف الزراعي الشديد عندما ينخفض مؤشر صحة النباتات إلى أقل من 35 في المائة، ما يوضح شدة الجفاف بالاستناد إلى صحة النباتات وأثر الحرارة على ظروفها. للحصول على المزيد من المعلومات بشأن بنية مؤشر صحة النباتات ومنهجيته، أنظر منظمة الأغذية والزراعة (2018).²

باكستان وسري لانكا نحو 80 في المائة في مناطق زراعية متأثرة^٢. ويعيش نحو 460 مليون شخص في مناطق زراعية متأثرة في شرق آسيا وجنوب شرقها، من بينهم 200 مليون في المناطق الريفية. وفي آسيا الوسطى وشمال أفريقيا وغرب آسيا، يعيش نحو خمس السكان في مناطق زراعية تعاني من درجة قصوى من نقص المياه أو ندرتها. وفي أوروبا وأمريكا اللاتينية والكاريبية وأمريكا الشمالية وأوسيانيا، تعيش نسبة تتراوح بين 1 و4 في المائة فقط من السكان في مناطق تعاني من قيود شديدة على المياه. وفي أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، يعيش 5 في المائة فقط من السكان في المناطق المتأثرة. ومعظم الأراضي في تلك المنطقة هي أراضٍ بعليّة، ما يعني أن القيود المفروضة على المياه تنشأ نتيجة الجفاف الشديد أو انعدام الري. وفي حين يمكن اعتبار أن نسبة 5 في المائة هي نسبة ضئيلة، لكن ذلك يعني أن 50 مليون شخص يعيشون في مناطق تُسبب فيها شدة الجفاف آثارًا كارثية على الأراضي الزراعية والمراعي في غضون سنة واحدة من كل ثلاث سنوات. وتتأثر المناطق الرعوية بصفة خاصة، حيث يتجاوز عدد الفقراء نصف السكان، ويبدو أن السببين الرئيسيين هما التقلبات المناخية وشدة الضعف تجاه الجفاف⁴.

وإذا ما أُضيفت إلى ذلك أيضًا المناطق التي يرتفع فيها تواتر حدوث الجفاف الحاد أو الإجهاد المائي (بالإضافة إلى المناطق ذات الارتفاع الشديد)، فإن عدد المتأثرين سيرتفع إلى 3.2 مليارًا، يعيش 40 في المائة منهم (1.4 مليارًا) في المناطق الريفية. وقد تمثل هذه التقديرات تقييمًا عالميًا للآثار التي يُحتمل أن يفرضها تغيّر المناخ في المستقبل على القيود المائية. ويرجّح أن تشكل المياه في هذه المناطق في المستقبل قيودًا على سبل العيش الزراعية ومعظم الأسر المعيشية، وما لم يتغيّر طلب المستخدمين وممارساتهم أو ما لم يتم العثور على موارد مائية بديلة، فقد يضطر الناس إلى الهجرة. ولقد استنتجت استعراضات الدراسات المستندة إلى المعلومات

الزراعية البعلية أن الجفاف الشديد يسبب فشل المحاصيل في أكثر من 30 في المائة من الأراضي الزراعية في سنة واحدة من كل أربع سنوات.

وتجمع الأشكال 5 و6 و7 بين هذين البعدين - أي تواتر الجفاف التاريخي ومؤشر الإجهاد المائي 6-4-2 - والنظم الإنتاجية المتأثرة بذلك. (للحصول على نظرة شاملة على المنهجية، أنظر الحواشي في المرفق الفني، الصفحة 127). ويكمل الشكل 8 الشكل 7 عن الإجهاد المائي في المناطق المروية، موضِّحًا مساهمة الزراعة في الإجهاد المائي من خلال النظر إلى المياه المستهلكة (أنظر مسرد المصطلحات) باعتبارها قسمًا من موارد المياه العذبة المتجددة، بعد الوفاء بمتطلبات التدفق البيئي. أما انخفاض الإجهاد المائي في الشكل 8، فلا يعني بالضرورة أن القطاع الزراعي يعاني من الإجهاد، لأنه لا يأخذ في الاعتبار التنافس على المياه مع القطاعات الأخرى³.

ومن خلال إضافة البيانات المكانية عن السكان - استنادًا إلى الشكلين 5 و7 - يستنتج التقرير أن نحو 1.2 مليار شخص يعيشون في مناطق يفرض فيها نقص المياه الشديد وندرته تحديًا للزراعة، من تواتر الجفاف الشديد الارتفاع في الأراضي الزراعية والمراعي البعلية أو إجهاد مائي شديد في المناطق المروية. ومن بين الـ 1.2 مليار هؤلاء، يعيش أكثر بقليل من نصفهم - أي 660 مليون - في مراكز حضرية صغيرة محاطة بمناطق زراعية، ويعيش الـ 520 مليون الآخرين في المناطق الريفية³. وذلك يعني أن واحدًا من كل ستة أشخاص على سطح الأرض يواجه نقصًا حادًا وندرة في المياه للأغراض الزراعية، مع نسبة تناهز 15 في المائة من سكان الريف المعرضين للخطر³.

ومن بين الـ 1.2 مليار شخص، يعيش حوالي 520 مليونًا في جنوب آسيا، حيث يعيش في بلدان مثل

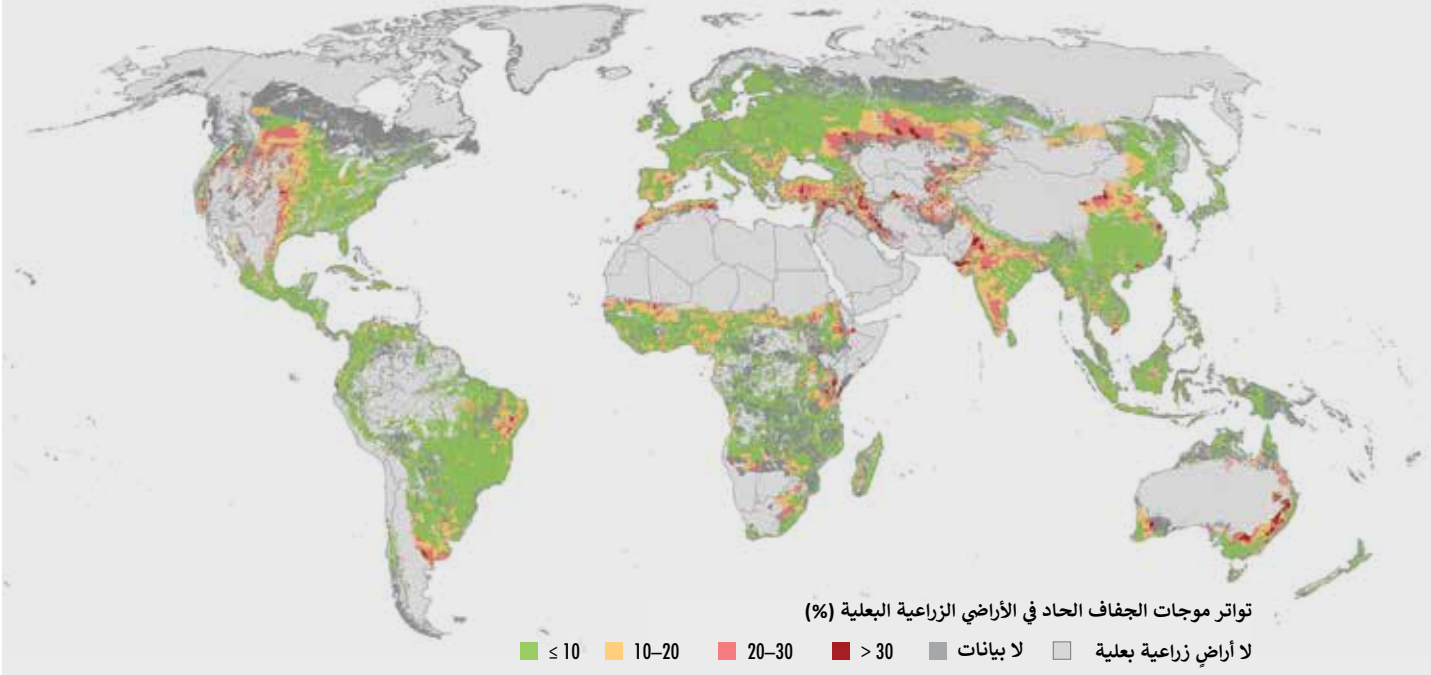
و في ما خص المؤشر 4-6-2 لأهداف التنمية المستدامة على مستوى البلدان والأحواض، انظر الشكلين 3-4 وألف-4 في الملحق الإحصائي.

ز يُحسب العدد التجمعي بحساب السكان في كل 10 كيلومترات × 10 كيلومترات وحدة بكسل ممن يفيدون عن إنتاج في الأراضي الزراعية أو المراعي. وبالنظر إلى حجم وحدة البكسل، أدرجت المراكز الحضرية الصغيرة، بالإضافة إلى المناطق شبه الحضرية التي تمارس الزراعة. ومن ثم فليس جميع السكان المشمولين هم سكان ريفيون.

ح للاطلاع على التفاصيل القطرية لعدد سكان المناطق الزراعية الذين يعانون من قيود حادة على المياه، أنظر الجدول ألف-1 في المرفق الإحصائي.

الشكل 5

التواتر التاريخي لموجات الجفاف في الأراضي الزراعية البعلية، الفترة 1984-2018



ملاحظات: توضح الخريطة تواتر تأثير أكثر من 30 في المائة من الأراضي الزراعية (حيث تشغل مناطق زراعة المحاصيل 5 في المائة على الأقل من مساحة وحدات البكسل) بالجفاف الشديد على نحو ما يلي: منخفض - حين يبلغ احتمال تأثير الجفاف الشديد على الأراضي الزراعية ما يعادل أو يقل عن 10 في المائة؛ ومتوسط حين يتراوح بين 10 و20 في المائة؛ ومرتفع حين يتراوح بين 20 و30 في المائة، ومرتفع جدًا حين يتخطى 30 في المائة. ويشمل المؤشر موسمين من مواسم زراعة المحاصيل، تدمج باختيار قيمة الجفاف العليا من بين القيمتين. وعند وجود موسم واحد فقط، تُستخدم القيمة المنفردة عوضًا عن ذلك. يُقصد بعبارة «لا توجد بيانات» وحدات البكسل التي لا تتاح بشأنها بيانات عن مستوى الجفاف ولكن مع وجود أراضي زراعية بعلية، بحسب منظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية، 2020.¹

المصدر: شرح أعدته منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى بيانات المنظمة، 2019؛ ومنظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية، 2020.¹

يعاني من حالات متكررة من الجفاف الشديد، وأن أكثر من 60 في المائة من المزارع المروية يعاني من إجهاد مائي مرتفع. ويعاني أكثر من 62 مليون هكتار من المزارع والمراعي من الإجهاد المائي المرتفع إلى المرتفع جدًا ومن تواتر الجفاف كذلك، ما يؤثر على نحو 300 مليون شخص.

تغير القيود المفروضة على المياه داخل الأقاليم وفي ما بينها

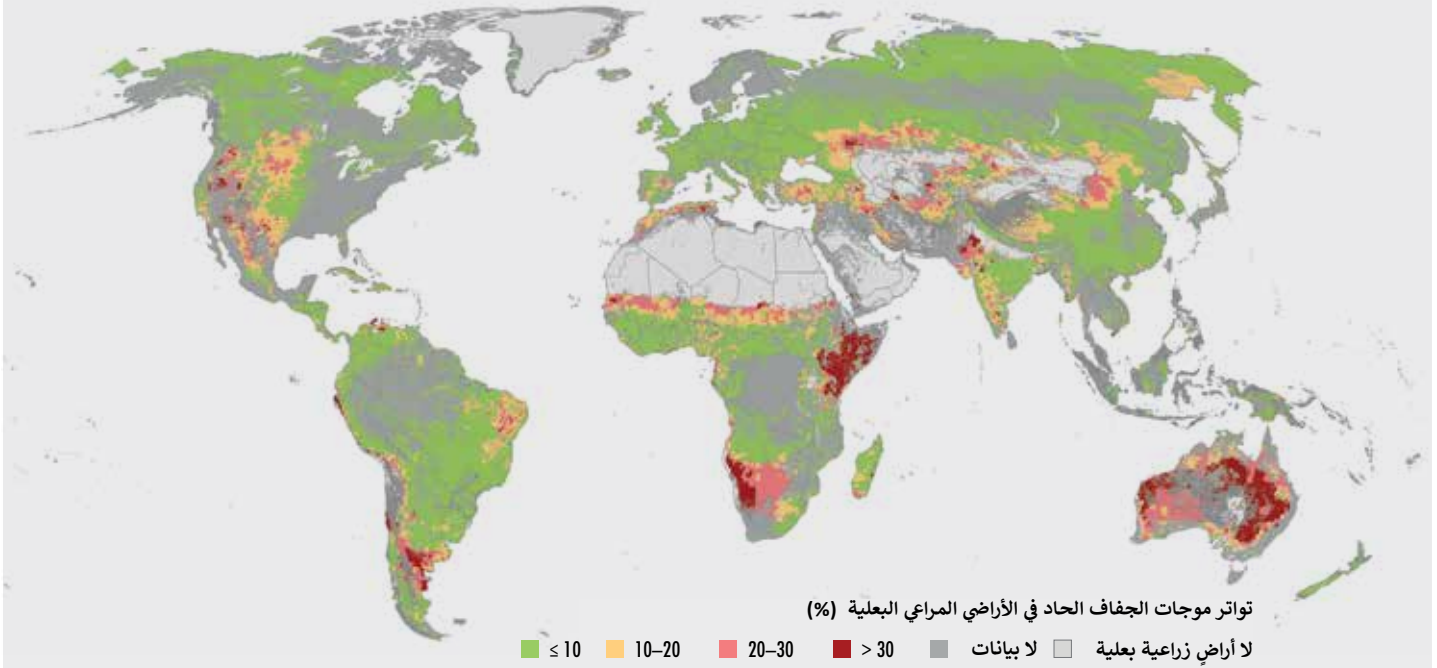
يبرز طيف الألوان الواسع في الأشكال من 5 إلى 7 داخل البلدان وفي ما بينها الحاجة إلى استخدام قاعدة للبيانات المكانية من أجل قياس القيود المفروضة على المياه. ويوضح ذلك الاختلافات على المستوى دون القطري، والمعلومات التي قد تحجبها التقييمات على المستوى الوطني بالرغم من كونها معلومات أساسية لتحديد المناطق

الجغرافية أن حالات الجفاف وفتراته، وتقلبات تساقط الأمطار، والظروف المناخية القسوى، تؤثر فعلاً على الهجرة، لا سيما من خلال آثارها على الإنتاجية الزراعية. 5 ومن شأن الهجرة النظامية والاعتيادية أن تساهم في التنمية الاقتصادية وفي تعزيز سبل العيش. ولكنها يمكن أن تسبب اختلالات خلال الأزمات. ويمكن لهجرة الذكور الخارجية أن تزيد العبء المنزلي على النساء، مع تحول المسؤوليات في المسكن، حيث تتكبد المرأة أعباء إضافية مثل رعاية الماشية.⁶

وفي ما يتعلق بالهكتارات المتأثرة، فإن 128 مليون هكتار من الأراضي الزراعية و656 مليون هكتار من المراعي يعاني من الجفاف المتكرر، في حين يتعرض 171 مليون هكتار من المزارع المروية لإجهاد مائي مرتفع أو مرتفع جدًا. وهذا يعني أن نحو 11 في المائة من المزارع البعلية و14 في المائة من المراعي

الشكل 6

التواتر التاريخي لموجات الجفاف في المراعي البعلية، الفترة 1984-2018



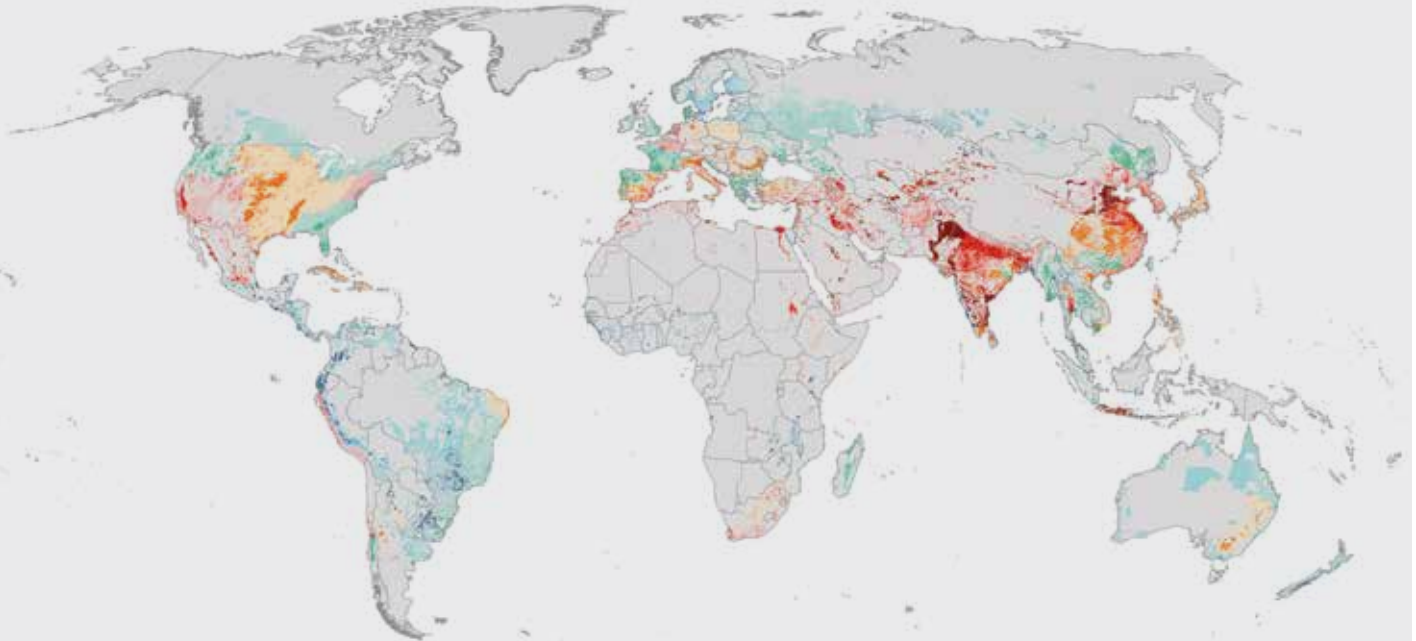
ملاحظات: يُقصد بالمراعي المناطق المصنفة على أنها مروج و غابات، (وفقاً لمنظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية. 2020)¹ والذي يشمل بدوره المروج، والمناطق المكسوة بالشجيرات، والنباتات العشبية (بحسب Latham وآخرين، 2014).⁸ وقد يكون مجموع مساحة المرعى في وحدة بكسل واحدة أصغر من حجم البكسل. توضح الخريطة تواتر تأثير أكثر من 30 في المائة من المروج بالجفاف الشديد على نحو ما يلي: منخفض حين يساوي احتمال تأثير الجفاف الشديد على المرعى أقل من نسبة 10 في المائة؛ ومتوسط - حين يتراوح من 10 إلى 20 في المائة؛ ومرتفع حين يتراوح من 20 إلى 30 في المائة، ومرتفع جداً حين يتخطى 30 في المائة أو أكثر. ويشمل المؤشر موسمين من مواسم زراعة المحاصيل، تُدمج باختيار قيمة الجفاف العليا من بين القيمتين. وعند وجود موسم واحد فقط، تُستخدم القيمة المنفردة عوضاً عن ذلك. يُقصد بعبارة «لا توجد بيانات» وحدات البكسل التي لا تتاح بشأنها بيانات عن مستوى الجفاف ولكن مع وجود المرعى. ويستند تواتر الجفاف التاريخي الشديد إلى سلسلة الأوقات بأكملها (1984-2018). المصدر: شرح أعدته منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى بيانات المنظمة. 2019.⁷ منظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية. 2020.¹

وتُلاحظ في منطقة ما نفسها مستويات منفصلة من الإجهاد المائي وتباينات في تواتر الجفاف - الذي يعتمد على طبقة الخريطة المستخدمة (أراضي زراعية أو مراعي) - وهو ما يؤكد ضرورة وجود مؤشرات متعددة ونظم إنتاجية مميزة. وبينما تفيد معظم بلدان منطقة الساحل عن عدم وجود إجهاد مائي، فإن الشكلين 5 و 6 يشيران إلى احتمال متوسط إلى مرتفع لحدوث جفاف حاد هناك. وتعيش معظم المجتمعات الضعيفة في مناطق معرّضة للجفاف وهي شديدة الاعتماد على الزراعة لتأمين سبل عيشها وأمنها الغذائي وتغذيتها. وإن السكان الذين يعتمدون على الإنتاج الحيواني ضعفاء بصفة خاصة، لأن تجديد القطعان التي تنفق بفعل الجفاف يستغرق وقتاً طويلاً.¹² ويسبب الجفاف ما يقارب 90 في المائة من مجموع الضرر والضياع الذي يصيب الماشية.¹³

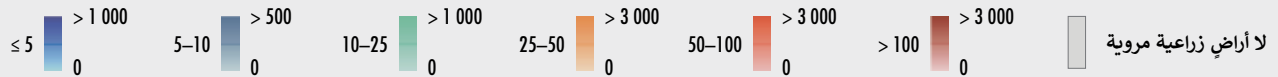
الشديدة التأثير والتدخلات الأنسب لها. وتلك هي حالة بعض بلدان الأنديز (الأرجنتين وبوليفيا [دولة-المتعددة القوميات] وشيلي وبيرو) والممر الجاف في أمريكا الوسطى (السلفادور وغواتيمالا وهندوراس ونيكاراغوا). ومع أن مستوى الإجهاد المائي الوطني منخفض جداً في بيرو (نحو 1 في المائة)،⁹ فإن الشكل 7 يبيّن الإجهاد المائي الشديد في المناطق الساحلية للمحيط الهادئ، حيث ينخفض الجريان السطحي انخفاضاً شديداً. وهذه هي أيضاً المناطق التي يقطنها معظم السكان ويحدث فيها النشاط الاقتصادي (مما في ذلك الري والتنمية القائمة على الموارد المعدنية)،⁹ الأمر الذي يجعل متوسط تقدير الإجهاد المائي غير ذي أهمية في المعلومات الداعمة للسياسات. وللإطلاع على البيانات القطرية بشأن المناطق المعرّضة للجفاف أو الإجهاد المائي لمختلف النظم الإنتاجية، أنظر الجدولين ألف-1 وألف-2 في المرفق الإحصائي.

الشكل 7

مؤشر هدف التنمية المستدامة 6-4-2: حجم الإجهاد المائي في المناطق المروية، عام 2015



نطاق (هكتار) الأراضي الزراعية المروية بحسب مؤشر هدف التنمية المستدامة 6-4-2 المتمثل في حجم الإجهاد المائي



ملاحظات: يوضح التدرج الملون نطاق الأراضي الزراعية المروية لكل وحدة بكسل، وتمثل الألوان الداكنة وجود عدد أكبر من الهكتارات المروية في كل 10 كيلومترات × 10 كيلومترات وحدة بكسل. ويعرّف مؤشر أهداف التنمية المستدامة 6-4-2 بأنه النسبة بين مجموع المياه العذبة التي تسحبها جميع القطاعات (الزراعية والصناعية والبلدية) ومجموع موارد المياه العذبة المتجددة، بعد مراعاة متطلبات التدفق البيئي. ويقاس المؤشر 2-4-6 مستوى الإجهاد المائي على نحو ما يلي: لا وجود للإجهاد المائي حين تبلغ نسبة المياه التي تسحبها جميع القطاعات بالنسبة إلى الموارد المائية المتاحة 25 في المائة أو أقل؛ ومتوسط حين يتراوح من 25 إلى 50 في المائة؛ ومرتفع حين يتراوح من 50 إلى 100 في المائة؛ ومرتفع جدًا حين يتخطى نسبة 100 في المائة. ويشير مستوى الإجهاد المائي إلى عام 2015. ولزائد من المعلومات عن بنية المؤشر ومنهجيته، أنظر منظمة الأغذية والزراعة (2018).⁹

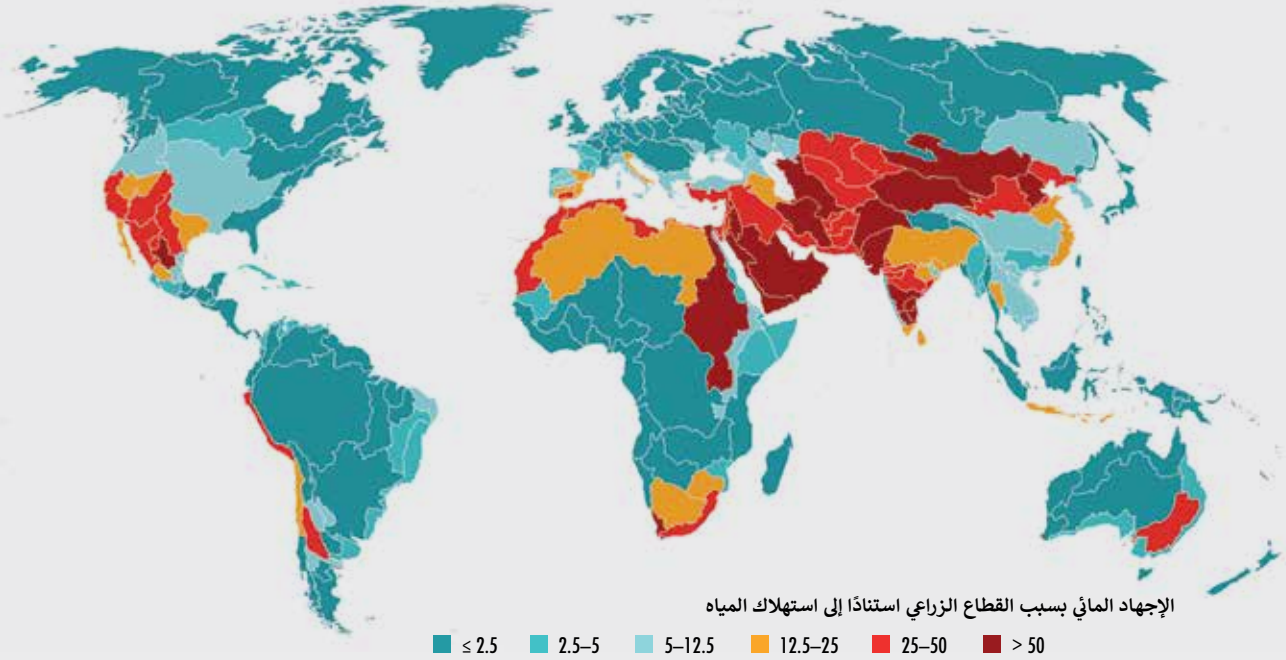
المصدر: شرح أعدته منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى بيانات المنظمة. 7:2020 منظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية. 2020.¹

ويؤدي ذلك إلى انخفاض كمية المياه السطحية المتوفرة. وفي أفريقيا، حيث يعتمد نحو 80 في المائة من النظم الإنتاجية المروية على المياه السطحية،¹⁵ يتعين على الطبقات الجوفية الحاملة للمياه أداء وظيفة الاحتياطي الأولي في وجه الجفاف. وبغية تكوين صورة أشمل للتحديات المائية التي تواجه هذه البلدان، لا بد من تناول مسألتي الإجهاد المائي وتواتر الجفاف التاريخي معًا، لاكتساب فهم أفضل. ■

ويرجح أيضًا أن يؤثر احتمال حدوث الجفاف الشديد على المناطق المروية، وذلك بسبب تناقص إمدادات المياه ونوعيتها. ففي طاجيكستان، أثرت حالة الجفاف الشديد التي شهدتها البلاد في عام 2011 على الزراعة المروية، مع انخفاض مستوى المياه انخفاضًا حادًا في خزان نوريك. ونتيجة لانخفاض سقوط الأمطار، انخفض إنتاج محاصيل القمح والشعير والأرز في المناطق المروية بنسبة 75 في المائة على الأقل بالمقارنة مع السنوات السابقة.¹⁴ ويزداد أيضًا ضعف نظم الري التي تعتمد على موارد المياه المفتوحة (الأنهار والبحيرات والخزانات) تجاه الجفاف،

الشكل 8

مساهمة القطاع الزراعي في حجم الإجهاد المائي بحسب الحوض، عام 2015



ملاحظات: مساهمة الزراعة في الإجهاد المائي هو النسبة بين المياه العذبة التي تستهلكها الزراعة ومجموع موارد المياه العذبة المتجددة، بعد مراعاة متطلبات التدفق البيئي. ويقاس المؤشر مساهمة الزراعة في الإجهاد المائي على صعيد الحوض كما يلي: لا وجود للإجهاد المائي حين تكون نسبة سحب المياه للأغراض الزراعية مساوية أو أقل من 12.5 في المائة؛ ومتوسط حين يتراوح من 12.5 إلى 25 في المائة؛ ومرتفع حين يتراوح من 25 إلى 50 في المائة؛ ومرتفع جدًا حين يتخطى نسبة 50 في المائة. يشير مستوى الإجهاد المائي إلى عام 2015. المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2020.¹¹

المعرضة لتواتر الجفاف المرتفع أو المرتفع جدًا أو الإجهاد المائي، على التوالي، في بلدان مختارة. وهناك نقاط قطع في 33 في المائة لكلا المؤشرين تتيح بيان مغزى خطورة التحدي في هذين البعدين. مع ذلك فإن المسألة الأهم هي موضع ظهور البلدان على امتداد السلسلة.

تواجه البلدان في الربع الأول (أعلى اليمين) في الشكل 9 تحديًا مزدوجًا في ارتفاع تواتر الجفاف الشديد والإجهاد المائي. ومن بين البلدان المختارة، يواجه 11 بلدًا هذه الحالة، جميعها في شمال أفريقيا وآسيا. وفي تسعة منها، يعاني 100 في المائة من أراضيها المرورية من إجهاد مائي مرتفع أو مرتفع جدًا. ويتعين في جميع هذه البلدان إجراء حسابات سليمة للمياه (انظر مسرد المصطلحات)، وتخصيص واضح، واعتماد تكنولوجيات حديثة، والتحول إلى إنتاج محاصيل

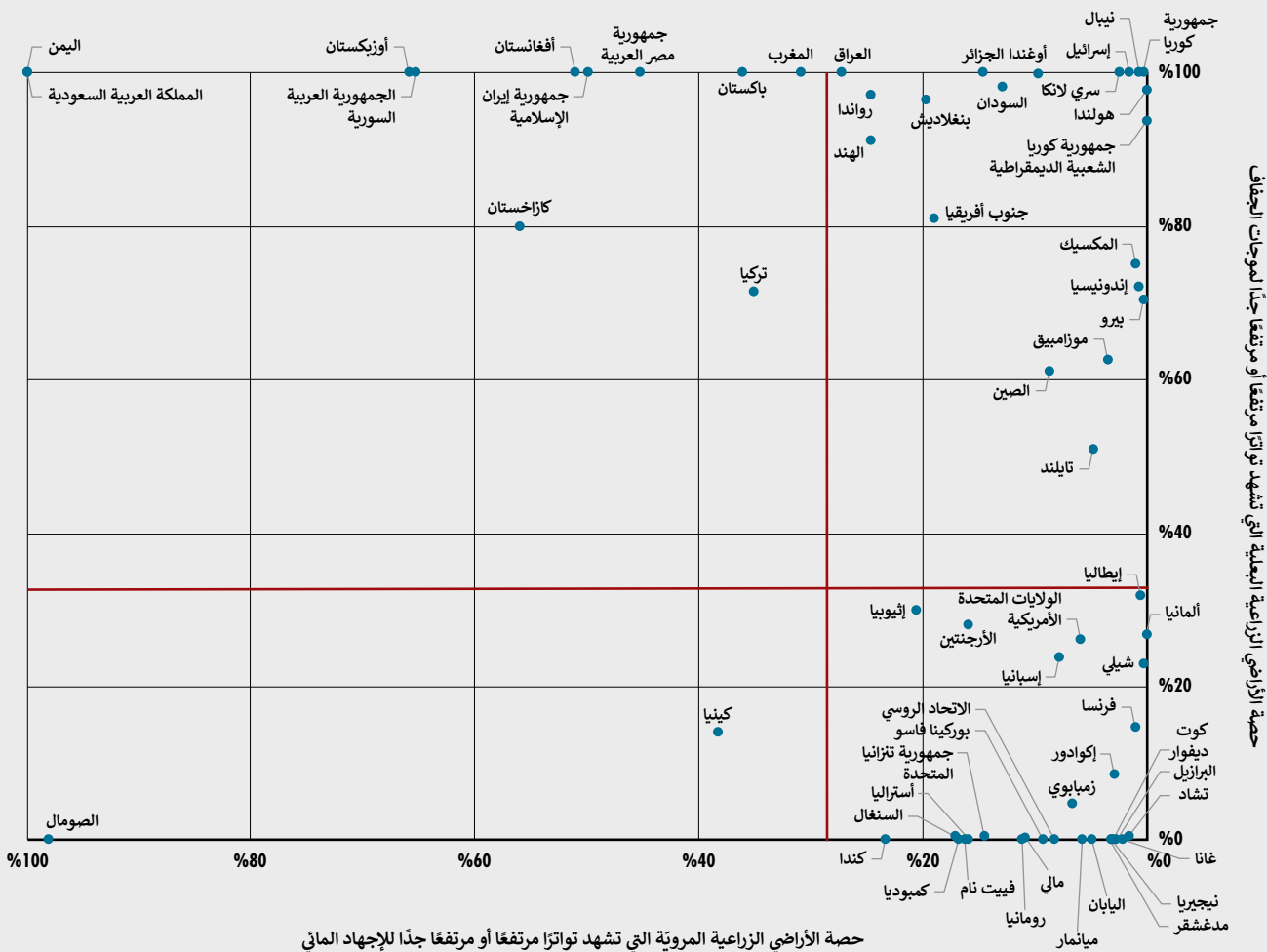
نقص المياه وندرتها في سياقات متغيرة

التصدي للتحديات المائية المتعددة - تحديد الملامح القطرية

يجمع الشكل 9 بين خصائص القطاع الزراعي في البلد والتحديات المائية ذات الصلة، ويعرض الملامح القطرية لتحديد القيود المفروضة على المياه لكل بلد واستبانة الحلول الملائمة. ويوضح الشكل حصة الأراضي الزراعية البعلية والمرورية

الشكل 9

موضع بلدان مختارة استناداً إلى حصة الأراضي الزراعية البعلية والمروية التي تشهد تواتراً مرتفعاً إلى مرتفعاً جداً لموجات الجفاف أو الإجهاد المائي على التوالي



ملاحظات: اختيرت البلدان على أساس عدد السكان (أكثر من 12 مليون شخص). واستثنت البلدان التي تتعرض نسبة صفر إلى 1 في المائة من أراضيها الزراعية إلى قيود مائية مرتفعة أو مرتفعة جداً (أي أنغولا، والكاميرون، وكولومبيا، وجمهورية الكونغو الديمقراطية، وغواتيمالا، وغينيا، وملاوي، وماليزيا، والنيجر، والفلبين، وبولندا، وأوكرانيا، والمملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية، وفنزويلا [جمهورية-البوليفارية]، وزامبيا). ولا يتناول الشكل سوى الهكترات التي يتوفر بشأنها مستوى تواتر الجفاف التاريخي أو الإجهاد المائي. ويمثل المحور الأفقي حصة البلد من الأراضي الزراعية البعلية حيث يكون احتمال الجفاف الشديد مرتفعاً أو مرتفعاً جداً (أي أكثر من 20 في المائة). ويمثل المحور العمودي حصة البلد من الأراضي الزراعية المروية التي يرحح أن تتعرض لإجهاد مائي مرتفع أو مرتفع جداً (أي أن مستوى سحب المياه يزيد عن 50 في المائة من المياه العذبة المتجددة). واتخذ مستوى 0.33، أو 33 في المائة، كحد العتبة الفاصل بين البلدان التي يتعرض ثلث أراضيها الزراعية لارتفاع مرتفع أو مرتفع جداً لحدوث الجفاف الشديد أو الإجهاد المائي. ويشير مستوى الإجهاد المائي إلى عام 2015،¹⁰ ويستند تواتر الجفاف التاريخي إلى السلسلة الزمنية بأكملها (1984-2018).⁷ وتستند تفاصيل الإحصاءات العالمية لنظم الإنتاج الزراعي إلى مجموعة بيانات أعدت في عام 2010 استناداً إلى نموذج تخصيص الإنتاج المكاني الذي وضعه المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية.¹⁷ المصدر: شرح أعدته منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى بيانات المنظمة. 2020؛¹⁰ منظمة الأغذية والزراعة. 2019؛⁷ منظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية. 2020؛¹ المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية. 2019.¹⁷

أو مرتفعة جدًا على المياه. وفي جنوب أفريقيا، على الرغم من تعرّض المساحات المروية لإجهاد أكبر نسبيًا (الشكل 9)، فمن حيث الهكتارات، تعرّض المساحات البعلية لضعف خطر الجفاف الذي تعرّض له المساحات المروية التي تعاني من الإجهاد المائي. وبالتالي لا بدّ عند شرح الشكل 9 من النظر إلى النظام الإنتاجي قيد البحث وحسب - أي الأراضي المروية أو البعلية - سواء أكانت واسعة أو صغيرة المساحة.

كما يشير الشكل 10 إلى أن القيود المائية لا تتحكم وحدها بأولويات السياسات القطرية. ففي فييت نام، تمثل الأراضي البعلية مجمل الأراضي الزراعية المتأثرة، مع أن ثلث مجموع الأراضي الزراعية يتألف من أراضٍ مروية. وتؤدي الزراعة المروية دورًا بالغ الأهمية في التنمية الاجتماعية والاقتصادية في البلاد من أجل الحد من الفقر وتحقيق الأمن الغذائي والتغذية، والمساواة بين الجنسين في المناطق الريفية، وتعزيز الأنماط الزراعية والبيئة. ولهذه الأسباب استثمرت فييت نام خلال العقود الأخيرة في بناء بنى تحتية جديدة وإنعاش نظم الري القائمة.¹⁸

وجود اختلاف كبير في نظم الإنتاج الزراعي

يحدد الشكل 9 التحديات المائية التي تواجه الأراضي الزراعية البعلية والمروية في البلدان. ومن المنطقي أن يتم النظر في الاختلافات القائمة بين الإنتاج البعلي والمروي لأن ذلك يحدد الأنشطة الزراعية وقرارات الاستثمار التي يتخذها المزارعون. والمزارعون في المناطق البعلية يعتمدون تمام الاعتماد على كمية الأمطار ومواعيدها ويتعين عليهم اتخاذ القرارات الإنتاجية في بداية كل موسم، استنادًا إلى توقعاتهم. إلا أن المزارعين الذين يتيسر لهم الري هم أكثر تحكمًا في حجم المياه ومواعيدها الري. وفي البيئات المروية، تتألف العوامل المحددة المهمة لنجاح إنتاج المحاصيل من نقص الحصول على الري، واختلاف الحقوق في المياه، وتدفقات الجداول السنوية، وإنتاجية الخزانات الجوفية، وتنافس الطلبات على المياه.^{19,20} وبالمقارنة مع المناطق البعلية، يغلب أن تقتزن الأراضي المروية (وإن لم يكن دائمًا) بإنتاجية أعلى (الإطار 6).²¹⁻²³ ولهذا السبب، يكثّر إجراء تحليل منفصل للبيئات المروية والبعلية عند تقييم النظم المائية المعرضة للخطر.²⁴

وهناك حتى في داخل البيئات المروية والبعلية اختلافات في النظم الإنتاجية وعلى امتداد التكنولوجيات من الإنتاج المروي كليًا إلى الإنتاج

« أقل طلبًا للمياه مع خفض مستوى الري، بالإضافة إلى الاستثمار وتعزيز إمدادات المياه، بوسائل كالتحلية مثلًا.

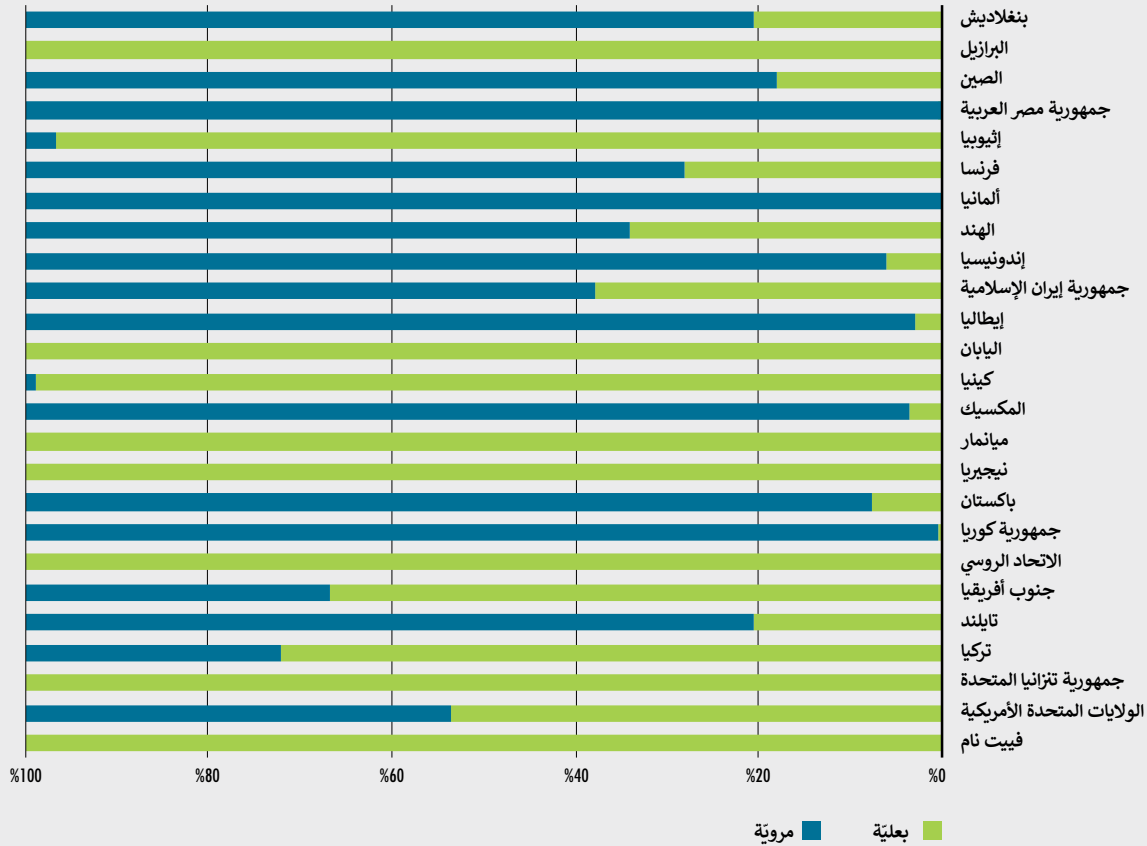
وقد تتاح خيارات أخرى للبلدان التي لا تواجه تحدي الجفاف والإجهاد المائي المزدوج. ويفيد الكثير من البلدان عن حدوث حالات قليلة نسبيًا من الجفاف الشديد ولكن مع إجهاد مائي مرتفع (الربع الأعلى إلى اليسار). وربما فضل واضعو السياسات تحويل تحت المجر من الإنتاج المروي إلى المحافظة على المياه - بما في ذلك طرق إنتاج محاصيل تقتصد استخدام المياه، وتغيير مواعيد الزرع أو الأصناف المزروعة - أو الاستثمار في المصادر غير التقليدية مثل المياه المحلاة. وتستلزم هذه الطرق إزالة الحواجز وإيجاد بيئة تمكينية من خلال التشريع والتنظيم من أجل تيسير التمويل لتوسيع التنفيذ (يناقش الفصلان 4 و5 ذلك بتفصيل أكبر). وفي البلدان التي تضم كمية صغيرة من الأراضي الزراعية التي تعاني من الجفاف الشديد والإجهاد المائي (الربع الأسفل إلى اليسار)، يجوز أن تشكل التحديات المائية شاغلًا، ولكن يرجح أن يكون ذلك على المستوى دون القطري. وفي البلدان التي يقل فيها الحصول على الري مع وجود قسم صغير من الأراضي الزراعية المروية قد يشار إلى وجود إجهاد مائي منخفض، ولكن ذلك لا يعني أن المياه ليست نادرة فيها. وهي قادرة على توسيع الري إما بواسطة الهياكل الأساسية لاستخلاص المزيد من المياه السطحية والجوفية، أو بالاستفادة من الأمطار (من خلال نظم الحصاد مثلًا، أو السدود الصغيرة، والخزانات، وغيرها). وما زالت تنمية توفير المياه الزراعية للري في أفريقيا منخفضة نسبيًا، على الرغم من الإمكانية المجدية لتوسيع المناطق المروية. ويمكن تنمية 1.4 ملايين هكتار على الأقل باستخدام السدود الكائنة أو المخطط لإنشائها لتوليد الطاقة الكهرومائية، وسيكون 5.4 ملايين هكتار على الأقل مجددًا للري على النطاق الصغير.¹⁶ وذلك متوقف على التمويل ومصادر الطاقة والأسعار وتوفر العمالة (أنظر الفصل الثالث).

وثمة ملاحظة عامة منبثقة عن الشكل 9 وهي أن الإجهاد المائي المرتفع يشكل، من حيث حصة الهكتارات المتأثرة، مسألة تخص عددًا من البلدان يفوق عدد البلدان التي تشهد الكثير من حالات الجفاف الشديد. إلا أن مساحة الأراضي الزراعية البعلية في الكثير من البلدان تفوق مساحة المناطق المروية. وبالتالي، فحتى تعرّض نسبة صغيرة من المساحة البعلية لخطر الجفاف يمكن أن يتحوّل إلى ملايين الهكتارات. ويقارن الشكل 10 حصة الأراضي الزراعية البعلية والمروية المعرضة لفرض قيود مرتفعة

ط أنظر، على سبيل المثال، منظمة الأغذية والزراعة وEarthscan. 2011. ²⁴

الشكل 10

حصة الأراضي الزراعية التي تعاني من قيود متصلة بالمياه بحسب نظم الإنتاج في بلدان مختارة



ملاحظات: اختيرت البلدان على أساس عدد السكان (أكثر من 50 مليون شخص). وأخذت الهكتارات ذات تواتر الجفاف المرتفع أو المرتفع جدًا (للأراضي الزراعية البعلية) والإجهاد المائي المرتفع أو المرتفع جدًا (للأراضي الزراعية المروية) وحدها في الاعتبار. المصدر: شرح أعدته منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى بيانات المنظمة. 10:2020 منظمة الأغذية والزراعة. 2019؛ 17 منظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية. 2020؛ 1 المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية. 2019. 17

وتشكل هذه الاختلافات محددات هامة لنجاح الإنتاج ويرجع أن تزداد أهميتها مع تزايد نقص المياه وندرتها. ولا بد من التمييز بين نظم الإنتاج المنفصلة، التي قد تتأثر بشكل مختلف وقد تتباين قدراتها في التصدي للقيود المفروضة على المياه. ويميز هذا التقرير بين ثلاثة نظم محددة وفقًا لإمدادات المياه ومدخلات المزارعين، استنادًا إلى مجموعة بيانات نموذج تخصيص الإنتاج المكاني (SPAM) الذي وضعه المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية: (1) الإنتاج المروي للمحاصيل؛ (2) والإنتاج البعلي للمحاصيل العالي المدخلات؛ (3) والإنتاج البعلي

البعلي كليًا.²⁵ وبينما يمارس بعض المزارعين إدارة مياه الأمطار من أجل تحسين الإنتاج - كالتحويل، والتجميع، والتخزين، أو إعادة استخدام الأمطار عوضًا عن مجرد إتاحة تدفقها من دون تدخل - قد لا يقوم مزارعون آخرون بذلك. والمزارعون الذين يروون حقولهم لا يتبعون الأسلوب نفسه في ذلك، فبعضهم يروي بتواتر أكبر وبشكل أكثر مما يقوم به غيرهم. ويجوز أن يستخدموا تقنيات مختلفة وأن يستخلصوا المياه من مصادر متنوعة، ما يؤثر على نوعيتها.²⁶ (أنظر «تحت المجهر»: الزراعة وتلوث المياه وتملحها، الصفحة 44).

الإطار 6

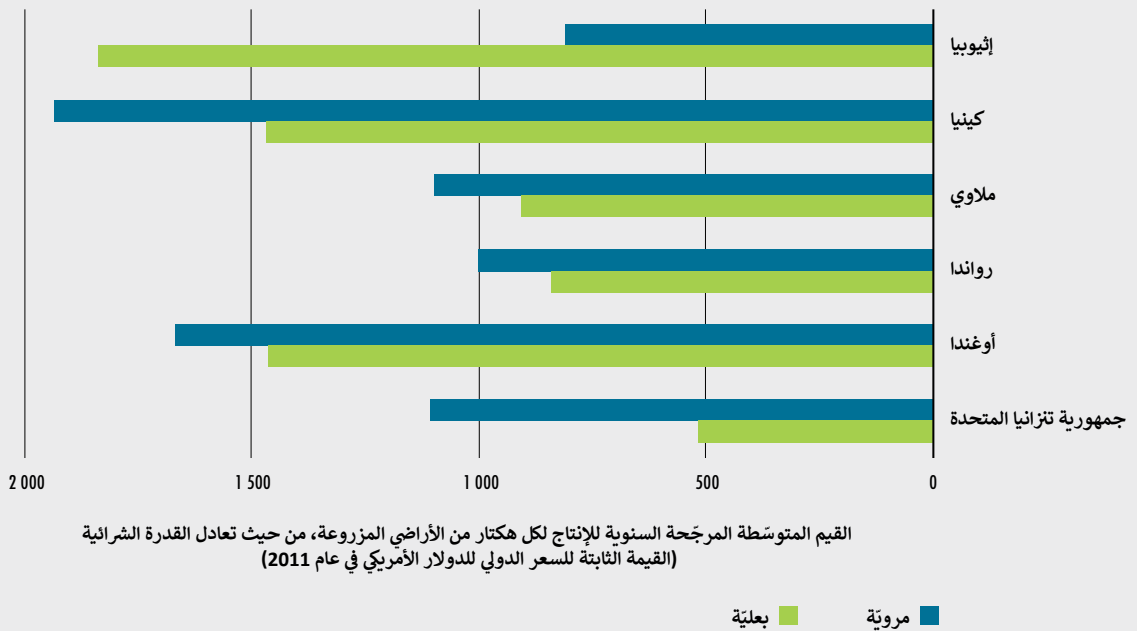
إنتاجية الأراضي الزراعية المروية والبعلية في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى

ومن بين البلدان الستة، تفيد إثيوبيا عن أدنى نسبة مئوية للأسر المعيشية التي تستخدم الري (9 في المائة)، بعد أوغندا وجمهورية تنزانيا المتحدة. وتعتمد نصف المساحة المروية تقريباً في إثيوبيا على أشكال الري التقليدية ولا يستخدم سوى القليل منها نظم التكنولوجيا المتطورة، مثل أجهزة الري بالرش والري الدقيق.³² ومن شأن زراعة محاصيل مختلطة أن تساعد على تفسير ارتفاع إنتاجية الزراعة البعلية. وفي إثيوبيا يغلب الاعتماد على الأمطار في زراعة المحاصيل المرتفعة القيمة مثل البن، والبذور الزيتية، والبقوليات،³³ في حين يغلب ري المحاصيل الصناعية مثل قصب السكر، والقطن، والنباتات المثمرة.^{32،33} وينتج كلا النظامين الخضار والحبوب؛ ولكن زراعة حشيشة الحب الحشية - وهي بلا شك أهم محاصيل الحبوب في إثيوبيا - تعتمد على الأمطار بشكل سائد وهي أكثر قيمة من زراعة الحبوب الأخرى.³⁴ ويُستدل من هذه النتائج أن الري وحده لا يحدد ارتفاع الإنتاجية، ووفقاً لمستوى المدخلات الأخرى (بما فيها تنوع المحاصيل وخدمات الري)، فإن الري قد يشكل فائدة هامشية فقط على الزراعة البعلية.

الإنتاجية الزراعية هي مسألة معقدة لأن النواتج تعتمد على مجموعة من المدخلات المختلفة، بما فيها الأراضي، والعمالة، والأسمدة، والمواد الكيميائية، والري. وتبرز دراسة حديثة للبنك الدولي كيف يؤدي الري، كما هو متوقع، إلى خفض التقلب العام للنواتج الزراعية، ما يعزز كثافة الزراعة ويشجع على زراعة المحاصيل العالية القيمة.²⁸ ويمثل الري مصدرًا مهمًا لنمو النواتج الزراعية على الصعيد العالمي.^{28،29}

وينظر هذا الإطار في الاختلافات في إنتاجية الأراضي - أي قيمة الإنتاج الزراعي لكل هكتار من الأراضي المزروعة* - بين الزراعة المروية والزراعة البعلية باستخدام بيانات استقصاءات الأسر المعيشية في المناطق الريفية من إثيوبيا، وكينيا، وملاوي، ورواندا، وأوغندا، وجمهورية تنزانيا المتحدة، بين عامي 2004 و2014. وكما هو متوقع، فإن المناطق المروية أكثر إنتاجية (أنظر الشكل في هذا الإطار)، باستثناء الأراضي في إثيوبيا.

القيم الخاصة بإنتاجية الأراضي في الزراعة المروية والبعلية، 2004-2014



* لا تشكل قيم الإنتاج الزراعي تكاليف الإنتاج الصافية ويجوز أن تُستمد من مصادر مختلفة، مثل مبيعات المحاصيل، والمحاصيل التي يحتفظ بها لأجل توفير البذور. وكتنبيه عام، لا تميل استقصاءات الأسر المعيشية إلى تقدير حصة المزارع المتوسطة والكبيرة الحجم ومساهمتها على أكمل وجه.^{31،30} ملاحظات: تم احتساب التقديرات الخاصة بأوغندا كمتوسط لنتائج استقصاءات الأعوام 2010 و2011 و2014. أما بالنسبة إلى ملاوي، فقد استندت هذه التقديرات إلى استقصاءات الأعوام 2004 و2011 و2013. واستندت تقديرات جمهورية تنزانيا المتحدة إلى استقصاءات الأعوام 2009 و2011 و2013. فيما استُخدم استقصاء واحد لإثيوبيا (2014) وكينيا (2005) ورواندا (2014).

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2020.³⁵

نظرة لها وراء نظم إنتاج نموذج تخصيص الإنتاج المكاني المختلفة

من خلال طرح المساحات المروية من المساحات المخصبة.²⁷ ويستند تخصيص الأراضي الزراعية بين الإنتاج البعلي المنخفض المدخلات وإنتاج الكفاف إلى رأي الخبراء ومعايير ملاءمة المحاصيل، ولا يستند إلى استخدام المدخلات الفعلي. وبالتالي، فضل هذا التقرير دمج بيانات الإنتاج البعلي المنخفض المدخلات مع بيانات إنتاج الكفاف.

وتفترض هذه المنهجية أن معظم النظم المروية، إن لم يكن جميعها، تطبق مدخلات حديثة وإدارة متطورة، حتى من دون بيانات مساندة. ومراجعة استخدام المدخلات الزراعية الحديثة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، وجد Barrett و Sheahan (2017) أن المزارعين قلما يطبقون ممارسات زراعية متضافرة، كالدمج بين استخدام الري، والبذور المحسنة، والأسمدة غير العضوية.³⁸ ويقر مشروع المناطق الزراعية الإيكولوجية العالمية أيضاً بأنه يجوز تطبيق مستويات مختلفة من المدخلات والإدارة في ظروف الري.³⁶ ولهذا الإقرار أهمية من أجل تجنب تصنيف النظم المروية باعتبارها نظم إنتاج عالية المدخلات، واكتشاف التدخلات التي تعزز الري الفعال والمنتج بالإضافة إلى حماية المياه وإدارتها المستدامة. زد على أن تطبيق مدخلات حديثة لا يعني تلقائياً إنتاجية أعلى، لأن تحريف السياسات قد يؤدي إلى اختيار محاصيل دون المستوى الأفضل واستخدام غير فعال للموارد، ولا سيما المياه.

والقيد الآخر لمجموعة البيانات هذه هو أنها تصنف الأراضي الزراعية كأراضٍ بعلية أو مروية، في حين تنظر مزارع مختلفة إلى إدارة المياه عبر مجموعة تتباين من الإدارة البعلية الصرفة إلى المروية الصرفة.²⁶ ويوجد بينهما مزارعون يطبقون الري الإضافي في قسم من الحقل، بينما يروي الآخرون أراضيهم بشكل متكرر.²⁵ وعلى الرغم من هذه القيود، تتيح مجموعة البيانات هذه تقدير المساحة المزروعة في إطار كل نظام إنتاجي لعينة كبيرة من البلدان. ومن ثم يمكن استخدامها كوسيلة لتحديد مستويات التنمية الزراعية في مختلف المناطق.

استناداً إلى مشروع المناطق الزراعية الإيكولوجية العالمية التابع لمنظمة الأغذية والزراعة وأعمال المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية،³⁶ تميّز مجموعة بيانات المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية مجموعة بيانات نموذج تخصيص الإنتاج المكاني بين أربعة نظم إنتاج، بناء على إمدادات المياه والمدخلات التي يستخدمها المزارعون:

- ◀ يشير الإنتاج المروي إلى المساحة المزروعة ذات التحكم الكامل أو الجزئي بالري، والتي تستخدم مدخلات حديثة مثل الأنواع الحديثة، والأسمدة، والإدارة المتطورة مثل المحافظة على التربة والمياه.
 - ◀ يستخدم الإنتاج البعلي العالي المدخلات أنواعاً عالية الغلة وبعض الجر الحيواني والميكنة. وتستخدم هذه البيئات عادة الأسمدة مع مكافحة الآفات والأمراض والأعشاب الضارة كيميائياً. ويُباع معظم الإنتاج في الأسواق التجارية.
 - ◀ يستخدم الإنتاج البعلي المنخفض المدخلات الأنواع التقليدية وتخلو الفلاحة البدوية بشكل رئيسي من (أو تعتمد قليلاً على) استخدام المغذيات أو المواد الكيميائية في مكافحة الآفات والأمراض. ويكون الإنتاج بالدرجة الأولى، ولكن ليس كلياً، لغرض الاستهلاك الشخصي.
 - ◀ يشير إنتاج الكفاف البعلي إلى الإنتاج المنخفض المدخلات الذي يقوم به صغار المزارعين لاستخدامهم الشخصي. وتغطي هذه الفئة المزارعين الذين يحتاجون إلى الزراعة من أجل البقاء ولا تتاح لهم مدخلات كافية أو ملائمة لظروف الأراضي الزراعية.
- ويستند تخصيص الأراضي الزراعية المروية إلى الخريطة العالمية للمساحات المروية (النسخة 0.5)، التي وضعتها منظمة الأغذية والزراعة وجامعة فرانكفورت.³⁷ ويستند التقاسم بين الإنتاج البعلي المرتفع المدخلات والإنتاج البعلي المنخفض المدخلات إلى افتراضات عامة للبلدان المنفردة والمحاصيل، واستخدمت الأسمدة كوسيلة للاستخدام العالي المدخلات. وعندما كانت المناطق الزراعية المروية المخصبة وغير المخصبة معروفة، تم تقدير حصة الأراضي الزراعية البعلية العالية المدخلات

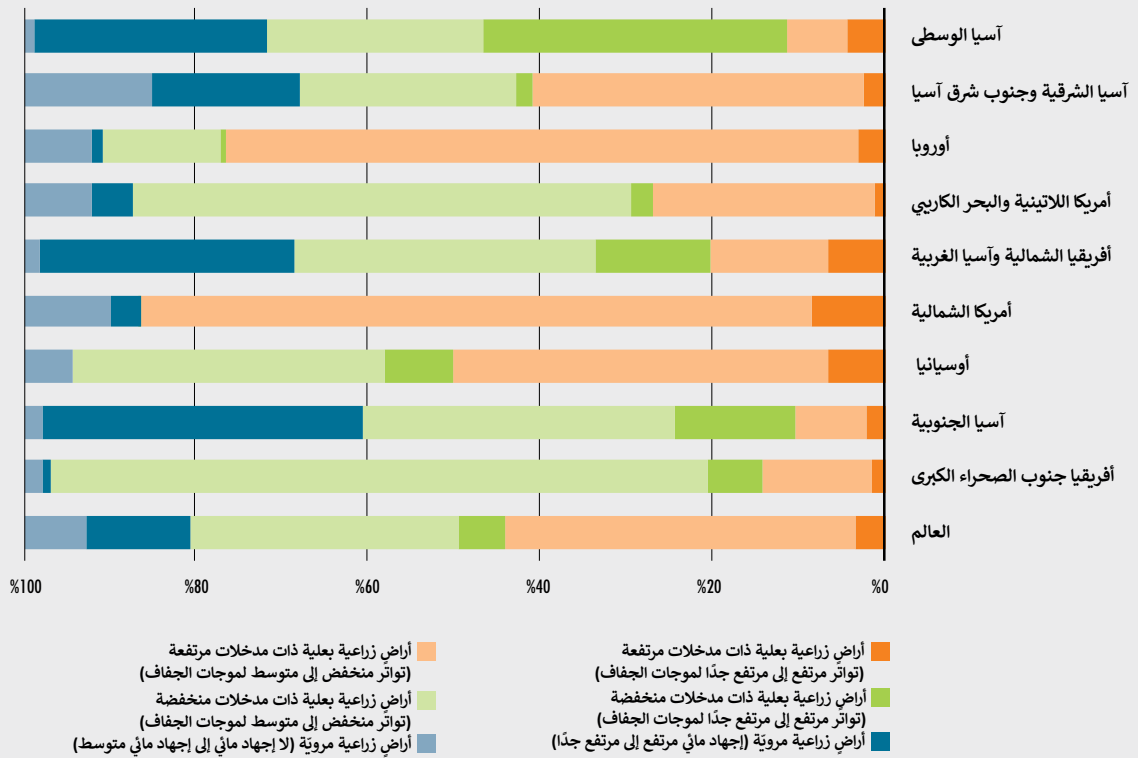
القيود المفروضة على المياه. وفي البلدان ذات المدخلات العالية من الأراضي البعلية والإنتاج المروي، تتوفر للمزارعين إمكانية أكبر للوصول إلى المدخلات والهيكل الأساسية الحديثة، مما في ذلك الري، ويمكن للمحاصيل تحمّل درجات حرارة أعلى وهي تدرّ غلات أكبر وتؤمّن مزيداً من الاستقرار.^{28,24} وبالاستناد

« للمحاصيل المنخفض المدخلات.²⁷ وللإطلاع على مناقشة مستفيضة حول منهجية نموذج تخصيص الإنتاج المكاني، أنظر الإطار 7.

تعتبر نظم الإنتاج المختلفة مؤشراً على مستوى التنمية الزراعية في البلد وعلى قدرته على معالجة

الشكل 11

حصة الأراضي الزراعية بحسب نظم الإنتاج ومستوى النقص والشح في المياه، بحسب الإقليم



ملاحظات: يشير تواتر الجفاف المرتفع إلى الشديد الارتفاع إلى احتمال حدوث جفاف شديد تزيد نسبته عن 20 في المائة، يؤثر على أكثر من 30 في المائة من الأراضي الزراعية. ويشير الإجهاد المائي المرتفع أو المرتفع جداً إلى سحب المياه الإجمالي الذي يزيد عن 50 في المائة من المياه العذبة المتجددة. وأخذت هكسارات الأراضي الزراعية التي تتوفر بشأنها مستويات تواتر الجفاف والإجهاد المائي وحدها في الاعتبار. ويشير مستوى الإجهاد المائي إلى عام 2015،¹⁰ ويستند تواتر الجفاف التاريخي إلى السلسلة الزمنية بأكملها (1984-2018).⁷ وتستند الإحصاءات العالمية لنظم الإنتاج الزراعي إلى مجموعة بيانات نموذج تخصيص الإنتاج المكاني الذي وضعه المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية في عام 2010.¹⁷ تشمل أوسيانيا كلا من أستراليا ونيوزيلندا.

المصدر: شرح أعدته منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى بيانات المنظمة. 2020؛¹⁰ منظمة الأغذية والزراعة. 2019.⁷ منظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية. 2020؛¹ والمعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية. 2019.¹⁷

شمال أفريقيا وغرب آسيا إلى تحديات مماثلة في كلا البلدين، وتواجه النظم الزراعية المروية ظروف الإجهاد المائي في جميع المناطق الآسيوية دون الإقليمية.

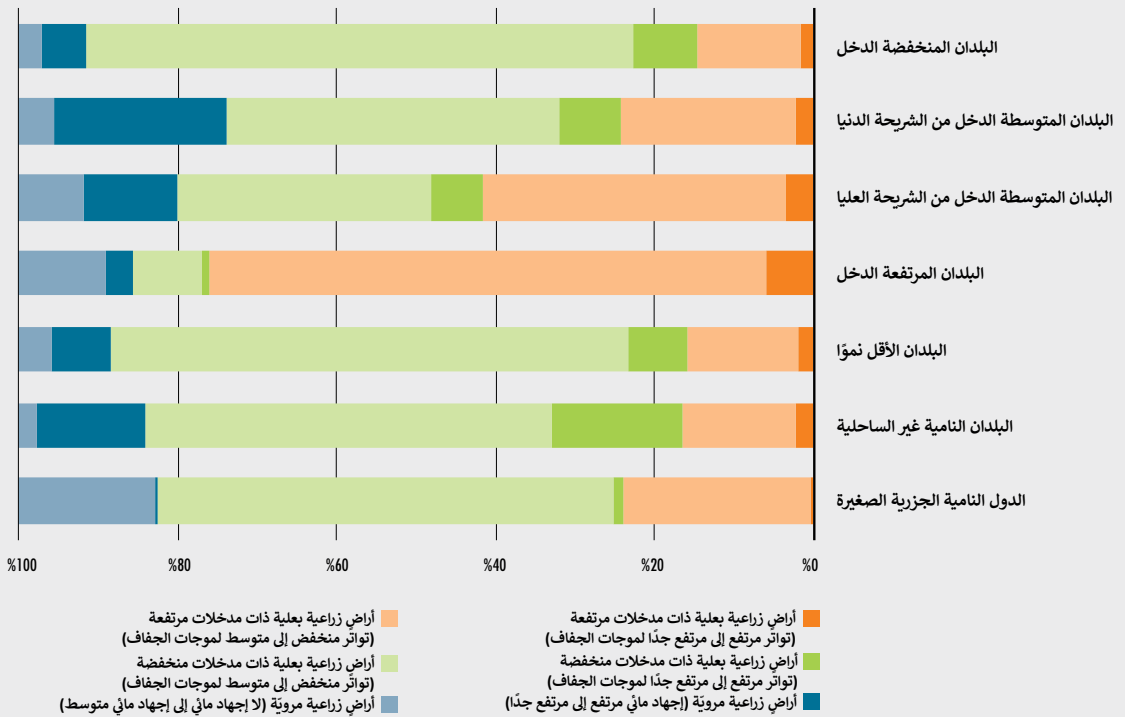
وهناك في البلدان المرتفعة الدخل، كبلدان أوروبا وأمريكا الشمالية، مساحات واسعة من الأراضي الزراعية البعلية ذات الإنتاج العالي المدخلات. ومناخ تلك البلدان معتدل وهي تنفق أعلى قدر من النفقات العامة على البحث والتطوير الزراعي والاستثمار كحصة من الناتج المحلي الإجمالي.³⁹ والزراعة أيضاً في هذه البلدان هي زراعة كثيفة رأس المال وعالية الكفاءة.³⁹ وفي المقابل، فإنه في

إلى الشكلين 5 و 7، يعرض الشكلان 11 و 12 الحصة النسبية لكل نظام إنتاجي وحالات نقص المياه وندرتهما في كل إقليم من أقاليم العالم، وفتات الدخل وتصنيف البلد. وتشير الخطوط الملونة إلى مستوى نقص المياه أو ندرتها في كل نظام.

وتباين النظم الإنتاجية ونوع ومدى نقص المياه وندرتهما تبايناً واسعاً عبر الأقاليم المختلفة (الشكل 11). وتبرز آسيا الوسطى على أنها الإقليم الذي يواجه جفافاً زراعياً متكرراً في أكثر من نصف أراضيها الزراعية البعلية القليلة المدخلات، وتعاني جميع مساحاتها المروية تقريباً من إجهاد مائي مرتفع أو مرتفع جداً. ويتعرض إقليما

الشكل 12

حصة الأراضي الزراعية بحسب نظم الإنتاج ومستوى النقص والشح في المياه، بحسب مستوى الدخل ومجموعات البلدان



ملاحظات: يشير تواتر الجفاف المرتفع إلى الشديد الارتفاع إلى احتمال حدوث جفاف حاد (أكثر من 20 في المائة)، مما يؤثر على أكثر من 30 في المائة من الأراضي الزراعية. ويشير الإجهاد المائي المرتفع أو المرتفع جداً إلى السحب الإجمالي للمياه الذي يزيد عن 50 في المائة من المياه العذبة المتجددة. وأخذت هكتارات الأراضي الزراعية التي تتوفر بشأنها مستويات تواتر الجفاف والإجهاد المائي وحدها في الاعتبار. ويشير مستوى الإجهاد المائي إلى عام 2015،¹⁰ ويستند تواتر الجفاف التاريخي إلى السلسلة الزمنية بأكملها (1984-2018).⁷ وتستند الإحصاءات العالمية لنظم الإنتاج الزراعي إلى مجموعة بيانات نموذج تخصيص الإنتاج المكاني الذي وضعه المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية في عام 2010.¹⁷ وتشير بيانات الدخل إلى قائمة البنك الدولي بشأن الاقتصادات.⁵⁸ وتشير فئات البيانات القطرية إلى الرموز الموحدة للبلدان والمناطق لأغراض الاستخدام الإحصائي الصادرة عن الأمم المتحدة.⁵⁹

المصدر: شرح أعدته منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى بيانات المنظمة. 2020؛¹⁰ منظمة الأغذية والزراعة، 2019؛⁷ منظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية. 2020. ¹ المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية. 2019؛¹⁷ الأمم المتحدة. 1998؛⁵⁹ والبنك الدولي. 2017.⁶⁰

هذه التحديات، فإن قسماً صغيراً نسبياً من الأراضي الزراعية البعلية في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى يعاني من حالات الجفاف المتكررة.

ولا تعاني جميع البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل من الشريحة الدنيا من نقص في قدرتها على الحصول على الري والمدخلات الحديثة (الشكل 12). على سبيل المثال، تستخدم بلدان جنوب آسيا مدخلات حديثة، وتروي 40 في المائة من أراضيها الزراعية على الرغم من انخفاض مستوى التنمية في الكثير منها. وتعاني معظم

أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، تتألف أكثر من 80 في المائة من الأراضي الزراعية من أراضي زراعية ذات مستويات منخفضة من المدخلات، في حين أن 3 في المائة فقط من الأراضي مروية أو مجهز بمعدات الري. وتنفخ كثافة رأس المال والبحوث فيها أكثر بكثير عن مستواها في البلدان المرتفعة الدخل.³⁹ ويوجد المزارعون - وخصوصاً النساء منهم - صعوبة في الحصول على معدات الري، واستخدام الآلات، والبذور المحسنة والأسمدة، وأو أنهم يفتقرون إلى المهارات والتكنولوجيا اللازمة لضمان المحافظة على المياه في التربة. ورغم

الجزائر والمكسيك والمغرب، يمكن تحقيق وفورات عالية جدًا للمياه من خلال التجارة.⁴²⁻⁴⁴ وتوصلت دراسة حديثة أخرى إلى أن البلدان التي يرتفع فيها الناتج المحلي الإجمالي للفرد الواحد أفضل قدرة على تخفيف الإجهاد المائي من خلال استيراد الغذاء.⁴⁶

ويتيح Yano وآخرون (2016) تحليلًا عالميًا لمعرفة ما إذا كانت أنماط تجارة الأغذية الدولية في منطقة ما تخفف أو تساهم في تخفيف ندرة المياه.⁴⁷ ووجد الباحثون أن منطقة جنوب آسيا هي مستورد صافي للمياه الافتراضية، فصادراتها من المنتجات الغذائية تستخدم قدرًا أكبر من المياه النادرة من تلك المستخدمة في إنتاج وارداتها من الأغذية. وهي لا تستخدم مواردها المائية استخدامًا مستدامًا في التجارة الدولية، ما يفاقم ندرة المياه. وتمثل أمريكا الجنوبية مصدرًا صافيًا للمياه الافتراضية، فهي تنتج منتجات غذائية بواسطة موارد مائية وفيرة، ما يدل على أن أنماط تجارتها الدولية لا تساهم في ندرة المياه. وتشمل المناطق التي تخفف ندرة المياه عن طريق التجارة الدولية بعضًا من مناطق آسيا، وشمال أفريقيا وشرقها، وغرب أفريقيا، وأمريكا الوسطى. ويبين Dalin وآخرون (2018) أن نحو 11 في المائة من المياه الجوفية غير المتجددة المستخدمة في الري يندمج ضمناً في تجارة الأغذية الدولية، ويصدر ثلثها من الهند وباكستان والولايات المتحدة الأمريكية.⁴⁸ ويتعرض بعض البلدان مثل الصين، وإيران (جمهورية - الإسلامية)، والمكسيك، والولايات المتحدة، لمخاطر خاصة لأنها تنتج وتستورد الأغذية المروية من خزانات للمياه الجوفية السريعة الاستنفاد.

المياه الافتراضية هي حجم المياه اللازم لإنتاج منتج غذائي ما، وهو بالتالي مدمج ضمناً في المنتج.⁴¹ وتنطوي تجارة السلع الدولية على عمليات افتراضية لنقل المياه لمسافات طويلة. ومع تزايد التجارة بين الدول والقارات، وتحوّل الأنماط الغذائية نحو المزيد من المنتجات الغذائية الكثيفة الاستخدام للمياه، فإن المياه تستخدم غالبًا لإنتاج السلع المصدّرة. وفي ما يخص المناطق التي تندر فيها المياه، فإن استيراد السلع الكثيفة الاستخدام للمياه، عوضًا عن إنتاجها باستخدام المياه المحلية، يمكن أن يمثل وسيلة فعالة للتغلب على نقص المياه. ويمكن للمياه الافتراضية أن تصبح مصدرًا بديلًا للمياه، شرط أن يتم الحصول على تلك الواردات بطريقة منصفة وشاملة.

ويمكن أن تؤدي تجارة المياه الافتراضية دورًا مهمًا في اقتصاد الموارد العالمية إذا ما حدثت التجارة بين المناطق ذات إنتاجية أعلى معتمدة على المياه والمناطق ذات إنتاجية أدنى. ويبلغ إجمالي «المياه المقتصدة» بواسطة التجارة نحو 5 في المائة من الاستخدام الزراعي العالمي للمياه.^{43,42} ويؤكد Jackson (2014) وآخرون ضرورة عدم الإفراط في تقدير الأثر، وتتسق النتائج التي توصلوا إليها مع حصة التجارة الدولية مقابل الاستهلاك.⁴⁴ كما أجرى Liu وآخرون (2019) استعراضًا شاملاً للدراسات التي تتناول وفورات وخسائر المياه المحققة من تجارة المواد الغذائية، ووجدوا أن الوفورات منخفضة، وهي في الغالب ليست بدافع الندرة.⁴⁵ ومع ذلك، وجد المؤلفون أن تجارة الأغذية العالمية خففت الضغط على المياه العذبة. وبالنسبة إلى بعض البلدان، مثل

فيها مساحات واسعة من الأراضي المروية التي تعاني من الإجهاد المائي وحيث من المرجح استمرار التوسع الحضري، وقد تُمنح أولوية الحصول على إمدادات المياه إلى المدن الآخذة في التوسع والصناعات والسياحة، وسيؤدي ذلك إلى انخفاض كمية المياه المتاحة للزراعة المروية والزراعة في المناطق الحضرية وشبه الحضرية، وبالتالي سيتنافس إنتاج المحاصيل مع الطلب المتنامي من المستخدمين الآخرين على الأراضي والمياه.²⁴ مع احتمال تزايد الاعتماد على الأغذية المستوردة. وبما أن كمًا كبيرًا من المياه المستخدمة في المناطق الحضرية لا يصلح للاستهلاك، فثمة إمكانية كبيرة لإعادة استخدامها في الزراعة بعد معالجتها، خصوصًا في البلدان التي تندر فيها المياه.⁴⁰

المناطق المروية من إجهاد مائي مرتفع وأو مرتفع جدًا. وفي هذه البلدان حيث تندر المياه، يكتسي البحث والتطوير بشأن الإنتاجية المرتبطة بالمياه أهمية خاصة، فضلًا عن استدامة الإنتاج للمحافظة على رطوبة التربة والري الإضافي بهدف التغلب على فترات الجفاف المتزايدة أثناء نمو النباتات. وهناك أيضًا إمكانية لاستحداث تجارة المياه الافتراضية من أجل خفض استخدام الموارد المائية واستنفادها (الإطار 8). وفي البلدان التي تقل فيها الحوافز لزيادة كفاءة الري بغرض اقتصاد المياه، يمكن للسياسات العامة إيجاد تلك الحوافز بوسائل عدة - من بينها تحسين الحصول على خدمات الإرشاد والائتمان والتكنولوجيا. وتمثل إدارة الطلبات المتزايدة أيضًا عنصرًا أساسيًا، لا سيما في البلدان المتوسطة الدخل من الشريحة الدنيا التي توجد

تستخدمها الأسر المعيشية بين 16 و 55 في المائة بحسب الإقليم (بالمقارنة مع المتوسط القطري بنسبة 40 في المائة). وينطبق هذا الانتشار الواسع أيضاً على الأسمدة العضوية، بنسب تتراوح بين 20 و 70 في المائة (60 في المائة على الصعيد الوطني).³⁵ وتوضح مجموعات البيانات أيضاً وجود اختلافات في مستويات المدخلات عبر المناطق وداخلها (أنظر الشكلين ألف-1 وألف-2 في المرفق الإحصائي).

وثمة عوامل متنوعة تفسر تلك الاختلافات، وهي تشمل أسعار المدخلات والنواتج، والوصول إلى الأسواق، والاستثمارات في الهياكل الأساسية، وخدمات الإرشاد الزراعي. وينبغي للسياسات أن تبدأ بدعم المزارعين - من خلال تأمين حيازة المياه والأراضي، والائتمان وخدمات الإرشاد - بغية تقليل المخاطر المتصلة بالمياه. وفي بنغلاديش، ساعد تعزيز حقوق الحيازة، وتحسين الحصول على خدمات الإرشاد الزراعي وعلى الكهرباء في الحد من آثار الجفاف.³⁶ وبما أن تجاهل المسائل الجنسانية وحصول المرأة على الموارد الطبيعية يمثلان إحدى العقبات الرئيسية في التصدي للتحديات المائية، فإن مصرف غرامين في بنغلاديش يمنح قروضاً صغيرة للنساء الفقيرات، لمساعدتهن على اتخاذ القرارات بشأن تخصيص الموارد في ظروف اقتصادية ومناخية متغيرة.³⁷

أثر تغير المناخ

يؤثر النقص الحاد في المياه وندرة المياه على ما يقارب 1.2 مليار شخص في العالم. وسوف تتفاقم هذه المشكلة بفعل تغير المناخ من خلال تزايد الإجهاد المائي وحالات الجفاف المتكررة، ما سيفرض جهداً إضافياً على النظم الزراعية التي يتعين عليها فعلاً مواجهة الطلب المتزايد عليها بسبب النمو السكاني وتغير الأنماط الغذائية. وتتعرض المجتمعات الريفية والحضرية على السواء للخطر الذي يهدد سبل العيش والأمن الغذائي والأغذية. وفقراء الأرياف هم أشد السكان ضعفاً⁶¹ نظراً إلى اعتمادهم الكبير على الموارد الطبيعية، وقدرتهم المحدودة على الصمود والوقاية من المخاطر والصدمات المتعلقة بالمناخ، واختلال توازن القوى في الحصول على الموارد الطبيعية مثل المياه والأراضي.

ولقد درست التقييمات المتعددة النماذج كيف يمكن أن يؤثر تغير المناخ على مخاطر المياه العالمية في المستقبل. وتوصلت إحدى الدراسات إلى أن التغيرات التي يحدثها المناخ في التبخر وسقوط الأمطار والانجراف ستؤدي إلى زيادة بنسبة 40 في

في ما يخص البلدان التي تتشاطر نفس الخصائص والقيود المماثلة في جهودها الإنمائية، ترصد أقل البلدان نمواً للنظم الإنتاجية مخصصات مكافئة تقريباً لما ترصده البلدان المنخفضة الدخل، أي هيمنة كبرى للإنتاج البعلي المنخفض المدخلات وقسم صغير من الأراضي الزراعية المرورية (الشكل 12). وتعاني بالفعل المناطق الأدي رياً من إجهاد مائي مرتفع أو مرتفع جداً. وتعاني من هذا التحدي أيضاً البلدان النامية غير الساحلية، بالإضافة إلى شاغل آخر هو أن قدرًا أكبر من نظمها الزراعية البعلية يعاني من الجفاف، ما يجعلها ضعيفة جداً تجاه آثار تغير المناخ. وتستمد هذه البلدان 95 في المائة من أغذيتها الإجمالية من الإنتاج المحلي،⁴⁹ ويستخدم نحو 70 في المائة من أراضيها الزراعية مستوى أدنى من المدخلات، ما يوضح فرصة وضرورة التحول الزراعي. فعدم القدرة على الانتفاع بالبحار يؤدي إلى زيادة صعوبة وكلفة الوصول إلى التكنولوجيات والأسواق والمعلومات والائتمان.^{50،51}

ومن القواسم المشتركة الأخرى بين الدول الجزرية الصغيرة النامية الظروف الجغرافية والاقتصادية والاجتماعية الفريدة نتيجة عزلتها أو محدودية مواردها الطبيعية. فمساحة أراضيها وبعدها الجغرافي يقيدان إنتاجها الزراعي، مع انخفاض تنوع السلع الزراعية وزيادة الاعتماد على الواردات.^{52،53} وتعتمد هذه البلدان اعتماداً أكبر على الري فضلاً عن المدخلات العالية في البيئات البعلية، ويعود ذلك، إلى حد ما، إلى كون بعض الدول الجزرية الصغيرة النامية تعمل على تحسين الري، واستخلاص المياه الجوفية، وجمع مياه الأمطار.⁵⁴ ولا توجد سوى مسائل قليلة جداً تتعلق بالجفاف المتكرر أو الإجهاد المائي في هذه البلدان، مع ذلك فإن تغير المناخ والاستخدام المفرط للموارد الطبيعية يعرضها لخطر ارتفاع مستوى البحر، والتعرية الساحلية، وقلّة المياه العذبة المتاحة للأغراض الزراعية.⁵² ونتيجة تغير المناخ، من المتوقع انخفاض حجم الأمطار باستمرار في الدول الجزرية الصغيرة النامية في منطقتي البحر الكاريبي والمحيط الهادئ، وهي مشكلة خطيرة بالنسبة إلى استدامة النظم البعلية.⁵⁵

وقد يكون الاختلاف في استخدام المدخلات والري وممارسات الإدارة كبيراً داخل الأقاليم والبلدان، ما يؤثر على قدرة المزارعين على التعامل مع نقص المياه وندرتها. وتستكشف دراسة البنك الدولي لقياس مستويات المعيشة - المسوح الزراعية المتكاملة، الاختلافات في المدخلات واستخدام الري داخل البلدان التي لا تظهر في الإحصاءات الكلية. وفي أثيوبيا، يتراوح حجم المواد الكيميائية التي

حتى دائمة. وفي أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، فإن المرأة التي تعرّضت للجفاف في طفولتها المبكرة تكون في حياتها الراشدة أقل ثراءً بكثير، وأقصر قامة من غيرها من الراشدين مع سنوات أقل من التعليم الرسمي.⁶⁷ ومن دواعي القلق الشديد أن هذه الآثار يمكن أن تنتقل عبر الأجيال، حيث يرجح أن يكون أطفال النساء المتأثرات بالجفاف أقل وزناً عند الولادة. ويؤثر تغيّر المناخ أيضاً على مخاطر الفيضانات. وقد وجد Dankers وآخرون (2014) أن تغيّر المناخ قد تسبب بزيادة في حدوث الفيضانات في أكثر من نصف مساحة الأراضي في العالم.⁶⁸

وعلى الرغم من عدم التيقن الذي يشوب موقع التغيّرات في توافر المياه وحجمها فإنها ستسبب أثراً كبيراً على غلة محاصيل الأراضي البعلية والمروية.⁶⁹ وقد تشمل الآثار المناخية المباشرة على المناطق التي تعتمد على الري اعتماداً كبيراً، تحوّل ما بين 20 مليون هكتار و 60 مليون هكتار من الأراضي الزراعية من الإدارة المروية إلى الإدارة البعلية.⁷⁰ ويمكن للمياه العذبة أن تحسّن هذه الخسارة في مناطق أخرى، ولكن ذلك سيستلزم استثمارات كبرى في البنى التحتية (كالري الإضافي على سبيل المثال). ويمكن اتخاذ المقايضة كتدبير للتكيف مع تغيّر المناخ مع ما يترتب عليه من تفرعات على مستوى السياسات (الإطار 8).⁷¹ ويؤثر تغيّر المناخ أيضاً على النظم الإيكولوجية للمياه العذبة والأسمك والمجموعات السكانية المائية الأخرى ذات القدرة المنخفضة على التصدي والحساسية تجاه الصدمات والتغيّرات الناتجة من تغيّر المناخ.⁷² وبصورة استثنائية، قد تكون آثار تغيّر المناخ مفيدة للمصايد الداخلية (مثل بعض الأنواع السمكية الأصلية والغريبة).

وستصبح إدارة المياه عاملاً رئيسياً في تهيئة الناس والمجتمعات لإجراء تعديلات عبر النظم والقطاعات والنطاقات بهدف تحمّل آثار تغيّر المناخ والتعافي منها وتوقعها.⁷³ ويتعيّن توفير مزيد من المعلومات والبيانات العلمية على المستوى المحلي بهدف إدراجها في القرارات التي يتخذها أصحاب المصلحة المتعددون.⁷⁴ وقد تكون الأدلة على تغيّر المناخ كافية لتحديد النهج أو مستويات الاستثمار.⁶¹ وحيثما يشكل عدم التيقن تحديات على الإجراء المتوقع اتخاذه وعلى موضع الاستثمار، تكون أفضل خيارات إدارة المياه هي خيار السياسات المتينة من النوع الذي «لا يؤسف عليها». وتتمّ هذه السياسات عن أداء مُرضٍ عبر مجموعة من الأوضاع الممكنة في المستقبل، وتعزز صمود الإنتاج الزراعي تجاه الآثار في المستقبل، إلى جانب التدابير المنصّفة والشاملة.⁶¹ ومن بين الأمثلة الجيدة على ذلك التخطيط لحالات الطوارئ بغية التكيف مع حالات الجفاف المتباينة

المائة في عدد السكان الذين يتعين عليهم البقاء على قيد الحياة مع 500 متر مكعب من المياه في السنة، وهو ما يُعتبر ندرة «حادة» في المياه (أنظر الفصل الأول، الصفحة 5).⁶² ووجدت دراسة أخرى أن من 0.8 إلى 3.9 مليارات شخص آخر سيعانون من الإجهاد المائي بحلول عام 2050.⁶³ ووجد المؤلفون أن التعرّض لندرة المياه سوف يزداد بشكل ملحوظ مع ارتفاع في الحرارة بمقدار درجتين مئويتين عما كانت عليه ما قبل العصر الصناعي في أقاليم عديدة (بما في ذلك شمال أفريقيا وشرقها، وشبه الجزيرة العربية وجنوب آسيا)، ليستقر من بعدها عند أربع درجات مئوية. وافترض المؤلفون أنه ما وراء هذا الحد، لن تشهد مناطق أخرى انخفاً مهماً في سقوط الأمطار.

وقد وجد Schewe وآخرون (2014) أنه مع زيادة الاحترار بدرجتين مئويتين مقارنة بالوقت الحاضر،⁶⁴ سينخفض متوسط التصريف السنوي (أي الجريان السطحي المتراكم على امتداد الشبكة النهرية) وستزداد الندرة في عدة مناطق، من بينها حوض البحر الأبيض المتوسط، والشرق الأدنى وأقسام واسعة من أمريكا الجنوبية وأمريكا الشمالية.⁶² وعلى العكس من ذلك، في عالم ترتفع فيه درجات الحرارة، يمكن توقع تزايد المياه التي تستقبلها الهند وشرق أفريقيا والمناطق المرتفعة في النصف الشمالي من الكرة الأرضية. وهناك قدر كبير من عدم التيقن داخل هذه النماذج، حيث يشير بعضها إلى تضاعف الندرة عالمياً في حين تتوقع نماذج أخرى حدوث تغيّر بسيط فحسب. ولا تأخذ النماذج في الاعتبار عامل التوافر والاختلاف بين المياه ما بين السنوات والمواسم. ووجد Funç، Lopes، وNew (2011) تبايناً في آثار تغيّر المناخ بدرجة كبيرة عبر أحواض الأنهار، وقد تكون مواسم الجريان السطحي أكثر وضوحاً في عالم يشهد ارتفاعاً في درجات الحرارة قدره 4 درجات مئوية مقابل درجتين مئويتين.⁶⁴ وحتى مع زيادة متوسط الجريان السطحي السنوي، يمكن أن تصبح المواسم الجافة أكثر إجهاداً.

وسوف يكون لتغيّر المناخ أيضاً دور كبير في نقص المياه. وقد وجدت دراسة حديثة أن 129 بلداً سيعاني من زيادة الجفاف، وذلك بسبب تغيّر المناخ بالدرجة الأولى.⁶⁵ ويرجح أن يتزايد حدوث حالات الجفاف وبحدة أكبر بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين في بعض أنحاء أمريكا الجنوبية، وأوروبا الغربية والوسطى، ووسط أفريقيا، وأستراليا.⁶⁶ ويمكن أن يسبب الجفاف نمواً اقتصادياً سلبياً، وقد تكون عواقبه على التنمية البشرية وتمكين المرأة طويلة الأجل أو

ي يُقصد بعبارة «الوقت الحاضر» متوسط الفترة 1980-2010، حيث بلغت الزيادة نحو 0.7 درجات مئوية على المستوى العالمي عما كان عليه في العمر ما قبل الصناعي.⁶²

الشدة والأمدم. وإذا أُضيفت المرونة إلى ذلك، سيحافظ هذا النهج على قدرة التصدي للأحداث المقبلة، وللتغيرات في الأنماط المناخية والمائية، وسائر المخاطر الأخرى.⁷³ ومع التسليم بأن معظم آثار تغير المناخ قد تؤدي إلى تغير في دورة المياه، ينبغي النظر إلى استراتيجيات الزراعة الذكية مناخياً من منظور مائي- أي إجراءات توجيهية لإعادة توجيه النظم الزراعية من أجل دعم التنمية والأمن الغذائي والتغذية في ظل تغير المناخ. ■

معالجة نقص المياه وندرتها - النطاق الأوسع

أوضح هذا الفصل كيف يعيش نحو سدس سكان العالم في مناطق تعاني من تواتر الجفاف الشديد أو إجهاد مائي مرتفع جداً. وسوف تزداد الاحتياجات للمياه بسبب النمو السكاني والاقتصادي، وتغير النظم الغذائية وتغير المناخ. وبالتالي، لا بد من تكييف سياسات المياه وقطاعاتها، بالإضافة إلى استراتيجيات إدارتها، واستخدام المياه بأساليب من شأنها أن تفي باحتياجات الناس والبيئة اليوم وغداً وما بعدهما. ويشكل ذلك تحدياً مهماً على صعيد الحوكمة ينطوي على فرص ومقايضات مهمة.

وقد لا يكون الحل الأنسب لمزارع أو بلد أو منطقة ما هو الحل نفسه للآخرين، وذلك بالنظر إلى الاختلافات الواسعة في حالة النظم الإنتاجية - البعلية والمروية - وقد تكون التحاليل والتحسينات المقترحة فائقة التحديد. وفي البيئات المروية، يستلزم التصدي لتحدي ندرة المياه كلاً من إدارة العرض، مع تنمية انتقائية واستعمال موارد مائية غير تقليدية (تحلية المياه البحرية، والمياه شبه المالحة وإعادة استخدام مياه الصرف)، وإدارة صارمة للطلب، مع اتخاذ إجراءات لتحقيق الاستفادة المثلى من الإمدادات الكائنة.⁷⁵ وتستلزم إدارة الطلب الإقرار بالقيمة الاقتصادية للمياه مع استرداد التكاليف، على الرغم من شغل إمكانية تيسر التكلفة وتأمين حق الإنسان في المياه والغذاء، لا سيما للفقراء. ويلزم أيضاً معالجة مسألة إمدادات المياه من خلال المحافظة على النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه. وفي النظم البعلية، قد تشكل المحافظة في المزارع لزيادة تسرب المياه وتخزينها في التربة أفضل الخيارات من أجل زيادة توافر المياه والإنتاج الزراعي على مستوى الأسر المعيشية والمجتمعات المحلية، ومن أجل التغلب على الجفاف.⁷⁶

وسيتوقف أنسب مزيج من إدارة العرض والطلب على الظروف المحلية، ولا يرجح أن تشكل مجموعة واحدة من الخيارات الحل الأمثل.⁷⁶ كذلك، لا يشكل خيار محدد ما أمراً مرغوباً به في جميع السياقات. وستتأثر خيارات السياسات والاستراتيجيات ذات الصلة إلى حد بعيد بعناصر مثل مستوى تنمية البلد، والقيود المائية، والحوكمة، والبنى التحتية والاجتماعية والاقتصادية والثقافية.^{77,75} وينظر أصحاب المصلحة المتعددون إلى ندرة المياه بشكل مختلف، وهم ينفذون استراتيجيات مختلفة للتكيف وتخفيف الحدة كدالة على قوتهم وقدراتهم. وثمة شاغل حاسم وهو ضمان التدفقات البيئية، وخدمات النظم الإيكولوجية، والاستخدام الذي لا يؤدي إلى استنفاد المياه العذبة، والذي كثيراً ما يُغفل بسبب نقص التقييم الاقتصادي المناسب.⁷² ويتطلب دعم استراتيجيات إدارة المياه الضرورية وجود بيئة تمكينية شاملة تستند إلى مجموعة من سياسات الدعم المتبادل، وإطاراً قانونياً شاملاً مع حوافز متسقة وتدابير تنظيمية، كتأمين حيازة المياه والأراضي. وهو يعني أيضاً بناء وتعزيز المؤسسات والآليات التي تتجاوز الحدود التقليدية القائمة بين القطاعات.⁷⁵ ويتعين توفير آليات الحوكمة للتنسيق بين القطاعات وتحقيق الاتساق في ما بين السياسات، ويشمل مشاركة مجموعة من المستخدمين وأصحاب المصلحة لتحديد أوجه المقايضة والتآزر، وضمان إدارة الموارد المائية إدارة فعالة ومستدامة ومنصفة. وينبغي أن تشمل استراتيجيات العرض والطلب استراتيجية مالية لتغطية الاستثمار اللازم.

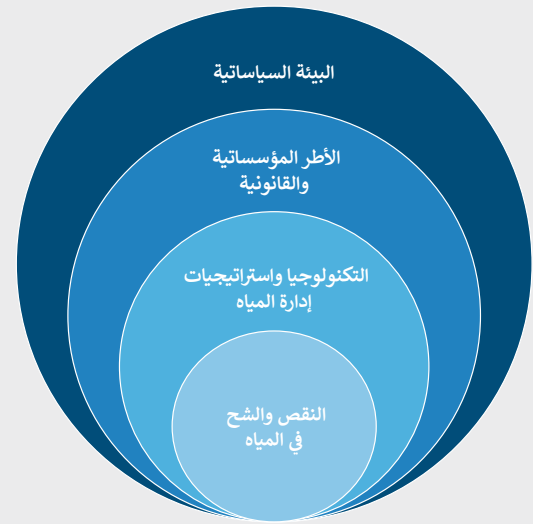
ويوضح الشكل 13 كيفية تدخل هذه الأبعاد. ويتطلب تحدي تزايد نقص المياه وندرتها (الحلقة الأولى بدءاً من أسفل الشكل) إدارة وتكنولوجيا متكاملة بشأن المياه (الحلقة الثانية)، وهي تشمل جملة أمور، من بينها التحلية، ومراقبة التلوث، وزيادة كفاءة استخدام المياه، التي تستند إلى التخطيط التقني والاقتصادات الاستثمارية على الصعيدين التنظيمي والإداري. وتتأثر هذه العناصر بدورها بالإطار المؤسسي والقانوني (الحلقة الثالثة) - التي تشمل الحقوق في المياه، ومنح التراخيص، والتشريعات، والتدابير المحفزة، والبنية المؤسسية - وبيئة سياساتية شاملة (الحلقة الرابعة والأخيرة) - بما في ذلك الخيارات المجتمعية، والألويات، والسياسات القطاعية (كالزراعة والبلديات والصناعة على سبيل المثال) والمقايضات.⁷⁶ ويستعرض الفصل الثالث التكنولوجيات المتاحة واستراتيجيات إدارة المياه المستخدمة في الزراعة (الحلقة الثانية) بغية التكيف مع نقص المياه وندرتها المطردين. ويناقش الفصلان الرابع والخامس بتفصيل أكبر الأبعاد الأخيرة في الحلقتين الثالثة والرابعة. ■

مثل باكستان وسري لانكا في المناطق الجغرافية المتأثرة. وهناك مناطق أخرى متأثرة على نحو غير متناسب أيضًا في آسيا وشمال أفريقيا.

وتعقّب هذا الفصل أيضًا الأبعاد المختلفة لنقص المياه وندرته - أي تكرار حدوث حالات الجفاف والإجهاد المائي - وكيفية تأثيرها على القطاع الزراعي والشرائح الاجتماعية المختلفة، رهناً بمدى اعتمادها على الري أو الأمطار واستخدام مستويات مختلفة من المدخلات. وتتألف أشد التحديات من تواتر الجفاف المرتفع جدًا والإجهاد المائي المرتفع جدًا في الزراعة البعلية والمروية، على التوالي. وتشتد التحديات بصفة خاصة في الزراعة البعلية ذات المدخلات المنخفضة، التي تميل لأن تكون نظام الإنتاج السائد في البلدان المنخفضة الدخل وفي أوساط الفئات الفقيرة والضعيفة. ويرجع أن تُستمد الأغذية الإضافية اللازمة لتلبية الطلب في المستقبل من زيادة إنتاجية الأراضي الكائنة. ومع النمو السكاني والاقتصادي، تتجه الأنماط الاستهلاكية نحو الأغذية الشديدة الاستهلاك للمياه، وتفاقم أثر تغيّر المناخ. وسوف تدعو الحاجة إلى حلول تقنية قابلة للتكيف من أجل تحسين إنتاجية المياه في البيئات البعلية والمروية مع حماية التدفقات البيئية (أنظر الفصل الثالث). وسيستلزم ذلك بدوره اعتماد مؤسسات وحوافز ملائمة (تُعرض في الفصل الرابع). وهناك في بعض الحالات إمكانية تجارة المياه الافتراضية بغية خفض استخدام المياه واستنفاد الموارد المائية. ■

الشكل 13

إدراج الاستجابات للنقص والشح في المياه في السياق السياسي الأوسع



المصدر: شرح أعدته منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى بيانات المنظمة، 2012، الشكل 2.76

الاستنتاجات

بيّن هذا الفصل أن نحو 1.2 مليار شخص يعيشون في مناطق تعاني من مسائل نقص المياه الشديد أو ندرتها في الزراعة، الأمر الذي يعرّض حياتهم وسبل معيشتهم للمخاطر. وتتباين القيود المائية في المكان وعبر الزمن؛ وبعض البلدان والمناطق أكثر ضعفًا من غيرها. ويعيش معظم الأشخاص من بين هؤلاء الـ 1.2 مليارًا في جنوب آسيا، حيث يعيش 80 في المائة تقريبًا من السكان في بلدان

تحت المجهر الزراعة وتلوث المياه وتملحها

تمثل

نوعية المياه عنصرًا بالغ الأهمية بالنسبة إلى أهداف التنمية المستدامة. وهي أساسية لرفاه الإنسان وللإنتاج الزراعي - بما في ذلك الإنتاج الحيواني، والمصايد الداخلية، وتربية الأحياء المائية - والصناعات والبلديات، ولدعم النظم الإيكولوجية للمياه العذبة والخدمات التي توفرها. ويشكل التلوث والملوحة تحديًا عالميًا شهد ارتفاعًا في البلدان المرتفعة والمنخفضة الدخل على السواء، ما أدى إلى تقويض النمو الاقتصادي والاستدامة الاجتماعية والبيئة وصحة مليارات الأشخاص.⁷⁸ وترتبط بين الزراعة ونوعية المياه علاقة وثيقة وثنائية الاتجاه. وقد تفضي الممارسات الزراعية التي لا تدار بأسلوب صحيح إلى زيادة أعباء التلوث (أي المغذيات، والأملاح، والترسبات، والمواد الكيميائية المستخدمة في الزراعة، والعوامل الممرضة) في المياه الجوفية والسطحية. وتشكل الزراعة في الكثير من البلدان المصدر الرئيسي لتلوث المياه. كما يمكن أن تتأثر الزراعة نفسها تأثيرًا شديدًا بسوء نوعية المياه، ما يؤدي إلى زيادة التكاليف وانخفاض الربحية. وبالتالي، فهي قد تكون سبب التلوث وضحيته في آن معًا.

تلوث المياه من الزراعة - السبب

يحدث الضغط الزراعي على المياه نتيجة نظم إنتاج المحاصيل والإنتاج الحيواني وتربية الأحياء المائية. وقد توسعت جميع هذه الممارسات واشتدت كثافة لمواكبة الطلب المتزايد من السكان والنمو الاقتصادي وتغيير الأنماط الغذائية.⁷⁸ وبينما تمثل المحاصيل والماشية مصادر التلوث الرئيسية، فإن

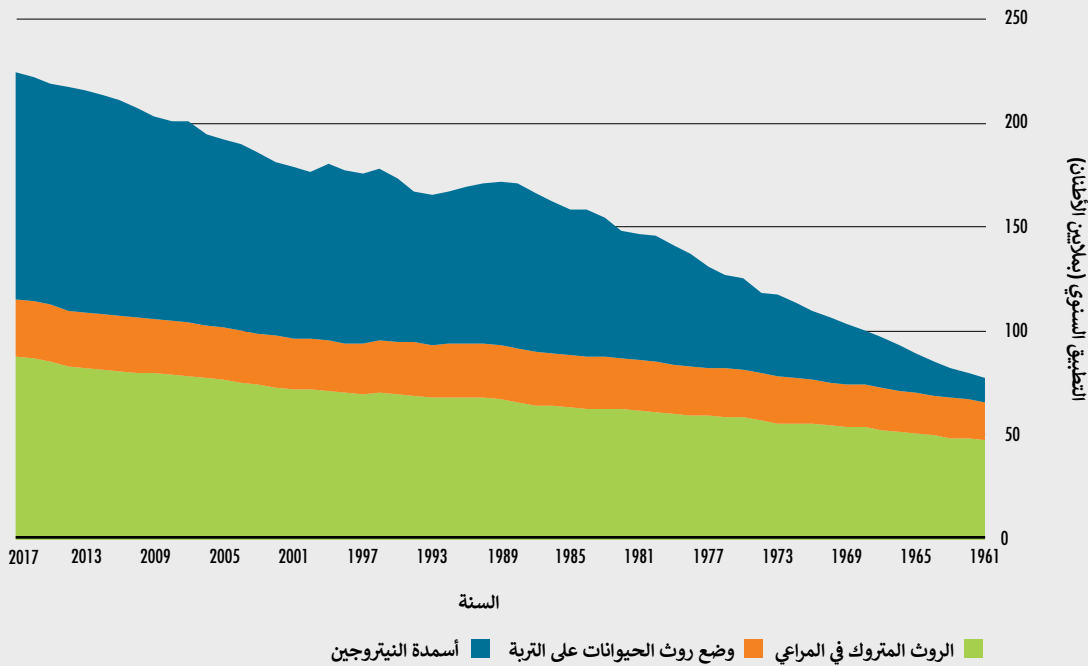
تربية الأحياء المائية تمثل مشكلة هي أيضًا. وعلى سبيل المثال، طبقت شبلي تدابير الأمن البيولوجي في نظم إنتاج السلمون بشكل ثابت، مع ذلك أدى توسع الإنتاج إلى نشوء مسائل صحية وبيئية، من بينها انتشار فيروس فقر الدم السلموني المعدي.⁷⁹ وكرد على ذلك، وضع القطاع أهدافًا طموحة للحد تدريجيًا من استعمال المضادات الحيوية في تربية السلمون، ولاتزال الأبحاث جارية للمساعدة في جعل تربية الأحياء المائية مستدامة على الصعيدين المجتمعي والبيئي. والملوثات الزراعية (نظم الزراعة والتربية الحيوانية وتربية الأحياء المائية) قادرة على الوصول إلى الموارد المائية بطرق متعددة. وتشمل مسارات التلوث النموذجية ما يلي: (1) من محلول التربة إلى التخلل العميق وإعادة ضخ المياه الجوفية؛ (2) ومن الجريان السطحي، ومياه الصرف وفيض الجداول والأنهار ومصباتها؛ (3) ومن تعرية التربة الطبيعية والتعرية بفعل الإنسان إلى الجداول الغنية بالرواسب.⁷⁸ وتتصف ملوثات المياه عادة بكونها ملوثات ثابتة أو غير ثابتة المصدر (مصدر منتشر)، وفقًا لمصدرها والمسار الذي تسلكه للوصول إلى البيئة. وهذه هي وظيفة مهمة لسياسات نوعية المياه وتنظيم التلوث:

◀ ينشأ التلوث الثابت المصدر من عملية زراعية محددة وهو يصب مباشرة في كتل مائية متلقية في مكان منفصل، مثل عمليات الماشية المحجوزة المكثفة. وتشمل الأمثلة الفضلات (الروث ومياه المزابل ومياه الصرف) ومن علف المراتع وغير ذلك من عمليات الماشية المكثفة الواسعة النطاق؛ وتربية الأحياء المائية؛ وصرف مياه الإرواء؛ والتخلص من جثث الحيوانات النافقة.

الجريان السطحي، ما يضر بنوعية المياه.⁸¹ ومن مجموع بلغ 115 مليون طن من الروث الحيواني المصرف في التربة أو المضاف إليها في عام 2017، فقد نحو ثلثه بسبب الارتشاح أو الغسل بواسطة الجريان السطحي.⁸² ويشجع استخدام مواد كيميائية أخرى في الزراعة على نطاق واسع مثل المبيدات، التي تشمل مبيدات الحشرات، ومبيدات الأعشاب، ومبيدات الفطريات، ومنظمات النمو النباتي.⁷⁸ ومنذ عام 1990، ارتفع استخدام المبيدات على الصعيد العالمي بنسبة 80 في المائة؛ ولكنه شهد استقراراً في العقد الماضي.⁸³ وتبلغ المبيدات الموارد المائية من خلال المسارات الرئيسية الخمسة التالية: (1) محمولة في الجريان السطحي؛ (2) والانجراف إلى خارج المنطقة المستهدفة عند الرش؛ (3) والارتشاح من خلال طبقات التربة؛ (4) والتسرب؛ (5) ومحمولة بتعرية التربة.⁸⁴ وقد أتاح استخدام المبيدات توسع الزراعة. ولكن عند استخدامها بطريقة غير مناسبة يمكن أن تلوث المياه بمواد سامة مضرّة للإنسان. ويُعتبر توافر واستخدام الأدوية المضادة

بِنشأ التلوث غير الثابت المصدر (التلوث المنتشر) من مصادر زراعية غير محددة ومتعددة، يصعب قياسها بسبب طبيعتها المنتشرة. وتشمل الأمثلة على هذه المصادر فرش الروث؛ وحركة حبيبات التربة؛ والأسمدة؛ والمبيدات؛ والجراثيم؛ والكائنات الحية الدقيقة والمركبات المضادة للمكروبات بواسطة الارتشاح؛ والجريان السطحي وشبه السطحي من الأراضي الزراعية ونظم الرعي. وتتألف العناصر الزراعية الرئيسية الملوثة للمياه، وأهم العناصر المستهدفة بالمراقبة من المغذيات والمبيدات، والأملاح، والرواسب، والكربون العضوي، والعوامل الممرضة، والمعادن الثقيلة، ومخلفات الأدوية.⁷⁸ وتصدر هذه المواد عادة عن مصادر ومسارات منتشرة.^{80،78} وقد تزايد في العقود الأخيرة بشكل ملحوظ استخدام الأسمدة الكيميائية وروث الحيوانات في توفير المغذيات (النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم) (أنظر الشكل ألف). وحيثما لا يُستخدم فائض النيتروجين والفسفور استخداماً كاملاً في الزراعة، يمكن فقدانهما من خلال

الشكل ألف المدخلات العالمية من المغذيات في التربة الزراعية والمغذيات من روث الحيوانات والأسمدة الاصطناعية، الفترة 1961-2017



ملاحظات: توفر فئتا «الروث المتروك في المراعي» و«الروث المضاف إلى التربة» تقديرات لمدخلات النيتروجين من الروث الحيواني والكميات المفقودة بواسطة الارتشاح والتطاير. وتستثني فئة «الروث المضاف إلى التربة» الروث المتروك في المراعي وتقتصر على الروث المضاف زراعياً بعد معالجته في نظم إدارة السماد الطبيعي. المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2020.⁸³

تحت المجهر
الزراعة وتلوث
المياه والهلوحة

السنگال:
مزارعة ترش محصول
الملقوف بمبيد عضوي.
©FAO/Olivier Asselin



من التربة، مخلّفة معظم الأملاح الذائبة في التربة، ما يفضي إلى ملوحتها في حالة انعدام التصريف. وحيثما تحدث الملوحة، يلزم زيادة الري لشطف الأملاح خارج جذور النباتات الزراعية، ما يقام ندرة المياه.⁹⁰

ويمثل التصريف (الطبيعي أو الاصطناعي) لإزالة المياه السطحية والجوفية الزائدة من الأراضي المرورية معلماً من معالم خطط الري الجيدة التصميم. وهو ييسر المحافظة على ظروف الرطوبة المؤاتية لتحقيق النمو الأمثل للمحاصيل وتجنب التشبع بالمياه، وتقليل السلوك الميكانيكي السيء، ومراقبة ملوحة التربة. ويجب أن تقترن احتياجات الري الإنمائية مع توسيع التصريف والمحافظة، وإعادة تدوير المياه العذبة في المياه المصرفة المعاد استخدامها.⁹¹ ويمكن أن يؤدي استخدام الأسمدة المفرط أيضاً إلى زيادة تركيز الأملاح في مياه الصرف في المناطق المرورية، وفي جريان المياه السطحي والتسرب في المناطق البعيدة.⁷⁸ وبالمقارنة مع المحاصيل المرورية، تُعتبر مساهمة تربية الأحياء المائية والإنتاج الحيواني (باستثناء إنتاج العلف الحيواني) محدودة، مع آثار تقتصر على أماكن محددة حيث يوجد إنتاج مكثف للمنتجات الحيوانية والأحياء المائية.⁷⁸

وتشمل تدابير معالجة ملوحة التربة ارتشاح الأملاح بالري المفرط، واستخدام المواد الكيميائية، وإضافة المواد العضوية، واتخاذ خطوات بيولوجية مثل النباتات المحتملة للأملاح، والأعشاب النجيلية والشجيرات.⁹⁰ وقد أنشأت جمهورية مصر العربية والعراق نظماً لتصريف المياه السطحية والجوفية بغية التحكم في ارتفاع مستويات المياه الجوفية ووقف ملوحة التربة. وتعمل منظمة الأغذية والزراعة، من خلال الخريطة العالمية للملوحة التربة، مع بلدان متعددة من أجل فهم مسببات ملوحة التربة، والمؤثرات، وطرق التصنيف، بهدف إعداد البيانات القطرية اللازمة لوضع خرائط وطنية للملوحة التربة.⁹⁴

آثار تلوث المياه على الزراعة - ضحية

تشكل رداءة نوعية المياه خطراً على الصحة البشرية والبيئية، والإنتاجية الزراعية، والنظم الإيكولوجية المائية. ويمكن أن يؤدي استخدام مياه الصرف غير المأمون في الزراعة إلى تراكم الملوثات الميكروبية والكيميائية في المحاصيل والمنتجات الحيوانية والتربة والموارد المائية، ويفضي في آخر المطاف إلى آثار صحية بالغة الضرر في أوساط المستهلك الأغذية والعمال الزراعيين. ويمكن أن يؤدي أيضاً إلى تفاقم مقاومة مضادات الميكروبات. وقد وجد Okorogbona وآخرون (2018) أن نمو الخضار الزراعية، بما فيها الخيار، يتأثر سلباً

للميكروبات في تربية الحيوانات الأرضية والمائية والإنتاج الزراعي أساسيين أيضاً للصحة والإنتاجية على السواء.⁸⁵ بيد أن مقاومة مضادات الميكروبات - أي عندما تطوّر الأحياء المجهرية (البكتيريا والفطريات والفيروسات والطفيليات) مقاومة لمضادات الميكروبات مثل المضادات الحيوية - هي مسألة تلوث ناشئة، ذات أثر ضار على الأراضي والموارد المائية وبالتالي على التنوع الأحيائي، وصحة الإنسان وسبل العيش.⁸⁶ ويرتبط سنوياً نحو 700000 وفاة بشرية بمقاومة مضادات الميكروبات.⁸⁷ وفي حين يمكن أن تحدث هذه الظاهرة طبيعياً من خلال تكيف الميكروبات مع البيئة، فإنها تتفاقم بفعل استخدام مضادات الميكروبات بإفراط وعلى نحو غير مناسب.⁸⁵ وثمة شاغل خاص هو أن ثلثي النمو المقدر حدوثه في المستقبل في استخدام مضادات الميكروبات يتوقع أن يتم في قطاع الإنتاج الحيواني.⁸⁸ وتهضم عادة الماشية مضادات الميكروبات بشكل جزئي، ويتم بالتالي التخلص منها في البيئة عبر البراز من دون أي تغيير تقريباً.⁸⁹ وتشمل المسارات الرئيسية لوصول مضادات الميكروبات إلى المياه المستخدمة في الزراعة ما يلي: (1) من خلال الصرف المباشر للمياه غير المعالجة (أي من عمليات الإنتاج الحيواني)؛ (2) وبشكل غير مباشر بواسطة الجريان السطحي من الأراضي الزراعية المسمّدة بروث الماشية غير المعالج أو مياه الزبل، أو مناطق الرعي التي تتلقى رواسب روث الماشية بصورة مباشرة.

الملوحة والزراعة

يحدث تأثر التربة بالأملاح في أكثر من 100 بلد ويُقدر نطاقه العالمي بما يقارب مليار هكتار.⁹⁰ ويحدث ذوبان الأملاح المعدنية طبيعياً في المياه بتركيزات مختلفة وفقاً للمصدر (المياه الجوفية مثلاً) والمكان والفترة من السنة.⁹¹ ويمكن أن تسبب الأملاح تدهور نوعية المياه في كتل المياه العذبة، مثل الأراضي الرطبة، والجداول، والبحيرات، والخزانات، ومصبات الأنهار، نتيجة لتنقل الأملاح وتركيزها.⁷⁸ ويمكنها أن تضعف أيضاً نمو النبات لأنها تتراكم في المنطقة الجذرية بحيث لا تعود النباتات الزراعية قادرة على امتصاص كمية كافية من المياه من التربة المالحة.⁹²

ويمثل ملوحة التربة الناتجة عن الزراعة مشكلة رئيسية يمكن حدوثها من خلال عمليات مختلفة كما يلي: (1) استخدام المياه الجوفية المفرط في المناطق الساحلية، ما يسبب نفاذ مياه البحر إلى خزانات المياه الجوفية العذبة؛ (2) والري المفرط الذي يسبب ارتفاع مستويات المياه الجوفية من الخزانات الجوفية الملحية ما يرفع تسرب المياه الجوفية إلى مجاري المياه ومن ثم ملوحتها؛⁷⁸ (3) ومياه الري التي ترتشح من النباتات أو تبخرها

ك للاطلاع على دليل شامل للتصريف وإدارة الملوحة، أنظر Tanji و Kielien 2002.

تحت المجهر الزراعة وتلوث المياه والملوحة

التي تمنع الجريان السطحي، وإصلاح الأراضي الرطبة والتصريف في الحقول؛ (3) وزراعة مناطق عازلة على الضفة تخفض ارتشاح المغذيات في مجاري المياه. وقد اتضحت أيضًا فعالية إصلاح الأراضي الرطبة في تقليل فقدان النيتروجين من الأراضي الزراعية والمياه السطحية،^{98، 101} حيث تمتص النباتات النيتروجين وتحسن التربة الرطبة نزع النيتروجين. كذلك، يمكنها أن تساعد على إصلاح تنوع الأحياء المائية والأنواع الحيوانية والنباتية المقترنة به.

وتمثل الكمية الكبيرة من روث الماشية المنتج على الصعيد العالمي فرصة زراعية واقتصادية أيضًا. وثمة أهمية كبرى لتحسين إنتاجية الماشية والمياه وخصوبة التربة وإدارة المغذيات - أي كمية فرش مغذيات النبات في التربة وموقعه وشكله وتوقيتته.¹⁰² وتوفر الخطوط التوجيهية التي أعدتها الشراكة من أجل تقييم وأداء الثروة الحيوانية على الصعيد البيئي لتقييم تدفق المغذيات وتقييم أثر الإغناء بالمغذيات، وتحمض سلسلة إمدادات الإنتاج الحيواني، إطارًا يمكن تكييفه مع السياقات الوطنية.¹⁰³

وإذا كانت إدارة هذه الممارسات والنظم ضعيفة فإنها قد تفضي إلى تلوث نظم المياه. وقد تكون هناك بعض المصالح الخاصة للمزارعين في تقليل تلوث مجاري المياه إلى أدنى قدر، مثل توفير مياه الشرب غير الملوثة للماشية؛ بيد أن الدعم الذي يوفره المزارعون عمومًا إلى خدمات النظم الإيكولوجية هذه دون المستوى المطلوب. وقد يتطلب التأثير على كل من المزارعين وممارسات المناظر الطبيعية توفير تشريعات، وأدوات اقتصادية، والتثقيف والتوعية، وعقد اتفاقات تعاون، والبحوث والابتكارات.⁷⁸ وفي الصين، جمعت حملة وطنية في الفترة من 2005 إلى 2015 بين 65000 مرشد، و1000 مشارك 130000 موظف في مجال الأعمال التجارية الزراعية، شاركوا في العمل مع 21 مليون مزارع في تنفيذ ممارسات متكاملة لإدارة التربة والمحاصيل.¹⁰⁴ وأدت تلك الممارسات إلى زيادة متوسط الغلة (محاصيل الذرة والأرز والقمح) بنحو 12 في المائة، وجرى تحقيق زيادة صافية في منتجات الحبوب بلغت 33 مليون طن. وانخفض رش الأسمدة النيتروجينية من 15 إلى 18 في المائة، مع توفير 1.2 مليون طن من تلك الأسمدة. وعادل ارتفاع إنتاج الحبوب وانخفاض الأسمدة النيتروجينية 12.2 مليار دولار أمريكي.

وتشمل الأدوات التنظيمية النموذجية معايير نوعية المياه، ورخص التخلص من التلوث، وأفضل الممارسات البيئية الإلزامية، وفرض قيود على الممارسات الزراعية أو موقع المزارع، وفرض قيود على تسويق المنتجات الخطرة وبيعها.⁷⁸ ويشير تحليل حديث إلى أن أثر تطبيق خليط من النهج

بمياه الصرف غير المعالجة والمياه الجوفية الرديئة النوعية. فيما يبلغ طول نبتة الخيار المرورية بمياه الأمطار ضعف طولها السابق.⁹⁵ وتؤثر نوعية المياه أيضًا على مجموع المياه المستهلكة وصحة الماشية بشكل عام. وتحمّل الماشية عمومًا المياه الرديئة النوعية، ولكن بعض المركبات المحددة (أي المواد الصلبة الذائبة) قد تؤثر على نموها وإدرار الحليب والتكاثر، ما يسبب خسائر للمنتجين.⁹⁶ وبالمثل، يمكن أن تؤثر رداءة نوعية المياه على إنتاج الأحياء المائية. ويؤدي إثراء الكتل المائية بالمغذيات من جريان المياه الزراعية السطحي في بادئ الأمر إلى تعزيز الإنتاج السمكي، ولكن إذا ما تُرك من دون ضوابط، فإنه يسبب تدهور البيئة وفقدان تلك المصايد.

وتسبب الرواسب العضوية والكيميائية العالقة في المياه مشاكل في نظم الري من خلال انسداد البوابات ورؤوس رشاشات ومقطرات المياه.⁹² ويمكنها أن تسبب أيضًا التآكل الناتج من المياه وتكوين القشور في الأنابيب والمضخات، وامتلاء القنوات ومصارف المياه، ما يؤدي إلى مشكلتي الجرف والصيانة المكلفتين. وهيل الرواسب أيضًا إلى زيادة انخفاض معدل تسرب المياه في التربة التي هي أصلًا أقل قدرة على الامتصاص.⁹² وقد تسبب مشاريع الري التي تستخدم مياه البناييع ذات تركيز عالٍ من الأملاح مشكلة ملوحة في الأراضي الزراعية المرورية باستخدام تلك المياه عندما تتراكم الأملاح عند جذور النباتات إلى مستويات لا يمكن للنبات تحملها.

الحلول لتلوث المياه من الزراعة

يشكل تلوث المياه من الزراعة مسألة معقدة ومتعددة الأبعاد، تستلزم إدارتها الفعالة مجموعة من الاستجابات. ويجب على تلك الاستجابات أن تفي بالطلب المتزايد على الغذاء مع المحافظة على نظم المياه أو خفض فقدانها جراء الملوثات إلى أدنى حد. ويتطلب ذلك إجراء من جانب واضعي السياسات والمزارعين على السواء، ولكن بأدنى قدر من الكلفة الشاملة للمجتمع، بما في ذلك تكاليف امتثال المزارعين وتكاليف المعاملات المتصلة بالسياسات، مع مراعاة الإنصاف والاعتبارات الاجتماعية.⁹⁷

ويُعتبر اعتماد أفضل الممارسات والتكنولوجيات الزراعية أساسيًا لمنع انبعاثات الملوثات من المزارع (على سبيل المثال خفض ارتشاح النترات والفسفور).⁷⁸ وتشمل الممارسات المفيدة ما يلي: (1) طرق حفظ التربة والمياه، مثل عدم الحراثة أو الحراثة الدنيا، وطرق أخرى خاصة بالأرض وتربية الحيوانات لخفض التعرية، مثل التدرج والزراعة الحرجية؛ (2) وأشرطة الترشح النباتية

- ◀ وابتكارات واستثمارات في نوعية المياه؛
- ◀ ومجال لأصحاب المصلحة - عبر قطاعات الزراعة والبيئة ومستخدمي المياه - ومشاركة الموارد المجتمعية لإدارة المخاطر الملحوظة والفعلية، والتوصل إلى حلول توافقية؛
- ◀ وإشعار بتغيير السياسات وإتاحة خيارات متعددة لتنفيذ المعايير الدنيا بغية تمهيد سبيل التقدم وتقليل اعتراضات أصحاب المصلحة؛
- ◀ وتوفير الحكومات للتمويل الأولي والمساحة اللازمين للتجربة وللنشر على مجموعة واسعة من الأسر المعيشية، وخصوصاً الأشد ضعفاً من بينها، واتخاذ نهج تقنية ابتكارية ونهج سياسية من شأنها أن تفضي إلى خفض تكاليف إدارة نوعية المياه إلى أدنى حد (مثل إدراج مشاريع تجريبية لإعادة استخدام مياه الصرف).

- أي أنظمة وحوافز اقتصادية وإعلام - يفوق أثر الأنظمة وحدها.^{105,97} ويمكن تعزيز الأدوات الاقتصادية، مثل فرض ضرائب على التلوث، والإعانات المحددة الهدف، والرسوم ومقايضة نوعية المياه، وتوسيع استخدامها من أجل زيادة فعالية كلفة مراقبة التلوث، وتشجيع الابتكار، وضمان انتفاع الأسر المعيشية الأفقر. وفي حين يكون تطبيق ذلك صعباً على التلوث المنتشر، فإن ثمة نهج ابتكارية قادرة على توفير حلول عملية.

ويمكن اعتبار مبدأ «من يلوث يدفع» نقطة الانطلاق في ضمان نوعية المياه. فهو يجعل التلويث مكلفاً، فإما أن يؤثر على السلوك ويخفضه، أو يولد الدخل لغرض تخفيف حدة التلوث وتعويض التكاليف الاجتماعية (رسوم التلويث مثلاً). وثمة تحديات متعددة ترتبط بتطبيق هذا المبدأ، وهي تشمل الصعوبات في تحديد الملوثين واستهدافهم وصعوبة تحديد تقديرات موثوقة لتكاليف التلوث.¹⁰⁵ ويتوقف قسم من الحل على قياس تكاليف خفض تلوث المياه ومنافعه، بالإضافة إلى تحديد من يتكبد التكاليف ومن ينتفع منها.

وهناك دور حاسم الأهمية يتعين على الحكومة المركزية أن تضطلع به في الانتقال نحو إدارة فعالة لانتشار مخاطر تلوث المياه.¹⁰⁵ وتتضمن التوصيات بهذا الشأن ما يلي:

- ◀ توجيه شامل للسياسات الوطنية وتوجه قوي نحو تحسين نوعية المياه بغية إرسال إشارات صحيحة إلى السلطات المحلية وأصحاب المصلحة والمستثمرين؛
- ◀ وأطر تنظيمية وإنفاذ معايير دنيا لنوعية المياه بغية تحديد مؤشر معياري لتحسين الأداء،



نيجر:

مزارعة تصب الماء التي
سحبها من البئر في وعاء
لسقي المحصول.

©FAO/Giulio Napolitano



الرسائل الرئيسية:

← تعد الإدارة المبتكرة للمياه في الأراضي الزراعية، والثروة الحيوانية، ومصايد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية، بإمكانات كبيرة لتعزيز القدرة على الصمود في وجه تغير المناخ والنظم الغذائية المستدامة، خاصة إذا ما اقترنت بالاستخدام الأمثل للمدخلات وإدارة جيدة للتربة والمحاصيل وبيئة تمكينية.

← يمكن لجمع المياه وصورها، بالاقتران مع أفضل الممارسات الزراعية، أن يزيد الغلات في الأراضي الزراعية البعلية. ووفقًا لإحدى الدراسات، يمكن أن تزيد هذه الممارسات الإنتاج العالمي البعلي بالسعرات الحرارية بنسبة تصل إلى 24 في المائة، وبأكثر من 40 في المائة إذا ما اقترنت هذه الممارسات بتوسيع نطاق الري.

← يمكن أن يزيد الاستثمار المستدام والفعال من حيث الكلفة في إصلاح شبكات الري وتحديثها من إنتاجية المياه في المساحات المروية.

← يتيح الإنتاج الحيواني الكثير من الفرص لزيادة إنتاجية المياه عن طريق استخدام المراعي على نحو أفضل، وإتاحة أعلاف ومياه شرب ملائمة، وتحسين صحة الحيوان، وتكامل نظم المحاصيل والثروة الحيوانية وتربية الأحياء المائية.

← تتزايد أهمية الاستثمار في الاستخدامات غير الاستهلاكية للمياه، مثل مجال تربية الأحياء المائية، والمصادر غير التقليدية، مثل إعادة استخدام المياه وإزالة ملوحتها، وذلك من أجل التعويض عن ندرة المياه.

← يُمكن تسخير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المزارعين، وهذا ما يحسّن إدارة المياه وإنتاجيتها، والدخل، والأمن الغذائي والتغذية، والاستدامة البيئية.

الفصل 3 الاستجابات الزراعية للقيود المرتبطة بالمياه



الاستجابات الزراعية للقيد المرتبطة بالمياه

خاصة في مناطق خطوط العرض المنخفضة والمناطق الاستوائية.¹⁻³ وتتسم الإدارة الأكثر استدامة للمناطق المروية بأهمية حاسمة، لكن إدارة المياه في الأراضي الزراعية البعلية والمراعي هي أيضًا جزء مهم من الحل. وتوجد فرص لتحسين الغلال في النظم المروية والبعلية على السواء، وفي شتى المحاصيل والمناطق الجغرافية.⁴⁻⁶

وتتسم إدارة المياه المحسنة بأهمية حاسمة في الحد من الفجوات في الغلات. وسيتوقف اعتماد المزارعين لها على جملة أمور منها: (1) الحصول على المياه؛ (2) والمخاطر المتعلقة بالمياه؛ (3) ومستوى عدم اليقين في ظلّ تغيّر المناخ؛ (4) وتكاليف المدخلات الأخرى؛ (5) والمنافع الصافية لاستراتيجيات إدارة المياه. ويحفّز الحصول الآمن والمحدود على المياه المزارعين على تحسين كفاءة استخدام المياه والتقليل من استخدامها. وكلما زادت المخاطر المتعلقة بالمياه كلما ازداد تشجيع المزارعين أكثر على تغيير استخدام المياه وإدارتها. وقد تشمل التغييرات أيضًا مدخلات أخرى متنوعة، بما في ذلك العمل والطاقة. وفي نهاية المطاف، ستؤثر الكلفة وما يرتبط بها من منافع صافية على قرار اعتماد استراتيجيات جديدة لإدارة المياه.⁷

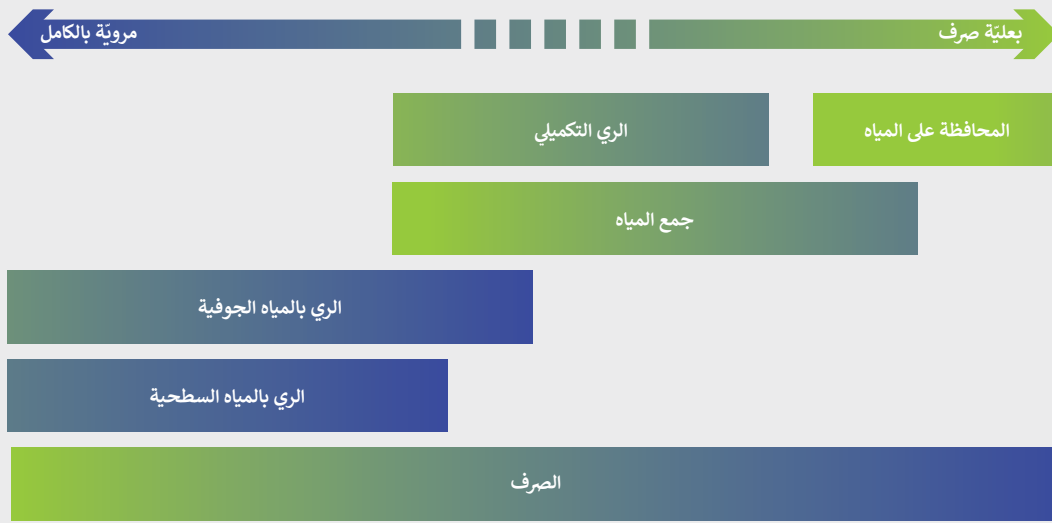
ولا يمكن للمزارعين وحدهم معالجة جميع المخاطر المتعلقة بالمياه، ولا تتوقف هذه المخاطر على قراراتهم بشكل حصري. وسيعتمد بعضها على تدخلات القطاع العام ومبادراته. ويمكن معالجة الاختلافات الصغيرة في الغلة، الناجمة عن الأمطار غير المنتظمة، من خلال اتخاذ قرارات معتادة تتعلق بالأعمال التجارية في المزرعة، لكن المخاطر الأكثر مأساوية التي تتعلق بالمياه وتُسبب أضرارًا جسيمة قد تتطلب تدخلًا من الحكومة.⁸ وقد لا يدرك المزارعون الوضع الحالي والاتجاهات المستقبلية لعرض المياه والطلب عليها. ويكتسي الاستثمار العام في المحاسبة المتعلقة بالمياه - وهي التقييم المنهجي لحالة المياه واتجاهاتها - ونشر النتائج إلى جانب إقامة حملات التوعية، بأهمية حيوية بالنسبة إلى سياسات المخاطر المتعلقة بالمياه، وتغيّر المناخ، وإشراك المزارعين في الاستخدام المستدام للمياه (أنظر الفصل الرابع).^{9,10} ويمكن أن تضطلع الحكومات أيضًا بدور مهم في تذييل

وقد بيّن الفصل الثاني أن الكثير من الأقاليم تواجه قيودًا مائية شديدة بسبب الجفاف أو الإجهاد المائي. ويمكن أن يؤدي النمو السكاني، والدخل المرتفع، والتوسع العمراني المتزايد، والتغيّرات في الأنماط الغذائية، وتغيّر المناخ، إلى تفاقم المخاطر المتعلقة بالمياه، ما يؤثر في نظم الإنتاج بطرق لم تتضح بعد. وسيطلب ضمان تلبية النظم الزراعية والغذائية لاحتياجات عدد السكان المتزايد بطريقة شاملة ومستدامة إجراء تحوّلات كبرى. وقد تشمل هذه التحوّلات تغييرًا وابتكارًا فنيين، لكنها ستتأثر كذلك على نطاق واسع بالحوكمة والأطر المؤسسية والبيئة السياسية (ستناقش هذه المسألة بمزيد من التفاصيل في الفصلين الرابع والخامس). ويستعرض هذا الفصل التكنولوجيات وأساليب الإدارة الرامية إلى معالجة أوجه نقص المياه وندرتها في الزراعة، وتحقيق الأمن الغذائي والتغذية على نحو مستدام. ويقمّم هذا الفصل خيارات لمختلف نظم الإنتاج - الأراضي الزراعية البعلية أو المروية، والثورة الحيوانية، ومصايد الأسماك الداخلية، وتربية الأحياء المائية - أخذًا في الاعتبار التحديات المختلفة التي تتعلق بالمياه. ويختتم الفصل بدراسة دور تربية الأحياء المائية في الحد من القيود المتصلة بالمياه وضمان وجود نظام غذائي مستدام. ■

إعادة النظر في مسارات التخلص من نقص المياه وندرتها

يعيش سدس سكان العالم تقريبًا في مناطق ذات مستوى عال جدًا من الإجهاد المائي أو التواتر الحاد لموجات الجفاف، وهو ما يهدد النمو الاقتصادي، والأمن الغذائي والتغذية، وسبل العيش. ويجب معالجة هذه التحديات جنبًا إلى جنب مع تغيّر المناخ، ما سيفاقم من أوجه نقص المياه وندرتها ويؤثر سلبيًا على الإنتاج الزراعي،

الشكل 14 إدارة المياه الزراعية على طول نطاق الأراضي، من البعلية إلى المروية



ملاحظات: تشمل الخانات الخضراء بشكل أساسي ممارسات إدارة المياه التي يقوم بها المزارعون الذين يعتمدون على هطول الأمطار لكنهم قد لا يزالون يستخدمون شكلاً من أشكال الري. وتشير الخانات الزرقاء بشكل أساسي إلى الري الذي يقوم به المزارعون في المناطق المروية البحتة، أو المزارعون في المناطق البعلية الذين لديهم بعض النفاذ إلى الري.

المصدر: شرح أعدته منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى التقييم الشامل لإدارة المياه في القطاع الزراعي. 2007، الشكل 1-1. 11

أو الري، بل على حالة وسيطة بينهما.

وتبدأ السلسلة من المزارعين في المناطق البعلية بالكامل، الذين يطبقون صون الموارد في المزارع من أجل تخزين مياه الأمطار في التربة (أنظر إطار صون موارد المياه في الشكل 14). ويحتفظ المزارعون على طول السلسلة بمياه الأمطار في المناطق البعلية أو يديرون الجريان السطحي (من مصدر سطحي أو طبقة حاملة للمياه الجوفية) من أجل الري التكميلي لتعزيز إنتاج المحاصيل. ولدى هذه المياه العذبة الإضافية استخدامات أخرى في النظم المتكاملة لتربية الأحياء المائية والثروة الحيوانية. (وللاطلاع على مزيد من المناقشة بشأن دور نظم تربية الأحياء المائية والنظم الزراعية المتكاملة، أنظر "تحت المجهر": تربية الأحياء المائية في سياق الاستخدام المستدام للمياه في النظم الغذائية، الصفحة 79). ويتمتع المزارعون، في النظم المروية بالكامل، بقدرته النفاذ إلى المياه السطحية أو

العقبات التي تردع المزارعين عن إدارة الموارد المائية، مثل الوصول المحدود إلى الأسواق.

وتستعرض الأقسام التالية الخيارات الفنية واستراتيجيات المزارعين الخاصة بالإدارة في الزراعة البعلية والمروية. ولا يوجد تمييز واضح بين النظم البعلية والمروية، وتشمل إدارة المياه مجموعة من الخيارات - ابتداءً من ظروف بعلية بالكامل إلى ظروف مروية بالكامل، وصولاً إلى دعم الثروة الحيوانية، والحراثة ومصائد الأسماك، والتفاعل مع نظم إيكولوجية مهمة.¹¹ ويبيّن الشكل 14 الطيف الكامل لخيارات إدارة المياه ابتداءً من الخيارات البعلية بالكامل (اللون الأخضر) وصولاً إلى الخيارات المروية بالكامل (اللون الأزرق). ويشير التدرج من اللون الأخضر إلى اللون الأزرق إلى الممارسات التي يستخدم فيها المزارعون مياه الأمطار ومياه الري على حد سواء ولا يعتمدون بالكامل على سقوط الأمطار

سينشأ ضغط على جميع النظم الغذائية، خاصة النظم البعلية، من أجل استخدام المياه على نحو إنتاجي أكثر. ويميز الفصل الثاني بقدر أكبر بين نظم الإنتاج البعلية ذات المدخلات المنخفضة ونظم الإنتاج البعلية ذات المدخلات المرتفعة. وفي حين يظل تحدي معالجة أوجه نقص المياه نفسه في الفئتين، يكمن الاختلاف في قدرة كل منهما على معالجتها. ويمكن للمزارعين في نظم المدخلات المرتفعة أن يستثمروا بسهولة أكبر في تحسين إدارة المياه والممارسات الزراعية من أجل ضمان استخدام المتساقطات الشحيحة بأكثر قدر من الكفاءة.

وتظل الغلات في الزراعة البعلية أقل من غلات المناطق المروية (الشكل 15)، ولا تزال هناك فجوات كبيرة في الغلات على الصعيدين العالمي والإقليمي.^{5,15} ومن المتوقع أن تعكس هذه الفجوات إلى حد بعيد تصنيفات نظم المدخلات المنخفضة والمدخلات المرتفعة. وهناك فرص كبيرة لزيادة الغلات في أفريقيا، وشرق أوروبا، وجنوب شرق أوروبا، ومناطق من آسيا، حيث تتسع الفجوات بسبب اجتماع أوجه النقص في المياه والمغذيات.^{5,15,16} وفي المناطق المعتدلة مثل أوروبا الغربية وأمريكا الشمالية، حيث تكون كمية كبيرة من الأراضي الزراعية بعلية وذات مدخلات مرتفعة إلى حد كبير (أنظر الشكل 11، الصفحة 37)، تفوق غلات الحبوب في كثير من الأحيان 6 أطنان لكل هكتار، مقابل متوسط عالمي يبلغ 4 أطنان لكل هكتار.¹⁷ وفي أوروبا الوسطى والغربية، يحافظ الري التكميلي على الغلات خلال فصل الصيف الحار.¹⁸ وتبقى الغلات في أوروبا الشرقية أقل، وهو ما يفيد بأن إطلاق العنان للإمكانات الكبيرة في المنطقة سيتوقف على إدارة جديدة للمياه الزراعية والتغير التكنولوجي.

وبينما تتخطى بعض البلدان في المناطق الاستوائية في كثير من الأحيان 5 أطنان من الحبوب لكل هكتار، لا تتجاوز البلدان الأخرى طنين اثنين للهكتار الواحد. ويشير هذا إلى أنه يمكن التغلب على القيود الفيزيائية الأحيائية التي تؤدي إلى غلات قليلة في المزارع البعلية، خاصة في البلدان الاستوائية المنخفضة الدخل، وذلك عن طريق جملة من أمور منها الإدارة الملائمة للمياه، مصحوبة بأفضل الممارسات الزراعية.

الاستخدام الأمثل لهطول الأمطار من أجل تحسين إنتاجية المحاصيل البعلية

هناك استراتيجيتان واسعتان لزيادة الغلات في الزراعة البعلية وهما: (1) جمع أو تجميع المزيد من المياه وإدخالها إلى منطقة الجذور، (2) وصون المياه بزيادة قدرة النباتات على امتصاص

الجوفية بأسعار معقولة (أنظر الخانات الزرقاء بشكل رئيسي). ويمثل الصرف عنصرًا مكملًا مهمًا على طول السلسلة بأكملها. وقد يقلل المزارعون في المناطق البعلية من صرف المياه الأرضية بزيادة استيعاب المياه الجذرية. وفي المناطق البعلية، عندما يستخدم المزارعون الكثير من المياه، سيحدد الصرف مستوى المياه الأرضية وملوحة التربة. (أنظر "تحت المجهر": الكثير من المياه؟ الفيضانات، والتشبع بالمياه والزراعة، الصفحة 104).

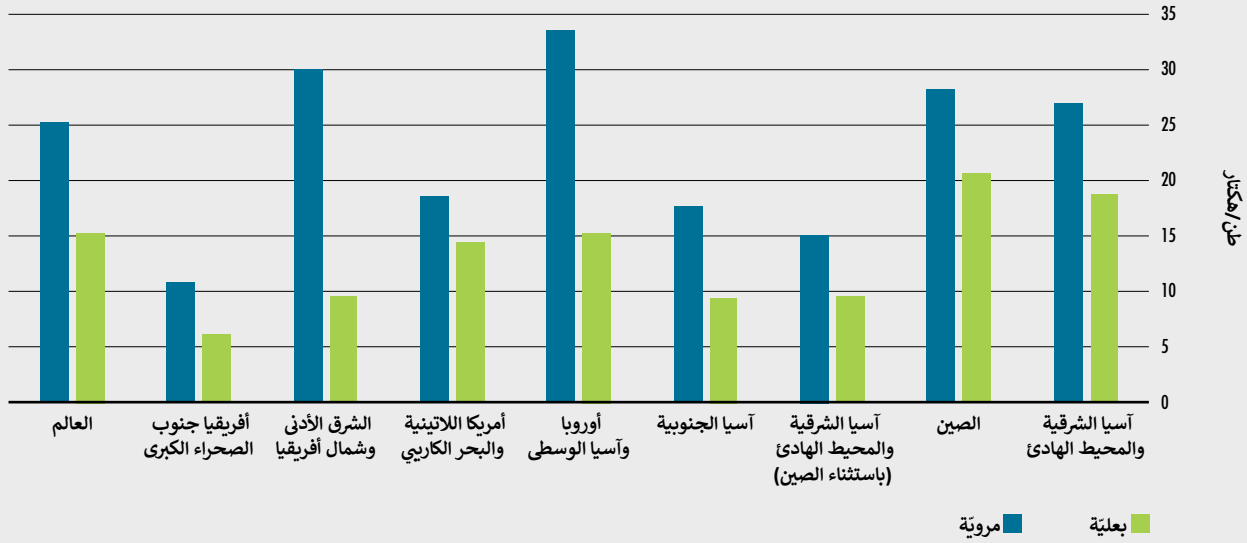
ينبغي أن تهدف الممارسات الابتكارية لإدارة المياه إلى (1) خفض استهلاك المياه في قطاع الزراعة من أجل زيادة توفير المياه للمستخدمين الآخرين، (2) وتحسين قدرة نظم الإنتاج على الصمود في وجه تزايد نقص المياه وندرته. وينبغي أن تفتن إدارة المياه بممارسات زراعية أفضل (أصناف تقاوم الجفاف وزراعة مناسبة للمحاصيل، وغيرها)، وبتحسين الاستدامة البيئية عن طريق تقليص الأحمال الترسبية والملوثات، وتحسين صحة التربة، وخفض الجريان السطحي للمياه، وزيادة تغذية المياه الجوفية السطحية. ولا بد للاستثمارات أن تكون صالحة من الناحية الاقتصادية والاجتماعية والثقافية، وأن تدعو إلى مؤسسات وحوكمة قوية من أجل ضمان التوزيع العادل للمنافع، وتعزيز الأمن الغذائي والتغذية، واستدامة سبل العيش. ويمكن أن تشكل المبادئ الخاصة بالاستثمارات المسؤولة في الزراعة ونظم الأغذية، التي أقرتها لجنة الأمن الغذائي العالمي، إطارًا لتوجيه أصحاب المصلحة إلى أي نوع من أنواع الاستثمار الزراعي.¹² ♦

الاستفادة من إمكانات إنتاج المحاصيل البعلية

يسيطر الإنتاج البعلية على الزراعة ويغطي حوالي 80 في المائة من مجموع الأراضي الزراعية (أنظر الشكل 11، الصفحة 37). ويؤثر المزارعون، لا سيما صغار المزارعين، تأثيرًا محدودًا على كمية المياه وتوقيتها.¹³ ويتمثل التحدي الرئيسي في إدارة تقلب الطقس، وأنماط درجات الحرارة وهطول الأمطار، والتكيف معها. وتُقدّر التحليلات العالمية أنه يمكن للظواهر الجوية القصوى التي تؤثر على تساقط الأمطار ودرجات الحرارة أن تفسّر 18 إلى 43 في المائة من التغيرات في الغلات بالنسبة إلى المحاصيل الرئيسية، بما في ذلك الذرة والأرز وفول الصويا والقمح.¹⁴ وبما أن أوجه نقص المياه تتزايد، وتتسارع وتيرة النمو السكاني والنمو الاقتصادي،

الشكل 15

غلات الخضار بحسب الأقاليم، عام 2012



المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2018، الجدول S 1.2. 19.

المياه. ونظرًا إلى تعقّد المخلفات مع مرور الوقت، فإنها تزيد من قدرة التربة على حفظ المياه، ما يحسن الكفاءة.²² ويوفر أيضًا السماد العضوي للتربة المغذيات ويقيد نمو العشب عن طريق منع دخول الضوء إلى سطح التربة، وهو ما يساهم في زيادة كفاءة المياه.^{23,22}

ويشمل تجميع المياه جمع مياه الأمطار أو الجريان السطحي (أنظر إطار جمع المياه في الشكل 16)، ويتم ذلك بتحويل هذه المياه مباشرة وتوزيعها على الأراضي الزراعية أو جمعها أو تخزينها.¹ ويمكن لتجميع المياه الفعال - إذا ما اقترن بأفضل الممارسات الزراعية - أن يزيد من غلات المحاصيل، خاصة خلال انخفاض هطول الأمطار.^{26,25} ويمكن أيضًا لتجميع المياه، إذا ما اقترن بأحواض صغيرة النطاق في المزارع، أن يدرج إنتاج الأسماك وسقي المواشي مع إنتاج المحاصيل. وهي تدابير مقاومة لتغيّر المناخ بشكل أكبر وتتيح قدرًا أكبر من الدخل لصغار المزارعين.²⁹⁻²⁷

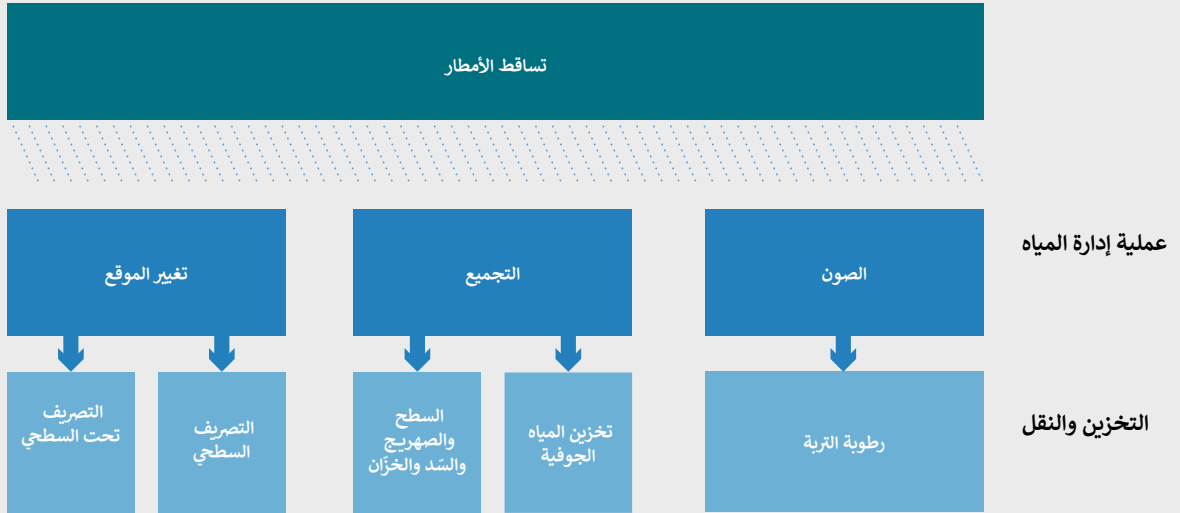
المياه و/أو الحد من تبخر المياه من منطقة الجذور والخسائر عند الصرف. وحيثما يكون فائض المياه هو المشكلة، تركز الاستراتيجيتان عوضًا عن ذلك على إعادة نقل الممارسات من أجل تحويل اتجاهها. ويبيّن الشكل 16 خيارات جرى وصفها ضمن سلسلة تمتد بين إنتاج يعتمد كليًا على هطول الأمطار إلى حالات يعتمد فيها المزارعون جزئيًا على الري التكميلي.

تشكل تكنولوجيات صون التربة والمياه عنصرًا أساسيًا من أجل استخدام مياه الأمطار على أفضل وجه - الإطار الأول على الجهة اليسرى من الشكل 16 - إذ تتحكم هذه التكنولوجيات في توفير المياه لمحصول ما بالتأثير على محتوى المياه في منطقة الجذور. ويمكن للمصاطب، والحراثة الزراعية، والزراعة الكنتورية، والزراعة الحافظة للموارد أن تعدّل محتوى المياه في التربة وتحسّنه بغية الاحتفاظ بالرطوبة ومنع التبخرية.²¹ ويمكن أيضًا للسماد العضوي، وهو طبقة من مخلفات النباتات أو غيرها من المواد العضوية المنتشرة بطريقة طبيعية أو اصطناعية على سطح التربة، أن يحد من تبخر

ل للاطلاع على لمحة عامة عن أفضل الممارسات التي جرى اختبارها في ما يخص تجميع المياه من جميع أنحاء العالم، انظر Studer و Liniger، 2013.²⁴

الشكل 16

الممارسات الرئيسية لإدارة المياه في الزراعة البعلية



المصدر: شرح أعدته منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى Barron. 2020.²⁰

على مشاركة المزارعين وأصحاب المصلحة خلال التخطيط والتنفيذ والاستخدام.³¹ وفي منطقة الساحل، تنفذ المنظمة برنامج «مليون خزان» من أجل تعزيز نظم تجميع مياه الأمطار وتخزينها لفائدة المجتمعات الضعيفة.³² ويكمن الهدف في إتاحة وصول ملايين الأشخاص في منطقة الساحل، لا سيما النساء، إلى مياه شرب مأمونة، وتعزيز الإنتاج الزراعي، وتحسين الأمن الغذائي والتغذوي، وتعزيز قدرتهم على الصمود.

ويمكن للمياه التي تمّ جمعها عن طريق التجميع أن تُستخدم لاحقاً كركبٍ تكميلي عندما يكون هطول الأمطار شحيحاً (الإطار 9). ويغطي تجميع المياه في الموقع تكنولوجيات مختلفة - مثل المجتمعات المائية الصغيرة، والحواسن، والمقاطع العريضة، والأخاديد - فضلاً عن خيارات الإدارة مثل الحراثة أو إضافة مادة عضوية.

وقد يكون الجمع بين صون المياه وتجميعها فعالاً للغاية. ويقدر Rost وآخرون (2009) أنه يمكن لانخفاض تبخر المياه بنسبة 25 في المائة، وتجميع نسبة 25 في المائة من الجريان السطحي، أن

وغالبًا ما يتم التمييز بين تجميع المياه في الموقع، الذي يعني تجميع الأمطار المتساقطة محليًا في الأراضي الزراعية، وتجميع المياه خارج الموقع، وهو ما يعني تجميع الأمطار المتساقطة خارج الموقع المياه من أجل التخفيف من فترات الجفاف، وحماية الينابيع، وتجديد المياه الجوفية، وإتاحة الري غير الموسمي، والسماح باستخدامات أخرى.²¹ وتشمل هذه الممارسات إقامة سدود صغيرة على السطح وصهاريج مياه جوفية وأحواض وهياكل المجاري والتغذية الخاصة بالمياه. وتدير عادة المجتمعات أو المزارعون الأفراد هذه النظم، ويحتاجون إلى المعلومات والتدريب والتوعية من أجل تنفيذ هذه الممارسات والحفاظ عليها على نحو ملائم.²⁴ وعلى سبيل المثال، أعطت الحكومة في تيغراي، وهي منطقة تعاني من قيود تتعلق بالمياه تقع في شمال إثيوبيا، الأولوية لنظم مختلفة خارج الموقع يدير أغلبيتها المزارعون الأفراد. وقد ساعدت هذه المواقع على زيادة إنتاجية المحاصيل والثروة الحيوانية وتنويع المحاصيل والوصول إلى نقاط المياه.³⁰ ولكن النتائج تعتمد

دور الريّ التكميلي في الإنتاجية وقدرة النظم البعلية على الصمود

المائة.³⁶ وزادت كذلك مداخيل المزارعين بنسبة 34 في المائة. ويبحث مزيد من المزارعين في إمكانية زراعة مجموعة من الخضار العالية المردودية خلال الموسم الجاف. وقد أتاح هذا النهج أيضًا المزيد من المياه من أجل البستنة والثروة الحيوانية وتربية الأسماك والاستخدامات المنزلية.

وفي زيمبابوي، يقلل الريّ التكميلي من خطر فشل المحاصيل بالكامل من 20 إلى 7 في المائة، ويزيد إنتاجية المياه بحوالي الثلث، لا سيما عندما يقترن ذلك بالنتروجين غير العضوي.³⁷ ولذلك، يُعدّ الريّ التكميلي استراتيجية أساسية، مع أنه لا يزال غير مستخدم بصورة كافية، من أجل إطلاق إمكانات غلات الزراعة البعلية وإنتاجية المياه.²¹

يوفر الريّ التكميلي في الأماكن التي لا يكون فيها هطول الأمطار كافيًا الرطوبة الضرورية للتربة، وبالتالي، يزيد إنتاجية المياه.^{21،33} وإذا طُبّق الريّ التكميلي على جميع الأراضي الزراعية البعلية، يمكن أن يزيد الإنتاج العالمي من الحبوب بنسبة 35 في المائة، مع وجود أكبر الإمكانيات في أفريقيا وآسيا.³⁴ ويمكن أن يؤدي الريّ التكميلي، حتى لو كان قليلًا نسبيًا، إلى زيادات كبيرة في غلات المحاصيل. ويظهر مثال في الجمهورية العربية السورية تحسينات في الغلات تصل إلى 400 في المائة.³⁵

وفي ولاية البنغال الغربية في الهند، ضاعفت الأحواض الصغيرة لتخزين مياه الأمطار من أجل الريّ التكميلي غلات الخردل وزادت غلات الأرز بنسبة 20 في

التجميع والصون مع الصرف من أجل تفادي الفيضانات خلال الهطول الغزير للأمطار، في حين يمكن أيضًا أن تكون نظم المصاطب كمرافق صرف في الأراضي الزراعية المنحدرة.

وحوالي 20 في المائة من الأراضي الزراعية العالمية مناسبة لتجميع المياه وصون التربة والمياه، إضافة إلى بؤر ساخنة في مناطق واسعة من أفريقيا الشرقية وجنوب شرق آسيا.⁴² ويمكن لتجميع المياه في مساحات الأراضي الزراعية هذه أن تزيد الإنتاج بنسبة 60 إلى 100 في المائة. ويمكن لهذه الممارسات أن تقلل من التدفقات السطحية والجوفية، وبالتالي ينبغي أن تسبق المحاسبة المتعلقة بالمياه أي تنفيذ. وفي الكثير من المناطق البعلية تم اتخاذ الجهود الرامية إلى تحقيق إنتاج بعلي مستدام منذ عقود. وفي إثيوبيا، تم توجيه الاستثمارات العامة والمساهمات العينية للمزارعين، عن طريق العمل ومدخلات التنمية الدولية، إلى صون التربة والمياه لأكثر من 40 سنة. ونتيجة لذلك، تستخدم حوالي 20 في المائة من الأراضي الزراعية للبلد من أجل المصاطب.⁴³ وتبقى مساحة الأراضي الزراعية الخاضعة لممارسات الإدارة المحسنة على المستويين المحلي والعالمي غير معروفة. وتندر البيانات العالمية أيضًا في ما يخص المناطق الزراعية المجهزة للصرف السطحي وتحت السطحي. ■

يزيد من إنتاج المحاصيل بنسبة 19 في المائة.³⁸ وبين Jägermeyr وآخرون (2016) أنه يمكن لصون رطوبة التربة لوحدها أن يزيد من الإنتاج العالمي البعلي بالسرعات الحرارية بنسبة 3 إلى 14 في المائة.³⁹ ووجد المؤلفون أيضًا أن اقتران تجميع المياه في الموقع بتجميع المياه خارج الموقع يمكنه أن يزيد أيضًا الإنتاج بالسرعات الحرارية بنسبة 7 إلى 24 في المائة. وفي ظل سيناريو طموح (حيث تكون جميع التدابير متضافرة، بما في ذلك توسيع نطاق الريّ)، يمكن لذلك أن يزيد الإنتاج العالمي للمحاصيل بالسرعات الحرارية بنسبة 41 في المائة.

وإن الوصول إلى الإدارة الفعالة من حيث الكلفة لمياه الأمطار والريّ التكميلي يمكنه أن يوفر للمزارعين في الحيازات البعلية الأمن اللازم للاستثمار في الأسمدة والأصناف العالية الغلات. وبصرف النظر عن إدارة المياه، تشكل كفاءة المحصول نتيجة للصفات الملازمة (أي المكاسب الوراثية كما هو الحال مع الأصناف المحسنة) والممارسات الزراعية، بما في ذلك المدخلات المتنوعة. وفي غياب الممارسات الزراعية، قد يولد تجميع المياه في الموقع وصون التربة والمياه زيادات هامشية، إن وجدت، في غلات المحاصيل.^{40،41}

وتُعد إعادة نقل المياه عنصرًا تكميليًا آخر لتجميع المياه وصونها (الإطار الأخير في الجهة اليمنى من الشكل 16). ويدمج المزارعون

الجدول 2

المتوسط العالمي لإنتاجية المياه الخاصة بنباتات غذائية مختارة

إنتاجية المياه				
القيمة الاقتصادية (دولار أمريكي/متر مكعب) ⁱⁱⁱ	البروتينات (غرام/متر مكعب) ⁱⁱ	السرعات الحرارية (سرعة حرارية/متر مكعب) ⁱⁱⁱ	الكتلة (كلغ/متر مكعب) ⁱ	الفئات الغذائية
0.141	0.0	1 566	5.49	محاصيل السكر
1.173	50.6	1 013	4.22	الخضار
0.445	37.9	2 411	2.92	الجذور النشوية
0.433	6.1	527	1.15	الفاكهة
0.113	54.8	2 197	0.68	الحبوب
0.103	65.1	1 296	0.45	المحاصيل الزيتية
0.106	64.7	1 027	0.30	البقول
0.179	7.8	298	0.12	أصناف الجوز

(1) القيم المتعلقة بمنتجات المحاصيل المشتقة من المعدل العالمي للبصمة على المياه الزراعي والخضراء من Mekonnen و Hoekstra. 2011. ⁴⁵ الإنتاجية المادية للمياه على أساس الوزن، مما في ذلك الرطوبة. جميع المنتجات هي منتجات أولية (على سبيل المثال تشمل محاصيل السكر، قصب السكر والشمندر السكري لكنها تستثنى المنتجات المجهزة، مثل السكر الخام والمكزّر). جرى حساب متوسط هذه البيانات على أساس الفترة الممتدة من 1996 إلى 2005.
(2) تم الحساب على أساس إنتاجية المياه والمحتوى التغذوي للعناصر الغذائية.
(3) تم الحساب على أساس إنتاجية المياه والسعر الذي يضعه منتج للمنتج. واستُمد المحتوى التغذوي وأسعار المنتجين من قاعدة البيانات الإحصائية الموضوعية في المنظمة.¹⁷
المصدر: Mekonnen و Neale. 2020.⁵⁰

زيادة إنتاجية المياه في الزراعة المروية

من شأن زيادة إنتاجية استخدام الري أن يحقق إنتاج المزيد من المحاصيل إما باستخدام قدر أقل من المياه، وهو ما سيزيد غلات المحاصيل، ويقلل من النتح التبخري الموسمي أو من خلال مزيج من الاثنين. وعلى الصعيد العالمي، يوجد تفاوت كبير في إنتاجية المياه بين المحاصيل (الجدول 2)، وهو ما يعكس اختلافًا كبيرًا في الغلات، والنتائج التغذوية، وقيمة المياه المستهلكة للتر الواحد بالدولار الأمريكي. ويبيّن الشكل 17 الإنتاجية الاقتصادية للمياه في ما يخص الحبوب المروية، وتشير البقع الخضراء إلى مستوى عالٍ من إنتاجية المياه مع قدر أقل من المياه لكل وحدة من القيمة، في حين تمثل الحقول الصفراء-الحمراء تدني الإنتاجية.

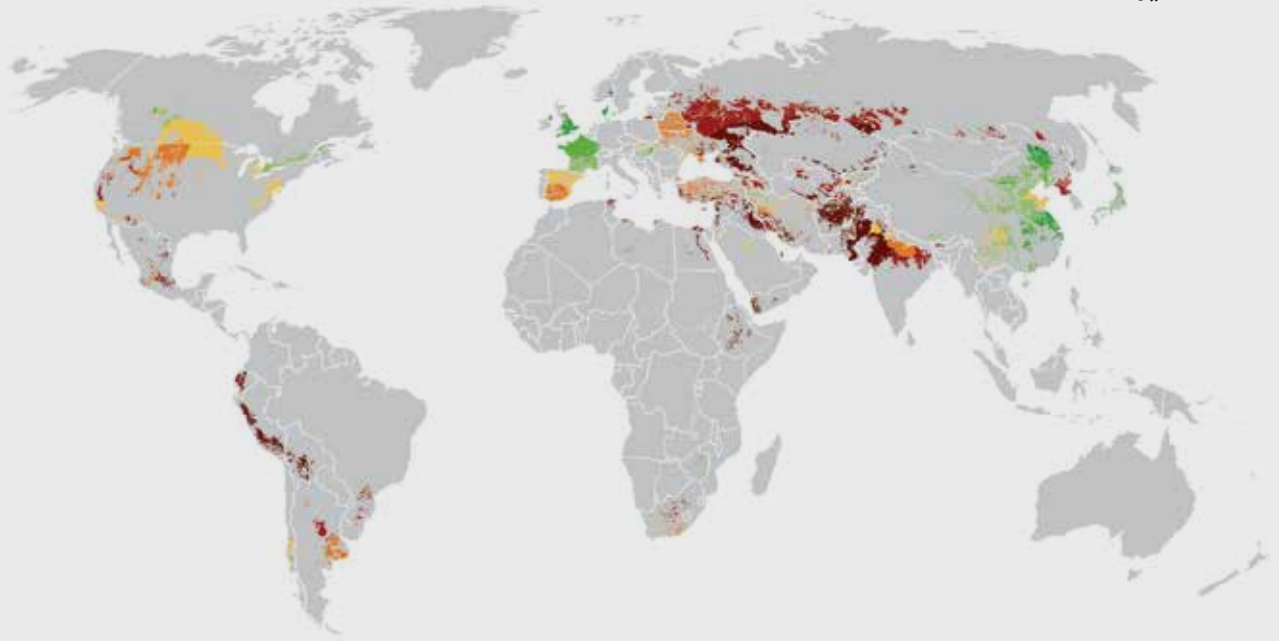
وتمثل المياه أحد المدخلات المتعددة عندما يتعلق الأمر بإنتاج السلع، وبعض المناطق الزراعية الإيكولوجية مناسبة بشكل أفضل لمحاصيل معينة أكثر من غيرها. وبالنسبة إلى القمح، وهي المحصول الأكثر استهلاكًا للمياه في الشكل 17،⁴⁵ تُفيد جميع المناطق تقريبًا عن إنتاجية اقتصادية منخفضة للمياه. ويسجل الاستثناء الوحيد في أجزاء من أوروبا حيث يمثل القمح حوالي نصف مجموع إنتاج الحبوب من حيث القيمة.¹⁷ ويظهر نمط

النظم المروية - فهم عدم التجانس في الغلات

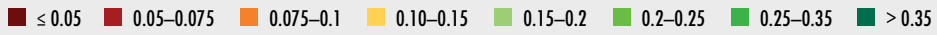
إن الري مهم من أجل التأقلم مع تغيّر المناخ وزيادة إنتاجية الأرض والمياه. وتشغل المناطق المروية حوالي 20 في المائة فقط من مجموع الأراضي الزراعية (أنظر الشكل 11، الصفحة 37)، لكنها تولد أكثر من 40 في المائة من الإنتاج الإجمالي من حيث القيمة.⁴⁴ وفي بعض المناطق، يساهم الري بأكثر من نصف قيمة الإنتاج الزراعي. ويعود ذلك إلى الإنتاجية العالية في المناطق المروية مقارنة بالزراعة البعلية، وإلى الغلات العالية والأكثر استقرارًا المصحوبة بزراعة أكثر كثافة، فضلًا عن زراعة المحاصيل الأعلى قيمة.⁴⁴ والمجال واسع أمام تحقيق مكاسب في الكفاءة وزيادة إنتاجية الأرض والمياه. ويكمن التحدي في كيفية تحسين الأداء من دون تقويض الاستدامة.

الشكل 17
الإنتاجية الاقتصادية للمياه في ما يخص محاصيل مروية مختارة، بحسب الأقاليم

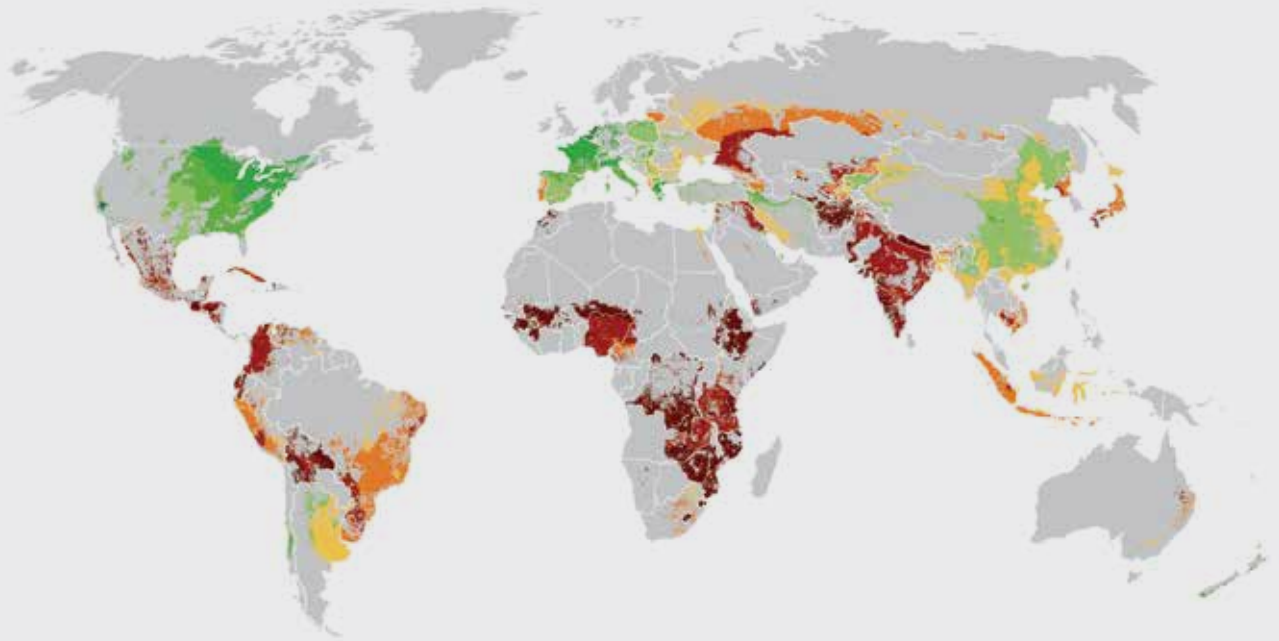
أ- الشعير



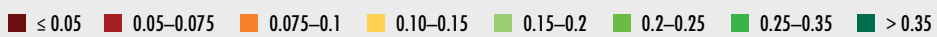
الإنتاجية الاقتصادية للمياه (دولار أمريكي/متر مكعب)



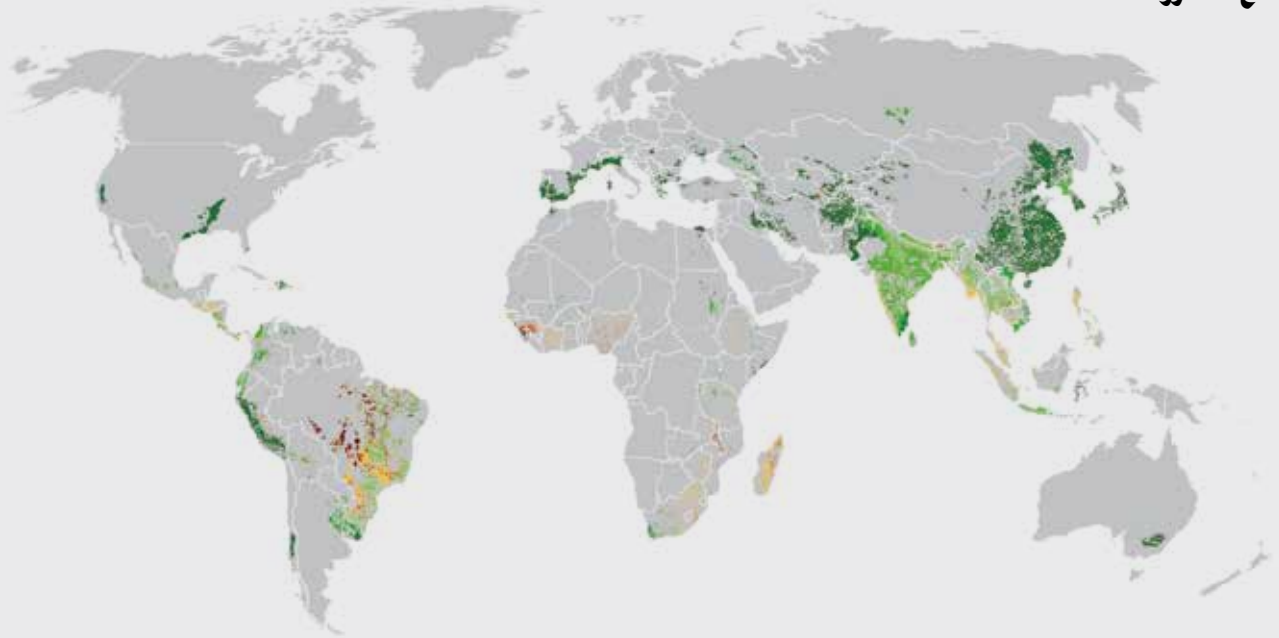
ب- الذرة



الإنتاجية الاقتصادية للمياه (دولار أمريكي/متر مكعب)



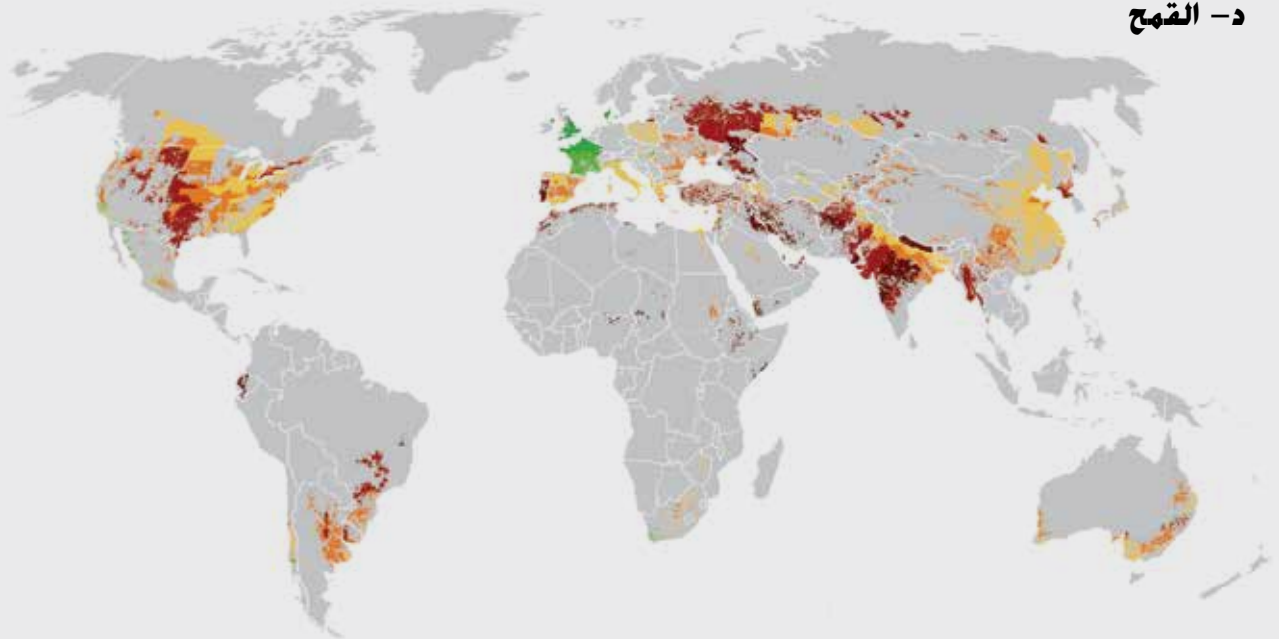
ج- الأرز



الإنتاجية الاقتصادية للمياه (دولار أمريكي/متر مكعب)

■ ≤ 0.05 ■ 0.05–0.075 ■ 0.075–0.1 ■ 0.10–0.15 ■ 0.15–0.2 ■ 0.2–0.25 ■ 0.25–0.35 ■ > 0.35

د- القمح



الإنتاجية الاقتصادية للمياه (دولار أمريكي/متر مكعب)

■ ≤ 0.05 ■ 0.05–0.075 ■ 0.075–0.1 ■ 0.10–0.15 ■ 0.15–0.2 ■ 0.2–0.25 ■ 0.25–0.35 ■ > 0.35

ملاحظات: تُعرّف الإنتاجية الاقتصادية للمياه على أنها قيمة المحاصيل بالدولار الأمريكي لكل وحدة من المياه المستهلكة (مجموع الترخري خلال موسم نمو المحاصيل). وجرى تحويل القيم من الإنتاجية المادية للمياه (كيلوغرام/متر مكعب) إلى الإنتاجية الاقتصادية للمياه (بالدولار الأمريكي/متر مكعب) باستخدام متوسط السعر العالمي لكل محصول، المستمد من قاعدة البيانات الإحصائية الموضوعية في المنظمة.¹⁷ ولقد حُسب متوسط هذه البيانات على أساس الفترة الممتدة من 1996 إلى 2005. لم يتفق الأطراف بعد على الوضع النهائي في ما يخص جامو وكشمير. وما زالت الحدود النهائية بين السودان وجنوب السودان غير محددة. المصدر: Neale و Mekonnen . 2020.⁵⁰ بالاستناد إلى Hoekstra و Mekonnen . 2011.⁴⁵

» أستراليا ونيوزيلاندا وأوروبا وأمريكا الشمالية الفجوات الأصغر في إنتاجية المياه، بينما يوجد في أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي وأفريقيا الشمالية وآسيا الغربية وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى الفجوات الأكبر في إنتاجية المياه بالنسبة إلى معظم المحاصيل. ومع أن سدّ الفجوات في الغلات يمكن أن يعزز الأمن الغذائي والتغذية في معظم البلدان، قد تكون بعضها أهم من سواها.¹⁷ وقد يولي المزارعون وصانعو السياسات الأولوية لهذه المحاصيل حيث تكون المكاسب الاقتصادية أكبر على الأرجح.

وعلى سبيل المثال، توجد في أوروبا إحدى أكبر الفجوات في إنتاجية المياه بالنسبة إلى الذرة الرفيعة والقمح، ويُعزى هذا جزئيًا إلى تغيّر المناخ.⁵² وبينما يمثل القمح نصف مجموع إنتاج الحبوب من حيث القيمة، تبقى إنتاجية الذرة الرفيعة ضئيلة.¹⁷ وتسجّل في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى من جهة أخرى أكبر الفجوات في إنتاجية المياه بالنسبة إلى الشعير والقمح، بينما تبقى الفجوة في إنتاجية المياه بالنسبة إلى الذرة الرفيعة أصغر مقارنة بالمناطق الأخرى. وتمثّل الذرة الرفيعة والقمح حوالي ثلث إنتاج أفريقيا من الحبوب من حيث القيمة، بينما يصل الشعير إلى 3 في المائة. وتفيد هذه النتائج بأن سدّ الفجوات في إنتاجية المياه في أوروبا وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى قد يحقق القدر الأكبر من المنافع الاقتصادية ويحسن الأمن الغذائي والتغذية، لا سيما في منطقة أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. ولا بدّ من مراعاة تكاليف سدّ هذه الفجوات، خاصة بالنسبة إلى القمح في أوروبا، إذ إن معدل إنتاجية المياه في أوروبا عال جدًا بالفعل مقارنة بمعدل إنتاجية المياه في أقاليم أخرى.

اختلاف الري باختلاف السياقات

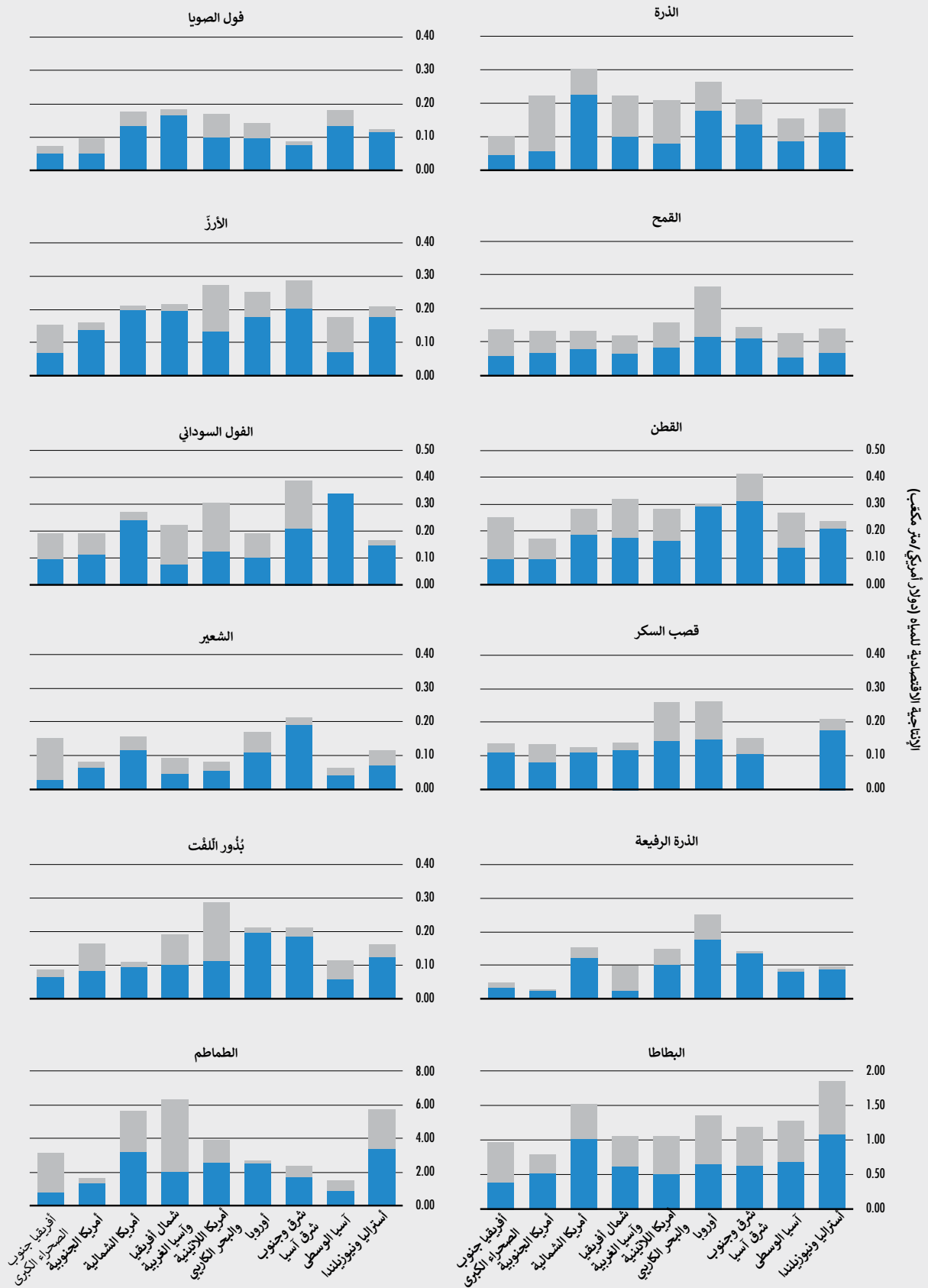
ما من نظام ريّ واحد يناسب جميع الحالات، وعند اتخاذ القرار، يجب أن يأخذ المزارعون في الاعتبار عوامل عديدة هي: التربة والمياه والظروف المناخية؛ وأنواع المحاصيل؛ وإمكانات التمويل؛ وأسعار الطاقة ومصادرها؛ والعمل؛ وكفاءة الاستخدام؛ ووفورات الحجم؛ والعمق الذي تضح منه المياه؛ وغيرها.⁵³ وطرق الريّ الثلاث الرئيسية هي الريّ السطحي والريّ بالرش والريّ الدقيق (مثل التنقيط). وفي الريّ السطحي، تتدفق المياه على التربة بواسطة الجاذبية. ويستخدم الريّ بالرش الرشاشات أو بخاخات نائفة لقطرات المياه. ويشمل الريّ الدقيق استخدامات صغيرة ومتكررة للمياه وذلك بتنقيط المياه أو خروجها على شكل فقاعات أو رشها، وعادة ما ترطب جزءًا من التربة فقط.⁵⁴ وهناك وسيلة رابعة هي الريّ تحت السطحي الذي يضع المياه تحت سطح التربة من

مماثل بالنسبة إلى الشعير، إذ إضافة إلى أوروبا وبعض أجزاء من الصين، تشير البقع الحمراء في مناطق أخرى إلى انخفاض الإنتاجية. وبالنسبة إلى الذرة، تعلق الإنتاجية في البلدان المرتفعة الدخل في أمريكا الشمالية وأوروبا، بينما تفيد البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل من الشريحة الدنيا في آسيا وأمريكا الجنوبية وأفريقيا جنوب الصحراء عن إنتاجية منخفضة للمياه. ويشكل هذا مصدر قلق في أفريقيا حيث تكون معدلات انعدام الأمن الغذائي وسوء التغذية أعلى بكثير،⁴⁶ وتمثّل الذرة أكثر من ثلث مجموع إنتاج الحبوب من حيث القيمة.¹⁷ وبالنسبة إلى الأرز، يظهر نمط مختلف، إذ إن آسيا وأمريكا الجنوبية تنتج بالمستوى نفسه التي تنتج به أجزاء من أوروبا وأمريكا الشمالية. وفي آسيا، يمثل الأرز تقريبًا ثلثي مجموع إنتاج الحبوب،¹⁷ وهو أساسي بالنسبة إلى سبل عيش الملايين من صغار المزارعين.

ويمكن أن يفسّر تحسّن فرص الحصول على المدخلات، والريّ الفعال، وأصناف المحاصيل المحسّنة، والإدارة الأفضل للتربة والمياه، الإنتاجية العالية للمياه بالنسبة إلى معظم المحاصيل في البلدان المرتفعة الدخل في أمريكا الشمالية وأوروبا الغربية. وفي المقابل، إضافة إلى ذلك، يمكن أن يكون لدى المزارعين في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى الذين يعملون في ظروف تنطوي على رداءة التربة وسوء إدارة المياه، وصول محدود إلى أصناف المحاصيل عالية الغلات والأسمدة والمبيدات والمكننة والأسواق. ويعود الاختلاف في إنتاجية المياه المستخدمة في المحاصيل ضمن الأقاليم والبلدان إلى مجموعة من العوامل منها: (1) الظروف المناخية، مثل تبخر المياه، وكمية وتوقيت الأمطار و/أو الريّ بالمياه، ودرجة حرارة الهواء؛ (2) وخصائص التربة، والقوام والمحتوى من المادة العضوية؛ (3) وأصناف المحاصيل، نظرًا إلى أن أنواع المحاصيل وأصنافها تختلف في غلات محاصيل والاحتياجات المائية؛ (4) وممارسات إدارة التربة والمياه، التي تؤثر في كمية المياه المتوفرة في التربة، أو في قدرة الجذور على استخلاص المياه، وتقلل النتج التبخري في التربة؛ (5) والممارسات الزراعية الأخرى مثل توقيت بذر المحاصيل أو زرعها ورش الأسمدة.⁴⁹⁻⁴⁷

ورغم التحسينات الكبيرة التي شهدتها إنتاجية المياه، لا تزال الفجوات قائمة بين الغلات الفعلية وتلك التي يمكن تحقيقها لكل وحدة مياه. ويظهر الشكل 18 إنتاجية المياه الفعلية (باللون الأزرق) والفجوات في إنتاجية المياه (باللون الرمادي)، من الناحية الاقتصادية، بالنسبة إلى المحاصيل المرورية بحسب المنطقة. وتلاحظ في

الإنتاجية الاقتصادية الفعلية للمياه والثورات في إنتاجية المياه في ما يخص محاصيل مروية مختارة، بحسب الإقليم



ملاحظات: يظهر الجزء الأحمر الإنتاجية الاقتصادية الفعلية للمياه، ويظهر الجزء الرمادي الفجوة في إنتاجية المياه. وتم تقدير الفجوات في الإنتاجية، لكل محصول ولكل منطقة، بقياس الفرق بين المقياس المرجعي لإنتاجية المياه المحدد لظروف الإجهاد غير المائي. وحسب متوسط هذه البيانات على أساس الفترة الممتدة من 1996 إلى 2005.

المصدر: Neale و Mekonnen . 2020.⁵⁰ بالاستناد إلى Hoekstra و Mekonnen . 2011.⁴⁵

الجدول 3 مواطن القوة والضعف النموذجية في نظم الري

نوع النظام	وصف موجز	مواطن القوة	مواطن الضعف
الري السطحي			
الأخدود	تقوم قنوات صغيرة بنقل المياه إلى أسفل المنحدر بين صفوف المحاصيل. ⁶¹	تدني كلفة رأس المال والصيانة؛ تدفق المياه في قنوات صغيرة.	كثافة اليد العاملة؛ تحكم أقل بالمياه؛ تآكل التربة؛ خسائر محتملة من جراء الجريان والرشح.
الحوض	يستخدم المياه على نفس مستوى الحقل تقريباً وقد يشمل تكوّن البرك لفترات طويلة.	فعال إن كان تصميمه جيّداً؛ يتطلب يداً عاملة أقل من الأخدود.	برك المياه؛ يجب تسوية الحقول المنحدرة.
الحدود	تندفق المياه بين القواطع التي تقسم حقلاً منحدرًا إلى شرائح مستطيلة تتيج الصرف الحر في نهايتها.	يد عاملة وجريان أقل من الأخدود؛ أسهل من حيث إدارة عمق التسرب.	تندفق المياه على سطح التربة بكامله.
الري بالرش			
مجموعة ثابتة	نظام يستخدم كميات صغيرة من المياه بشكل متكرر لتلبية احتياجات النباتات.	تحكم جيّد بالمياه؛ يمكن أتمتته ورئيه بشكل متكرر؛ يناسب الحقول ذات الشكل الغريب.	ارتفاع كلفة رأس المال؛ قد يتداخل النظام مع العمليات الميدانية.
مجموعة متحركة	نظام يستخدم المياه ببطء خلال ري المجموعة. وما أن ينتهي، يتم نقل النظام إلى المنطقة المجاورة لري المجموعة التالية.	كلفة رأس المال أدنى من نظم الرش الأخرى.	يحتاج إلى يد عاملة أكثر من نظم الرش الأخرى؛ غير مئسّق عندما تكون هناك رياح؛ يطبّق على عمق أكبر.
متنقل ^أ	يستخدم المياه بينما يتنقل النظام ببطء في الحقل.	اتساق كبير؛ يد عاملة قليلة.	ارتفاع تكاليف رأس المال والصيانة؛ غير مناسب للحقول ذات الشكل الغريب؛ إمكانية حصول خسائر بفعل الهواء والتبخّر.
نظم الريّ الدقيق			
الري السطحي بالتنقيط	تنقل المياه تحت الضغط بالأنابيب إلى الحقول وتقطر ببطء في التربة عبر نقاط موجودة بالقرب من النباتات. ⁶²	تحكم ممتاز بالمياه؛ يصلح للتطبيق المتكرر.	ارتفاع كلفة رأس المال؛ يتطلب مياهًا نظيفة أو معالجة المياه وترشيحها.
الري بالتنقيط تحت السطح	تستخدم المياه عبر أنابيب تقطير مدفونة تحت التربة أو أشرطة موجودة عند جذور النباتات أو تحتها. ⁶³	كفاءة عالية واتساق في استخدام المياه؛ يحد من تبخّر المياه عند السطح وإمكانية نمو الأعشاب والإصابة بالأمراض. ⁶⁴	كلفة رأس المال أعلى من نظم الأخاديد؛ يتطلب مراقبة دورية وصيانة متأنية.

(1) يشمل ذلك النظم المحورية المركزية، والنظم المتحركة بشكل خطي، ونظم الاستخدام الدقيق ومنخفض استهلاك الطاقة. المصدر: شرح أعدته منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى Bjorneberg . 2013 .⁵⁴

» كثافة كبيرة ليد العاملة. ولدى النظم المحورية المركزية (المشار إليها بنظم الرش المتحركة في الجدول 3) كفاءة أكبر وهي تقلل من العمليات في المزارع من أجل التعويض عن التكاليف الإضافية. ويمثل الاستخدام الدقيق ومنخفض استهلاك الطاقة نوعاً من أنواع الريّ المحوري المركزي الذي يولد أفضل الفوائد. وبالنسبة إلى معظم المحاصيل، وبسبب مستوى الاستثمار العالي ومكاسب الكفاءة القليلة، قد يقتصر الريّ بالتنقيط تحت سطح التربة على الأراضي التي لا يمكن تركيب الرشاشات الدوارة فيها.

أجل رفع المياه الجوفية إلى منطقة جذور النباتات أو بالقرب منها.⁵⁴ ويظهر الجدول 3 بعض مزايا نظم الريّ المتنوعة ومساوئها.

ويعتمد قرار المزارعين بشأن الاستثمار في الريّ على التكاليف المرتبطة به. وقد تكون الدراسات حول هذه التكاليف والفوائد مفيدة. وفي ولاية تكساس في الولايات المتحدة الأمريكية، قام Amasson وآخرون (2011) بدراسة خمسة نظم ريّ شائعة،⁵³ واكتشفوا أن الريّ بالأخاديد يتطلب رأس مال أقل من النظم الأخرى، لكنه أقل كفاءة ويعتمد على

الري الذي يقوده المزارع - الأدلة المستمدة من أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى

محاصيل الخضار باستخدام الدلاء ومرشحات المياه ومضخات ميكانيكية. وقد أدى ذلك إلى زيادة إنتاج الخضار بمقدار ثلاثة أضعاف بين 1996 و2005، ما زاد المدخول في الموسم الجاف بقيمة 200 إلى 600 دولار أمريكي. وفي غانا، يخضع 185000 هكتار للري على نطاق صغير، وتُزرع فيها الخضار بشكل رئيسي خلال الموسم الجاف، وهو ما يعود بالنفع على نصف مليون من صغار المزارعين. ويضيف ذلك سنويًا بين 175 دولارًا أمريكيًا و840 دولارًا أمريكيًا إلى دخل الأسرة. وفي جمهورية تنزانيا المتحدة، يرفع أكثر من 700000 مزارع المياه من البحيرات والآبار باستخدام الدلاء والمرشحات لري الخضار على مساحة 150000 هكتار. ويأتي أكثر من نصف أموال صغار المزارعين خلال الموسم الجاف من الخضار المرورية. وفي زامبيا، يخضع 90000 هكتار للري الخاص، ويجني 20 في المائة من صغار المزارعين الذين يزرعون الخضار في الموسم الجاف أكثر بنسبة 35 في المائة من أولئك الذين يعتمدون حصراً على هطول الأمطار.

في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، تبلغ نسبة الأراضي الزراعية المرورية حوالي 3 في المائة فقط (أنظر الشكل 11، الصفحة 37)، ونظم الري التي يقودها المزارع آخذة بالتوسع على نحو سريع. ويستثمر المزارعون مواردهم الخاصة ويحصلون على المياه من المياه الجوفية الضحلة والأنهار والبحيرات والخزانات. وتشكل هذه الطرق خيارًا مغريًا لصغار المزارعين لأنهم يستخدمون أدوات بسيطة وميسورة الكلفة، بما في ذلك الدلاء، ومرشحات المياه، ومضخات بدواسة، ونظم التنقيط، وتكنولوجيا الزراعة المحافظة على الموارد، مثل إنشاء المصاطب وتجميع مياه الأمطار في الموقع. ويقوم أكثر من 80 في المائة من المزارعين الذين يستخدمون الري برفع المياه والسقي يدويًا باستخدام الدلاء والمرشحات، رغم ارتفاع الطلب على مزيد من الخيارات الميكانيكية.

وفي بوركينا فاسو، يقوم 170000 مزارع - من صغار المزارعين بشكل رئيسي - بري 10000 هكتار من

المصدر: Giordano وآخرون، 2012.³⁶

والجهود الرامية إلى إصلاحها مقيدة بسوء تقديم الخدمات وانعدام الإدارة الفعالة. ونتيجة لذلك، يستغل المزارعون المياه الجوفية مباشرة. ومع أن ذلك قد ساعد المزارعين على زيادة مكاسب الكفاءة ومكاسب الإنتاجية لدى المزارعين، فإنه وضع ضغطًا كبيرًا على المياه الجوفية.⁶⁰ وستتطلب معالجة هذه المشاكل تحديث شبكات الري القديمة ووجود سياسات واستثمارات متسقة وفعالة ويمكن تحقيقها.

وثمة ممارسة زراعية تؤثر إيجابًا على إنتاجية المياه وهي الري الناقص الذي يضمن الاستخدام الأمثل للمياه. والري الناقص (أو الناقص المنظم) هو طريقة لتحقيق أقصى قدر من إنتاجية المياه.⁶⁵ وتعرض المحاصيل لمستوى معين من الإجهاد المائي، سواء خلال فترة معينة أو على طوال موسم النمو بأكمله. وسيكون أي انخفاض في الغلات ضئيلًا مقارنة بالفوائد التي ستأتي من خلال تحويل المياه الموقرة إلى محاصيل أخرى.⁶⁶ وتكشف الدراسات عن معدلات عالية من وفورات المياه بالنسبة إلى الأشجار المثمرة مقارنة بالمحاصيل العشبية التي تتعرض بصورة شبه دائمة لبعض الأضرار في الغلات. ومن بين محاصيل المزارع الأخرى، هناك القطن والذرة الرفيعة اللذان يصلحان للري الناقص.⁶⁶ وتشمل المنافع

وفي أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى حيث يكون في مشاريع الري الكبرى قصور في الأداء في ما يتعلق بالاستثمارات، يطور صغار المزارعين أراضيهم المرورية ويوسعون نطاقها بأنفسهم.⁵⁵ ويمكن لنظم الري التي يقودها صغار المزارعين أن تنطوي على تكاليف أقل للوحدة مقارنة بالنظم التي تديرها الوكالات الحكومية،^{56،57} كما أنها تتيح معدلات عائدات داخلية أعلى بكثير (28 في المائة) مقارنة بتلك التي يوفرها الري على نطاق واسع والقائم على السدود (7 في المائة).⁵⁸ وإضافة إلى ذلك، تحسن هذه النظم الغلات والدخل وتقلل المخاطر الناجمة عن التقلبات المناخية (الإطار 10).

وينبغي للحكومات أن تدعم هذه المبادرات، بجملة أمور منها، إزالة حواجز السوق، وتعزيز تسهيلات ائتمانية ميسورة التكلفة وملائمة من أجل تمكين صغار المزارعين من اعتماد المبادرة. وينبغي للحكومات أيضًا سن اللوائح التنظيمية من أجل ضمان استدامة هذه المبادرات بيئيًا.⁵⁵

وفي آسيا، تتدهور شبكات الري واسعة النطاق التي تمولها الحكومة لأسباب متنوعة تشمل سوء الصيانة من جانب الحكومة. ولم يتم إنشاء الكثير من هذه الشبكات كي ترعى بشكل ملائم احتياجات المزارعين، وقد فشلت في توفير ما يكفي من المياه للمحاصيل.⁵⁹

عالية القيمة؛ ما يزيد قيمة الإنتاج (الإطار 11).⁶⁶ وإذا بقي الاعتماد قليلاً، فإن ذلك يعود بدرجة كبيرة إلى غياب التوعية بهذه الفوائد، إلى جانب قيود اقتصادية وهيكلية أخرى. وبغية تحقيق الاستفادة، يجب أن تتضمن الاستثمارات في تكنولوجيا الري المتقدمة محاسبة قوية متعلقة بالمياه، وحدًا أقصى لعمليات استخراج المياه، وتقييمًا لأوجه عدم اليقين، وتقديرًا للمقايسات وإدراكًا أكبر لحوافز الرشاشات وأدائها (أنظر الفصل الرابع).⁷⁶ ■

النهج المتكاملة علي مستوى المزارع من أجل تحسين إنتاجية المياه في الإنتاجين البعلي والمروي

تكون إدارة المياه أكثر فعالية عندما تفتقر بالاستعمال الأمثل للمدخلات والإدارة الجيدة للمحاصيل. وتكون كفاءة مورد محدود في أفضل أحوالها عندما تستخدم جميع المدخلات الأخرى على أكمل وجه.⁸³ وينبغي أن تفتقر الإدارة المحسنة للمياه بالإدارة الصحيحة للمدخلات الأخرى. وتتسم المحاصيل الحديثة عالية الغلة بأهمية بالغة في زيادة إنتاجية المياه. وخلال الثورة الخضراء، أدت أصناف المحاصيل الحديثة، مع زيادة الري والمواد الكيميائية الزراعية، دورًا رئيسيًا في زيادة غلات المحاصيل الرئيسية. وتؤثر حالة مغذيات التربة أيضًا تأثيرًا كبيرًا على إنتاجية المياه المستخدمة في المحاصيل. وقد أوضح ذلك Sadras (2004) بالنسبة إلى محاصيل القمح في منطقة Mallee في أستراليا حيث تشكل المياه والنتروجين نسبة من الفجوة القائمة بين إنتاجية المياه التي بالإمكان تحقيقها وإنتاجيتها الفعلية.⁸⁴

ويسمح الكثير من النهج المتكاملة للمزارعين، لا سيما في المزارع البعلية الصغيرة النطاق، بتحسين الإنتاجية بصورة مستدامة.²⁵ وتجمع هذه النهج أفضل الممارسات مع الإدارة المحسنة للتربة والمياه التي تكثف الإنتاج عن طريق إدارة متكاملة لخصوبة التربة، وكفاءة أكبر في استخدام المياه، وتنوع المحاصيل. ويوضح الإطار 12 أهمية إدارة المحاصيل بالنسبة إلى الغلة والنتج التبخري وإنتاجية المياه.

الأخرى للري الناقص نسبة أمراض فطرية قليلة وفقدان أقل للمغذيات، ومواعيد بذر مضبوطة، ومخطط زراعي محسن.⁶⁷ وبما أن استجابات المحاصيل لإجهاد المياه تختلف كثيرًا، يتطلب الري الناقص معرفة دقيقة بكمية المياه والملح في التربة وأداء المحصول.⁶⁵⁻⁶⁸

الاستثمار في الريّ المستدام من أجل تحسين سبل العيش والبيئة

يتمثل التصور التقليدي في أن زيادة كفاءة الريّ عن طريق التكنولوجيات الحديثة، مثل الريّ بالتنقيط، سيؤدي إلى وفورات كبيرة في المياه التي يمكن تخصيصها لاستخدامات أخرى.⁶⁶ ومع أن الفوائد على مستوى المزارع قد تكون كبيرة، عندما تُحسب بالشكل المناسب على مستوى الحوض، فإن الاستهلاك الإجمالي للمياه بواسطة الريّ يميل إلى الارتفاع، ما يقلل من التدفقات العائدة إلى المستخدمين الآخرين، بما في ذلك البيئة. ومع زيادة كفاءة الريّ، فإن قسمًا كبيرًا من المياه التي كانت في السابق "مهذرة" بسبب الري غير الكفؤ يعود إلى النظام عن طريق تغذية المياه الجوفية والأنهار وشبكات الصرف، وغالبًا ما يُعاد استخدام هذه المياه في الريّ.³³ وإضافة إلى ذلك، في حين يحفز الريّ الحديث المزارعين على التحويل إلى المحاصيل التي تستهلك قدرًا كبيرًا من المياه، أو توسيع مساحات المحاصيل، أو زيادة كثافة المحاصيل، يزيد ذلك من مداخيل المزارعين وكذلك من استهلاك المياه.⁶⁹⁻⁷³ وغالبًا ما يؤدي الريّ الحديث إلى استهلاك أعلى للمياه على مستوى الأحواض عند غياب نظام تخصيص للمياه. وجرى توثيق ذلك، على سبيل المثال، في حوض إندوس في باكستان⁷⁴ وفي الأندلس في جنوب إسبانيا.⁷¹

ولا شيء مما سبق يوصي باستخدام الريّ غير الكفؤ، لكنه يعزز بالأحرى تدابير مثل الحد من استخدام المياه وتحسين سبل العيش في المناطق الريفية في الوقت ذاته (أنظر الفصل الرابع). وقدّرت إحدى الدراسات أن الإدارة المتكاملة للمياه (إدماج إدارة مياه الأمطار مع التحسينات المدخلة على الريّ) قد يزيد إنتاج السرعات الحرارية على الصعيد العالمي بنسبة 10 في المائة على أساس مستدام بموازاة احترام متطلبات التدفق البيئي.⁷⁵

وإضافة إلى ذلك، تجلب تكنولوجيا الريّ المتقدمة فوائد كبيرة ينبغي تعزيزها لأنها: (1) غالبًا ما تحمي العمل؛ (2) وتتيح الاستخدام الدقيق والاقتصادي للأسمدة والمواد الكيميائية؛ (3) وتقلل من رشح النترات والملوثات الأخرى؛ (4) وتقلل من تكاليف ضخ المياه وتوفر الطاقة؛ (5) وتسمح للمزارعين بالتنوع عبر زراعة محاصيل

فوائد الريّ الحديث – الأدلة المستمدة من الصين والهند والولايات المتحدة الأمريكية

وتعرية التربة. بيد أن غياب الأدوات المدعومة وعدم دراية المزارعين قيّدا سبل وصولهم إلى هذه التكنولوجيا.

ووفقاً لدراسة أجريت في كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية، يزيد الريّ بالتنقيط تحت السطحي غلات المحاصيل وإنتاجية المياه عن طريق إدارة أفضل للمياه ومراقبة محسنة للأسمدة.⁸⁰ وأظهرت دراسة أخرى في سان خواكين فال في كاليفورنيا، أن غلات محاصيل الطماطم الخاضعة للريّ بالتنقيط كانت أعلى بحوالي 20 في المائة من تلك الخاضعة للريّ بالرذاذ باستخدام القدر نفسه من المياه.⁸¹ وخلصت الدراسة أيضاً إلى أنه، بحسب الاختلاف في الغلات وأسعار الفائدة، كانت الأرباح المحققة لكل هكتار في الريّ بالتنقيط أعلى من أرباح الريّ بالرذاذ بمقدار 867 دولاراً أمريكياً إلى 493 1 دولاراً أمريكياً. لكن يمكن أن يوفر التحوّل إلى الريّ بالتنقيط قدرًا ضئيلاً من المياه لكل هكتار، هذا إن حصل. ويشجع Luhach وآخرون (2004) استخدام الرشاشات في إنتاج الفواكه نظراً إلى جدواها الاقتصادية، وتقليلها من الضغط على الموارد المائية، وانخفاض تكاليفها التشغيلية والمتعلقة بالعمل.⁸²

في مقاطعة هيببي في الصين، قلّ الريّ بالتنقيط تحت السطحي من النتج التبخري مقارنة بالريّ بالتنقيط الفيضي والسطحي بنسبة 26 في المائة و15 في المائة على التوالي، وهو ما زاد إنتاجية المياه بنسبة 25 في المائة.⁷⁷ وقد أدى أيضاً إلى زيادة غلات الحبوب وتكوين الكتلة الأحيائية عن طريق التبخر المنخفض، ويمكن بالتالي استخدامه لمعالجة ندرة المياه.

وفي الهند، أظهرت التجارب الميدانية في عامي 2012 و2013 في مدينة كومباتور أن الريّ بالتنقيط قد زاد غلات الحبوب بحوالي 30 في المائة، وضاعف إنتاجية المياه، واستخدم قدرًا أقل من المياه بنسبة 27 في المائة مقارنة بالإنتاج التقليدي للأرز.⁷⁸ وكانت هناك أيضاً زيادة بنسبة 40 في المائة في عائدات الاستثمارات. وأوضحت دراسة ميدانية أخرى في مقاطعة سيرسا في ولاية هاريانا الفوائد الاقتصادية للريّ بالتنقيط، وأظهرت أنه أكثر فعالية من حيث الكلفة مقارنة بالريّ بالأخاديد في إنتاج القطن، وهو ما يقلل تكاليف الزراعة بنسبة 25 في المائة ويولد وفورات في المياه والكهرباء بنسبة 33 في المائة.⁷⁹ ويُقلل الريّ بالتنقيط أيضاً المشاكل المتعلقة بالأعشاب الضارة

◀ وإدارة المغذيات، إذ إن حالة مغذيات التربة تؤثر على إنتاجية المياه المستخدمة في المحاصيل، وعلى الأعشاب والآفات.

الزراعة المحافظة على الموارد

يمكن للزراعة المحافظة على الموارد أن تحسن كفاءة المياه والمغذيات عن طريق التشجيع على إحداث أقلّ اختلال ممكن في التربة (مثلاً عدم حراثة التربة)، والحفاظ على غطاء دائم للتربة يشمل بقايا المحاصيل وغطاء واقٍ حيّ، والتنوع في أنواع النباتات.⁸³ وقد توسع نطاق الزراعة المحافظة على الموارد بشكل سريع، وبلغت حوالي 180 مليون هكتار في 79 بلداً.⁸³ وتشمل الأسباب الرئيسية للإنتاجية العالية من حيث العوامل والمياه، وتكاليف الإنتاج المنخفضة والربحية العالية، والاستقرار الكبير في الغلات. وفي الصين، ساهمت الزراعة المحافظة على الموارد في تحقيق زيادات في الغلات من 2 في المائة إلى 8 في المائة

وتشمل بعض العوامل الرئيسية البالغة الأهمية بالنسبة إلى إدارة المحاصيل والمغذيات ما يلي:

- ◀ زرع المحاصيل وحصدتها في الوقت المناسب لمواكبة هطول الأمطار وزراعة محاصيل متعددة متى أمكن ذلك من أجل استخدام رطوبة التربة واستعادة مغذيات التربة، وتغيير مواسم الزرع إلى الفترات التي يقل فيها تبخر المياه؛^{86,85,68}
- ◀ وتحديد المسافات بين النباتات واتجاه الصفوف، مما يشمل الكثافة المثلى للزرع (مقدار المساحة بين النباتات) والتماثل العالي للثمار؛
- ◀ واختيار أصناف من المحاصيل قادرة على توليد غلات كبيرة و/أو مقاومة للجفاف و/أو تنمو سريعاً تحت الغطاء الحرجي؛⁸⁹⁻⁸⁷
- ◀ وتخصيص الأماكن وإدارة منطقة المحاصيل، وتحديد واستبعاد المزارع التي تحقق باستمرار غلات أقلّ من أجل المساعدة على تحسين متوسط إنتاجية المياه المستخدمة في المحاصيل؛⁸⁶

م للاطلاع على المزيد من التفاصيل بشأن الزراعة المحافظة على الموارد، أنظر منظمة الأغذية والزراعة، 2020.⁸⁵

آثار إدارة المحاصيل على النتج التبخري والغلات وإنتاجية المياه – الأدلة المستمدة من الأرجنتين والهند

بالنسبة إلى الحبوب بنسبة تصل إلى 17 في المائة. وقد كان الأثر أكثر وضوحًا حينما كانت المحاصيل تفتقر إلى النيتروجين و/أو ذات مياه محدودة، لكن هذا الأثر كان ضئيلاً للغاية بالنسبة إلى المحاصيل المخضبة بالأسمدة والمحاصيل المروية.

وقام Van Dam وآخرون (2006) بمحاكاة نمو المحاصيل في تواريخ بذر مختلفة (بين 10 نوفمبر/تشرين الثاني و10 ديسمبر كانون الأول) في مقاطعة سيرسا، الهند.⁹¹ وزاد البذر المبكر من غلات الحبوب، ورفع إنتاجية المياه بنسبة 20 في المائة عندما اقترن بزيادة صغيرة في النتج التبخري خلال مرحلة النمو.

قامت دراسة أجريت في الأرجنتين بتحليل استجابة محاصيل الذرة والنتج التبخري للمحاصيل وإنتاجية المياه أمام تقليل المسافات بين الصفوف في نظم مختلفة للمياه والنيتروجين.⁹⁰ وتراوح استجابة غلات الحبوب لتقليص الصفوف (35 سنتيمترًا مقابل 70 سنتيمترًا) بين 0 إلى 23 في المائة، وكانت النسبة أعلى في ما يخص المحاصيل البعلية المحدودة المياه و/أو المحاصيل الناقصة النيتروجين (مثل المحاصيل غير المخضبة بالأسمدة). وزاد بقدر أكبر تقليص الصفوف من النتج التبخري للمحصول خلال المراحل الأولية للنمو بنسبة 8 في المائة، ولكن التسميد بالنيتروجين لم يؤثر عليها. وأدى تقليل المسافات بين الصفوف إلى زيادة إنتاجية المياه

الحالات، قللت الزراعة المحافظة على الموارد من انبعاثات غازات الدفيئة للنظم الزراعية، وحسنت دورها كبالوعات للكربون.^{107،101} وتشكل الزراعة القائمة على الري الذي مناخًا خيارًا مهمًا آخر من أجل التكيف مع تغيّر المناخ. وتركز على تحسين إنتاجية الري القائم وربحيته وتعزيز قدرة المزارعين على الصمود في وجه تغيّر المناخ.¹⁰¹ ويقدر الإطار 13 الفوائد المحتملة لتنفيذ استراتيجيات الإدارة المحسنة الموضحة في هذا الفصل. ■

إنتاجية المياه في الإنتاج الحيواني

تنخفض إنتاجية المياه في المنتجات الحيوانية مقارنة بالمحاصيل من حيث الكيلوغرام من المنتج لكل متر مكعب من المياه (أنظر الجدول 4 بالمقارنة مع الجدول 2). وتتراوح إنتاجية المحاصيل بين 0.12 كيلوغرام/متر مكعب بالنسبة إلى الجوزيات و5.49 كيلوغرام/متر مكعب بالنسبة إلى السكر، بينما تتراوح المنتجات الحيوانية بين 0.07 كيلوغرام/متر مكعب بالنسبة إلى لحوم البقر و1.05 كيلوغرام/متر مكعب بالنسبة إلى الحليب. وبعد الحليب، تفيد التقارير بأن أعلى إنتاجية للمياه هي في البيض وسمك البلطي. ويمكن أن تختلف إنتاجية المياه الخاصة بالبلطي بشكل كبير بناءً على نظام الإنتاج. إذ تقل إنتاجية المياه مثلاً عندما يُستزَع

بالنسبة إلى القمح والذرة والأرز.⁹⁴ وفي الهند، خُفضت هذه الزراعة المحافظة على الموارد تكاليف الإنتاج بشكل كبير بالنسبة إلى المزارعين، وزادت من إنتاجية مياه الري.⁹⁵

ويمكن أن تحسّن الحراثة المحافظة على الموارد تخزين المياه في التربة وجودة التربة وغلات المحاصيل، وتقلل تبخر المياه.⁹⁶⁻¹⁰⁰ وتربية الثروة الحيوانية في المراعي المحسنة الناتجة من تناوب محاصيل المراعي التي تقوم على أساس الزراعة المحافظة على الموارد تنتج كمية أكبر من اللحوم لكل وحدة من المراعي ومعدل أقل لانبعاثات غازات الدفيئة.¹⁰¹ وتتوقف التأثيرات على إنتاجية المياه على السياق والآثار المتعلقة بالنتج التبخري والغلات.^{50،102} ويمكن أن تواجه الزراعة المحافظة على الموارد تحديات في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وجنوب آسيا، حيث تُستخدم مخلفات المحاصيل كأعلاف للماشية أو كوقود منزلي.¹⁰³⁻¹⁰⁵ وتشمل التحديات الأخرى زيادة الأعشاب والعمل الإضافي عندما لا تُستخدم مبيدات الأعشاب الضارة، وهذا يؤثر على النساء بشكل خاص.¹⁰⁶ وغالبًا ما يعتمد نجاح الزراعة المحافظة على الموارد على تحديد المناطق الزراعية الإيكولوجية وأنواع التربة التي يمكن فيها اعتماد الزراعة المحافظة على الموارد بسهولة. وما سيساعد أيضًا هو وضع أغلفة خاصة بالمواقع وتثقيف المجتمع الزراعي والجمهور العام بشأن الفوائد.

ويمكن للزراعة المحافظة على الموارد أن تساهم أيضًا في جعل النظم الزراعية أكثر قدرة على الصمود في وجه تغيّر المناخ. وفي الكثير من

وتشير التوقعات إلى أن الاستثمار في إصلاح الريّ وتحديثه يرتفع بعض الشيء في حال ارتفاع إجهاد المياه مقارنة بانخفاض إجهاد المياه، إذ يمكن للاستثمارات في ارتفاع الإجهاد أن تحقق عائدات أكبر. كما أن الاستثمار المتوقع في الريّ بالتنقيط والري بالرداذ أكبر قدرًا في المناطق المروية التي يرتفع فيها معدل إجهاد المياه. وقد لا تكون الاستثمارات مربحة في الأماكن التي تكون فيها المياه وفيرة، وفي الأماكن التي تشح فيها المياه، يوفر اعتماد الري للمزارعين تحكّمًا أفضل وكفاءات في الاستخدام من أجل زرع محاصيل عالية القيمة وتحقيق غلات عالية. وللتأكد من أن الاستثمارات ستتحول إلى وفورات في المياه في مستجمعات الأمطار، ينبغي لها أن تكون مشروطة بالمحاسبة المائية والتوزيعات (أنظر الفصل الرابع). ويجب أيضًا أن تكون الاستثمارات مصحوبة بتحليل اجتماعي واقتصادي، مع الأخذ في الاعتبار المتطلبات والظروف المحلية.

وجرت نمذجة جمع المياه والأصناف المقاومة للجفاف لتناسب الإنتاج البعلية وحده. ومعدل الاعتماد المتوقع أعلى في نظم الإنتاج البعلية ذات المدخلات المنخفضة، وهو ما يشير إلى أن ذلك قد يعود بالمنفعة على صغار المزارعين. أما بالنسبة إلى الأصناف المقاومة للجفاف، فإن النسبة المئوية المتوقعة للمناطق هي أعلى بكثير في المناطق البعلية المعرضة بشدة للجفاف في إطار الاستخدام العالي والمنخفض للمدخلات على السواء.

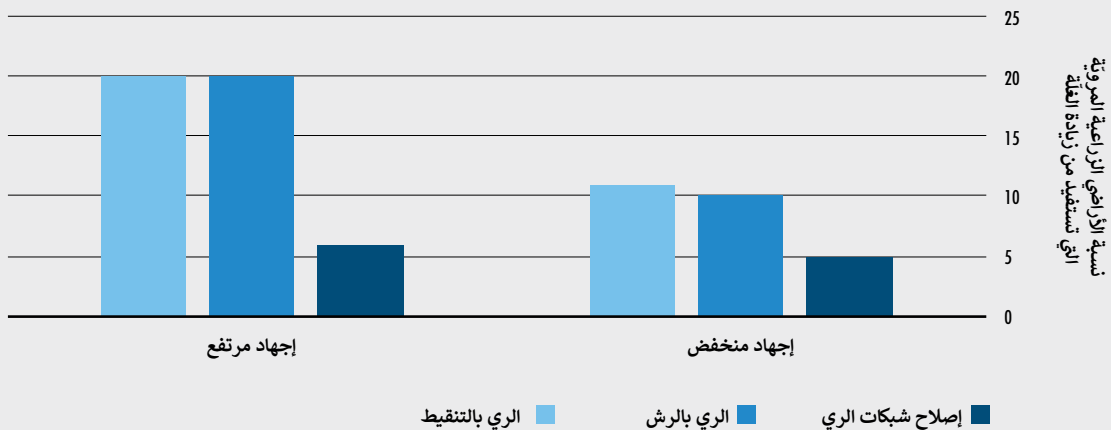
يعود نمو الأصناف المقاومة للحرارة بالنفع على جميع المناطق، البعلية منها أو المروية. ويرتبط ازدياد تواتر موجات الجفاف بمستويات تبخر ودرجات حرارة عالية، مع أن الفوائد قد تكون

استنادًا إلى نظم الإنتاج البعلية والمروية الواردة في الشكل 5 (الصفحة 28) والشكل 7 (الصفحة 30)، بالإمكان تقدير النسبة المئوية للأراضي الزراعية التي يمكنها الاستفادة من زيادة الغلات الناتجة من استخدام أنواع مختلفة من تكنولوجيات وممارسات إدارة الريّ والمياه. (للاطلاع على التصنيف بحسب البلدان الخاص بحصة الأراضي الزراعية في إطار كل نظام إنتاج مصحوب بقيود متصلة بالمياه، أنظر الجدول ألف-2 في الملحق الإحصائي، الصفحة 128). وتستند التحسينات المتوقعة للغلات إلى الاستثمارات من أجل توسيع نطاق المناطق المروية وإصلاح الريّ وإمكانية اعتماد التكنولوجيات وممارسات الإدارة التالية: (1) الريّ بالتنقيط؛ (2) والريّ بالرداذ؛ (3) وتجميع المياه؛ (4) والأصناف المقاومة للجفاف؛ (5) والأصناف المقاومة للحرارة؛ (6) والحراثة المحافظة على الموارد؛ (7) والإدارة المتكاملة لخصوبة التربة (مثل دمج الأسمدة الكيميائية وبقايا المحاصيل والسماذ العضوي/الكومبوست)؛ (8) والزراعة الدقيقة (أنظر القسم المعنون جعل الابتكار والاتصالات والتكنولوجيا مجدية للجميع، الصفحة 75).

ويشير التحليل في الشكل الوارد في هذا الإطار إلى ما يمكن تحقيقه بحلول عام 2030 استنادًا إلى النسبة المئوية للأراضي الزراعية التي تستخدم تلك التكنولوجيات وفقًا لتوقعات النموذج الدولي لتحليل السياسات المتعلقة بالسلع الزراعية والتجارة الذي وضعه المعهد الدولي لبحوث سياسات الأغذية. ويرد في الملحق الفني (الصفحة 127) وصف أكثر تفصيلًا لعملية النمذجة هذه وملحة عامة عن النموذج الدولي لتحليل السياسات المتعلقة بالسلع الزراعية والتجارة.

نسبة المساحات الزراعية التي ستستفيد من الاستثمار في تكنولوجيات وممارسات إدارية مختارة بحلول عام 2030

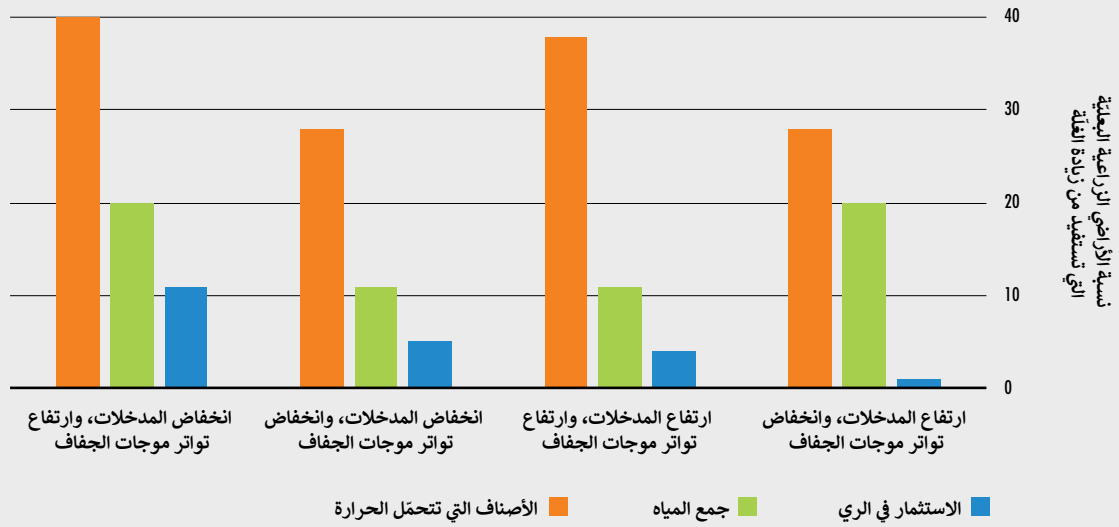
أ- الخيارات المتاحة للمناطق المروية حاليًا



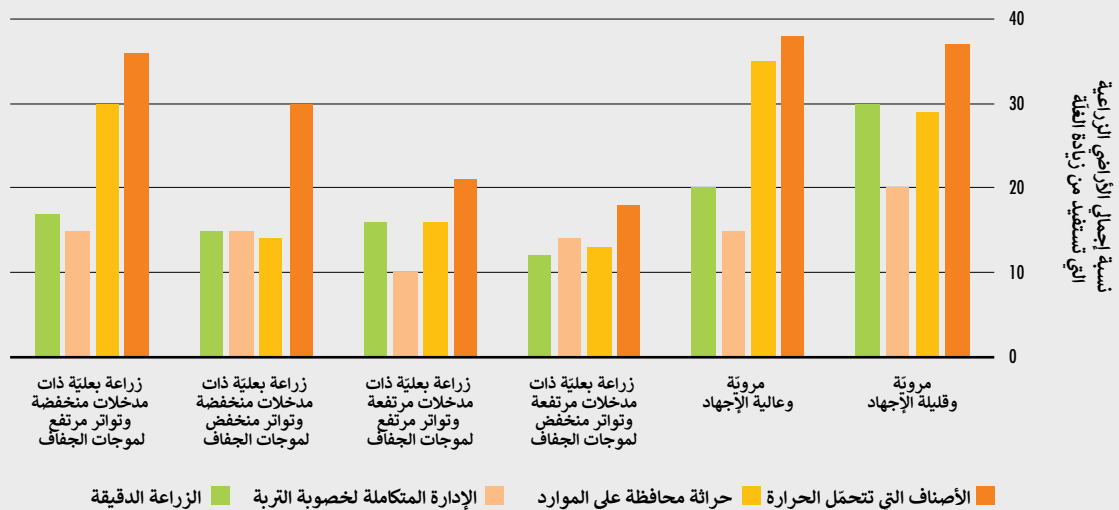
ويمكن أن تتيح الاستثمارات والتكنولوجيات وممارسات الإدارة التي جرى تقييمها فوائدها في جميع نظم الإنتاج التي تكون فيها مستويات مختلفة للقيود المتصلة بالمياه. ومع أنها لن تعالج نقص المياه وندرتها لوحدها بين 2020 و2030، لكن يمكنها أن تؤثر تأثيراً كبيراً على ملايين المزارعين في النظم المرورية والبعلية. وتختلف الآثار الإيجابية بشكل كبير بين البلدان، وهذا ما يبرز أهمية تكييف إدارة المياه بما يتماشى مع النظم المرورية والبعلية، والقدرات والظروف المحلية، والتحديات المتعلقة بالمياه.

كبيرة في المناطق المعرضة لموجات الجفاف المتكررة ومهمة بشكل خاص للنظم ذات المدخلات المنخفضة. وتعود الحراثة المحافظة على الموارد بالنفع على الأراضي الزراعية المرورية والبعلية؛ وبالنسبة إلى النظم البعلية، تغطي الحراثة المحافظة على الموارد نطاقاً أوسع في النظم ذات المدخلات المنخفضة التي تواجه الجفاف، وهذا يشير إلى إمكانية أن تكون مفيدة لصغار المزارعين. ويمكن أن تكون الإدارة المتكاملة لخصوبة التربة نافعة لجميع المناطق، لا سيما المناطق ذات الإجهاد المائي المنخفض، ولكن لم يظهر أي نمط واضح من الأشكال المختلفة. وتعدّ الزراعة الدقيقة في ضوء الإسقاطات الخيار الأكثر تحقيقاً للربح، وبالتالي الأكثر اعتماداً في النظم المرورية ذات التحكم الجيد بالمياه.

ب- الخيارات المتاحة للمناطق البعلية حالياً



ج- الخيارات الصالحة للمساحات البعلية والمرورية على السواء



الجدول 4

المتوسط العالمي لإنتاجية المياه الخاصة بمنتجات حيوانية مختارة

إنتاجية المياه				المادة الغذائية
القيمة الاقتصادية (دولار أمريكي/متر مكعب) ⁱⁱⁱ	البروتينات (غرام/متر مكعب) ⁱⁱ	السعرات الحرارية (سعة حرارية/متر مكعب) ⁱⁱ	الكتلة (كلغ/متر مكعب) ⁱ	
-	24.8	216	0.16	سمكة السلور الأمريكية
0.166	9.2	101	0.07	لحم البقر
0.828	0.0	1 491	0.19	الزبدة
0.316	32.9	373	0.26	لحم الدجاج
0.310	39.1	502	0.35	البيض
0.309	34.8	591	1.05	الحليب
0.263	19.6	519	0.19	لحم الخنزير
0.254	13.4	199	0.10	لحم الأغنام
-	60.3	288	0.30	سمك البلطي (الوزن الطازج)

(1) القيم الخاصة بالمنتجات الحيوانية والسمكية مستمدة من Hoekstra و Mekonnen، 2012¹¹¹ و Lemoalle، 2008. على التوالي.¹¹⁰

(2) جرى الحساب على أساس إنتاجية المياه الزرقاء والخضراء والمحتوى التغذوي للمنتجات الحيوانية.

(3) جرى الحساب على أساس إنتاجية المياه وأسعار المنتجين لوحدة المنتجات الحيوانية. واستمد المحتوى التغذوي وأسعار المنتجين من قاعدة البيانات الإحصائية الموضوعية في المنظمة.¹¹² ملاحظة: بالنسبة إلى المنتجات السمكية، تم حساب عمليات التحويل إلى محتويات الطاقة والبروتينات وفقاً لمختبر البيانات بشأن المغذيات التابع لوزارة الزراعة الأمريكية.¹⁰⁶

المصدر: Neale و Mekonnen، 2020⁵⁰ و Lemoalle، 2008.¹¹⁰

الخيارات الخاصة بنظم إنتاج الثروة الحيوانية

يستخدم الإنتاج الحيواني نظماً مختلفة ذات أنماط متنوعة لاستخدام المياه. وبالنسبة إلى الأعلاف، قد تعتمد الثروة الحيوانية على الرعي و/أو الأعلاف، إما من الإنتاج البعلي أو المروي. وفي الإنتاج المختلط، تستهلك الثروة الحيوانية بقايا المحاصيل والمنتجات الثانوية، وتنتج السماد العضوي لتخصيب المحاصيل. ويستخدم أكثر من ثلث الأراضي الخالية من الثلوج في الكوكب من أجل المراعي.¹¹⁴ وتُرعى الثروة الحيوانية في حوالي مليار هكتار من المراعي والمروج، ولا يصلح ثلثا هذه المساحة من أجل زراعة المحاصيل. وفي هذه المناطق، يمثل الإنتاج الحيواني الطريقة الوحيدة لتحويل هطول الأمطار إلى أغذية. وإضافة إلى استخدام حصة كبيرة من الأراضي الزراعية، يستخدم الإنتاج الحيواني أيضاً كميات كبيرة من المياه.¹¹⁵ وعلى خلاف الأراضي الزراعية، لا تُعتبر الثروة الحيوانية عادة خاضعة لإدارة المياه المستخدمة في الزراعة، حتى مع توفر الكثير من الفرص لتحسين إنتاجية المياه والأداء البيئي. وتُعتبر الثروة الحيوانية أيضاً مصدر قوة من أجل الصمود، إذ إنها تخفف من وطأة الجفاف على المخرجات الزراعية وسبل عيش المزارعين من خلال

البلطي في أحواض مغذية ومؤكسجة.¹¹⁰ وفي مجال مصائد الأسماك وتربية الأحياء المائية، يكون حساب استهلاك المياه أقل وضوحاً من المحاصيل والثروة الحيوانية، إذ إن المجال الأول يأخذ بعين الاعتبار الأعلاف والطاقة ومعدل الدوران والتصرف. وللإطلاع على مزيد من المناقشة بشأن استخدام المياه في مصائد الأسماك، أنظر "تحت المجهر" عن تربية الأحياء المائية في سياق الاستخدام المستدام للمياه في النظم الغذائية، الصفحة 79.

ومن حيث السعرات الحرارية، فإن إنتاجية المياه بالنسبة إلى المحاصيل أعلى بشكل عام من المنتجات الحيوانية. ومن ناحية البروتينات، يملك البلطي أعلى قيمة في **الجدول 4**، وهو أكثر كفاءة من سمكة السلور الأمريكية. ويعطي الحليب والبيض والدجاج قيمة عالية نسبياً. وكثيراً ما تكون الإنتاجية الاقتصادية للمياه (من حيث قيمتها بالدولار الأمريكي لكل متر مكعب من المياه) أعلى في المنتجات الحيوانية مقارنة بالمحاصيل، باستثناء الفواكه والخضار والجذور النشوية. والطلب العالمي على المنتجات الحيوانية أخذ في الارتفاع (كما هو الحال أيضاً بالنسبة إلى أعلاف الحيوان)، وهو عبء محتمل على موارد المياه العذبة. وهناك حاجة إلى إدخال المزيد من التحسينات على إنتاجية المياه الخاصة بالمنتجات الحيوانية.

وتخفف المياه المستمدة من المصادر البديلة من الضغوط على مصادر المياه الشحيحة. ويجب أن تقرّ المحاولات الرامية إلى تحسين إنتاجية المياه المستخدمة في الزراعة بالاختلافات الموجودة بين النظم، وتُحسّن استخدام الموارد عن طريق مكوناتها.¹²² ويمكن أن يؤدي أخذ المؤسسات والسياسات ونوع الجنس في الاعتبار إلى الإقبال الناجح على التدخلات.¹¹⁹ ■

نُهج إدارة المياه وأثرها خارج نطاق المزرعة

ربط المناظر الطبيعية الزراعية ووظائف النظام الإيكولوجي

تمثّل نظم الإنتاج الزراعي محرّكات رئيسية في مجموعة من التغيّرات البيئية المرغوبة وغير المرغوبة. ويمكن للأراضي الزراعية البعلية والمراعي أن تؤثر بشكل كبير على التنوع البيولوجي وجودة المياه.¹²³ وقد يكون لبعض استراتيجيات المياه تأثير سلبي. إذ إن التدابير اللامركزية، مثل صهاريج مياه الأمطار وتجميع مياه العواصف، حتى وإن كانت بقدر صغير، قد يكون لها تأثير سلبي على توازن مياه المجتمعات عندما لا تقترن بحلول أخرى (مثل استرجاع النظم الإيكولوجية عند المنبع). وتُحدث البرامج الكبيرة لتجميع المياه على نطاق صغير، مثل إدارة الأحواض المحلية في ولاية أندرا براديش وأجزاء أخرى من الهند، تأثيراً كبيراً على هيدرولوجيا مياه المنبع وتوافرها بوجه عام،¹²⁴ ويمكنها أن تؤثر بشدة على إنتاجية مصائد الأنهار. ولكن الأدلة متباينة، وهناك حاجة إلى أدوات مُدججة جديدة وجمع البيانات الميدانية.^{125,126}

ويمكن للإدارة المحسّنة للمياه المستخدمة في الزراعة أن تقود أيضاً إلى التغيّرات البيئية المرجوة. وفي مستجمع الأمطار في قرية كوتابالي الواقعة جنوب الهند، على سبيل المثال، قللت التدخلات في المياه المستخدمة في الزراعة الأحمال الترسبية في الأنهار، وأثرت بشكل إيجابي جداً على إيكولوجيا تدفق الأنهار وعلى عمر الخزّانات.¹²⁵ ويمكن للإدارة السليمة للمياه أيضاً أن تحد من انبعاثات غازات الدفيئة بشكل كبير. وعلى سبيل المثال، يمثّل تقليل فترات الفيضانات ووضع حد لها إحدى التقنيات الواعدة بالحد من الانبعاثات المتعلقة بالأرز، إذ إنها تقلّل إنتاج الميثان الناجم عن البكتيريا

جملة أمور منها قدرة الحيوانات على التنقل، ومكافحة الأمراض وصحة الحيوانات، وإدارة الأعلاف ومياه الشرب، وتوزيع الإنتاج من أجل الحد من ضغوط الرعي في المناطق القاحلة.¹¹⁶ وفي الكثير من المجتمعات الرعوية، يمثّل التنقل استراتيجية رئيسية للوصول إلى المراعي المتفرقة والمياه في المناطق الواسعة، وهذا مهم بصفة خاصة خلال موجات الجفاف الحاد.¹¹⁷

وفي المراعي، يمكن للتحكم السليم في موسم الرعي وشدته وتواتره وتوزيعه أن يحسّن من الغطاء النباتي ويحد من تعرية التربة وأن يصون جودة المياه وتوافرها، ويزيد منهما.¹¹⁸ وتشمل إدارة الحيوانات تحسين صحة الحيوان وتربية المواشي بحذر.^{115,119} ويمكن أيضاً للأنماط الغذائية أن تواجه التحدي المزدوج المتمثل في زيادة إنتاجية المياه في القطاع وصون المياه عن طريق الإدارة المحسنة وسد الفجوات في الغلات التي تتعلق بمحاصيل الأعلاف. وخلصت دراسة أجريت في سانتا كاتارينا، البرازيل في 2001-2011 إلى أنه يمكن للاستراتيجيات التغذوية أن تقلّل من البصمة المائية للخبازير بنسبة 18 في المائة، وأن تزيد إنتاجية المياه - من حيث التغذية - بأكثر من 20 في المائة.¹²⁰ وخلصت دراسة أخرى في شمال ألمانيا إلى أن زيادة إنتاج الحليب، بالاقتران مع الأعلاف القائمة على العلف الأخضر للأعشاب والذرة، قد أدى إلى رفع إنتاجية المياه بشكل كبير في مزارع الألبان مقارنة بالمراعي والأعلاف المرغزة.¹¹⁴ وفي النظم المختلطة للمحاصيل وتربية الثروة الحيوانية، يمكن لاختيار أنواع الأعلاف بحذر وتحسين جودة الأعلاف ومصادرها وزيادة إنتاجية المياه الخاصة بالأعلاف وإدارة الرعي أن تزيد من إنتاجية المياه.^{119,122} وتحسن هذه الممارسات كفاءة استخدام الأراضي والمياه وتقلل بشكل كبير من انبعاثات غازات الدفيئة.

والاستخدام الفعال للمياه المخزنة في الصهاريج والخزّانات، وهطول الأمطار، والمياه ذات النوعية المعتدلة، عناصر أساسية لأن كمية كبيرة من المياه المستخدمة في تربية الثروة الحيوانية مخصصة للحيوانات.¹¹⁵ ويشكل خفض الكمية بوساطة أجهزة الشرب الفعالة من حيث استخدام المياه (مثل حاويات المياه ومشارب الضغط) وصيانة أحواض المياه وإصلاحها للحد من التسربات، استراتيجيات صون مهمة. فضلاً عن التغيرات في النظم الغذائية الحيوانية ونظم شرب المياه، تشمل الخيارات الأخرى تظليل ساحات الانتظار وساحات الأعلاف وتنظيم درجات الحرارة في مساكن الحيوانات.¹¹⁵ ويمكن أيضاً لإدارة التنظيف أو آلات الغسل العالية الضغط أو إعادة التدوير أن تقلّل من الاستهلاك والتعرّض لأوجه النقص،

الغابات كحل قائم على البيئة

تؤدي الغابات والأشجار، بوصفها عناصر رئيسية لدورة المياه، دوراً محورياً في الحلول المائية القائمة على الطبيعة. ويمكن أن تساهم إدارتها المستدامة في الحصول على مستوى أفضل لجودة المياه وكميتها وتحسين توقيت وصول المياه وتقليل المخاطر في الوقت ذاته، مثل الفيضانات وتعرية التربة وتآكل السواحل والجفاف. وتساهم الغابات الضبابية التي تقع في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية بمدخلات إضافية للمياه في مستجمعات المياه، ما يحبس الضباب ويقلل النتج التبخري.¹³⁰

وتُحسّن الغابات والأشجار أيضاً جودة المياه عن طريق زيادة الرشح والحد من تلوث المياه الناجم عن الصرف الزراعي والتعرية والترسب، إضافة إلى آثار مهمة على التنوع البيولوجي. وأحد الأمثلة على ذلك هو أهمية الغابات المسيرة بالنسبة إلى إنتاجية الأحياء المائية في شمال غرب المحيط الهادئ من أمريكا الشمالية، حيث تحافظ أشربة الغابات على درجة حرارة المياه، والمغذيات، وشكل القنوات، والطبقات الفرعية، التي يتعين أن تكون ضمن مستويات

معيّنة لحفظ مصايد الأسماك الداخلية، مثل السلمون. ويمكن أيضاً للحلول الحرجية القائمة على الطبيعة أن تزيد قدرة الأشخاص على الصمود ومحاصيلهم في وجه تغيّر المناخ وظروف الطقس القاسية. وفي المناطق الساحلية، يمكن للغابات أن تخفف أثر موجات العواصف وتآكل السواحل وزحف المياه المالحة بسبب ارتفاع منسوب البحر، إذ جميعها عوامل تؤثر على الزراعة. ويمكن للنظم الإيكولوجية لغابات المنغروف أن تحمي المستوطنات الساحلية من آثار التعرية التي تسببها الرياح والأمواج، ومن الأخطار الساحلية الأخرى.¹³¹ وينطوي الغطاء النباتي الساحلي، لا سيما غابات المنغروف، على إمكانات كبيرة لمعالجة مياه الصرف وإزالة الملوثات الكيميائية وتخفيف التلوث الساحلي وتعرية التربة.^{132،133} ويمكن لإعادة تأهيل المنغروف أن تقتزن بتربية الأحياء المائية - فزرع شتلات المنغروف في الأحواض خيار فعال من حيث التكلفة ومراع للبيئة من أجل معالجة مياه الصرف الخاصة بتربية الأحياء المائية.¹³⁴

إدارة الجريان السطحي والتحكم بالترسبات والتعرية

إن إحدى الفوائد غير المقدرة قيمتها على النحو الكافي في ما يخص إدارة المياه المستخدمة في الزراعة هي الأثر على احتجاز مياه الجريان السطحي والتحكم بالترسبات. ولا تقوم أنظمة جمع مياه الجريان السطحي وهطول الأمطار الغزيرة بالحد من نقص المياه خلال فترات الجفاف فحسب، بل تحد كذلك من الفيضانات، وهي نظم مفيدة لإنتاج الكتلة الأحيائية واحتجاز المغذيات.¹³⁵ ويهدف التحكم بالترسبات إلى التخفيف من التعرية والترسب، مثل فقدان التربة السطحية القيمة - ما يقلل من إنتاجية الأرض وقدرتها على احتجاز المياه - وإلحاق أضرار بالبنية التحتية (مثل المحطات الكهرومائية ومصانع معالجة مياه الصرف الصحي). ويمكن أيضاً للترسب أن يجعل نوعية المياه في حال أسوأ عن طريق تصريفها في المجاري المائية والبحيرات والمناطق الساحلية، وأن يقلل من قدرة الخزانات على تخزين المياه وأن يفاقم من أضرار الفيضانات.¹³⁶

وبيّنت دراسة أُجريت في إثيوبيا أنه كان لتجميع المياه وصور التربة والمياه، مثل الحواجز والزراعة الحافظة للموارد، فوائد كبيرة في ما يتعلق باحتجاز

وبالتالي انبعاثات غاز الميثان.^{127،128} ويأخذ الكثير من النهج في الحسبان العلاقة بين المناظر الطبيعية الزراعية واستخدام الموارد ووظائف النظام الإيكولوجي. والحلول القائمة على الطبيعة مستوحاة ومدعومة منها، وتستخدم أو تحاكي العمليات الطبيعية لكي تساهم في الإدارة المحسّنة للمياه. ويمكن أن تشمل صون النظم الإيكولوجية الطبيعية أو إعادة تأهيلها و/أو تحسين العمليات الطبيعية أو إعدادها في النظم الإيكولوجية المعدلة أو الاصطناعية.¹²⁹ وقد تكون لها آثار إيجابية متعاقبة على الزراعة والتنوع البيولوجي والأمن الغذائي والبيئة. ولكن مع أنها تحظى باعتراف متزايد، فإن تنفيذها على نطاق واسع لا يزال يواجه بعض التحديات. وهناك دعوات إلى إجراء نقلة نوعية لإظهار الغابات والأراضي الخثية والنظم الإيكولوجية الأخرى كمنظمات للمياه العذبة من الموقع إلى النطاقات القارية، مع وجود نهج للمناظر الطبيعية لدى جميع أصحاب المصلحة (الإطار 14). وتضع الشروط التمكينية للحلول القائمة على الطبيعة على قدم المساواة مع الخيارات الأخرى لإدارة المياه. وقد تشمل هذه الحلول إعادة توجيه الاستثمارات والدفع مقابل خدمات النظام الإيكولوجي واستدامة الممارسات والسياسات الزراعية التي تدعم هذه الحلول.¹²⁹

ويمكن أن تساهم إدارة المياه، مثل الأشرطة النباتية وأخاديد/أحواض الترشيح والأراضي الرطبة من صنع الإنسان، عن طريق الاحتفاظ بالفائض من المغذيات، لا سيما النتروجين والفسفور (وهما من ملوثات المياه الأكثر شيوعاً)، وهو ما يقلل بالتالي حمولة التلوث من مصدر غير ثابت، المعروف أيضاً باسم التلوث غير المصدر.¹³⁸ ورغم اختلاف كفاءة هذه التكنولوجيات التي تعتمد غالباً على التصميم والمناظر الطبيعية المحلية، فإنها تُستخدم على نطاق واسع في نظم الإنتاج الزراعي في أوروبا وأمريكا الشمالية.

ويمكن أن يساعد دمج تربية الأحياء المائية ضمن النظم الزراعية على الاحتفاظ بكميات المغذيات الفائضة وتحسين جودة المياه.¹⁴³ وفي بعض النظم، يساعد وجود الأسماك على استزراع الأسماك في حقول الأرز وتدوير المغذيات وتوزيعها. ويقلل ذلك من استخدام المبيدات والتكاليف ذات الصلة، ويكبح نمو الأعشاب في حقول الأرز ويحسن خصوبة التربة. ولكن هذا قد يضيف تعقيدات على إدارة هذه النظم. ولمزيد من المعلومات عن تلوث المياه بسبب الزراعة، انظر "تحت المجهر" عن الزراعة وتلوث المياه ومحلها، الصفحة 44. ■

مصادر المياه غير التقليدية للتخفيف من ندرة المياه

يكتسب استخدام مصادر المياه غير التقليدية مزيداً من الزخم في ظل الطلب المتزايد، مثل مياه الصرف المعالجة والمياه المحلاة. وتنتج عن معظم الأنشطة البشرية المائية مياه الصرف التي قد تكون قابلة للاستعادة من أجل الاستخدام الثانوية، مثل الزراعة. وإذا استعيدت هذه المياه كلها، فإنها ستقلل بشكل كبير من الضغوط على المياه العذبة وتخفف من ندرة المياه، شريطة أن تضمن تقييمات المحاسبة ألا يؤدي التدفق المرتد وظيفة بيئية.

إعادة استخدام المياه

من المتوقع أن تزيد مياه الصرف بشكل كبير مع النمو السكاني والتوسع الحضري. وفي المتوسط، تعالج البلدان المرتفعة الدخل حوالي 73 في المائة من مياه الصرف الخاصة لديها. وتتنخفض هذه النسبة إلى 54 في المائة في البلدان المتوسطة الدخل من الشريحة العليا وإلى 28 في المائة في البلدان المتوسطة الدخل من الشريحة الدنيا. وعلى المستوى العالمي، يُطلق حوالي 80 في المائة

مياه الجريان السطحي وانخفاض فقدان الترسبات بنسبة 45 إلى 90 في المائة.⁴¹ وفي جنوب أفريقيا، انخفضت نسبة الترسبات ومياه الجريان السطحي بنسبة 80 في المائة و60 في المائة، على التوالي.⁴⁰ وأفاد تحليل تجميعي أجراه Joshi وآخرون (2008)، وغطى أكثر من 600 مستجمع صغير للمياه في الهند، بأن متوسط انخفاض الجريان السطحي يبلغ نسبة 45 في المائة، وأن التربة السطحية المحتفظ عليها تبلغ 1.1 طن لكل هكتار.¹³⁷ وبيّنت الدراسة أيضاً علاقة إيجابية بين المشاركة في تنمية مستجمعات المياه والفوائد المستمدة منها، وهو ما يسلط الضوء على أهمية مشاركة أصحاب المصلحة في منع أن يكون للإجراءات التي تتخذها مجموعة من المزارعين تأثير سلبي على مجموعة أخرى. ويمثل استخدام أشرطة من النباتات العشبية والشجيرات والأشجار ممارسة أخرى لصون التربة والمياه، وهو حل قائم على الطبيعة يمكنه، إضافة إلى الاحتفاظ بالرطوبة ومنع التعرية في المنحدرات،²⁵ أن يقلل فقدان الترسبات بشكل كبير.¹³⁸ ويمكن للزراعة على طول المجرى المائي أن تحسن بشكل كبير جودة المياه بالنسبة إلى الأسماك. وفي حوض نهر الزرقاء في الأردن، نتج من الإدارة المستدامة للمراعي زيادة في الكتلة الأحيائية الصالحة للأكل واحتجاز الكربون و/أو استقرار الترسبات.¹³⁹

وليس من السهل توسيع نطاق هذه النتائج كي تشمل مستوى مستجمعات المياه وأبعد من ذلك.¹⁴⁰ وهناك فجوات كبيرة في البيانات في ما يتعلق بالمناطق الزراعية الاستوائية وشبه الاستوائية، وكذلك مستجمعات المياه على النطاق الصغير والمتوسط (من 0.01 كيلومتر مربع إلى 100 كيلومتر مربع).¹⁴¹ وهناك افتقار إلى رصد المناظر الطبيعية في جميع المناطق ونظم الإنتاج على المدى الطويل، وهو أمر قيم جداً خصوصاً في البلدان المنخفضة الدخل والبلدان الأقل نمواً حيث تشهد الزراعة تحولاً سريعاً.

إدارة حمولات المغذيات الزراعية

يمكن للإنتاج الزراعي أن يعيق الدورات الطبيعية للعناصر المغذية - النتروجين والفسفور - ما يؤدي إلى حدوث مشاغل تتعلق بتدهور المياه نتيجة لحمولات المغذيات المفرطة والإغناء بالمغذيات. ويتوقع زيادة حدة هذه المشاكل نتيجة النمو السكاني وتوليد الثروات. والنمو أسرع في البلدان المنخفضة الدخل، إذ تصل الزيادة المتوقعة إلى 118 في المائة بالنسبة إلى النتروجين وإلى 47 في المائة بالنسبة إلى الفسفور.¹⁴² وهذه هي البلدان التي تضم أكبر نسبة من النمو السكاني، وهي التي تقود الطلب على الأغذية والإنتاج الزراعي. وسيتطلب ضمان الأمن الغذائي والتغذية والاستدامة البيئية معالجة التلوث الزراعي.

واللوائح الحكومية ومشاركة أصحاب المصلحة أن تساعد على تغيير هذه التصورات السلبية بشأن استخدام المياه غير التقليدية في إنتاج الأغذية. وعلاوة على ذلك، هناك حاجة إلى البت في تقييم معايير جودة المياه والآثار المحتملة على البيئة والمسائل التنظيمية من أجل تشجيع أفضل الممارسات وتنفيذها.

والسياسات الحالية المتعلقة باستخدام المياه المعالجة مجزأة للغاية، وهي غير مكتملة في الكثير من البلدان، وهو ما يعوق التنمية.¹⁵² ومن الضروري وضع أطر سياسية وتخطيطية لفائدة الحكومات والبلديات والمجموعات المرجعية للمياه كي يتم تطوير مياه الصرف المعالجة بوصفها إمدادًا مستقبليًا للمياه المستخدمة في الزراعة المرهوبة. ويمكن لبرامج التدريب وبناء القدرات أن تعزز استيعاب التكنولوجيا من خلال مجاري المياه المحلية والدولية، مع الأخذ بعين الاعتبار الاحتياجات والظروف المحلية. وستتطلب إزالة الحواجز وتهيئة بيئة تمكينية وجود تشريعات ولوائح تنظيمية ملائمة لتوفير التمويل من أجل اعتمادها.

التحلية

تشمل التحلية إزالة المواد الصلبة المذابة (الأملاح غير العضوية بالدرجة الأولى) أو الملوثات المذابة الأخرى من عدة مصادر، بما في ذلك مياه البحر والمياه المتوسطة الملوحة (المياه السطحية والمياه الجوفية)، والصرف الناتج عن الري. وقد وصف أرسطو في مؤلفه المشهور الميثولوجيا (الذي ألفه في عام 350 قبل الميلاد تقريبًا) التقطير لأغراض إزالة الأملاح والمركبات الأخرى من أجل إنتاج مياه عذبة. ومنذ ذلك الحين، أصبحت التحلية خيارًا رئيسيًا لإمدادات المياه في المناطق الحضرية، لا سيما في المناطق الصحراوية والمناطق المعرضة للجفاف. ونظرًا إلى أن مياه البحر غير محدودة تقريبًا، فإن التحلية حل مُغَرِّ للتحدي القديم العهد المتعلق بوفرة هذه المياه رغم كونها لا تصلح للشرب.¹⁵³ وهناك ما يقارب 16 000 محطة تحلية تنتج حوالي 100 مليون متر مكعب/اليوم من المياه الصالحة للشرب لفائدة 5 في المائة من سكان الأرض، وتقع 48 في المائة منها في الشرق الأدنى وشمال أفريقيا.^{154,155} ومنذ عام 2018، تم التعاقد على أكثر من 400 مشروع تحلية حول العالم، فضلًا عن 4 ملايين متر مكعب/اليوم من القدرة الجديدة خلال النصف الأول من عام 2019.¹⁴⁶

ويعدّ التقطير الطريقة الرئيسية لإنتاج المياه العذبة حيث تُحوّل المياه المالحة إلى بخار ليتم بعد ذلك تكثيف البخار ليصبح مياهًا نقيّة. وشهدت خمسينيات القرن الماضي تطوير عمليات

من مياه الصرف من دون معالجة ملائمة.^{145,144} وفي عام 2019، كان من المتوقع أن تكون هناك قدرة جديدة على إعادة استخدام المياه بمعدل 7.5 ملايين متر مكعب/اليوم. وتهيمن الصين على هذا المجموع (3.7 ملايين متر مكعب/اليوم)، وتليها الولايات المتحدة الأمريكية (880000 متر مكعب/اليوم)، والهند (680000 متر مكعب/اليوم).¹⁴⁶ ويتكون معظمها من المعالجة الثالثة و/أو المعالجة المتقدمة لمياه الصرف. وهذا جزء من اتجاه أوسع نطاقًا نحو معالجة متقدمة بدافع الطلب الصناعي على المياه العالية الجودة وكذلك الطلب من المستخدمين في القطاع الزراعي.

ورغم صعوبة التوصل إلى أرقام محددة بشأن إعادة استخدام المياه في الزراعة، فإن حوالي 10 في المائة من مجموع مناطق الأراضي الزراعية في العالم تحصل على مياه صرف غير معالجة أو معالجة جزئيًا، وهو ما يساوي أكثر من 30 مليون هكتار في 50 بلدًا.^{147,144} ومنذ عقود، تتمثل أكبر فائدة لإعادة استخدام المياه في مجال الزراعة في الحد من الضغط على مصادر المياه العذبة.¹⁴⁸

وجلب الاقتصاد الدائري منظورًا مختلفًا بشأن إعادة استخدام المياه في مجال الزراعة، إذ يقترح نموذجًا يُحتفظ فيه بقيمة المنتجات والأدوات والموارد لأطول مدة ممكنة وينخفض فيه الهدر أو يُلغى.¹⁴² وتتاح مياه الصرف المعالجة للزراعة بسهولة، بما في ذلك الري. وتجلب إعادة استخدام المياه في الري مزيدًا من اليقين إزاء توافر المياه على مدار السنة، حتى خلال موجات الجفاف. ويمكن استعادة المغذيات من حمأة مياه المجاري (المواد الصلبة الحيوية) وإعادة استخدامها كأسمدة، كما هو ممارس على نطاق واسع في الكثير من البلدان.¹⁵⁰ وفي أوروبا، استُخدم أكثر من ربع حمأة مياه المجاري المنتجة في عام 2017 في مجال الزراعة.¹⁵¹ وتتمثل الفائدة من استعادة الطاقة في نهاية المطاف، مثل إنتاج الغاز الحيوي من معالجة المخلفات على مستوى المزرعة.

وعندما تعالج مياه الصرف وفقًا لاحتياجات المستخدمين النهائيين (بما يلائم الغرض)، فإنها تمثل خيارًا واقعيًا للمصادر غير التقليدية للمياه والمغذيات والطاقة بالنسبة إلى الزراعة. كما أن إعادة استخدام المياه في الزراعة من مياه الصرف المعالجة التي تلائم الغرض هي حالة «تفيد الجميع» بما أنها تقوم على الصرف الصحي المحسّن (نظم التجميع)، ومرافق المعالجة، وإعادة استخدام العناصر الكيميائية (النتروجين والفسفور) وإتاحة المياه للاستخدامات العالية القيمة. ولكن استخدام مياه الصرف المعالجة لري محاصيل الأغذية لا يزال غير مقبول ثقافيًا في بعض البلدان. ومن شأن قنوات التواصل الفعالة

المائي المتكامل إدراج المياه المالحة في المزارع التي تستخدم المحاصيل التي تتحمل الملوحة.¹⁵² وتضطلع السياسات واللوائح بدور كبير في تعزيز كليهما عن طريق المشاريع العامة، وهو ما يتيح تمكين القطاع الخاص وتبادل المعارف.¹⁵² وتقلل أيضًا الشراكات بين القطاعين العام والخاص من مخاطر الاستثمار.

ويمكن لتحلية المياه أن تؤثر سلبيًا على البيئة (مثل التخلص من المياه العادمة الشديدة الملوحة المتعلقة بمخلفات التحلية وانبعاثات الغازات الدفيئة). ورغم وجود خيارات تتعلق بالتكنولوجيا والإدارة من أجل التقليل من هذه الآثار، هناك حاجة إلى إجراء دراسات لتقييم المعايير والأثر (على المستويين المحلي والإقليمي)¹⁵⁶ وإلى بحث بشأن التخلص من المياه الشديدة الملوحة والرصد المستمر للنفايات السائلة. ■

جعل الابتكار والاتصالات والتكنولوجيا مجدية للجميع

سوف تزداد الحاجة إلى المعلومات مع اعتماد الزراعة الكثيف على المعارف بشكل متزايد، واضطرار المزارعين إلى اتخاذ قرارات أكثر تعقيدًا بشأن الأراضي والمياه، ونوع المحاصيل التي عليهم إنتاجها وكيفية القيام بذلك، وأين يمكنهم شراء مدخلاتهم وبيع مخرجاتهم. وتعني الطبيعة الموضوعية للزراعة أنه ينبغي تكييف المعلومات لتناسب كل سياق.¹⁶³ وتتطوي تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على إمكانية كبيرة لزيادة الإنتاجية الزراعية وصون الموارد الطبيعية، بما في ذلك المياه.

ويتسم مصطلح تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بكونه مصطلحًا واسعًا يشمل كل شيء من الراديو إلى الصور بالأقمار الاصطناعية، ومن الهواتف المحمولة إلى تبادل المعلومات عن طريق خدمات الرسائل والتحويلات النقدية الإلكترونية.¹⁶³ وفي الهند، يتيح Ganesh Nano، وهو نظام آلي للري، أن يفتح للمزارعين مضخات المياه الخاصة بهم وإغلاقها عن بعد، ويتيح كذلك الحصول على المعلومات بشأن استخدام المياه والطاقة. ويسمح لهم أيضًا بتحديد وقت الري ليتناسب مع متطلبات المحاصيل من المياه. واستخدم حوالي 20000 مزارع هذا الجهاز في عام 2015، وبلغت النسبة المقدرة للفوائد إلى التكاليف ستة إلى واحد.¹⁶³ ويمكن أن تنتج عن استخدام هذا النظام فرص إضافية لتوليد الدخل، على سبيل المثال عن طريق التركيب والتصليح والتدريب والإيضاحات، إضافة إلى إتاحة فرص عمل للنساء.

غشائية، مثل الدبلة الكهربائية والتناضح العكسي. وفي الدبلة الكهربائية، يفصل تيار كهربائي بين الأملاح والمياه. وفي التناضح العكسي، يدفع الضغط المياه عبر غشاء شبه منفذ يستخرج معظم الأملاح.¹⁵⁶ وعلى خلاف التحلية، تستخدم الأغشية الحديثة طاقة قليلة جدًا لإنتاج المياه العذبة، بيد أن هناك مشكلة بيئية رئيسية هي التخلص من الأملاح التي تم إزالتها من المياه.¹⁵⁷

ويتمثل العائق الرئيسي الذي تواجهه التحلية على الدوام في الكلفة. ويقتصر تطبيق التحلية في مجال الزراعة على عدد صغير من المناطق، من أجل بعض المحاصيل العالية القيمة، ويحتاج إلى إعانات حكومية في ما يخص التكاليف الرأسمالية.¹⁵⁶ بيد أنه خلال العقود المنصرمة، أصبحت التحلية أكثر كفاءة وفعالية من حيث الكلفة، وذلك بفضل الطلب المتزايد والتحسينات على صعيد التكنولوجيا، وانخفاض التكاليف واستخدام الطاقة، وزيادة حجم المعامل لتصل إلى الأحجام الكبيرة والضخمة، وتنفيذ المزيد من المشاريع المنافسة.¹⁵⁸ وبينت دراسة أجريت عام 2008 حدوث انخفاض منتظم في تكاليف التحلية على مدى ثلاثة عقود تقريبًا، وتشير تقديراتها إلى أن معامل التحلية الواسعة النطاق قادرة على إنتاج المياه في مدى يتراوح بين 0.5 و 2.0 دولار أمريكي/ متر مكعب، بناء على حجم المعمل.¹⁵⁹ وعلى نحو مماثل، تشير تقديرات وردت في دراسة حديثة إلى أن تكاليف المياه المحلاة تتراوح بين 0.5 و 1.5 دولار أمريكي/ متر مكعب.¹⁶⁰ ومن حيث الكلفة، فإن تحلية المياه المائلة إلى الملوحة من أجل الإنتاج الزراعي أكثر ملاءمة من تحلية مياه البحر. وقد جعلت الأغشية والتكنولوجيات المتجددة، مثل الطاقة الشمسية، التحلية أكثر فعالية، خاصة من أجل المحاصيل الريفية العالية القيمة مثل الخضار والأزهار التي تتم زراعتها في الدفيئة. ويرحب المزارعون بها بوصفها العملية التي تزيل الأملاح (خاصة الصوديوم والكلوريد) التي تضر بالتربة وتعيق نمو النباتات وتضر بالبيئة.¹⁶¹

ويستخدم حاليًا عدد كبير من البلدان مثل أستراليا، والصين، والمكسيك، والمغرب، وإسبانيا، المياه المحلاة على نحو يفيد الزراعة. وحسبت Dévora-Isiordia وآخرون (2018) كلفة التحلية (0.338 دولارًا أمريكيًا/ متر مكعب) وفائدتها الاقتصادية في الزراعة في سونورا، المكسيك.¹⁶² وخلصوا إلى أنه من أجل ضمان استمراريته، ينبغي للمزارعين اختيار محاصيل عالية الغلات ذات نسبة مربحة للتكليف إلى الفوائد، مثل الخضار (الطماطم والفلفل الحار على سبيل المثال)، وينبغي أيضًا أن يستخدموا الري بالتنقيط. وتختبر المزارع التي تطبيق الاستزراع

البيانات وتحليلها ومشاركتها بفعالية أكبر، فضلاً عن تصوير وفهم ما تعنيه هذه المعلومات بالنسبة إلى الزراعة.¹⁶³ واتسعت مجموعة أجهزة الاستشعار في الهواتف الذكية لتشمل آلات قياس الضغط الجوي وآليات قياس درجات الحرارة التي يمكنها أن تجمع معلومات الطقس المحلية للغاية. وبدأ صغار المزارعين الذين يستخدمون الهواتف المحمولة بالاستفادة من الأدوات المحسنة. ومع ذلك، لا يزال الوصول إلى البيانات يشكل تحديًا.

ويضطلع كل من القطاعين العام والخاص بأدوار مهمة في المساعدة على سد هذه الثغرات. ويمكن لدمج تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في البرامج الوطنية، وتهيئة بيئة تمكينية، وتصميم نظم رقمية متوافقة وسهلة الاستخدام، أن يساعد في تحسين النفاذ. ويتجلى أحد الأمثلة في مبادرة البيانات العالمية المفتوحة للزراعة والتغذية، التي أطلقت في عام 2013 وتدعو إلى اتباع سياسات البيانات المفتوحة والوصول المفتوح في القطاعين العام والخاص. والمثال الآخر هو التحالف من أجل بيانات زراعية مفتوحة، الذي أطلق في عام 2014 ويهدف إلى مساعدة المزارعين على الوصول إلى بياناتهم والتحكم بها.¹⁶³ وتمكن منظمة Digital Green، التي أطلقت في عام 2008، خبراء الإرشاد والمزارعين الأقران من تحميل الفيديوهات على الإنترنت من أجل مشاركة المعارف بشأن الممارسات الزراعية المحسنة. وحتى حزيران/يونيو 2020، تواصلت المنظمة مع 1.8 مليون مزارع من صغار المزارعين في الهند في 15 200 قرية - و 90 في المائة منهم من النساء.¹⁶⁸ وتسعى نوادي ديميترا التابعة للمنظمة إلى تمكين المجتمعات الريفية، لا سيما النساء والشباب، باستخدام الهواتف المحمولة وإذاعات الراديو من أجل تبادل المعلومات. وهناك تفاوتات في العمر في ما يخص النفاذ إلى تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، إذ إن الشباب ميلون إلى اعتمادها بسهولة أكبر، وهذا من شأنه أن يتحول إلى ميزة وأن يستخدم كأداة للتعليم داخل المجتمعات المحلية. ■

وتشمل الزراعة المحكّمة أدوات أخرى لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، بما في ذلك النظام العالمي لتحديد المواقع والأقمار الاصطناعية وأجهزة الاستشعار والصور الجوية، التي تتيح للمزارعين معلومات خاصة بمواقع معينة كي يتخذوا القرارات بشأنها على صعيد إدارتها.^{164,163} ويقع تحديد ظروف التربة والمحاصيل - مع التقليل من الآثار على الحياة البرية والبيئة - في صميم الزراعة المحكّمة. ورغم تركّز الأدوات في البلدان المرتفعة الدخل، فإنه بعض أدوات الإحكام تنطوي على إمكانات كبيرة في البلدان المنخفضة الدخل. ويقتصر الكثير من هذه التطبيقات على الزراعة الواسعة النطاق، لكن الأمر لا يخلو من فرص لصغار المزارعين. وتُعد شبكات الاستشعار اللاسلكية - وهي مجموعة من أجهزة صغيرة للاستشعار أو عقد تجمع البيانات - مثالاً على ذلك. وهذه التكنولوجيا ليست رخيصة نسبيًا فحسب (إذ تبلغ كلفة بعض الوحدات أقل من 100 دولار أمريكي)، بل يمكن تشغيلها بواسطة البطاريات والطاقة البديلة، وهذا أمر بالغ الأهمية بالنسبة إلى البلدان المنخفضة الدخل.¹⁶⁵ ويمكن أيضًا استخدام أجهزة الاستشعار اللاسلكية في تربية الأحياء المائية من أجل مراقبة الأكسجين وتيارات المد والجزر ودرجات الحرارة وسلوك الأسماك والظروف المائية. وتستخدم شركة AKVA، وهي شركة نرويجية متخصصة في الاستزراع التجاري للأسماك، أجهزة الاستشعار مع كاميرا مدمجة فيها للكشف عن الأعلاف غير المأكولة في أقفاص الأسماك.¹⁶⁶ وبهذه المعلومات، فإنه يمكن لإشارات أجهزة الاستشعار أن توقف خروج العلف، ما يتيح الرعاية وشراء الأعلاف على نحو محدد أكثر. ويمكن أيضًا لأجهزة الاستشعار أن تتكيف مع مرور الوقت مع معدل العلف الدقيق للأسماك.¹⁶³

وتشكل تكنولوجيا الأقمار الاصطناعية أداة أخرى يمكنها التقاط البيانات التي تتعلق بإنتاجية المحاصيل ومدخلات الحقول، وإدارة هذه البيانات وتحليلها. ولكن التكاليف الأولية والمتطلبات الفنية هي مشاكل تواجه صغار المزارعين. وكي تكون الجهود شاملة وفعالة، يجب عليها أن تركز على المجموعة الكاملة للقدرات والموارد المطلوبة من صغار المنتجين. وأحد الأمثلة على معلومات الأقمار الاصطناعية هي بوابة إنتاجية المياه مفتوحة النفاذ (WaPOR) التي طورتها منظمة الأغذية والزراعة مؤخرًا، وهي قاعدة بيانات متاحة للعموم وتستخدم بيانات الأقمار الاصطناعية (الإطار 15).¹⁶⁷

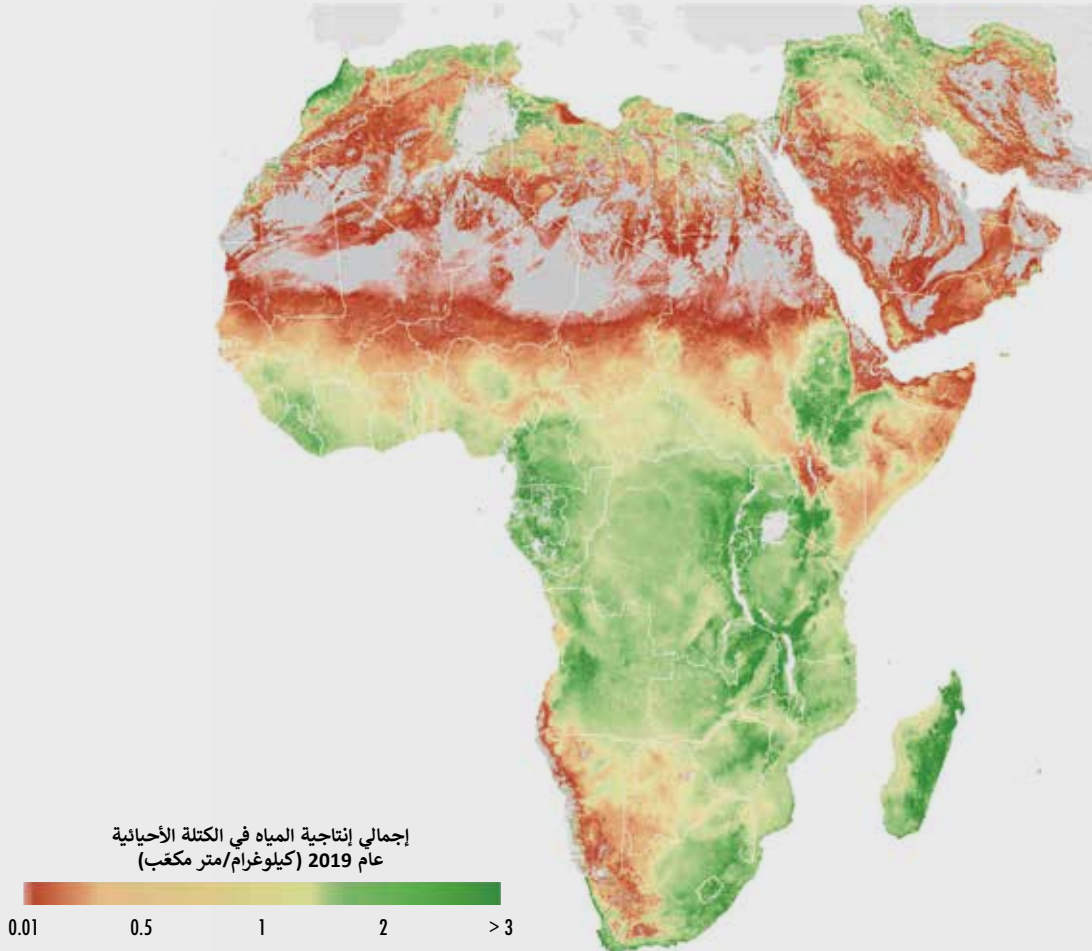
وقد مكّنت أوجه التقدم والانتشار العالمي لأدوات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، مثل الأساليب الإحصائية الجغرافية المكانية، جمع

بوابة إنتاجية المياه المفتوحة النفاذ – الاستشعار عن بُعد من أجل إنتاجية المياه

ويُظهر الشكل الوارد في هذا الإطار التباين المكاني لإنتاجية المياه المقاسة باستخدام بوابة إنتاجية المياه. وتشير الرقع الصفراء-الخضراء إلى ارتفاع إنتاجية المياه وانخفاض استهلاك المياه لكل محصول منتج، وللحقول التي تعطي غلة لا تقل عن كيلوغرام واحد (1) من المنتج لكل متر مكعب من المياه. والحقول الملونة بالبرتقالي-الأحمر هي الحقول المنخفضة الأداء وذات إنتاجية مياه منخفضة، ويمكن أن يُعزى ذلك إلى الممارسات الزراعية الرديئة. وبغية تحسين المناطق الحمراء، يمكن تحليل المناطق الخضراء وجعلها مرجعاً من أجل توسيع نطاقها.

تتيح المنصة الخاصة ببوابة إنتاجية المياه المفتوحة النفاذ بصورة عملية ومفتوحة إلى قاعدة بيانات إنتاجية المياه، وكذلك إلى آلاف سجلات الخرائط. وتتيح إمكانية البحث المباشر عن البيانات وإجراء التحليلات بحسب المدة الزمنية والإحصاءات بحسب المكان وتنزيل بيانات عن المتغيرات الرئيسية المرتبطة بإنتاجية المياه والأراضي.¹⁶⁹ وعن طريق إتاحة معلومات بشكل شبه آني عن وحدات البكسل لأفريقيا كلها والشرق الأدنى، تفتح بوابة إنتاجية المياه الباب أمام مزودي الخدمة من أجل مساعدة المزارعين على تحقيق غلات أكثر ثباتاً وسبل عيش أفضل. وفي الوقت ذاته، تحصل السلطات على المعلومات من أجل تحديث مخططات الري، بينما تتمكن الوكالات الحكومية من تعزيز الاستخدام الفعال للموارد الطبيعية.

إجمالي إنتاجية المياه في الكتلة الأحيائية، عام 2019



ملاحظات: تشير إنتاجية المياه السنوية للكتلة الأحيائية الكلية إلى كمية الناتج (الإنتاج الكلي للكتلة الأحيائية) في ما يتعلق بالقدر الإجمالي لكمية المياه المستهلكة طوال السنة (النتج التبخري الحقيقي). ولم يجرِ بعد رسم الحدود النهائية بين جمهورية السودان وجمهورية جنوب السودان. ولم يجرِ بعد كذلك رسم الحدود النهائية لمنطقة أبيي.

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة. 2019.¹⁷⁰

« الاستنتاجات

وتدعو الحاجة أيضًا إلى اتباع نهج متكاملة من أجل تحسين الإنتاجية في المناطق البعلية والمروية وتحسين الاستدامة البيئية، وينبغي لهذه النهج أن تلائم قدرات المنتجين ومواردهم. وتشمل هذه النهج الزراعة المحافظة على الموارد والحلول القائمة على الطبيعة، مثل الحراثة الزراعية وإدارة التربة والمياه التي تكثف الإنتاج على نحو مستدام. ورابعًا، تطلّع تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات بدور في اتخاذ المزارعين قرارات معقدة بشأن الأراضي والموارد المائية.

وتعني استراتيجيات إدارة المياه تقوية المؤسسات والآليات المشتركة بين القطاعات، التي تشرك المستخدمين وأصحاب المصلحة بفعالية، مع الاهتمام بالقدرة على الشراء وحقوق الإنسان في الوصول إلى المياه، خاصة بالنسبة إلى الفئات الأشد ضعفًا. وأخيرًا، تتطلب استراتيجيات العرض والطلب تمويل الاستثمار اللازم والمسؤول. وتناقش هذه الأبعاد بمزيد من التفصيل في الفصلين التاليين. ■

من الممكن تلبية الطلب المستقبلي على الأغذية من دون إحداث مزيد من الإخلال بالبيئة، لكن ذلك سيتطلب إجراء تحولات في إدارة المياه. وقد استكشف هذا الفصل الخيارات التكنولوجية والممارسات الجديدة لإدارة المياه من أجل معالجة أوجه نقص المياه وندرته في الأراضي الزراعية المروية والبعلية والثروة الحيوانية ومصايد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية، ومن أجل تحسين الإنتاج الزراعي، والأمن الغذائي والتغذية، والقدرة على الصمود في وجه تغير المناخ، بطريقة مستدامة. وترد أدناه بعض النقاط الرئيسية البارزة.

أولًا، مع أن الزراعة البعلية هي السائدة، لا تزال هناك فجوات كبيرة في الغلات في نظم المحاصيل البعلية. وتنطوي الإدارة المحسنة للمياه، عند اقتنائها بالممارسات الزراعية، على إمكانية كبيرة لزيادة الغلات، خاصة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وأوروبا الشرقية وأجزاء من آسيا، حيث تبلغ الفجوات في الغلات أعلى مستوياتها، مع الأخذ بعين الاعتبار الاحتياجات والظروف المحلية.

وثانيًا، بينما توجد في المناطق المروية مستويات أعلى وأكثر استقرارًا للغلات مقارنة بالزراعة البعلية، لا تزال هناك فجوات كبيرة في الزراعة المروية، ما يفيد عن وجود مجال كبير للتحسين خاصة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وشمال أفريقيا وغرب آسيا وأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي. ولا بد من وجود استثمارات في المحاسبة المتعلقة بالمياه وتوزيع المياه، والريّ الفعال، وأنصاف المحاصيل عالية الغلات والقادرة على الصمود، والأسمدة والمبيدات الملائمة، والإدارة المحسنة للتربة والمياه. ويمكن أيضًا للمصادر غير التقليدية أن تخفف الضغط على موارد المياه العذبة.

وثالثًا، يستخدم الإنتاج الحيواني كميات كبيرة من المياه، خاصة بالنسبة إلى الأعلاف. وبالتالي، يبشر ذلك بآمال كبيرة في زيادة إنتاجية المياه. وبالنسبة إلى الثروة الحيوانية، تشمل الخيارات استخدامًا أفضل للمراعي، وتحسين صحة الحيوان وتربية المواشي، والتوفير الفعال للأعلاف ومياه الشرب، وتكامل نظم المحاصيل والثروة الحيوانية وتربية الأحياء المائية.

تحت المجهر

تربية الأحياء المائية في سياق الاستخدام المستدام للمياه في النظم الغذائية

تربية الأحياء المائية واستخدام المياه

تشمل تربية الأحياء المائية أو الزراعة في المياه استزراع كل من الحيوانات (بما في ذلك الزعنفيات والقشريات والرخويات) والنباتات (بما في ذلك الأعشاب البحرية ونباتات المياه العذبة الكبيرة). وبينما تقوم الزراعة بالدرجة الأولى على المياه العذبة، تُنفذ تربية الأحياء المائية في المياه العذبة والمياه المالحة إلى الملوحة والبيئات البحرية. ومع أن جميع قطاعات تربية الأحياء المائية تتطلب المياه، وأن التربية المكثفة للأسماك تستهلك المياه (مثل الاستزراع العالي الكثافة لسماك السلور)، فإن الكثير من التكنولوجيات الأخرى لتربية الأحياء المائية إما: (1) غير استهلاكية، أي لا تزيل المياه من البيئة، (2) أو متكاملة مع إنتاج زراعي آخر، أي أنه يتم إنتاج منتجين اثنين أو أكثر بكمية المياه نفسها.

وتوفر تربية الأحياء المائية أغذية مغذية عالية الجودة،¹⁷¹ وقد تطورت مجموعة واسعة من منتجات تربية الأحياء المائية ضمن نظم إيكولوجية وظروف اقتصادية متنوعة، وهذا ما يعكس الاختلافات الثقافية وطلبات السوق وأفضليات المستهلكين. وتربية الأحياء المائية متنوعة في حد ذاتها، وتُمارس بطرق عديدة متنوعة في جميع أنحاء العالم. وتستخدم تربية الأحياء المائية نظم إنتاج مختلفة إلى حد بعيد، مثل الأحواض أو الأقفاص أو قنوات لمجري المياه. ويُستزرع أكثر من 600 نوع، لكن تربية الأحياء المائية تعتمد في معظمها، كما هو الحال بالنسبة إلى الزراعة، على عدد صغير من الأنواع «الأساسية» مثل البلطي والشبوط والجمبري والرخويات ذوات

مصراعين والأعشاب البحرية. وشكلت الأنواع العشرين الأكثر إنتاجًا أكثر من 80 في المائة من الإنتاج العالمي في عام 2018.¹⁷²

وبغية مناقشة الاستخدام المستدام للمياه في تربية الأحياء المائية، من المهم فهم تقسيمين رئيسيين. والتقسيم الأول هو بين النظم القائمة على الأعلاف وتلك غير القائمة على الأعلاف. وتتسم النظم القائمة على الأعلاف بأنها أكثر كثافة بوجه عام، وتختلف في كفاءة استخدام المدخلات، بما في ذلك المياه، مقارنة بالنظم غير القائمة على الأعلاف. وتكتسي النظم غير القائمة على الأعلاف بأهمية خاصة في ما يتعلق باستخدام المياه بفعالية إذ إن المغذيات بالترشيح والأنواع التي تقتات بالمواد الحيوانية (مثل الشبوط والبلطي) تستخدم الإنتاجية الطبيعية للكتلة المائية. وأما التقسيم الثاني، فهو بين المياه العذبة والمياه المالحة. فالإنتاج العالمي من الأسماك المستزرعة (مثل الأسماك المخصصة للاستهلاك البشري) المستخدمة كغذاء يعتمد بالدرجة الأولى على تربية الأحياء المائية في المياه العذبة في المناطق الداخلية. وفي عام 2018، كانت تربية الأحياء المائية في المناطق الداخلية مصدر 51.3 مليون طن من الأسماك المستزرعة المستخدمة كغذاء، أي 62.5 في المائة من إنتاج الأسماك المستزرعة المستخدمة كغذاء في العالم مقابل 57.9 في المائة في عام 2000.¹⁷³

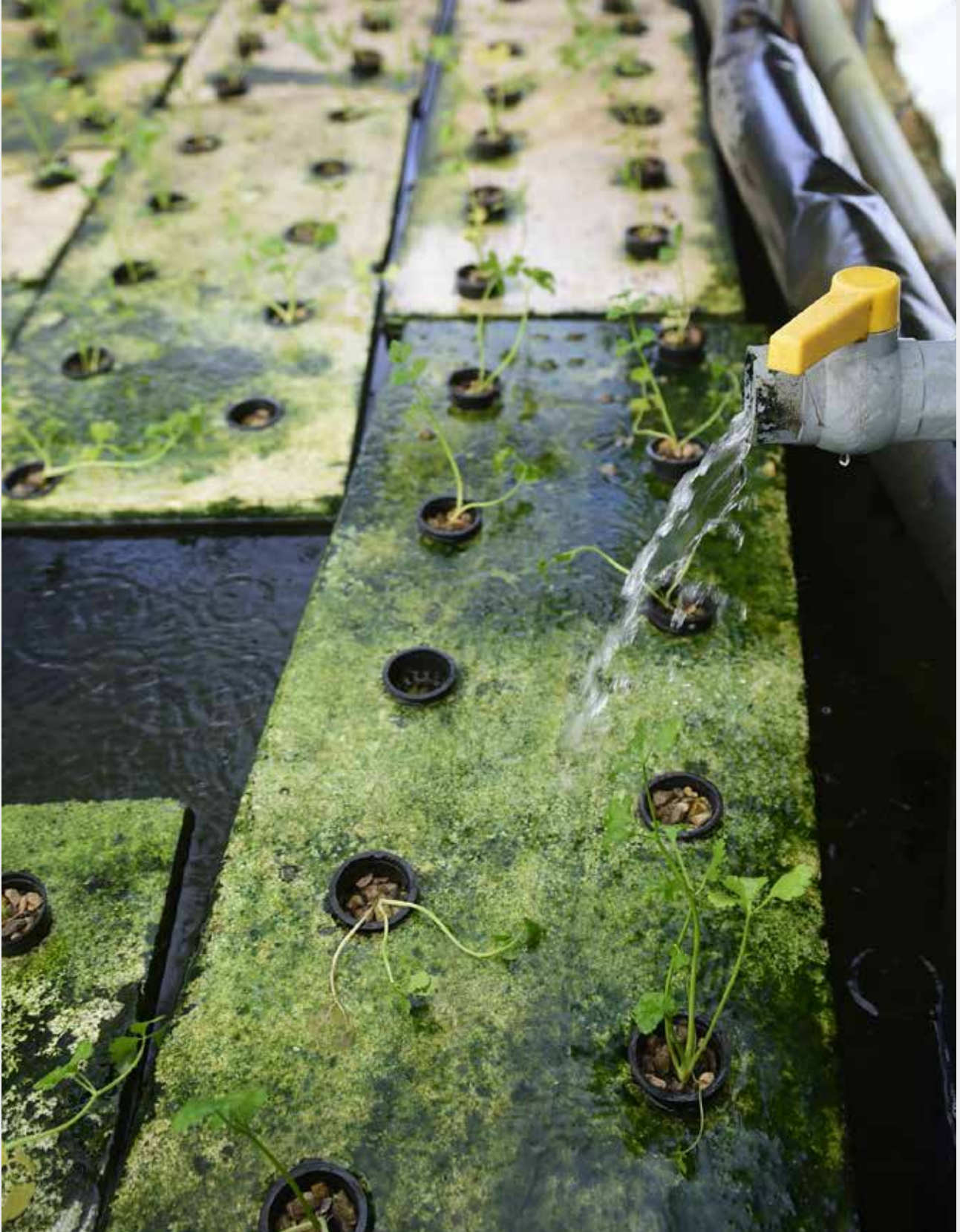
وهناك أيضًا تقسيمات رئيسية بحسب نظم الإنتاج. ويمكن أيضًا اعتبار نظم تربية الأسماك في الأقفاص والنظم البحرية، التي تُربي فيها الأسماك والحيوانات المائية الأخرى في هياكل

تحت المجهر

تربية الأحياء المائية في سياق الاستخدام المستدام للمياه في النظم الغذائية

مصر:

نباتات وأسماك تنو في بيت
بلاستيكي لمزرعة للاستزراع
النباتي والسكي تركز على
الإستدامة والطاقة النظيفة..
©FAO/Khaled Desouki



بالتالي الإنتاج النباتي ويقفل الحاجة إلى الأسمدة الإضافية.¹⁷⁶ وتفيد تقارير التكامل بين الزراعة وتربية الأحياء المائية، بما في ذلك في الصحراء والأراضي القاحلة، أن الجمع أدى إلى تقليل استهلاك المياه بنسبة 80 إلى 90 في المائة مقارنة بالتربية التقليدية للأحياء المائية.¹⁷⁷

وأحد الأمثلة على ذلك - هي مزرعة واسعة ومحصورة بالكامل تقريبًا تعتمد التكامل بين الزراعة وتربية الأحياء المائية - في جمهورية مصر العربية، حيث تتم تربية البلطي في خزانات الأسماك المتصلة بأحواض تنمو فيها سرسخيات مميزة تطفو فوق الماء وتسمى أزولا، وهي تستخدم كأعلاف.^{178,179} وأزولا هو نبات مائي غير محلي يمتص المغذيات من المياه ويثبت النيتروجين الجوي في الوقت ذاته، وينشئ السماد من الهواء حرقًا. وتستخدم هذه المياه لري العنب وأشجار الزيتون والبرتقال والمانجا.¹⁸⁰

ويمكن أن تكتسي النظم المتكاملة للزراعة وتربية الأحياء المائية أهمية خاصة في المناطق الجبلية والنائية حيث يسود الفقر وسوء التغذية، بناء على درجات الحرارة. وعلى سبيل المثال، يتيح التكامل والتنوع في تربية الأحياء المائية إنتاج الأرز والأسماك في حقل أرز مدرج واحد، وتربي الأنواع المائية غير المعلفة مستوى التغذية لدى السكان المحليين وتنمي الاقتصاد الريفي.¹⁸¹

وتتجلى إحدى النقاط المهمة في ما يتعلق باستخدام المستدام للمياه، في حالات محددة، في إمكانية تربية الأحياء المائية في الأماكن التي تكون فيها الأراضي والمياه غير صالحة للزراعة لولا ذلك. وفي بعض البلدان (مثل الصين وجمهورية مصر العربية)، يُضطلع بتربية الأحياء المائية باستخدام المياه المالحة في المناطق التي تكون فيها ظروف التربة والخصائص الكيميائية للمياه المتوفرة غير الصالحة لأنواع أخرى من الأغذية، مثل محاصيل الحبوب الغذائية أو أعلاف الحيوانات.^{182,183} ويستخدم عادة البلطي والأريبان في هذه الحالات. وفي مناطق السهول الفيضية الموسمية أو المناطق الساحلية المغمورة بالمياه، يمكن لتربية الأحياء المائية أن توفر استراتيجية زراعية لتكون هذه الأراضي الهامشية منتجة.

استخدام موارد المياه المالحة والقلوية من أجل الأغذية وسبل العيش

في الكثير من الأماكن حول العالم، أصبحت التربة بشكل متزايد غير صالحة لزراعة المحاصيل، وأحد الأسباب الرئيسية هو التملح - أي زيادة تركيز الأملاح في التربة.¹⁸⁴ وغالبًا ما يحدث ذلك عندما تحتوي مياه الري على الأملاح المذابة، ما

عائمة أو هياكل ثابتة مغمورة بالمياه (في الخزانات والبحيرات والأنهار)، على أنها استزراع غير استهلاكي، إلى جانب المصائد القائمة على تربية الأسماك التي يمكن أن يتحسن فيها استخدام المياه بواسطة الرصد الجيد والقرارات السليمة المتعلقة بالإدارة. واستخدام الأحواض الترابية والمقعدة هو الأكثر شيوعًا من أجل إنتاج الاستزراع المائي في المناطق الداخلية، مع أن خزانات المجاري المائية والصحاريج التي تقام فوق سطح الأرض والحظائر والأقفاص تستخدم أيضًا على نطاق واسع حيثما تسمح الظروف بذلك. وتشكل إعادة الدوران في تربية الأحياء المائية إحدى ممارسات تربية الأحياء المائية الأكثر توفيرًا للمياه. فهي تستخدم الصحاريج والمضخات والمرشحات لاحتواء المياه وتدويرها وتنظيفها كي يعاد استخدامها أو تدويرها، من دون الحاجة إلى تغييرها. ويمكن أن ينخفض استخدام المياه، بناء على التكنولوجيا والكثافة، بمعدل قدره 100 في المائة مقارنة بالنظم المتدفقة.¹⁷⁴ وتستخدم بعض النظم الفائقة الكثافة التي استحدثت مؤخرًا كمية ضئيلة من المياه الجديدة تبلغ 300 لتر، وأقل من ذلك في بعض الأحيان، لكل كيلوغرام من الأسماك المنتجة. وتفيد المزارع التقليدية الخارجية المحدثة والمعاد بناؤها لتصبح نظم إعادة تدوير المياه عن استهلاك 3 أمتار مكعبة من المياه لكل كيلوغرام من السمك. ويستخدم النظام المتدفق التقليدي عادة بالنسبة إلى التروت حوالي 30 مترًا مكعبًا لكل كيلوغرام من السمك المنتج في السنة.¹⁷⁴ وأحد الجوانب السلبية لإعادة تدوير المياه في تربية الأحياء المائية هي الدرجة العالية من التعقيد التكنولوجي والتكاليف المرتفعة، بيد أن الوفورات في المياه كبيرة للغاية.

وتتعدد أشكال النظم المتكاملة للزراعة وتربية الأحياء المائية، بما في ذلك نظم إنتاج المواشي والأسماك، أو الطيور والأسماك، أو الأرز والأسماك.¹⁷⁵ ويتيح الاستزراع النباتي والسمكي نهجًا إضافيًا، إذ يجمع بين إنتاج السمك والإنتاج النباتي غير الترابي في نظم إعادة التدوير. وتصبح المخرجات من نظام فرعي، التي قد يتم هدرها، مدخلًا في نظام فرعي آخر، وهو ما يحسن إنتاجية المياه. ويكون المكوّن الزراعي في الأغلب المحصول الأبرز، إلى جانب تربية الأسماك لتوفير محصول ثانوي وتوفير مياه صرف غنية بالمغذيات قد تفيد المكون الزراعي.

ويؤدي هذا التكامل إلى كفاءة عالية في استخدام الأراضي والمياه التي تخضع لرقابة المزارع. وبما أن المياه مخصصة لمخلفات الأسماك، فإنها تصبح غنية بالمغذيات العضوية، وهو ما يزيد

تربية الأحياء المائية في سياق الاستخدام المستدام للمياه في النظم الغذائية

الجودة والقيمة ويناسب البقول والحبوب بشكل أقل.¹⁷⁹ ويعدّ أحد العوامل المثبطة للتكاليف العالية المرتبطة بتوسيع نطاق الأعمال التجارية الكبيرة الخاصة للاستزراع النباتي والسمكي. لكن ثبت أنها مجدية اقتصاديًا في الكثير من المواقع حول العالم، خاصة في الأماكن التي تكون فيها الأراضي والمياه شحيحة.¹⁷⁹ وتوجد أمثلة ناجحة في بربادوس وإندونيسيا والمملكة العربية السعودية والولايات المتحدة الأمريكية، وهي أمثلة تُبرز فعالية نظام الزراعة المتكامل هذا وقدرته على التكيف.¹⁸⁷

تربية الأسماك في حقول الأرز من أجل تحسين سبل العيش والتغذية

إن التكامل بين تربية الأحياء المائية والزراعة ليس ابتكارًا حديثًا. ومع الضغط المتزايد على الموارد الطبيعية والأراضي والمياه، وتفاقمه بسبب تغيّر المناخ، يتيح مثل هذا التكامل فرصًا لبناء نظم غذائية أكثر استدامة من خلال ممارسات جديدة ومحسنة تنتج بشكل أكبر وتولد فوائد اجتماعية واقتصادية وبيئية في الوقت ذاته.¹⁸⁸ وتواصل تربية الأسماك في حقول الأرز توسعها، خاصة في الصين وجمهورية لاو الديمقراطية الشعبية ومدغشقر، حيث حقق أصحاب المصلحة المحليين ومجتمعات الشعوب الأصلية تحسينات بصورة مشتركة. وفي الصين، يتم دمج الأرز بصورة متزايدة مع أنواع معلوفة جديدة وعالية القيمة، مثل الشبوط القفازي واستاكوزا المياه العذبة. وفي غينيا، تم تكييف التكامل بين الأرز والأسماك لتنمية التكنولوجيات من أجل زيادة إنتاج الأسماك.¹⁸⁸ ولأن هذه النظم تستخدم الموارد بشكل فعال وتحقق فوائد كبيرة،¹⁸⁹ هناك إمكانيات هائلة لزيادة توسيع هذه النظم المتكاملة، خاصة في أفريقيا.¹⁹⁰ وكان هناك نتائج مشجعة لاستزراع الأسماك في حقول الأرز في بوركينافاسو وغينيا-بيساو ومالي وأوغندا.

وبصفة عامة، يمثل استزراع الأسماك في حقول الأرز استزراع الأسماك الذي تجري فيه زراعة الأرز، على الرغم من وجود نظم التناوب أيضًا. وتعمل الخنادق المحفورة داخل حقول الأرز كملجأ للأسماك، وتستطيع الأسماك أن تبهر في صفوف الأرز، وتأكل الحشرات والقواقع، وتهوي التربية، وتزود المياه بالأكسجين، وبالتالي، تزيد غلات الأرز في حقول الأرز. وإحدى فوائد استزراع الأسماك في حقول الأرز ذات الصلة باستخدام المياه هو أن هذا الاستزراع يتطلب استخدامًا أقل للأسمدة والمبيدات، وذلك بنسبة تتراوح بين 30 إلى 50 في المائة، إضافة إلى آثار مباشرة على صحة مستجمعات المياه تتجلى في التقليل من التلوث.¹⁹¹ ويتم إنتاج منتجين منفصلين اثنين، هما السمك

يزيد درجة حموضة التربة (قلويتها)، ويزيد من انخفاض قدرتها على إنتاج المحاصيل. وهناك حوالي 950 مليون هكتار من مساحات الأراضي المالحة-القلوية في العالم، وهي تمثل ثلث مجموع مساحات الأراضي.^{183,182} وهناك خيارات متعددة لإدارة الأراضي المالحة، ويتجلى أحد الخيارات المثيرة للاهتمام في التحوّل إلى تربية الأحياء المائية. وتوجد الكثير من النجاحات بشأن تطوير تربية الأحياء المائية في المناطق البرية. ويحسن اعتماد تربية الأحياء المائية إنتاجية الأراضي، ويحسن بالتالي الاقتصاد الريفي عن طريق زيادة الإنتاج الإجمالي.¹⁸⁵

وهناك خيار آخر هو إنتاج الأرتيميا، وهو حيوان مائي ينمو في المياه المالحة ويستخدم كعلف في تربية الأحياء المائية. وينمو الأرتيميا حول العالم، ويستخدم على نطاق واسع كغذاء حي ليرقة قشريات البحر والمياه العذبة والأسماك الزعفرانية. وهو بالغ الأهمية لإنتاج ناجح للأحياء المائية. وأصبح جمع أكياس الأرتيميا (البيوض الهاجعة) واستعمالها مصدرًا مهمًا لسبل العيش والدخل بالنسبة إلى الأشخاص الذين يعيشون حول المناطق الساحلية المالحة-القلوية والبحيرات والمسطحات المائية ذات الصلة. ويحمل هذا النظام في طياته إمكانية كبيرة من أجل تنمية سبل العيش من دون استخدام المياه العذبة.¹⁸⁶

الاستزراع النباتي والسمكي من أجل الإنتاج المتكامل للأسماك والخضار

يربط الاستزراع النباتي والسمكي تربية الأحياء المائية بالزراعة المائية ضمن نظام إنتاج واحد غير ترابي، بحيث توفر الأسماك المغذيات للنباتات وتغني النباتات المياه من أجل الأسماك. ومن خلال ربط نظامي الإنتاج المنفصلين هذين، يتم إعادة تدوير المياه بأكملها. ولا تتم خسارة أي شيء بسبب الجريان السطحي أو التشبع أو الأعشاب الضارة، وينخفض التبخر إلى الحد الأدنى. وتستخدم الخضار المنتجة في الاستزراع النباتي والسمكي كمية مياه أقل بنسبة 90 في المائة تقريبًا مقارنة بالمحاصيل النامية في الحقول، وهو ما يسمح بالحصول على منتج ثانٍ إضافي.¹⁷⁹ وعلاوة على ذلك، يلاحظ أن هناك صون أكبر للمياه إذ لا يوجد تصريف للمخلفات من نظام الاستزراع النباتي والسمكي، لا من الأسماك ولا من الجريان السطحي الخاص بالمحاصيل. ويؤثر ذلك بشكل إيجابي على مستجمعات المياه ويمنع التلوث بالمغذيات والمواد الكيميائية.

ومع أن الاستزراع النباتي والسمكي يعدّ ممارسة فعالة لتوفير المياه، فإنه لا يصلح لجميع المواقع، ولا لجميع المحاصيل والمنتجين. وهو أنسب ما يكون لأسماك المياه العذبة والخضار والأعشاب العالية

- ◀ تحدّ تربية الأحياء المائية غير القائمة على الأعلاف من بصمة الكربون عن طريق إنتاج الأغذية في مستويات أدنى من السلسلة الغذائية، ولكن زيادة وزن الأسماك يستغرق وقتًا أطول بهذه الطريقة.¹⁹⁴
- ◀ تُعتبر بعض أشكال تربية الأحياء المائية غير استهلاكية، وهذا يعني أنها لا تزيل المياه من النظام الإيكولوجي الزراعي (مثل التربية في الأقفاص).

والأرز، بكمية المياه المستهلكة نفسها. ويساعد استزراع الأسماك في حقول الأرز، مثله مثل الأنواع الأخرى للتكامل بين الزراعة وتربية الأحياء المائية، عندما يُنفذ بنهج زراعي إيكولوجي، على الحد من الفقر والجوع، ويتيح فوائد اجتماعية وإيكولوجية إيجابية في الوقت ذاته.¹⁹² وهناك اعتراف دولي بالفوائد الثقافية والزراعية والبيئية لبعض النظم، وقد تم تحديد هذه النظم على أنها نظم التراث الزراعي ذات الأهمية العالمية.¹⁹³

وباختصار، يمكن أن تتيح تربية الأحياء المائية الكثير من الميزات بالنسبة إلى الاستخدام للمياه، على سبيل المثال:

- ◀ يمكن للنظم المتكاملة للمحاصيل وتربية الأحياء المائية أن تعيد استخدام المياه الخاصة بتربية الأحياء المائية من أجل زراعة المحاصيل وإنتاج أغذية إضافية بالقدر نفسه من المياه (إذا جرى إعادة تدويرها).
- ◀ يمكن اعتماد تربية الأحياء المائية في المناطق التي لا يمكن فيها زراعة محاصيل المياه العذبة، على سبيل المثال، في مناطق الفيض ذات المياه المالحة، أو الأماكن التي تكون فيها المياه قليلة.
- ◀ تزيد التكنولوجيات الجديدة والمحسّنة، مثل إعادة تدوير تربية الأحياء المائية، من وفورات المياه عن طريق إدارة الموارد المائية وإعادة استخدامها بحذر.



اٲيوبيا:
مزارعة تضخ الماء من البركة
لتسقي مشئلة العلف.
©FAO/Tamiru Legesse

الرسائل الرئيسية:

← مع نمو الطلب على المياه وشدة التوترات ما بين المستخدمين، تتزايد أهمية الحوكمة في ضمان استخدام المياه على نحو مستدام وفعال ومنصف.

← ينبغي أن تصبح المحاسبة والمراجعة المتعلقة بالمياه - أي فهم حالة موارد المياه واتجاهاتها وسياقها المجتمعي الأوسع - نقطة الانطلاق لأي استراتيجية فعالة للإدارة والحوكمة.

← تشكل الأنظمة التي تعزز التنسيق بين الكيانات والجهات الفاعلة - داخل القطاع الزراعي وخارجه - عنصرًا أساسيًا في إدارة تنافس الطلبات على المياه والحصول المنصف عليها وخدمات النظم الإيكولوجية.

← من شأن ضمان حيابة المياه والأراضي - مع وجود نظم حسنة الإعداد لتجارة المياه وأسعارها - أن يوجّد حوافز لتحقيق فعالية واستدامة استخدام المياه في المناطق المروية والبعلية.

← يمكن الاستفادة من تفويض عملية إدارة المياه إلى المجتمعات المحلية، وذلك من خلال التكيف مع الظروف المحلية لأصحاب المصلحة، خصوصًا النساء منهم، ممن لا يزالون ضعفاء وتمثيلهم دون المستوى المطلوب.

الفصل 4 تحسين الحوكمة من أجل إدارة المياه في الزراعة

تحسين الحوكمة من أجل إدارة المياه في الزراعة

دور الحوكمة في إدارة القيود المائية

يبين الشكل 13 (الصفحة 43) أن الحد من نقص المياه وندرته سيستلزم تحولات كبرى تشمل إجراء تغييرات تكنولوجية وابتكارات على مستوى الإدارة، متأثرة بالإطار السياسي والمؤسسي والقانوني الشامل. وتشمل مسائل المياه عادة الكثير من أصحاب المصلحة (مثل مستجمعات المياه عبر مناطق إدارية متعددة أو حتى عبر حدود البلد) ومؤسسات، وهناك غالبًا اعتبارات اقتصادية سياسية وتنازع بشأن أدوار الجهات الفاعلة من القطاعين العام والخاص.

وينطوي الحفاظ على مساهمة المياه في تحقيق الأمن الغذائي والتغذية على تحديات مهمة بشأن الحوكمة من المستوى المحلي إلى المستويات الأوسع (الإطار 16).¹ وسيتعين على المؤسسات على مختلف المستويات معالجة استمرار تدهور التربة في المناطق المرورية، وتدهور النظم الإيكولوجية للمياه العذبة واستدامة استخدام المياه. ويتعين وجود إرادة سياسية قوية ومناقشات وتعاون ما بين القطاعات بغية التفاوض بشأن التنافس المطرد على موارد المياه العذبة، مما في ذلك التنافس بين الزراعة والمدن. وينبغي إطلاع واضعي السياسات والأجهزة التنظيمية على احتياجات القطاعات المختلفة وقدرتها التشغيلية وأهميتها، لا سيما في ما يتعلق بالفئات السكانية التي تفتقر إلى الوزن السياسي الكافي (الصيادون على سبيل المثال).^{2,3} وتعمل الأردن، بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة، من أجل تحسين قدرة التعامل مع ندرة المياه على المستوى الوطني والإقليمي والمحلي، وخصوصًا قدرة المزارعين ومرعي الماشية، كنتيجة لتعزيز المعارف بشأن استخدام المياه في الزراعة والاحتياجات من قدرات تطوير تكنولوجيات جمع المياه والري.⁴

ويفضي تحويل الصلاحيات إلى الحكومات الإقليمية أو القطاعية إلى تفاقم تعقد حوكمة المياه،

لقد عرض الفصل الثالث خيارات إدارة المياه من أجل خفض المخاطر المتصلة بالمياه وتحسين الإنتاجية في الأراضي الزراعية البعلية والمرورية، ونظم الإنتاج الحيواني، والمصائد الداخلية وتربية الأحياء المائية، مع ضمان الاستدامة البيئية. وتتوقف القدرة النسبية لتلك الخيارات على مجموعة من العوامل، وهي تشمل الظروف الزراعية والمناخية المحلية، ونقص المياه وندرته، ونظم الإنتاج الزراعي، وفوائد الاستراتيجيات المختلفة. وهي تتوقف أيضًا على عوامل خارجية تشمل التجارة العالمية وتغيّر المناخ، بالإضافة إلى الحوكمة والأطر المؤسسية والبيئة السياسية.

ويركز هذا الفصل على ضرورة الحوكمة الفعالة والمؤسسات المتينة من أجل ضمان استدامة وفعالية استخدام المياه والتوزيع المنصف للفوائد. وهو يقدم لمحة عامة عن الفرص والتحديات وأثر الوسائل والتدابير الكائنة لإدارة ندرة المياه، بما في ذلك تحديد ثمن المياه بغية مراقبة الطلب عليها وتكاليف الاسترداد، بالإضافة إلى أدوات التخصيص، مثل حق الانتفاع والحصص، من أجل حماية المورد ونوعيته، ولضمان الإنصاف في الحصول على المياه. ويتناول هذا الفصل ما وراء النظم المرورية، ويستعرض خيارات حوكمة المياه في ما يخص الزراعة البعلية، والإنتاج الحيواني، والمصائد الداخلية وتربية الأحياء المائية، وأثر استخدام المياه بإفراط في الزراعة. ويعرض الفصل الخامس الإطار السياسي الشامل. ■

حوكمة المياه لأغراض الزراعة والأمن الغذائي

مياه وشبكة. ويعمل هذا المشروع منذ عام 2011، وقد وضع إطاراً للعمل العالمي، وهو يتضمن مجموعة من الخطوط التوجيهية للسياسات والمؤسسات، وتوصيات وممارسات فضلى من أجل تعزيز إدارة المياه الجوفية والحوكمة على المستويات كافة.⁶

◀ مرفق إدارة شؤون المياه الذي أنشئ في عام 2005 كمبادرة مشتركة بين برنامج الأمم المتحدة الإنمائي ومعهد ستوكهولم الدولي للمياه، وهو يرمي إلى توفير الدعم السياساتي والمشورة للبلدان، وبناء المعارف والقدرات من أجل تعزيز حوكمة المياه في إطار الحكومات والمجتمعات المدنية، وكذلك في إطار وكالات الأمم المتحدة.⁷

◀ أطلقت منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي مبادرة بشأن حوكمة المياه، وهي شبكة لأصحاب المصلحة المتعددين تضم أعضاء من مختلف القطاعات (الخاصة والعامة والتي لا تتوخى الربح) لغرض تبادل الممارسات الجيدة من أجل تحسين الحوكمة في قطاع المياه.⁸

◀ يقوم مؤشر أهداف التنمية المستدامة 6-5-2، إلى جانب شراكات أحواض الأنهار القائمة (مثل مبادرة حوض النيل)، بتتبع التعاون عبر الحدود القطرية بشأن الأنهار وأحواض البحيرات وخزانات المياه الجوفية العابرة للحدود من أجل تقييم تغطية ترتيبات التشغيل في الأحواض العابرة للحدود.

وتساعد هذه المبادرات على تقدّم المعرفة وفعالية حوكمة المياه. ولكنها لا تدرج بما يكفي الروابط المهمة بين المياه والزراعة والأمن الغذائي،⁵ الأمر الذي يجعل حوكمة المياه مسألة شديدة التعقيد. ويعتمد تخصيص المياه على الاقتصاد السياسي الأوسع، مثل أسعار الطاقة. وينبغي للبلدان أن تنظر في إمكانية إدراج حوكمة المياه من أجل الأمن الغذائي، والتغذية المناسبة والزراعة المستدامة في سياساتها وأطرها وكذلك بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة والشركاء الآخرين.

هيمنت إدارة المياه على مناقشة مشاكل المياه والجهود المتخذة والحلول المقترحة من أجلها، ولكن من دون النظر في الحوكمة. وفي مطلع القرن، انبثقت حوكمة المياه كمسألة بارزة للمجتمع الدولي، ذات آثار على الأمن الغذائي والتغذية، ومن أجل التنمية الاقتصادية. وتشير الحوكمة إلى قواعد رسمية وغير رسمية، ومنظمات وعمليات توضح من خلالها الجهات الفاعلة العامة والخاصة مصالحها والقرارات التي تتخذها. وتشير حوكمة المياه إلى العمليات والجهات الفاعلة والمؤسسات في إطار اتخاذ القرارات بشأن الموارد المائية وتوفير خدمات المياه، وهي تضم المجالات السياساتية والإدارية والاجتماعية والاقتصادية إلى جانب النظم والآليات الرسمية وغير الرسمية.⁵

وفي إطار منظمة الأغذية والزراعة، أقرت لجنة الأمن الغذائي العالمي بأهمية الحوكمة من خلال الطلب إلى فريق الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي والتغذية إعداد تقرير عن المياه والأمن الغذائي وعرضه على دورتها الثانية والأربعين في عام 2015.¹ ويسلم التقرير بالحوكمة باعتبارها أحد المكونات الرئيسية لتعزيز الأمن الغذائي والتغذية.

ولقد تكثفت الجهود الرامية إلى دعم الحوكمة الوطنية والدولية في قطاع المياه، مع اتخاذ عدة مبادرات، كالمبادرات التالية:

◀ نفذت منظمة الأغذية والزراعة مشروع حوكمة المياه الجوفية بدعم من مرفق البيئة العالمية، والبرنامج الهيدرولوجي الدولي الحكومي التابع لمنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة، والرابطة الدولية لعلماء الجيولوجيا الهيدرولوجية، والبنك الدولي. ويرمي المشروع إلى تضمين برامج عمل صانعي القرار موضوع الحوكمة من أجل استدامة الفوائد الاجتماعية والاقتصادية للمياه الجوفية وتجنب حدوث أزمة

« ويؤدي إلى ضرورة اتخاذ قرارات أفقية وعمودية عبر المؤسسات المعنية بالمياه والزراعة والأراضي.¹ وينبغي تحسين التنسيق والتكامل عمودياً من مستوى القطاعات وأحواض الأنهار ومروراً بنظم الري والأسر المعيشية، وأفقياً عبر القطاعات (الزراعة والأسر المعيشية والصناعات). وعلاوة على ذلك، تشهد بعض مناطق العالم التي تعاني من الجفاف تزايد ذلك الجفاف، كما يتزايد نمط هطول الأمطار تغييراً وشدة، ما يستلزم وجود إدارة متينة ومرنة للمياه وتكنولوجيات ابتكارية وتمويل من أجل تنمية موارد مياه جديدة.

ولا تزال التجزئة والنزاعات تشكل جزءاً من نظم حوكمة المياه. ويُعتبر التحكم بالأراضي والمياه مسألة مهمة لإرساء الولاء السياسي، مع ما يترتب عليه من آثار على الفئات الأضعف. وحياسة المياه ليست مضمونة لا سيما للمزارعين على النطاق الصغير وغيرهم من الفئات الضعيفة مثل النساء والشباب والمهاجرين والسكان الأصليين. ويمكن للاستراتيجيات الملائمة لإدارة المياه، والحوكمة، والابتكارات، والسياسات أن تقطع شوطاً طويلاً نحو ضمان استخدام المياه بأسلوب شامل ومنصف ومستدام. وتسليمياً بالأهمية المركزية للمحاسبة والمراجعة المتعلقة بالمياه في أي برنامج يرمي إلى معالجة تحديات نقص المياه وندرته، يبرز القسم التالي دورهما في إدارة موارد المياه وتعزيز حوكمة المياه.

وتستعرض الأقسام التالية أدوات واستراتيجيات تعزيز الحوكمة وإدارة القيود المائية والتنافس في قطاع الزراعة. وإقراراً بأن إدارة ندرة المياه وتنافس الطلبات عليها تشمل تخصيص سحب المياه العذبة وإدارتها، يجري أولاً تقييم خيارات الحوكمة لأغراض الزراعة المروية. ثم يركز الفصل بعد ذلك على حوكمة المياه في ما يخص الإنتاج الزراعي البعلي، ونظم الإنتاج الحيواني وتربية الأحياء المائية والمصايد الداخلية. ■

شفافية المحاسبة والمراجعة المتعلقة بالمياه

تشرط إدارة المخاطر المتعلقة بالمياه بفعالية استناد تلك الإدارة إلى المحاسبة المتعلقة بالمياه - أي الدراسة المنهجية للدورة الهيدرولوجية وحالة العرض والطلب على المياه والحصول عليها واستخدامها واتجاهاتها في المستقبل.⁹ وتتسم المحاسبة المتعلقة بالمياه بأهمية حيوية كخط أساس مرجعي لأي سياسة أو تدخل يرمي إلى

معالجة مسألة ندرة المياه، ولا سيما ندرتها في الزراعة.¹⁰ وما لم يكن هناك فهم للثروة المائية، يُحتمل أن تكون تقديرات المجتمعات بشأن المياه تقديرات مغالية في التفاؤل، ما يؤدي إلى الإفراط في تخصيص الحقوق في المياه ويسبب نواقص خطيرة خلال أوضاع الجفاف. ويرجح أن يؤدي تغيير المناخ في المستقبل إلى تزايد وهن الافتراضات الهيدرولوجية التي بُنيت عليها الحقوق في المياه.⁹

إلا أن المحاسبة المتعلقة بالمياه لن تغير شيئاً ما لم تشكل قسماً من عملية أوسع نطاقاً ترمي إلى تعزيز الحوكمة. وتذهب المراجعة خطوة أبعد من المحاسبة المتعلقة بالمياه من خلال وضع اتجاهات العرض والطلب على المياه، وإمكانية الحصول عليها، واستخدامها في سياق أوسع يشمل الحوكمة والمؤسسات ونفقات القطاعين العام والخاص والتشريعات والاقتصاد السياسي الأوسع.¹¹ ومن شأن الجمع بين المحاسبة والمراجعة أن يشكل أساساً لإدارة أكثر واقعية واستدامة وفعالية وإنصافاً لشؤون المياه.

وعلى الرغم من الأهمية الحيوية للمعلومات، قلما تتشاطر الإدارات الحكومية - كالزراعة والإصحاح والبيئة - قاعدة مشتركة للمعلومات.⁹ وكثيراً ما يؤدي خطأ في تفسير أحجام المياه وتوزيعها إلى تدني تقدير مدى الضغط الكائن على الموارد وتناقص المياه المتوافرة. وتعتبر المحاسبة والمراجعة المتعلقتان بالمياه ضرورة لبلوغ الاتساق بين السياسات وقاعدة مشتركة للمعلومات ومقبولة لأصحاب المصلحة من أجل التخطيط واتخاذ القرارات. وتستخدم ثمانية بلدان في منطقة الشرق الأدنى وشمال أفريقيا المحاسبة والمراجعة المتعلقتين بالمياه لغرض خفض استهلاك المياه وزيادة إنتاجية استخدامها.¹² وفي جمهورية إيران الإسلامية، أبرزت المحاسبة والمراجعة المتعلقتان بالمياه مسائل فعالية استخدام المياه في المزارع في ما يخص نقل المياه، ونضوب المياه الجوفية، والتفاوت في التوافر وإصدار التوصيات الحكومية. وفي الأردن، أبرزت المحاسبة المتعلقة بالمياه مسائل متصلة بنوعية المياه، وأوضحت منافع إضافة قدر صغير من الري من خلال تجميع المياه.

ولا تخلو المحاسبة والمراجعة المتعلقتان بالمياه من التحديات. وذلك أولاً، لأن الطبيعة الديناميكية وعدم التيقن في ما يخص كل من العمليات المادية للمياه والاستجابات المجتمعية - بما في ذلك مخزونات المياه، ومعدلات النضوب والتجدد، وحالة البنى الأساسية، وطلب المستخدمين - يجعلان من قياس الموارد المائية على المدى البعيد مسألة بالغة الصعوبة. وبالتالي، يتعين أن تركز خطط إدارة المياه على المشاكل والديناميكيات.⁹

أدوات إدارة ندرة المياه في الزراعة المروية

ينبغي التعاطي مع المياه باعتبارها سلعة اقتصادية ذات قيمة وثمن. وانعدام أمن الحق في المياه، واللامساواة، وعدم ملاءمة الإعانات، وضعف استعادة التكلفة، هي أمور من شأنها أن تقوّض البنى الأساسية المتعلقة بالمياه والاستثمارات في المشاريع المتصلة بالمياه. وقد يؤدي ذلك إلى استخدام عقيم للمياه والمغلاة في الري.¹³ وبالإضافة إلى دعم الزراعة - أي تحوّل السياسات المتصل بالإنتاج، من قبيل دعم أسعار المحاصيل ذات الاستخدام المرتفع للمياه (كالأرز على سبيل المثال) أو توفير الإعانات لتكنولوجيات الري أو الوقود - فإن تلك الأمور يمكن أن تفضي أيضًا إلى الإفراط في استخدام المياه وإساءة توزيع حصصها. وفي الهند، سبّب دعم أسعار الأرز وتوفير الإعانات للمدخلات إفراطًا في استخدام المياه وتدهورًا بيئيًا.¹⁴

وثمة آليات وأدوات عديدة لإدارة ندرة المياه وتنافس الطلبات عليها. وهي تشمل أدوات وحوافز التخصيص، مما في ذلك الحقوق في المياه والحصص؛ والتصاريف القابلة للتداول؛ والتراخيص؛ ونظم الإصلاح والحماية الاجتماعية؛ وغيرها من التدابير، مما في ذلك الأنظمة المتصلة بنوعية المياه والحماية.¹ ويمكن أن يؤثر اختيار الأدوات والنظم الاجتماعية والقانونية (الرسمية منها وغير الرسمية) على توافر المياه ونوعيتها للزراعة، والأمن الغذائي والتغذية، وحصول السكان الفقراء والضعفاء والمهمشين على المياه. ومن شأن الأنظمة التي ترفع كلفة الامتثال لها أن تؤدي إلى تفاقم خطر تدهور نوعية المياه الجوفية وضخها بصورة غير مشروعة.¹⁵

ويتراوح تخصيص المياه من تحديد الأولويات الوطنية والتخصيص في ما بين البلدان التي تشترك في أحواض الأنهار، إلى التوزيع على المستخدمين الأفراد على مستوى الأحواض (الإطار 17).¹ ويمكن أن يؤدي استخدام أدوات غير متكلفة إلى تعطيل النظم الكائنة. وفي حالات الجفاف الشديد والإجهاد المائي، يجوز أن تمنح الأدوات السوقية الأولية للقطاعات التي توفر أعلى قيمة اقتصادية (كالمدن والصناعات) ما يقيد المياه المستخدمة في الزراعة.¹⁶ ويكمن التحدي في منح أولوية المياه للإنتاج الغذائي، فضلًا عن الاحتياجات الأساسية للفقراء والشرائح السكانية الضعيفة.

ثانيًا، في البلدان المنخفضة الدخل، حيث تضعف الهياكل الأساسية والمؤسسات، وحيث تخدم نظم الري الواسعة الكثير من صغار المزارعين، يُحتمل أن يكون قياس استخدام المياه مكلفًا وقيديًا رئيسيًا لإدارتها. ثالثًا، إن ضرورة تخصيص المياه للتدفقات البيئية تقتضي وجود فهم أدق لتفاصيل الاحتياجات الهيدرولوجية واحتياجات النظم الإيكولوجية، وهو ما يتجاوز غالبًا قدرة مهندسي الري وإداريي شؤون المياه، ونماذج التكاليف والأرباح. والمحاسبة المتعلقة بالمياه هي عملية متكررة تستلزم تحسينًا مستمرًا من أجل زيادة شموليتها ودقتها.

ومقارنة بالمحاسبة المتعلقة بالمياه، تستلزم مراجعة الحسابات المتعلقة بالمياه الحصول على معلومات بشأن المجتمع - كمًا ونوعًا - مع ضمان وجود التدريب اللازم للموظفين من ذوي الحوافز.¹¹ ويقتضي جمع المعلومات عن المياه وإدارة تلك المعلومات موارد ومهارات وصبرًا، ذلك أن تلك المعلومات مجزأة في الغالب ويعود مصدرها إلى منظمات مختلفة وتتفاوت نوعيتها. وتتباين الكلفة الإجمالية لبرامج المحاسبة والمراجعة المتعلقة بالمياه تباينًا هائلًا، وذلك على سبيل المثال في ما يتعلق بنطاق البرنامج وتطلعاته، وكلفة التعاقد مع فريق التنفيذ، والحاجة إلى جمع المعلومات الأولية والثانوية. ومن شأن استخدام التكنولوجيات الإلكترونية المتطورة (مثل الاستشعار عن بعد، والطائرات المسيّرة عن بعد، وقواعد المعلومات الإلكترونية، والهواتف الذكية المجهزة بالنظام العالمي لتحديد المواقع) أن يساعد على خفض التكاليف وتوفير المعلومات حتى في المناطق النائية من دون الحاجة إلى شبكات وبرامج الرصد الفيزيائي الأحيائي والرصد المجتمعي. ومن شأنه أيضًا أن يعزز قواعد البيانات العالمية والإقليمية بمعلومات مجانية، وبمشاركة مزيد من رجال العلم.¹¹

ونظرًا إلى اعتماد المحاسبة والمراجعة المتعلقة بالمياه على السياق، هناك نهج مختلفة ولا توجد منهجية موحدة لتنفيذها. وقد نشرت منظمة الأغذية والزراعة في عام 2017 دليلًا مرجعيًا يمثّل نقطة انطلاق جيدة لاستخدام أي منظمة للقيام بما يلي: استخدام المحاسبة والمراجعة المتعلقة بالمياه لأول مرة؛ والجمع بين عمليتي المحاسبة والمراجعة المتعلقة بالمياه؛ أو استعراض عمليتي المحاسبة أو المراجعة المتعلقة بالمياه الكائنتين، مع إمكانية تحسينهما.¹¹

تطور حوكمة المياه في المغرب - إنتاج الجزر في إقليم برشيد

هكتار، وتغطي مساحة واسعة من الأراضي الزراعية. ورغم اتباع أسلوب الري بالتنقيط، فإن الطلب على المياه أدى إلى الإفراط في استغلال المياه الجوفية.

وتدعم منظمة الأغذية والزراعة وكالة أحواض المياه في تعديل عقود المياه الجوفية وتحويلها إلى تحالف جديد بين أصحاب المصلحة، مع تبادل المعلومات وتعزيز الثقة والتعاون. والغاية من ذلك هي أن يعمل أصحاب المصلحة على تحسين إنتاجية المياه الزراعية، من خلال حوافز اقتصادية (مثل تنويع المزروعات) أو إشراك رابطات المزارعين في عملية المحاسبة المتعلقة بالمياه. ويدل ذلك على إمكانية الجمع بين مختلف الجهات الفاعلة، مثل المشاركين في الرابطة بين المياه والطاقة والغذاء، من أجل استبانة التحديات الرئيسية المتصلة بالمياه الجوفية، وأفضل أسلوب لتحقيق التقدم، بما في ذلك الاستثمار والتمويل.

تعالج المغرب حوكمة الترابط بين المياه والطاقة والغذاء على المستويين الوطني ودون الوطني. وعلى المستوى دون الوطني، تمثل الإدارة المشتركة لموارد المياه الجوفية أسلوباً جديداً للحوكمة بواسطة عقد يشجع أصحاب المصلحة على التعهد بمسؤولية تنظيم إدارة المياه الجوفية وتحسينها. ويندرج ذلك في خطط التنمية الإقليمية الأوسع نطاقاً وإدارة أحواض الأنهار من أجل ضمان الاتساق بين الأهداف والإجراءات المتخذة.

وفي إقليم برشيد في المغرب، تتفاوض وكالة أحواض المياه بشأن عقود موارد المياه الجوفية، وتدير الإجراءات والاهتمامات المتعلقة بالزراعة وأصحاب المصلحة. وتشغل اللامساواة في الحصول على المياه موقعاً مركزياً في النقاش، حيث يُعتبر منتجو محاصيل الجزر أفضل موقعاً من غيرهم نسبياً. ويُقدر أن زراعة الجزر تستهلك بين 5000 و 15000 متر مكعب من المياه العذبة لكل

المصدر: Vallée و Bojic، 2019،¹⁸ و IAV Hassan II، 2019.¹⁹

الممنوحة للجهاز لغرض استخدام المياه).¹⁰ ونظراً إلى ارتباط الحقوق في المياه بالملكات، فقد أصبحت هذه الحقوق الآن سبباً للنزاعات بين البلدان من جميع مستويات الدخل. ولأغراض هذا التقرير، تمثل حيازة المياه (الإطار 18) مفهوماً إضافياً أوسع للحقوق في المياه. ولا ينبغي المزج بين أي من المصطلحين مع حق الإنسان في المياه المنبثق عن القانون الدولي لحقوق الإنسان.

وفي عالم يتزايد فيه الطلب على المياه، قد تصبح حيازة المياه والأراضي حجر بناء متين يضمن فعالية استخدام المياه، فضلاً عن الحصول الآمن والمنصف والمستخدم على المياه. ويتيح ذلك إدخال التعديلات من خلال الأسواق، في حين تشكل آلية الأسعار - التي تعكس قيمة المياه الحقيقية - حوافز للمستخدمين لرصد واستخدام المياه بفعالية أكبر وبأسلوب منتج.²¹ ومن خلال الإلزام بالحصول على موافقة المستخدمين على أي إعادة للتخصيص والتعويض عن أي تحويلات، فإن الحيازة تمكّن المستخدمين وتعزز القيمة الاقتصادية للمياه، شرط أن تعمل المؤسسات الحكومية وآليات الإنفاذ بأسلوب مناسب. ومن شأن ذلك أن يحفز المزارعين على الاستثمار في جملة أمور منها الري، وإدارة الأرض والتربة، والتكنولوجيات الأكثر تطوراً، ويحد من تدهور الموارد.^{22،23} ويمكن

وحيثما تدهورت صحة الأنهار بسبب حدوث اختلالات في التدفق، لا بد من استعادة التدفقات بغية تلبية الاحتياجات البيئية، والمحافظة على وفرة الأنواع وتنوعها، ودعم خدمات النظم الإيكولوجية النهرية الأخرى.³ وعلى الرغم من أن الأنظمة المتعلقة بالتدفق البيئي تنطوي على تحديات على مستوى السياسات، فإنها موجودة الآن في معظم البلدان المرتفعة الدخل، وفي بعض البلدان المنخفضة الدخل.^{17،3}

دور حيازة المياه وحيازة الأراضي والحقوق في المياه

ثمة نقاش قائم حالياً بشأن التخصيص، وإعادة التخصيص، وخدمات التوفير المنصف للمياه، تأخذ في الاعتبار الحقوق في المياه المقترنة بالحقوق في الأراضي. والحق في المياه هو الحق القانوني في استخراج المياه واستخدامها من مصدر طبيعي مثل الأنهار أو الجداول أو خزانات المياه الجوفية.²⁰ وهناك أنواع مختلفة من الحقوق في المياه، تماماً مثل العلاقات في إطار عنوان حيازة المياه، بما في ذلك الرخص السنوية (لاستخدام المياه بالاستناد إلى الأمر والسيطرة)، وعقود الإمداد وسيطرة الأجهزة (السلطة القانونية

الإطار 18 استكشاف حيازة المياه

أن تكون مرنة، وقابلة للتفاوض اجتماعيًا ويمكن تكييفها إلى حد بعيد وفقًا للظروف المحلية والاجتماعية والبيئية. ويمكن أن يكون تخصيص المياه محليًا أسلوبًا قويًا وأن يؤدي دورًا مهمًا في تسوية النزاعات، حيث يجري الحصول على المياه من خلال مجموعة معقدة من العلاقات الاجتماعية والمتبادلة (الرؤساء أو المسنون والسلطات المحلية، على سبيل المثال).

وبالمقارنة مع النهج القائم على حقوق المياه، الذي يميل لأن يكون نهجًا من الأعلى إلى الأسفل وبتوجيه الدولة، فإن نهج حيازة المياه هو نهج من الأسفل إلى الأعلى، يركز على المستخدمين، وهو أكثر ملاءمة لتعقد مسألة المياه، وينطوي على نهج شامل بشأن العلاقات مع المياه واستخدامها على نحو مستدام وشامل. وتنظر حيازة المياه أيضًا في البلدان التي يهيمن فيها القانون المحلي على إدارة المياه واستخدامها، بالإضافة إلى الترتيبات القانونية كالتصاريح عقود وامتيازات إمدادات المياه.

وتركز حيازة المياه على الحصول على المياه واستخدامها، بينما تتضمن الحوكمة العمليات والقوى الاجتماعية والاقتصادية الأوسع نطاقًا التي تحدد الوضع القانوني للمياه. وتؤثر الحيازة على حوكمة المياه وهي في الوقت نفسه تتأثر بتلك الحوكمة. وما لم يتحقق فهم واضح لحيازة المياه، فسيكون مصير محاولات إصلاح الحوكمة الفشل.

قبل النظر في حيازة المياه، يجدر فحص الحيازة نفسها بتفصيل أكبر. وتحدد الحيازة الحصول على مختلف الموارد الطبيعية واستخدامها، وأسلوب الترابط في ما بينها من خلال القواعد والاتفاقات الرسمية وغير الرسمية.¹⁰ ويتعلق هذا المصطلح بالأراضي عمومًا. وعلى الرغم من تعدد تعاريف حيازة الأراضي، فإن التعريف الدقيق الذي وضعته منظمة الأغذية والزراعة هو «العلاقة، المحددة قانونيًا أو عرفيًا، بين الناس، كأفراد أو مجموعات، في ما يخص الأراضي».²⁴ ويقترح هذا التقرير التعريف التالي لحيازة المياه: «العلاقة، المحددة قانونيًا أو عرفيًا، بين الناس، كأفراد أو مجموعات، في ما يخص الموارد المائية».¹⁰

وتعتبر معظم أنواع الحيازة مهمة من حيث استخدام المياه لأغراض الزراعة. فالمزارعون في البلدان المرتفعة الدخل يمكن أن يعتمدوا على الحقوق التقليدية الرسمية في المياه (الحقوق المستمدة من الحقوق في حيازة الأرض)، أو الحقوق الحديثة في المياه (الحقوق الطويلة الأجل المستندة إلى التصاريح، التي تمتد من 12 إلى 30 عامًا أو أكثر)، أو عقود إمدادات المياه السائبة، من قبيل الحيازة المشتركة من خلال رابطات مستخدمي المياه. وفي البلدان المنخفضة الدخل، قد يكون احتمال تمتع المزارعين بالحقوق الرسمية الحديثة في المياه محدودًا أكثر، ولكن يمكنهم الاعتماد على الحقوق العرفية أو غير الرسمية (كما في الهند مثلًا)،¹⁰ خصوصًا في ما يتعلق بالمياه الجوفية. وهذه العقود يمكن

كما أنها أكثر ضعفًا تجاه الانتهاكات ونزع الملكية.²⁵ وينبغي أن يكون إرساء الحقوق شفافًا وأمنًا من أجل حماية المستخدمين على النطاق الصغير وتمكينهم من التفاوض بشأن الفوائد أو التعويضات. ومن شأن حيازة المجتمعات المحلية للمياه أن تدعم الشعوب الأصلية، والمجتمعات المحلية، والنساء - ممن يجهلون عادة حقوقهم في المياه أو تأكيدهم لتلك الحقوق.

وقد أعدت منظمة الأغذية والزراعة الخطوط التوجيهية الطوعية بشأن الحوكمة المسؤولة لحيازة الأراضي ومصائد الأسماك والغابات في سياق الأمن الغذائي الوطني من أجل معالجة التفاعل القائم بين الأرض والمياه.²⁶ ويشمل ذلك تحسين الأطر السياسية والقانونية، إلى جانب الهدف الشامل للأمن الغذائي للجميع وإقرار الحق في الغذاء الكافي. ويحدد Young (2015) مخططًا للحقوق في المياه وتداولها (بيع الحقوق في المياه وشراؤها)، بالاستناد إلى حوض

لضمان الحقوق في المياه أن يساعد أيضًا على تطوير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، مثل الإدارة الآتية لنظم الري، ورسم خرائط المياه بوساطة تكنولوجيا الأقمار الاصطناعية، والذكاء الاصطناعي وأدوات سلسلة الكتل.

وما زالت الحقوق التقليدية الرسمية في المياه (الإطار 18) مهمة.¹⁰ والآلية الرسمية المرتبطة بحيازة الأراضي والبيروقراطية المقترنة بها، ليست ضرورية، لأن الشخص الحائز على حق الأرض يملك أيضًا الحق في المياه. وينبغي للمالكين تأكيد حقوقهم في المياه بوجه الأطراف الثالثة، من دون الإنفاذ الذي تقوم به الإدارة المسؤولة عن المياه. وغالبًا ما تكون الحقوق التقليدية الرسمية في المياه غير كافية لإنفاذ الحصول على المياه. وعلى الرغم من وجود نظام لحيازة المياه في معظم البيئات التي تندر فيها المياه، فليس هناك إقرار رسمي بتلك النظم وهي ليست مثبتة في القانون،

الأدوات الاقتصادية - إعادة توجيه الحوافز للمزارعين

يمكن للأدوات الاقتصادية أن تشجع المنتجين على تغيير سلوكهم بغية تحقيق النواتج الهيدرولوجية المرغوبة.¹⁵ وقد تولد هذه الخطط الدخل للمسؤولين عن التنظيم (بواسطة الضرائب)، أو تكون مكلفة لهم (الإعانات)، أو تنطوي على مدفوعات ما بين المزارعين وحسب (التداول). وفي حالة غياب حيازة ملزمة ونافذة للمياه، قد يصعب تنفيذ الأدوات المستندة إلى الحوافز ويصعب أيضًا تحديد نواتجها من الناحية الكمية؛ وبالتالي، فهي تُستخدم غالبًا بالاقتران مع نهج تنظيمية أساسية للرصد والإنفاذ، عوضًا عن تطبيقها بشكل مستقل.

الفرص في أسواق المياه وتحدياتها

قد يتسنى للمنتجين، في المناطق التي يوجد فيها تخصيص للمياه العذبة، تداول استحقاقاتهم في ما بينهم. وتشمل الآليات المتبعة تأجير الحقوق في المياه وبيعها، والمزادات، ومصارف المياه، وتسعير المجموعات، وتداول نوعية المياه. وتتعاطى هذه الآليات مع المياه باعتبارها سلعة لغرض تداولها بين المستخدمين وفقًا لأسعار السوق.²¹ ويجوز للأسواق، في ظروف معينة وفي بعض السياقات القطرية، تخصيص المياه بفعالية، بحيث تتسم بالفعالية الاقتصادية وقدرة الاستجابة للتغيير. وحين يتمكن المستخدمون من اتخاذ قرار البيع أو الشراء، فإن البائعين يقومون بذلك طوعًا، وهذه ليست الحالة السائدة غالبًا عندما تتولى سلطة مركزية تخصيص المياه أو نزع ملكيتها. ويمكن بالتالي لآلية السوق الحد من النزاعات رغم وجود عدد صغير جدًا من أسواق المياه العاملة ذات الخبرة الكافية.³²

وتذكر من بين الاستثناءات منطقة كامب دي تاراغونا في إسبانيا، حيث أدت آليات السوق إلى تخصيص فعلي للموارد وتنافس مرن ما بين شتى الاستخدامات ذات الكفاءة الاقتصادية. وشكل التعاون بين المستفيدين والمؤسسات المسؤولة عن الإدارة قاعدة السوق.³² ويبيّن تحليل الفترة 1954-2012 لسوق ريو غراندي للمياه في تكساس، الولايات المتحدة الأمريكية، أن ذلك قد يسر الانتقال نحو زراعة المحاصيل الأعلى قيمة والأكثر إنتاجية. وبلغ ذلك أقصى اتساعه في حالات الجفاف وشكل نحو 30 في المائة من دخل مقاطعات أسواق المياه.³³ وفي الولايات المتحدة الأمريكية، يُقدّر متوسط القيمة السنوية لتجارة المياه عبر 12 ولاية غربية بين عامي 1987 و2008 بمبلغ 406 ملايين دولار أمريكي.³⁴ وقد تباينت سنويًا قيمة معاملات المياه ما بين أقل من مليون دولار أمريكي واحد في

نهر موراي-دارلنغ في أستراليا.²⁷ ويبرز المخطط أهمية شفافية عملية تخصيص المياه، وتعليل فقدان الناتج من التخزين والنواتج البيئية، بما في ذلك نوعية المياه وتدفعها إلى البحر. ويتيح ذلك استجابة شفافة للتغيرات الحاصلة في توافر المياه لكل مستخدم للري. وبما أن حيازة المياه يدها السياق والموقع، قد يكون الوضع في أستراليا مختلفًا جدًا عن أوضاع البلدان الأخرى، ولا سيما البلدان المنخفضة الدخل. وغالبًا ما يقاوم المستخدمون على النطاق الصغير تسجيل استخدامهم للمياه خوفًا من أن يؤدي ذلك إلى فرض الرسوم. وقد يهدد ذلك الحصول على المياه حيث يجري في بلدان عديدة نشر إنفاذ أنظمة الحقوق في المياه.^{28,1}

وبالإضافة إلى صعوبة الإصلاح، يكثر أن تُعامل المياه باعتبارها سلعة مجانية مدعومة بالإعانات عمومًا، ما يعيق ضمان الحقوق في المياه. وتستفيد المصالح الراسخة من الإعانات الكائنة وتخصيص حصص المياه.²⁹ وغالبًا ما يرتبط الحصول على المياه وحيازتها بدناميكية السياسات، والفئات المختلفة، والمصالح والهيمنة. وفي القطاع الزراعي، قد تُمنح الأولوية للمستخدمين الأكثر إنتاجًا والأوسع نطاقًا على حساب صغار المنتجين، وخصوصًا النساء، ما يهدد سبل معيشتهم وأمنهم الغذائي. ويمكن تصحيح ذلك من خلال تطبيق نهج يركز على المستخدم مع منح أولوية متساوية على أساس إقليمي، ومراعاة الاستخدام المزمع (مثل الأمن الغذائي والتغذية) وإنتاجية المياه. ويتطابق ذلك مع المبادئ المتفق بشأنها، بما في ذلك حق الإنسان في المياه والغذاء.^{30,31}

ويمكن لحيازة المياه أن تعزز اتساق السياسات المتبعة عبر القطاعات. ويشكل محور التفاعل بين الأرض والمياه مثالًا واضحًا على ذلك، حيث يؤثر استخدام مورد ما على مورد آخر ويتأثر به.¹⁰ ومن شأن تحديد حيازة المياه تحديدًا واضحًا أن يعزز تكنولوجيا الري من أجل التوصيل والتحويل والقياس، والأطر المؤسسية لإدارة المياه، لا سيما في البلدان المنخفضة الدخل. ويقتضي ذلك وجود نظام للمحاسبة المتعلقة بالمياه ونظام للتخصيص قبل أن يشرع في الاستثمار في نظام جديد للري. وما لم يتم ضمان الحقوق في المياه، قد تؤدي التكنولوجيات الجديدة فعليًا إلى زيادة استهلاك المياه. وقد تتحقق مكاسب اقتصادية من خلال تخصيص مزيد من المياه للاستخدامات الأعلى قيمة، مثل الفواكه والخضار. ومع ذلك، ثمة خطر يتعلق بتزايد استهلاك المياه مع آثار سلبية على صغار المنتجين والنساء. ويمكن أيضًا تحسين نوعية المياه من خلال تخفيض سحب المياه، وإدارة مستويات المياه الجوفية وإدامة التدفق الأساسي في الأنهار (أي المحافظة على جزء تدفق الجداول بواسطة تصريف المياه الجوفية).

دون وجود أنظمة بشأن الاستخدام، ما يفضي إلى الإفراط في استغلال المياه الجوفية (الإطار 19). ويمكن أن يتكبد المزارعون المهمشون وصغار المزارعين تكاليف غير متناسبة لاستنفاد خزانات المياه الجوفية. وفي الحالات القصوى، يمكن أن يؤدي الاستغلال المفرط إلى التخلي عن الري في الكثير من المناطق الساحلية (كما في المغرب وتونس على سبيل المثال).⁴¹

وتستلزم إدارة الاستغلال المفرط عادة تمويلًا حكوميًا وأدوات تنظيمية وأدوات مستندة إلى الحوافز. وهي تشمل تقييد الآبار الجديدة والمساحات المروية، وحقوق الضخ والتصاريح، وشهادات المساحات المروية وجودة القياس. ويمكن تحقيق القياسات الوسيطة وتكنولوجيا المعلومات المتطورة، مثل الاستشعار عن بعد، وخصوصًا في المناطق الجافة. وتستلزم مراقبة التوسع في عدد الآبار إرادة سياسية قوية وموظفين ميدانيين، بالإضافة إلى فرض عقوبات تدريجية على المخالفين. ويمكن خفض عدد الآبار من خلال إعادة شرائها. وتشمل الأدوات المستندة إلى الحوافز الضرائب والرسوم، واسترداد الأراضي، وتداول تصاريح سحب المياه الجوفية، وتقاسم التكاليف لتحفيز إدارة المياه. أنظر الإطار 20 للاطلاع على حالتين من حالات الإدارة العامة للمياه الجوفية في الولايات المتحدة الأمريكية.

وفي تحليل مستفيض لإصلاح إدارة المياه الجوفية، وجد Closas و Molle (2017) أن الإدارة المشتركة بين المستخدمين والدولة تتيح تعزيز إمكانية النجاح في حال نفذت في سياق مجموعة من العوامل التي تشمل ما يلي: (1) التهديد بفرض العقوبات بموجب القانون، الذي يرتبط غالبًا بالضمانات البيئية أو اتفاقات/معاهدات بشأن تقاسم المياه؛ (2) وحالات الجفاف الشديد أو الأزمات البيئية التي تعزز شرعية تدخل الدولة وقبوله؛ (3) وانخفاض تكاليف المعاملات؛ (4) وعدد محدود من المستخدمين وتجانس اجتماعي نسبي؛ (5) وموارد كافية لتوفير الحوافز بما يتخطى الأنظمة أو العقوبات؛ (6) وإمكانية تجزئة إدارة خزانات المياه الجوفية إلى أجزاء أصغر، شرط وجود أنظمة فعالة وحوافز لضمان فعالية استخدام المياه؛ (7) وتوفير معلومات موثوقة وشفافة بشأن الموارد المائية؛ (8) ووضع قواعد متفق عليها للمساءلة والشفافية بشأن الأساس المنطقي للقياسات، ولتوزيع التكاليف والفوائد.⁴¹

وعموماً، ما زال الكثير من آليات المياه السطحية والجوفية المستندة إلى الأسواق حديث نسبياً، وسوف تتحسن آليات أسواق المياه استناداً إلى تجارب مماثلة. وقد أخذ عدد أكبر من الشركات

مونتانا، ووايومنغ، إلى ما يقارب 40 مليون دولار أمريكي في أريزونا ونيفادا وتكساس، وأكثر من 223 مليون دولار أمريكي في كاليفورنيا. وفي أستراليا، توجد سوق كبيرة الحجم، مع قيمة إجمالية لأسواق المياه قُدرت بنحو 1.7 مليارات دولار أمريكي³⁵ في الفترة بين 2017-2018.

مع ذلك، هناك شروط مسبقة مهمة لضمان نجاح سوق المياه وتوزيعها المنصف. في شيلي، على سبيل المثال، يُنظم مزاد للحقوق (الجديدة) في المياه لمقدمي أعلى العطاءات، ومن المتوقع أن يؤدي ذلك إلى تخصيص عادل للمياه، بالاستناد إلى أساس منطقي مفاده أنه يمكن لأي كان الانضمام للسوق.³⁶ وغالبًا ما يضّر ذلك بمزارعي الكفاف الذين يصعب حساب الفوائد التي يحققونها من الناحية الاقتصادية. وثمة أهمية لأسلوب وضع قواعد السوق ورصدها. وفي شيلي، يذخر المضاربون حقوق استخدام المياه، مع تسجيل أو تتبع محدودين لتلك الحقوق.³⁷ ووجدت دراسة أجريت لوادي نهر ليماري في شيلي أن إلغاء القيود التجارية المفروضة على أسواق المياه بين المحافظات سيؤدي إلى منافع لصالح المزارعين بنسبة 8 إلى 32 في المائة من مساهمتهم في الناتج الإجمالي المحلي الإقليمي.³⁸

وفي أستراليا، خفضت أسواق المياه في حوض موراي-دارلنغ الفوائد الإجمالية وفرضت تكاليف بيئية بسبب المغالاة في تخصيص الحقوق. وبغية زيادة الفعالية وتحرير المياه لأغراض التدفقات البيئية، وجرى توجيه الاستثمارات العامة الكبرى نحو الري.³⁹ وتبين التحليلات أن إعادة شراء الفائض من الاستحقاقات سيكون أزهق ثمنًا وأكثر فعالية. وتبلغ كلفة دعم البنى الأساسية بالإعانات 2.5 ضعفًا من كلفة شراء المياه.⁴⁰ وبالمثل، فإن كلفة زيادة التدفقات البيئية من الإعانات تبلغ أكثر من ستة أضعاف كلفة عمليات الشراء المباشر.⁴⁰ ويوضح حوض موراي-دارلنغ فوائد أسواق المياه، وأهمية سلسلة الإصلاح الصحيحة وتحديد الحقوق في المياه وكميتها.

ومبادئ إدارة المياه الجوفية أكثر تعقيدًا من المبادئ التي تحكم النظم السطحية بسبب صعوبة الحصول على المعلومات. ومع وضع حد أقصى لسحب المياه في طبقة المياه الجوفية، يمكن لهذه الأسواق أن تعزز قدرة الحصول على المياه الجوفية لغرض الري، لا سيما للمزارعين المهمشين وصغار المزارعين. وتشمل الجوانب السلبية لذلك قدرة الاحتكار لدى بائعي المياه المحليين والدمج بين أسواق المياه والإعانات للكهرباء من

ن مصرفةً وفقًا لسعر الصرف في عام 2019: دولار أمريكي واحد = 1.44 دولارًا أستراليًا.

أثر أسواق المياه الجوفية على نوعية المياه وفعاليتها استخدامها - حالتا الصين والهند

ومن شأن تحسين إنتاجية المياه الجوفية أن يؤدي إلى خفض الاستهلاك وتقليل الإفراط في سحب المياه، ولكن ذلك يقتضي وجود حسابات واضحة.

وفي شمال الصين، شهدت أسواق المياه الجوفية أيضًا نموًا مطردًا. وبينت دراسة استقصائية أن 18 في المائة من الآبار الأنبوبية باعت المياه في عام 2004، وأن 77 في المائة من المياه التي صُحَّت من الآبار الخاصة بيعت في أسواق المياه الجوفية في تلك السنة.⁴⁵ ويبيّن التحليل أن المزارعين الذين يشترون المياه من أسواق المياه الجوفية يستخدمون قدرًا أقل من المياه عما يستخدمه أصحاب الآبار الأنبوبية أنفسهم. وذلك لم يؤثر سلبًا على غلة مشطري المياه، ما يدل على محاولتهم تحسين فعالية المياه. وأسواق المياه الجوفية في شمال الصين ليست احتكارية، وهي توفر مياه الري بقيمة ميسورة للأسر المنزلية الريفية الفقيرة. ووجد تحليل آخر أن أسواق المياه الجوفية في الصين أتاحت للبايعين تحقيق أرباح معتدلة، مع إتاحة الري للمشتريين بسعر معقول، وخصوصًا للفقراء منهم.⁴⁶

في الهند، تكاد أسواق المياه المستخدمة للزراعية تقتصر كليًا على المياه الجوفية. وهي أسواق غير رسمية ومحددة الموقع، ولكن المساحات التي تخدمها تقدر بين 8.4 ملايين و13 ملايين هكتار، وتروي نحو 14 إلى 22 في المائة من مجموع المساحات المرورية بالمياه الجوفية. وتقارب القيمة السنوية لبيع مياه الري في الهند 1.7 مليارات دولار أمريكي، بالإضافة إلى 2.6 مليارات دولار أمريكي سنويًا وهي قيمة استئجار خدمات الري.⁴² ويتباين أثر ذلك، ولكن وجود أسواق المياه يمكن أن يحسّن قدرة الحصول على المياه الجوفية لأغراض الري خصوصًا للمزارعين المهمشين وصغار المزارعين، وتخفيف الضعف تجاه المياه.⁴³ ويتيح ذلك أيضًا زيادة إنتاجية المزارعين. ولكن يبدو أن المشتريين يستخدمون المياه بفعالية أكبر، في حين يكون البائعون أكثر فعالية من فرق المراقبة التي تتألف من مالكي المضخات الذين لا يبيعون المياه.⁴⁴ وعلى الرغم من هذه الفوائد، فإن سياق أسواق المياه المدعومة بالكهرباء قد يؤدي إلى آثار سلبية من خلال الاستغلال المفرط الذي يخفّض حجم المياه الجوفية المتوفرة للاستخدام الزراعي.⁴³

أو في تكنولوجيات وفورات المياه. وفي المجال الزراعي، يصعب تنفيذ تسعير المياه لأسباب سياسية وثقافية وأسباب تتعلق بالمساواة. وفي الكثير من البلدان لا يوجد سعر وطني للمياه، لأنه يمكن أن يتباين كثيرًا داخل البلد وفي ما بين نظم الري المختلفة. وبعض البلدان لا تسعّر المياه على الإطلاق، وذلك بالرغم من ضرورة الاستثمار في البنى الأساسية والتكنولوجيات، الأمر الذي يستلزم تمويلًا هائلًا من القطاعين الخاص والعام.⁴⁹

وفي بعض الظروف الزراعية المحلية والإقليمية المعنية (مثل انخفاض حصة تكاليف المياه بالنسبة إلى تكاليف الإنتاج الكلية)، يمكن أن تنخفض مرونة أسعار الطلب على المياه، لا سيما على المدى القصير. وفي هذه الحالات، قد لا يؤدي فرض سعر أعلى على المياه إلى تحقيق انخفاضات مهمة في الاستهلاك.⁴⁸ وتبرز التعريفات المستندة إلى الحوافز بشكل أكبر لأنها تعالج أسلوب الدفع الذي يتبعه مستخدمو المياه وما إذا تم نقل إشارات الأسعار الصحيحة، عوضًا عن مجرد التركيز على استرداد التكاليف. وتعكس هذه الاتجاهات نقل صلاحيات إدارة شؤون المياه من الحكومات المركزية إلى السلطات الإقليمية

بالاستثمار في أسواق المياه أو دعمها، ما يدل على نمو هذه الأسواق.²¹ ويشكل تنفيذ آليات أسواق المياه، سواء أكانت بيع المياه بالمزاد، أو مصارف المياه، أو غيرها من أشكال نقل أسعار استخدام المياه، عملية معقدة تستلزم خبرات متخصصة في كل موقع، بما في ذلك خبرات اجتماعية واقتصادية، وسياسية، وقانونية، وهيدرولوجية وخبرة في الظروف البيئية، أو في مجال تنوع حيازات المياه. وبما أن الضغط على المياه سوف يستمر وبعدها أوشكت النهج التقليدية لتنمية الموارد على بلوغ حدها الأقصى، سوف تتواصل على الأرجح التجارب والابتكارات في ما يتصل بنهج المياه السوقية.

تسعير المياه - الفرص والتحديات

يمكن الاستفادة من تسعير المياه، أي فرض مبلغ نقدي على الحق في (استخدام) المياه، في استرداد التكاليف المباشر (إمدادات المياه والهياكل الأساسية) وغير المباشر (البيئة والمجتمع والفرص).⁴⁸ ويمكن أن يساعد أيضًا في المحافظة على المياه وتعزيز استخدامها المستدام، فضلًا عن معالجة مشاكل ندرة المياه، ودعم الاستثمارات في زراعة المحاصيل البديلة الأقل استهلاكًا للمياه

إدارة المياه الجوفية في الولايات المتحدة الأمريكية

للاستخدام في المستقبل، ما قلل حافز المحافظة على المياه. وقد حاولت المقاطعة معالجة هذه المسألة عبر فرض القيود على الحسابات المرخلة.⁴⁷ ويُعد التخصيص الأولي الصائب من الناحية الهيدرولوجية ومرونة تصحيح المغالاة في التخصيص من العوامل الأساسية لنجاح الإصلاحات المائية.

وتدير سلطة إدواردز لمستودعات المياه الجوفية في تكساس، في الولايات المتحدة الأمريكية، مستويات المياه الجوفية والتدفقات من الينابيع لأغراض بقاء الأنواع المعرضة للانقراض. ويحدد سحب المياه بواسطة وضع حدود قصوى لضخ المياه الجوفية وتصاريح قابلة للتداول. وقد حدد الإتجار في المياه حدودًا قصوى معينة في قانون الولاية، ما خفض تكاليف المعاملات، وطوّر منصة للإتجار الإلكتروني، ودعم مرونة توزيع المستخدمين لحصصهم. وتحسنت الشفافية بفضل توفير بيانات استخدام المياه علنًا، ما أدى إلى بناء الثقة وساعد على ضمان الشراء من المشاركين في البرنامج. وقد نجحت سلطة إدواردز في المحافظة على التدفق الأدنى من الينابيع، حتى في حالات الجفاف.⁴⁷

في الولايات المتحدة الأمريكية، تستخدم المقاطعة الجمهورية العليا للموارد الطبيعية في نبراسكا أدوات متعددة للحد من انخفاض مستويات المياه الجوفية وتلبية اتفاق المصالح مع ولايتي كولورادو وكنساس بشأن تدفقات المياه السطحية. وتشمل تلك الأدوات حظر حفر آبار جديدة، وتطبيق نظام التصاريح للآبار، وفرض الضرائب على «إشغال الأراضي»، وتعيين حد أقصى لضخ المياه الجوفية لأسواق المياه الرسمية وغير الرسمية، وتطبيق مشاريع زيادة الدفع. ويجري دعم تكاليف قياس رطوبة التربة بغية تحسين ممارسات إدارة المياه. وشملت عوامل النجاح الرئيسية المشاركة القوية التي قدمتها المجتمعات المحلية والدعم الذي حصلت عليه عمليات الرصد والإنفاذ. وقد احترمت المقاطعة اتفاق المصالح مع خفض الأثر الناتج على مستخدمي المياه إلى أدنى حد. مع ذلك، ما زالت المسألة الطويلة العهد لانخفاض مستوى المياه الجوفية قائمة. ومع أن ذلك الانخفاض أصبح الآن أقل مما كان متوقعًا، فإن المقاطعة لم تتمكن حتى الآن من تحقيق استقرار المستويات. ومثلت المغالاة في التخصيص الأولي مشكلة، لأن الكثير من المستخدمين خزّنوا كميات كبيرة من المياه

وقد أدرج عدد من البلدان أسعار المياه في إطار تصديده لمشكلة ندرة المياه. ففي أستراليا، تُعتبر إشارات الأسعار الصحيحة وفعالية أسواق المياه أساسية في تعزيز كفاءة استخدام المياه وتشجيع المستخدمين على التكيف مع تغير المناخ. وفي إسرائيل، تحدد لجنة المياه سعر المياه باستخدام نظام ثلاثي المستويات وفقًا للاستهلاك (أي التسعير بحسب الحجم، أنظر الجدول 5) بهدف التشجيع على تحقيق وفورات في المياه. ولحصة معينة ما، يدفع المزارعون أسعارًا تفضيلية لمياه الشرب. ووفقًا لأحد تقارير منظمة الأغذية والزراعة، فإن أول 60 في المائة من المياه المخصصة تكلف 0.20 دولارًا أمريكيًا/ متر مكعب، وتبلغ كلفة النسبة من 60 إلى 80 في المائة 0.25 دولارًا أمريكيًا/ متر مكعب، وتبلغ كلفة النسبة من 80 إلى 100 في المائة 0.30 دولارًا أمريكيًا/ متر مكعب.⁵⁴ وفي قطاع الري، لا يوجد اختلاف أساسي بين التسعير الذي تقوم به الوكالات، حيث يختار المزارعون كمية المياه المستخدمة، وبين تعيين الوكالة حقوق أو حصص المياه (القابلة للتداول)، حيث تكشف المزرعة عن تكاليف هامشية من خلال القرارات المتخذة

أو المحلية، وتزايد استثمارات القطاع الخاص في خدمات المياه وتمويل الاستثمارات الواسعة في المياه من خلال الشراكات بين القطاعين العام والخاص. وتؤكد هذه الأمور أهمية تسعير المياه، ولكنها تستدعي أيضًا وضع أنظمة متينة من أجل ضمان حماية المصلحة العامة.⁴⁹

وقد يصعب جدًّا استرداد التكاليف من المستخدمين. وفي معظم الحالات، لا يمكن استرداد حتى تكاليف التشغيل والصيانة.⁵⁰ ويمكن أن يساعد التخصيص القوي على تحويل المياه من محاصيل الحبوب إلى الاستخدامات الأعلى قيمة، مع ضمان مرونة التكيف مع الظروف المتغيرة.⁵¹ ويستلزم تشجيع الدفع لقاء إدارة وخدمات المياه أيضًا اتساق خدمات نوعية المياه، وشرحًا واضحًا لكيفية استخدام الدخل لصالح المستخدمين، بالإضافة إلى الأنظمة والعقوبات. ولكي تحقق خطة التسعير الاسترداد الأمثل للتكاليف واستدامة الاستخدام، ثمة أهمية حاسمة لاتخاذ خيارات مثل بنية التعريفات ومستوى الأسعار. ويعرض **الجدول 5** موجزًا لطرق التسعير الرئيسية.

الجدول 5 أساليب تسعير المياه

أسلوب التسعير	موجز	مواطن القوة	مواطن الضعف
تسعير المياه المستند إلى السوق	تحدد الأسعار بطريقة غير مباشرة عن طريق آلية تسعير غير مركزية (مثل السوق) وبحسب العرض والطلب.	إمكانية التنبيه من وجود ندرة ما وتكاليف الفرص. يمكن أن يتسم بفعالية عالية في الحفاظ على القيمة الإجمالية للزراعة المرورية خلال فترات الجفاف وفي إعادة تخصيص المياه من المستخدمين ذوي الإنتاجية المتدنية للمياه إلى ذوي الإنتاجية العالية.	يحتاج إلى آليات دعم السوق المناسبة، بما في ذلك الشفافية بشأن الأسعار والتداول، وإلى معلومات دقيقة ومتوافرة في الوقت المطلوب عن الإمدادات، الأمر الذي قد ينطوي على تكاليف عالية.
التسعير غير الحجمي للمياه	تستند الأسعار إلى المخرجات أو المدخلات أو المساحة المرورية أو قيمة الأرض.	إجراء سهل نسبياً وامتدني الكلفة من حيث التنفيذ والإدارة. ⁵² تدني تكاليف الرصد والإنفاذ.	حواجز قليلة أو معدومة للمحافظة على المياه.
التسعير الحجمي للمياه	تستند الأسعار إلى المياه المستخرجة أو المستهلكة.	يولد الحوافز لتحسين المحافظة على المياه وتغيير الممارسات الزراعية من أجل زيادة الكفاءة في استخدام المياه.	يتطلب أن تقوم هيئة المياه بتحديد الأسعار، ورصد الاستخراج، وتحصيل الرسوم.

المصدر: شرح أعدته منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى Rosegrant. 2020. ⁵³

وتشمل أسباب هيمنة نظام الحصص الشفافية وضمان الإنصاف عند عدم كفاية الإمدادات.⁶⁰ وتتيح الحصص أيضاً اتساق الاستخدام مباشرة مع الموارد المختلفة، وتطابقها مع المعلومات المستمدة من المحاسبة المتعلقة بالمياه، ما يؤدي إلى انخفاض الخسائر في الدخل المتصلة بالأنظمة القائمة على الأسعار. وفي اليونان، على سبيل المثال، أدت زيادة أسعار المياه إلى انخفاضات خطيرة في الدخل.⁶¹ وفي الصين، وجدت دراسة أن هناك ضرورة إلى رفع سعر المياه ارتفاعاً كبيراً بغية تحقيق وفورات في المياه؛ ولكن الزيادة أدت إلى خسائر كبيرة في دخل صغار المزارعين.⁶² وفي البلدان المرتفعة الدخل، يمكن للمزارعين الاستجابة من خلال تخفيض كمية المياه المستخدمة في زراعة محصول معين، واعتماد تكنولوجيا الري التي تتيح المحافظة على المياه، والتحول إلى زراعة محاصيل أكثر كفاءة في استخدام المياه، وتغيير المزيج إلى المحاصيل العالية القيمة. وفي البلدان المنخفضة الدخل، قد لا تتوفر هذه الخيارات أو قد تكون كلفتها عالية. وإن تحديد أسعار مرتفعة بدرجة تكفي لتحفيز التغيير في الحصص المخصصة (أو استرداد تكاليف رأس المال) يمكن أن يؤثر بشدة على إيرادات المزارعين.⁶²⁻⁶⁵

بشأن استخدام المياه. ويتوقف اختيار أسلوب المراقبة على فعاليته النسبية. وإذا كانت هناك أي منفعة في الاختيار بين مراقبة السعر أو مراقبة الكمية، فإن ذلك يعزى إلى عدم كفاية المعلومات أو عدم تناظرها، أو انعدام التيقن بشأن تكاليف المعاملات، أو عدم تكافؤ تقاسم المخاطر في ما بين مستخدمي المياه.⁵⁵⁻⁵⁸

وثمة عوامل متعددة تجعل من التسعير بحسب الحجم لمياه الري أمراً صعب التنفيذ. أولاً، في سياق نظم الري، إن رسملة قيمة الحقوق في المياه تمت فعلاً ضمن قيمة الأراضي المرورية. ويعتبر أصحاب الحقوق التسعير انتزاعاً لتلك الحقوق، ما يؤدي إلى خسارة رأس المال في المزارع.²³ وكثيراً ما تشهد محاولات تحديد الأسعار معارضة قوية من ممارسي الري، ما يجعل المحافظة على فعالية نظام الأسعار أمراً صعباً.²³ ثانياً، إن تكاليف القياس والمراقبة قد تكون باهظة خاصة في العديد من البلدان المنخفضة الدخل. وأخيراً، إن معالجة ندرة المياه غالباً ما تجري من خلال تحديد الحصص، مع استخدام الأسعار أولاً في تنظيم الاستخدام على الهامش، بما يتخطى الحصة، عوضاً عن تقنين المياه النادرة.⁵⁹ ويصح ذلك بصفة خاصة بالنسبة إلى المياه السطحية، لأن تطبيقه على المياه الجوفية قد يكون صعباً.

أهدافًا مختلفة.¹ ويتعين على الحوكمة التحكيم بين المصالح المتعارضة وإرساء الشفافية، والمساءلة، والمشاركة المنصفة والشاملة.

وتتطلب إدارة المياه القيام بالتحليل والتخطيط والعمل على المستوى المحلي وتضطلع الفرق المحلية بدور مركزي في ذلك. وتقوم المساهمة المهمة التي تقدمها رابطات مستخدمي المياه لإدارة شؤون المياه وحوكمتها على قدرتها على الجمع بين المزارعين (ولا سيما صغار المزارعين) لغرض إدارة نظام الري المشترك. وبفضل التأزر، يستطيع الأعضاء تجميع مواردهم المالية والتقنية والمادية والبشرية لتشغيل مشاريع الري، بما في ذلك نظم الري المحلية الأخرى، مثل الأنهار أو أحواض المياه. وتيسر اتحادات مستخدمي المياه الحصول على الائتمانات لغرض الاستثمار في الري بغية تعزيز إدارة المياه. ويمكن لأعضاء الاتحادات، وخصوصًا صغار المزارعين، تعزيز قدرتهم على المقايضة عند التفاوض مع مستخدمي ومنظمي المياه الأكبر حجمًا. ولكن لا يُتاح للأشخاص الأقل اعتمادًا على استخدام المياه لأغراض غير الاستهلاك (الصيادون على سبيل المثال) إبداء رأيهم بشأن أسلوب إدارة الموارد أو بشأن تقاسم التكاليف والأرباح.

وتشير دراسات الحالة إلى مساهمة اتحادات مستخدمي المياه في تحقيق التحسينات،^{70،71} واستخدام المياه بكفاءة أكبر، وزيادة الإنتاج في السنوات الجافة،⁷² وتعزيز تسوية النزاعات.⁷³ ففي إقليم بنجاب، في باكستان، تمكنت اتحادات المستخدمين على مستوى مجرى المياه من زيادة غلة المحاصيل بنسبة 10 في المائة في المزارع الواقعة في نهاية مجرى المياه، وبنسبة 8 في المائة للمزارع المعتمدة على المياه الجوفية.⁷⁴ وقد يكون تفويض إدارة مياه الأحواض الفرعية إلى اتحادات مستخدمي المياه في المجتمعات المحلية، ومجموعات المزارعين أو غيرها من الجهات الفاعلة من القطاع الخاص مفيدًا أيضًا، ولكن الأدلة على ذلك متباينة (الإطار 21). وهذه التحسينات مرهونة بتمثيل مصالح أعضاء اتحادات مستخدمي المياه. على سبيل المثال، يؤدي استثناء المصايد من اتخاذ القرارات إلى انخفاض غلة الأسماك.

وتساعد بعض الاتجاهات على تحديد شروط نجاح اتحادات مستخدمي المياه. وعمومًا، لم يحقق التنفيذ من الأعلى إلى الأسفل نجاحًا جيدًا، لأنه يمكن أن يقوّض قدرة الاتحادات على القيادة الحقيقية ومشاركة أعضائها المنصفة والشاملة.⁷⁵ ووفقًا لاستعراض الاتحادات في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، يرجح أن

لذا ينبغي تطبيق رفع أسعار المياه بصورة تدريجية خلال عدة سنوات من أجل منح المزارعين الوقت اللازم للتكيف، مع تنفيذ إدارة متكاملة بمشاركة المجتمعات المحلية للتأكد من عدم إغفال أي جهة. وتجنبًا للآثار السلبية وتوخيًا لتوفير خدمات النظم الإيكولوجية، يمكن اعتبار المدفوعات المسدّدة بمثابة عنصر إضافي مكمل للتسعير القائم على الحوافز (أنظر الفصل الخامس).⁴⁸

ويمكن الدمج بين تخصيص الكميات وتخصيص الأسعار. وبانتظار التطبيق، تمثل إمكانية التخصيص سمسة المياه أو سوقًا سلبية. ويستحدث ذلك حوافز لتخصيص المياه بفعالية مع حماية إيرادات المزارعين، شرط تزويد الهيئة المسؤولة عن المياه بمعلومات صحيحة وتفصيلية بشأن العرض والطلب على المياه.⁶⁶ ووعوضًا عن فرض تسعير بحسب الحجم للمياه على المزارعين، يتيح هذا الأسلوب للمزارعين خفض كمية المياه المستخدمة بالاستناد إلى نهج دعم الكلفة لغرض مكافحة التلوث. وفي حال تجاوز الطلب الحق الأساسي في المياه، يدفع المستخدمون سعر الكفاءة، الذي يستند إلى قيمة المياه في الاستخدامات البديلة. وفي حال استخدم المزارعون كمية أقل، يُدفع سعر الكفاءة نفسه للمزارعين. وتعيّن الحقوق الأساسية في المياه حدًا لمجموع المياه المستخدمة في إطار الحوض أو النظام، ما يتيح المحافظة على الكميات المستخدمة أو تقليصها.⁶⁷ وتتميز السوق السلبية عن أسواق المياه الرسمية بأنه لا يتعين على البائع أو المشتري متابعة بائع أو مشتري مماثل. ووعوضًا عن ذلك، يكفي كل مزارع بتحديد كمية المياه التي يستخدمها بالسعر الذي تحدده الإدارة من دون الاعتماد على سوق واحدة للمياه.

الإدارة الجماعية – الجمع بين المزارعين لغرض إدارة الري

يمكن أيضًا إدارة الموارد المائية من خلال منظمات مستخدمي المياه المحلية، مثل منظمات إدارة مستجمعات المياه، واتحادات المزارعين والصيادين، وفرق مستخدمي المياه التي تُعرف أيضًا باسم اتحادات مستخدمي المياه. ويمكن لهذه المنظمات أن تضطلع بدور مهم في إدارة موارد المياه، خصوصًا على المستوى المحلي وعلى مستوى المجتمعات المحلية. وقد بين العمل الذي قام به Ostrom (1990)⁶⁹ أهمية العمل الجماعي الحاسمة في حوكمة الموارد المشتركة.⁶⁹ وهناك غالبًا انقسام بين أصحاب المصلحة (المزارعون والصيادون وغيرهم) الذين يتوخون

س للاطلاع على مبادئ Ostrom الثمانية، المعروفة والتي اجتازت اختبار الزمن، أنظر الإطار 1 في منظمة الأغذية والزراعة. 2017.⁸⁶

اتحادات مستخدمي المياه تحقق أرباحاً ولكن ينبغي الاهتمام بالحوكمة – أدلة من آسيا

الدراسة أن تحقيق النجاح قد تم في سياق مجموعة من العوامل المحددة، وهي عوامل يستحيل تكرارها في أماكن أخرى، أو أنها بالغة الكلفة، وبالتالي فهي ليست عملية. ولا يفضي البحث عن صيغة «سحرية» لنجاح اتحادات مستخدمي المياه لأي نتائج، وذلك بسبب عدم القدرة على توجيهها اجتماعياً.

وفي الكثير من الحالات تنعدم شفافية الإصلاحات المنفذة بواسطة تحويل الإدارة. وقد لا يمكن ترجمة السياسات والبرامج إلى اللغات المحلية، ما يؤدي إلى عدم تناظر المعلومات في ما بين المزارعين الأغنياء والفقراء. ونتيجة لذلك، فإن النخبة المحلية تتمتع بمزايا غير منصفة في اتخاذ المواقع القيادية. ويدافع Shah وآخرون (2002) عن أن تحويل إدارة الري إلى اتحادات المستخدمين لن ينجح على الأرجح في ما يتعلق بصغار المزارعين في البلدان المنخفضة الدخل، حتى مع توفر الشروط المسبقة للنجاح، بما في ذلك وجود إطار سياسي وقانوني داعم، وضمان حقوق الملكية، والإدارة المحلية، وبناء القدرات وتحويل الإدارة.^{81،82} وهم يدافعون أيضاً عن أن تحقيق النجاح سيكون أكثر احتمالاً في المزارع الأكبر وزراعة المحاصيل العالية القيمة مقابل ما يمكن تحقيقه في الزراعات الصغيرة الحجم التي يعمل فيها آلاف المزارعين الفقراء.

يمكن أن يساهم تحويل إدارة شؤون الري إلى اتحادات مستخدمي المياه وغيرها من منظمات المزارعين في زيادة الإنصاف في قدرة الحصول على المياه والمحافظة على المياه. ويمكنه أيضاً مراعاة احتياجات المستخدمين وحالة موارد المياه.¹ مع ذلك، فإن تحقيق نتائج إيجابية ليس مضموناً على الدوام لأن ذلك يتوقف على حوكمة المياه بشكل أوسع.

وتدل الشواهد من الفلبين أن اتحادات الري اللامركزية أكثر احتمالاً لحل مشاكل من قبيل الانتفاع من دون مقابل، وتسوية النزاعات، وإنفاذ الأنظمة بالمقارنة مع الرابطة الخاضعة لتحكم السلطات المركزية.⁷⁹ والاتحادات القادرة على وضع القواعد وفرض العقوبات (مثل سلطة منع المياه أو تحديد الرسوم) أكثر احتمالاً لتحقيق مشاركة أكبر للمزارعين في العمل الجماعي، وتسوية النزاعات من دون اللجوء إلى المساعدة الخارجية، وتنفيذ عمليات الري والصيانة، وإنفاذ القواعد.

وهناك دراسات أخرى لحالات اتحادات مستخدمي المياه، وهي أكثر تشاؤماً بشأن توقعات النجاح. ولقد وجد استعراض شمل 108 حالة في 20 بلداً آسيوياً أن عدد عمليات تحويل إدارة الري التي حققت نجاحاً لا يتجاوز 43 حالة مع تسجيل سلسلة من الآثار.⁸⁰ واستنتجت

بواسطة الاتفاقات التي يجري التوصل إليها بين هيئة الري واتحاد مستخدمي المياه. وتتحسن إمكانية المحافظة على المياه مع وضوح وضمان حيازة المياه وأهداف الخدمات، وتسعير المياه باعتبارها سلعة اقتصادية، ومراقبة الاستهلاك على مستوى المزارع والأحواض مع استخدام التكنولوجيات المحافظة على المياه.

وبالنظر إلى شدة الاختلاف الكبير في التجارب الموضحة في **الإطار 21**، يتعين تعزيز إنشاء اتحادات مستخدمي المياه بعناية من أجل بناء منظمات لامركزية شاملة وقائمة على المجتمعات المحلية. وتشمل الشروط التمكينية مراعاة السياق الاجتماعي والاقتصادي؛ وديناميكيات الإنصاف؛ ومراقبة وإنفاذ الحقوق في المياه والخدمات والرسوم محلياً؛ والقدرات في مجال الرصد؛ وسلطة قانونية واضحة. وتعتمد الاتحادات الفعالة أيضاً على شعور الأعضاء بالملكية وعلى موقف الوكالات الحكومية المعنية

تكون هذه الاتحادات فعالة عندما يشمل أسلوب تصميمها وتنفيذها انضمام أعضاء المستقبل مع التأكيد على تحسين خدمات توصيل المياه، من قبيل عدم اقتصار مشاركة المزارعين على مجرد تسديد الرسوم.⁷⁵ ويشكل تحسين الخدمات بواسطة البنى الأساسية والتكنولوجيا، مع فوائد تعزيز الشمولية والمساءلة والقدرة وإدارة النزاعات، دوافع تحفز المستخدمين على الدفع والمشاركة. ويمكن للمشاركة في التصميم أن تساعد المستخدمين، ومديري الري، والمسؤولين في العثور على البنى الأساسية الميسورة الكلفة والحلول على مستوى الإدارة التي تشمل الابتكارات واستخدام الآليات. وسيكون نجاح تبديل إدارة الري أكثر احتمالاً عندما ينتخب المزارعون مجالس الإدارة، وعندما تتألف الإدارة من عناصر مهنية وعندما تكون النظم القانونية مسؤولة عن معالجة ازدياد التعقيد (**الإطار 21**).⁷⁶ ولا يقل أهمية عن هذا تحديد الأدوار والمسؤوليات بوضوح

مؤسسات إدارة المياه في سياق الإنتاج الزراعي البعلي

تواجه الزراعة البعلية تحديات متزايدة من حيث عدم انتظام هطول الأمطار أو عدم كفايتها أو عدم ملاءمتها. ويتوقع أن يؤدي تزايد التقلبات المناخية إلى تزايد تواتر حالات الجفاف وشدها، وهطول الأمطار الشديد، والأحداث المناخية والفيضانات، وتعطيل الأسواق بشكل جذري وتزايد المخاطر المهددة للإنتاج. (للاطلاع على المناقشة بشأن أثر الفيضانات على الزراعة، أنظر «تحت المجهر»: الكثير من المياه؟ الفيضانات والتشبع بالمياه والزراعة، الصفحة 104) وتشكل الانحرافات في تساقط الأمطار على المراعي تهديدًا آخر للإنتاج الحيواني. وتؤثر مخاطر المياه على البلدان المنخفضة الدخل بصفة خاصة بالنظر إلى ضعف الآليات المؤسسية وشدة اعتماد تلك البلدان على الزراعة البعلية المنخفضة الإنتاجية،⁸⁴ التي ما زالت تشكل سبيل العيش لغالبية فقراء المناطق الريفية.

والمطلوب هو وجود تكامل فعال لتعزيز الاستثمار في إدارة المياه من الزراعة البعلية إلى الزراعة المروية. ولا يشدد التركيز على تخطيط مياه أحواض الأنهار بما يكفي على إدارة المياه في المناطق البعلية. ويحدث ذلك عادة في مستوى أدنى من نطاق أحواض الأنهار، في المزارع التي تقل مساحتها عن خمسة هكتارات، ذات المستجمعات الصغيرة. ويتعين بالتالي وجود تركيز قوي مماثل على إدارة المياه على مستوى المستجمعات والأحواض.⁸³

وتزداد إمكانية تحقيق الفوائد من استثمارات المياه في الزراعة عند اقترانها بممارسات إنتاجية أخرى، مثل تحسين أو زيادة تنوع المحاصيل العالية الغلة، والتوقف عن الفلاحة، وإصلاح المواد العضوية في التربة. ويمكن تحقيق التحسينات من خلال التآزر بين هذه العوامل، ولكن ضمان جني فوائد كاملة من إدارة المياه يستلزم أيضًا الاهتمام بخصوبة الأراضي، وملكية المياه، والوصول إلى الأسواق.⁸³ وبالنظر إلى عدم إمكانية معالجة نقص المياه وتدهور التربة في المناطق البعلية من خلال التدخلات على مستوى المزارع وحدها، من المستصوب أن تتم إدارة المستجمعات بالاستناد إلى المجتمعات المحلية.⁸⁵ ويمتد ذلك إلى المحافظة على الغابات وإصلاح مستجمعات المياه، لا سيما في الأحواض الواسعة، ويقتضي استثمارًا جديدًا في تخطيط وإدارة المياه لغرض الزراعة البعلية. كذلك فإن تحسين إدارة المياه في المزارع البعلية يستلزم أيضًا استثمارًا عامًا في البنى الأساسية والطرق التي تيسر

ومساءلتها، كجهة موفرة للخدمات، تجاه اتحادات مستخدمي المياه.

وثمة أهمية أساسية لزيادة مشاركة المرأة في اتحادات مستخدمي المياه ومنظمات المزارعين، حيث لا تزال المرأة ضعيفة وتمثيلها دون المستوى المرغوب. ويشكل تحديد الحصص بحسب الجنس أحد النهج التي تتيح ذلك، إضافة إلى القدرة على تنمية مهارات مثل التواصل والتفاوض لغرض تشجيع المشاركة والقيادة.^{77،78} ولا بد من استهداف الرجال لتوعيتهم بشأن أدوار الجنسين المسببة بحق المرأة، ومواجهتهم بالتحدي، وتوضيح كيفية تحقيق استفادة الرجل والمرأة على السواء.

ويمكن للمجموعات التي تقتصر على النساء فحسب أن تمنح المرأة صوتًا جديدًا مع تحقيق فوائد عديدة. وحيثما وجدت مجموعات من هذا القبيل إلى جانب اتحادات مستخدمي المياه، يجب إشراكها في اتخاذ القرارات. وفي طاجيكستان، بدأت النساء في تعليم الشباب بشأن الري. وفي بعض الحالات، بدأ دور المرأة يتخذ طابعًا مؤسسيًا غير رسمي، مع تقبل المجتمعات المحلية للنساء وحصول بعض النساء على الأجر.⁷⁷ ■

التفكير أبعد من الري - حوكمة المياه في النظم البعلية وال متكاملة

ما زالت السياسات والحوكمة المتعلقة بإدارة الموارد المائية للأغراض الزراعية تركز على الري، في حين يركز الإطار على مستويي مستجمعات وأحواض المياه بالدرجة الأولى على تخصيص المياه العذبة وإدارتها في الأنهار والمياه الجوفية والبحيرات.⁸³ وتتولى الوزارات المسؤولة عن شؤون المياه عادة إدارة الموارد المائية وتركز على الري الواسع النطاق ومياه الشرب والطاقة الكهرومائية. وأدى ذلك إلى محدودية الاستثمارات والابتكارات في مجال الحوكمة والسياسات والمؤسسات والممارسات والتكنولوجيات من أجل دعم صغار المزارعين في المناطق البعلية وفي الاستخدامات غير الاستهلاكية مثل المصايد الداخلية وتربية الأحياء المائية.

وصول المزارعين إلى الأسواق. ولكي يتحقق ذلك، يتعين على منظمات المزارعين والسياسات المالية والترتيبات المؤسسية الأخرى العمل يدًا بيد مع تعزيز السياسات (أنظر الفصل الخامس).

وبجري الآن منح أولوية متزايدة لإدارة مياه الأمطار والاستثمارات الأخرى الرامية إلى تحسين الزراعة البعلية. ففي عام 2005، اعتمدت اللجنة الوطنية المعنية بالمزارعين في الهند نهجًا متكاملًا لإدارة مستجمعات المياه مع التركيز على جمع مياه الأمطار وتحسين صحة التربة في المناطق البعلية المعرضة للجفاف.⁸³ وفي السنة التالية، أنشئت السلطة الوطنية للمناطق البعلية - وهي هيئة مركزية لدعم الخطط الاستراتيجية لمشاريع تنمية مستجمعات المياه والزراعة البعلية القطرية. وتيسر الهيئة الاتساق بين مختلف المشاريع الحكومية، ومن ثم فهي تعمل كجهة تنسيق بين جميع الأجهزة والمنظمات والوكالات والوزارات المعنية ببرامج مستجمعات المياه.^{85،86} وهناك براهين متزايدة على أهمية إعادة توجيه حوكمة المياه وإدارتها نحو تحسين الزراعة البعلية، مما في ذلك الإنتاج الحيواني، على نحو ما يرد في القسم التالي.

إدارة الإنتاج الحيواني في حالات الجفاف

يمثل الإنتاج الحيواني منفعة رئيسية لسبل عيش الرعاة وغيرهم من المجتمعات المحلية. وقد تتدهور أوضاع الماشية والإنتاج الحيواني بشكل هائل خلال حالات الطوارئ مثل الجفاف، وذلك بسبب نقص العلف والمياه. ويمكن أن يرتفع نفوق الماشية ويصعب بشدة إعادة تشكيل القطعان. ويحتمل أن تمتد آثار ذلك لأجل طويل ما لم يؤمن دعم وقائي.⁸⁷ وبالنظر إلى الشواغل تجاه فشل تدخلات الطوارئ في أغلب الأحيان في دعم الرعاة وغيرهم من مربي الماشية، فإن ثمة أهمية كبرى للتأهب ووضع خطط الطوارئ والاستجابة الطارئة. ومن شأن السياسات الوطنية والأنظمة والمؤسسات أن تؤثر على قدرة الاستفادة من منافع الإنتاج الحيواني في أي حالة طارئة، كالجفاف مثلًا. ولكل من الخدمات البيطرية، والسياسات الضريبية والتسويق والتصدير، أثر على سبل العيش المستندة إلى الإنتاج الحيواني. مع ذلك، يغلب أن ينعلم وجود التدابير اللازمة لتنفيذ أنسب التدخلات. ويمكن لوجود مجموعة واسعة من استراتيجيات الحوكمة أن يعزز إدارة المياه اللازمة للإنتاج الحيواني، خصوصًا أثناء حالات الجفاف. وترد في ما يلي مناقشة بعض تلك الاستراتيجيات.

إشراك ممثلي المجتمعات المحلية والمؤسسات المحلية - يقتضي تحديد الفعال لتدخلات الإنتاج الحيواني وتصميمها وتنفيذها ضمان

مشاركة المجتمع المحلي، ولا سيما الفئات المهمشة أو الضعيفة من مربي الماشية أو ممن يمكنهم الاستفادة من إمكانية الحصول على الماشية أو المنتجات الحيوانية. وتشكل مشاركة المجتمع المحلي في تحديد الأهداف وسيلة فعالة لضمان التوزيع المنصف للفوائد.⁸⁷ ويمكن للمؤسسات العرفية أو مؤسسات الشعوب الأصلية أداء دور رئيسي في التدخلات الطارئة وإدارة الموارد الطبيعية، بما في ذلك المراعي والمياه. وتعد مشاركتها ضرورية لاستدامة الأنشطة والمساهمة في تأمين سبل العيش. وفي جمهورية تنزانيا المتحدة، أنشأ موقع مراعي أنغارييرو ماساي منظمة مجتمعية محلية لإدارة الموارد الطبيعية وتحقيق استدامة الإنتاج الحيواني، وتعزيز السياحة، وحفظ معارف الشعوب الأصلية وتطويرها، والقانون العرفي للمجتمع المحلي.⁸⁸

تحديد الموارد المائية ورسم خرائطها ونظم الإنذار المبكر - يشكل توفر المعلومات المكانية ونظم المعلومات الجغرافية اللازمة لرسم خرائط مواقع المياه (بما في ذلك المياه الجوفية) في المناطق المعرضة للجفاف خطوة مهمة نحو وضع قاعدة معرفية لتخفيف الأثر وتخطيط الإبلاغ بشأن حالات الطوارئ المتصلة بالمياه.⁸⁹ ومن الأمثلة على ذلك حالة الجفاف الشديد التي شهدتها كينيا في عام 2000، والتي أدت إلى فقدان ما لا يقل عن 50 في المائة من الأبقار في بعض المقاطعات. وأدى نقص المعلومات عن المواقع المحلية لمصادر المياه البديلة في المواقع الأكثر تضررًا إلى عجز وكالات الإغاثة عن تقديم المساعدة.⁸⁹ ويمكن لنظم الإنذار المبكر أن تساعد على توقع الحالات الطارئة وإتاحة الوقت اللازم للتأهب للكوارث وتخفيف أثرها. ويمكنها أيضًا توفير المعلومات اللازمة للاستجابات في حالات الطوارئ.⁸⁷

الوصول الآمن والمرن إلى الأراضي والموارد - بما أن الرعاة يستخدمون الأراضي وغيرها من الموارد استخدامًا جماعيًا، فإن مفهوم الملكية الضيق (أي حق السيطرة على المورد بشكل كامل وحصري) لا يتواءم مع تقاليدهم وسبل عيشهم.⁹⁰ والمفهوم الخاص بحقوق الملكية الرعوية هو أنها حقوق متداخلة، تكمن غالبًا داخل مجموعة مختلفة من الحقوق في مورد آخر، وتعمل مع مختلف السلطات والوظائف. ويجب أن يتسم الحصول على الموارد بدرجة كافية من المرونة لضمان مراعاة المفاوضات حقوقًا مختلفة ومتداخلة في معظم الأحيان. وينبغي أيضًا تعزيز مشاركة المرأة في حيازة الأراضي واتخاذ القرارات. ويساعد برنامج يمتد لخمس سنوات مشترك بين منظمة الأغذية والزراعة والصندوق الدولي للتنمية الزراعية وهيئة الأمم المتحدة للمرأة وبرنامج الأغذية العالمي، على النهوض بحقوق المرأة في الأراضي في

الأثر البيئي وجود المصايد الداخلية.⁹⁴ مع ذلك، وعلى الرغم من هذه القيود، قد يخلق الري فرصاً لمصايد الأسماك الداخلية وسبل العيش، ما يغيّر البيئة الاقتصادية والترتيبات المؤسسية التي تؤثر في تحديد كيفية الاستفادة من موارد المصايد والجهة المستفيدة منها ولأي مدى.⁹⁵

وفي إحدى المناطق المروية في شمال غرب بنغلاديش، استعاض مزارعو الأرز بدرجة كبيرة عن زراعة أرز «أوس» (المنتج بين أبريل/نيسان ويوليو/تموز) بإنتاج الإصبعيات، مع مواصلة إنتاج الأرز من نوعي «أمان» (أغسطس/آب ونوفمبر/تشرين الثاني) و«بورو» (ديسمبر/كانون الأول ومارس/آذار). ويوفر ذلك الفوائد الثلاث التالية: (1) إنتاج الإصبعيات في بداية موسم تربية الأسماك، حيث يرتفع الطلب من مالكي البرك؛ (2) وتوقف دورة واحدة من الإنتاج السمكي دورة إنتاج الأرز، ما يحد من بقاء الآفات (مع انخفاض مشاكل الآفات في زراعة المحاصيل اللاحقة)؛ (3) وإنتاجية الإصبعيات تفوق بكثير إنتاجية أرز «أوس».²

ويمكن أن تؤثر القوانين والسياسات الوطنية والإقليمية تأثيراً كبيراً على بنية حوكمة إدارة الموارد المائية وعلى مدى إمكانية إدراج المصايد الداخلية وتربية الأحياء المائية في إطار نظم الري (الجدول 6). وتشجع بعض البلدان والأقاليم تكامل حوكمة الموارد الطبيعية، في حين تعاملها بلدان وأقاليم أخرى بشكل مستقل. على سبيل المثال، تشجع كمبوديا وسري لانكا الدمج بين ممارسات إنتاج الأرز والإنتاج السمكي، وقد أصبحت معازل الأسماك المجتمعية - وهي تدبير يرمي إلى المحافظة على الأسماك وتحسين إنتاجية حقول الأرز والمصايد - تشكل توجهاً للسياسات الوطنية.⁹⁶ وتمنع بلدان أخرى استخدام مزارع الأرز لأغراض المصايد وتمنع أيضاً تحويل حقوق الأرز إلى مناطق للإنتاج السمكي،⁹⁷ أو يمكنها أن تحظر أنشطة محددة متعلقة بمصايد الأسماك، كوضع أقفاص الأسماك في قنوات الري.⁹⁸

أثيوبيا، وغواتيمالا، وقرغيزستان، وليبيريا، ونيبال، والنيجر، ورواندا، وذلك من خلال أنشطة الدعوة وحملات التوعية والتدريب.⁹¹

وضع خطوط توجيهية وطنية ومعايير لتصدي الإنتاج الحيواني للمخاطر المتعلقة بالمياه -

هذه الخطوط التوجيهية موجودة بالفعل في بعض البلدان ويمكن أن تساعد مشاريع الإنتاج الحيواني، بما في ذلك مساعدة واضعي السياسات وصانعي القرار. وتوخياً لاستكمال هذه الخطوط التوجيهية أو وضع خطوط جديدة أخرى، وُضع في عام 2005 مشروع الخطوط التوجيهية والمعايير لحالات الطوارئ المتعلقة بالثروة الحيوانية الذي يديره فريق توجيهي يشمل منظمة الأغذية والزراعة، والاتحاد الأفريقي، ومركز فاينشتاين الدولي، ولجنة الصليب الأحمر الدولية، ومنظمة «بيطريون بلا حدود» في أوروبا.⁹² وتتشاور شبكة عالمية تضم 1500 عضواً من المنظمات والأفراد مع مجموعة من أصحاب المصلحة. ويهدف المشروع إلى توفير المساعدة السريعة لحماية الإنتاج الحيواني وإعادة بنائه في سياق المجتمعات المحلية المتأثرة بالأزمات، وتحسين النوعية والتصدي لأثر الأزمات الإنسانية على سبل العيش في سياق مشاريع الإنتاج الحيواني. وقد وُلد المشروع الناتجين الرئيسيين التاليين: دليل وبرنامج تدريبي. ويتضمن الدليل معايير، وخطوطاً توجيهية، وأدوات لتصميم وتنفيذ وتقييم التدخلات في مجال الإنتاج الحيواني في سياق حالات الطوارئ السريعة أو البطيئة النشوء، مثل الفيضانات والجفاف. وهو يغطي جوانب التقييم، وتحديد الاستجابة والمجالات التقنية بما في ذلك تقليص حجم القطعان، والخدمات البيطرية، والمياه، والعلف، والمأوى، وتجديد الرصيد من القطعان.⁹² ويركز البرنامج التدريبي على سلسلة من الدورات التدريبية التي تستغرق ثلاثة أيام عبر أفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية.

الحوكمة من أجل تكامل المصايد الداخلية وتربية الأحياء المائية والنظم المروية

يمكن أن يخلف الري آثاراً عميقة تؤثر بطرق سلبية أو إيجابية على المصايد الداخلية وتربية الأحياء المائية. ويغيّر الري شكل الأرض، والمياه واستخدام الأراضي، والموائل المائية ومحتويات المغذيات، التي تؤثر بدورها على المصايد الداخلية. وقد شوهه انخفاض الإنتاجية في معظم الأحيان بسبب قلة التوعية أو عدم منح الأولوية لآثار الري على المصايد الداخلية، وأساليب تصميم هذه النظم وتشغيلها.^{2,93} وقلمًا تدرك تقييمات

الجدول 6

تأثير جوانب الحوكمة المتصلة بالري على مصايد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية

جوانب الحوكمة	إدماج محدود للري في مصايد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية	يدعم الري مصايد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية
استخدام منطقة للتخزين	مخصص لتخزين المياه فقط	تهيئة الموائل لتحسين مصايد الأسماك التخزين لتحسين مصايد الأسماك مناطق مخصصة لتربية الأسماك في الأقفاص تجري إدارتها من أجل مصايد الأسماك الترفيهية
استخراج المياه	تركز خزانات التصريف أو إزالة المياه من الأنهر/المسطحات المائية فقط على تلبية احتياجات الري	الحفاظ على المستوى الأدنى من المياه في الخزانات من أجل استدامة تجمعات الأسماك والنظام الإيكولوجي المائي الحد الأدنى من التدفقات في الأنهر من أجل المحافظة على وظيفة الأسماك والنظام الإيكولوجي المائي إنشاء الملاذات والأراضي الرطبة
استخدام مياه الري	الاستخدام مسموح مع المحاصيل الحقلية فقط	يُسمح باستخدام المياه في نظم الإنتاج المتنوعة، بما في ذلك تربية الأحياء المائية يُسمح بإنتاج الأرز والأسماك
تحويل الأراضي المروية	الانحراف عن إنتاج المحاصيل الأساسية غير مسموح	يُسمح التعديل لتمكين إنتاج المحاصيل الثانوية (مثل قنوات الأرز والأسماك) يُسمح بتحويل الأراضي إلى أحواض للأسماك
تصميم هياكل التحكم في المياه	أدنى كلفة للتصميم والبناء مع التركيز فقط على توصيل المياه	التصاميم مكيفة أو مطلوبة لتمكين مرور الأسماك في أعلى الهياكل وأسفلها التدابير الإضافية (بناء ممرات للأسماك) مطلوبة لضمان الترابط
تشغيل هياكل التحكم في المياه	الأولوية للعمليات التي تزيد توصيل المياه من أجل الري بغض النظر عن خدمات النظم الإيكولوجية الأخرى	الحفاظ على الحد الأدنى من التدفقات في المجاري المائية لدعم البيئة المائية فتح البوابات خلال الفترات الحساسة من ارتحال الأسماك في أعلى المجاري تشغيل البوابات بطريقة تكون أقل ضرراً على الأسماك المهاجرة في أعلى المجاري

المصدر: Baumgartner و Funge-Smith، 2018.²

السياسية التي تطبقها مختلف القطاعات والتي تبقى غالباً غير مترابطة.

وقد أقر هذا الفصل بضرورة تشديد التركيز على حوكمة المياه الشاملة حيث أن إدارة المياه وحدها ليست قادرة على حل المشاكل بفعالية، ولأن القطاعات المختلفة (التي تشمل المياه والغذاء والطاقة) مترابطة ارتباطاً واضحاً بحيث لا يمكن لأي قطاع العمل بمعزل عن سائر القطاعات الأخرى. وغالباً ما تكمن حلول مشاكل المياه خارج المجال المائي. وبالتالي، فقد درس هذا الفصل سبل تحسين حوكمة المياه ومدى علاقتها بالفعالية والإنصاف، مع ضمان حق الإنسان في المياه والإصحاح، بالإضافة إلى الغذاء. ومن شأن الآليات والأدوات المختلفة،

الاستنتاجات

رغم وضوح الروابط القائمة بين وظائف المياه المتعددة، ما زالت إدارة المياه حاليًا مجزأة على المستويات كافة. والمسؤوليات المتعلقة بالمياه مشتتة عبر قطاعات متعددة، ويمثل التنسيق الفعال في ما بينها الاستثناء وليس القاعدة على صعيد اتخاذ القرارات، في ما بين الكيانات التنفيذية وعبر الحدود الوطنية. والسلوك الذي تنتهجه مختلف الجهات الفاعلة في ما يتعلق بإدارة المياه ناتج عن السياسات والخيارات

حيازة المياه نهجًا شاملاً لفهم علاقات الإنسان بالمياه، وأن يعمل بمثابة حجر الأساس المتين لاستخدام المياه بأسلوب منصف وفعال. ويجب أن تترافق هذه التدابير مع صكوك واقعية في أسواق المياه والتهديد المعقول بفرض العقوبات كما يقتضيه القانون، وهذا يرتبط في الغالب بضمانات بيئية واتفاقات أو معاهدات بشأن تشاطر المياه. ■

مثل الحقوق في المياه، والصكوك المستندة إلى الأسواق، وحيازة المياه، ورابطات مستخدمي المياه، أن تعزز الانتفاع بالري ومياه الأمطار، وخصوصاً للمزارعين المهمشين ولصغار المزارعين، مع التخفيف من حدة القيود. وعند عدم تخصيص المياه على نحو مناسب، وفي ظل غياب تنظيم الاستخدام، وعندما لا تعكس الأسعار الكلفة الحقيقية للمياه، فإن هذه الآليات يمكن أن تساهم في المغالاة في استغلال موارد المياه السطحية والجوفية. وغالبًا ما يستفيد من هذه الفوائد المزارعون على نطاق كبير الذين يستخدمون قدرًا أكبر من المياه والأسمدة والطاقة، ما يفاقم أوجه اللامساواة القائمة.

وقد أبرز هذا الفصل ضرورة المحاسبة السليمة والشفافة المتصلة بالمياه وتحليل الحوكمة من أجل تحديد آليات المساءلة والشفافية بشأن الأساس المنطقي للتدابير، وتوزيع التكاليف والأرباح. وثمة أهمية أيضًا لتعزيز اتباع نهج قائم على حقوق الإنسان في إدارة المياه، مع إيلاء اهتمام خاص للفئات الضعيفة، كصغار المنتجين والنساء والسكان الأصليين. ويمكن أن يوفر مفهوم

تحت المجهر

الكثير من المياه؟ الفيضانات والتشبع بالمياه والزراعة

توقيت الأحداث المتصلة بالمياه وعواقب الفيضانات

تؤدي المياه دورًا حيويًا في الزراعة ودورًا حيويًا كذلك في النظم الإيكولوجية؛ ولكن هذين الدورين قد لا يتوافقان على الدوام. ومن الأمثلة على ذلك الفيضانات التي يمكنها دعم سلامة المناطق الرطبة، وحمل وإيداع الرواسب الغنية بالمغذيات ذات الأهمية الحاسمة للحياة الحيوانية والنباتية. ولكن الفيضانات قد تسبب صعوبة اقتصادية طويلة الأجل لمختلف الجهات الفاعلة في النظام الغذائي، وذلك بسبب فقدان القطعان والمحاصيل الزراعية، وإلحاق الضرر بمرافق تخزين الأغذية، والصناعات والمنشآت التجارية.^{100,99} ولكن جميع الفيضانات ليست مضرّة بالزراعة، كما يتبين من نظم الزراعة المستندة إلى الفيضانات في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وآسيا، حيث أنها تعتمد على الفيضانات من أجل تحسين سلامة التربة عندما تعيد الرواسب النهرية المغذيات إلى التربة السطحية، ما يعزز خصوبة الأراضي. وفي أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، يُقدر أن الفيضانات تروي مساحة تبلغ 25 مليون هكتار من الأراضي.¹⁰¹ بالإضافة إلى ذلك، يمكن للفيضانات أن تكمل وتعوض المياه الجوفية والمستجمعات الجوفية، فضلاً عن استفادة المصايد الداخلية وتكوين موائل الحياة البرية.¹⁰²

مع ذلك، فإن الفيضانات تمثل شاغلًا رئيسيًا للمجتمعات بسبب تزايد تواتر الضرر الناجم عنها. وعلى الرغم من وجود تعاريف مختلفة للكلمة فيضان، فيعرّف المفهوم العام الفيضان بأنه تغطية الأرض بالمياه بصفة مؤقتة.¹⁰³ ومن خلال النظر

في حجم المنطقة المتأثرة ومدّة التساقط المحفّز للفيضان، يمكن التمييز بين الفيضانات الطويلة الأجل والفيضانات المحلية المفاجئة.¹⁰⁴ ويحدد البعد الزمني والمكاني للفيضانات آثارها إلى حد بعيد، وما إذا كانت مفيدة أم ضارة.

ويتسم القطاع الزراعي بضعف خاص تجاه المخاطر الطبيعية، والتزايد الذي شهدته العقود الأخيرة في تواتر الأحداث المتطرفة المتصلة بالمناخ - كالفيضانات - يفرض تحديًا بالنسبة إلى النظم الزراعية. وكثيرًا ما تؤدي المياه الراكدة المتجمعة بعد الفيضانات إلى جعل الأراضي الزراعية عديمة الفائدة مع انعدام قدرة المحافظة على الماشية التي يؤدي انعدام المأوى والرعاية البيطرية والعلف الكافي إلى وقوعها فريسة للمرض أو المجاعة. ويكثر أن تقترب الفيضانات بتلوث المياه وتعجيل تدهور التربة، ويمكن أن تؤدي إلى تعرية التربة السطحية من المناطق الزراعية الأولية، ما يفضي إلى ضرر دائم للموائل. ويشهد وقع هذه الكوارث على فقراء العالم بصفة خاصة، حيث يعيش معظمهم في المناطق الريفية ويعتمدون على الزراعة كمصدر لغذائهم ودخلهم. ويكافح الكثير منهم لتعويض الخسائر أو الأضرار التي يتعرضون لها، مثل الخسائر التي تلحق بالبذور والأدوات والحيوانات والعلف والأسماك في البرك أو مستلزمات الصيد.

ورغم الجهود الكثيفة المبذولة على المستويين الوطني والعالمي، ما زالت المعلومات المتاحة محدودة عن أثر الكوارث، بما فيها الفيضانات، على الزراعة وقطاعاتها الفرعية - أي المحاصيل والماشية والمصايد (الداخلية والبحرية) وتربية الأحياء المائية

شكّلت الفيضانات التي أصابت باكستان في عام 2010 أكثر الكوارث إضرارًا بالمحاصيل (4.5 مليارات دولار أمريكي)، تليها موجة الجفاف في كينيا في الفترة بين 2008-2011 (1.5 مليارات دولار أمريكي). وفي السنوات الأخيرة، تأثر إنتاج المحاصيل العالمي بشدة بأحداث من قبيل الفيضانات في ميانمار في عام 2015 (572 مليون دولار أمريكي)، وفيضانات عام 2014 في البوسنة والهرسك (255 مليون دولار أمريكي). وفي كلتا الحالتين، كانت الكلفة نتيجة انخفاض الغلة وتأخر الزرع بسبب محدودية القدرة على الوصول إلى الأراضي الصالحة للزراعة.

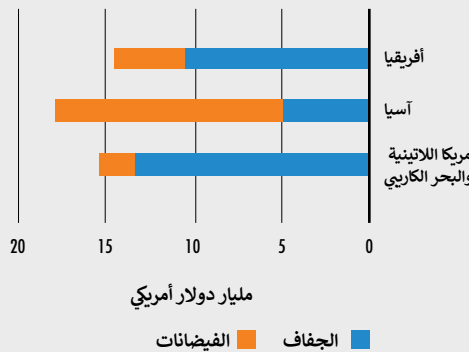
وبين عامي 2005 و2015، فقد نحو 96 مليار دولار أمريكي نتيجة التراجع الذي شهده الإنتاج الحيواني في البلدان النامية بسبب الكوارث الطبيعية. وتسببت الفيضانات بعشرين في المائة من هذه الخسائر، ما يقارب 19.5 مليارات دولار أمريكي (الشكل باء).¹⁰⁵ وكان نطاق خسائر الإنتاج الناتجة عن الفيضانات في آسيا أعلى من مستواها في أفريقيا أو أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي.

وثمة اهتمام متزايد بتدابير إدارة الفيضانات الطبيعية من أجل التصدي لهذه التحديات بأسلوب مستدام وكوسيلة لتخفيف حدة مخاطر الفيض في مهبط الأنهار.¹⁰⁶ والمبدأ الأساسي هو التأثير على التدفقات النهرية بواسطة التدخل على نطاق مستجمعات المياه. ومن شأن التدخلات في أعالي الأنهار أن تقلل الإغراق الفيضي في المهابط عوضًا عن

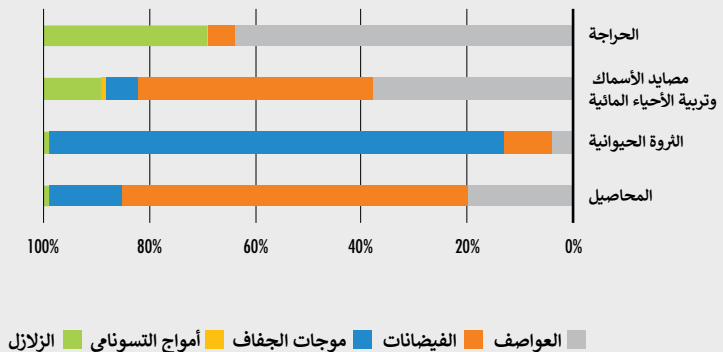
والغابات. ويبيّن استعراض منبثق عن 74 تقييمًا للاحتياجات اللاحقة للكوارث أجري في 53 بلدًا ناميًا خلال العقد 2006-2016 أن الزراعة وقطاعاتها الفرعية امتصت 23 في المائة من جميع الأضرار والخسائر الناتجة من كوارث متوسطة إلى واسعة النطاق متصلة بالمناخ (فيضانات وجفاف وعواصف استوائية).¹⁰⁵ ويمكن تعريف الضرر بأنه استبدال و/أو تكاليف إصلاح الممتلكات المادية، في حين تشير الخسارة إلى التغييرات في التدفقات الاقتصادية التي تحدث نتيجة للكارثة، من قبيل انخفاض الإنتاج الزراعي (هما في ذلك فقدان الأسماك من برك الأسماك المغمورة بمياه الفيضانات). والضرر اللاحق بالممتلكات الزراعية المادية مسؤول عن 16 في المائة من الضرر اللاحق بجميع القطاعات في حين تتكبد القطاعات الزراعية الفرعية ما يقارب ثلث الخسارة الكارثية الكلية.

وتعتمد الأهمية الاقتصادية النسبية للجفاف والفيضانات مقابل المخاطر الأخرى على كيفية تأثر القطاعات الزراعية الفرعية (الشكل ألف). وفي الفترة من 2006 إلى 2016، شكّل الجفاف إلى حد بعيد السبب الرئيسي للخسائر والأضرار في الثروة الحيوانية (86 في المائة). مع ذلك، سببت الفيضانات ضررًا أكبر نسبيًا في المحاصيل والأسماك بالمقارنة مع المخاطر الأخرى، ما ساهم في ما يقارب ثلثي مجموع الأضرار والخسائر التي لحقت بالمزارعين و44 في المائة من الأضرار والخسائر في المصايد وتربية الأحياء المائية. وبالعبارة المطلقة،

الشكل باء
خسائر الإنتاج جراء موجات الجفاف والفيضانات بحسب الإقليم، الفترة 2015-2005



الشكل ألف
الأضرار والخسائر في القطاعات الزراعية الفرعية بحسب نوع الخطر، الفترة 2006-2016



ملاحظة: تشمل مصايد الأسماك الداخلي والبحري منها. المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2018.¹⁰⁵

الكثير من المياه؟ الفيضانات والتشبع بالمياه والزراعة

المقارنة مع حالات الجفاف والفيضانات، باستثناء الظروف المتطرفة. على سبيل المثال، يمكن أن يؤدي التشبع بالمياه إلى خفض الإنتاجية الزراعية عند وجود كميات مفرطة من المياه بالقرب من جذور النباتات، ما يحد من حصولها على الأكسجين.¹⁰⁸ وقد سجلت أستراليا انخفاضات في غلة المحاصيل بلغت نسبة عالية قاربت 80 في المائة، بينما بينت دراسة أخرى في الهند زيادة في غلة الأرز والقمح والقطن وقصب السكر نتيجة تصريف المياه تحت السطحي، مستنتجة أن غلة المزارع التي تشهد تصريف المياه تفوق بأشواط غلة المزارع التي لا تشهد تصريفًا للمياه.^{109،110} وتعد هذه الظاهرة واحدة من العقبات الرئيسية لاستدامة الزراعة لأنها تقيد نمو النباتات وتخفف غلتها. ويتفاقم أثر التشبع بالمياه بسبب الملوحة، حيث يزداد امتصاص الملح على نحو كبير ويرتفع أيضًا تركيزه في البراعم، ما يقلل نمو النباتات أو يقضي عليها تمامًا.¹¹¹⁻¹¹³

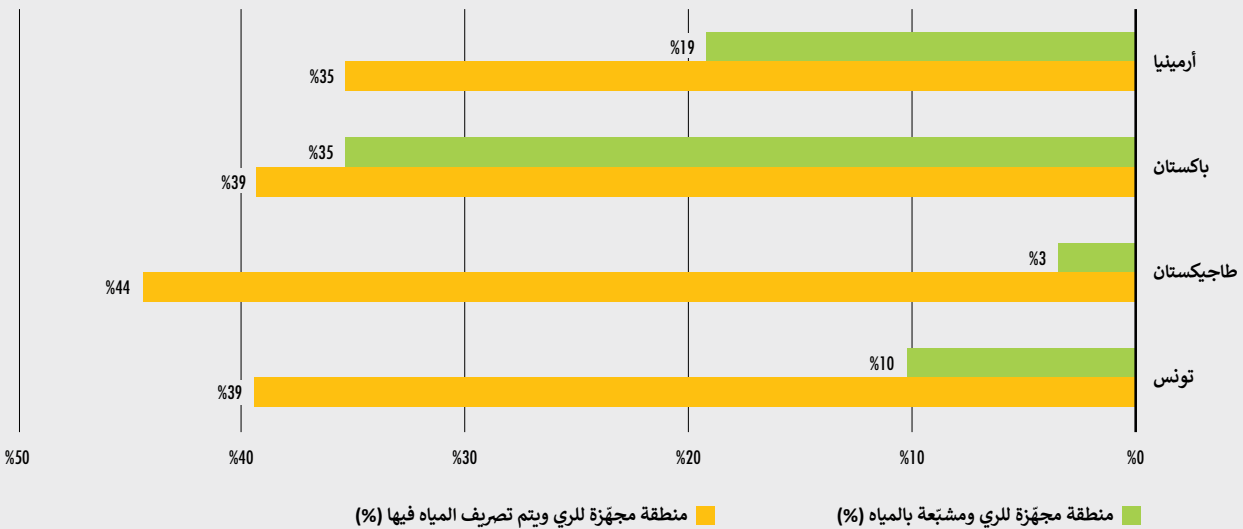
ورغم أهمية التشبع بالمياه، لا توجد بيانات شاملة عن نطاق هذه المشكلة عبر البلدان. ويتبين من المعلومات المتاحة في عدد قليل من البلدان أن التشبع بالمياه يؤثر على نسبة كبيرة من المساحات المرورية، على سبيل المثال، لغاية 35 في المائة في باكستان (الشكل جيم). ويبرز ذلك أهمية التصريف

حماية السهول الفيضية من الغرق.¹⁰⁷ وتمثل الإدارة الطبيعية للفيضان أحد أشكال إدارة الفيضان المستندة إلى المجتمعات وهي تتألف من تدابير على نحو ما يلي: (1) تخفيض تولد الجريان السطحي في منحدرات التلال؛ (2) وتخزين المياه أثناء ارتفاع التدفقات النهرية؛ (3) وتقييد الاتصال بين مصادر الجريان السطحي ومناطق الفيضان المحتملة. مع ذلك، لا يمكن التيقن ما إذا كانت الإدارة الطبيعية للفيضان فعالة بالنسبة للمستجمعات النهرية الأوسع.¹⁰⁷ وعند تطبيق هذه الاستراتيجية، لا بد من مراعاة العواقب السلبية المحتملة على النظم الإيكولوجية المائية والمصايد الداخلية، التي تعتمد على ارتباط النض الفيضي والموائل في الوقت المناسب وللمدة المناسبة، ومن ثم على توصيل تلك النظم الإيكولوجية للغذاء والمغذيات.

الخسائر في الإنتاج المتصلة بالمياه غير المقترنة بالأحداث المتطرفة - التشبع بالمياه

على الرغم من صعوبة التحديد الكمي، فإن تقلبات معدل تساقط الأمطار وقدرة التربة على تصريف المياه يمكن أن تؤثر على الزراعة بطرق تتيج

الشكل جيم التشبع بالمياه والصرف في بلدان مختارة



ملاحظة: استمدت البيانات من أحدث السنوات: أرمينيا (2006)، باكستان (2006-2008)، طاجيكستان (2009)، تونس (2000). المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2020،¹¹⁵ واللجنة الدولية للصرف، 2018.¹¹⁶

صربيا:

محصول دمرته الفيضانات
قرب جامينا وسرمسكا رাকা،
شمال غرب صربيا..
©FAO/Igor Salinger



المزرعة مع المحافظة على سلامة التربة. ولا يسمح نطاق هذا التقرير بإجراء مناقشة معمقة لخيارات التصريف المتعددة، ولكن يمكن الاطلاع على ذلك في Smedema، Vlotman و Rycroft (2004).¹¹⁸ وفي سهول الصين الشمالية، يشكل التصريف أساس السيطرة الشاملة على الجفاف والتشبع بالمياه والملوحة وملوحة المياه الجوفية.¹¹⁹ ولكن، في حالة استمرار التشبع بالمياه أو عدم جدوى التصريف، كما قد تكون عليه الحال في المناطق البعلية المعرضة للتشبع بالمياه، يمكن أيضاً تكييف الزراعة أو إدارة المراعي مع ظروف التشبع بالمياه. على سبيل المثال، يمكن لتقنيات تربية النبات والهندسة التقليدية أو الوراثة المساعدة على زراعة المحاصيل في ظروف التشبع بالمياه بأسلوب فعال واقتصادي.¹⁰⁸

المناسب في مشاريع الري. ولا يقتصر التشبع بالمياه على المساحات المرورية، ويتيح تقدير مدى حدوثه في المناطق الزراعية واستخدام بيانات الاستشعار عن بعد توفير التوجيه لواضعي السياسات بشأن مدى شدة المشكلة والإجراءات التصحيحية الممكنة.¹¹⁴

وتوخياً لإدامة وتحسين إنتاجية الزراعة المرورية، يُعد الري المتكامل والتصريف أساسيان لأن مشاكل إدارة الري والتصريف ترتبط ارتباطاً وثيقاً في ما بينها من خلال ما يلي: (1) الري المفرط أو غير الكافي كسبب للتشبع بالمياه، (2) والعلاقة بين إدارة الري والتخلص من النفايات السائلة.¹¹⁷ ويتألف الخيار الواقعي من تقليل النفايات السائلة من خلال تحسين فعالية الري وإعادة استخدام المياه التي يجري تصريفها على مستوى



أوزبكستان:
مزارع يفتني بيستان العائلة
للتفاح، حيث يستعمل
التكنولوجيا الحديثة
للري بالقطرة.
©FAO/Rustam Shagaev



الرسائل الرئيسية:

← تقتضي إدارة الموارد المائية تنسيقاً واتساقاً بين السياسات على مستوى القطاعات والقطاعات الفرعية، في الزراعة والمواقع، فضلاً عن حوكمة فعّالة من أجل إدارة أوجه الترابط والمقايضة بينها.

← تضطلع الزراعة بدور مركزي من خلال المناظر الطبيعية التي تديرها والمياه التي تستخدمها. وثمة حاجة إلى استراتيجيات أكثر اتساقاً في أراضي المحاصيل البعلية والمروية، ونظم إنتاج الثروة الحيوانية، والغابات، ومصايد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية.

← تُعتبر الحوافز مهمة: فأى شكل من أشكال الدعم ينبغي أن يحفز الاستثمار في زيادة إنتاجية المياه مع الوفاء بمتطلبات التدفق البيئي للاستدامة في الوقت نفسه؛ ويمكن أن تؤدي المدفوعات لقاء الخدمات البيئية - لا سيما ضمن مستجمعات المياه - دوراً في ضمان استدامة وظائف النظم الإيكولوجية.

← وسوف تعتمد أولويات السياسات المائية على مخاطر المياه التي تتم مواجهتها - سواء أتمثلت في الضغط على الموارد المائية، أو الجفاف، أو الفيضانات، أو القضايا المتصلة بجودة المياه - وكذلك على نظم الإنتاج الزراعي، ومستوى التنمية، والهيكلية السياسية للبلد.

← ويمكن للمنتجين العاملين على مساحة 128 مليون هكتار (أو 11 في المائة) من أراضي المحاصيل البعلية، والمتأثرين جزئاً بحالات الجفاف المتواترة أن يستفيدوا إلى حد كبير من تقنيات جمع المياه أو حفظها.

← وفي ما يخص الرعاة العاملين على مساحة 656 مليون هكتار (أو 14 في المائة) من أراضي الرعي المتأثرة بفعل الجفاف، يمكن لمجموعة من التدابير الزراعية أن تخفف من أثر الجفاف وتحسن إنتاجية المياه، من قبيل تدابير تحسين صحة الحيوان. ويتمثل أحد المجالات السياسية الرئيسية لأراضي المحاصيل البعلية والمراعي على السواء في الاستعداد للجفاف.

← أما بالنسبة إلى المساحة البالغة 171 مليون هكتار (أو 62 في المائة) من أراضي المحاصيل المروية الراضحة تحت ضغوط شديدة أو شديدة جداً على الموارد المائية، فلا بد من إسناد الأولوية إلى تحسين الحوكمة وتوزيع المياه على نحو فعّال ومنصف، ليُستتبع ذلك بإعادة تأهيل البنية التحتية للري وتحديثها، واعتماد تكنولوجيات مبتكرة. وفي أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، يُتوقع أن تفوق المساحات المروية ضعف ما هي عليه بحلول عام 2050، ما يعود بالنفع على الملايين من صغار المزارعين.

الفصل 5 صورة شاملة عن الزراعة والمياه: السياسات والأولويات



صورة شاملة عن الزراعة والمياه: السياسات والأولويات

إنتاج غذائية مستدامة، وتنفيذ ممارسات زراعية قادرة على الصمود تزيد من الإنتاج والإنتاجية، وتساعد على الحفاظ على النظم الإيكولوجية، وتعزز قدرة التكيف مع تغيّر المناخ، والأحوال الجوية الشديدة القسوة، والجفاف، والفيضانات، وغيرها من الكوارث، وتحسّن على نحو تدريجي جودة الأراضي والتربة، بحلول عام 2030».

وعلى الرغم من اتّضح أنّ المياه مورد محدود يشح بصورة متزايدة، وأنّ نقص المياه مشكلة متنامية بالنسبة إلى الزراعة البعلية والثروة الحيوانية، لا يزال إدماج هذه الشواغل في الأطر السياسية بطيئاً، حتى ضمن قطاع الزراعة. وتُعتبر المياه على صعيد العالم، منقوصة القيمة إلى حدّ كبير، بفعل خصائصها الفريدة (المعروضة في الفصل الأول). وفي الكثير من البلدان، تتاح المياه من دون أيّ مقابل على الإطلاق. وبما أنّ الأسعار لا تعكس تكلفة المياه الحقيقية، غالباً ما يُساء توزيعها، ولا يتمّ الاستثمار بشكل يسير في البنى التحتية الجديدة وإدارة ندرة المياه. ويبدأ هذا الفصل بتأكيد الحاجة إلى مواءمة سياسات استخدام المياه على مستوى مختلف القطاعات والقطاعات الفرعية في الزراعة والمواقع، إقراراً بأنّ ندرة المياه ستولد توتراً بين المستخدمين أيضاً. ويستعرض الفصل السياسات والممارسات لتحسين إدارة الموارد المائية في الزراعة، ولضمان اتساق الحوافز الخاصة للمزارعين مع الغاية الأشمل المتمثلة في الاستخدام الأمثل للمياه.

وبعد تناول الاتساق بين السياسات والحوافز من أجل استخدام المياه على نحو أكثر فعالية واستدامة، يبحث الفصل الفرص المتعلقة بالإجراءات والاستثمار في إدارة المياه الزراعية، على أساس التحليل والنقاش الوارد في الفصول الآتية. واستناداً إلى التحديات المذكورة في الفصل الثاني والمتعلقة بمخاطر الجفاف في المحاصيل البعلية ونظم أراضي الرعي، والضغط على الموارد المائية في المساحات المرورية، يحدّد هذا الفصل الاستراتيجيات السياسية المصمّمة بما يتناسب مع حالات معيّنة. وثمة حاجة إلى منظور «شامل للزراعة برمتها» يسلط الضوء على الدور المهم للحلول القائمة على الطبيعة، وحسن تواؤم مصالح مصائد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية مع متطلبات التدفق البيئي. ■

وقد أثبتت الفصول السابقة أنّ العجز المائي المتنامي وندرة المياه، في أنحاء عديدة من العالم، يطرحان تحديات ملحة ورئيسية للنظم الزراعية والبيئة. ويُتوقع أن يؤدي الضغط السكاني، والتوسّع الحضري، والتغيّر في الأنماط الغذائية، وتغيّر المناخ، إلى تعظيم هذه المشاكل. لكن وعلى الرغم من المنافسة المتزايدة في الطلب على المياه، ستبقى الزراعة إلى حدّ بعيد أكبر مستخدم للمياه، حيث أنّ سحبها للمياه - البالغ حاليًا 70 في المائة من إجمالي المياه المسحوبة - مستمر في الارتفاع. ويدير قطاع الزراعة (إنتاج المحاصيل، والثروة الحيوانية، والغابات) جزءاً أكبر من المناظر الطبيعية في الأحواض المائية. ويجب أن تعتمد معالجة العجز المائي وندرة المياه على مزيج من المحاسبة المائية والمراجعة السليمتين في مجال المياه، والتكنولوجيات المائية الملائمة، وإدارة المياه التي يؤدي فيها قطاع الزراعة دوراً رئيسياً. وأظهر الفصل الثالث وجود مجموعة واسعة من الخيارات الفنية واستراتيجيات الإدارة لمواءمة أنماط استخدام المياه مع احتياجات المستخدمين المختلفة، التي تأخذ في الحسبان، في الوقت نفسه، متطلبات التدفق البيئي. غير أنّ اعتماد حلول فنية متكاملة لا يتمّ في حالة من الفراغ. فالاعتماد والتنفيذ يتوقفان على مؤسسات ملائمة وعلى الاقتصاد السياسي في محيط المياه، على النحو المبين في الفصل الرابع، وعلى مواءمة الحوافز من أجل استخدام المياه بصورة فعالة ومستدامة. وينظر هذا الفصل في البعد الأوسع المعروض في الشكل 13 (الصفحة 43) من خلال التركيز على الاتساق بين السياسات وتحديد الأولويات السياسية.

وخلال السنوات الـ 25 الأخيرة، تحوّلت نماذج حوكمة المياه نحو التنسيق وبتجاه نهج تشاركية ومتكاملة ولا مركزية. وقد منحت أهداف التنمية المستدامة وخطة 2030 للتنمية المستدامة زخماً متجدداً للنقاش بشأن الترابط بين الكثير من القطاعات، واهتماماً مركزياً على الحاجة إلى قدر أكبر من التنسيق ما بين القطاعات والاتساق بين السياسات. وعلى وجه التحديد، يرتبط مقصد هدف التنمية المستدامة 4-6 بشأن استخدام المياه وندرته بشدة بمقصد هدف التنمية المستدامة 2-4: «ضمان نظم

ضمان المواءمة بين السياسات في مجالات المياه والزراعة والأمن الغذائي والتغذية

الحاجة إلى الاتساق بين السياسات في مختلف القطاعات

إنّ سلوك الجهات الفاعلة المختلفة هو نتيجة للخيارات السياسية والمتعلقة بالسياسات في قطاعات متعددة، غالبًا ما تكون غير مترابطة. وبالإضافة إلى التحدي المتمثل في الحد من ندرة المياه، تبرز الحاجة إلى تحسين الاتساق عن طريق التنسيق على مستوى مختلف السياسات والتشريعات والتدابير الضريبية التي تؤثر على إدارة المياه. ويمكن للكثير من السياسات أن تحدث أثرًا رئيسيًا على العرض والطلب في ما يخص الموارد المائية، بواسطة تدابير من قبيل الضرائب على الطاقة، والاتفاقات التجارية، والإعانات الزراعية، واستراتيجيات الحد من الفقر.¹ وفي حين قد يكون لهذه التدابير انعكاسات كبرى على استخدام المياه، إلا أنّها لا تؤخذ عادة في الحسبان (الإطار 22). وثمة حاجة إلى تكامل عملية صنع القرار، حيث تتولى إدارات مختلفة اتخاذ القرارات بشأن الري أو بخصوص الاستخدام الصناعي والبلدي للمياه، من دون إيلاء اهتمام يُذكر للأثار التراكمية على جودة المياه والطلب عليها. وفي غياب هذا النوع من التكامل، تترجح النظم الإيكولوجية المرتبطة بالمياه تحت ضغط متزايد من جراء الطلب المتنامي على المياه من المدن، والصناعات، والزراعة، بما يؤثر بشدة على قدرتها على توفير خدمات أساسية لبلوغ أهداف التنمية المستدامة.

وسوف يساعد التكامل الأفقي عبر القطاعات على الحد من الآثار السلبية المحتملة المشتركة بين القطاعات للسياسات ضمن كل قطاع، ما يوفر الموارد ويخفف من المقايضات.² والعلاقة بين المياه والطاقة والأغذية هي جزء لا يتجزأ من الحاجة إلى

اتساق السياسات. وتنعكس السياسات الزراعية بصورة مباشرة على المياه والطاقة، حين تشجّع، على سبيل المثال، على الإفراط في زراعة المحاصيل التي تستهلك كميات كبيرة من المياه (كالأرز)، ما يفضي إلى استخدام شديد للمياه والطاقة لضخ المياه الجوفية.³ ويمكن لارتفاع أسعار الطاقة أن يقلل من سحب المياه من خزانات المياه الجوفية، حيث يتراجع ضخ المياه، ما يسفر عن الحد من الاستغلال الجائر للمياه الجوفية.⁴ ومن شأن المضخات التي تعمل بالطاقة الشمسية وبأسعار معقولة أن تغبّر إلى حد كبير هذه العلاقة عبر توسيع نطاق استخراج المياه الجوفية. ويمكن عندئذ أن تستخدم الزراعة قدرًا أكبر حتى من المياه العذبة. وباستطاعة نظم المعلومات المتكاملة للزراعة والري، في قطاعات رئيسية أخرى مستخدمة للمياه، أن تساهم في اتخاذ قرارات فعّالة في ظروف غير مستقرّة، بغية تحاشي تزايد ندرة المياه. ويمكن لخدمات البيانات وإدارة المعارف في إطار العلاقة بين المياه والطاقة والأغذية، أن تعزّز القرارات الشفافة والمحكمة، وأن تأخذ في الاعتبار القيود المائية ومتطلبات التدفق البيئي.

غالبًا ما تُبرّر الإعانات بتوفير سلع عامة، كحافز لاعتماد تكنولوجيات جديدة، وتعزيز الأمن الغذائي والتغذية، ودعم مداخل صغار المزارعين، وكسبيل للتعويض عن ضعف البنية التحتية.²⁷ ويمكن أن يساهم دعم المدخلات الزراعية في زيادة الإنتاج والربحية، على النحو المبين في الإطار 22، وإنما يمكن أن يعزّز أيضًا انعدام الفعالية، والاستغلال الجائر وغير المنتج للمياه، فضلًا عن عواقب اقتصادية واجتماعية مهمة. وتُبقي الحكومات عادة على إعانات كبرى لسلع خاصة من قبيل الطاقة، والأسمدة، والائتمانات، ما يؤدي إلى التحوّل عن سلع عامة مهمة (على غرار الاستثمار في البحوث والطرق والتعليم)، وتوفير حوافز تزيد من انعدام الفعالية، علاوة على الاستخدام غير المستدام للموارد الطبيعية، مما فيها المياه. وينسحب ذلك أيضًا على الاستخدام الخاص للمياه، حيث لا تزال مياه الري الزهيدة الثمن أو المجانية التي تُوفّر للمزارعين تشوّه الحوافز، ما يسفر عن استخدام مفرط للموارد المائية وتلوّثها.²⁸ ويمكن أن يروّج ذلك لزراعة المحاصيل التي تحتاج إلى كمّ وافر من المياه. وقد تسببت الإعانات المقدّمة

الحوافز وندرة المياه والإنتاجية في إقليم الشرق الأدنى وشمال أفريقيا

وكشفت إحدى الدراسات التي أجرتها منظمة الأغذية والزراعة أن المحاصيل الأكثر ربحاً للمتر المكعب الواحد من المياه هي الخضار والفاكهة، حيث تتراوح الإنتاجية الاقتصادية للمياه بين 1.07 و6.18 دولاراً أمريكياً للمتر المكعب الواحد. وتسجل الحبوب، لا سيما القمح والأرز، الإنتاجية الاقتصادية الأدنى، حيث تبلغ حوالي 0.35 دولاراً أمريكياً للمتر المكعب الواحد. وقد أدت حتى اليوم الكلفة المتدنية للمياه المقرونة بدعم إنتاج الحبوب، إلى فصل استخدام الموارد المائية عن إنتاجيتها الاقتصادية.¹⁷

وقارنت دراسة سابقة الإنتاجية الاقتصادية للمياه لمحاصيل رئيسية في جمهورية مصر العربية، والأردن، ولبنان، مع كميات المياه المستخدمة.¹⁸ وأظهرت النتائج أن المحاصيل الغذائية المروية الأساسية في جمهورية مصر العربية (بما فيها القمح، والذرة، والشمندر السكري، والأرز) التي تستهلك القدر الأكبر من المياه، سجلت أدنى مستوى من الإنتاجية الاقتصادية المائية. من جهة أخرى، بلغت الخضار أعلى درجة من الإنتاجية، في حين أنها تستهلك حصة قليلة للغاية من المياه الزراعية (أنظر الشكل في هذا الإطار). وبيّنت الدراسة أيضاً نتائج مشابهة من محافظة الكرك في الأردن، حيث شغلت أربعة محاصيل مروية - هي الشعير، والقمح، والزيتون، والطماطم - 85 في المائة من أراضي المحاصيل، واستهلكت 95 في المائة من المياه العذبة، لكنها سجلت أدنى مستوى للإنتاجية الاقتصادية للمياه، بينما كانت الخضار الأخرى أكثر إنتاجية واستهلكت أقل من 5 في المائة من مياه الري.

وقد أثبتت الرسوم المتدنية على المياه، والإعانات الضخمة للطاقة، مصحوبة بعملية قياس ورصد غير ملائمة إن وجدت في الأساس، عزيمة المزارعين حيال اعتماد أساليب ري أكثر نجاعة. وتُظهر بيانات من منظمة الأغذية والزراعة أن التحوّل إلى نظام حديث للري من قبيل الرشاشات أو إلى خطة موضعية، كان بطيئاً لا سيما في البلدان المنخفضة الدخل أو البلدان التي تعاني من شح شديد في المياه. ففي جمهورية مصر العربية، والمغرب، والجمهورية العربية السورية، يستخدم ما يزيد عن 70 في المائة من الأراضي المروية الري السطحي، في ظلّ الغياب شبه التام لنظم أكثر فعالية في اليمن.²¹ ويتكوّن المزارعون في إقليم الشرق الأدنى وشمال أفريقيا بمعظمهم من صغار المزارعين الذين يفتقرون إلى حوافز مالية للاستثمار في التكنولوجيا. كما يساهم تشرذم الأراضي في إضعاف الحوافز بشكل إضافي.²²

وفي بعض الحالات، أدت سياسات الاكتفاء الذاتي للمحاصيل الأساسية إلى نضوب شديد للموارد للمائية ونزوح كثيف للسكان. وكانت هذه حال الجمهورية العربية السورية، حيث كان للسياسات الموجهة بشكل رئيسي نحو الاكتفاء الذاتي بالقمح، دور مهم في تدهور الموارد الطبيعية. وقد أبرزت

لا تتعدى نسبة المياه العذبة القابلة للتجدد للفرد الواحد في إقليم الشرق الأدنى وشمال أفريقيا 10 في المائة من المعدل العالمي.⁵ وتساهم الإعانات المرتفعة للمياه والطاقة، المصحوبة بمستوى ضعيف من الرصد والإنفاذ، في تقويض الحوافز للاستخدام الفعال للمياه على مستوى الإقليم. وهي تشجّع الاستغلال المفرط وتديم، في الكثير من البلدان، نمط الاستخدامات المتدنية القيمة والإنتاجية المائية المنخفضة.^{6,7}

ونتيجة لتخفيض أسعار الوقود في عمليات استخراج المياه الجوفية وتراجع قيمة المياه، يتجاوز استخراج الموارد المائية في معظم بلدان الشرق الأدنى وشمال أفريقيا الموارد المتجددة، ما يفضي إلى نضوب خزانات المياه الجوفية.^{5,8} ولا تعكس الرسوم على المياه في قطاع الزراعة قيمة ندرة المياه أو كلفة التوصل.⁹ وكذلك، يحظى المزارعون بحوافز قليلة لتوفير المياه ويميلون إلى زراعة المحاصيل التي تحتاج إلى المياه بكثافة إن كانت مربحة، ما يؤخّر اعتماد تكنولوجيات مقتصدة للمياه في مجال الري.¹⁰

وقد منحت الحكومات في إقليم الشرق الأدنى وشمال أفريقيا الأولوية للاكتفاء الذاتي الوطني بالمواد الغذائية الأساسية، وذلك عن طريق دعم إنتاج الحبوب في المقام الأول، من خلال المزج بين دعم أسعار المنتجين ووضع إعانات للمدخلات، فضلاً عن ضبط الواردات واللجوء إلى عمليات الشراء العامة. وكان الاكتفاء الذاتي بالحبوب للحدّ من الاعتماد على الواردات مركزياً بالنسبة إلى السياسات الزراعية في الكثير من بلدان الشرق الأدنى وشمال أفريقيا، بما فيها الجزائر،¹¹ ومصر،^{12,13} وجمهورية إيران الإسلامية،¹⁴ والجمهورية العربية السورية،¹⁵ وتونس.¹⁶

وفي غياب الحوافز لاستخدام المياه على نحو فعال وزيادة الإنتاجية، وارتفاع متطلبات الري لغلات المحاصيل هذه، كان الاستخدام المفرط للمياه المعيار السائد. وأدّى ذلك إلى نضوب خطير لخزانات المياه الجوفية، مع تداعيات مهمة لا سيما على صغار المنتجين.^{17,5}

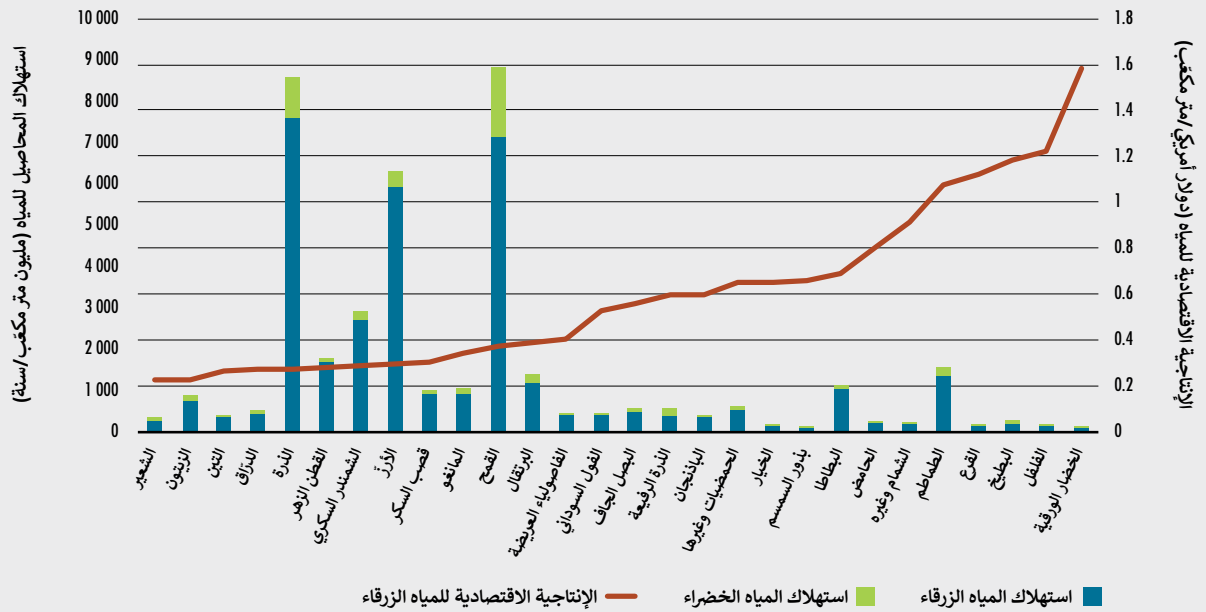
ويترتب عن غلبة إنتاج الحبوب (وبخاصة القمح) التي تعزّزها نظم الإعانات الباهظة، خسائر كبرى في إجمالي الناتج المحلي مقارنة مع السياسات التي تشجّع الإنتاج بما يتماشى مع المزاي النسبية.¹⁷

وبالنظر إلى أن الإقليم يسجّل أدنى الرسوم على الموارد المائية في العالم، تقضي أنماط استخدام المياه إلى مستويات منخفضة للغاية من حيث الإنتاجية الاقتصادية للمياه. ومع أن مستويات إنتاجية الوحدة للمياه مرتفعة مقارنة مع الاتجاهات العالمية، تنتج الزراعة أدنى العائدات الاقتصادية من المياه، في حين أنها تستحوذ على نحو 80 في المائة من المياه المستخدمة في الإقليم، وهي نسبة أعلى من المعدل العالمي البالغ زهاء 70 في المائة.^{17,7}

أسفر عن ارتفاع حاد في الأسعار بنسبة 300 في المائة بين ليلة وضحاها.^{15،24} وفي حين أحدثت موجة الجفاف نفسها آثارًا لا تذكر في بلدان أخرى في الإقليم،^{25،24} إلا أنها أفضت في عام 2009 إلى نزوح حوالي 300000 نسمة من المناطق الريفية باتجاه المدن في الجمهورية العربية السورية، مخلّفة ما يتراوح بين 60 و70 في المائة من القرى المهجورة في محافظتي الحسكة ودير الزور.²⁶

دراسات عدّة كيف ساهمت السياسات الحكومية التي تشجّع المحاصيل المعتمدة بكثافة على الري (القمح والقطن)، في تداعي مستويات المياه الجوفية.^{23،15} وساهم ذلك في الحد من قدرة المزارعين السوريين على التكيف حين شهد الشرق الأدنى موجة شديدة من الجفاف في الفترة 2007-2009. وازدادت الظروف سوءًا في عام 2008 عندما رفعت الحكومة الدعم عن الديزل (الوقود الرئيسي المستخدم في الري)، ما

الإنتاجية الاقتصادية للمياه واستهلاك المحاصيل الرئيسية للمياه في جمهورية مصر العربية، متوسط الفترة 2011-2007



المصادر: معتمدة من Sadiddin and Elbehri، 2016،¹⁸ حيث ارتكزت حساباتها على بيانات من قاعدة البيانات الإحصائية الموضوعية في منظمة الأغذية والزراعة،¹⁹ Hoekstra و Mekonnen، 2011.²⁰

بالموارد المائية تكلفة باهظة على المجتمع. وكشف تقدير متحفّظ أجرته مبادرة الإعانات العالمية لإعانات المياه في ولاية أندرا براديش في الهند، أنّ متوسط إعانات الري السنوية بين عامي 2004 و2008 قد بلغ 300 مليون دولار أمريكي.³⁰ (أنظر الإطار 22 للاطلاع على نقاش بشأن تبعات السياسات العامة على استخدام المياه في إقليم الشرق الأدنى وشمال أفريقيا).

« للكهرباء والمياه باستخراج المياه الجوفية بشكل مفرط، ما أفضى إلى انخساف الأراضي والتملح وتدهور الأراضي والمياه. وتساهم الإعانات في الهند، حيث تقدّر كلفة دعم المياه الجوفية بما يفوق ميزانية التعليم، في الاستخراج غير المستدام للمياه الجوفية.²⁹ وحين تكون الإعانات واسعة النطاق أو موجهة على نحو غير دقيق، فإنّها تذهب بمعظمها إلى المزارعين على نطاق أكبر الذين يستخدمون قدرًا أكبر من المياه والأسمدة والطاقة.²⁷ وتشكّل الإعانات المتعلقة

للزراعة المروية. وتشمل الإجراءات التدخلات الفنية والسياساتية لضمان تكامل أكثر فعالية لمصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية في المساحات المروية، مما يغطي (1) تعديل تصميم وتشغيل البنية التحتية المخصصة للتوصيل والتخزين من أجل تحسين الاتصال بشبكة المياه والتدفقات المائية؛ (2) وبناء أو تحسين الموائل أو مناطق الملاذ - أي المشيدة أو المنخفضات الطبيعية المحسنة - ضمن النظم المروية أو في محيطها؛ (3) وتنقيح السياسات والأنظمة وإدارة نظم الري لتمكين هذه التعديلات.

ويمكن لإدماج الأسماك في نظم الري أن يستفيد من توافر الإصبغيات لأغراض تربية الأحياء المائية. وقد ساهم إنتاج وتوزيع أعداد كبرى من الإصبغيات ذات الجودة في تحفيز تربية الأحياء المائية على صعيد العالم. وتعتبر اليوم الإصبغيات المتأينة من المفارخ زهيدة الثمن بحيث يمكن استخدامها بأعداد كبيرة لزيادة أرصدة المسطحات المائية، من قبيل الخزانات، وفق ما أصبح معروفًا بمصايد الأسماك القائمة على الاستزراع. وفي آسيا، تُؤن سدود الري حاليًا بصورة منتظمة بالإصبغيات لتعزيز إنتاج الأسماك.^{35,33} ويمون المكسيك على نحو منهجي خزاناته بالإصبغيات، وقد أنشأ مراكز لإنتاج البذور لهذا الغرض فحسب.³⁶ وتتوفر اليوم خطوط توجيهية لدعم التموين المسؤول للخزانات وغيرها من المسطحات المائية المفتوحة، إقرارًا بوجود إمكانات هائلة غير مستغلة.³⁷

وسيؤدي أيضًا التنسيق الأوسع نطاقًا في مجال الاستراتيجيات الزراعية، مما يتخطى حدود الري، دورًا في إعادة النظر في استخدام المياه. وقد تخفّض نسبة الأراضي الزراعية التي تتطلب الري عبر إدخال إجراءات مبتكرة تحسّن إنتاجية الزراعة البعلية. وبالمثل، سوف يؤثر حفظ الغابات، والإدارة عند المنبع، على الموارد المائية في المصب. ويلقى ذلك الضوء على المسألة الأعم على مستوى القطاعات الفرعية والمتمثلة بمواءمة القطاعات المتعددة وأصحاب المصلحة الذين يؤثرون على إدارة المياه، وتوفير الخدمات، والطلب. ويُعتبر الاستخدام غير التجاري للمياه وكيفية إعادة استعمالها مثالًا وثيق الصلة بالمياه في سياق زراعي.

الاتساق مطلوب في المواقع - النهج المتكاملة

من الأهمية بمكان إعادة مواءمة الحوافز الخاصة مع التكاليف الحقيقية عن طريق تعديل الإعانات والأسعار لجعل استخدام المياه أكثر استدامة. غير أنه من غير المحتمل معالجة المشكلة على نحو شامل، حيث يمكن أن تؤثر آثار استخدام المياه من جانب أحد أصحاب المصلحة على توافرها لدى أولئك المتواجدين

وتعتبر الحوافز السليمة مكوّنًا شديد الأهمية لاتساق السياسات من أجل الاستخدام المستدام للمياه. وسوف تقتضي إدارة التحديات العديدة المتصلة بالمياه في مجال الزراعة وفي الاقتصاد الأعم، إعادة النظر في الحوافز التي توجّه القرارات بشأن استخدام المياه. وسيترتب عن ذلك أخذ الدور الذي تؤديه المياه في الحسبان، مما يتخطى نطاق الإنتاج الزراعي، ليشمل النظم الإيكولوجية على نطاق أوسع، والمجتمع بصورة أعم، مع مراعاة قدرة السياسات التي تتجاوز حدود استخدام المياه، على تحديد شكل الحوافز.

الحاجة إلى الاتساق شديدة أيضًا في القطاعات الزراعية الفرعية

لا بدّ أيضًا من تحسين التكامل على مستوى القطاعات الفرعية في الزراعة. فالزراعة تعتبر أكبر مستفيد من الإعانات والسياسات المتعلقة بالمياه، حيث أنها تستخدم القدر الأكبر من الموارد المائية. ويتفاوت الأثر على القطاعات الفرعية الزراعية إلى حدّ كبير، إذ إنّ هذه السياسات غالبًا ما تعود بالفائدة على الزراعة المروية، على حساب النظم الأخرى، من قبيل مصايد الأسماك الداخلية، والإنتاج البعلي. وتعتبر العلاقة بين الريّ ومصايد الأسماك الداخلية أحد الأمثلة عن أوجه المقايضة التي تبين الحاجة إلى التنسيق. فمع أنّ توسع مساحة الأراضي المروية في العالم منذ الثورة الخضراء حمل معه منافع رئيسية للبلدان المنخفضة الدخل من حيث الأمن الغذائي، إلّا أنّ تلك المنافع يمكن أن تكون قد قوبلت جزئيًا بخسائر في مصايد الأسماك الداخلية. وبوسع خطة 2030 للتنمية المستدامة أن تكون نقطة انطلاق لحوار شامل، ومتعدد التخصصات، وضروري للتفاوض على أوجه المقايضة والحلول المتوازنة على أساس بيانات مشتركة وموثوقة.³¹

ويتركز القسط الأكبر من استخدام المياه الخاضعة للإدارة في النظم المروية ضمن قطاع الزراعة. وتؤثر الزراعة البعلية على الحصص المتبقية من المتساقطات بعد النتج البخري الذي يرشح على شكل جريان المياه الجوفية أو السطحية. غير أنّ الريّ له أثر مباشر على نحو أكبر من خلال سحب المياه الجوفية الذي ينعكس على تدفقات المياه السطحية والنظم الإيكولوجية، عن طريق السدود وقنوات التحويل. وكما ذكر في مستهل هذا التقرير، فإنّ زهاء 41 في المائة من الاستخدام العالمي الحالي لمياه الريّ يتمّ على حساب متطلبات التدفق البيئي.³² وبالتالي، يظلم الريّ - حيثما يحصل في حوض مائي - بدور مركزي في المحاسبة المائية التي بدورها ينبغي أن توجّه التوزيع المستدام للمياه. وبالنسبة إلى التدفقات البيئية وخدمات النظم الإيكولوجية، ثمة فرصة لتنفيذ إجراءات من أجل تصويب الأخطاء السابقة في تصميم نظم الري وتشغيلها، وبالتالي تحسين الإنتاجية والمنافع التغذوية

البيولوجي، والاستفادة المثلى من إنتاجية الموارد، وتحسين رفاه الإنسان وسبل معيشته. وتتصل إدارة مستجمعات المياه بشدة بسياق محدد، لكنها أيضًا مرنة إلى حد كبير وقابلة للتكيف مع مجالات تطبيق ودرجات تنفيذ مختلفة.⁴³

الآليات والأدوات لتحسين اتساق السياسات

يمكن للإعانات الموجهة نحو الخدمات البيئية، بدلاً من الإعانات العامة للسلع الخاصة، أن تحفز غايات محددة من قبيل التكنولوجيا الجديدة للري والخدمات البيئية، عن طريق دعم هيكليات التخفيف من آثار تطوير الري وبناء السدود، على سبيل المثال. وتشمل هذه الهيكليات الري المراعي للأسماك، وممرات السمك، والأراضي الرطبة المنشأة، وملاذات للأسماك والتنوع البيولوجي المائي. ومع الإلغاء التدريجي للإعانات العامة للسلع الخاصة لصالح الإعانات الأكثر توجهاً، تبرز إمكانية خسارة الدخل لدى صغار المزارعين وغيرهم من السكان المعرضين للمخاطر الذين قد لا يكونون مؤهلين للحصول على الإعانات الموجهة. ويمكن التعويض عن هذه الخسائر باستخدام بعض الأموال المدخرة، بواسطة البطاقات أو الهواتف الذكية على سبيل المثال، لضمان التحويل الفعال للأموال إلى صغار المزارعين.²⁷ أما الخيارات الأخرى، فتتضمن القروض الموجهة أو دعم أسعار الأجهزة لصغار المزارعين، بغرض الاستثمار في ممارسات من قبيل الري بالتنقيط، أو لتغطية تكاليف اليد العاملة وتركيب بنى جمع المياه.

وقد تساعد الإعانات المؤقتة خلال الاعتماد المبكر للمدخلات والتكنولوجيا على استيفاء التكاليف الثابتة للتكنولوجيا الجديدة، وتشجيع المزارعين على إجراء التجارب والتعلم خلال مرحلة التغيير التكنولوجي السريع. ولا بد من أن تكون هذه الإعانات مؤقتة، على أن تلغى تدريجياً مع اعتماد التكنولوجيات واستخدامها بشكل ملائم. وعند وضع هذه الإعانات وحصولها على الدعم السياسي، يصبح إلغاؤها صعباً؛ لذلك يستوجب التنفيذ عناية.^{27،44} ويمكن أن يتسم تعزيز أوجه الترابط مع برامج أخرى بالفعالية؛ مثلاً، ربط برامج الحماية الاجتماعية على غرار الأشغال العامة أو التحويلات النقدية بآليات و/أو برامج لتحسين استخدام المياه. ويظهر الإطار 23 كيف ساهمت الإعانات الموجهة في زيادة استعمال مضخات الري التي تعمل بالطاقة الشمسية في بنغلاديش والهند. وقد يكون هذا النوع من التدخل غير مؤات في المناطق التي تشهد ضغطاً على الموارد المائية، حيث يمكن أن تؤدي المضخات التي تعمل بالطاقة الشمسية والمتاحة بأسعار معقولة إلى

عند المصب في حوض مائي. ولهذا السبب، يشدد هذا التقرير على متطلبات التدفق البيئي ونظم توزيع المياه على أساس المحاسبة المائية كشرط مسبق مهم لإدارة المياه بصورة أكثر استدامة. وتتيح هذه الإجراءات بدورها نهجاً أكثر تكاملاً، يأخذ في الحسبان مختلف مستخدمي المياه في مستجمعات المياه، بما في ذلك الاستخدام غير التجاري والموارد المائية اللازمة لخدمات النظم الإيكولوجية.

وتعتبر إدارة خطة الري التي تحافظ على مستويات إنتاج الأغذية بالإضافة إلى الخدمات البيئية وخدمات النظم الإيكولوجية الأخرى أحد الأمثلة عن النهج المتكامل.^{38،39} وتشمل هذه الخدمات الوظائف النازمة (أي إعادة تغذية المياه الجوفية، وضبط الفيضانات) وصولاً إلى خدمات التموين (سقي الحدائق الصغيرة وإرواء الثروة الحيوانية، ومصايد الأسماك الصغيرة وتربية الأحياء المائية). وتشكل تنمية مصايد الأسماك الداخلية (سواء كانت مصايد طبيعية أو قائمة على الاستزراع) وتربية الأحياء المائية في خطط الري خياراً جذاباً على نحو خاص، إذ يمكن أن تؤمن إنتاجاً إضافياً لقاء تكلفة زهيدة أو من دون أي كلفة إضافية لخدمة المياه. وتتبدى أمثلة عن آثار الري الإيجابية على مصايد الأسماك الداخلية في سري لانكا،⁴⁰ وفي خزانات كبرى في جمهورية لاو الديمقراطية الشعبية وتايلاند لسمك الرنجة الأسيرط الأصلي في نهر تايلند،⁴¹ وفي خزان بحيرة كاريبا التي يتقاسم مياهها كل من زامبيا وزمبابوي،⁴² مع إدخال سردين بحيرة تانجانيقا غير الأصلي. وينبغي أيضاً أن يأخذ تقييم هذه التدخلات في الاعتبار خسارة مصايد الأسماك النهرية والواقعة في السهول الفيضية بفعل سد مجاري المياه من أجل إنشاء الخزانات.

وتهدف إدارة مستجمعات المياه إلى الاستخدام المستدام للموارد من خلال نهج متكامل للنظم الإيكولوجية يتمحور حول فهم أوجه التفاعل الشاملة بين العوامل الأحيائية (بما في ذلك الإنسان) واللاأحيائية. ومن الأفضل معالجة انعدام المساواة بين المجتمعات المحلية على مستوى مستجمعات المياه من حيث الحالة الاجتماعية والاقتصادية، والوصول إلى المياه والموارد والخدمات كنتيجة لموقعها. وتوفر إدارة مستجمعات المياه إطاراً لفهم أوجه الترابط بين مختلف نظم استخدام الأراضي والتوفيق بينها، ولاتخاذ إجراءات تعاونية وخاصة بصنع القرار، في وجه المطالب المتنافسة للحصول على الموارد، لا سيما المياه. وعلى أساس تحليل سليم للظروف والإجراءات الديناميكية في المستجمعات المائية، ستسمح رؤية متوسطة إلى طويلة الأجل بتصميم وتنفيذ تدابير لحفظ النظم الإيكولوجية والتنوع

مضخات الري العاملة بواسطة الطاقة الشمسية لصغار المزارعين - أدلة من بنغلاديش والهند

المضخات بالطاقة الشمسية في الزراعة المروية المراعية للفقراء.⁴⁷ وساهم برنامج تجريبي آخر للمعهد الدولي لإدارة المياه في دوندي، إحدى القرى في ولاية غوجارات في الهند التي تعاني من ندرة المياه، في تعزيز الاستخدام المشترك لمضخات الري العاملة بواسطة الطاقة الشمسية. وفي إحدى القرى، تخلى أصحاب أحد الآبار عن الطاقة المستمدة من شبكة الكهرباء مقابل مضخات ري مدعومة تعمل بواسطة الطاقة الشمسية وتمتّع بالقدرة نفسها. وتشكّل مضخات الري الصغيرة شبكة متناهية الصغر تديرها تعاونية من المالكين، وتتولى شركة المرافق شراء فائض الطاقة الشمسية من التعاونية وفق عداد واحد. وسعى البرنامج التجريبي إلى تشجيع الري ذات انبعاثات منخفضة لغازات الدفيئة، والحدّ من الإعانات للطاقة في المزارع، وتقليص الخسائر التقنية والتجارية في خدمة الطاقة من شبكة الكهرباء، ومنح المزارعين مصدرًا إضافيًا للدخل الخالي من المخاطر، وتحفيزهم من أجل الاقتصاد في الطاقة والمياه الجوفية.⁴⁷ وقبل البدء ببيع الطاقة الشمسية في مايو/أيار من العام 2016، عمد المزارعون إلى استخدام مضخاتهم فقط لأغراض ري حقولهم وحقول جيرانهم. غير أنهم، باعوا منذ ذلك الحين قدر ما استطاعوا من الطاقة، واستخدموا فقط 35 في المائة من الطاقة الشمسية لضخ المياه الجوفية.⁴⁸

تشير البرامج التجريبية الحديثة إلى أنّ الإعانات الموجهة بشكل سليم يمكن أن تعزّز تطوير واعتماد التكنولوجيا لاستخدام المياه الجوفية. والمياه الجوفية متاحة بوفرة في بنغلاديش وفي ولاية بهار في الهند، ولكنّ حصول صغار المزارعين عليها عبر المضخات العاملة بواسطة الديزل مكلف.^{46،45} وساهمت البرامج التجريبية في تعزيز الري بواسطة المياه الجوفية بتكلفة معقولة لدى الفقراء في هاتين المنطقتين.⁴⁷ وفي بنغلاديش، جرّبت شركة تطوير البنية التحتية نهجًا مراعيًا للفقراء في السوق يتعلّق بخدمة الري، ومنحت الشركات أو المستثمرين من القطاع الخاص نسبة 50 في المائة من الإعانات الحكومية، وقرضًا بقيمة 35 في المائة لشراء مضخات للري تعمل بواسطة الطاقة الشمسية، بهدف بيع خدمات الري لصغار المزارعين بأسعار معقولة. ونتيجة لذلك، سجّل تشغيل 300 مضخة من هذا النوع هناك في عام 2016.

وعمل برنامج تجريبي مماثل في ولاية بهار، في شرق الهند، تولاه المعهد الدولي لإدارة المياه، على تنظيم المزارعين لإنشاء سوق للمياه مراعية للفقراء. وتتوفّر أدلة في كلّ من بنغلاديش وبيهار تفيد عن تراجع أسعار المياه بنسبة تتراوح بين 40 و60 في المائة، مقارنة مع الأسعار التي يحددها مالكو المضخات العاملة بواسطة الديزل، ما يشجّع استخدام الفقراء للمياه على نحو فعّال، فضلًا عن التوسّع السريع لاستعمال

الأداء. وتتوفّر الأمثلة في البلدان ذات الدخل الأعلى والأدنى على السواء، ويتوقّف نجاحها وفعاليتها من حيث الكلفة على تصميمها.^{49،50} وقد يكون تقييم هذه البرامج لتحديد النهج التي تعمل على أفضل وجه محفوفًا بالتحديات. ويكمن التحدي الأبرز في أنّ عمليات التقييم - لكي تكون صارمة - ينبغي أن تقارن بين مناطق تسدّد مدفوعات لقاء خدمات بيئية، ومناطق أخرى لا تخصص مدفوعات لهذا الغرض، وهو قد يكون أمرًا مكلفًا.

وسوف تساهم المدفوعات لقاء خدمات بيئية في الحفاظ على النظم الإيكولوجية حيث يمكن للحواجز أمام الممارسات وحقوق الملكية أن تصعب معالجة جميع القضايا البيئية، وذلك بالرغم من وجود نهج متكامل. وتبرز آثار إيجابية ملحوظة على النواتج البيئية، وبخاصة للمدفعات المحلية أو دون الوطنية لقاء خدمات بيئية. ويتمثّل أحد الأمثلة في برنامج Rio Rural في البرازيل الذي يشجّع نظم الزراعة

زيادة خطر الاستخراج المفرط للمياه الجوفية. وهذا يضيء على أهمية نظم توزيع المياه على أساس المحاسبة المائية لتلافي الآثار غير المقصودة، حيث يمكن أن تفضي حتى تكنولوجيات توفير المياه إلى زيادة استهلاك الموارد المائية.

في سياق النهج المتكاملة وإدارة مستجمعات المياه، تُعتبر المدفوعات لقاء خدمات بيئية أداة أخرى للسياسات الموجهة المقرونة بمنافع بيئية واقتصادية. وهي تتكوّن من مدفوعات للمزارعين أو مالكي الأراضي الذين يوافقون على إدارة أراضيهم أو مستجمعات المياه التابعة لهم بما يضمن حماية البيئة، والموارد المائية، وخفض انبعاثات غازات الدفيئة، أو تحسين جودة التربة والحالة التغذوية. وتركّز معظم الخطط القائمة على الحدّ من إزالة الغابات أو تحسين مستجمعات المياه، حيث تعتمد منظور الإدارة القائمة على الطبيعة. وتكتسي هذه الحوافز أهمية قصوى حين تخفق الأسواق في مراعاة ندرة الموارد الطبيعية والقيمة الاجتماعية للنظم الإيكولوجية الحسنة

في المناطق الريفية، الصفحة 20). بيد أن الأمن الغذائي والتغذية يرتبطان كذلك بالمياه من خلال الكثير من صغار المزارعين وفقراء الأرياف الذين يعتمدون على الزراعة. ويظهر هذا التقرير كيف أن الكثير من السكان يعيشون في مناطق تؤثر فيها المخاطر المتعلقة بالمياه على المنتجين الزراعيين. وباستطاعة السياسات الاقتصادية الكلية وسياسات أسعار السلع التي تضمن تكافؤ الفرص على مستوى القطاعات والسلع، أن تمكّن صغار المزارعين من اتخاذ قرارات أكثر اطلاعاً وأقل مجازفة بشأن الموارد المائية، من قبيل القرارات بخصوص جمع المياه، أو بشأن الاستثمار في الري. ومن شأن تحسين الاستثمارات في الري لتشمل تدخلات أخرى تعالج النواتج الخاصة بالاعتبارات الجنسانية، والشباب، والصحة، والتغذية أو لترتبط بها، أن تحوّل برامج الري من زيادة الإنتاج الغذائي فحسب إلى تشكيل مكوّن أساسي من استراتيجيات الحدّ من الفقر وتحسين الأمن الغذائي والتغذية.⁶³ ويمكن أن تُدمج مسائل التغذية والأنماط الغذائية في رسائل الإرشاد الزراعي والتعاونيات وجمعيات مستخدمي المياه.⁶⁴ ويمكن أن يُصمّم ذلك أيضًا بما يتناسب مع احتياجات المنتجين في المناطق البعيدة والتحديات المتصلة بالمياه التي يواجهونها. ولا بدّ من زيادة توجّه التدخلات في مجال المياه نحو النساء، من أجل تحسين جودة الأنماط الغذائية والنواتج التغذوية.^{65،67} ويمكن أن يساهم تحديد التدخلات التي تخفف من عبء الوقت على النساء وتدعم قدرتهنّ على التحكم بالإنتاج في تسريع المكاسب التغذوية وزيادة المنافع.⁶⁴ ■

تحديد الأولويات على مستوى السياسات للتخفيف من القيود على المياه في الزراعة

مع أنّ كلّ بلد وإقليم يختبر بعض المخاطر المائية - سواء أتمثلت بالضغط على الموارد المائية، أو الجفاف، أو الفيضانات، أو القضايا المتصلة بجودة المياه - فإنّه يواجه مخاطر مختلفة ومتفاوتة من حيث الحجم. (أنظر «تحت المجهر»: كثير من المياه؟ الفيضانات والتشبع بالمياه والزراعة، الصفحة 104 للاطلاع على نبذة موجزة عن القضايا المتعلقة بالفيضانات).

المستدامة، من خلال الجمع بين توليد الدخل وحفظ البيئة في 72 بلدية في ولاية ريو دي جانيرو. ويعزّز البرنامج تنظيم المجتمعات المحلية وحشدتها في 366 مستجمعاً مائياً، من خلال تنمية المهارات وتشجيع أفضل الممارسات.⁵¹

وقد سجّلت البرامج الصغيرة النطاق، التي تُموّل من المستخدم بصورة جزئية على الأقل، وتنطوي على معايير فعّالة للاستهداف وقواعد محكمة للشروط، أداءً أفضل في العموم. وتشمل العوامل الأخرى التي تساهم في نجاح هذه المدفوعات، تدني تكاليف الفرص البديلة في استخدامات الأراضي الأخرى - أو ارتفاع المدفوعات بما يكفي لتغطية تكاليف الفرص البديلة هذه - والتنقل المحدود للإنتاج وحقوق الملكية الراسخة. ويساهم الرصد الملائم والعقوبات المناسبة، مع الضمانات الاجتماعية، في زيادة احتمالات النجاح. ويرجّح جدّاً أن تنجح المدفوعات حيث يُسجّل طلب واضح على الخدمات البيئية ذات القيمة الاقتصادية لواحد أو أكثر من أصحاب المصلحة؛ وحيث يتواجد سماسرة أو وسطاء من ذوي الكفاءة؛ وحيث تكون الحقوق الخاصة بالأراضي والمياه واضحة، والعقود قابلة للتنفيذ؛ وحيث يمكن رصد النواتج وتقييمها على نحو مستقل.

غير أنّ تحسين اتساق السياسات سيحتاج إلى حوكمة وأدوات وإجراءات وطيدة لإدارة السياسات وتنسيقها، ووضع الميزانيات والأنظمة. وسيقتضي ذلك أيضاً التزاماً سياسياً قوياً، وقيادة، وتغييرات ثقافية، ورسداً، والتعلّم من التجارب والأدلة الدولية.⁵² ويمكن أن تشمل الخطوات المحددة تعزيز قدرات المؤسسات العامة؛ والتنسيق على مستوى وزارات الموارد المائية والزراعة والطاقة؛ وتحسين التخطيط وأدوات الرصد؛ وتحديث قواعد بيانات الإدارات وربطها بعضها ببعض لتوليف البيانات والقدرات التحليلية. ويشكّل وضع سياسات تنظيمية ومحفّزة وفعّالة خطوة مهمة باتجاه اتساق السياسات، عن طريق إلغاء الإعانات العامة، بحيث تواجه قطاعات المياه والزراعة والطاقة تكاليف الفرص البديلة نفسها عند تقييم جدوى السياسات والبرامج والمشاريع. ومن الأبعاد الأخرى التي تُناقش باستمرار دور التجارة الدولية وتأثيرها على استخدام المياه في البلدان (الإطار 24).

تستلزم الإصلاحات المؤسسية والسياساتية لإدارة المياه مجموعة متشعبة من الإجراءات من جانب القطاع العام والسوق والمجتمع المدني (الإطار 25). ويكتسي هذا أهمية خاصة بفعل العلاقة بين الزراعة والأمن الغذائي والتغذية، وكلاهما متصلان بشكل وثيق بالمياه. ويتأثر الأمن الغذائي والتغذية بإمكانية الوصول إلى المياه النظيفة (أنظر «تحت المجهر»: تعزيز الحصول على مياه الشرب المأمونة

دور المياه الافتراضية والتجارة في ضمان الاستخدام الأمثل للموارد المائية

هو الوصول إلى الأراضي الصالحة للزراعة.⁵⁶ وتبين دراسة دولية أخرى أن حجم الأراضي الصالحة للزراعة للفرد الواحد يشكل مؤشراً للصادرات الزراعية أفضل من الموارد المائية القابلة للتجدد في بلد ما، وذلك بحسب الفرد أو الهكتار الواحد على السواء.⁵⁷

وتظهر الأدلة زيادات محدودة إلى كبرى في تدفقات المياه الافتراضية العالمية بفعل تحرير التجارة.^{58,55} وينحو تحرير التجارة إلى تقليص الاستخدام في الأقاليم التي تشكو من شح المياه، إنما يساهم في زيادة الاستخدام وصادرات المياه الافتراضية في الأقاليم التي تنعم بوفرة نسبية على غرار الولايات المتحدة الأمريكية وأميركا الجنوبية، في حين يرفع من مستوى الواردات الافتراضية في الأقاليم الشحيحة المياه.⁵⁸ وتتبدى إمكانية تقاسم البنى التحتية بصورة ضمنية بحسب البلدان التي تتمتع بقدرة تخزين متدنية في السدود والتي تحظى بنسبة أعلى من مياهها الزراعية من جزاء الواردات الافتراضية.⁵⁹

ولا تؤدي جميع الأحمال التجارية إلى استخدام أكثر إنتاجية للمياه. وفي حال لجوء البلدان التي تعاني من شح في المياه إلى الاستيراد من أقاليم أخرى تشكو من ندرة الموارد المائية، فإن ذلك يساهم فقط في تحويل عبء ندرة المياه الناجمة عن الزراعة. وتعتبر المواءمة بين التجارة والاستخدام المستدام للمياه (من خلال الوسم المائي مثلاً) أساسية من أجل تحسين الحوكمة العالمية للمياه.⁶⁰ ويصح ذلك على وجه الخصوص لأن سعر المياه العذبة لأغراض الزراعة لا يعكس قيمتها الاقتصادية أو الآثار البيئية الناتجة من استخدامها.^{61,62} والمياه الافتراضية مفهوم نافع لتشجيع المسؤولين في القطاع العام والمواطنين على التركيز على موضوع ندرة المياه. بيد أن منظور المياه الافتراضية لا يمكن أن يمثل معياراً رئيسياً لرسم ملامح التجارة الزراعية أو سياسات الإنتاج المثلى.⁵⁷

يمكن أن تؤدي السياسات التجارية والإمائية إلى تداعيات مهمة بالنسبة إلى المياه، بما في ذلك لناحية ندرتها وجودتها. وللواردات الغذائية والموارد المائية الافتراضية المنبثقة عنها آثار على القطاع المائي، حيث يمكن أن تحد من القيود على المياه وتحسن الأمن الغذائي والتغذية.⁵³ وفي معرض إنتاج بعض الأغذية محلياً، ستواصل بلدان عده تعاني من قيود مائية، اعتمادها على المحاصيل الغذائية المستوردة كحصة مهمة من إمداداتها الغذائية. وبالتالي، قد تؤدي المياه الافتراضية دوراً في السياسات الوطنية الرامية إلى رفع مستوى الأمن الغذائي والتغذية في البلدان التي تعاني من قيود على المياه. ويختلف المزيج الأمثل من الواردات والمنتجات المحلية بين البلدان بحسب ثروتها لناحية الأراضي والمياه، وتبعاً للاستخدامات الإنتاجية الأخرى. وتعتبر أميركا الشمالية والجنوبية (الأرجنتين، والبرازيل، وكندا، والولايات المتحدة الأمريكية) وجنوب وجنوب شرق آسيا (الهند، وإندونيسيا، وباكستان، وتايلند) وأستراليا أكبر مناطق مصدرة صافية للمياه الافتراضية على الصعيدين الإقليمي والقطري. أما أوروبا، واليابان، والمكسيك، والشرق الأدنى، وشمال أفريقيا، وجمهورية كوريا، فهي أكبر مناطق مستوردة صافية للمياه الافتراضية.⁵⁴

وتوجه قوى اقتصادية وسياسية التجارة الدولية بدلاً من أن تقوم ندرة المياه بذلك. ويؤثر كل من حماية التجارة والدعم المحلي للزراعة (من قبيل الرسوم الجمركية، والضرائب، ودعم أسعار السلع، والإعانات) على حركة المياه الافتراضية.⁵⁵ وتؤكد الدراسات التجريبية للعلاقة بين التجارة الدولية والثروة المائية الوطنية على وجود عوامل أخرى أكثر أهمية من المياه في تحديد أنماط التجارة المائية الزراعية والافتراضية. ويظهر تحليل لبيانات قطرية بشأن توافر المياه العذبة القابلة للتجدد والتجارة المائية الافتراضية الصافية في 146 بلداً، أن ندرة المياه لا تحدد ملامح التجارة المائية الافتراضية لأي بلد، إنما ما يحدد ذلك

فضلاً عن حوكمة كل بلد وقدراته. ويعني اتخاذ القرار بشأن إجراءات أو تدخلات أو سياسات ملموسة ترتيب الأهداف تبعاً لأولويتها لتوجيه الموارد المحدودة إلى حيث تكون الحاجة إليها أكبر وحيث يمكن أن تكون أكثر كفاءة. وبناء على التحليل المكاني في الفصل الثاني لإنتاج الزراعة البعلية، والمروية، والثروة الحيوانية،

وسوف يتوقف اختيار السياسات الأكثر ملاءمة لإدارة المياه على نظام الإنتاج: الزراعة المروية، أو الزراعة البعلية (إنتاج مرتفع أو منخفض المدخلات)، والثروة الحيوانية أو مصائد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية. وتأتي بالأهمية ذاتها أيضاً المخاطر القائمة والموارد المتاحة، من حيث الموارد الطبيعية والمالية على حد سواء،

تحدي تنسيق السياسات - تجارب من دولة بوليفيا المتعددة القوميات وتشيلي

◀ وتعزيز فعالية المؤسسات العامة والخاصة وقدراتها، من الإدارة العامة للمياه ووزارة الزراعة إلى المرشدين الزراعيين؛ وتنمية جهود التنسيق بين جهات الدعم؛ وتحسين تكوين المجتمعات المحلية للمياه الجوفية؛

◀ وتحسين التخطيط الإقليمي والتنظيم الناجح، وحماية التربة من الاستخدام الزراعي غير الحافظ للموارد، وتنظيم توسع الري على أساس توفّر المياه، مع أخذ تغيّر المناخ في الحسبان؛

◀ وتنظيم استخدام المياه وتعزيز نظم الري بواسطة معدات التنقيط والرش، والمحاصيل العالية القيمة التي تحتاج إلى قدر أقل من المياه، وإعادة الاستخدام الآمن لمياه الصرف؛

◀ وإنتاج معلومات جديدة وأفضل جودة، وتقاسمها وإدماجها، وتحديث إدارة المعلومات لاتخاذ قرارات مستنيرة.

وحدد الاستعراض التشاركي طائفة من الإجراءات لمعالجة الثغرات في البنية التحتية، والسياسات والتخطيط، والإدارة، والمعارف والمعلومات. وبالإضافة إلى تدعيم المؤسسات، بين الاستعراض ثلاثة تدخلات ذات أولوية: (1) تحسين فعالية المياه للتخفيف من الهشاشة في ظلّ تغيّر المناخ؛ (2) وتنظيم الطلب المتنامي على المياه في الزراعة/ الري وفقًا للتوقعات بشأن توفّرها؛ (3) وضمان توفّر المياه لأغراض الإنتاج والاستهلاك.

وتواصل منظمة الأغذية والزراعة دعمها لهذه البلدان في منطقة الأنديز، ولتلك الواقعة في الممر الجاف في أمريكا الوسطى، بغية تلبية الاحتياجات المتصلة بتحسين الحوكمة وإدارة الموارد المائية. وسيكون تجديد التركيز على إدارة مستجمعات المياه، والإدارة المتكاملة للمياه السطحية والجوفية، محورًا لتمكين القطاعات والجهات الفاعلة من معالجة تدهور الأراضي وندرة و/ أو نضوب الموارد المائية، ولدعم النظم الزراعية المستدامة والقادرة على الصمود.

جعلت وزارة البيئة والمياه في دولة بوليفيا المتعددة القوميات، في إطار برنامجها بشأن إدارة المياه للفترة 2017-2020 الذي يعالج تغيّر المناخ، الحوكمة موضوعًا أساسيًا من أجل تحقيق الأمن المائي.⁶⁸ وقامت باستثمارات ملحوظة في أعمال الري والتكنولوجيات، ووجدت مصادر المياه والتوازنات المائية، فضلًا عن جرد الحقوق في المياه. وبقّر البرنامج بمنظمات الري الموروثة، والتخطيط المائي في الأحواض الاستراتيجية المرتبطة بالإنتاج المستدام. وتتولّى منصة متعدّدة المؤسسات للحوض الاستراتيجي لنهر غوادالكيفير في مقاطعة تاريخيا في جنوب بوليفيا، تعزيز التنسيق بين القطاعات، ومستويات الحكومة، والأوساط الأكاديمية، والمنظمات غير الحكومية. وتشجّع منظمة الأغذية والزراعة، في إطار شراكة مع الوكالة الألمانية للتعاون الدولي والاتحاد الأوروبي، على حوار متعدد أصحاب المصلحة والقطاعات والمستويات من أجل تحسين حوكمة المياه وتكامل الإدارة في حوض النهر شبه القاحل الذي يُعتبر عرضة لتغيّر المناخ.

وفي تشيلي، أجرت مؤخرًا منظمة الأغذية والزراعة، بالتعاون مع الهيئة الوطنية للري في وزارة الزراعة، دراسة حالة بشأن حوكمة المياه في حوض تنغيريريكاف الفرعي في نهر رايبيل.⁶⁹ ويواجه الحوض موجة من الجفاف الشديد، حيث تخطى الطلب على المياه الموارد المائية المتوفّرة، وهو عبء تمثيلية عن المنطقة الوسطى في تشيلي التي كانت قد عانت من موجة ممتدة من الجفاف استمرت من 10 إلى 13 سنة. وحددت الدراسة التشاركية العاجلة لعام 2019 في حوض تنغيريريكاف الفرعي خمسة تحديات واحتياجات رئيسية متعلّقة بحوكمة المياه:

◀ توطيد الثقة بين الجهات الفاعلة (في ما يتعلّق بمياه الشرب، والري، والطاقة الكهرومائية)، وضمان التنسيق الفعال بينها، والحوّول دون/تسوية النزاعات من جرّاء الأزمة المائية؛

العقبات أمام الاستثمار من خلال خدمات الائتمان والإرشاد، أو عن طريق إدخال تأمين المحاصيل وشبكات الأمان مع مصادر دخل بديلة لصغار المزارعين.

ويمكن أن يؤثر توسيع نطاق جمع المياه على استدامة مصائد الأسماك الداخلية وغيرها من النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه وبالتالي، حالة الأمن الغذائي والتغذية لهؤلاء الذين يعتمدون عليها. وينبغي أن يستند أي قرار بشأن الاستثمار في جمع المياه إلى محاسبة مائية مفصلة. ويمكن أن يكون جمع المياه الذي يدمج نظم الزراعة مع تربية الأسماك وحيوانات مائية أخرى مهم للتعويض عن التكاليف البيئية والاقتصادية، ما يضيف منافع تغذوية على مستوى الأسر والمزارع، ويزيد من إنتاجية المياه.

ويعتمد كذلك تحقيق أقصى حد من المنافع جراء التدخلات في الزراعة البعلية على إشراك المزارعين في تطوير التكنولوجيا ضمن مجتمعاتهم المحلية وربما على مستوى الحوض المائي.⁷¹ ولا بد من وضع إطار سياساتي جديد للمياه من أجل إدارة متكاملة للموارد المائية، بهدف تخطيط المتساقطات المطرية وتوزيعها على نطاق المجتمعات المائية، بالنظر إلى أن السياسات والأنظمة المتعلقة بالمياه تُصمّم عادة لتوزيع مياه الري وعدم تجميع المتساقطات.⁷¹ وبالنسبة إلى الزراعة البعلية الممتدة على مساحة 14 مليون هكتار والتي تعاني من موجات متكررة من الجفاف الحاد، يمكن أن تلغي الحكومات أيضًا الاختلالات الزراعية لتيسير التجارة في السلع المستهلكة للمياه بكثافة بغية التعويض عن العجز المائي وتوفير الأمن الغذائي والتغذية.

ويعتبر الاستعداد للجفاف مجالاً سياساتياً رئيسياً للمناطق البعلية سواء كانت أراض زراعية أو مراعي. وينبغي ألا تكون سياسات مواجهة الجفاف مجرد استجابة للكارثة إنما شاعلاً دائماً للحكومات والمجتمع. ولا بد من وضع سياسات مواجهة الجفاف خلال السنوات التي لا تشهد موجات جفاف، حين يتوفر وقت أكثر للتخطيط ومواجهة التحديات. وخلال سنوات الجفاف، تتوجه الجهود منطقياً نحو برامج الاستجابة للجفاف. وسيكون لكل سياسة قطرية سماتها الخاصة على أساس الظروف المحلية؛ غير أن ثمة مجموعة من القواسم المشتركة بين جميع السياسات. وينبغي أن تتكوّن سياسة مواجهة الجفاف من ثلاث ركائز: (1) نظم رصد الجفاف والتنبؤ والإنذار المبكر؛ (2) وتقييم الهشاشة والآثار؛ (3) والاستعداد للجفاف والتخفيف من وطأته والاستجابة له. وينبغي أن تدعم هذه الركائز الثلاث سياسات شاملة تنطوي أقله على العناصر التالية: التنسيق والتنمية

يعرض الجدول 7 السياسات ومجالات التدخل الممكنة للحد من نقص المياه وندرته في نظم المحاصيل والثروة الحيوانية، وكذلك التدخلات والاستراتيجيات الخاصة بمصائد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية. وتعتبر هذه عناصر من محفظة تدخلات لاستراتيجية إدارة المياه «للزراعة برمتها» بالتوازي مع الجهود المشتركة بين القطاعات لجعل استخدام المياه أكثر استدامة. وتتمثل أهمية المحاسبة المائية، كمنطلق للإدارة المستدامة للمياه، بأنها موضوع شامل يؤثر على سائر أنواع مستخدمي المياه.

تحسين إدارة المياه في أراضي الزراعة البعلية

ينسحب هذا التوصيف، بالإجمال، على المساحة الشاملة لأراضي الزراعة البعلية البالغة 1.2 مليار هكتار، ولا سيّما على 77 مليون هكتار و 51 مليون هكتار من نظم الإنتاج البعلي المنخفضة والمرفعة المدخلات مع تواتر للجفاف يتراوح بين عالٍ إلى عالٍ جداً، على التوالي. وفي هذه المناطق، يحظى حفظ الموارد المائية والتوازن بين الزراعة المرورية والبعلية بأكثر قدر من الاهتمام، إذ ينطوي الاعتماد على الزراعة البعلية وحدها على خطر كبير لناحية الجفاف. ويمكن لتقنيات جمع المياه (مثلاً لدعم الري التكميلي) تجاوز موجات الجفاف القصيرة، وبالتالي التقليل من المخاطر في الزراعة البعلية.⁷⁰ وبالرغم من أن لجمع المياه قدرة هائلة على تمكين استراتيجيات إدارة المياه لتبلغ أعلى مستوى من الفعالية، إلا أن هذه الاستراتيجيات تحتاج أيضاً إلى أفضل الممارسات النباتية، بما فيها تحسين الأصناف، وزرع المحاصيل وتحديد فترات الحصاد بشكل سليم، وإدارة المغذيات. وستتطلب التدخلات العامة التي تستثمر في المدخلات الحديثة بدور مركزي، حين يعيق خطر الجفاف وغياب الموارد استثمار المزارعين في الأنشطة العالية المخاطر والعائدات - ما يجعل من الصعوبة بمكان كسر الحلقة المفرغة للإنتاج المنخفض المدخلات. وباستطاعة الحكومات أن تساعد على التخفيف من آثار الجفاف من خلال الاستثمار في البنى التحتية للطرق والأسواق بغية ربط المزارعين بأسواقهم، ودعم تجميع المياه وحفظها، والمساهمة في الوقت عينه في التنمية الزراعية الشاملة. ويمكن لتطبيقات الهاتف المحمول، وهي حلّ فعّال من حيث التكلفة، أن تساعد المزارعين على الوصول إلى الأسواق والمعلومات المالية والمتعلقة بالأحوال الجوية. وحين تكون مخاطر الجفاف حادة، تصبح قواعد البيانات ونظم المعلومات التي ترصد الجفاف ونظم الإنذار المبكر بمنزلة تدابير وقائية رئيسية. وبوسع الحكومات أيضاً أن تدلّل

الجدول 7 أولويات السياسات لتحسين إدارة المياه في الزراعة

المناطق المرورية		المناطق البعلية	
مصايد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية	إجهاد مائي مرتفع إلى مرتفع جداً في 171 مليون هكتار	المراعي	الأراضي الزراعية
إدماج التقييمات السليمة للنظم الإيكولوجية المرتبطة بالمياه والتدفقات البيئية في عمليات المحاسبة المائية.	عمليات المحاسبة السليمة والشفافة المتعلقة بالمياه.	نظم الرصد؛ تقييمات المياه والعلف في الأراضي الجافة؛ استخدام المياه كمدخل رئيسي بدلاً من الأراضي في التقييمات البيئية.	تواتر مرتفع إلى مرتفع جداً لموجات الجفاف في 77 مليون هكتار (ذي المدخلات المنخفضة) و51 مليون هكتار (ذي المدخلات المرتفعة)
التخزين المسؤول واستراتيجيات تحسين مصايد الأسماك الطبيعية في المسطحات المائية التي يصنعها الإنسان عبر الاستخدام المناسب للمادة الوراثية واستخدام الأنواع غير الأصلية؛ تحسين كفاءة تربية الأحياء المائية عن طريق إنتاجية المياه وإعادة استخدامها، والتكامل وأفضل الممارسات في مجال تربية الأحياء المائية.	أفضل الممارسات الزراعية (مثل تحسين أصناف البذور، وإدارة المغذيات ومبيدات الآفات، واستعادة المادة العضوية والفرش في التربة).	نظم الرصد؛ تقييمات المياه والعلف في الأراضي الجافة؛ استخدام المياه كمدخل رئيسي بدلاً من الأراضي في التقييمات البيئية.	تواتر مرتفع إلى مرتفع جداً لموجات الجفاف في 77 مليون هكتار (ذي المدخلات المنخفضة) و51 مليون هكتار (ذي المدخلات المرتفعة)
تكييف الحوافز والسياسات التي تؤثر سلباً على مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية.	خدمات الإرشاد؛ الخدمات المالية؛ تأمين المحاصيل؛ الإعانات المستهدفة.	الخطوط التوجيهية والمعايير الوطنية الخاصة بعملية التصدي للمخاطر المائية في ميدان الإنتاج الحيواني؛ الإعانات المستهدفة (مثلاً لاستعادة المراعي وتشجيع استخدام مخلفات المحاصيل كعلف للحيوانات).	خدمات الإرشاد؛ الخدمات المالية؛ تأمين المحاصيل؛ الإعانات المستهدفة؛ تحسين الوصول إلى الأسواق (عبر الطرقات مثلاً).
أجهزة الاستشعار عن بعد للأسماك. لرصد ظروف المياه وسلوك الأسماك.	نظم الإنذار المبكر؛ تطبيقات الهواتف المحمولة لتقديم المعلومات عن الأسواق والطقس؛ الزراعة الدقيقة.	نظم الإنذار المبكر؛ التكنولوجيات لإدارة الرعي المكثف (مثل نظم المعلومات المكانية لرسم خرائط نقاط المياه).	نظم الإنذار المبكر؛ تطبيقات الهواتف المحمولة لتقديم المعلومات عن الأسواق والطقس؛ الزراعة الدقيقة.
النظر في المقايضات بين إنتاج المحاصيل والأسماك؛ تشكيل الملائمات في نظم إنتاج الأرز.	الزراعة المحافظة على الموارد؛ نظم الري الفعالة في استخدام المياه.	أجهزة الشرب الفعالة في استخدام المياه؛ صيانة أحواض المياه ونظم الصون وإصلاحها؛ النهج المتكامل للتحسينات الهيدروليكية.	استراتيجيات المحافظة على التربة والمياه، مثلاً عن طريق المصاطب والزراعة الكنتورية والزراعة المحافظة على الموارد.
الحلول المتكاملة (مثل جمع مياه الأمطار الذي يفرج عن المياه لتربية الأسماك؛ الأحواض الصغيرة).	إصلاح شبكات الري وتحديثها.	استخدام الصهاريج والخزانات لسقي الماشية؛ الحفاظ على نظم جمع المياه والري وإعادة تشغيلها؛ الحلول المتكاملة (مثل جمع مياه الأمطار الذي يفرج عن المياه لسقي الماشية).	جمع المياه.
اتحادات مصايد الأسماك/تربية الأحياء المائية؛ تخصيص تربية الأحياء المائية؛ الأنظمة للحفاظ على التدفقات البيئية؛ إدماج النتائج التغذوية في السياسات/التخطيط.	التخصيص والأدوات القائمة على السوق؛ اتحادات مستخدمي المياه.	مشاركة المجتمع المحلي؛ المؤسسات العرفية أو مؤسسات السكان الأصليين؛ منظمات الرعاة.	مشاركة المجتمع المحلي؛ نهج الإدارة المتكاملة لمستجمعات المياه.
تجارة المياه الافتراضية	تجارة المياه الافتراضية	تجارة المياه الافتراضية	تجارة المياه الافتراضية
النظم المتكاملة (مثل نظم تربية الأسماك في حقول الأرز والاستزراع النباتي والسمكي) التي تسمح بإعادة استخدام المياه.	إعادة استخدام المياه وتحليلها؛ النظم المتكاملة (مثل نظم تربية الأسماك في حقول الأرز والاستزراع النباتي والسمكي).	استخدام المياه من مصادر بديلة لإنتاج العلف وإرواء الحيوانات/السقي.	-
الحلول المستمدة من الطبيعة لتحسين الخدمات البيئية والخدمات المتصلة بالتنوع البيولوجي	الحلول المستمدة من الطبيعة	الحلول المستمدة من الطبيعة	الحلول المستمدة من الطبيعة

ملاحظة: يظهر الجدول ألف-2 في الملحق الإحصائي (الصفحة 138) توزيع عدد الهكتارات بحسب البلد وموجب كل نظام للإنتاج الزراعي والثروة الحيوانية الذي يواجه شحاً حاداً في المياه. المصدر: منظمة الأغذية والزراعة.

« المؤسسة؛ وبناء القدرات؛ والمالية؛ وإدارة المعارف، والعلوم، والتكنولوجيا والبحوث، والتوعية؛ والتعاون الإقليمي والدولي؛ ومشاركة أصحاب المصلحة وشمولهم؛ والتقييم.⁷²»

تحسين إدارة المياه في نظم إنتاج الثروة الحيوانية

يختبر نحو 15 في المائة (656 مليون هكتار) من إجمالي مساحة المراعي الممتدة على 4.6 مليارات هكتار، موجات متواترة من الجفاف الحاد تتراوح بين شديدة وشديدة للغاية. ويُعتبر قطاع الثروة الحيوانية في الأساس مستخدمًا رئيسيًا للموارد الطبيعية من قبيل الأراضي (وإن كانت في العادة أراضٍ هامشية لا يملك إنتاج المحاصيل فيها مقومات البقاء)، والمياه من خلال العلف والرعي البعل. وينبغي أن يكون استخدام المياه للثروة الحيوانية جزءًا لا يتجزأ من إدارة الموارد المائية الزراعية، مع مراعاة نظام الإنتاج (مثلًا، النظام القائم على الأراضي العشبية، والنظام المختلط للمحاصيل والثروة الحيوانية، أو النظام غير القائم على الأراضي) والحجم (النظام المكثف أو المتسح)، وأنواع الثروة الحيوانية وسلالاتها، والجوانب الاجتماعية والثقافية لتربية الماشية في مختلف البلدان.⁷³ ولتحسين المعطيات الخاصة بالطلب على المياه العذبة في إقليم معين، وتعزيز أداء فرادى المزارع وسلسلة الإمدادات برمتها، يتعين على أصحاب المصلحة إجراء محاسبة مائية سليمة وشفافة، تأخذ في الحسبان المناخ، والممارسات الزراعية، واستخدام العلف. وأنشأت منظمة الأغذية والزراعة لهذه الغاية الشراكة من أجل تقييم وأداء الثروة الحيوانية على الصعيد البيئي في عام 2012 لتحسين الاستدامة البيئية للثروة الحيوانية، بما في ذلك الاستخدام الأمثل للمياه، وبغرض تحديد الفرص من أجل تحسين الإنتاجية المائية للثروة الحيوانية (أنظر الفصل الرابع).⁷³ ويمكن لنظم الرصد أن تجري تقييمًا للمياه والعلف في الأراضي الجافة من أجل تحسين نظم الإنذار المبكر وإرشاد الاستراتيجيات الإنمائية.

وبالنظر إلى أن معظم استهلاك الثروة الحيوانية للمياه مرتبط بالعلف، تُعتبر زيادة إنتاجية مياه المحاصيل محورية لتحسين الأداء البيئي لإنتاج الثروة الحيوانية المتصل بالمياه.⁷³ وتتسم إدارة المياه لأغراض الزراعة البعلية والمروية المذكورة في الفصول السابقة واللاحقة بأهمية كبرى. وتشمل الخيارات الحاسمة الأخرى تحسين أصناف البذور ونظم الزراعة للمحاصيل العلفية الخضراء والجافة، وتوجيه الإعانات لتشجيع استخدام مخلفات المحاصيل والمشتقات من قبيل علف الحيوانات. وتُخصص إعانات مهمة أخرى لاستعادة النظم الإيكولوجية للمراعي

وإدارتها المستدامة وحفظها. وبعيدًا عن إنتاج الأعلاف، تذهب أغلبية الموارد المائية في تربية الثروة الحيوانية إلى الشرب. ويعرض الفصل الثالث عدّة ممارسات لإدارة المياه تهدف إلى تقليص القدر المطلوب من مياه الشرب المخصصة للماشية. ويُعتبر تحسين صحة الحيوان سبيلًا مهمًا لرفع مستوى الإنتاج الشامل، وبالتالي إنتاجية المياه، بحيث تستخدم الحيوانات العلف والموارد المائية الأخرى بفعالية أكبر.⁷³ وفي غياب إمكانية الوصول إلى المياه، ينبغي تعزيز جهود تحسين البنية التحتية (كآبار الأنبوبية مثلًا)، والحفاظ على ممارسة جمع المياه التقليدية، ونظم حفظ المياه والري (من قبيل القنوات والمصطبات والآبار). وسوف يساهم تطوير التكنولوجيات المتكثرة لإدارة الرعي المكثف (على غرار المضخات والخزانات المتنقلة) في تكميل هذه الاستراتيجية.

وبرزت مؤخرًا ابتكارات عملية في نظم الإنتاج المتكاملة تسخر أوجه التآزر بين المحاصيل، والثروة الحيوانية، والحراثة الزراعية، وتضمن الاستدامة الاقتصادية والإيكولوجية، فيما توفر خدمات النظم الإيكولوجية.⁷⁴ وثمة سبل متعددة لتحقيق هذا التكامل. فهو يمكن أن يتم في المزرعة وكذلك على صعيد منطقة واسعة، متضمنًا بعض أشكال التخصص. وسيحتاج ذلك إلى إرادة سياسية ودعم السياسات والمؤسسات من أجل اعتماد الابتكارات والممارسات المرتبطة بنظم المحاصيل والثروة الحيوانية الواعدة لتحقيق الأمن الغذائي والتغذية. ويتعين على الحكومات أن تعزز أيضًا الترابط بين أسواق المدخلات والمخرجات الخاصة بهذه النظم، وسلاسل إمدادات المدخلات والمخرجات والموردين من القطاعين العام والخاص لنظم الإنتاج والأسواق المختلفة.

ويتوقف النهوض بهذا المسعى بصورة ناجحة أيضًا على منظمات المزارعين القوية، وتمكين المجتمعات المحلية، والنهج المتعددة أصحاب المصلحة وتلك المشتركة بين المؤسسات. ويقتضي ذلك تبادل المعارف، وتنمية القدرات، وإجراء بحوث تكيفية ومتعددة التخصصات ذات صلة.⁷⁴ وتشمل الأمثلة المدارس الميدانية للمزارعين وأندية المزارعين.

تحسين إدارة المياه في المناطق المروية

كما هي الحال في النظم البعلية، تتوفر عدّة خيارات للتخفيف من ندرة المياه في الزراعة المروية. ومن شأن ما يربو على 275 مليون هكتار من أراضي المحاصيل المروية أن يستفيد من تحسين إدارة المياه على صعيد العالم. ويُعتبر اتخاذ إجراءات بشأن المساحة البالغة 171

المربح والواسع النطاق و 7 ملايين هكتار من الري الصغير النطاق في أفريقيا، مع معدّل داخلي أعلى من العائدات لنظم الأفراد والنظم التي تديرها المجتمعات الزراعية.⁷⁹ وكشفت دراسة أخرى أيضًا عن إمكانية أكبر حتى لتوسيع الري المربح والصغير النطاق في أفريقيا جنوب الصحراء، مع قدرة قد تصل إلى 30 مليون هكتار من المضخات التي تعمل بواسطة محركات. ويمكن لهذا التوسّع أن يعود بالفائدة على أكثر من 350 مليون نسمة من سكان الأرياف.⁸⁰ وبالنظر إلى أنّ الكثير من البلدان يعتمد على مصادب الأسمك الداخلية لتحقيق الأمن الغذائي والتغذية، وهو بالتالي مهدد جزاء هذا النوع من التكثيف، من الأهمية بمكان اعتماد نهج أشمل بهدف التعويض عن بعض من هذه الآثار السلبية أو التخفيف من وطأتها.

وتشمل أولويات الاستثمار في الري، خارج إطار التوسّع، إعادة تأهيل النظم القديمة والبالية، وتحديث النظم الحالية بغرض تحسين الرقابة على المياه وإنتاجية استخدام الموارد المائية. وقد ينطوي ذلك على استثمارات في تكنولوجيا الري المتقدمة لرفع مستوى إنتاجية المحاصيل نسبة إلى المياه، أو خفض الاستعمال الاستهلاكي للمياه عن طريق التقليل من النتح التبخري إلى أدنى حدّ. وتشمل خيارات أخرى إنتاج محاصيل أعلى قيمة بواسطة الري، أو الحدّ من المساحات المزروعة الخاضعة للري. غير أنّ تنفيذ التدبير الأخير يكون عادة أكثر صعوبة وأقل شعبية.¹ ويسمح الاستثمار في الزراعة المحكّمة للمزارعين، حينما يكون ذا جدوى مالية، بتعزيز فعالية الري، والتقليل من الآثار على الحياة البرية والبيئة إلى أدنى حدّ في الوقت عينه. وتعتبر النظم المتكاملة للبيانات والمعلومات من الأنواع الأخرى للبنية التحتية التي تستحق أن تُدرج في سلّم الأولويات، من أجل رصد الموارد المائية والحقوق ذات الصلة. فهي تساعد على إرشاد النظم الفعّالة لتوزيع المياه لضمان استدامة استهلاك الموارد المائية في الأجل الطويل. وستزداد أيضًا أهمية التدابير الآيلة إلى تدعيم الإمدادات من الموارد غير التقليدية - وتحديدًا تحلية المياه المالحة وإعادة استعمال مياه الصرف - ولكنها ستحتاج إلى استثمارات ضخمة.

وحيث يكون رأس المال لازمًا، يمكن لآليات التمويل الجديدة أن ترفع مستوى الاستثمار في إدارة الموارد المائية، لا سيّما في حال تطوير الري. وتعتبر الخيارات من قبيل السندات الخضراء والزرقاء، مصدر تمويل يستحق البحث. ويتمثّل أحد خيارات التمويل الأخرى بمزيج من المنح والقروض التي تكفلها الحكومة ومساهمات من المستفيدين. ويشكّل التمويل المختلط،

مليون هكتار والراحة تحت ضغط شديد إلى شديد للغاية على الموارد المائية، موضوعًا ملهمًا بشكل خاص. فنقطة الانطلاق لأي استراتيجية مستدامة تتسم بالفعالية والكفاءة لمعالجة الضغط على الثروة المائية، وتحسين إدارة الموارد المائية في الزراعة المرورية، ينبغي أن تتمثّل في محاسبة مفصلة للعرض والطلب على المياه. وحين يتمتّع أصحاب المصلحة بفهم معمّق لتوازن الموارد المائية - بما في ذلك الاحتياجات المائية وتلك الخاصة بالنظم الإيكولوجية لكمية المياه وجودتها على مدار السنة - سيكمن التحدي في إدخال نظم واضحة وشفافة للتوزيع. وسوف تحتاج هذه النظم إلى أن توازن الموارد المائية لأغراض إنتاج الأغذية، وتلبية الاحتياجات الأساسية للسكان الفقراء والمعرّضين للمخاطر، وللتدفقات البيئية. وسوف يساعد ذلك تأمين الحقوق الخاصة بالمياه والحصول على خدمات النظم الإيكولوجية ضمن الأحواض المائية وخزانات المياه الجوفية على ضمان الأمن للمستخدمين، وتعزيز الاستخدام الفعّال للمياه، وإتاحة فرص لأسواق المياه. وللتشجيع على الإدارة الناجعة، ينبغي ألا تتخطى الحقوق الإجمالية في المياه الاستخدام الحالي للموارد المائية في الحوض أو في خزان المياه الجوفية. فيمكن فقط في ظلّ ظروف كهذه تصميم تدابير فعّالة لحفظ المياه.

وعلى الرغم من أنّ أي توسّع في نشاط الري ينبغي أن يتمّ بحذر، وكجزء من استراتيجية متكاملة لإدارة الموارد المائية، يتبدّى بوضوح أنّ فقراء الأرياف يمكن أن يستفيدوا بشكل ملحوظ من الري. ففي الهند، حقّق الري أكبر أثر من حيث التخفيف من الفقر في المناطق الريفية من عام 1970 حتى عام 1993، مقارنة مع اعتماد أصناف وافرة الغلات، وتطبيق الأسمدة، وتحسين مستويات القراءة والكتابة في الأرياف، وكثافة الطرق الريفية في 14 ولاية.⁷⁵ وقد أظهرت دراسات أخرى في مالواي وباكستان أنّ الري - إذا ما أدير على نحو جيّد - يمكن أن يخفّف من خطر التقرّم لدى الأطفال، وأنّ يعزّز الأتماط الغذائية المتنوعة في كنف الأسر.^{77,76} وثمة إمكانية كبرى لتوسيع نطاق الري في بعض الأقاليم في العالم. ويتوقّع أن تزداد المساحة المرورية المحصودة، بين عامي 2010 و 2050، بنسبة 12 في المائة في شرق آسيا والمحيط الهادئ، و 35 في المائة في أميركا اللاتينية والبحر الكاريبي، و 22 في المائة في الشرق الأدنى وشمال أفريقيا، و 30 في المائة في جنوب آسيا، وبأكثر من 100 في المائة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى.⁷⁸ وتبرز هذه الإمكانيّة بصورة أوضح حين تتوفّر سياسات ملائمة. وتقدر إحدى الدراسات أنّ هناك إمكانية لما لا يقلّ عن 16 مليون هكتار من الري

الحكومة الرئيسية تنسيق السياسات بين الوكالات الحكومية على مستوى قطاعات الأغذية والمياه والطاقة؛ والتكامل بين السياسات الزراعية وسياسات الموارد المائية في المناطق الحضرية، حيث تبرز منافسة مباشرة على المياه؛ ووجود جمعيات لمستخدمي المياه تتمتع بقدرات وطيدة (مما في ذلك مراقبة الحقوق والخدمات والرسوم المتعلقة بالمياه المحلية)؛ وتنفيذ تدابير القياس والرصد؛ وتعزيز سلطة قانونية واضحة. ولتحاشي الاستخدام المفرط للمياه، ينبغي أن تنظر الاستراتيجيات في إمكانية إلغاء المدفوعات المقرونة بالإنتاج على نحو تدريجي (مثل دعم الأسعار)، بخاصة للمحاصيل التي تتطلب قدرًا وافرًا من المياه، والبدء بالإلغاء التدريجي للإعانات العامة للمياه والطاقة والأسمدة. ويتعين على صانعي السياسات أيضًا إزالة الاختلالات في التجارة الزراعية بهدف تيسير التجارة في السلع الزراعية حيث تمنح المياه المدعومة مزايا نسبية للقطاع.

تحسين إدارة المياه في مصائد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية

تشكل مصائد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية مكونًا قيمًا للنظم الغذائية وهي تضطلع بدور مفيد في الكثير من المبادرات الإنمائية. ويرتبط استخدام قطاع مصائد الأسماك الداخلية للمياه ارتباطًا وثيقًا بحماية النظم الإيكولوجية المائية والحفاظ عليها. وينبغي أن ينظر أي مشروع للتنمية المائية في احتياجات مصائد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية من حيث كمية المياه وجودتها بالدرجة الأولى. وفي حين يمكن للقطاعات الأخرى استخدام الموارد المائية على غرار المياه الجوفية ومياه الأمطار، تواجه مصائد الأسماك الداخلية قيودًا لناعية توفر المياه السطحية. وبالتالي، فإن تقييم مقدار المياه المتوفرة ليس كافيًا في العادة. وتشمل السمات الأخرى ذات الأهمية نفسها موقع الموارد المائية، وديناميكيات تدفقها، وتوافرها، وجودة المياه وملوحتها، وآثار دوافع التغيير والضغط الناجمة عن التصرفات البشرية.⁸⁴ وثمة حاجة إلى إرساء تدفقات بيئية للحفاظ على النظم الإيكولوجية المائية وإدماج عمليات تقييم النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه في إدارة الموارد المائية. ووضعت أغلبية البلدان المرتفعة الدخل وبعض البلدان المنخفضة الدخل أنظمة صارمة بشأن التدفقات البيئية ومعايير جودة المياه،⁸⁵ تساعد على ضمان استدامة مصائد الأسماك وتربية الأحياء المائية. وتشمل أدوات سياساتية أخرى ممتناول الوكالات المعنية بالأحواض والأنهار، تكاليف توزيع المياه لأغراض تربية الأحياء المائية، واستعراض الحوافز

الذي يستخدم من الناحية الاستراتيجية الأموال المخصصة للتنمية أو الأموال العامة لحشد استثمارات خاصة (مثل الصندوق العالمي للمياه) نهجًا واعدًا لتوسيع نطاق التمويل المقدم من القطاع الخاص في البلدان المنخفضة الدخل.⁸¹ وفي تلك البلدان، كان الاستثمار مقتصرًا على المياه الجوفية في المقام الأول، وبدرجة أقل على نظم المياه السطحية التجارية الأصغر نطاقًا. وقد أعاقت عوامل عدة استثمار القطاع الخاص في الري، مما في ذلك عائدات الاستثمار غير المؤكدة أو المتدنية نسبيًا؛ والتدخل السياسي خلال إدارة المشاريع بحيث يحدّد الرسوم على المياه بنسب أدنى من المستويات المستدامة لمستثمري القطاع الخاص أو للقطاعات المصرفية؛ وشواغل الحكومة إزاء احتمال بيع القطاع الخاص المياه للقطاعات الصناعية بمعدلات أعلى من تلك المحددة للمستخدمين الزراعيين أو لموردي المياه المحليين.⁸² وحتى حين تستمر الحكومة في توفير القسط الأكبر من التمويل، يمكن أن يولد استقدام القطاع الخاص عن طريق الشراكات بين القطاعين العام والخاص منافع اقتصادية.⁸³ ولا بد من تصميم العقود بصورة تهدف تحديدًا إلى حماية صغار المزارعين. ويمكن للمدفوعات لقاء الحصول على خدمات النظم الإيكولوجية أن تشكل مصدرًا إضافيًا للتدخلات المتصلة بالمياه. غير أن أيًا من هذه المصادر لم يوفّر حتى الآن تمويلًا مهمًا، لا سيما لأغراض تطوير الري.²⁷

وإلى جانب الاستثمار في نظم الري، لا بد من اختيار المحاصيل والمغذيات على نحو أكثر فاعلية في جميع المناطق المرورية - لا سيما في المناطق التي تشهد ضغطًا شديدًا على الموارد المائية - بما في ذلك تنويع المحاصيل لتشمل تلك الأعلى قيمة والأقل استهلاكًا للمياه (من قبيل الأصناف المقاومة للجفاف)، وذلك من أجل ضمان الاستخدام الأمثل لمياه الري الشحيحة. وتعتبر الزراعة المحافظة على الموارد من أهم الخيارات في مجال الإدارة المتكاملة للمحاصيل لتعزيز الاستخدام الفعال للمياه والمغذيات. وينبغي أن تراعي النظم المتكاملة الأخرى للإدارة إمكانات الزراعة ومصائد الأسماك الداخلية، فضلًا عن متطلبات التدفق البيئي.

ومع زيادة الطلب على المياه، تبرز الحاجة إلى مؤسسات أكثر قوة لضمان التوزيع المنصف للمنافع وصون الخدمات البيئية. ويمكن أن تساعد الإصلاحات في مجال حوكمة المياه على حلّ مشاكل الإنصاف والفعالية المتعلقة بالمياه، لا سيما في المناطق التي تشهد ضغطًا شديدًا على المياه. وبحسب السياق، تشمل إصلاحات

ع للاطلاع على وصف لأشكال التعاقد الأكثر شيوعًا في الشراكة بين القطاعين العام والخاص في قطاع الري، أنظر البنك الدولي. 2017. ⁸³

وفتح هيكلية للسماح للأسماك بالمرور خلال مواسم التكاثر والتفرّق ضمن النظم؛ وإنشاء أراضٍ رطبة تكون بمثابة ملاذ كجزء من الحلول الهندسية المائية الواسعة النطاق لخطط الري الكبرى؛ وتعزيز إدماج تربية الأحياء المائية في الإنتاج القائم للمحاصيل المروية. ولا بدّ من أن تكون الخدمات البيئية محددة التكاليف بالكامل في نظم إنتاج الأغذية، ويجب أن تعكس الإعانات ذلك. وعندها فقط، سيبحث صانعو السياسات إمكانية تغيير السياسات والحوكمة لتعزيز نهج زراعي إيكولوجي.⁸⁶ ■

الاستنتاجات

ستكون إدارة الموارد المائية في الزراعة أساسية لبلوغ الكثير من أهداف التنمية المستدامة المتصلة بفعالية استخدام الموارد، والبيئة، والإنتاج المستدام للأغذية. وقد ركّز هذا الإصدار من تقرير حالة الأغذية والزراعة على مدى مساهمة الزراعة في القيود على المياه، وتأثيرها بها، لا سيّما من خلال التحقيق في حجم المنطقة وعدد السكان الذين يعانون من تواتر الجفاف الحاد والضغط على الموارد المائية. وتمثلت الأهداف في تحديد القيود المختلفة التي قد يواجهها المنتجون نسبة إلى إدارة الموارد المائية، وإسداء توجيهات بشأن الحوكمة والسياسات، وترتيب التدخلات المعروضة في هذا الفصل تبعاً لأولويتها، مع مراعاة التباين في صفوف مستخدمي المياه ضمن قطاع الزراعة (المزارع الكبرى، وصغار المنتجين، والنساء، والرجال، والشعوب الأصلية، والمجتمعات المحلية التقليدية). كما أبرز هذا التقرير أنّ التنافس على الموارد المائية يشهد حدة مع النمو السكاني، والتنمية الاقتصادية، وتغيّر أنماط الاستهلاك، وتدهور جودة المياه، وتغيّر المناخ. ونتيجة لذلك، تتقدّم مسألة إدارة المقايضة بين الأهداف الاقتصادية والبيئية والاجتماعية، وتحقيق التوازن بين مصالح جميع أصحاب الشأن في الموارد المائية، في سلم جدول أعمال السياسات. فالضغوط المتنامية على الموارد المائية ستعطي الأفضلية لأنظمة التوزيع الحسنة الأداء في ظل مجموعة من الظروف والقادرة على التكيف مع الأحوال المتغيّرة بأدنى تكلفة.⁸⁷ وسوف تتأثر كفاءة أي سياسة لإدارة المياه بالتشردم والخصومة بين المنظمات؛ وتعّد أنظمة حيازة الأراضي والمياه؛ وعلاقات القوّة التي تقوم عليها المؤسسات الحالية؛ والتضارب في المصالح؛ والحصول على البيانات والمعلومات واستخدامها.

والسياسات المتعلقة بتكنولوجيات توفير المياه لتحديد النواتج التي تؤثر على مصائد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية، بالإضافة إلى النواتج التغذوية. ويمكن أن يساهم توسيع نطاق المشاورات مع أصحاب المصلحة بشأن إدارة المياه لتشمل مصائد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية في ضمان عملية متوازنة لاتخاذ القرارات بخصوص الخطط المائية. وتشمل الأمثلة إشراك خبراء مائيين في إعادة تأهيل خطط الري القديمة أو وضع خطط جديدة.

وغالبًا ما تكون النزاعات على المياه لأغراض الري والمياه المخصصة للمصائد الداخلية وتربية الأحياء المائية صعبة الحل، بفعل اختلاف احتياجات الأسماك والمحاصيل من المياه.⁸⁵ بيد أنّ التخطيط السليم واعتماد نهج كلي للتنمية والاستزراع والمصائد يمكن أن يخفف من وطأتها. فمن الأهمية مكان النظر أولاً في أوجه المقايضة بين استخدام المياه للمحاصيل في الحقول ومصائد الأسماك وتربية الأحياء المائية، واستطلاع الحلول المتكاملة المحتملة التي تتيح تعظيم النواتج، لا سيّما مع منافع تغذوية لأصحاب المصلحة المهمشين والأكثر فقراً. وتعتبر نظم الأرز التي تدمج تربية الأحياء المائية في إنتاج المحاصيل المروية القائمة أو في المسطحات المائية الكائنة في موقع مشترك أمثلة ممتازة عن إمكانية التعايش بين نشاطين اثنين. وتثبت حالات عديدة الأثر الإيجابي للأسماك على محاصيل الأرز، مع حاجة أقل إلى مبيدات الآفات والأسمدة.

وفي النظم البعلية، يمكن أن يولّد أيضاً إدماج مصائد الأسماك وتربية الأحياء المائية حالات ترضي الجميع. وتتضمّن النهج المتكاملة: (1) تشجيع تكنولوجيات جمع المياه (مثل البرك الصغيرة) التي تتيح التنوع في المزرعة وتوفير محاصيل مكملّة، من قبيل الأسماك، والبستنة، والثروة الحيوانية؛ (2) وإرساء مناطق ملاذ ضمن نظم الأرز البعلية لدعم التنوع البيولوجي المائي وتشجيعه؛ (3) وإنشاء وتعزيز نظم اجتماعية قائمة على المجتمعات المحلية لصون النظم الإيكولوجية المرتبطة بالمياه؛ (4) والنظر في السهول الفيضية من زاوية تاريخية لإعادة ربط النظم عبر الحد من العراقيل، من قبيل تلك الناجمة عن الطرق السالكة في جميع الظروف الجوية (مثل قنوات التصريف) أو الحواجز الصغيرة.

ويتعيّن على صانعي السياسات أيضاً أن ينظروا في الحلول القائمة على الطبيعة كسبيل لحماية الموارد الطبيعية وتحسين حالة النظم الإيكولوجية المرتبطة بالمياه وجودتها. وتشمل الخيارات تأهيل قنوات المياه عبر الحواجز والمخانات التي أنشأتها هيكلية إدارة المياه؛ وإدارة التدفقات

السياسية. ويتمثل أحد الاحتمالات الأخرى في الاعتماد على مصادر بديلة للمياه، من قبيل تحلية المياه المالحة وإعادة استخدام المياه، أو إدارة الطلب على الموارد المائية بعناية أكبر من خلال المزج بين التدخلات. ولا بد من استثمار جهود إضافية في تطوير أدوات وابتكارات تكنولوجية لتحسين المعلومات والبيانات بشأن الموارد المائية والزراعة، فضلاً عن أوجه التفاعل والمقايضة، عبر توفير نماذج من أجل استطلاع مسارات مستقبلية واستجابات سياساتية مثل تضمين التوازن بين الأهداف الاقتصادية والبيئية والاجتماعية. ويجب أن تكمل الابتكارات في مجال الحوكمة هذه الجهود بما يؤدي إلى تحول رئيسي للنظام الغذائي الحالي والنماذج المائية لتسريع التقدم باتجاه التنمية المستدامة التي لا تترك أحدًا يتخلف عن الركب. ■

وإلى جانب الموضوع الرئيسي للتقرير، تبرز مواضيع متصلة بالمياه على قدر كبير من الأهمية ولكن لم تُنحَ إمكانية تغطيتها بصورة معمّقة. وجرى إما التطرّق إلى بعض منها في الفصل الأول - مثل استخدام قطاع تجهيز الأغذية للمياه - أو تناولتها موجزات «تحت المجهر» في نهاية كل فصل. وتشمل المواضيع أهمية مياه الصرف في المناطق الريفية، والإصحاح والنظافة، وتلوّث المياه، والملوحة، كونها ترتبط بالزراعة، فضلاً عن الفيضانات والصرف وتأثيرها على الزراعة. ويستحق كل من هذه المواضيع فضلاً مستقلاً لبحثه.

ولا بدّ من معالجة نقص المياه وندرته على نحو مشترك بين القطاعات وعلى مستوى الأحواض، مع أنّ الزراعة هي أكبر مستخدم للمياه على الصعيد العالمي، حيث تستفيد من زهاء ثلاثة أرباع جميع عمليات سحب المياه، وبالتالي فهي المفتاح لمعالجة هذه القضايا. ومن الأهمية بمكان، اليوم أكثر من أي وقت مضى، اعتماد نهج متكامل يأخذ في الحسبان الموارد المائية المتوفرة على امتداد مستجمعات المياه، كدليل على كيفية استخدام مختلف أصحاب المصلحة لها، ولضمان وظائف النظم الإيكولوجية. وينبغي تحسين التكامل على مستوى سائر القطاعات الفرعية في الزراعة - بما في ذلك المناطق المروية والبعليّة، والغابات، ومصايد الأسماك الداخلية وتربية الأحياء المائية - بحيث تكون خطة 2030 للتنمية المستدامة منطلقاً لحوار شامل ومتعدد التخصصات ولازم لإدارة الموارد المائية على نحو فعّال ومنصف ومستدام.

ومن أبرز ما خلص إليه تقرير حالة الأغذية والزراعة لعام 2020 أنّ 1.2 مليار نسمة يعيشون في مناطق مروية تعاني من شحّ شديد في المياه أو في مناطق بعليّة متأثرة جزاءً النقص الحاد في الموارد المائية، وأنّ 520 مليون نسمة منهم يعيشون في المناطق الريفية. ويتأثر واحد من أصل ستة أشخاص على الكوكب بالتحديات البالغة المتصلة بالمياه - أي نحو 15 في المائة من سكان الأرياف في العالم. ويستدعي الطابع الملح للتلاقي بين الطلب المتزايد على المياه وتقلب المتساقطات بفعل تغيّر المناخ، التحرك بحسب الأولويات المشار إليها في هذا التقرير. وينبغي أن تحفز السياسات الاستثمار في زيادة إنتاجية المياه بالتلازم مع توزيعها على نحو يوازن الإنتاجية مع الحصول على المياه بشكل منصف وشامل، ومع متطلبات التدفقات البيئية. وسوف يترتب عن ذلك إصلاح سياسات الدعم، مما في ذلك القطاعات الأخرى ذات الصلة، التي أفضت إلى استخدام المياه بصورة غير فعّالة. وفي الكثير من الحالات، سيحتاج توزيع المياه إلى إصلاح، وهذا مسار قد يكون محفوفاً بالتحديات من الناحية

الملحق الفني

إخلاء المسؤولية بالنسبة إلى تخوم الخرائط

بالنسبة إلى الشكل ألف في الفصل الأول، والأشكال 5-7 في الفصل الثاني والشكل 17 في الفصل الثالث، إضافة إلى الأشكال ألف-1 وألف-3 في الملحق الإحصائي، تسري إخلاءات المسؤولية التالية بالنسبة إلى تخوم الخرائط:

لم تحدد بعد التخوم النهائية بين جمهورية السودان وجمهورية جنوب السودان. وتمثل الخطوط المنقطعة بصورة تقريبية خط المراقبة في جامو وكشمير المتفق عليه بين الهند وباكستان. ولم يتم بعد الاتفاق على الوضع النهائي لجامو وكشمير من جانب الطرفين. وهناك نزاع قائم بين حكومة الأرجنتين وحكومة المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية حول السيادة على جزر فوكلاند (مالفيناس). والتخوم المبينة على هذه الخارطة لا تعبر عن أي رأي كان من جانب المنظمة حول الوضع القانوني لأي من البلدان أو الأراضي أو المدن أو المناطق أو سلطاتها أو بشأن تحديد حدودها أو تخومها. وتمثل الخطوط المخططة على الخرائط الحدود التقريبية التي قد لا يكون هناك بعد اتفاق تام حولها.

المنهجية المستخدمة في الإطار 13

يستند إطار العمل الخاص بوضع النماذج المستخدم في الإطار 13 (الصفحة 68) إلى Rosegrant (2020)¹. وقد جرى تقدير حصة الأراضي الزراعية التي زادت غلتها بفضل اعتماد التكنولوجيات وممارسات الإدارة، باستخدام امتداد التحليل الوارد في Rosegrant وآخرين، (2014)². وعلى وجه التحديد، استخدم نموذج المحاصيل التابع لـ«نظام دعم اتخاذ القرارات من أجل نقل التكنولوجيا الزراعية» (DSSAT) من أجل محاكاة التغييرات في

غلات الذرة والأرز والقمح ضمن النظامين البعلوي والمروحي، تبعاً، مقارنةً بسيناريو بقاء الأمور على حالها. ثم أدخلت نتائج هذا النموذج في سلسلة من مجموعات البيانات على النطاق العالمي، بما فيها «نموذج تخصيص الإنتاج المكاني» (SPAM) التابع للمعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية (أنظر الإطار 7 في الصفحة 36 للاطلاع على وصف له)، ترسم خرائط للتوزيع العالمي للمحاصيل والغلات فضلاً عن السيناريوهات المناخية العالمية وبيانات التربة. ثم تم تجميع تحسينات غلات المحاصيل على أساس مرجح بحسب المناطق للبلدان والأقاليم. وقد وُضعت نماذج سيناريو تغير المناخ ألف-1-باء الوارد في تقرير التقييم الرابع للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ،³ باستخدام النموذج الذي طورته منظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية.

وفي ما يتعلق بتوسيع الري والاستثمار فيه، تم توقع الزيادات في المساحات المروية في الأراضي البعلية الحالية حتى عام 2030 بالاستناد إلى التحليل الواردة في Rosegrant وآخرين، (2017)⁴ - باستخدام «النموذج الدولي لتحليل السياسات المتعلقة بالسلع الأساسية الزراعية» (IMPACT) (أنظر أدناه) - وفي Palazzo وآخرين، (2019)، باستخدام سيناريو الدعم العام المعتدل لنموذج إدارة المحيط الحيوي العالمي (GLOBIOM)⁵. وبالنسبة إلى هذا الأخير، تم استدلال نتائج عام 2030 بناءً على نتائج عام 2050. واستندت البيانات المتعلقة بمعدلات الاستثمار، من أجل إعادة تأهيل شبكات الري وعصرنتها، إلى Rosegrant وآخرين، (2017)⁴. وارتكزت الحدود القصوى للاعتماد العالمي للأراضي الزراعية على الجدول 3-3 في Rosegrant وآخرين، (2014)، في حين أن الزيادات الإقليمية للغلال بحسب نظام الإنتاج، قد استندت إلى الأشكال 4-7 إلى 4-11. ولمعرفة مزيد من التفاصيل بشأن نتائج وضع النماذج، أنظر Rosegrant (2020)¹.

النموذج الدولي لتحليل السياسات المتعلقة بالسلع الأساسية الزراعية (IMPACT)

وُضع هذا النموذج من قبل المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية في مطلع التسعينيات من القرن الماضي. وقد استُخدم لدراسة التأثيرات المترتبة على السيناريوهات البديلة للاستثمار في البحث والتطوير الزراعيين، والسياسات الغذائية، والسكان، ونمو الدخل، على المعروض من الغذاء والطلب عليه في الأمد البعيد². ويستخدم النموذج معادلات خطية وغير خطية من أجل وضع قيمة تقريبية للعلاقات الأساسية بين الإنتاج والطلب في القطاع الزراعي حول العالم. وهو يفصل إنتاج الأغذية واستهلاكها في العالم على 115 بلدًا ومجموعة إقليمية و 126 حوضًا مائيًا. وفي ما خص هذه الدراسة، استندت الزيادات المتوقعة للري إلى الاتجاهات الأخيرة في المساحات المروية والاستثمار، وإلى إمكانية التوسع على أساس توافر المياه في مختلف أحواض الأنهار، مع تأثيرات مرتدة بمرور الوقت نابعة من التغيرات في أسعار الغذاء التي تؤثر في الربحية. وللحصول على وصف أوفى عن النسخة الأخيرة للنموذج، انظر Robinson وآخرين، (2015).⁶

المنهجية المستخدمة لحساب البيانات الجغرافية المكانية وبيانات الجداول

بغية رسم خريطة لنقص المياه وشحها في النظم الإنتاجية المختلفة، وقياس عدد الهكتارات وعدد الأشخاص الذين يعيشون في مناطق زراعية تعاني قيودًا على الموارد المائية، اعتمد هذا التقرير على ست مجموعات بيانات مختلفة هي: (1) منهجية المناطق الزراعية الإيكولوجية العالمية (GAEZ)؛⁷ (2) ونموذج تخصيص الإنتاج المكاني (SPAM)؛⁸ (3) والتواتر التاريخي للجفاف لنظام مؤشر الإجهاد في الزراعة (ASIS)؛⁹ (4) ومؤشر هدف التنمية المستدامة 2-4-6 بشأن مستوى الإجهاد المائي؛¹⁰ (5) ومساهمة قطاع الزراعة في مستوى الإجهاد المائي؛¹¹ (6) وشبكة الطبقات السكانية للمستوطنات البشرية العالمية (GHS)، بحسب Schiavina وآخرين، (2019).¹² وتوفر المنصة الأرضية الفضائية التابعة لمبادرة العمل يدًا بيد لمنظمة الأغذية والزراعة - وهي منفعة رقمية عمومية لخلق خرائط بيانات تفاعلية وتحليل الاتجاهات وتحديد الفجوات والفرص في الوقت الفعلي - وصولاً مفتوحاً لمجموعات البيانات الكورية أعلاه.¹³

وضع خرائط الأراضي الزراعية البعلية والمروية والمراعي

استنادًا إلى المناطق الزراعية الإيكولوجية

العالمية، استُخدمت ثلاث طبقات من الكسور كبيانات مرجعية للتحقق من مستوى نقص المياه وشحها في مناطق مختلفة من العالم وفي مختلف نظم الإنتاج الزراعي وهي: (1) طبقة الأراضي الزراعية البعلية؛ (2) وطبقة المروج والغابات - التي تشمل المروج والمساحات المغطاة بالجنابات والنباتات العشبية - لدرس تواتر الجفاف في الأراضي الزراعية البعلية والمراعي، على التوالي؛ (3) وطبقة الأراضي الزراعية المروية من أجل درس مستوى الإجهاد المائي في المناطق المروية. وقد جرى تمييز الأراضي الزراعية البعلية بين الأراضي ذات الإنتاج الكثير المدخلات والأراضي ذات الإنتاج القليل المدخلات بالاستناد إلى النسب المستخلصة من نموذج تخصيص الإنتاج المكاني.¹⁴ ويميّز هذا الأخير إنتاج المحاصيل البعلية، بين الإنتاج الكثير المدخلات والإنتاج القليل المدخلات، وإنتاج الكفاف؛ ولكن لأغراض هذا التقرير، تم دمج فئة الأراضي الزراعية للكفاف مع فئة الإنتاج القليل المدخلات.

رسم خرائط وتيرة الجفاف في المناطق البعلية وقياسها كمياً

استُخدم مؤشر التواتر التاريخي للجفاف من أجل رسم خريطة نقص المياه في الأراضي الزراعية البعلية والمراعي (الشكلان 5 و 6، الصفحتان 28 و 29)، وتحديد عدد الهكتارات وعدد السكان المعرضين للجفاف (الجدولان ألف-1 وألف-2 في الملحق الإحصائي، الصفحات 132-134). كما يميّز الجدولان ألف-1 وألف-2 في الملحق الإحصائي الأراضي الزراعية البعلية بين أراضٍ كثيرة المدخلات وأراضٍ قليلة المدخلات. ويتضمن مؤشر الجفاف العالمي هذا موسمين اثنين لزراعة المحاصيل، وقد تم دمجها عبر اختيار الموسم الأعلى قيمة بينهما في ما خص التواتر التاريخي للجفاف. ولدى توفر موسم واحد فقط، استُخدمت تلك القيمة المنفردة. أما وحدات البكسل التي لا تحتوي على أي موسم، وبالتالي من دون أن يُنسب إليها أي تواتر للجفاف، فتعتبر أنها «من دون بيانات» في الجداول الإحصائية، و«من دون موسم» في الأشكال 5 و 6 وألف-1 وألف-2. وفي الشكلين 5 و 6 تشير عبارة «لا بيانات» إلى وحدات البكسل التي لم يتح بشأنها أي مستوى من الجفاف رغم وجود أراضٍ زراعية ومراعٍ، تبعًا، بموجب نموذج المناطق الزراعية الإيكولوجية العالمية.

وقد جرت مواءمة المؤشر من حيث النطاق والدقة المكانية مع مستويات الكسور لمنهجية المناطق الزراعية الإيكولوجية العالمية وأعيد تصنيفه كالتالي: متدن - حين يكون احتمال الجفاف الحاد الذي يطال الأرض الزراعية/المراعي أقل من 10 في المائة ومعادل

ومتوسطة عندما تتراوح بين 12.5 و 25 في المائة؛
ومرتفعة عندما تتراوح بين 25 و 50 في المائة؛
ومرتفعة للغاية عندما تفوق 50 في المائة.

السكان الذين يعيشون في مناطق تعاني من قيود على المياه

جرى تعديل عينات طبقة السكان بحسب Schi-avina وآخرين، (2019)¹² وتكييفها باستبعاد المستوطنات التي يفوق عدد سكانها العشرين ألف نسمة. واستُخدمت سلسلة القرارات التالية لتحديد عدد الأشخاص الذين يعيشون في مناطق زراعية تعاني من قيود على المياه: (1) الأشخاص الذين يعيشون في مناطق بعليّة معرضة لوتيرة جفاف عالية للغاية وكذلك الأشخاص الذين يعيشون في مناطق مروية معرضة لإجهاد مائي مرتفع للغاية؛ (2) والأشخاص الذين يعيشون في مناطق بعليّة معرضة لتواتر الجفاف المرتفع للغاية أو الأشخاص الذين يعيشون في مناطق مروية معرضة لإجهاد مائي مرتفع للغاية. وقد تم حساب طبقتين أخرتين وفقاً للمنطق عينه، ولكن مع وضع الأشخاص الذين يعيشون في مناطق ذات معدلات مرتفعة (بدلاً من مرتفعة جداً) من القيود على المياه في الحسبان، وقد استُخدم نهج مماثل لتقدير عدد الهكتارات لهذه المناطق نفسها عن طريق جمع النسب الكسرية لوحداث البكسل. وترد النتائج في الجدولين ألف-1 وألف-2 في الملحق الإحصائي.

له؛ ومتوسط - عندما يتراوح بين 10 و 20 في المائة؛
ومرتفع - عندما يتراوح بين 20 و 30 في المائة، ومرتفع
للغاية - عندما يتخطى 30 في المائة.

وضع خرائط للإجهاد المائي في المناطق المروية وتحديد كمياته

استُخدم المؤشر 2-4-6-6 لأهداف التنمية المستدامة المتعلق بالضغط على المياه على مستوى الأحواض لرسم خرائط لندرة المياه في المناطق المروية (الشكل 7، الصفحة 30)، ولتحديد عدد الهكتارات وعدد الأشخاص الذين يعانون من الإجهاد المائي (الجدولان ألف-1 وألف-2). وتبين الأشكال 8 (الصفحة 31) وألف-3 وألف-4 (الصفحة 146) بشكل أوضح خريطة لمساهمة قطاع الزراعة في الإجهاد المائي، ومستويات الإجهاد المائي على مستوى البلد والحوض، على التوالي. كما تمت مواءمة البيانات الخاصة بالمؤشر 2-4-6 مع طبقات الكسور لمنهجية المناطق الزراعية الإيكولوجية العالمية (GAEZ)، وأعيد تصنيفها كالتالي: لا إجهاد مائي - حين تكون حصة سحب المياه في القطاعات كلها أقل من 25 في المائة أو معادلة لها؛ ومتوسطة عندما تتراوح بين 25 و 50 في المائة؛ ومرتفعة عندما تتراوح بين 50 و 100 في المائة؛ ومرتفعة جداً عندما تتخطى 100 في المائة. وعلى نحو مماثل، بالنسبة إلى مساهمة القطاع الزراعي، جرت مواءمة البيانات على النحو التالي: لا إجهاد مائي عندما تكون نسبة سحب المياه الزراعية أقل من 12.5 في المائة أو معادلة لها؛

الملحق الإحصائي

ملاحظات على الملحق الإحصائي

المفتاح

Nelson, A., Weiss, و (a71f-4062-830b-43c9f432370f; (6 Koo, و D.J., van Etten, J., Cattaneo, A., McMenomy, T.S 2019, J., مجموعة من مؤشرات الوصول العالمية. بيانات علمية، (1):266.

تُستخدم الاصطلاحات التالية في الجداول الواردة في هذا الملحق:

0 أو 0.0 = لا شيء أو لا شيء يُذكر

- = لا ينطبق

تشير المجموعة الأولى أي - المساحات البعلية التي تتسم بتواتر مرتفع للغاية للجفاف والمساحات المروية التي تعاني من الإجهاد المائي المرتفع للغاية - إلى ما يلي: (1) عدد الهكتارات (بالآلاف) التي تتأثر بتواتر الجفاف المرتفع للغاية في الأراضي الزراعية البعلية أو المراعي، وكذلك بالإجهاد المائي المرتفع للغاية في المساحات المروية؛ (2) وعدد الأشخاص (بالآلاف) الذين يعيشون في المناطق الريفية أو الحضرية التي تتسم بتواتر مرتفع للغاية للجفاف في المساحات البعلية وكذلك بالإجهاد المائي المرتفع للغاية في المساحات المروية. وهي تستبعد المستوطنات التي يزيد عدد سكانها على العشرين ألف نسمة. وتجدر الملاحظة إلى أنه بالنظر إلى حجم وحدات البكسل، فإن المراكز الحضرية الصغيرة أو المناطق المحيطة بالمدن التي تمارس فيها الزراعة، مدرجة في عدد السكان. ولذلك، فإن الشريحة السكانية المدرجة ليست ريفية بحتة.

يمكن الحصول على الأرقام الواردة في الجدولين ألف و 1 وألف 2 انطلاقًا من المصادر الأصلية للبيانات، ثم تبعًا لعمليات إدارة البيانات التي طبقها المؤلفون بواسطة برنامج RStudio. تستخدم النقطة (.) من أجل فصل الأعداد العشرية عن الأعداد الكلية.

ملاحظات فنية

الجدول ألف - 1

الهكتارات والأشخاص الذين يعيشون في مناطق زراعية تشهد نقصًا وشحًا في المياه، موزعة بحسب البلد أو المنطقة.

وتشير المجموعة الثانية أي - المساحات البعلية التي تتسم بتواتر مرتفع للغاية للجفاف أو المساحات المروية التي تعاني من الإجهاد المائي المرتفع للغاية - إلى ما يلي: (1) عدد الهكتارات (بالآلاف) التي تتأثر بتواتر الجفاف المرتفع للغاية في الأراضي الزراعية البعلية أو المراعي، أو بالإجهاد المائي المرتفع للغاية في المساحات المروية؛ (2) وعدد الأشخاص (بالآلاف) الذين يعيشون في المناطق الريفية أو الحضرية التي تتسم بتواتر مرتفع للغاية للجفاف في المناطق البعلية أو بالإجهاد المائي المرتفع للغاية في المساحات المروية. وهي تستبعد المستوطنات التي يزيد عدد سكانها على العشرين ألف نسمة. وكما في المجموعة الأولى، وبسبب حجم وحدات البكسل، ليست الشريحة السكانية المدرجة ريفية بحتة.

المصادر: من إعداد منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى: (1) منظمة الأغذية. 2020. مؤشر أهداف التنمية المستدامة 4-6-2 بشأن الإجهاد المائي؛ (2) منظمة الأغذية والزراعة، 2019. مراقبة الأرض. نظام مؤشر الإجهاد في الزراعة (ASIS): التواتر التاريخي للجفاف الزراعي (1984-2018). في: منظمة الأغذية والزراعة [النسخة الإلكترونية]. [5 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/. [3] giiews/earthobservation/asis/index_1.jsp?type=131; منظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية، 2020. المناطق الزراعية الإيكولوجية العالمية (GAEZ v4.0). لاكسنبورغ والنمسا وروما؛ (4) المعهد الدولي لبحوث سياسات الأغذية، 2019. بيانات إحصاءات إنتاج المحاصيل الموزعة مكانيًا على نطاق العالم لعام 2010، الإصدار 1.0، Harvard Dataverse. في: Harvard Dataverse [النسخة الإلكترونية]. [أقتبست بتاريخ 5 أغسطس/آب 2020]. <https://dataverse.harvard.edu/cita-tion?persistentId=doi:10.7910/DVN/PRFF8V>؛ (5) Schi، Freire، M.، avina، و MacManus، K.، شبكة GHS السكانية المتعددة الفترات (1975-1990-2000-2015)، R2019A. في: المفوضية الأوروبية [النسخة الإلكترونية]. [أقتبست بتاريخ 6 أغسطس/آب 2020]. <http://data.europa.eu/89h/0c6b9751->

وتشير المجموعة الثالثة أي - المساحات البعلية التي تتسم بتواتر مرتفع للجفاف والمساحات المروية التي تعاني من الإجهاد المائي المرتفع - إلى ما يلي: (1) عدد الهكتارات (بالآلاف) التي تتأثر بتواتر الجفاف المرتفع في الأراضي الزراعية البعلية أو المراعي، وكذلك بالإجهاد المائي المرتفع في المساحات المروية؛ (2) وعدد الأشخاص (بالآلاف) الذين يعيشون في المناطق الريفية أو الحضرية التي تتسم بتواتر مرتفع للجفاف في المساحات البعلية والإجهاد المائي الكبير

المرتفع للغاية في المساحات المروية. ويورد العمود «حصة الأراضي الزراعية المروية» نسبة الهكتارات التي تتأثر بالإجهاد المائي المرتفع أو المرتفع للغاية مقارنة بالنطاق الإجمالي للمساحات المروية.

وتشير المجموعة الثانية - الأراضي الزراعية البعلية القليلة المدخلات التي تتسم بالتواتر المرتفع أو المرتفع للغاية للجفاف - إلى عدد الهكتارات (بالآلاف) التي تتأثر بالتواتر المرتفع أو المرتفع للغاية للجفاف في الأراضي الزراعية البعلية ذات الإنتاج القليل المدخلات. ويورد عمود «حصة المساحات البعلية القليلة المدخلات» نسبة الهكتارات التي تتأثر بالتواتر المرتفع أو المرتفع للغاية للجفاف مقارنة بالنطاق الإجمالي للأراضي الزراعية البعلية ذات الإنتاج القليل المدخلات.

وتشير المجموعة الثالثة - الأراضي الزراعية البعلية الكثيرة المدخلات التي تتسم بالتواتر المرتفع أو المرتفع للغاية للجفاف - إلى عدد الهكتارات (بالآلاف) التي تتأثر بالتواتر المرتفع أو المرتفع للغاية للجفاف في الأراضي الزراعية البعلية ذات الإنتاج الكثير المدخلات. ويورد عمود «حصة الأراضي البعلية كثيرة المدخلات» نسبة الهكتارات التي تتأثر بالإجهاد المائي المرتفع أو المرتفع للغاية مقارنة بالنطاق الإجمالي للمساحات الزراعية البعلية الكثيرة المدخلات.

وتشير المجموعة الرابعة - المراعي التي تتسم بالتواتر المرتفع أو المرتفع للغاية للجفاف - إلى عدد الهكتارات (بالآلاف) التي تتأثر بالتواتر المرتفع أو المرتفع للغاية للجفاف في مساحات المراعي البعلية. ويورد عمود «حصة المراعي» نسبة الهكتارات التي تتأثر بالتواتر المرتفع أو المرتفع للغاية للجفاف مقارنة بالنطاق الإجمالي للمراعي.

وتشير المجموعة الخامسة - حصة الأراضي التي لم تتوفر بشأنها بيانات - إلى حصة الأراضي التي لم تتوفر بشأنها بيانات في ما يتصل بالنطاق الإجمالي للمساحات المروية، والأراضي الزراعية البعلية ذات الإنتاج القليل المدخلات، والأراضي الزراعية البعلية ذات الإنتاج الكثير المدخلات، ومساحات المراعي تبعاً.

في المساحات المروية. وهي تستبعد المستوطنات التي يزيد عدد سكانها على العشرين ألف نسمة. وكما في المجموعة الأولى، وبسبب حجم وحدات البكسل، ليست الشريحة السكانية المدرجة ريفية بحتة.

وتشير المجموعة الرابعة أي - المساحات البعلية التي تتسم بتواتر مرتفع للجفاف أو المساحات المروية التي تعاني من الإجهاد المائي المرتفع - إلى ما يلي: (1) عدد الهكتارات (بالآلاف) التي تتأثر بتواتر الجفاف المرتفع في الأراضي الزراعية البعلية أو المراعي، أو بالإجهاد المائي المرتفع في المساحات المروية؛ (2) وعدد الأشخاص (بالآلاف) الذين يعيشون في المناطق الريفية أو الحضرية التي تتسم بتواتر مرتفع للجفاف في المساحات البعلية أو بالإجهاد المائي المرتفع في المساحات المروية. وهي تستبعد المستوطنات التي يزيد عدد سكانها على العشرين ألف نسمة. وكما في المجموعة الأولى، وبسبب حجم وحدات البكسل، ليست الشريحة السكانية المدرجة ريفية بحتة.

الجدول ألف - 2

الهكتارات والحصة من الأراضي بحسب نظام الإنتاج حيث يسجل نقص وشح في المياه، موزعة بحسب البلد أو المنطقة المصادر: من إعداد منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى: (1) منظمة الأغذية. 2020. مؤشر أهداف التنمية المستدامة 2-4-6 بشأن الإجهاد المائي؛ (2) منظمة الأغذية والزراعة، 2019. نظام مؤشر الإجهاد في الزراعة (ASIS): التواتر التاريخي للجفاف الزراعي (2018-1984). في: منظمة الأغذية والزراعة [النسخة الإلكترونية]. [5 أغسطس/آب 2020] www.fao.org/giews/earthobservation/asis/index_1.jsp?type=131؛ (3) منظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية، 2020. المناطق الزراعية الإيكولوجية العالمية (GAEZ v4.0). لأكسنبورغ والنمسا وروما؛ (4) المعهد الدولي لبحوث سياسات الأغذية 2019. بيانات إحصاءات إنتاج المحاصيل الموزعة مكانيًا على نطاق العالم لعام 2010، الإصدار 1.0. Harvard Dataverse. في: Harvard Dataverse [النسخة الإلكترونية]. [اقتبست بتاريخ 5 أغسطس/آب 2020]. <https://dataverse.harvard.edu/citation?persistentId=doi:10.7910/DVN/PRFF8V>

تشير المجموعة الأولى - الأراضي الزراعية المروية التي تعاني من الإجهاد المائي المرتفع أو المرتفع للغاية - إلى عدد الهكتارات (بالآلاف) التي تتأثر بالإجهاد المائي المرتفع أو

الجدول ألف 1
الهكتارات والأشخاص الذين يعيشون في مناطق زراعية تشهد نقصاً وشحاً في المياه،
موزعة بحسب البلد أو المنطقة

البلد/المنطقة	مساحات بعلية تتسم بتواتر مرتفع للغاية للجفاف ⁹			مساحات بعلية تتسم بتواتر مرتفع للغاية للجفاف ⁹			مساحات بعلية تتسم بتواتر مرتفع للغاية للجفاف ⁹			مساحات بعلية تتسم بتواتر مرتفع للغاية للجفاف ⁹		
	مساحات مروية تعاني إجهاداً مائياً مرتفعاً للغاية			مساحات مروية تعاني إجهاداً مائياً مرتفعاً للغاية			مساحات مروية تعاني إجهاداً مائياً مرتفعاً للغاية			مساحات مروية تعاني إجهاداً مائياً مرتفعاً للغاية		
	الهكتارات	عدد السكان	في الريف	الهكتارات	عدد السكان	في الريف	الهكتارات	عدد السكان	في الريف	الهكتارات	عدد السكان	في الريف
على صعيد العالم	8 053	13 727	23 167	340 127	498 187	629 345	53 717	122 747	139 864	552 294	749 572	1 064 280
أفريقيا	484	518	553	110 952	31 832	49 127	2 941	4 842	5 319	158 902	91 156	148 005
أفريقيا الشمالية	483	518	553	3 161	14 352	19 429	1 911	2 753	3 612	22 681	38 039	89 486
الجزائر	206	156	174	1 513	8 955	11 284	257	237	354	3 069	2 792	3 670
جمهورية مصر العربية	0	0	0	100	55	44	6	51	296	3 273	22 189	61 550
ليبيا	101	89	24	606	1 492	2 007	0	0	0	587	587	155
المغرب	13	33	89	381	1 625	2 369	1 109	1 897	1 997	3 874	6 501	9 894
السودان	0	0	0	143	106	48	540	568	964	10 998	5 278	13 484
تونس	164	240	266	418	2 119	3 678	0	0	0	880	692	732
أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى	1	0	0	107 791	17 480	29 698	1 030	2 089	1 707	136 221	53 117	58 519
أفريقيا الشرقية	0	0	0	82 748	14 182	17 009	455	1 364	1 629	17 057	29 677	27 463
بوروندي	0	0	0	0	0	0	5	35	0	6	584	579
جيبوتي	0	0	0	78	11	44	0	0	0	0	0	0
إريتريا	0	0	0	491	102	262	58	9	21	912	261	1 493
إثيوبيا	0	0	0	30 303	3 196	5 046	214	210	1 051	3 711	4 418	12 893
كينيا	0	0	0	32 947	8 071	4 961	12	186	0	2 288	10 977	2 295
مدغشقر	0	0	0	129	204	30	0	0	0	2 573	984	435
موزامبيق	0	0	0	20	7	0	50	142	74	137	488	514
رواندا	0	0	0	32	91	685	24	149	39	264	2 755	1 229
الصومال	0	0	0	16 044	1 436	2 150	0	0	0	719	194	109
جنوب السودان	0	0	0	1 112	33	0	9	0	0	392	235	716
أوغندا	0	0	0	146	152	37	71	623	404	765	3 488	4 623
جمهورية تنزانيا المتحدة	0	0	0	1 445	848	3 769	6	9	40	4 880	5 037	1 505
زامبيا	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	45	1 021
زمبابوي	0	0	0	0	31	27	6	1	0	397	210	52
أفريقيا الوسطى	0	0	0	1 514	196	302	0	0	0	10 514	1 297	6 764
أنغولا	0	0	0	437	6	0	0	0	0	3 341	504	1 275
الكاميرون	0	0	0	1	0	0	0	0	0	313	174	2 378
تشاد	0	0	0	909	67	21	0	0	0	6 689	421	807
الكونغو	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4	0
جمهورية الكونغو الديمقراطية	0	0	0	10	46	0	0	0	0	31	128	2 279
غينيا الاستوائية	0	0	0	97	59	245	0	0	0	69	20	0
غابون	0	0	0	60	16	37	0	0	0	60	16	0
سان تومي وبرنسيبي	0	0	0	1	1	0	0	0	0	10	30	25
أفريقيا الجنوبية	1	0	0	21 986	1 145	1 679	503	710	31	74 277	8 676	5 564
بوتسوانا	0	0	0	1	0	0	167	5	0	48 055	1 044	663
إسواتيني	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	326	62

الجدول ألف 1 (يتبع)

البلد/المنطقة	مساحات بعليّة تتسم بتواتر مرتفع للغاية للجفاف ^و			مساحات بعليّة تتسم بتواتر مرتفع للجفاف ^و			مساحات بعليّة تتسم بتواتر مرتفع للغاية للجفاف ^و			مساحات بعليّة تتسم بتواتر مرتفع للغاية للجفاف ^و		
	مساحات مروية تعاني إجهادًا مائيًا مرتفعًا			مساحات مروية تعاني إجهادًا مائيًا مرتفعًا			مساحات مروية تعاني إجهادًا مائيًا مرتفعًا للغاية			مساحات مروية تعاني إجهادًا مائيًا مرتفعًا للغاية		
	عدد السكان			عدد السكان			عدد السكان			عدد السكان		
	الهكتارات	في الريف	في المدن	الهكتارات	في الريف	في المدن	الهكتارات	في الريف	في المدن	الهكتارات	في الريف	في المدن
بالآلاف			بالآلاف			بالآلاف			بالآلاف			
ليستوتو	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ناميبيا	0	0	0	0	0	74	532	21 620	0	0	0	
جنوب أفريقيا	1	0	0	31	705	336	1 605	612	366	0	0	
أفريقيا الغربية	0	0	0	47	14	72	10 708	1 957	1 543	0	0	
بنن	0	0	0	0	0	0	1 045	142	34	0	0	
بوركينافاسو	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
كوت ديفوار	0	0	0	0	0	0	3 547	158	34	0	0	
غانا	0	0	0	0	0	0	729	408	128	0	0	
غينيا	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
غينيا - بيساو	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	
ليبيريا	0	0	0	0	0	0	689	53	33	0	0	
مالي	0	0	0	0	0	0	0	129	152	0	0	
موريتانيا	0	0	0	46	14	71	24	130	249	0	0	
النيجر	0	0	0	0	0	0	0	1	9	0	0	
نيجيريا	0	0	0	0	0	0	4 381	741	55	0	0	
السنغال	0	0	0	2	1	1	189	192	847	0	0	
سيراليون	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
توغو	0	0	0	0	0	0	102	3	0	0	0	
الأمريكتان	644	206	397	6 827	4 272	10 214	19 435	7 800	29 083	397	206	
أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي	644	206	397	4 726	2 330	3 532	16 907	5 927	22 325	397	206	
الكاريبي	0	0	0	0	0	0	403	171	111	0	0	
أنتيغوا وبربودا	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	
أروبا	0	0	0	0	0	0	0	14	2	0	0	
جزر البهاما	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	
جزر فيرجين البريطانية	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
كوبا	0	0	0	0	0	0	403	47	63	0	0	
الجمهورية الدومينيكية	0	0	0	0	0	0	0	16	5	0	0	
غواديلوب	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
هايتي	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
جامايكا	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	
بورتوريكو	0	0	0	0	0	0	0	67	10	0	0	
سانت كيتس ونيفيس	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ترينيداد وتوباغو	0	0	0	0	0	0	0	24	3	0	0	
جزر فيرجين التابعة للولايات المتحدة	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
أمريكا الوسطى	132	44	42	2 908	1 592	2 196	3 496	1 832	1 621	42	44	
بليز	0	0	0	0	0	0	0	10	5	0	0	
كوستاريكا	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	

الجدول ألف 1 (يتبع)

البلد/ المنطقة	مناطق مرتفعة للغاية للجفاف			مناطق مرتفعة للجفاف			مناطق مرتفعة للغاية للجفاف أو مناطق مرتفعة للغاية			مناطق مرتفعة للجفاف أو مناطق مرتفعة للغاية		
	مناطق مرتفعة للغاية للجفاف			مناطق مرتفعة للجفاف			مناطق مرتفعة للغاية للجفاف أو مناطق مرتفعة للغاية			مناطق مرتفعة للجفاف أو مناطق مرتفعة للغاية		
	مناطق مرتفعة للغاية للجفاف			مناطق مرتفعة للجفاف			مناطق مرتفعة للغاية للجفاف أو مناطق مرتفعة للغاية			مناطق مرتفعة للجفاف أو مناطق مرتفعة للغاية		
	الهكتارات	عدد السكان	في الريف	الهكتارات	عدد السكان	في الريف	الهكتارات	عدد السكان	في الريف	الهكتارات	عدد السكان	في الريف
بالآلاف			بالآلاف			بالآلاف			بالآلاف			
السلفادور	0	12	1	0	0	0	63	19	2	0	0	0
غواتيمالا	0	53	30	0	0	0	0	37	43	0	0	0
هندوراس	0	8	5	0	0	0	0	4	17	0	0	0
المكسيك	27 525	12 366	10 698	2 908	1 592	2 196	3 421	1 747	1 533	42	44	132
نيكاراغوا	0	36	32	0	0	0	0	0	4	0	0	0
بنما	0	8	10	0	0	0	12	15	11	0	0	0
أمريكا الجنوبية	13 299	9 393	49 904	1 818	738	1 336	13 008	3 924	20 593	355	162	512
الأرجنتين	3 230	1 877	29 063	230	171	786	1 039	443	14 967	0	0	0
بوليفيا (دولة متعددة القوميات)	19	264	1 247	0	0	0	10	30	269	0	0	0
البرازيل	965	3 788	14 724	0	0	0	114	259	908	0	0	0
شيلي	0	15	1 302	0	0	0	7 354	1 262	782	355	162	512
كولومبيا	272	208	198	0	0	0	418	153	1 035	0	0	0
إكوادور	62	336	524	0	5	10	197	87	87	0	0	0
غيانا	0	9	8	0	0	0	0	0	1	0	0	0
باراغواي	0	7	75	0	0	0	0	0	2	0	0	0
بيرو	5 736	2 251	1 314	1 588	563	539	2 804	1 372	1 548	0	0	0
أوروغواي	10	9	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
فنزويلا (جمهورية - البوليفارية)	3 005	630	1 359	0	0	0	1 072	318	993	0	0	0
أمريكا الشمالية	52 908	30 053	51 099	2 102	1 941	6 683	2 528	1 873	6 758	0	0	0
كندا	499	434	10 419	0	0	0	0	0	6	0	0	0
غرينلاند	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0
الولايات المتحدة الأمريكية	52 409	29 619	40 680	2 102	1 941	6 683	2 528	1 873	6 731	0	0	0
آسيا	776 446	557 154	171 878	127 696	113 420	40 422	557 364	452 630	71 964	22 217	13 003	6 924
آسيا الوسطى	17 614	17 252	40 129	4 828	8 316	4 640	4 532	7 238	5 218	44	71	167
كازاخستان	4 945	4 560	31 540	688	1 000	1 696	638	378	3 071	0	0	0
قيرغيزستان	2 143	2 422	1 143	563	653	247	0	0	0	0	0	0
طاجيكستان	2 222	2 220	515	349	1 365	527	278	864	12	0	0	0
تركمانستان	112	669	3 291	34	293	255	1 667	2 226	1 418	44	71	167
أوزبكستان	8 192	7 381	3 640	3 194	5 006	1 916	1 948	3 769	716	0	0	0
آسيا الشرقية	227 326	194 497	45 133	15 247	17 507	2 453	146 966	153 247	17 654	6 830	1 516	447
الصين - هونغ كونغ منطقة إدارية خاصة	1 755	84	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
الصين	185 937	176 587	40 272	15 027	17 314	2 394	137 433	151 722	17 466	6 830	1 516	439
جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية	13 591	7 261	1 181	220	193	59	75	32	3	0	0	0
اليابان	6 861	2 011	139	0	0	0	5 545	1 132	72	0	0	0
منغوليا	24	67	2 766	0	0	0	24	89	83	0	0	7
جمهورية كوريا	19 020	8 466	771	0	0	0	1 164	211	22	0	0	0

الجدول ألف 1 (يتبع)

البلد/المنطقة	مساحات بعليّة تتسم بتواتر مرتفع للّجفاف أو مساحات مروية تعاني إجهادًا مائيًا مرتفعًا			مساحات بعليّة تتسم بتواتر مرتفع للّجفاف أو مساحات مروية تعاني إجهادًا مائيًا مرتفعًا			مساحات بعليّة تتسم بتواتر مرتفع للّجفاف أو مساحات مروية تعاني إجهادًا مائيًا مرتفعًا			مساحات بعليّة تتسم بتواتر مرتفع للّجفاف أو مساحات مروية تعاني إجهادًا مائيًا مرتفعًا		
	عدد السكان			عدد السكان			عدد السكان			عدد السكان		
	الهكتارات	في الريف	في المدن	الهكتارات	في الريف	في المدن	الهكتارات	في الريف	في المدن	الهكتارات	في الريف	في المدن
	بالآلاف			بالآلاف			بالآلاف			بالآلاف		
مقاطعة تايوان الصينية	137	21	1	0	0	0	2 725	63	8	0	0	0
جنوب شرق آسيا	24 174	25 488	5 380	1 248	1 619	717	103 878	43 036	4 170	3 003	330	46
بروني دار السلام	0	0	0	0	0	0	0	11	1	0	0	0
كمبوديا	432	1 823	605	0	0	0	103	406	120	0	0	0
إندونيسيا	326	581	212	0	0	0	91 453	37 712	3 255	3 003	330	46
جمهورية لاو الديمقراطية الشعبية	0	23	7	0	0	0	0	1	1	0	0	0
ماليزيا	2	140	28	0	0	0	0	7	17	0	0	0
مياغمار	2 580	2 799	1 094	0	0	0	689	511	84	0	0	0
الفلبين	2 789	2 342	121	0	0	0	649	173	54	0	0	0
سنغافورة	357	7	1	0	0	0	1 368	0	0	0	0	0
تايلند	9 392	10 045	2 418	1 248	1 619	717	2 749	571	70	0	0	0
تيمور- ليشتي	0	0	0	0	0	0	0	275	14	0	0	0
فيت نام	8 297	7 729	895	0	0	0	6 868	3 369	554	0	0	0
آسيا الجنوبية	457 423	289 545	62 419	96 042	78 110	26 417	267 946	230 036	40 617	10 361	10 070	5 918
أفغانستان	3 312	4 906	3 976	3 383	3 915	2 367	9 333	5 970	943	54	328	90
بنغلاديش	76 351	42 425	2 763	8 820	14 328	1 741	0	0	0	0	0	0
بوتان	185	457	36	0	0	0	0	0	8	0	0	0
الهند	352 981	212 554	43 851	79 397	56 852	18 603	158 060	125 751	20 111	5 808	7 153	4 664
إيران (جمهورية - الإسلامية)	11 912	6 607	8 774	4 189	2 643	3 603	25 527	8 399	4 877	4 160	1 989	966
نيبال	8 372	19 565	1 136	5	21	11	0	0	21	0	0	0
باكستان	4 276	2 957	1 790	248	352	93	70 550	79 213	14 125	107	335	146
سري لانكا	32	74	94	0	0	0	4 476	10 702	534	233	265	52
آسيا الغربية	49 910	30 373	18 817	10 330	7 866	6 194	34 040	19 072	4 305	1 978	1 016	347
أرمينيا	1 180	1 339	279	315	94	39	0	0	0	0	0	0
أذربيجان	2 185	2 346	1 304	691	1 205	1 425	1 021	375	269	0	0	0
البحرين	0	0	0	0	0	0	546	54	1	0	0	0
قبرص	363	479	50	53	35	22	0	0	0	0	0	0
جورجيا	93	511	260	137	95	17	0	0	0	0	0	0
العراق	19 632	6 142	3 420	1 166	786	393	1 273	747	107	0	0	0
إسرائيل	4 023	2 116	167	14	13	1	52	21	4	0	0	0
الأردن	1 124	1 336	86	513	236	60	1 932	229	45	0	0	0
الكويت	0	3	2	0	0	0	156	109	4	0	0	0
لبنان	675	1 404	127	1 476	564	146	0	5	1	0	2	1
عمان	0	10	5	0	0	0	1 375	1 664	59	0	0	0
فلسطين	1 858	769	42	32	18	2	0	0	0	0	0	0
قطر	0	0	0	0	0	0	905	304	12	0	0	0
المملكة العربية السعودية	99	137	207	0	0	0	5 726	3 182	1 702	442	444	196

الجدول ألف 1 (يتبع)

البلد/المنطقة	مساحات بعلية تتسم بتواتر مرتفع للغاية للجفاف ⁹			مساحات بعلية تتسم بتواتر مرتفع للجفاف ⁹			مساحات بعلية تتسم بتواتر مرتفع للغاية للجفاف ⁹ أو مساحات مروية تعاني إجهاداً مائياً مرتفعاً			مساحات بعلية تتسم بتواتر مرتفع للغاية للجفاف ⁹			البلد/المنطقة
	عدد السكان			عدد السكان			عدد السكان			عدد السكان			
	الهكتارات			الهكتارات			الهكتارات			الهكتارات			
	في الريف	في المدن	بالآلاف	في الريف	في المدن	بالآلاف	في الريف	في المدن	بالآلاف	في الريف	في المدن	بالآلاف	
الجمهورية العربية السورية	130	484	1 172	584	3 078	4 613	1 004	1 932	1 008	2 027	2 945	1 985	
تركيا	0	0	0	866	496	2 253	3 086	2 889	4 926	10 834	10 780	16 644	
الإمارات العربية المتحدة	0	0	0	269	1 177	3 761	0	0	0	0	0	0	
اليمن	20	86	364	381	7 632	10 428	0	0	0	8	57	48	
أوروبا	0	0	0	889	5 354	3 129	140	214	22	18 060	47 789	45 001	
أوروبا الشرقية	0	0	0	711	170	70	7	0	0	12 789	4 649	4 496	
بلغاريا	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	52	38	
بولندا	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	46	0	
رومانيا	0	0	0	0	0	0	0	0	0	857	1 696	2 075	
الاتحاد الروسي	0	0	0	605	77	0	7	0	0	11 845	2 854	2 383	
أوكرانيا	0	0	0	106	92	70	0	0	0	2	0	0	
أوروبا الشمالية	0	0	0	3	15	0	0	0	0	148	245	794	
الدانمرك	0	0	0	2	12	0	0	0	0	125	185	53	
آيرلندا	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
ليتوانيا	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	
السويد	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	42	112	
المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وآيرلندا الشمالية	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	18	629	
أوروبا الجنوبية	0	0	0	79	195	119	133	214	22	3 948	18 326	14 472	
ألبانيا	0	0	0	4	2	0	0	0	0	72	367	564	
البوسنة والهرسك	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
كرواتيا	0	0	0	2	1	0	0	0	0	5	17	0	
اليونان	0	0	0	1	0	0	0	0	0	173	265	172	
إيطاليا	0	0	0	14	41	100	25	62	22	1 239	9 841	4 918	
مالطة	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17	0	
الجبل الأسود	0	0	0	4	32	0	0	0	0	1	4	0	
مقدونيا الشمالية	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	48	76	
البرتغال	0	0	0	11	65	0	0	0	0	144	735	193	
جزر ماديرا	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	79	20	
سان مارينو	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	
صربيا	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
إسبانيا	0	0	0	43	53	19	108	152	0	2 297	6 929	8 530	
أوروبا الغربية	0	0	0	96	4 975	2 940	0	0	0	1 175	24 569	25 240	
النمسا	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	163	809	
بلجيكا	0	0	0	32	2 912	1 239	0	0	0	8	396	44	
فرنسا	0	0	0	36	1 566	1 402	0	0	0	563	8 374	9 767	
ألمانيا	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	8 171	6 131	
لكسمبرغ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	21	
هولندا	0	0	0	29	498	299	0	0	0	408	6 844	8 106	

الجدول ألف 1 (يتبع)

البلد/المنطقة	مساحات بعليّة تتسم بتواتر مرتفع للجفاف أو مساحات مروية تعاني إجهادًا مائيًا مرتفعًا			مساحات بعليّة تتسم بتواتر مرتفع للجفاف أو مساحات مروية تعاني إجهادًا مائيًا مرتفعًا			مساحات بعليّة تتسم بتواتر مرتفع للغاية للجفاف أو مساحات مروية تعاني إجهادًا مائيًا مرتفعًا للغاية			مساحات بعليّة تتسم بتواتر مرتفع للغاية للجفاف أو مساحات مروية تعاني إجهادًا مائيًا مرتفعًا للغاية		
	عدد السكان			عدد السكان			عدد السكان			عدد السكان		
	الهكتارات			الهكتارات			الهكتارات			الهكتارات		
	في الريف	في المدن	بالآلاف	في الريف	في المدن	بالآلاف	في الريف	في المدن	بالآلاف	في الريف	في المدن	بالآلاف
جزر الأنتيل الهولندية	64	41	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
سويسرا	299	457	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
أوسيانيا	497	621	91 133	0	0	0	290	571	127 239	0	0	0
أستراليا ونيوزيلندا	463	547	90 851	0	0	0	132	532	127 116	0	0	0
أستراليا	463	547	90 851	0	0	0	131	489	127 057	0	0	0
نيوزيلندا	0	0	0	0	0	0	0	43	58	0	0	0
ميلانيزيا	34	74	282	0	0	0	159	38	123	0	0	0
فيجي	0	35	61	0	0	0	0	1	2	0	0	0
كاليدونيا الجديدة	0	10	54	0	0	0	0	1	2	0	0	0
بابوا غينيا الجديدة	34	28	153	0	0	0	159	25	113	0	0	0
جزر سليمان	0	0	0	0	0	0	0	7	2	0	0	0
فانواتو	0	0	14	0	0	0	0	5	5	0	0	0

ملاحظات: لأغراض إحصائية، لا تتضمن البيانات الخاصة بالصين بيانات عن الصين ومنطقة هونغ كونغ الإدارية الخاصة ومقاطعة تايوان الصينية. ولا تتضمن البيانات الخاصة بالبرتغال بيانات عن جزر ماديرا، كما لا تتضمن البيانات الخاصة بهولندا بيانات عن جزر الأنتيل الهولندية.

الجدول ألف 2
الهكتارات والحصّة من الأراضي بحسب نظام الإنتاج حيث يسجل نقص وشحّ في المياه، موزعة بحسب البلد أو المنطقة

البلد/ المنطقة	مساحات زراعية مروية تعاني مستوى مرتفعاً أو مرتفعاً للغاية من الإجهاد المائي		أراض زراعية بتسم معدلات تنسّم منخفضة المدخلات أو مرتفعة المدخلات من الجفاف		أراض زراعية بتسم معدلات تنسّم مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف		مراع تنسّم معدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف		حصّة الأراضي التي لم تتوفر بشأنها أي بيانات			
	الهكتارات	حصّة الأراضي المروية	الهكتارات	حصّة الأراضي المروية	الهكتارات	حصّة الأراضي المروية	الهكتارات	حصّة الأراضي المروية	الهكتارات	الهكتارات	الهكتارات	الهكتارات
	بالآلاف	نسبة مئوية	بالآلاف	نسبة مئوية	بالآلاف	نسبة مئوية	بالآلاف	نسبة مئوية	بالآلاف	بالآلاف	بالآلاف	بالآلاف
على صعيد العالم	170 887	62.0	77 093	14.0	50 708	8.0	655 502	14.2	27.8	1.7	5.3	0.1
أفريقيا	9 560	72.2	12 632	7.5	4 351	12.9	246 735	22.0	28.4	6.6	10.2	0.0
أفريقيا الشمالية	8 068	99.6	2 214	17.2	883	24.5	16 072	19.1	39.2	0.7	3.1	0.0
الجزائر	565	99.9	442	14.6	18	9.9	4 018	28.7	45.1	1.2	1.8	0.1
جمهورية مصر العربية	3 376	100.0	2	45.2	0	0.0	0	0.0	99.8	0.0	0.0	0.0
ليبيا	462	99.9	36	13.9	29	17.3	767	19.4	71.2	0.0	0.0	0.1
المغرب	1 459	99.9	949	31.4	158	30.0	1 810	16.9	42.0	0.5	1.1	0.1
السودان	1 826	98.2	609	10.3	455	17.3	8 791	17.2	31.8	1.0	4.9	0.0
تونس	379	99.9	175	27.6	222	25.8	686	17.2	70.8	0.4	3.3	0.1
الصحراء الغربية	-	-	-	-	-	-	0	0.0	100.0	-	-	-
أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى	1 493	29.0	10 418	6.7	2 468	9.5	230 663	22.2	27.5	8.3	10.8	0.0
أفريقيا الشرقية	219	9.1	5 261	11.1	1 256	13.4	93 522	21.9	35.2	16.1	18.9	0.0
بوروندي	3	15.1	4	0.4	1	0.5	3	0.3	5.5	0.5	0.5	0.0
جزر القمر	0	0.0	-	-	-	-	0	0.0	32.1	-	-	13.5
جيبوتي	0	0.0	-	-	-	-	78	27.0	73.0	-	-	0.0
إريتريا	6	29.9	168	28.6	19	17.6	1 269	29.8	35.9	7.3	5.7	0.0
إثيوبيا	88	30.0	1 818	18.0	552	19.3	31 771	40.4	38.5	7.7	11.9	0.0
كينيا	14	14.1	916	37.4	183	28.6	34 134	73.4	18.4	5.6	7.2	0.0
مدغشقر	0	0.0	58	3.0	7	2.0	2 637	6.5	0.7	5.3	14.3	0.0
ملاوي	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	56.8	0.4	0.8	0.0
مايوت	-	-	-	-	-	-	0	0.0	100.0	-	-	-
موزامبيق	74	62.5	49	1.4	41	3.8	42	0.1	64.3	58.7	39.8	0.0
رواندا	8	97.2	206	22.9	52	22.8	53	7.6	23.6	7.7	7.0	0.0
الصومال	0	0.0	160	27.8	4	32.0	16 599	40.8	53.4	60.0	71.9	0.1
جنوب السودان	8	100.0	251	8.7	107	38.1	1 147	2.3	18.9	41.4	65.4	0.0
أوغندا	9	99.9	555	8.4	37	7.9	381	4.4	30.1	14.8	13.6	0.0
جمهورية تنزانيا المتحدة	1	0.5	800	12.3	247	15.5	5 282	10.6	39.2	10.5	10.7	0.0
زامبيا	0	0.0	12	0.3	1	0.1	0	0.0	25.6	23.8	35.9	0.0
زمبابوي	8	4.7	264	6.1	4	1.7	126	0.6	75.7	7.2	12.7	0.0
أفريقيا الوسطى	0	0.1	197	0.8	11	0.3	11 820	5.1	32.1	8.1	18.0	0.0
أنغولا	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3 778	6.4	10.5	5.3	8.8	0.0
الكاميرون	0	0.0	0	0.0	0	0.0	313	2.1	10.2	1.2	9.0	0.0
جمهورية أفريقيا الوسطى	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	12.1	46.7	38.4	0.0
تشاد	0	0.5	110	1.6	7	1.1	7 481	17.1	4.4	2.7	4.0	0.0
الكونغو	0	0.0	1	0.2	0	0.4	0	0.0	19.7	17.8	21.2	0.0

الجدول ألف 2
(يتبع)

البلد/ المنطقة													
مساحات زراعية مروية تعاني مستوى مرتفعاً أو مرتفعاً للغاية من الإجهاد المائي				أراض زراعية بعلى قليلة المدخلات تتسم بمعدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف				أراض زراعية بعلى كثيرة المدخلات تتسم بمعدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف					
مراع تتسم بمعدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف				حصّة الأراضي التي لم تتوفر بشأنها أي بيانات									
البلد/ المنطقة	الهيكتارات	حصّة الأراضي المروية	بالآلاف	النسبة مئوية	الهيكتارات	بالآلاف	النسبة مئوية	الهيكتارات	بالآلاف	النسبة مئوية	الهيكتارات		
جمهورية الكونغو الديمقراطية	0	0.0	37	0.3	1	0.1	3	0.0	0.0	91.4	17.9	30.3	0.0
غينيا الاستوائية	-	-	32	19.4	1	8.6	132	21.8	0.2	10.0	0.1	0.2	-
غابون	0	0.0	11	3.4	3	4.1	106	2.7	0.0	20.9	22.3	37.2	0.0
سان تومي وبرنسيبي	0	0.0	5	70.7	0	68.4	7	29.3	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0
أفريقيا الجنوبية	1 260	81.0	1 770	16.2	735	17.3	93 002	52.5	0.0	25.3	5.7	15.0	0.0
بوتسوانا	4	94.3	31	14.3	1	12.8	48 187	95.7	0.0	0.4	71.3	80.7	0.0
إسواتيني	49	100.0	3	2.3	1	3.2	0	0.0	0.0	40.6	8.9	8.9	0.0
ليسوتو	0	0.0	19	6.6	2	10.5	0	0.0	0.0	14.0	14.0	19.6	0.0
ناميبيا	0	0.0	40	6.4	1	7.5	37 427	80.1	0.0	3.0	54.6	77.3	0.0
جنوب أفريقيا	1 207	81.0	1 676	17.4	730	17.4	7 388	9.7	0.0	55.5	5.4	9.4	0.0
أفريقيا الغربية	13	1.3	3 190	4.5	466	5.1	32 318	16.0	0.0	8.1	1.5	2.2	0.0
بنن	0	0.0	12	0.5	3	0.4	49	0.9	0.0	16.7	0.6	0.9	0.0
بوركينافاسو	0	0.0	304	9.0	109	9.5	1 181	6.0	0.0	0.2	0.3	0.5	0.0
كوت ديفوار	0	0.0	189	2.6	46	3.7	34	0.3	0.0	8.6	3.1	8.8	0.0
غامبيا	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.0
غانا	0	0.0	75	1.8	50	3.1	156	1.5	0.0	13.4	0.5	1.7	0.0
غينيا	0	0.0	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	3.5	2.2	3.2	0.1
غينيا - بيساو	0	0.0	6	1.9	2	1.3	0	0.0	0.0	14.9	0.6	0.8	1.0
ليبيريا	0	0.0	29	5.8	3	5.3	216	4.7	0.0	6.1	8.5	14.3	0.0
مالي	1	0.3	691	11.4	70	6.0	8 505	22.8	0.0	3.5	2.5	3.2	0.0
موريتانيا	12	24.4	88	24.3	2	32.1	9 628	74.6	0.0	4.4	13.0	31.2	0.0
النيجر	0	0.0	33	1.4	7	1.1	7 684	25.6	0.0	3.7	2.9	2.0	0.0
نيجيريا	0	0.0	1 063	3.2	32	3.3	1 990	5.1	0.0	14.6	0.1	0.2	0.0
السنغال	1	0.6	690	16.0	140	17.9	2 788	24.8	0.0	24.9	3.0	4.5	0.0
سيراليون	0	0.0	9	0.5	1	0.8	85	4.0	0.0	5.1	1.5	3.4	0.0
توغو	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	0.1	0.0	22.2	0.0	0.0	0.0
الأمريكتان	14 229	29.6	4 162	4.4	19 483	8.7	114 389	8.0	0.2	26.1	1.1	1.9	0.2
أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي	6 964	35.9	4 162	4.4	2 018	4.8	74 579	9.8	0.3	17.2	1.3	1.9	0.3
الكاريبي	0	0.0	65	1.6	11	0.7	492	6.9	0.3	18.1	2.1	4.4	0.3
أنغويلا	-	-	-	-	-	-	0	0.0	-	0.0	-	-	-
أنتيغوا وبربودا	0	0.0	0	1.5	0	1.1	0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	1.9
أروبا	-	-	-	-	-	-	2	100.0	-	0.0	-	-	-
جزر البهاما	-	-	0	0.0	0	0.0	274	95.2	0.0	4.8	100.0	100.0	0.4
بربادوس	0	0.0	-	-	-	-	0	0.0	0.7	100.0	-	-	0.7
جزر فيرجن البريطانية	0	0.0	0	0.0	-	-	0	80.3	0.0	19.7	-	100.0	100.0
ابوك	0	0.0	11	0.5	4	0.5	78	2.2	0.4	28.4	0.4	1.2	0.4

الجدول ألف 2 (يتبع)

البلد/ المنطقة	مساحات زراعية مروية تعاني مستوى مرتفعاً أو مرتفعاً للغاية من الإجهاد المائي				أراض زراعية بعليّة قليلة المدخلات تتسم معدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف				أراض زراعية بعليّة كثيرة المدخلات تتسم معدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف			
	الهكتارات	حصة الأراضي الزراعية المروية	بالآلاف	نسبة مئوية	الهكتارات	حصة الأراضي البعلية القليلة المدخلات	بالآلاف	نسبة مئوية	الهكتارات	حصة الأراضي البعلية الكثيرة المدخلات	بالآلاف	نسبة مئوية
دومينيكا	-	-	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
الجمهورية الدومينيكية	0	0.0	2	0.2	1	0.2	20	1.3	0	0.0	6.2	5.8
غرينادا	0	0.0	0	0.0	-	-	0	0.0	-	-	100.0	-
غوادالوب	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	7.6	0	0.0	0.0	0.0
هايتي	0	0.0	6	1.1	5	1.2	81	7.5	0.7	1.5	2.9	0.8
جامايكا	0	0.0	29	12.4	1	11.6	9	2.8	0.0	20.3	24.1	14.3
مارتينيك	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	28.9	13.7	0.0	0.0
مونتسيرات	-	-	0	0.0	0	0.0	0	0.0	-	-	100.0	100.0
بورتوريكو	0	0.0	9	9.6	0	10.1	9	3.6	0.2	9.9	5.9	1.7
سانت كيتس ونيفيس	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	82.5	7.7	13.6	16.2	6.4
سانت لوسيا	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	4.5	0.0	45.9	0.0
سانت فنسنت وجزر غرينادين	-	-	-	-	-	-	0	0.0	-	-	100.0	-
ترينيداد وتوباغو	0	0.0	8	9.0	0	2.7	15	17.8	1.1	7.8	4.4	9.2
جزر تركس وكايكوس	-	-	-	-	-	-	0	0.0	-	-	26.2	-
جزر فيرجين التابعة للولايات المتحدة	0	0.0	-	-	-	-	1	18.6	13.6	-	0.0	-
أمريكا الوسطى	4 780	70.2	98	0.8	135	0.9	9 798	9.9	0.0	3.1	50.1	1.7
بليز	0	0.0	0	0.0	0	0.0	5	0.9	0.0	7.5	15.4	1.9
كوستاريكا	0	0.0	4	1.1	6	4.3	79	4.4	0.1	3.9	13.5	7.2
السلفادور	0	0.0	1	0.3	3	0.5	0	0.0	0.0	0.1	1.1	0.1
غواتيمالا	0	0.0	2	0.6	10	0.7	62	1.4	0.0	2.7	14.9	2.6
هندوراس	0	0.0	3	0.4	2	0.2	17	0.5	0.0	1.2	9.3	1.2
المكسيك	4 780	75.1	77	0.9	107	1.0	9 596	11.6	0.0	3.1	57.7	1.7
نيكاراغوا	0	0.0	4	0.5	5	0.4	28	0.7	0.1	0.2	8.7	0.0
بنما	0	0.0	7	1.6	3	0.8	11	0.7	0.0	11.6	15.1	8.5
أمريكا الجنوبية	2 184	19.2	4 000	5.0	1 872	7.3	64 288	9.8	0.4	1.6	12.2	0.9
الأرجنتين	490	27.5	2 256	16.1	1 675	15.5	40 396	22.9	2.0	0.5	19.4	0.2
بوليفيا (دولة - متعددة القوميات)	0	0.0	17	1.0	36	3.2	1 464	3.9	0.0	9.5	14.0	2.8
البرازيل	0	0.0	1 477	2.8	89	1.5	14 066	5.2	0.1	1.6	8.6	0.3
شيلي	436	23.0	1	0.8	0	0.1	2 157	10.7	0.1	3.5	15.1	1.7
كولومبيا	0	0.0	36	1.3	16	0.7	1 180	3.0	0.1	3.5	7.6	3.7
إكوادور	72	8.5	49	3.3	7	1.5	493	5.5	0.0	0.1	7.5	0.1
جزر فوكلاند - مالديفاس	-	-	-	-	-	-	0	0.0	-	-	0.4	-
غيانا الفرنسية	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	28.7	55.9	38.7
غيانا	0	0.0	4	2.2	4	7.5	1	0.1	1.7	0.4	38.9	0.3

الجدول ألف 2 (يتبع)

البلد/ المنطقة	مساحات زراعية مروية تعاني مستوى مرتفعاً أو مرتفعاً للغاية من الإجهاد المائي				أراض زراعية بعليّة قليلة المدخلات تتسم معدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف				أراض زراعية بعليّة كثيرة المدخلات تتسم معدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف			
	الهكتارات	حصة الأراضي الزراعية المروية	بالآلاف	نسبة مئوية	الهكتارات	حصة الأراضي البعلية القليلة المدخلات	بالآلاف	نسبة مئوية	الهكتارات	حصة الأراضي البعلية الكثيرة المدخلات	بالآلاف	نسبة مئوية
باراغواي	0	0.0	50	1.7	25	1.3	2	0.0	0.0	0.8	1.1	15.9
بيرو	1 187	70.5	3	0.3	1	0.1	2 212	5.8	0.0	3.3	3.1	13.7
سورينام	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.3	6.0	44.7
أوروغواي	0	0.0	89	7.7	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
فنزويلا (جمهورية - البوليفارية)	0	0.0	17	0.9	17	1.6	2 318	6.5	0.1	2.9	3.3	7.0
Northern America	7 265	25.4	0	99.0	17 465	9.6	39 810	5.9	0.2	1.0	0.0	36.2
كندا	0	0.0	-	-	9 069	23.2	1 357	0.4	0.0	0.9	-	36.0
غرينلاند	-	-	-	-	-	-	21	0.1	-	-	-	52.3
سان بيير وميكلون	-	-	-	-	-	-	0	0.0	-	-	-	7.7
الولايات المتحدة الأمريكية	7 265	26.1	0	99.0	8 396	5.9	38 433	12.0	0.2	1.1	0.0	35.6
آسيا	144 002	77.6	54 393	24.3	14 579	10.9	78 214	9.9	0.1	4.0	4.1	28.2
آسيا الوسطى	9 214	95.9	11 979	58.0	1 459	37.2	27 502	23.7	0.0	1.9	1.0	14.7
كازاخستان	1 577	79.9	11 753	58.6	1 036	33.7	21 940	23.8	0.0	2.2	1.0	14.7
قيرغيزستان	1 064	100.0	32	20.2	39	19.7	255	2.9	0.0	0.1	0.7	1.2
طاجيكستان	705	100.0	30	18.7	36	20.9	283	7.3	0.0	0.9	2.3	3.9
تركمينستان	1 742	100.0	44	82.4	88	80.3	3 259	61.9	0.0	2.3	2.6	25.4
أوزبكستان	4 126	100.0	120	58.2	260	70.0	1 766	30.7	0.0	0.0	0.0	32.9
آسيا الشرقية	34 989	59.3	2 868	9.4	4 589	7.9	23 240	6.1	0.1	0.7	1.1	17.5
الصين- هونغ كونغ منطقة إدارية خاصة	1	89.6	0	0.0	-	-	0	0.0	10.4	-	0.0	0.0
الصين	32 955	61.7	2 776	9.7	4 457	8.1	20 384	6.2	0.0	0.5	0.7	17.8
جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية	1 233	93.3	0	0.0	0	0.0	10	0.5	0.5	0.1	0.1	18.7
اليابان	0	0.0	23	6.9	57	4.4	132	3.5	0.4	0.8	0.6	59.3
منغوليا	29	49.4	64	19.7	70	17.5	2 694	6.0	0.0	8.0	8.5	11.8
جمهورية كوريا	771	99.2	0	0.1	2	0.4	19	1.1	0.8	0.0	0.2	0.4
مقاطعة تايوان الصينية	0	0.0	4	3.4	4	1.7	1	0.4	0.7	65.3	69.9	49.9
جنوب شرقي آسيا	5 636	34.5	1 507	4.3	1 464	3.4	1 705	1.5	0.2	10.9	7.5	69.4
بروني دار السلام	0	0.0	1	5.0	1	9.3	0	0.0	0.0	66.4	75.8	98.1
كمبوديا	0	0.0	494	16.5	65	19.0	166	3.8	0.0	0.2	1.0	45.8
إندونيسيا	3 104	72.0	92	0.7	109	0.7	208	0.5	0.2	8.1	7.2	72.4
جمهورية لاو الديمقراطية الشعبية	0	0.0	5	1.1	1	1.3	1	0.0	0.0	2.7	7.7	68.4
ماليزيا	0	0.0	10	0.7	31	0.6	3	0.1	0.5	31.3	35.3	86.3

الجدول ألف 2 (يتبع)

مساحات زراعية مروية تعاني مستوى مرتفعاً أو مرتفعاً للغاية من الإجهاد المائي												
أراض زراعية بعليّة قليلة المدخلات تتسم بمعدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف												
أراض زراعية بعليّة كثيرة المدخلات تتسم بمعدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف												
مراع تتسم بمعدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف												
حصة الأراضي التي لم تتوفر بشأنها أي بيانات												
البلد / المنطقة	الهكتارات	حصة الأراضي المروية	الهكتارات	حصة الأراضي قليلة المدخلات	الهكتارات	حصة الأراضي كثيرة المدخلات	الهكتارات	حصة الأراضي المروية	الهكتارات	حصة الأراضي قليلة المدخلات	الهكتارات	حصة الأراضي كثيرة المدخلات
	بالآلاف	نسبة مئوية	بالآلاف	نسبة مئوية	بالآلاف	نسبة مئوية	بالآلاف	نسبة مئوية	بالآلاف	نسبة مئوية	بالآلاف	نسبة مئوية
ميانمار	0	0.0	354	4.9	162	9.5	662	3.7	0.2	0.7	0.6	45.6
الفلبين	0	0.0	30	0.9	48	0.8	98	1.5	22.8	25.1	0.2	87.8
سنغافورة	-	-	0	0.0	0	8.6	1	16.1	0.3	0.0	-	0.3
تايلند	2 518	50.9	266	4.8	382	4.5	40	0.3	2.2	5.0	0.0	97.6
تيمور- ليشتي	14	98.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.4	0.2	1.2	100.0
فيت نام	0	0.0	256	14.8	666	16.8	527	5.2	0.5	0.5	0.4	47.6
آسيا الجنوبية	81 598	94.1	30 822	26.7	4 458	19.4	18 494	16.6	0.9	4.6	0.0	38.7
أفغانستان	3 214	100.0	1 945	42.6	48	34.0	2 168	9.7	38.6	16.4	0.0	24.7
بنغلاديش	3 564	96.4	548	20.6	372	17.9	20	2.2	0.3	2.0	0.2	48.3
بوتان	35	100.0	0	0.1	0	0.0	8	1.8	0.0	6.3	0.0	12.3
الهند	51 888	91.2	23 008	25.1	917	21.5	8 416	29.2	0.2	0.4	0.0	15.7
إيران (جمهورية - الإسلامية)	6 899	99.9	4 112	41.8	83	24.7	7 126	21.3	14.4	17.5	0.1	38.7
نيبال	1 138	100.0	8	1.3	2	0.2	21	0.3	4.4	1.4	0.0	41.8
باكستان	14 319	100.0	1 196	21.3	1	11.5	637	3.8	1.7	41.2	0.0	90.8
سري لانكا	541	99.5	5	2.4	35	2.5	99	5.9	0.7	1.4	0.5	84.4
آسيا الغربية	12 566	90.9	7 217	32.7	608	40.5	7 272	11.1	0.6	3.9	0.0	27.2
أرمينيا	286	100.0	13	6.7	3	8.0	16	0.8	0.0	0.2	0.0	0.6
أذربيجان	1 437	100.0	149	33.6	33	38.6	1 379	28.1	5.0	0.9	0.0	1.5
البحرين	1	100.0	-	-	-	-	0	0.0	-	-	0.0	100.0
قبرص	43	99.6	0	0.0	0	0.0	28	6.0	0.0	0.2	0.4	34.6
جورجيا	224	74.9	34	6.8	1	0.4	19	0.7	1.4	3.6	0.0	2.0
العراق	3 526	100.0	372	18.7	4	16.4	18	0.2	12.8	31.6	0.0	77.3
إسرائيل	167	99.9	0	0.6	4	1.6	2	0.6	0.1	0.0	0.1	38.5
الأردن	75	99.9	16	21.5	18	14.0	82	11.8	3.3	7.1	0.1	68.9
الكويت	6	100.0	-	-	-	-	0	0.0	-	-	0.0	100.0
لبنان	107	100.0	26	21.3	6	7.7	136	25.3	0.0	0.0	0.0	4.6
عمان	59	98.2	0	0.0	0	0.0	5	1.9	100.0	100.0	1.8	94.4
فلسطين	22	100.0	0	0.0	0	0.0	21	7.0	2.5	69.7	0.0	15.4
قطر	12	100.0	-	-	-	-	0	0.0	-	-	0.0	100.0
المملكة العربية السعودية	1 724	99.9	0	35.7	0	38.9	380	13.1	61.1	64.3	0.1	86.9
الجمهورية العربية السورية	1 262	100.0	676	58.9	839	68.9	968	25.3	0.8	2.9	0.0	54.3
تركيا	2 956	71.4	5 931	33.8	700	38.4	4 198	11.2	0.3	1.0	0.1	13.0
الإمارات العربية المتحدة	269	99.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	100.0	100.0	0.1	100.0
اليمن	390	100.0	0	18.8	0	0.0	20	3.2	100.0	81.2	0.0	96.5
أوروبا	3 095	11.8	2 372	5.7	332	4.2	4 289	0.6	0.2	1.1	0.1	17.3

الجدول ألف 2 (يتبع)

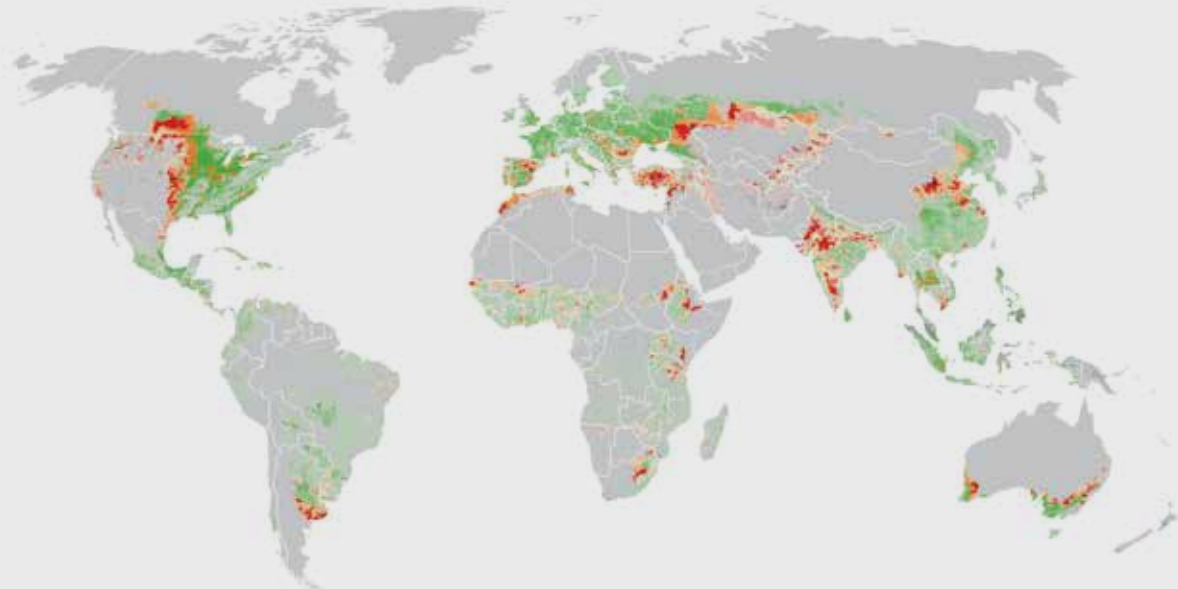
البلد/ المنطقة	مساحات زراعية مروية تعاني مستوى مرتفعاً أو مرتفعاً للغاية من الإجهاد المائي			أراض زراعية بعلى قليلة المدخلات تتسم معدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف			أراض زراعية بعلى كثيرة المدخلات تتسم معدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف			مراع تتسم معدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف			حصة الأراضي التي لم تتوفر بشأنها أي بيانات		
	الهكتارات	حصة الأراضي المروية	نسبة مئوية	الهكتارات	حصة الأراضي المروية	نسبة مئوية	الهكتارات	حصة الأراضي المروية	نسبة مئوية	الهكتارات	حصة الأراضي المروية	نسبة مئوية	الهكتارات	حصة الأراضي المروية	نسبة مئوية
أوروبا الشرقية	8	0.1	2 112	7	7.0	885	5.2	3 501	0.6	13.9	0.2	1.0	0.0	نسبة مئوية	
بيلاروس	0	0.0	0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
بلغاريا	0	0.0	7	0.3	11	1.2	33	0.9	0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
تشيكيا	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	
جمهورية مالطة	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
بولندا	0	0.0	4	0.1	29	0.3	0	0.0	0	3.1	0.1	0.1	0.1	0.0	
جمهورية مولدوفا	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
رومانيا	0	0.0	104	7.9	753	11.8	0	0.0	0	3.0	0.0	0.5	0.0	0.0	
الاتحاد الروسي	8	0.2	1 981	10.9	7	7.7	3 467	0.6	0	14.7	0.2	1.6	0.1	نسبة مئوية	
سلوفاكيا	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
أوكرانيا	0	0.0	16	0.4	91	0.3	0	0.0	0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	
أوروبا الشمالية	0	0.0	28	0.8	109	0.8	13	0.0	0	51.4	0.3	0.3	0.6	0.0	
الدانمرك	0	0.0	22	7.4	91	6.3	13	1.4	0	56.7	0.3	0.4	0.8	0.0	
إستونيا	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
جزر فيرويه	-	-	-	-	-	-	0	0.0	0	0.0	-	-	-	0.0	
فنلندا	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	97.3	0.2	0.4	0.3	0.0	
أيسلندا	-	-	-	-	-	-	0	0.0	0	44.8	-	-	-	0.0	
آيرلندا	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.5	1.8	2.2	0.5	0.0	
جزيرة مان	-	-	-	-	-	-	0	0.0	0	0.0	-	-	-	0.0	
لاتفيا	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.8	0.0	0.1	0.0	0.0	
ليتوانيا	0	0.0	0	0.0	3	0.1	0	0.0	0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
الترونج	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	96.8	0.3	0.1	1.1	0.0	
السويد	0	0.0	6	1.0	11	0.6	0	0.0	0	66.6	0.1	0.4	0.6	0.0	
المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية	0	0.0	0	0.0	4	0.1	0	0.0	0	0.8	0.4	0.6	0.2	0.0	
غرينسي	-	-	-	-	-	-	0	0.0	0	0.0	-	-	-	0.0	
جيرسي	-	-	-	-	-	-	0	0.0	0	0.0	-	-	-	0.0	
أوروبا الجنوبية	2 037	20.2	178	3.1	1	4.4	747	2.0	0	26.0	0.9	1.7	0.2	نسبة مئوية	
ألبانيا	0	0.0	40	9.1	7	8.1	29	2.7	0	3.5	0.1	1.3	0.0	0.0	
أندورا	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	
البوسنة والهرسك	0	0.0	0	5.3	0	0.0	0	0.0	0	13.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
كرواتيا	0	0.0	3	1.6	2	0.1	2	0.1	0	11.4	0.0	0.0	0.3	0.0	
اليونان	0	0.0	10	2.7	78	4.1	87	2.0	0	0.5	0.0	0.4	0.4	0.0	
الكرسي الرسولي	0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	
إيطاليا	1 197	31.7	13	0.6	25	0.5	42	0.6	0	21.2	0.2	0.1	0.2	0.0	
جزر ماديرا	3	98.1	-	-	-	-	0	0.7	0	11.9	-	-	1.9	0.0	
مالطة	0	0.0	1	29.9	0	34.2	0	0.0	0	66.7	0.0	0.0	0.3	0.0	

الجدول ألف 2 (يتبع)

البلد/ المنطقة													
مساحات زراعية مروية تعاني مستوى مرتفعاً أو مرتفعاً للغاية من الإجهاد المائي				أراض زراعية بعلية قليلة المدخلات تتسم بمعدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف				أراض زراعية بعلية كثيرة المدخلات تتسم بمعدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف				مراع تتسم بمعدلات تواتر مرتفعة أو مرتفعة للغاية من الجفاف	حصة الأراضي التي لم تتوفر بشأنها أي بيانات
الهكتارات		حصة الأراضي المروية		الهكتارات		حصة الأراضي المروية		الهكتارات		حصة الأراضي المروية		الهكتارات	حصة الأراضي التي لم تتوفر بشأنها أي بيانات
بالآلاف		نسبة مئوية		بالآلاف		نسبة مئوية		بالآلاف		نسبة مئوية		بالآلاف	نسبة مئوية
0		0.0		0		1.9		3		0.4		2	2.7
0		0.0		0		0.6		2		1.2		10	1.2
0		0.0		7.1		55		76		3.2		76	59.6
0		100.0		0		0.0		0		0.0		0	86.3
0		0.0		0		0.0		0		0.0		0	25.2
0		0.0		0		0.0		0		0.0		0	4.7
837		23.8		86		4.0		1 024		3.6		500	39.1
1 050		26.1		53		2.4		141		0.1		27	6.5
0		0.0		5		5.9		24		0.0		0	9.0
40		99.9		0		0.0		0		0.0		0	4.0
423		14.7		48		4.3		117		0.1		10	5.6
136		26.8		0		0.0		0		0.0		0	6.1
-		-		0		0.0		0		0.0		0	0.0
0		100.0		0		0.0		0		0.0		0	0.0
0		0.0		0		0.0		0		60.6		0	0.0
437		97.2		0		0.0		0		0.0		0	6.1
-		-		-		-		-		93.1		17	6.9
13		32.2		0		0.0		0		0.0		0	14.4
0		0.0		3 533		17.2		2 963		40.3		211 876	45.0
0		0.0		3 521		17.6		2 960		41.4		211 485	44.9
0		0.0		3 519		18.6		2 957		42.4		211 432	45.5
0		0.0		2		0.2		3		0.4		53	19.4
0		0.0		12		2.1		3		2.6		391	50.3
0		0.0		0		0.0		0		19.3		63	36.3
-		-		2		4.3		0		7.2		53	3.8
-		-		5		1.6		3		1.9		259	52.2
-		-		0		0.8		0		1.7		1	36.2
-		-		5		5.9		0		4.5		14	95.5

ملاحظات: لأغراض إحصائية، لا تتضمن البيانات الخاصة بالصين ومنطقة هونغ كونغ الإدارية الخاصة ومقاطعة تايوان الصينية. ولا تتضمن البيانات الخاصة بالبرتغال بيانات عن جزر ماديرا، كما لا تتضمن البيانات الخاصة بهولندا بيانات عن جزر الأنتيل الهولندية.

التواتر التاريخي لموجات الجفاف في الأراضي الزراعية البعلية ذات المدخلات المرتفعة، الفترة 1984-2018

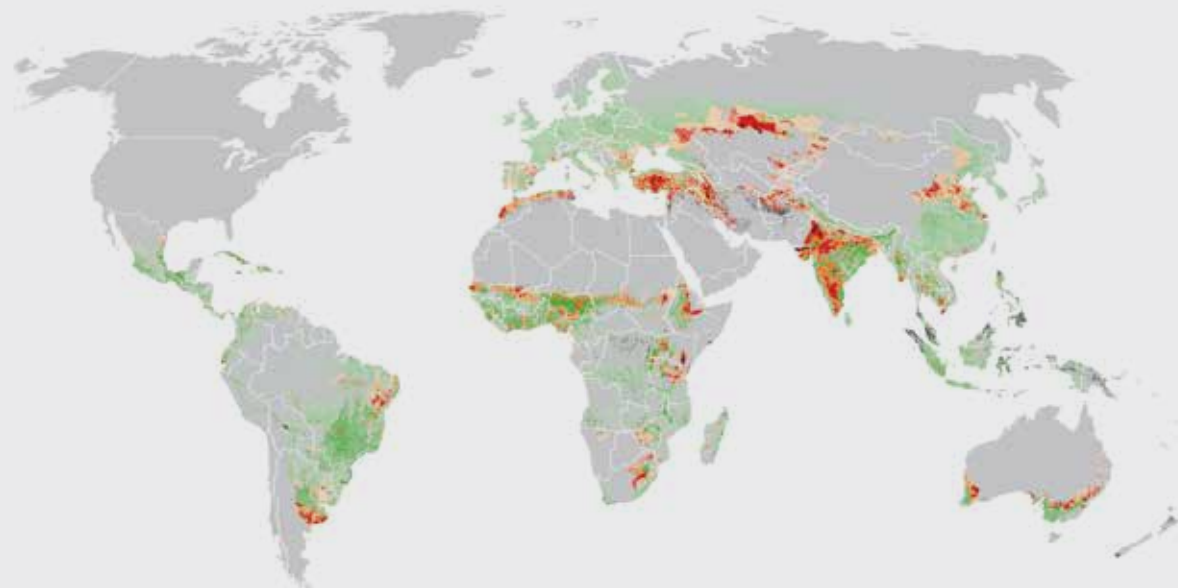


مساحة (هكتار) الأراضي الزراعية البعلية ذات المدخلات المرتفعة بحسب تواتر موجات الجفاف الحاد (%)



ملاحظات: للاطلاع على وصف مفتاح الرسم البياني، انظر ملاحظات الشكل 5، الصفحة 28. لم يتفق الأطراف بعد بشأن الوضع النهائي لجامو وكشمير. ولم يتم بعد تعيين الحدود النهائية بين السودان وجنوب السودان.
المصدر: من إعداد منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى دراسة منظمة الأغذية والزراعة 2020،¹ منظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية، 2020،² والمعهد الدولي لبحوث سياسات الأغذية، 2019.³

التواتر التاريخي لموجات الجفاف في الأراضي الزراعية البعلية ذات المدخلات المنخفضة، الفترة 1984-2018



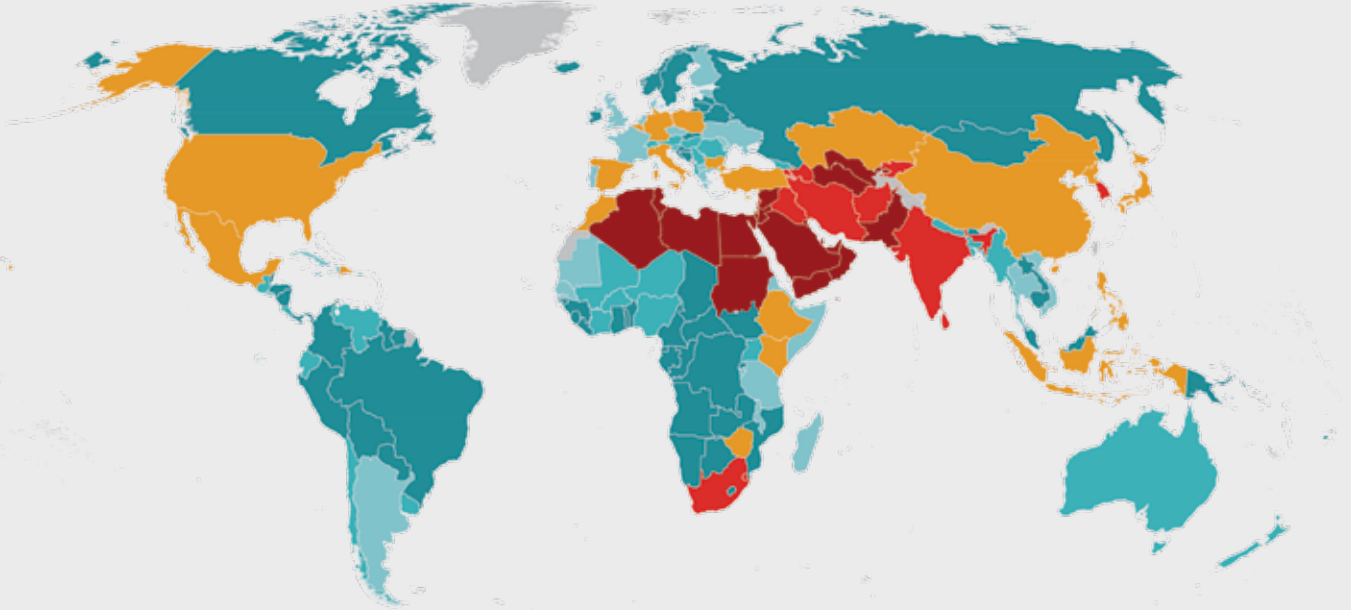
مساحة (هكتار) الأراضي الزراعية البعلية ذات المدخلات المنخفضة بحسب تواتر موجات الجفاف الحاد (%)



ملاحظات: للاطلاع على وصف مفتاح الرسم البياني، انظر ملاحظات الشكل 5، الصفحة 28. لم يتفق الأطراف بعد بشأن الوضع النهائي لجامو وكشمير. ولم يتم بعد تعيين الحدود النهائية بين السودان وجنوب السودان.
المصدر: من إعداد منظمة الأغذية والزراعة بالاستناد إلى دراسة منظمة الأغذية والزراعة 2020،¹ منظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية، 2020،² والمعهد الدولي لبحوث سياسات الأغذية، 2019.³

الشكل ألف 3

مؤشر هدف التنمية المستدامة 6-4-2: حجم الإجهاد المائي على المستوى القطري، عام 2015



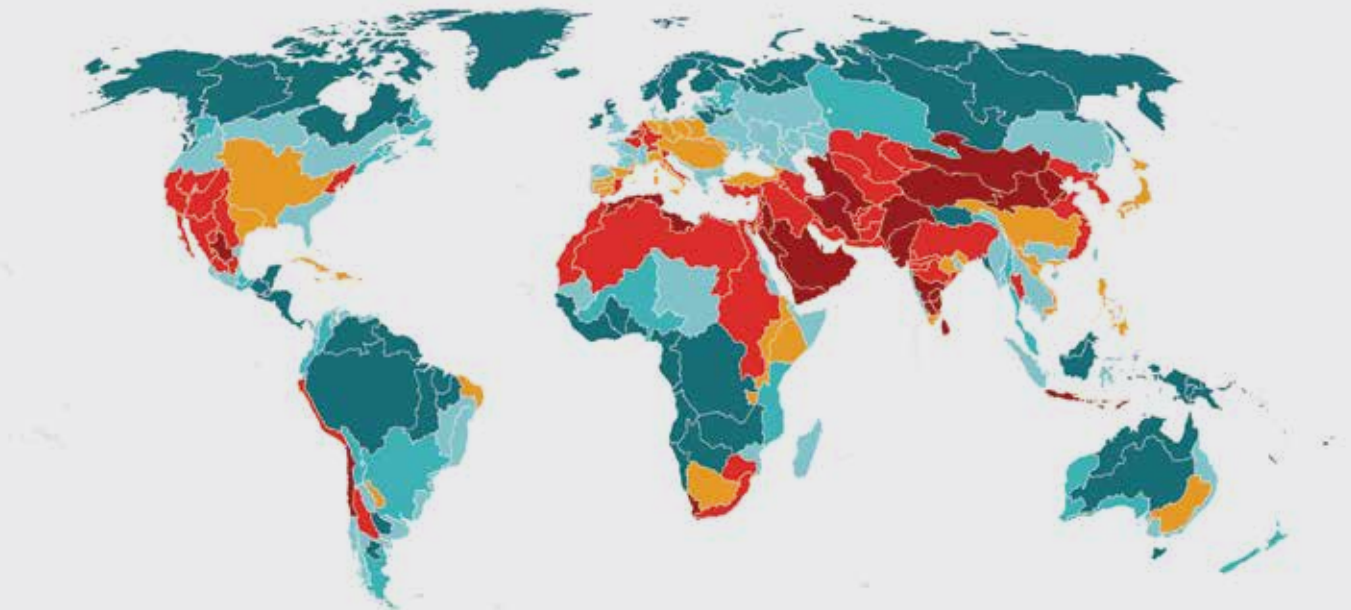
مؤشر هدف التنمية المستدامة 6-4-2 حجم الإجهاد المائي: سحب المياه العذبة كنسبة من موارد المياه العذبة المتاحة (%)

■ ≤ 5 ■ 5-10 ■ 10-25 ■ 25-50 ■ 50-100 ■ > 100 ■ No data

ملاحظات: للاطلاع على وصف مفتاح الرسم البياني، انظر ملاحظات الشكل 7، الصفحة 30. لم يتفق الأطراف بعد بشأن الوضع النهائي لجامو وكشمير. ولم يتم بعد تعيين الحدود النهائية بين السودان وجنوب السودان.
المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2020.⁴

الشكل ألف 4

مؤشر هدف التنمية المستدامة 6-4-2: حجم الإجهاد المائي على مستوى الحوض، عام 2015



مؤشر هدف التنمية المستدامة 6-4-2 حجم الإجهاد المائي: سحب المياه العذبة كنسبة من موارد المياه العذبة المتاحة (%)

■ ≤ 5 ■ 5-10 ■ 10-25 ■ 25-50 ■ 50-100 ■ > 100

ملاحظات: للاطلاع على وصف مفتاح الرسم البياني، انظر ملاحظات الشكل 7، الصفحة 30. لم يتفق الأطراف بعد بشأن الوضع النهائي لجامو وكشمير. ولم يتم بعد تعيين الحدود النهائية بين السودان وجنوب السودان.
المصدر: منظمة الأغذية والزراعة، 2020.⁴

المراجع

الفصل الأول

مسرد المصطلحات

1. منظمة الأغذية والزراعة. 1993. حالة الأغذية والزراعة 1993. سياسات المياه والزراعة. روما. [النسخة العربية]. 370 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/t0800a/t0800a.pdf>).
2. منظمة الأغذية والزراعة. 2012. التكيف مع ندرة المياه: إطار عمل من أجل الزراعة والأمن الغذائي. تقرير منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة بشأن المياه رقم 38. روما. [النسخة العربية]. 94 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i3015a.pdf>).
3. منظمة الأغذية والزراعة. 2016. حالة الأغذية والزراعة 2016. تغير المناخ والزراعة والأمن الغذائي. روما. [النسخة العربية]. 195 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i6030a.pdf>).
4. Gohar, A.A., Cashman, A. & Ward, F.A. 2019. *Managing food and water security in small island states: new evidence from economic modelling of climate stressed groundwater resources*. Journal of Hydrology, 569: 239–251.
5. Holding, S., Allen, D.M., Foster, S., Hsieh, A., Larocque, I., Klassen, J. & Van Pelt, S.C. 2016. *Groundwater vulnerability on small islands*. Nature Climate Change, 6(12): 1100–1103.
6. Veldkamp, T.I.E., Wada, Y., Aerts, J.C.J.H. & Ward, P.J. 2016. *Towards a global water scarcity risk assessment framework: incorporation of probability distributions and hydro-climatic variability*. Environmental Research Letters, 11(2): 024006 [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/9326-1748/org/article/10.1088/1748-9326/11/9326-1748/org/article/10.1088>
7. McDonald, R.I., Green, P., Balk, D., Fekete, B.M., Revenga, C., Todd, M. & Montgomery, M. 2011. *Urban growth, climate change, and freshwater availability*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108(15): 6312–6317.
8. الأمم المتحدة، إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية، شعبة السكان. *World Population Prospects 2019*. Online Edition. Rev. 1. 2019. Population Division. في: الأمم المتحدة [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 1 أغسطس/آب 2020]. <https://population.un.org/wpp>
1. منظمة الأغذية والزراعة. 2020. AQUASTAT. في: منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 15 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/nr/water/aquastat/data/glossary/search.html
2. منظمة الأغذية والزراعة. 2016. *Exploring the concept of water tenure*. Land and Water Discussion Paper No. 10. Rome. 89 pp (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i5435e.pdf).
3. منظمة الأغذية والزراعة. 2019. GEMI – Integrated Monitoring Initiative for SDG 6: Step-by-step monitoring methodology for indicator 6.4.1. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 6 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/3/ca8483en/ca8483en.pdf
4. منظمة الأغذية والزراعة. 2018. *Progress on level of water stress – global baseline for SDG 6 Indicator 6.4.2*. Rome, FAO/UN Water. 58. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/CA1592EN/ca1592en.pdf).
5. Batchelor, C., Hoogeveen, J., Faures, J.M. & Peiser, L. 2017. *Water accounting and auditing: a sourcebook*. FAO Water Report No. 43. روما، منظمة الأغذية والزراعة. 234 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i5923e.pdf).
6. منظمة الأغذية والزراعة. 2014. حوكمة المياه من أجل الزراعة والأمن الغذائي. لجنة الزراعة. الدورة الرابعة والعشرون، 29 سبتمبر/أيلول 3 – أكتوبر / تشرين الأول 2014 (6/COAG/2014). [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 12 أغسطس/آب 2020]. <http://www.fao.org/3/a-mk967a.pdf>
7. منظمة الأغذية والزراعة. 2012. التكيف مع ندرة المياه: إطار عمل من أجل الزراعة والأمن الغذائي. تقرير منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة بشأن المياه رقم 38. روما. [النسخة العربية]. 94 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i3015a.pdf>).
8. CEO Water Mandate, United Nations Global Compact & World Resources Institute. 2014. *Driving Harmonization of Water-Related Terminology*. Discussion paper. Oakland, USA, Pacific Institute

21. البنك الدولي. 2017. New country classifications by income. 2018-level: 2017 <https://blogs.worldbank.org/opendata/new-country-classifications-income-2018-level-2017>. [النسخة الإلكترونية].
22. Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition. 2016. *Food systems and diets: facing the challenges of the 21st century*. London, UK, Global Panel
23. المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية. 2017. *Global Food Policy Report*. واشنطن العاصمة.
24. Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A.Y. 2012. *A global assessment of the water footprint of farm animal products*. *Ecosystems*, 15(3): 401–415
25. Aleksandrowicz, L., Green, R., Joy, E.J.M., Smith, P. & Haines, A. 2016. *The impacts of dietary change on greenhouse gas emissions, land use, water use, and health: a systematic review*. *PLOS ONE*, 11(11): e0165797. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 11 أبريل/نيسان 2020]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165797>
26. Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C. & Gerber, P. 2017. Livestock: on our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*, 14: 1–8
27. Gephart, J.A., Troell, M., Henriksson, P.J.G., Beveridge, M.C.M., Verdegem, M., Metian, M., Mateos, L.D. & Deutsch, L. 2017. The 'seafood gap' in the food-water nexus literature—issues surrounding freshwater use in seafood production chains. *Advances in Water Resources*, 110: 505–514
28. منظمة الأغذية والزراعة والصندوق الدولي للتنمية الزراعية واليونيسف وبرنامج الأغذية العالمي ومنظمة الصحة العالمية. 2020. حالة الأمن الغذائي والتغذية في العالم. تحويل النظم الغذائية من أجل أممات غذائية صحية ميسورة الكلفة. روما، منظمة الأغذية والزراعة. (متاح أيضاً على الرابط: <http://www.fao.org/3/ca9692ar/CA9692ar.pdf>)
29. Thornton, P.K. & Herrero, M. 2010. The inter-linkages between rapid growth in livestock production, climate change, and the impacts on water resources, land use, and deforestation. *Policy Research Working Papers*. Washington, DC, World Bank
30. Gill, M., Feliciano, D., Macdiarmid, J. & Smith, P. 2015. The environmental impact of nutrition transition in three case study countries. *Food Security*, 7(3): 493–504
31. فريق الخبراء الرفيع المستوى لجنة الأمن الغذائي العالمي. 2015. الماء من أجل الأمن الغذائي والتغذية. تقرير مقدم من فريق الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي. روما، منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة العربية]. 194 صفحة. (متاح أيضاً على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-av045a.pdf>)
9. Falkenmark, M. & Widstrand, C. 1992. *Population and water resources: a delicate balance*. *Population Bulletin*, 47(3): 1–36
10. Falkenmark, M. 1989. *The massive water scarcity now threatening Africa: why isn't it being addressed?* *Ambio*, 18: 112–118
11. منظمة الأغذية والزراعة. 2020. AQUASTAT. في: منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 15 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en
12. Shiklomanov, I.A. 2000. *Appraisal and Assessment of World Water Resources*. *Water International*, 25(1): 11–32
13. Food Security Information Network (FSIN). 2019. *Global report on food crises 2019. Joint analysis for better decisions*. Rome and Washington, DC, FAO, WFP & IFPRI
14. Mugagga, F. & Nabaasa, B.B. 2016. The centrality of water resources to the realization of Sustainable Development Goals (SDG). A review of potentials and constraints on the African continent. *International Soil and Water Conservation Research*, 4(3): 215–223
15. Funge-Smith, S.J. 2018. *Review of the state of world fishery resources. Inland fisheries*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 942 Rev. 3. روما. منظمة الأغذية والزراعة. (متاح أيضاً على الرابط: www.fao.org/3/ca0388en/CA0388EN.pdf)
16. Lynch, A.J., Baumgartner, L.J., Boys, C.A., Conallin, J., Cowx, I.G., Finlayson, C.M., Franklin, P.A., Hogan, Z., Koehn, J.D., McCartney, M.P., O'Brien, G., Phouthavong, K., Silva, L.G.M., Tob, C.A., Valbo-Jorgensen, J., Vu, A.V., Whiting, L., Wibowo, A. & Duncan, P. 2019. Speaking the same language: can the sustainable development goals translate the needs of inland fisheries into irrigation decisions? *Marine and Freshwater Research*, 70(9): 1211–1228
17. AP News Agency. 2020. Egypt: Ethiopia rejecting 'fundamental issues' on Nile dam. *Aljazeera*, 14 June 2020 www.aljazeera.com/news/2020/egypt-ethiopia-rejecting-fundamental-issues-nile-dam-200614113558814.html
18. منظمة الأغذية والزراعة. 2017. The future of food and agriculture. Trends and challenges. روما. 185 صفحة. (متاح أيضاً على الرابط: www.fao.org/3/a-i6583e.pdf)
19. منظمة الأغذية والزراعة و Earthscan. 2011. حالة الموارد من الأراضي والمياه في العالم للأغذية والزراعة - إدارة النظم المعرضة للخطر. روما، منظمة الأغذية والزراعة ولندن، Earthscan. [النسخة العربية]. 315 صفحة. (متاح أيضاً على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i1688a.pdf>)
20. الأمم المتحدة. 1998. Standard country or area codes for statistical use. United Nations Statistics Division. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 1 أغسطس/آب 2020]. <http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49.htm>

- Tsur, Y. & Dinar, A. 1995. *Efficiency and equity considerations*. 45 in pricing and allocating irrigation water. Policy Research Working Paper No. 1460. Washington, DC, World Bank. 40 pp
- Water resources. 2015. منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. 46 allocation: sharing risks and opportunities. OECD Studies on Water. Paris. 144 pp (متاح أيضًا على الرابط: [www.oecd-ilibrary.org/environment/water-resources-\(allocation_9789264229631-en](http://www.oecd-ilibrary.org/environment/water-resources-(allocation_9789264229631-en)
- Roa-García, M. 2014. Equity, efficiency and sustainability in 47 water allocation in the Andes: trade-offs in a full world. *Water Alternatives*, 7(2): 298–319
- Mehta, L. 2006. *Water and human development: capabilities*, 48 Background paper for .entitlements and power the Human Development Report 2006. Institute of Development Studies www.hdr.undp.org/sites/default/files/mehta_1_rev.pdf. [ورد ذكره في 1 أغسطس/آب 2020]
- Jägermeyr, J., Pastor, A., Biemans, H. & Gerten, D. 2017. 49 Reconciling irrigated food production with environmental flows for Sustainable Development Goals implementation. *Nature Communications*, 8(1): 15900
- The Dublin Statement .1992. المؤتمر الدولي المعني بالمياه والبيئة. 50 *on Water and Sustainable Development*. [النسخة الإلكترونية]. دويلين. [ورد ذكره في 1 أغسطس/آب 2020]. www.wmo.int/pages/prog/hwrp/documents/english/icwedece.html
- Morgera, E., Webster, E., Hamley, G., Sindico, F., Robbie, J., 51 Switzer, S., Berger, T., Silva Sánchez, P., Lennan, M., Martin-Nagle, R., Tsioumani, E., Moynihan, R. & Zydek, A. 2020. *The right to water for food and agriculture*. روما، منظمة الأغذية والزراعة. 143 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/ca8248en/CA8248EN.pdf)
- van der Zaag, P. & Savenije, H. 2006. *Water as an economic*. 52 good: the value of pricing and the failure of markets. Value of Water Research Report Series No. 19. Delft, Netherlands, UNESCO-IHE
- Gravelle, H. & Rees, R. 2004. *Microeconomics*. Third edition. 53 Harlow, UK, Financial Times/Prentice Hall
- Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. *Science*, 54 162(3859): 1243–1248
- Ostrom, E. 1990. *Governing the commons: the evolution of institutions* 55 for collective action. New York, USA, Cambridge University Press
- Governing tenure rights to commons. A. 2016. منظمة الأغذية والزراعة. 56 guide to support the implementation of the 'Voluntary guidelines on the responsible governance of tenure of land, fisheries and forests in the context of national food security'. Governance of Tenure Technical Guide No. 8 روما. 95 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i6381e.pdf)
32. الأمم المتحدة. 2010. حق الإنسان في الحصول على المياه والصرف الصحي. قرار الجمعية العامة رقم 292/A/RES/64
- Lowder, S.K., Scoet, J. & Raney, T. 2016. The number, size, 33 and distribution of farms, smallholder farms, and family farms worldwide. *World Development*, 87: 16–29
- Li, X., Waddington, S.R., Dixon, J., Joshi, A.K. & de Vicente, 34 M.C. 2011. The relative importance of drought and other water-related constraints for major food crops in South Asian farming systems. *Food Security*, 3(1): 19–33
- Balasubramanya, S. & Stifel, D. 2020. Viewpoint: Water, 35 agriculture & poverty in an era of climate change: Why do we know so little? *Food Policy*, 93: 101905 [ورد ذكره في 25 يونيو/حزيران 2020]. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306919220301093>
- Burney, J.A. & Naylor, R.L. 2012. Smallholder irrigation as a poverty 36 alleviation tool in sub-Saharan Africa. *World Development*, 40(1): 110–123
- Burney, J.A., Naylor, R.L. & Postel, S.L. 2013. The case for 37 distributed irrigation as a development priority in sub-Saharan Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(31): 12513–12517
- Xie, H., You, L., Wielgosz, B. & Ringler, C. 2014. Estimating 38 the potential for expanding smallholder irrigation in Sub-Saharan Africa. *Agricultural Water Management*, 131: 183–193
- Nakawuka, P., Langan, S., Schmitter, P. & Barron, J. 2018. 39 A review of trends, constraints and opportunities of smallholder irrigation in East Africa. *Global Food Security*, 17: 196–212
- Bouma, J.A., Hegde, S.S. & Lasage, R. 2016. Assessing the 40 returns to water harvesting: a meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 163: 100–109
- Malabo Montpellier Panel. 2018. Water-wise: smart irrigation 41 strategies for Africa. A Malabo Montpellier Panel Report. Dakar
- منظمة الأغذية والزراعة. 2011. حالة الأغذية والزراعة 2010-2011. المرأة في قطاع الزراعة. سد الفجوة بين الجنسين من أجل التنمية. روما. [النسخة العربية]. 160 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i2050a.pdf>)
- منظمة الأغذية والزراعة. 2012. 43 Passport to mainstreaming gender. 2012. in water programmes: key questions for interventions in the agricultural sector. 61 صفحة. روما. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/i3173e/i3173e.pdf)
44. مفوضية الأمم المتحدة السامية لحقوق الإنسان. 2016. التوصية العامة رقم 34 (2016) بشأن حقوق المرأة الريفية. [النسخة الإلكترونية]. CEDAW/C/GC/34. جنيف، اتفاقية القضاء على جميع أشكال التمييز ضد المرأة. [ورد ذكره في 25 يونيو/حزيران 2020]. [ورد ذكره في 1 أغسطس/آب 2020]. https://tbinternet.ohchr.org/_layouts/15/treatybodyexternal/Download.aspx?symbolno=CEDAW/C/GC/34&Lang=en

- Yoshida, Y., Lee, H.S., Trung, B.H., Tran, H.-D., Lall, M.K., .69
- Kakar, K. & Xuan, T.D. 2020. Impacts of mainstream hydropower dams on fisheries and agriculture in Lower Mekong Basin. *Sustainability*, 12(6): 2408 [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. 2408/6/12/1050-wwww.mdpi.com/2071
- Young, P.S., Cech, J.J. & Thompson, L.C. 2011. Hydropower-70 related pulsed-flow impacts on stream fishes: a brief review, conceptual model, knowledge gaps, and research needs. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 21(4): 713–731
- Yüksel, I. 2010. Hydropower for sustainable water and energy.71 *development. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1): 462–469
- Amjath-Babu, T.S., Sharma, B., Brouwer, R., Rasul, G., .72
- Wahid, S.M., Neupane, N., Bhattarai, U. & Sieber, S. 2019. Integrated modelling of the impacts of hydropower projects on the water-food-energy nexus in a transboundary Himalayan river basin. *Applied Energy*, 239: 494–503
- Räsänen, T.A., Joffre, O.M., Someth, P., Thanh-Cong, T., .73
- Keskinen, M. & Kumm, M. 2015. Model-based assessment of water, food, and energy trade-offs in a cascade of multipurpose reservoirs: case study of the Sesan tributary of the Mekong River. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 141(1): 05014007 [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. https://doi.org/10.1061/%28ASCE%29WR.1943.5452.0000459-ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29WR.1943
- Conway, D., van Garderen, E.A., Deryng, D., Dorling, S., .74
- Krueger, T., Landman, W., Lankford, B., Lebek, K., Osborn, T., Ringler, C., Thurlow, J., Zhu, T. & Dalin, C. 2015. Climate and southern Africa's water-energy-food nexus. *Nature Climate Change*, 5(9): 837–846
- 75 فريق الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي والتغذية. 2013. الوفود الحيوي والأمن الغذائي. تقرير مقدم من فريق الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي والتغذية للجنة الأمن الغذائي العالمي. روما، منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة العربية] 196 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: http://www.fao.org/3/a-i2952a.pdf)
- Rulli, M.C., Bellomi, D., Cazzoli, A., De Carolis, G. & .76
- D'Odorico, P. 2016. The water-land-food nexus of first-generation biofuels. *Scientific Reports*, 6(1): 22521 [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. https://doi.org/10.1038/srep22521
- Stone, K. 2015. *Water at Risk: The impact of biofuels expansion on water resources and poverty*. Washington, DC, ActionAid USA
- Eide, A. 2008. *The right to food and the impact of liquid biofuels*.78 (agrofuels). Right to Food Study 54 روما، منظمة الأغذية والزراعة، 54 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-ap550e.pdf)
- Cotula, L. 2008. The property rights challenges of improving .57 access to water for agriculture: lessons from the Sahel. *Journal of Human Development*, 9(1): 5–22
- Vapnek, J., Aylward, B., Popp, C. & Bartram, J. 2009. *Law for .58 water management. A guide to concepts and effective approach*. FAO Legislative Study No. 101 روما، منظمة الأغذية والزراعة. 359 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i1284e.pdf)
- 59 منظمة الأغذية والزراعة. 2018. *Sustainable food systems: concept and framework*.. [النسخة الإلكترونية]. Technical Brief. روما. [ورد ذكره في 1 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/3/ca2079en/CA2079EN.pdf
- Mateo-Sagasta, J., Marjani Zadeh, S. & Turral, H., eds. 2018. .60 *More people, more food, worse water? A global review of water pollution from agriculture*. Rome and Colombo, FAO and IWMI. 221 pp (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/ca0146en/CA0146EN.pdf)
- Kirby, R.M., Bartram, J. & Carr, R. 2003. Water in food production .61 and processing: quantity and quality concerns. *Food Control*, 14(5): 283–299
- Damania, R., Desbureaux, S., Rodella, A.-S., Russ, J. & .62
- Zaveri, E. 2019. *Quality unknown: the invisible water crisis*. Washington, DC, World Bank
- Mateo-Sagasta, J. & Burke, J. 2011. *Agriculture and water .63 quality interactions: a global overview*. SOLAW Background Thematic Report No. 8 روما، منظمة الأغذية والزراعة. 46 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-bl092e.pdf)
- 64 برنامج الأمم المتحدة العالمي لتقييم الموارد المائية. 2019. تقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية 2019. لن يُترك أحد دون مياه. باريس، اليونيسكو.
- Zeng, R., Cai, X., Ringler, C. & Zhu, T. 2017. Hydropower .65 versus irrigation—an analysis of global patterns. *Environmental Research Letters*, 12(3): 034006 [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 1 أغسطس/آب 2020]. https://iopscience.iop.org/aa5f3f/9326-1748/article/10.1088
- Cai, X., McKinney, D.C. & Rosegrant, M.W. 2003. .66 Sustainability analysis for irrigation water management in the Aral Sea region. *Agricultural Systems*, 76(3): 1043–1066
- Greimel, F., Schülting, L., Graf, W., Bondar-Kunze, E., Auer, S., .67
- Zeiringer, B. & Hauer, C. 2018. Hydropeaking impacts and mitigation. In S. Schmutz & J. Sendzimir, eds. *Riverine ecosystem management*, pp. 91–110. Cham, Switzerland, Springer International Publishing
- Schmutz, S., Bakken, T.H., Friedrich, T., Greimel, F., Harby, A., .68
- Jungwirth, M., Melcher, A., Unfer, G. & Zeiringer, B. 2015. Response of fish communities to hydrological and morphological alterations in hydropeaking rivers of Austria. *River Research and Applications*, 31(8): 919–930

- Kumar, C., Begeladze, S., Calmon, M. & Saint-Laurent, C. 2015. *Enhancing food security through forest landscape restoration: lessons from Burkina Faso, Brazil, Guatemala, Viet Nam, Ghana, Ethiopia and Philippines*. Gland, Switzerland, IUCN
- Sheil, D. 2018. Forests, atmospheric water and an uncertain future: the new biology of the global water cycle. *Forest Ecosystems*, 5(1): 19
- Walker, C., Beretta, C., Sanjuán, N. & Hellweg, S. 2018. Calculating the energy and water use in food processing and assessing the resulting impacts. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(4): 824–839
- Manzardo, A., Mazzi, A., Loss, A., Butler, M., Williamson, A. & Scipioni, A. 2016. Lessons learned from the application of different water footprint approaches to compare different food packaging alternatives. *Journal of Cleaner Production*, 112: 4657–4666
- Ölmez, H. 2013. Water consumption, reuse and reduction strategies in food processing. In B.K. Tiwari, T. Norton & N.M. Holden, eds. *Sustainable Food Processing*, pp. 401–434. Chichester, UK, John Wiley & Sons
- Meneses, Y.E. & Wang, B. 2020. Water use in the food industry. Background paper for *The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture*. Nebraska, USA, University of Nebraska-Lincoln
- Hansen, C.L. & Cheong, D.Y. 2019. Agricultural waste management in food processing. In M. Kutz, ed. *Handbook of farm, dairy and food machinery engineering*. Third edition, pp. 637–716. Academic Press
- Noukeu, N.A., Gouado, I., Priso, R.J., Ndongo, D., Taffouo, V.D., Dibong, S.D. & Ekodeck, G.E. 2016. Characterization of effluent from food processing industries and stillage treatment trial with *Eichhornia crassipes* (Mart.) and *Panicum maximum* (Jacq.). *Water Resources and Industry*, 16: 1–18
- Amabye, T.G. 2015. Effect of food processing industries' effluents on the environment: a case study of MOHA Mekelle Bottling Company, Tigray, Ethiopia. *Industrial Chemistry*, 01(02) [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. doi: 10.1000110-2469/10.4172.9764
- Doorn, M., Towprayoon, S., Manso Vieira, S.M., Irving, W., Palmer, C., Pipatti, R. & Wang, C. 2006. Wastewater treatment and discharge. Chapter 5. In H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara & K. Tanabe, eds. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, pp. 6.1
79. منظمة الأغذية والزراعة. 2017. *Water for sustainable food and agriculture: a report produced for the G20 Presidency of Germany*. روما. 27 صفحة. (متاح أيضاً على الرابط: www.fao.org/3/a-i7959e.pdf).
80. منظمة الأغذية والزراعة. 2008. حالة الأغذية والزراعة 2008. الوقود الحيوي: الآفاق والمخاطر والفرص. روما. [النسخة العربية] 143 صفحة. (متاح أيضاً على الرابط: <http://www.fao.org/3/i0100a/i0100a.pdf>).
81. Gerbens-Leenes, P.W., Hoekstra, A.Y. & van der Meer, T.H. 2009. The water footprint of energy from biomass: a quantitative assessment and consequences of an increasing share of bio-energy in energy supply. *Ecological Economics*, 68(4): 1052–1060
82. Xie, X., Zhang, T., Wang, L. & Huang, Z. 2017. Regional water footprints of potential biofuel production in China. *Biotechnology for Biofuels*, 10(1): 95 [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. <https://doi.org/10.1186/s13068-017-0778-0>
83. منظمة الأغذية والزراعة. 2014. FAO at World Water Week 2014. Why water and energy matter for agriculture and the rural sector. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 1 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/land-water/news-archive/news-detail/en/c/267274
84. United States Department of Energy (USDE). 2014. *The water-energy nexus: challenges and opportunities*. Washington, DC
85. Schewe, J., Heinke, J., Gerten, D., Haddeland, I., Arnell, N.W., Clark, D.B., Dankers, R., Eisner, S., Fekete, B.M., Colón-González, F.J., Gosling, S.N., Kim, H., Liu, X., Masaki, Y., Portmann, F.T., Satoh, Y., Stacke, T., Tang, Q., Wada, Y., Wisser, D., Albrecht, T., Frieler, K., Piontek, F., Warszawski, L. & Kabat, P. 2014. Multimodel assessment of water scarcity under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9): 3245–3250
86. Stockholm International Water Institute (SIWI) ووزارة الزراعة. 2019. Nutrition-sensitive water productivity – rationale, methodology, (سيصدر قريباً). farmers and policy. FAO Land and Water Discussion Papers
87. منظمة الأغذية والزراعة. 2019. Water use in livestock production systems and supply chains – guidelines for assessment (Version 1). Rome, Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. 126 pp (متاح أيضاً على الرابط: www.fao.org/3/ca5685en/ca5685en.pdf).
88. منظمة الأغذية والزراعة. 2019. *Measuring and modelling soil carbon stocks and stock changes in livestock production systems: guidelines for assessment (Version 1)*. Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. 170 صفحة. (متاح أيضاً على الرابط: www.fao.org/3/ca2934en/CA2934EN.pdf).
89. Doreau, M., Corson, M.S. & Wiedemann, S.G. 2012. Water use by livestock: a global perspective for a regional issue? *Animal Frontiers*, 2(2): 9–16

112. منظمة الأمم المتحدة للطفولة (اليونيسف) ومنظمة الصحة العالمية. 2019. التقدم المحرز في مجال مياه الشرب والإصحاح والنظافة العامة في المنازل 2000-2017: مع تركيز خاص على أوجه عدم المساواة. نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.
113. الأمم المتحدة. 2015. *The World's Women 2015: trends and statistics*. New York, USA, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division.
114. Ntouda, J., Sikodf, F., Ibrahim, M. & Abba, I. 2013. Access to drinking water and health of populations in Sub-Saharan Africa. *Comptes Rendus Biologies*, 336(5-6): 305-309.
115. الأمم المتحدة - التقييم السنوي العالمي لخدمات الصرف الصحي ومياه الشرب. 2019. *National systems to support drinking water, sanitation and hygiene. global status report 2019*. Geneva, Switzerland.
116. Geremew, A. & Dantew, Y.T. 2020. Household water treatment using adequate methods in sub-Saharan countries: evidence from 2013-2016 Demographic and Health Surveys. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 10(1): 66-75.
117. Sobsey, M.D. 2002. *Managing water in the home: accelerated health gains from improved water supply*. Geneva, Switzerland. منظمة الصحة العالمية.
118. Daniel, D., Marks, S.J., Pande, S. & Rietveld, L. 2018. Socio-environmental drivers of sustainable adoption of household water treatment in developing countries. *Clean Water*, 1: 12. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. <https://doi.org/10.1038/0012-z-018-s41545>.
119. Clasen, T. 2015. Household water treatment and safe storage to prevent diarrheal disease in developing countries. *Current Environmental Health Reports*, 2(1): 69-74.
120. منظمة الصحة العالمية. 2012. *Status of national household water treatment and safe storage policies in selected countries: results of global survey and policy readiness for scaling up*. [النسخة الإلكترونية]. جينيف، سويسرا. [ورد ذكره في 1 أغسطس/آب 2020]. https://apps.who.int/WHO_HSE_WSH_12.07_eng./205466/iris/bitstream/handle/10665/pdf?sequence=1&isAllowed=y
100. Jackson, D.C. & Marmulla, G. 2001. The influence of dams on river fisheries. In G. Marmulla, ed. *Dams, fish and fisheries: Opportunities, challenges and conflict resolution*, pp. 1-44. Fisheries Technical Paper No. 419. روما، منظمة الأغذية والزراعة. 166 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/tempref/docrep/fao/004/Y2785E/y2785e.pdf).
101. منظمة الصحة العالمية. 2006. *Wastewater and excreta use in aquaculture. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater*. جينيف، سويسرا.
102. Marcussen, H., Holm, P.E., Ha, L.T. & Dalsgaard, A. 2007. Food safety aspects of toxic element accumulation in fish from wastewater-fed ponds in Hanoi, Vietnam: toxic element accumulation in wastewater-fed fish. *Tropical Medicine & International Health*, 12: 34-39.
103. Meneses, Y.E. & Flores, R.A. 2016. Feasibility, safety, and economic implications of whey-recovered water in cleaning-in-place systems: a case study on water conservation for the dairy industry. *Journal of Dairy Science*, 99(5): 3396-3407.
104. Lindgaard-Jorgensen, P., Kristensen, G.H. & Andersen, M. 2018. Road map towards zero water milk-processing plants - experiences from a Danish public-private partnership. *Environmental Management and Sustainable Development*, 7(2): 157.
105. منظمة الصحة العالمية. 2018. *Global Health Estimates 2016: Deaths by cause, age, sex, by country, and by region, 2000-2016*. جينيف، سويسرا.
106. برنامج الأمم المتحدة الإنمائي. 2006. تقرير التنمية البشرية للعام 2006. ما هو أبعد من الندرة: القوة والفقير وأزمة المياه العالمية. نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.
107. Sanctuary, M., Tropp, H. & Haller, L. 2005. *Making water a part of economic development: the economic benefits of improved water management and services*. Stockholm, Stockholm International Water Institute.
108. Bryan, E., Chase, C. & Schulte, M. 2019. *Nutrition-sensitive irrigation and water management*. Water Global Practice Guidance Note. Washington, DC, World Bank.
109. Domènech, L. 2015. Improving irrigation access to combat food insecurity and undernutrition: a review. *Global Food Security*, 6: 24-33.
110. van der Hoek, W., Feenstra, S.G. & Konradsen, F. 2002. Availability of irrigation water for domestic use in Pakistan: its impact on prevalence of diarrhoea and nutritional status of children. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 20(1): 77-84.
111. منظمة الصحة العالمية. 2014. *Preventing diarrhoea through better water, sanitation and hygiene: exposures and impacts in low- and middle-income countries*. Geneva, Switzerland.

الفصل الثاني

10. منظمة الأغذية والزراعة. 2020. *SDG Indicator 6.4.2 on water stress*. روما.
11. منظمة الأغذية والزراعة. 2020. *Contribution of the agriculture sector to the level of water stress*. روما.
12. **Cumani, M. & Rojas, O.** 2016. *Characterization of the agricultural drought prone areas at global scale: using the FAO Agricultural Stress Index System (ASIS) to enhance the understanding of, and boost resilience to water stress conditions in drought-prone areas*. روما، منظمة الأغذية والزراعة. 38 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i5764e.pdf).
13. منظمة الأغذية والزراعة. 2018. *The impact of disasters and crises on agriculture and food security 2017* للأمم المتحدة. 144 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/i18656en.pdf>).
14. منظمة الأغذية والزراعة. 2017. *Drought characteristics and management in Central Asia and Turkey*. FAO Water Report No. 44. روما. 110 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i6738e.pdf).
15. **Maher Salman, M., Pek, E. & Lamaddalena, N.** 2019. *Field guide to improve water use efficiency in small-scale agriculture – the case of Burkina Faso, Morocco and Uganda*. روما، منظمة الأغذية والزراعة. 78 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/ca5789en/ca5789en.pdf).
16. البنك الدولي. 2009. *Africa's infrastructure: a time for transformation*. V. Foster & C.M. Briceño-Garmendia, eds. Washington, DC.
17. المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية. 2019. *Global Spatially-Disaggregated Crop Production Statistics Data for 2010 Version*. Harvard Dataverse 1.0. في: *Harvard Dataverse* [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 5 أغسطس/ آب 2020]. <https://dataverse.harvard.edu/citati.on?persistentId=doi:10.7910/DVN/PRFF8V>.
18. منظمة الأغذية والزراعة. 2011. *AQUASTAT country profile – Viet Nam*. روما. 16 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/ca0412en/CA0412EN.pdf).
19. **Li, X., Waddington, S.R., Dixon, J., Joshi, A.K. & de Vicente, M.C.** 2011. The relative importance of drought and other water-related constraints for major food crops in South Asian farming systems. *Food Security*, 3(1): 19–33.
20. **Wichelns, D.** 2015. Water productivity and food security: considering more carefully the farm-level perspective. *Food Security*, 7(2): 247–260.
21. **Fuglie, K.O.** 2008. Is a slowdown in agricultural productivity growth contributing to the rise in commodity prices? *Agricultural Economics*, 39: 431–441.

1. منظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية. 2020. *Global Agro-Ecological Zones (GAEZ v4.0)*. Laxenburg, Austria, and Rome.
2. منظمة الأغذية والزراعة. 2018. *Brief guidelines to the Global Information and Early Warning System's (GIEWS) Earth Observation Website*. روما. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/CA0941EN/ca0941en.pdf).
3. الأمم المتحدة، إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية، شعبة السكان. 2019. *World urbanization prospects: the 2018 revision*. No. ST/ESA/SER.A/420. نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، الأمم المتحدة.
4. منظمة الأغذية والزراعة. 2008. *Water and the rural poor: interventions for improving livelihoods in sub-Saharan Africa*. روما. 107 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/i0132e/i0132e.pdf).
5. **Wrathall, D.J., Van Den Hoek, J., Walters, A. & Devenish, A.** 2018. *Water stress and human migration: a global, georeferenced review of empirical research*. Land and Water Discussion Paper No. 11. روما، منظمة الأغذية والزراعة. 35 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/I8867EN/i8867en.pdf).
6. **Salik, K.M., Qaisrani, A., Awais, M. & Ali, M.** 2017. *Migration futures in Asia and Africa: economic opportunities and distributional effects – the case of Pakistan*. Islamabad, Sustainable Development Policy Institute. (متاح أيضًا على الرابط: <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.22393.77922>).
7. منظمة الأغذية والزراعة. 2020. *Earth Observation. Agricultural Stress Index System (ASIS): Historic Agricultural Drought Frequency (1984-2018)*. في: منظمة الأغذية والزراعة [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 5 أغسطس/ آب 2020]. www.fao.org/giews/earthobservation/asis/index_1.jsp?type=131.
8. **Latham, J., Cumani, R., Rosati, I. & Bloise, M.** 2014. *Global Land Cover (GLC-SHARE) Beta-Release 1.0 Database*. Land and Water Division. في: منظمة الأغذية والزراعة [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 5 أغسطس/ آب 2020]. www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources-planning-toolbox/category/details/en/c/1036355.
9. منظمة الأغذية والزراعة. 2018. *Progress on level of water stress – global baseline for SDG 6 Indicator 6.4.2*. Rome, FAO/UN Water. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 58 p. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/CA1592EN/ca1592en.pdf).

- Yihun, Y.M.** 2015. *Agricultural water productivity optimization 33 for irrigated teff (eragrostic tef) in a water scarce semi-arid region of Ethiopia*. Leiden, Netherlands, CRC Press/Balkema
- Matsumoto, T. & Yamano, T.** 2011. Fertilizer policies, price, 34 and application in East Africa. In T. Yamano, K. Otsuka & F. Place, eds. *Emerging Development of Agriculture in East Africa*, pp. 58–72. Dordrecht, Netherlands, Springer
- RuLIS – Rural livelihoods.** 2020. *منظمة الأغذية والزراعة. 35 information system*. في: منظمة الأغذية والزراعة [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 5 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/in-action/rural-livelihoods-dataset-rulis/en
- منظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية.** 2007. *36 Mapping biophysical factors that influence agricultural production and rural vulnerability*. Environment and Natural Resources Series No. 11 edition. روما. 95 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a1075e/a1075e00.pdf)
- MapSPAM.** 2019. Methodology: a look behind SPAM and what 37 makes it run. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 5 أغسطس/آب 2020]. <http://mapspam.info/methodology>
- Sheahan, M. & Barrett, C.B.** 2017. Ten striking facts about 38 agricultural input use in Sub-Saharan Africa. *Food Policy*, 67: 12–25
- منظمة الأغذية والزراعة.** 2017. *39 The future of food and agriculture – Trends and challenges*. روما. 185 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-16583e.pdf)
- برنامج الأمم المتحدة العالمي لتقييم الموارد المائي.** 2017. تقرير الأمم المتحدة العالم عن تنمية الموارد المائية لعام 2017. المياه العادمة مورد غير مستغل. باريس، اليونيسكو.
- Hoekstra, A.Y., ed.** 2003. *Virtual water trade: proceedings of the 41 international expert meeting on virtual water trade*. Value of Water Research Report Series No. 12. Delft, Netherlands, IHE
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y. & Savenije, H.H.G.** 2006. 42 Water saving through international trade of agricultural products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 10(3): 455–468
- Hoekstra, A.** 2010. *The relation between international trade and 43 freshwater scarcity*. Staff Working Paper ERSD-2010-05. Enschede, Netherlands, World Trade Organization
- Jackson, L.A., Pene, C., Martinez-Hommel, M.-B., Tamiotti, 44 L. & Hofmann, C.** 2014. Water policy, agricultural trade and WTO rules. In P. Martinez-Santos, M. Aldaya & M. Ramón Llamas, eds. *Integrated water resources management in the 21st century: revisiting the paradigm*, pp. 59–78. Leiden, Netherlands, CMR Press. 321 pp
- Fuglie, K. & Rada, N.** 2013. *Resources, policies, and agricultural 22 productivity in sub-Saharan Africa*. ERR-145. Washington, DC, United States Department of Agriculture Economic Research Service
- منظمة الأغذية والزراعة.** 2003. حالة انعدام الأمن الغذائي في العالم 2003. رصد التقدم المحرز في اتجاه أهداف مؤتمر القمة العالمي للأغذية والأهداف الإنمائية للألفية. روما. [النسخة العربية]. 22 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/j0083a/j0083a00.pdf>)
- منظمة الأغذية والزراعة و Earthscan.** 2011. حالة الموارد من الأراضي والمياه في العالم للأغذية والزراعة – إدارة النظم المعرضة للخطر. روما، منظمة الأغذية والزراعة ولندن، Earthscan. [النسخة العربية]. 315 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i1688a.pdf>)
- Comprehensive Assessment of Water Management in 25 Agriculture.** 2007. *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture*. London and Sterling, USA, Earthscan and IWMI
- Vanschoenwinkel, J. & Van Passel, S.** 2018. Climate response 26 of rainfed versus irrigated farms: the bias of farm heterogeneity in irrigation. *Climatic Change*, 147(1–2): 225–234
- Wood-Sichra, U., Joglekar, A. & You, L.** 2016. *Spatial 27 Production Allocation Model (SPAM) 2005: technical documentation*. HarvestChoice Working Paper. Washington, DC and St. Paul, USA, International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Science and Technology Practice and Policy (InSTePP) Center, University of Minnesota
- Fuglie, K., Gautam, M., Goyal, A. & Maloney, W.F.** 2019. 28 *Harvesting prosperity: technology and productivity growth in agriculture*. Washington, DC, World Bank
- Siebert, S. & Döll, P.** 2010. Quantifying blue and green virtual water 29 contents in global crop production as well as potential production losses without irrigation. *Journal of Hydrology*, 384(3–4): 198–217
- Lowder, S.K., Skoet, J. & Raney, T.** 2016. The number, size, 30 and distribution of farms, smallholder farms, and family farms worldwide. *World Development*, 87: 16–29
- Lowder, S.K., Sánchez, M.V. & Bertini, R.** 2020. *Farms, family 31 farms, farmland distribution and farm labour: what do we know today?* FAO Agricultural Development Economics Working Paper No. 19-08. روما، منظمة الأغذية والزراعة. 76 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/ca7036en/ca7036en.pdf)
- منظمة الأغذية والزراعة ومؤسسة التمويل الدولية.** 2015. *Ethiopia: 32 Irrigation market brief*. روما. 67 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i5196e.pdf)

- Standard country or area codes for statistical .1998. الأمم المتحدة. 59
use في: *United Nations Statistics Division*. [النسخة الإلكترونية]. [ورد
ذكره في 1 أغسطس/آب 2020]. [http://unstats.un.org/unsd/methods/
m49/m49.htm](http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49.htm)
- New country classifications by income. 2017. البنك الدولي. 60
2018-level: 2017. في: البنك الدولي. [النسخة الإلكترونية]. [https://blogs.
worldbank.org/opendata/new-country-classifications-income-
2018-level-2017](https://blogs.worldbank.org/opendata/new-country-classifications-income-2018-level-2017)
- Turral, H., Burke, J.J. & Faurès, J.-M. 2011. *Climate change*, 61
water and food security. FAO Water Report No. 36
الأغذية والزراعة. 200 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: [www.fao.org/3/
i2096e/i2096e.pdf](http://www.fao.org/3/i2096e/i2096e.pdf))
- Schewe, J., Heinke, J., Gerten, D., Haddeland, I., Arnell, 62
N.W., Clark, D.B., Dankers, R., Eisner, S., Fekete, B.M., Colón-
González, F.J., Gosling, S.N., Kim, H., Liu, X., Masaki, Y.,
Portmann, F.T., Satoh, Y., Stacke, T., Tang, Q., Wada, Y., Wisser,
D., Albrecht, T., Frieler, K., Piontek, F., Warszawski, L. & Kabat,
P. 2014. Multimodel assessment of water scarcity under climate
change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9):
3245–3250
- Gosling, S.N. & Arnell, N.W. 2016. A global assessment of 63
the impact of climate change on water scarcity. *Climatic Change*,
134(3): 371–385
- Fung, F., Lopez, A. & New, M. 2011. Water availability in +2°C 64
and +4°C worlds. *Philosophical Transactions of the Royal Society
A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369(1934):
99–116
- Smirnov, O., Zhang, M., Xiao, T., Orbell, J., Lobben, A. 65
& Gordon, J. 2016. The relative importance of climate change
and population growth for exposure to future extreme droughts.
Climatic Change, 138(1–2): 41–53
- Prudhomme, C., Giuntoli, I., Robinson, E.L., Clark, 66
D.B., Arnell, N.W., Dankers, R., Fekete, B.M., Franssen, W.,
Gerten, D., Gosling, S.N., Hagemann, S., Hannah, D.M., Kim,
H., Masaki, Y., Satoh, Y., Stacke, T., Wada, Y. & Wisser, D.
2014. Hydrological droughts in the 21st century, hotspots and
uncertainties from a global multimodel ensemble experiment.
Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(9): 3262–3267
- Hyland, M. & Russ, J. 2019. Water as destiny – the long-term impacts 67
of drought in sub-Saharan Africa. *World Development*, 115: 30–45
- Liu, W., Antonelli, M., Kumm, M., Zhao, X., Wu, P., 45
Liu, J., Zhuo, L. & Yang, H. 2019. Savings and losses of global
water resources in food-related virtual water trade. Wiley
Interdisciplinary Reviews: Water, 6(1): e1320
[النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 5 أغسطس/آب 2020]. [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/
abs/10.1002/wat2.1320](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wat2.1320)
- Oki, T., Yano, S. & Hanasaki, N. 2017. Economic aspects of 46
virtual water trade. *Environmental Research Letters*, 12(4): 044002
[النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 5 أغسطس/آب 2020]. [https://doi.
aa625f/9326-1748/org/10.1088](https://doi.org/10.1088/1748-9326/12/4/044002)
- Yano, S., Hanasaki, N., Itsubo, N. & Oki, T. 2016. Potential 47
impacts of food production on freshwater availability considering
water sources. *Water*, 8(4): 163
- Dalin, C., Wada, Y., Kastner, T. & Puma, M.J. 2017. 48
Groundwater depletion embedded in international food trade.
Nature, 543(7647): 700–704
- Barrett, C.B., Christiaensen, L., Sheahan, M. & Shimeles, A. 49
2017. On the Structural Transformation of Rural Africa. *Journal of
African Economies*, 26(suppl_1): i11–i35
- البنك الدولي والأمم المتحدة. 2014. *Improving trade and transport for
landlocked developing countries: a ten-year review*. Washington, DC
- منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. 2013. *Succeeding with trade*.
reforms: the role of aid for trade. The development dimension
باريس.
- IFAD's approach in small island. 2014. *البنك الدولي للتنمية الزراعية*.
developing states: a global response to island voices for food security
روما.
- منظمة الأغذية والزراعة. 2016. *State of Food Security and Nutrition*.
(in Small Island Developing States (SIDS)). [النسخة الإلكترونية]. [ورد
ذكره في 5 أغسطس/آب 2020]. [www.fao.org/3/a-
i5327e.pdf](http://www.fao.org/3/a-i5327e.pdf)
- الأمم المتحدة. 2010. *Trends in sustainable development: small
island developing states (SIDS)*. نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.
- Bush, M.J. 2018. *Climate change adaptation in small island* 55
developing states. Hoboken, USA, John Wiley & Sons
- Alam, K. 2015. Farmers' adaptation to water scarcity in 56
drought-prone environments: a case study of Rajshahi District,
Bangladesh. *Agricultural Water Management*, 148: 196–206
- البنك الدولي للتنمية الزراعية. 2012. *Gender and water. Securing*.
water for improved rural livelihoods: the multiple-uses system
روما. approach
- البنك الدولي. 2019. World Bank list of economies. [النسخة
الإلكترونية]. [ورد ذكره في 21 أغسطس/آب 2020]. [http://databank.
worldbank.org/data/download/site-content/CLASS.xls](http://data.worldbank.org/data/download/site-content/CLASS.xls)

- Thivet, G. & Fernandez, S. 2012. *Water demand management: 75 the Mediterranean experience*. Technical focus paper. Stockholm, Global Water Partnership, Plan Bleu.
76. منظمة الأغذية والزراعة. 2012. التكيف مع ندرة المياه: إطار عمل من أجل الزراعة والأمن الغذائي. تقرير منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة بشأن المياه رقم 38. روما. [النسخة العربية]. 94 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i3015a.pdf>).
- Molle, F. 2003. *Development trajectories of river basins: a 77 conceptual framework*. Research Report No. 72. Colombo, IWMI.
- Mateo-Sagasta, J., Marjani Zadeh, S. & Turrall, H., eds. 2018. 78 *More people, more food, worse water? A global review of water pollution from agriculture*. Rome and Colombo, FAO and IWMI. 221 pp. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/ca0146en/CA0146EN.pdf).
- Quiñones, R.A., Fuentes, M., Montes, R.M., Soto, D. & León-79 Muñoz, J. 2019. Environmental issues in Chilean salmon farming: a review. *Reviews in Aquaculture*, 11(2): 375–402.
- European Environment Agency. 2018. *European waters: 80 2018/assessment of status and pressures 2018*. EEA Report No. 7. Copenhagen.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 2020. 81 *Nutrient Pollution*. The sources and solutions: agriculture [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 5 أغسطس/آب 2020]. www.epa.gov/nutrientpollution/sources-and-solutions-agriculture.
82. منظمة الأغذية والزراعة. 2019. Collecting, analyzing and disseminating data, one country at a time. *FAO Environment Statistics – Livestock manure* [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 5 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/economic/ess/environment/data/livestock-manure/en.
83. منظمة الأغذية والزراعة. 2020. FAOSTAT. في: منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 15 أغسطس/آب 2020]. <http://faostat.fao.org>.
- Srivastava, A., Jangid, N., Srivastava, M. & Rawat, V. 2019. 84 Pesticides as water pollutants. In K.A. Wani & Mamta, eds. *Handbook of Research on the Adverse Effects of Pesticide Pollution in Aquatic Ecosystems*, pp. 1–19. Hershey, USA, IGI Global.
85. منظمة الأغذية والزراعة. 2016. *The FAO Action Plan on Antimicrobial Resistance 2016*. روما. 23 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i5996e.pdf).
86. منظمة الأغذية والزراعة. 2018. *Antimicrobial resistance in the environment: summary report of an FAO meeting of experts* [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 5 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/3/BU656en/bu656en.pdf.
- Dankers, R., Arnell, N.W., Clark, D.B., Falloon, P.D., Fekete, 68 B.M., Gosling, S.N., Heinke, J., Kim, H., Masaki, Y., Satoh, Y., Stacke, T., Wada, Y. & Wisser, D. 2014. First look at changes in flood hazard in the inter-sectoral impact model intercomparison project ensemble. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9): 3257–3261.
- Rosenzweig, C., Elliott, J., Deryng, D., Ruane, A.C., Müller, 69 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.
- Elliott, J., Deryng, D., Müller, C., Frieler, K., Konzmann, M., 70 Gerten, D., Glotter, M., Flörke, M., Wada, Y., Best, N., Eisner, S., Fekete, B.M., Folberth, C., Foster, I., Gosling, S.N., Haddeland, I., Khabarov, N., Ludwig, F., Masaki, Y., Olin, S., Rosenzweig, C., Ruane, A.C., Satoh, Y., Schmid, E., Stacke, T., Tang, Q. & Wisser, D. 2014. Constraints and potentials of future irrigation water availability on agricultural production under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9): 3239–3244.
- Konar, M., Hussein, Z., Hanasaki, N., Mauzerall, D.L. & 71 Rodriguez-Iturbe, I. 2013. Virtual water trade flows and savings under climate change. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 10(1): 67–101.
- Ramírez, A., Harrod, C., Valbo-Jørgensen, J. & Funge-Smith, 72 S. 2018. How climate change impacts inland fisheries. In M. Barange, T. Bahri, M.C.M. Beveridge, K.L. Cochrane, S. Funge-Smith & F. Poulain, eds. *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*, pp. 375–392. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. روما. 628 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/i9705en/i9705en.pdf).
- Smith, D.M., Matthews, J.H., Bharati, L., Borgomeo, E., 73 McCartney, M., Mauroner, A., Nicol, A., Rodriguez, D., Sadoff, C., Suhardiman, D., Timboe, I., Amarnath, G. & Anisha, N. 2019. *Adaptation's thirst: accelerating the convergence of water and climate action*. Rotterdam and Washington, DC. الرابط: www.iwmi.cgiar.org/Publications/Other/PDF/adaptations-thirst-gca-background-paper.pdf.
74. اليونسكو ولجنة الأمم المتحدة المعنية بالموارد المائية. 2020. تقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2020. المياه وتغير المناخ. باريس، اليونسكو.

Hey, D.L., Urban, L.S. & Kostel, J.A. 2005. *Nutrient farming: the business of environmental management*. Ecological Engineering, 24(4): 279–287

Mitsch, W.J. & Day, J.W. 2006. *Restoration of wetlands in the Mississippi-Ohio-Missouri (MOM) River Basin: experience and needed research*. Ecological Engineering, 26(1): 55–69

United States Department of Agriculture (USDA). 2006. *Nutrient Management (Ac.)*. No. Code 590. *United States Department of Agriculture*. [www.nrcs.usda.gov/](http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs143_022228.pdf) (متاح أيضًا على الرابط: www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs143_022228.pdf)

منظمة الأغذية والزراعة. 2018. *منظمة الأغذية والزراعة. environmental impacts in livestock supply chains: guidelines for assessment*. روما. الترخيص: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 199. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/CA1328EN/ca1328en.pdf)

Cui, Z., Zhang, H., Chen, X., Zhang, C., Ma, W., Huang, C., Zhang, W., Mi, G., Miao, Y., Li, X., Gao, Q., Yang, J., Wang, Z., Ye, Y., Guo, S., Lu, J., Huang, J., Lv, S., Sun, Y., Liu, Y., Peng, X., Ren, J., Li, S., Deng, X., Shi, X., Zhang, Q., Yang, Z., Tang, L., Wei, C., Jia, L., Zhang, J., He, M., Tong, Y., Tang, Q., Zhong, X., Liu, Z., Cao, N., Kou, C., Ying, H., Yin, Y., Jiao, X., Zhang, Q., Fan, M., Jiang, R., Zhang, F. & Dou, Z. 2018. *Pursuing sustainable productivity with millions of smallholder farmers*. Nature, 555(7696): 363–366

منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. 2017. *Diffuse pollution, degraded waters: emerging policy solutions*. OECD Studies on Water. Paris

الفصل الثالث

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(4): 287–291

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

Stevanovi, M., Popp, A., Lotze-Campen, H., Dietrich, J.P., Müller, C., Bonsch, M., Schmitz, C., Bodirsky, B.L., Humpenöder, F. & Weindl, I. 2016. The impact of high-end climate change on agricultural welfare. *Science Advances*, 2(8): e1501452. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1501452>

Review on Antimicrobial Resistance. 2016. *Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations*. London

Van Boeckel, T.P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B.T., Levin, S.A., Robinson, T.P., Teillant, A. & Laxminarayan, R. 2015. Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(18): 5649–5654

United States Environmental Protection Agency (EPA). 2013. Literature review of contaminants in livestock and poultry manure -and implications for water quality. *EPA Office of Water 820-R-13*. Washington, DC

منظمة الأغذية والزراعة ومجموعة الخبراء الفنية الحكومية الدولية المعنية بالتربة. 2015. *Status of the world's soil resources: main report*. روما. 649 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i5199e.pdf)

Hanson, B., Grattan, S. & Fulton, A. 2006. *Agricultural salinity and drainage*. Davis, USA, University of California Irrigation Program

Ayers, R.S. & Westcot, D.W. 1985. *Water quality for agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29, rev. 1. روما. منظمة الأغذية والزراعة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/t0234e/t0234e00.htm)

Tanji, K.K. & Kielen, N.C. 2002. *Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 61. روما، منظمة الأغذية والزراعة. 202 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-ap103e.pdf)

منظمة الأغذية والزراعة. 2020. *Novel initiative to map salt-affected soils globally*. في: منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 5 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/global-soil-partnership/resources/highlights/detail/en/c/1269946

Okorogbona, A.O.M., Denner, F.D.N., Managa, L.R., Khosa, T.B., Maduwa, K., Adebola, P.O., Amoo, S.O., Ngoben, H.M. & Macevele, S. 2018. Water quality impacts on agricultural productivity and environment. In E. Lichtfouse, ed. *Sustainable Agriculture Reviews*, pp. 1–35. *Sustainable Agriculture Reviews*. Cham, Springer International Publishing

Braul, L. & Kirychuk, B. 2001. *Water quality and cattle*. Agriculture and Agri-Food Canada

منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. 2012. *Water quality and agriculture: meeting the policy challenge*. OECD Studies on Water. Paris

منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. 2018. *Human acceleration of the nitrogen cycle: managing risks and uncertainty*. Paris

Jansson, M., Andersson, R., Berggren, H. & Leonardson, L. 1994. *Wetlands and lakes as nitrogen traps*. *Ambio*, 23(6): 320–325

12. لجنة الأمن الغذائي العالمي. 2014. مبادئ الاستثمار الرشيد في نظم الزراعة والأغذية. روما. [النسخة العربية] 32 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-au866a.pdf>).
13. Wichelns, D. 2015. Water productivity and food security: considering more carefully the farm-level perspective. *Food Security*, 7(2): 247–260.
14. Vogel, E., Donat, M.G., Alexander, L.V., Meinshausen, M., Ray, D.K., Karoly, D., Meinshausen, N. & Frieler, K. 2019. The effects of climate extremes on global agricultural yields. *Environmental Research Letters*, 14(5): 054010. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/ آب 2020]. <https://iopscience.iop.org/ab154b/9326-1748/article/10.1088>
15. van Ittersum, M.K., van Bussel, L.G.J., Wolf, J., Grassini, P., van Wart, J., Guilpart, N., Claessens, L., de Groot, H., Wiebe, K., Mason-D'Croz, D., Yang, H., Boogaard, H., van Oort, P.A.J., van Loon, M.P., Saito, K., Adimo, O., Adjei-Nsiah, S., Agali, A., Bala, A., Chikowo, R., Kaizzi, K., Kouressy, M., Makoi, J.H.J.R., Ouattara, K., Tesfaye, K. & Cassman, K.G. 2016. Can sub-Saharan Africa feed itself? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(52): 14964–14966.
16. Hatibu, H., Oweis, T., Wani, S., Barron, J., Bruggeman, A., Qiang, Z., Farahani, J. & Karlberg, L. 2007. Managing water in rainfed agriculture. In D. Molden, ed. *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture*, pp. 315–352. London, IWMI and Earthscan. 48 pp.
17. منظمة الأغذية والزراعة. 2020. FAOSTAT. في: منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 15 أغسطس/ آب 2020]. <http://faostat.fao.org>
18. Eurostat. 2019. Agri-environmental indicator – irrigation. في: Statistics explained. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/ آب 2020]. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_irrigation
19. منظمة الأغذية والزراعة. 2018. *Future of food and agriculture 2018*. 2018. *alternative pathways to 2050. Supplemental Material* - روما. الترخيص CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 64 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/CA1564EN/CA1564EN.pdf).
20. Barron, J., Tengberg, A., Garg, K., Anantha, K.H., Sreenath, D. & Whitbread, A. 2020. Strengthen resilience in rainfed agricultural systems through agricultural water management: a review on current state and ways ahead. Background paper for The State of Food and Agriculture 2020. *Overcoming water challenges in agriculture*. Uppsala, Sweden, Swedish University of Agricultural Sciences
4. Rockström, J. & Karlberg, L. 2009. Zooming in on the global hotspots of rainfed agriculture in water-constrained environments. *Rainfed agriculture: unlocking the potential*, pp. 36–43. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture .Series No. 7. Wallingford, UK, CABI
5. Schils, R., Olesen, J.E., Kersebaum, K.-C., Rijk, B., Oberforster, M., Kalyada, V., Khitrykau, M., Gobin, A., Kirchev, H., Manolova, V., Manolov, I., Trnka, M., Hlavinka, P., Palosu, T., Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Lorgeou, J., Marrou, H., Danalatos, N., Archontoulis, S., Fodor, N., Spink, J., Roggero, P.P., Bassu, S., Pulina, A., Seehusen, T., Uhlen, A.K., yłowska, K., Nieróbca, A., Kozyra, J., Silva, J.V., Maças, B.M., Coutinho, J., Ion, V., Taká, J., Mínguez, M.I., Eckersten, H., Levy, L., Herrera, J.M., Hiltbrunner, J., Kryvobok, O., Kryvoshein, O., Sylvester-Bradley, R., Kindred, D., Topp, C.F.E., Boogaard, H., de Groot, H., Lesschen, J.P., van Bussel, L., Wolf, J., Zijlstra, M., van Loon, M.P. & van Ittersum, M.K. 2018. Cereal yield gaps across Europe. *European Journal of Agronomy*, 101: 109–120
6. 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
7. Antón, J. & Cattaneo, A. 2019. Agricultural risk management and climate change: what role for policy? In D. Blandford & K. Hassapoyannes, eds. *Global challenges for future food and agricultural policies*, pp. 281–306. World Scientific Series in Grand Public Policy Challenges of the 21st Century. World Scientific. 440 pp. الرابط: http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/0015_9789813235403
8. منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. 2011. *Managing risk in agriculture: policy assessment and design*. Paris. (متاح أيضًا على الرابط: www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/managing-risk-in-agriculture_9789264116146-en)
9. منظمة الأغذية والزراعة. 2012. التكيف مع ندرة المياه: إطار عمل من أجل الزراعة والأمن الغذائي. تقرير منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة بشأن المياه رقم 38. روما. [النسخة العربية]. 94 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i3015a.pdf>)
10. منظمة الأغذية والزراعة والمجلس العالمي للمياه. 2018. *Water accounting for water governance and sustainable development*. Rome and Marseille. 50 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/i8868en/i8868en.pdf)
11. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture*. London and Sterling, USA, Earthscan and IWMI

32. منظمة الأغذية والزراعة. 2018. *One million cisterns for the Sahel initiative*. روما. صفحاتتان. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/ca0882en/ca0882en.pdf).
33. Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Bindraban, P., Hanjra, M.A. & Kijne, J. 2010. Improving agricultural water productivity: between optimism and caution. *Agricultural Water Management*, 97(4): 528–535
34. Wisser, D., Frolking, S., Douglas, E.M., Fekete, B.M., Schumann, A.H. & Vörösmarty, C.J. 2010. The significance of local water resources captured in small reservoirs for crop production – a global-scale analysis. *Journal of Hydrology*, 384(3–4): 264–275
35. Oweis, T. 1997. *Supplemental irrigation: a highly efficient water-use practice*. Aleppo, Syrian Arab Republic, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas
36. Giordano, M., De Fraiture, C., Weight, E. & van der Blik, J. 2012. *Water for wealth and food security: supporting farmer-driven investments in agricultural water management*. Synthesis report of the AgWater Solutions Project. Colombo, IWMI
37. Kahinda, J.M., Rockström, J., Taigbenu, A.E. & Dimes, J. 2007. Rainwater harvesting to enhance water productivity of rainfed agriculture in the semi-arid Zimbabwe. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 32(15–18): 1068–1073
38. Rost, S., Gerten, D., Hoff, H., Lucht, W., Falkenmark, M. & Rockström, J. 2009. Global potential to increase crop production through water management in rainfed agriculture. *Environmental Research Letters*, 4(4): 044002 [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. <https://iopscience.iop.org/artic/044002/4/4/9326-1748/le/10.1088>
39. Jägermeyr, J., Gerten, D., Schaphoff, S., Heinke, J., Lucht, W. & Rockström, J. 2016. Integrated crop water management might sustainably halve the global food gap. *Environmental Research Letters*, 11(2): 025002 [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. <https://iopscience.iop.org/artic/025002/2/11/9326-1748/le/10.1088>
40. Magombeyi, M.S., Taigbenu, A.E. & Barron, J. 2018. Effectiveness of agricultural water management technologies on rainfed cereals crop yield and runoff in semi-arid catchment: a meta-analysis. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 16(4–5): 418–441
41. Abera, W., Tamene, L., Tibebe, D., Adimassu, Z., Kassa, H., Hailu, H., Mekonnen, K., Desta, G., Sommer, R. & Verchot, L. 2020. Characterizing and evaluating the impacts of national land restoration initiatives on ecosystem services in Ethiopia. *Land Degradation & Development*, 31(1): 37–52
21. Rockström, J., Karlberg, L., Wani, S.P., Barron, J., Hatibu, N., Oweis, T., Bruggeman, A., Farahani, J. & Qiang, Z. 2010. Managing water in rainfed agriculture—the need for a paradigm shift. *Agricultural Water Management*, 97(4): 543–550
22. Ranjan, P., Patle, G.T., Prem, M. & Solanke, K.R. 2017. Organic mulching: a water saving technique to increase the production of fruits and vegetables. *Current Agriculture Research Journal*, 5(3): 371–380
23. Abouziena, H.F. & Haggag, W.M. 2016. Weed control in clean agriculture: a review. *Planta Daninha*, 34(2): 377–392
24. Studer, R. & Liniger, H. 2013. *Water harvesting: guidelines to a good practice*. Bern, Amsterdam, Wageningen and Rome, Centre for Development and Environment (CDE), Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN), MetaMeta, International Fund for Agricultural Development (IFAD)
25. منظمة الأغذية والزراعة و Earthscan. 2011. *حالة الموارد من الأراضي والمياه في العالم للأغذية والزراعة – إدارة النظم المعرضة للخطر*. روما، منظمة الأغذية والزراعة ولندن، Earthscan. [النسخة العربية]. 315 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i1688a.pdf>).
26. Bouma, J.A., Hegde, S.S. & Lasage, R. 2016. Assessing the returns to water harvesting: a meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 163: 100–109
27. منظمة الأغذية والزراعة. 2000. *الأحواض الصغيرة تحقق إنجازات كبيرة: دمج تربية الأسماك مع زراعة المحاصيل وتربية الحيوان*. روما. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/x7156a/x7156a00.htm#TopOfPage>).
28. منظمة الأغذية والزراعة. 2001. *Integrated agriculture-aquaculture: a primer*. FAO Fisheries Technical Paper No. 407. روما. 149 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/y1187e/y1187e00.htm#TopOfPage).
29. Shrestha, M.K. & Pant, J., eds. 2012. *Small-scale Aquaculture for Rural Livelihoods: Proceedings of The National Symposium on Small-scale Aquaculture for Increasing Resilience of Rural Livelihoods in Nepal*. Chitwan, Nepal and Penang, Malaysia, Institute of Agriculture and Animal Science, Tribhuvan University, Rampur and WorldFish Center
30. Teka, K. 2018. Household level rainwater harvesting in the drylands of northern Ethiopia: its role for food and nutrition security. AgriFoSe2030 Report No 11. Mekelle, Ethiopia, *Agriculture for Food Security 2030*
31. Moges, G., Hengsdijk, H. & Jansen, H.C. 2011. Review and quantitative assessment of ex situ household rainwater harvesting systems in Ethiopia. *Agricultural Water Management*, 98(8): 1215–1227

- European Environment Agency. 2017. *Climate change, impacts 52 and vulnerability in Europe 2016: an indicator-based report*. EEA Report No. 1. Copenhagen
- Amosson, S., Almas, L., Girase, J., Kenny, N., Guerrero, B., 53 Vimlesh, K. & Marek, T. 2011. *Economics of irrigation systems*. College Station, USA, Texas A&M AgriLIFE Extension Service
- Bjorneberg, D.L. 2013. *Irrigation: methods. Reference Modules 54*. [النسخة الإلكترونية]. in *Earth Systems and Environmental Sciences* [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. <https://eprints.nwisrl.ars.usda.pdf>. 1524/1/gov/1568
- Osewe, M., Liu, A. & Njagi, T. 2020. Farmer-led irrigation and 55 its impacts on smallholder farmers' crop income: evidence from southern Tanzania. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5): 1512
- Burney, J.A., Naylor, R.L. & Postel, S.L. 2013. The case for 56 distributed irrigation as a development priority in sub-Saharan Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(31): 12513–1251
- van Koppen, B.C.P., Namara, R. & Safilios-Rothschild, C. 57 2005. Reducing poverty through investments in agricultural water management: poverty and gender issues and synthesis of sub-Saharan Africa case study reports. IWMI Working Paper No. 101. Colombo, IWMI
- You, L., Ringler, C., Wood-Sichra, U., Robertson, R., Wood, 58 S., Zhu, T., Nelson, G., Guo, Z. & Sun, Y. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. *Food Policy*, 36(6): 770–782
- Tatalovic, M. 2009. Irrigation reform needed in Asia 59 في: *Nature* [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. <https://doi.org/10.1038/news.2009.826>
- Facon, T. 2012. Forty years of irrigation and drainage system 60 performance. Paper presented at Asian Irrigation Forum, 11 April 2012, Manila
- 61 منظمة الأغذية والزراعة. 1989. *Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 45. روما. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/T0231E/T0231E00.htm)
- Brouwer, C., Prins, K., Kay, M. & Heibloem, M. 1988. 62 *Irrigation methods. Irrigation Water Management Training Manual* No. 9. روما، منظمة الأغذية والزراعة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/tempref/agl/AGLW/fwm/Manual5.pdf)
- Piemontese, L., Castelli, G., Fetzter, I., Barron, J., Liniger, H., 42 Harari, N., Bresci, E. & Jaramillo, F. 2020. Estimating the global potential of water harvesting from successful case studies. *Global Environmental Change*, 63: 102121 [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959378020307044>
- Adimassu, Z., Langan, S. & Barron, J. 2018. *Highlights of soil 43 and water conservation investments in four regions of Ethiopia*. Colombo, IWMI
- 44 منظمة الأغذية والزراعة. 2018. *Future of food and agriculture*. CC BY-NC-SA - alternative pathways to 2050 - روما. الترخيص: www.fao.org/3/I8429EN/ IGO. 244 صفحة. 3.0 (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/I8429EN/8i429en.pdf)
- Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A.Y. 2011. The green, blue and 45 grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5): 1577–1600
- 46 منظمة الأغذية والزراعة والبنوك الدولي للتنمية الزراعية واليونيسف وبرنامج الأغذية العالمي ومنظمة الصحة العالمية. 2019. حالة الأمن الغذائي والتغذية في العالم لعام 2019. الاحتراز من حالات التباطؤ والانكماش الاقتصادي. روما، منظمة الأغذية والزراعة. الترخيص: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. [النسخة العربية]. 237 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/ca5162ar/ca5162ar.pdf>)
- Zwart, S.J. & Bastiaanssen, W.G.M. 2004. Review of measured 47 crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agricultural Water Management*, 69(2): 115–133
- Sadras, V., Grassini, P. & Steduto, P. 2012. *Status of water use 48 efficiency of main crops. The state of the world's land and water resources*. SOLAW Background Thematic Report No. 7. روما. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/fileadmin/templates/solaw/files/thematic_reports/TR_07_web.pdf)
- Hatfield, J.L., Sauer, T.J. & Prueger, J.H. 2001. Managing soils 49 to achieve greater water use efficiency: a review. *Agronomy Journal*, 93(2): 271–280
- Mekonnen, M.M. & Neale, C.M.U. 2020. Closing the water 50 productivity gaps of crop and livestock products: a global analysis. Background paper for *The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture*. Lincoln, USA, Robert B. Daugherty Water for Food Global Institute, University of Nebraska-Lincoln
- Pradhan, P., Fischer, G., van Velthuisen, H., Reusser, D.E. & 51 Kropp, J.P. 2015. Closing yield gaps: how sustainable can we be? *PLOS ONE*, 10(6): e0129487 [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0129487>

- Grafton, R.Q., Williams, J., Perry, C.J., Molle, F., Ringler, C., Steduto, P., Udall, B., Wheeler, S.A., Wang, Y., Garrick, D. & Allen, R.G. 2018. The paradox of irrigation efficiency. *Science*, 361(6404): 748–750
- Umair, M., Hussain, T., Jiang, H., Ahmad, A., Yao, J., Qi, Y., Zhang, Y., Min, L. & Shen, Y. 2019. Water-saving potential of subsurface drip irrigation for winter wheat. *Sustainability*, 11(10): 2978
- Parthasarathi, T., Vanitha, K., Mohandass, S. & Vered, E. 2018. Evaluation of drip irrigation system for water productivity and yield of rice. *Agronomy Journal*, 110(6): 2378–2389
- Pawar, N., Bishnoi, D.K., Singh, M. & Dhillon, A. 2015. Comparative economic analysis of drip irrigation vis-à-vis flood irrigation system on productivity of Bt. cotton in Haryana. *Agricultural Science Digest - A Research Journal*, 35(4): 300–303
- Ayars, J.E., Phene, C.J., Hutmacher, R.B., Davis, K.R., Schoneman, R.A., Vail, S.S. & Mead, R.M. 1999. Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory. *Agricultural Water Management*, 42(1): 1–27
- Hanson, B. & May, D. 2004. Effect of subsurface drip irrigation on processing tomato yield, water table depth, soil salinity, and profitability. *Agricultural Water Management*, 68(1): 1–17
- Luhach, M.S., Khatkar, R.K., Singh, V.K. & Khatri, R.S. 2004. Economic analysis of sprinkler and drip irrigation technology in Haryana. *Agricultural Economics Research Review*, 17: 107–113
- de Wit, C.T. 1992. Resource use efficiency in agriculture. *Agricultural Systems*, 40(1–3): 125–151
- Sadras, V.O. 2004. Yield and water-use efficiency of water- and nitrogen-stressed wheat crops increase with degree of co-limitation. *European Journal of Agronomy*, 21(4): 455–464
- Fereres, E., Orgaz, F., Gonzalez-Dugo, V., Testi, L. & Villalobos, E.J. 2014. Balancing crop yield and water productivity tradeoffs in herbaceous and woody crops. *Functional Plant Biology*, 41(11): 1009
- Passioura, J.B. & Angus, J.F. 2010. Improving productivity of crops in water-limited environments. *Advances in Agronomy*, 106: 37–75
- Ritchie, J.T. & Basso, B. 2008. Water use efficiency is not constant when crop water supply is adequate or fixed: the role of agronomic management. *European Journal of Agronomy*, 28(3): 273–281
- Sadras, V.O. & Angus, J.F. 2006. Benchmarking water-use efficiency of rainfed wheat in dry environments. *Australian Journal of Agricultural Research*, 57(8): 847
- Goyal, M.R., Panigrahi, B. & Panda, S.N., eds. 2017. *Micro irrigation scheduling and practices. Innovations and Challenges in Micro Irrigation*. Oakville, Canada, Apple Academic Press
- Reich, D., Godin, R., Chávez, J.L. & Broner, I. 2014. Subsurface drip irrigation (SDI). Crop Series | Irrigation Fact Sheet 4.716. Fort Collins, USA, Colorado State University
- منظمة الأغذية والزراعة. 2011. الحفظ والتوسع – دليل صانع السياسات بشأن التكييف المستدام للإنتاج المحصولي لدى المالكين الصغار. روما. [النسخة العربية]. 116 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i2215a.pdf>)
- منظمة الأغذية والزراعة. 2017. *Does improved irrigation technology save water? A review of the evidence*. القاهرة. 54 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/I7090EN/i7090en.pdf)
- Geerts, S. & Raes, D. 2009. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. *Agricultural Water Management*, 96(9): 1275–1284
- Fereres, E. & Soriano, M.A. 2006. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58(2): 147–159
- البنك الدولي. 2010. تقرير عن التنمية في العالم 2010. التنمية وتغير المناخ. واشنطن العاصمة.
- Perry, C., Steduto, P., Allen, R.G. & Burt, C.M. 2009. Increasing productivity in irrigated agriculture: agronomic constraints and hydrological realities. *Agricultural Water Management*, 96(11): 1517–1524
- Fernández García, I., Rodríguez Díaz, J.A., Camacho Poyato, E., Montesinos, P. & Berbel, J. 2014. Effects of modernization and medium term perspectives on water and energy use in irrigation districts. *Agricultural Systems*, 131: 56–63
- Berbel, J., Gutiérrez-Martín, C., Rodríguez-Díaz, J.A., Camacho, E. & Montesinos, P. 2015. Literature review on rebound effect of water saving measures and analysis of a Spanish case study. *Water Resources Management*, 29(3): 663–678
- Díaz, J.A.R., Urrestarazu, L.P., Poyato, E.C. & Montesinos, P. 2012. Modernizing water distribution networks: lessons from the Bembézar MD Irrigation District, Spain. *Outlook on Agriculture*, 41(4): 229–236
- Giordano, M., Turrall, H., Scheierling, S.M., Tréguer, D.O. & McCornick, P.G. 2017. *Beyond 'more crop per drop': evolving thinking on agricultural water productivity*. IWMI Research Report No. 169. Colombo, IWMI
- Jägermeyr, J., Pastor, A., Biemans, H. & Gerten, D. 2017. Reconciling irrigated food production with environmental flows for Sustainable Development Goals implementation. *Nature Communications*, 8(1): 15900

- Peiretti, R. & Dumanski, J. 2014. The transformation of 99 agriculture in Argentina through soil conservation. *International Soil and Water Conservation Research*, 2(1): 14–20
- Yang, Y., Ding, J., Zhang, Y., Wu, J., Zhang, J., Pan, X., 100 Gao, C., Wang, Y. & He, F. 2018. Effects of tillage and mulching measures on soil moisture and temperature, photosynthetic characteristics and yield of winter wheat. *Agricultural Water Management*, 201: 299–308
- 101 منظمة الأغذية والزراعة. 2010. *An international consultation on integrated crop-livestock systems for development: the way forward for sustainable production intensification*. Integrated Crop Management. Vol. 13. روما. 75 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/images/iclsd/documents/crop_livestock_proceedings.pdf)
- Pittelkow, C.M., Liang, X., Linquist, B.A., van Groenigen, 102 K.J., Lee, J., Lundy, M.E., van Gestel, N., Six, J., Venterea, R.T. & van Kessel, C. 2015. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature*, 517(7534): 365–368
- Duncan, A.J., Bachewe, F., Mekonnen, K., Valbuena, D., 103 Rachier, G., Lule, D., Bahta, M. & Erenstein, O. 2016. Crop residue allocation to livestock feed, soil improvement and other uses along a productivity gradient in Eastern Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 228: 101–110
- Valbuena, D., Erenstein, O., Homann-Kee Tui, S., 104 Abdoulaye, T., Claessens, L., Duncan, A.J., Gérard, B., Rufino, M.C., Teufel, N., van Rooyen, A. & van Wijk, M.T. 2012. Conservation agriculture in mixed crop-livestock systems: scoping crop residue trade-offs in sub-Saharan Africa and South Asia. *Field Crops Research*, 132: 175–184
- Erenstein, O. 2011. Cropping systems and crop residue 105 management in the Trans-Gangetic Plains: issues and challenges for conservation agriculture from village surveys. *Agricultural Systems*, 104(1): 54–62
- Giller, K.E., Andersson, J.A., Corbeels, M., Kirkegaard, 106 J., Mortensen, D., Erenstein, O. & Vanlauwe, B. 2015. Beyond conservation agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 6: 10 [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/ آب 2020]. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00870>
- 107 منظمة الأغذية والزراعة. 2012. *Conservation agriculture for climate change mitigation. Highlights from the learning event*, September 2012. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/ آب 2020]. www.fao.org/climatechange/3514501475a57da304df922b9ea292fd-wwww.fao.org/climatechange/35145dc29fa.pdf
- Grassini, P., Yang, H., Irmak, S., Thorburn, J., Burr, C. & 98 Cassman, K.G. 2011. High-yield irrigated maize in the western US corn belt: II. Irrigation management and crop water productivity. *Field Crops Research*, 120(1): 133–141
- Barbieri, P., Echarte, L., Della Maggiora, A., Sadras, V.O., 99 Echeverria, H. & Andrade, F.H. 2012. Maize evapotranspiration and water-use efficiency in response to row spacing. *Agronomy Journal*, 104(4): 939–944
- Van Dam, J.C., Singh, R., Bessembinder, J.J.E., Leffelaar, P.A., 91 Bastiaanssen, W.G.M., Jhorar, R.K., Kroes, J.G. & Droogers, P. 2006. Assessing options to increase water productivity in irrigated river basins using remote sensing and modelling tools. *International Journal of Water Resources Development*, 22(1): 115–133
- 92 منظمة الأغذية والزراعة. 2020. الزراعة الحافظة للموارد. في: منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 1 أغسطس/ آب 2020]. <http://www.fao.org/conservation-agriculture/ar>
- Kassam, A., Friedrich, T. & Derpsch, R. 2019. Global spread 93 of conservation agriculture. *International Journal of Environmental Studies*, 76(1): 29–51
- Li, H., He, J., Bharucha, Z.P., Lal, R. & Pretty, J. 2016. 94 Improving China's food and environmental security with conservation agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 14(4): 377–391
- Sapkota, T.B., Jat, M.L., Aryal, J.P., Jat, R.K. & Khatri- 95 Chhetri, A. 2015. Climate change adaptation, greenhouse gas mitigation and economic profitability of conservation agriculture: some examples from cereal systems of Indo-Gangetic Plains. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(8): 1524–1533
- Lampurlanés, J., Plaza-Bonilla, D., Álvaro-Fuentes, J. & 96 Cantero-Martínez, C. 2016. Long-term analysis of soil water conservation and crop yield under different tillage systems in Mediterranean rainfed conditions. *Field Crops Research*, 189: 59–67
- Bottinelli, N., Angers, D.A., Hallaire, V., Michot, D., Le 97 Guillou, C., Cluzeau, D., Heddadj, D. & Menasseri-Aubry, S. 2017. Tillage and fertilization practices affect soil aggregate stability in a humic cambisol of northwest France. *Soil and Tillage Research*, 170: 14–17
- Shao, Y., Xie, Y., Wang, C., Yue, J., Yao, Y., Li, X., Liu, W., 98 Zhu, Y. & Guo, T. 2016. Effects of different soil conservation tillage approaches on soil nutrients, water use and wheat-maize yield in rainfed dry-land regions of North China. *European Journal of Agronomy*, 81: 37–45

118. منظمة الأغذية والزراعة. 2006. *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. روما. 414 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-a0701e.pdf).
119. Descheemaeker, K., Amede, T. & Hailelassie, A. 2010. Improving water productivity in mixed crop–livestock farming systems of sub-Saharan Africa. *Agricultural Water Management*, 97(5): 579–586.
120. Palhares, J.C.P. 2014. Pegada hídrica de suínos e o impacto de estratégias nutricionais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(5): 533–538.
121. Krauß, M., Kraatz, S., Drastig, K. & Prochnow, A. 2015. The influence of dairy management strategies on water productivity of milk production. *Agricultural Water Management*, 147: 175–186.
122. Hailelassie, A., Peden, D., Gebreselassie, S., Amede, T. & Descheemaeker, K. 2009. Livestock water productivity in mixed crop–livestock farming systems of the Blue Nile Basin: assessing variability and prospects for improvement. *Agricultural Systems*, 102(1–3): 33–40.
123. المنبر الحكومي الدولي للعلوم والسياسات المعني بالتنوع البيولوجي وخدمات النظم الإيكولوجية. 2019. *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn, Germany, IPBES Secretariat.
124. Rao, M.S., Batchelor, C.H., James, A.J., Nagaraja, R., Seeley, J. & Butterworth, J.A. 2003. *Andhra Pradesh rural livelihoods programme water audit report*. Hyderabad, India, APRLP.
125. Garg, K.K., Karlberg, L., Barron, J., Wani, S.P. & Rockstrom, J. 2012. Assessing impacts of agricultural water interventions in the Kothapally watershed, Southern India. *Hydrological Processes*, 26(3): 387–404.
126. Glendenning, C.J., van Ogtrop, F.F., Mishra, A.K. & Vervoort, R.W. 2012. Balancing watershed and local scale impacts of rain water harvesting in India—a review. *Agricultural Water Management*, 107: 1–13.
127. Searchinger, T., Adhya, T., Linquist, B., Wassmann, R. & Yan, X. 2014. Wetting and drying: reducing greenhouse gas emissions and saving water from rice production. Creating a Sustainable Food Future Installment No. 8. Washington, DC, World Resources Institute.
128. Meijide, A., Gruening, C., Goded, I., Seufert, G. & Cescatti, A. 2017. Water management reduces greenhouse gas emissions in a Mediterranean rice paddy field. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 238: 168–178.
108. Batchelor, C. & Schnetzer, J. 2018. *Compendium on climate-smart irrigation: concepts, evidence and options for a climate-smart approach to improving the performance of irrigated cropping systems*. (Rome, Global Alliance for Climate-Smart Agriculture (GACSA).
109. Rosegrant, M. 2020. Water management for sustainable irrigated and rainfed agriculture: opportunities, challenges, impacts and the way forward. Background paper for *The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture*. Washington, DC.
110. Lemoalle, J. 2008. Water productivity of aquatic systems. Final report for the project: Improved Fisheries Productivity and Management in Tropical Reservoirs. Penang, Malaysia, Challenge Program on Water and Food and WorldFish Center.
111. Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A.Y. 2012. A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, 15(3): 401–415.
112. منظمة الأغذية والزراعة. 2020. FAOSTAT. في: منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 15 أغسطس/آب 2020]. <http://faostat.fao.org>.
113. United States Department of Agriculture (USDA). 2020. Nutrient Data Laboratory. في: USDA National Agricultural Library. *Food and Nutrition Information Center*. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. www.nal.usda.gov/fnic/usda-nutrient-data-laboratory.
114. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. 2019. Summary for policymakers. In P. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H. Pörtner, D. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi & J. Malley, eds. *Climate change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*, pp. 1–36. Geneva.
115. منظمة الأغذية والزراعة. 2019. *Water use in livestock production systems and supply chains – guidelines for assessment (Version 1)*. Rome, Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. 126 pp. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/ca5685en/ca5685en.pdf).
116. منظمة الأغذية والزراعة. 2016. *Climate change and food security: risks and responses*. روما. 106 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i5188e.pdf).
117. Livestock Emergency Guidelines. 2014. *Livestock Emergency Guidelines and Standards (LEGS)*. Second edition. Rugby, UK, Practical Action Publishing.

- Senkondo, W., Tumbo, M. & Lyon, S. 2018. On the evolution .141 of hydrological modelling for water resources in Eastern Africa. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 13(028): 1–26
- Xie, H. & Ringler, C. 2017. Agricultural nutrient loadings .142 to the freshwater environment: the role of climate change and socioeconomic change. *Environmental Research Letters*, 12(10): 104008. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. <https://aa8148/9326-1748/iopscience.iop.org/article/10.1088>
- Gregory, R., Funge-Smith, S.J. & Baumgartner, L. 2018. An .143 ecosystem approach to promote the integration and coexistence of fisheries within irrigation systems. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1169. روما، منظمة الأغذية والزراعة. الترخيص: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 62 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/CA2675EN/ca2675en.pdf)
- .144 منظمة الأغذية والزراعة. 2020. AQUASTAT. في: منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 15 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en
- .145 برنامج الأمم المتحدة العالمي لتقييم الموارد المائي. 2017. تقرير الأمم المتحدة العالم عن تنمية الموارد المائية لعام 2017. المياه العادمة مورد غير مستغل. باريس، اليونيسكو.
- International Desalination Association (IDA). 2019. IDA .146 *Water Security Handbook 2019–2020*. Topsfield, USA
- .147 منظمة الأغذية والزراعة. 2013. *Reutilización del agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos? Informe sobre Temas Hídricos*. No. 35. روما. 142 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i1629s.pdf)
- Jaramillo, M.F. & Restrepo, I. 2017. Wastewater reuse .148 in agriculture: a review about its limitations and benefits. *Sustainability*, 9(10): 1734
- ESPON, Interact, Interreg Europe & URBACT. 2016. Pathways .149 to a circular economy in cities and regions: a policy brief addressed to policy makers from European cities and regions. Lille, France
- Neczaj, E. & Grosser, A. 2018. Circular economy in wastewater .150 treatment plant – challenges and barriers. *Proceedings*, 2(11): 614
- European Statistical Office. 2019. Sewage sludge production .151 and disposal. في: EUROSTAT. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. *International Symposium on the Use of Nonconventional Waters for Achieving Food Security*. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/3/ca7124en/ca7124en.pdf
- United Nations World Water Assessment Programme (WWAP) .129 & UN-Water. 2018. *The United Nations World Water Development Report 2018. Nature-based solutions for water*. Paris, UNESCO
- .130 منظمة الأغذية والزراعة. 2008. *Forests and Water*. FAO Forestry. Paper No.155. روما. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/i0410e/i0410e.pdf)
- .131 منظمة الأغذية والزراعة. 2018. *Unasylva: forests and sustainable cities*. روما. 84 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/I8707EN/i8707en.pdf)
- Boonsong, K., Piyatiratitivorakul, S. & Patanaponpaiboon, .132 P. 2003. Potential use of mangrove plantation as constructed wetland for municipal wastewater treatment. *Water Science and Technology*, 48(5): 257–266
- Spalding, M., McIvor, A., Tonnejck, T., Tol, S. & van Eijk, P. .133 2014. *Mangroves for coastal defence. Guidelines for coastal managers & policy makers*. Wetlands International and The Nature Conservancy
- Ouyang, X. & Guo, F. 2016. Paradigms of mangroves in .134 treatment of anthropogenic wastewater pollution. *Science of The Total Environment*, 544: 971–979
- Berry, P., Yassin, F., Belcher, K. & Lindenschmidt, K. - .135 E. 2017. An economic assessment of local farm multi-purpose surface water retention systems under future climate uncertainty. *Sustainability*, 9(3): 456
- United Nations Environment Programme (UNEP) & .136 Caribbean Environment Programme [CEP]. 1994. *Guidelines for sediment control practices in the Insular Caribbean*. CEP Technical Report No. 32. Kingston, UNEP & CEP
- Joshi, P.K., Jha, A.K., Wani, S.P., Sreedevi, T.K. & Shaheen, .137 F.A. 2008. *Impact of watershed program and conditions for success: a meta-analysis approach*. Global Theme on Agroecosystems Report No. 46. Patancheru, India, ICRISAT. 24 pp
- Liu, Y., Engel, B.A., Flanagan, D.C., Gitau, M.W., McMillan, .138 S.K. & Chaubey, I. 2017. A review on effectiveness of best management practices in improving hydrology and water quality: needs and opportunities. *Science of The Total Environment*, 601–602: 580–593
- Myint, M.M. & Westerberg, V. 2015. *An economic valuation of .139 a large-scale rangeland restoration project through the Hima system in Jordan*. Nairobi, International Union for Conservation of Nature
- Ran, L., Lu, X. & Xu, J. 2013. Effects of vegetation restoration .140 on soil conservation and sediment loads in China: a critical review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 43(13): 1384–1415

163. البنك الدولي. 2017. *ICT in agriculture: connecting smallholders to knowledge, networks, and institutions*. Washington, DC, World Bank Group.
164. National Research Council. 1997. *Precision agriculture in the 21st century: geospatial and information technologies in crop management*. Washington, DC, National Academies Press.
165. Dargie, W. & Zimmerling, M. 2007. Wireless sensor networks in the context of developing countries. Paper presented at the 3rd IFIP World Information Technology Forum. Addis Ababa.
166. AKVA Group. 2019. Feed systems: Akvasmart CCS matches fish appetite. [ورد ذكره في 8 أغسطس/ آب 2020]. www.akvagroup.com/pen-based-aquaculture/feed-systems.
167. منظمة الأغذية والزراعة. 2019. *WaPOR, remote sensing for water productivity*. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/ آب 2020]. <https://wapor.apps.fao.org/home/1>.
168. Digital Green. 2020. India. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/ آب 2020]. www.digitalgreen.org/india.
169. منظمة الأغذية والزراعة. 2019. *Using remote sensing in support of solutions to reduce agricultural water productivity gaps*. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/ آب 2020]. www.fao.org/3/ca5372en/ca5372en.pdf.
170. منظمة الأغذية والزراعة. 2019. *WaPOR: Gross Biomass Water Productivity 2019*. روما.
171. منظمة الأغذية والزراعة. 2017. *FAO Aquaculture Newsletter. No. 56*. روما. 66 صفحة. (متاح أيضاً على الرابط: www.fao.org/3/a-i7171e.pdf).
172. منظمة الأغذية والزراعة. 2019. *FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2017 | FAO annuaire. Statistiques des pêches et de l'aquaculture 2017 | FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura 2017*. روما. 109 صفحة. (متاح أيضاً على الرابط: www.fao.org/3/ca5495t/CA5495T.pdf).
173. منظمة الأغذية والزراعة. 2018. حالة الموارد السمكية وتربية الأحياء المائية في العالم 2018. تحقيق أهداف التنمية المستدامة. روما. الترخيص: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. [النسخة العربية]. 230 صفحة. (متاح أيضاً على الرابط: <http://www.fao.org/3/i9540ar/i9540ar.pdf>).
174. Bregnballe, J. 2015. *A guide to recirculation aquaculture: an introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems*. Rome and Copenhagen, FAO and EUROFISH International Organisation. 95 pp على الرابط: www.fao.org/3/a-i4626e.pdf.
153. Kumar, M., Culp, T. & Shen, Y. 2017. Water desalination history, advances, and challenges. *Frontiers of Engineering: Reports on Leading-Edge Engineering from the 2016 Symposium.*, pp. 55–68. Washington, DC, National Academies Press.
154. Voutchkov, N., Kaiser, G., Stover, R., Lienhart, J. & Awerbuch, L. 2019. *Sustainable management of desalination plant concentrate*. Desalination industry position paper. Topsfield, USA, Energy and Environment Committee of the International Desalination Association (IDA).
155. Jones, E., Qadir, M., van Vliet, M.T.H., Smakhtin, V. & Kang, S. 2019. The state of desalination and brine production: a global outlook. *Science of The Total Environment*, 657: 1343–1356.
156. Martínez Beltrán, J. & Koo-Oshima, S. 2006. *Water desalination for agricultural applications. Proceedings of the FAO expert consultation on water desalination for agricultural applications*, 26–27 April 2004, Rome. Land and Water Discussion Paper No. 5. روما. منظمة الأغذية والزراعة. 55 صفحة. (متاح أيضاً على الرابط: www.fao.org/3/a-a0494e.pdf).
157. Morillo, J., Usero, J., Rosado, D., El Bakouri, H., Riaza, A. & Bernaloa, F.-J. 2014. Comparative study of brine management technologies for desalination plants. *Desalination*, 336: 32–49.
158. Ward, C. & Debele, B. 2019. *The role of desalination in an increasingly water-scarce world*. Technical Paper. Washington, DC, World Bank. (متاح أيضاً على الرابط: <http://documents.worldbank.org/curated/en/476041552622967264/The-Role-of-Desalination-in-an-Increasingly-Water-Scarce-World-Technical-Paper>).
159. Wittholz, M.K., O'Neill, B.K., Colby, C.B. & Lewis, D. 2008. Estimating the cost of desalination plants using a cost database. *Desalination*, 229(1–3): 10–20.
160. Ghaffour, N., Missimer, T.M. & Amy, G.L. 2013. Technical review and evaluation of the economics of water desalination: current and future challenges for better water supply sustainability. *Desalination*, 309: 197–207.
161. Yermiyahu, U., Tal, A., Ben-Gal, A., Bar-Tal, A., Tarchitzky, J. & Lahav, O. 2007. Rethinking desalinated water quality and agriculture. *Science*, 318(5852): 920–921.
162. Dévora-Isiordia, G.E., Martínez-Macias, M. del R., Correa-Murrieta, M.A., Álvarez-Sánchez, J. & Fimbres-Weihs, G.A. 2018. Using desalination to improve agricultural yields: success cases in Mexico. M. Eyvaz & E. Yüksel, eds. *Desalination and Water Treatment*, pp. 3–16. InTech.

- Allan, G.L., Fielder, D.S., Fitzsimmons, K.M., Applebaum, S.L. & Raizada, S. 2009. Inland saline aquaculture. New Technologies in Aquaculture, pp. 1119–1147. Elsevier [متاح أيضًا على الرابط: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781845693848500361>].
186. منظمة الأغذية والزراعة. 1996. *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper No. 361. روما. 295 صفحة. [متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-w3732e.pdf].
187. Love, D.C., Fry, J.P., Genello, L., Hill, E.S., Frederick, J.A., Li, X. & Semmens, K. 2014. An international survey of aquaponics practitioners. PLoS ONE, 9(7): e102662 [ورد ذكره في 22 مايو/أيار 2020]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102662>.
188. منظمة الأغذية والزراعة. 2019. *Report of the special session on advancing integrated agriculture aquaculture through agroecology: Montpellier, 25 August 2018*. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1286. روما. 262 صفحة. [متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/ca7209en/ca7209en.pdf].
189. منظمة الأغذية والزراعة. 2017. *WASAG: The global framework on water scarcity in agriculture*. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/3/a-i5604e.pdf.
190. Halwart, M. & van Dam, A.A. 2006. *Integrated irrigation and aquaculture in West Africa: concepts, practices and potential*. روما، منظمة الأغذية والزراعة. 181 صفحة. [متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a0444e/A0444E.pdf].
191. Halwart, M. & Gupta, M.V. 2004. *Culture of fish in rice fields*. Rome and Penang, Malaysia, FAO and WorldFish Center. 83 pp [متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-a0823e.pdf].
192. منظمة الأغذية والزراعة. 2020. *FAO Aquaculture Newsletter*. No. 61. روما. 68 صفحة. [متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/ca8302en/]. [CA8302EN.pdf].
193. منظمة الأغذية والزراعة. 2005. *Rice fish culture, China*. في منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/giahs/giahsaroundtheworld/designated-sites/asia-and-the-pacific/rice-fish-culture/en.
194. Jones, R. 2017. *Aquaculture could feed the world and protect the planet - if we get it right*. [النسخة الإلكترونية]. www.weforum.org/agenda/2017/aquaculture-can-feed-the-world-and-save-the-planet-at-the-same-time.
175. Corner, R., Fersoy, H. & Crespi, V. 2020. *Integrated aquaculture in desert and arid lands: learning from case studies from Algeria, Egypt and Oman*. Fisheries and Aquaculture Circular No. 1195. القاهرة، منظمة الأغذية والزراعة. 163 صفحة. [متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/ca8610en/CA8610EN.pdf].
176. Chopin, T. & Robinson, S. 2004. Defining the appropriate regulatory and policy framework for the development of integrated multi-trophic aquaculture practices: introduction to the workshop and positioning of the issues. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada*, 104(3): 4–10.
177. Lin, Y.-F., Jing, S.-R., Lee, D.-Y. & Wang, T.-W. 2002. Nutrient removal from aquaculture wastewater using a constructed wetlands system. *Aquaculture*, 209(1–4): 169–184.
178. منظمة الأغذية والزراعة. 2016. *Report of the FAO technical workshop on advancing aquaponics: an efficient use of limited October 2015 30-resources, Osimo, Italy, 27*. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1132. روما. 66 صفحة. [متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i5337e.pdf].
179. منظمة الأغذية والزراعة. 2014. إنتاج الغذاء من الزراعة الأحيائية على نطاق صغير: الزراعة السمكية النباتية التكاملية. ورقة فنية عن مصائد الأسماك وتربية الأحياء المائية رقم 589. روما. [النسخة العربية]. 294 صفحة. [متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i4021a.pdf>].
180. Soliman, N.F. 2017. *Aquaculture in Egypt under changing climate: challenges and opportunities*. Working Paper No. 4. Alexandria, Egypt, Alexandria Research Center for Adaptation to Climate Change (ARCA). [متاح أيضًا على الرابط: <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.18235.21284>].
181. منظمة الأغذية والزراعة. 2015. *Mapping the vulnerability of mountain peoples to food insecurity*. روما. 77 صفحة. [متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i5175e.pdf].
182. Sumner, M. & Naidu, R., eds. 1998. Sodic soils: distribution, properties, management, and environmental consequences. *Sodic Soils, The World Scene*, pp. 19–34. Oxford University Press.
183. Yao, Z., Lai, Q., Hao, Z., Chen, L., Lin, T., Zhou, K. & Wang, H. 2015. Carbonic anhydrase 2-like and Na⁺-K⁺-ATPase α gene expression in medaka (*Oryzias latipes*) under carbonate alkalinity stress. *Fish Physiology and Biochemistry*, 41(6): 1491–1500.
184. منظمة الأغذية والزراعة. 2020. *Management of salt affected soils*. في: منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 8 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/soils-portal/soil-management/management-of-some-problem-soils/salt-affected-soils/en.

الفصل الرابع

9. منظمة الأغذية والزراعة. 2012. التكيف مع ندرة المياه: إطار عمل من أجل الزراعة والأمن الغذائي. تقرير منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة بشأن المياه رقم 38. روما. [النسخة العربية]. 94 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i3015a.pdf>).
10. منظمة الأغذية والزراعة. 2016. *Exploring the concept of water tenure*. Land and Water Discussion Paper No. 10. روما. 89 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i5435e.pdf).
11. Batchelor, C., Hoogeveen, J., Faurès, J.M. & Peiser, L. 2017. *Water accounting and auditing: a sourcebook*. FAO Water Report No. 43. روما، منظمة الأغذية والزراعة. 234 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i5923e.pdf).
12. Ariyama, J., Batchelor, C. & Vallée, D. 2020. Eight country rapid water accounting reports prepared in the context of the SIDA funded project « تطبيق أجندة 2030 حول كفاءة/إنتاجية المياه واستدامتها في دول منطقة الشرق الأدنى وشمال أفريقيا » القاهرة، منظمة الأغذية والزراعة.
13. Rosegrant, M. 2019. *From scarcity to security: managing water for a nutritious food future*. Chicago, USA, Chicago Council on Global Affairs.
14. Pingali, P.L. & Rosegrant, M.W. 2001. Intensive food systems in Asia: can the degradation problems be reversed? In D.R. Lee & C.B. Barrett, eds. *Tradeoffs or synergies? Agricultural intensification, economic development and the environment*, pp. 383-397. Wallingford, UK, CABI. 560 pp.
15. منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. 2015. *Drying wells, rising stakes: towards sustainable agricultural groundwater use*. OECD Studies on Water. Paris.
16. Bureau of Reclamation. 2015. Reclamation announces initial water supply allocation for central valley project. *News Release Archive*. في: www.usbr.gov/newsroom/newsrelease/detail.cfm?RecordID=48986. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 12 أغسطس/آب 2020].
17. Valbo-Jørgensen, J., Marmulla, G. & Welcomme, R.L. 2008. Migratory fish stocks in transboundary basins — implications for governance, management and research. In V. Lagutov, ed. *Rescue of Sturgeon Species in the Ural River Basin*, pp. 61-86. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Dordrecht, Netherlands, Springer. 351 pp.
18. Bojic, D. & Vallée, D. 2019. Managing complexity for sustainability: experience from governance of water-food-energy nexus. Paper presented at Third World Irrigation Forum, 1 September 2019, Bali, Indonesia.

1. فريق الخبراء الرفيع المستوى لجنة الأمن الغذائي العالمي. 2015. *الماء من أجل الأمن الغذائي والتغذية*. تقرير مقدم من فريق الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي. روما، منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة العربية]. 194 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-av045a.pdf>).
2. Gregory, R., Funge-Smith, S.J. & Baumgartner, L. 2018. *An ecosystem approach to promote the integration and coexistence of fisheries within irrigation systems*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1169. روما، منظمة الأغذية والزراعة. الترخيص: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 62 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/CA2675EN/ca2675en.pdf).
3. Harrod, C., Simmance, F., Funge-Smith, S. & Valbo-Jørgensen, J. 2018. Options and opportunities for supporting inland fisheries to cope with climate change adaptation in other sectors. In M. Barange, T. Bahri, M.C.M. Beveridge, K.L. Cochrane, S. Funge-Smith & F. Poulain, eds. *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*, pp. 567-584. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. روما، منظمة الأغذية والزراعة. 628 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/i9705en/i9705en.pdf).
4. منظمة الأغذية والزراعة. 2012. التكيف مع ندرة المياه: إطار عمل من أجل الزراعة والأمن الغذائي. تقرير منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة بشأن المياه رقم 38. روما. [النسخة العربية]. 94 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i3015a.pdf>).
5. منظمة الأغذية والزراعة. 2014. حوكمة المياه من أجل الزراعة والأمن الغذائي. لجنة الزراعة، الدورة الرابعة والعشرون، 29 سبتمبر/أيلول - 3 أكتوبر/تشرين الأول 2014. (6/COAG/2014). [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 12 أغسطس/آب 2020]. <http://www.fao.org/3/a-mk967a.pdf>.
6. Groundwater Governance. 2019. About the project. In: *Groundwater Governance - A Global Framework for Action*. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 12 أغسطس/آب 2020]. [www.groundwatergovernance.org/about-the-project/en](http://groundwatergovernance.org/about-the-project/en).
7. Water Governance Facility. 2020. About the Water Governance Facility. في: *Water Governance Facility*. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 12 أغسطس/آب 2020]. www.watergovernance.org/about-us.
8. منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. 2020. The OECD Water Governance Initiative. في: منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي [النسخة الإلكترونية]. www.oecd.org/regional/watergovernanceprogramme.htm.

31. البرنامج العالمي لتقييم الموارد المائية. 2019. تقرير الأمم المتحدة عن تنمية الموارد المائية للعام 2019: لن يُترك أحد دون مياه. باريس، اليونيسكو.
32. Marino, M. & Kemper, K. 1999. *Institutional frameworks in successful water markets - Brazil, Spain, and Colorado, USA*. Technical Paper No. 427. Washington, DC, World Bank.
33. Debaere, P. & Li, T. 2017. The effects of water markets: evidence from the Rio Grande. Selected Paper prepared for presentation at the 2017 Agricultural and Applied Economics Association Annual Meeting, Chicago, Illinois, July 30-August 1. University of Virginia.
34. Libecap, G., Cole, D. & Ostrom, E. 2012. Water rights and markets in the U.S. semi-arid West: efficiency and equity issues. In D.H. Cole & E. Ostrom, eds. *Property in land and other resources*, pp. 389-411. Cambridge, USA, Lincoln Institute. 492 pp.
35. Australian Government. 2019. *Australian Water Markets Report 2017-18: National overview section*. Melbourne, Australia, Bureau of Meteorology.
36. Boelens, R. & Vos, J. 2012. The danger of naturalizing water policy concepts: water productivity and efficiency discourses from field irrigation to virtual water trade. *Agricultural Water Management*, 108: 16-26.
37. Hearne, R. & Donoso, G. 2014. Water markets in Chile: are they meeting needs? In K.W. Easter & Q. Huang, eds. *Water Markets for the 21st Century*, pp. 103-126. Global Issues in Water Policy. Dordrecht, Netherlands, Springer. 359 pp.
38. Hadjigeorgalis, E. & Lillywhite, J. 2004. The impact of institutional constraints on the Limari River Valley water market: (constraints on the water market. *Water Resources Research*, 40(5) [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 12 أغسطس/آب 2020]. <http://doi.org/10.1029/2003WR002701/wiley.com/10.1029>
39. Young, M. 2014. Trading into trouble? Lessons from Australia's mistakes in water policy reform sequencing. In K.W. Easter & Q. Huang, eds. *Water Markets for the 21st Century*, pp. 203-214. Global Issues in Water Policy. Dordrecht, Netherlands, Springer. 359 pp. (متاح أيضاً على الرابط: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4020-9081-017-94>).
40. Grafton, R.Q. 2019. Policy review of water reform in the Murray-Darling Basin, Australia: the "do's" and "do's nots". *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 63(1): 116-141.
41. Molle, F. & Closas, A. 2017. Groundwater Governance: A synthesis. Groundwater Governance in the Arab World Report No. 6. Colombo, IWMI and USAID.
19. Institut Agronomique et Vétérinaire (IAV) Hassan II. forthcoming. Analysis of water productivity in Berrechid region, contribution to the FAO project "Implementing the 2030 agenda for efficiency, productivity and sustainability in the NENA region". *Modern water rights: theory and practice*. 2016. منظمة الأغذية والزراعة. FAO Legislative Study No. 92. روما. 126 صفحة. (متاح أيضاً على الرابط: www.fao.org/3/a-a0864e.pdf).
21. Lachman, B., Resetar, S., Kalra, N., Schaefer, A. & Curtright, A. 2016. Water market mechanisms. *Water Management, Partnerships, Rights, and Market Trends*, pp. 127-188. Santa Monica, USA, RAND Corporation.
22. Easter, K.W. & Huang, Q., eds. 2014. *Water markets for the 21st century: what have we learned? Global Issues in Water Policy*. Netherlands, Springer.
23. Rosegrant, M.W. & Binswanger, H.P. 1994. Markets in tradable water rights: potential for efficiency gains in developing country water resource allocation. *World Development*, 22(11): 1613-1625.
24. منظمة الأغذية والزراعة. 2002. حيازة الأراضي والتنمية الريفية. دراسات المنظمة عن حيازة الأراضي رقم 3. روما. [النسخة العربية]. 54 صفحة. (متاح أيضاً على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-y4307a.pdf>).
25. Rosegrant, M. 2016. Challenges and policies for global water and food security. *Economic Review: Special Issue 2016: Agriculture's Water Economy*.
26. منظمة الأغذية والزراعة. 2012. الخطوط التوجيهية الطوعية بشأن الحوكمة المسؤولة لحيازة الأراضي ومصادر الأسماك والغابات في سياق الأمن الغذائي الوطني. روما. [النسخة العربية]. 47 صفحة. (متاح أيضاً على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i2801a.pdf>).
27. Young, M. 2015. *Unbundling water rights: a blueprint for development of robust water allocation systems in the Western United States*. NI R 15. Durham, USA, Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions.
28. Ravnborg, H.M. 2016. *Water governance reform in the context of inequality: securing rights or legitimizing dispossession?* *Water International*, 41(6): 928-943.
29. Rosegrant, M.W., Ringler, C. & Zhu, T. 2009. Water for agriculture: maintaining food security under growing scarcity. *Annual Review of Environment and Resources*, 34(1): 205-222.
30. Morgera, E., Webster, E., Hamley, G., Sindico, F., Robbie, J., Switzer, S., Berger, T., Silva Sánchez, P., Lennan, M., Martin-Nagle, R., Tsioumani, E., Moynihan, R. & Zydek, A. 2020. *The right to water for food and agriculture*. روما. منظمة الأغذية والزراعة. 143 صفحة. (متاح أيضاً على الرابط: www.fao.org/3/ca8248en/CA8248EN.pdf).

- Rosegrant, M.** 2020. Water management for sustainable.53 irrigated and rainfed agriculture: opportunities, challenges, impacts and the way forward. Background paper for *The State of Food and Agriculture 2020*. Overcoming water challenges in agriculture. Washington, DC
- AQUASTAT country profile – 2008. **منظمة الأغذية والزراعة**.54
www.israel.gov.il [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 12 أغسطس/آب 2020].
.fao.org/3/ca0341en/CA0341EN.pdf
- Weitzman, M.L.** 1974. Prices vs. quantities. *The Review of Economic Studies*, 41(4): 477
- Burness, H.S. & Quirk, J.P.** 1980. Water law, water transfers, 56 and economic efficiency: the Colorado River. *The Journal of Law and Economics*, 23(1): 111–134
- Rosegrant, M., Li, M. & Xu, W.** 2017. Beyond water markets: 57 second-best water allocation policy. In P. Pingali & G. Feder, eds. *Agriculture and Rural Development in a Globalizing World: challenges and opportunities*, pp. 227–250. Part Three: Community and rural institutions. Chapter 12. New York, USA, Routledge Earthscan
- Burness, H.S. & Quirk, J.P.** 1979. Appropriative water.58 rights and the efficient allocation of resources. *The American Economic Review*, 69(1): 25–37
https://www.jstor.org/stable/1802494 (متاح أيضًا على الرابط: .)
- Molle, F.** 2009. Water scarcity, prices and quotas: a review of 59 evidence on irrigation volumetric pricing. *Irrigation and Drainage Systems*, 23(1): 43–58
- Tsur, Y. & Dinar, A.** 1995. *Efficiency and equity considerations*.60 in pricing and allocating irrigation water. Policy Research Working Paper No. 1460. Washington, DC, World Bank. 40 pp
- Latinopoulos, P.** 2005. Valuation and pricing of irrigation.61 water: an analysis in Greek agricultural areas. *Global NEST Journal*, 7(3): 323–335
- Huang, Q., Rozelle, S., Howitt, R., Wang, J. & Huang, J.** 2010. 62 Irrigation water demand and implications for water pricing policy in rural China. *Environment and Development Economics*, 15(3): 293–319
- Rosegrant, M.W. & Hazell, P.B.R.** 2000. *Transforming the rural*.63 *Asian economy: the unfinished revolution*. New York, USA, Oxford University Press. 512 pp
- Perry, C.** 2001. Water at any price? Issues and options in 64 charging for irrigation water. *Irrigation and Drainage*, 50(1): 1–7
- Saleth, R.M.** 2014. Water markets in India: extent and impact. 42 In K.W. Easter & Q. Huang, eds. *Water Markets for the 21st Century*, pp. 239–261. Global Issues in Water Policy. Dordrecht, Netherlands, Springer. 359 pp
- Mukherjee, S. & Biswas, D.** 2016. An enquiry into equity.43 impact of groundwater markets in the context of subsidised energy pricing: a case study. *IIM Kozhikode Society & Management Review*, 5(1): 63–73
- Manjunatha, A.V., Speelman, S., Chandrakanth, M.G. & Van.44 Huylenbroeck, G.** 2011. Impact of groundwater markets in India on water use efficiency: a data envelopment analysis approach. *Journal of Environmental Management*, 92(11): 2924–2929
- Wang, J., Zhang, Q., Huang, J. & Rozelle, S.** 2014. Assessment.45 of the development of groundwater market in China. In K.W. Easter & Q. Huang, eds. *Water Markets for the 21st Century. What have we learned?*, pp. 263–282. Dordrecht, Netherlands, Springer. 359 pp
- Jianwei, M.** 2008. Participants in groundwater markets: who are 46 sellers and who are winners? Fighting poverty through sustainable water use. Paper presented at Proceedings of the CGIAR Challenge Program on Water and Food 2nd International Forum on Water and Food, 2008, Addis Ababa
- Babbitt, C., Hall, M. & Hayden, A.** 2018. The future of.47 groundwater in California: lessons in sustainable management from across the western U.S. Lincoln, USA, Environmental Defense Fund Daugherty Water for Food Global Institute at the University of Nebraska
- European Commission.** 2013. The role of water pricing and.48 water allocation in agriculture in delivering sustainable water use in Europe. Final report. Project No. 11589. Brussels
- Dinar, A., Pochat, V. & Albiac-Murillo, J., eds.** 2015. *Water.49 pricing experiences and innovations*. Global Issues in Water Policy. Cham, Switzerland, Springer International Publishing
- Molle, F. & Berkoff, J., eds.** 2007. *Irrigation water pricing: the.50 gap between theory and practice*. Wallingford, UK, CABI
- منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي**. 2018. 51 *investing in sustainable growth*. OECD Environment Policy Papers No. 11. Paris
- Mamitimim, Y., Feike, T. & Doluschitz, R.** 2015. Bayesian.52 network modeling to improve water pricing practices in northwest China. *Water*, 7(10): 5617–5637

- Araral, E. 2005. Water user associations and irrigation.76 management transfer: understanding impacts and challenges. In P. Shyamsundar, E. Araral & S. Weeraratne, eds. *Devolution of resource rights, poverty, and natural resource management*, pp. 45–63. Environmental Economics Series No. 104. Washington, DC, World Bank. 121 pp
- Gómez, M. & Winkler, I. 2015. Gender equality, water.77 governance and food security with a focus on the Near East and North Africa (NENA). *Global Initiative for Economic, Social and Cultural Rights*. Geneva
- How can women control water?.2016. منظمة الأغذية والزراعة.78 *Increase agriculture productivity and strengthen resource management*. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 12 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/3/a-i6405e.pdf
- Araral, E. 2011. *The impact of decentralization on large scale*.79 *irrigation: evidence from the Philippines*. SSRN Scholarly Paper ID 1904755. Rochester, USA, Social Science Research Network
- Mukherji, A., Fuleki, B., Suhardiman, D., Shah, T. & 80 Giordano, M. 2009. *Irrigation reform in Asia: a review of 108 cases of irrigation management transfer*. IWMI Research Reports No. 118
- Shah, T., van Koppen, B., Merrey, D., de Lange, M. & Samad, 81 M. 2002. *Institutional alternatives in African smallholder irrigation: lessons from international experience with irrigation management transfer*. Research Report No. 60. Colombo, Sri Lanka, IWMI. 24 pp
- Giordano, M., Samad, M. & Namara, R. 2007. Assessing the 82 outcomes of IWMI's research and interventions on irrigation management transfer. In H. Waibel, ed. *International research on natural resource management - advances in impact assessment*, p. London and Rome, CAB International and FAO. 270 pp
- Hatibu, H., Oweis, T., Wani, S., Barron, J., Bruggeman, A., 83 Qiang, Z., Farahani, J. & Karlberg, L. 2007. Managing water in rainfed agriculture. In D. Molden, ed. *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture*, pp. 315–352. London, IWMI and Earthscan. 48 pp
- Adegoke, J., Aggarwal, P.K., Rüegg, M., Hansen, J., Cuellar, 84 D., Diro, R., Shaw, R., Hellin, J., Greatrex, H. & Zougmore, R.B. 2017. Improving climate risk transfer and management for climate-smart agriculture – a review of existing examples of successful index-based insurance for scaling up في: منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 12 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/3/a-bu216e.pdf
- Lofgren, H. 1996. *Cost of managing with less: cutting*.65 *water subsidies and supplies in Egypt's agriculture*. Trade and Microeconomics Division Discussion Paper No. 7. IFPRI
- Brill, E., Hochman, E. & Zilberman, D. 1997. Allocation and 66 pricing at the water district level. *American Journal of Agricultural Economics*, 79(3): 952–963
- Rosegrant, M., Ringler, C. & Rodgers, C. 2005. The water.67 brokerage mechanism – efficient solution for the irrigation sector. Paper presented at XII World Water Congress “Water for Sustainable Development - Towards Innovative Solutions”, 2005, New Delhi, India
- Community fisheries organizations.2017. منظمة الأغذية والزراعة.68 *of Cambodia: sharing processes, results and lessons learned in the context of the implementation of the SSF Guidelines*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1138. روما. 99 صفحة. (متاح أيضاً على الرابط: www.fao.org/3/a-i7206e.pdf)
- Ostrom, E. 1990. *Governing the commons: the evolution of*.69 *institutions for collective action*. New York, USA, Cambridge University Press
- Liu, J., Meinzen-Dick, R., Qian, K., Zhang, L. & Jiang, L. 70 2002. The impact of irrigation management transfer on household production in central China. *China Economic Quarterly*, 17: 465–480
- Samad, M. & Vermillion, D.L. 1999. *Assessment of participatory*.71 *management of irrigation schemes in Sri Lanka: partial reforms, partial benefits*. Colombo, IWMI
- Uphoff, N. & Wijayarathna, C.M. 2000. Demonstrated benefits.72 from social capital: the productivity of farmer organizations in Gal Oya, Sri Lanka. *World Development*, 28(11): 1875–1890
- Chaudhry, W. 1998. *Water users' associations in Pakistan*.73 *institutional, organizational and participatory aspects*. Göttingen, Germany, Georg-August-Universität Göttingen
- Mekonnen, D.K., Channa, H. & Ringler, C. 2015. The impact.74 of water users' associations on the productivity of irrigated agriculture in Pakistani Punjab. *Water International*, 40(5–6): 733–747
- Aarnoudse, E., Closas, A. & Lefore, N. 2018. *Water user*.75 *associations: a review of approaches and alternative management options for sub-Saharan Africa*. Colombo, IWMI

- Lorenzen, K., Smith, L., Nguyen Khoa, S., Burton, M. & 95
Garaway, C. 2007. *Guidance manual: management of impacts of irrigation development on fisheries*. Colombo, Sri Lanka and Penang, Malaysia, IWMI and WorldFish Center
- Joffre, O., Kosal, M., Kura, Y., Sereyath, P. & Thuok, N. 96
2012. *Community fish refuges in Cambodia – lessons learned*. Phnom Penh, WorldFish Center
- Belton, B., Filipski, M. & Hu, C. 2017. *Aquaculture in 97 Myanmar: fish farm technology, production economics and management*. Feed the Future Innovation Lab for Food Security Policy Research Brief No. 37. East Lansing, USA, Michigan State University
- Comprehensive Assessment of Water Management in 98
Agriculture. 2007. *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture*. London and Sterling, USA, Earthscan and IWMI
- Doocy, S., Daniels, A., Murray, S. & Kirsch, T.D. 2013. The 99
2009-human impact of floods: a historical review of events 1980 and systematic literature review. *PLoS Currents and Disasters*, 5. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 12 أغسطس/آب 2020]. <https://currents.plos.org/disasters/index.html%3Fp=6695.html>
- Svetlana, D., Radovan, D. & Ján, D. 2015. The economic 100
impact of floods and their importance in different regions of the world with emphasis on Europe. *Procedia Economics and Finance*, 34: 649–655
- Spate Irrigation Network Foundation. 2015. *Flood based 101 farming systems in Africa* [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 12 أغسطس/آب 2020]. http://spate-irrigation.org/wp-content/uploads/2015/03/OP5_Flood-based-farming-in-Africa_SF.pdf
- Talbot, C.J., Bennett, E.M., Cassell, K., Hanes, D.M., 102
Minor, E.C., Paerl, H., Raymond, P.A., Vargas, R., Vidon, P.G., Wollheim, W. & Xenopoulos, M.A. 2018. The impact of flooding 103
on aquatic ecosystem services. *Biogeochemistry*, 141(3): 439–461
- Oplot, E. 2013. Application of remote sensing and 103
geographical information systems in flood management: a review. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 6(10): 1884–1894
- Bronstert, A. 2003. Floods and climate change: interactions 104
and impacts. *Risk Analysis*, 23(3): 545–557
- Wani, S., Rockstrom, J. & Sahrawat, K. 2017. *Integrated 85 watershed management in rainfed agriculture*. London, CRC Press
- Government of India. 2017. National Rainfed Area Authority. 86
في: *Ministry of Agriculture and Farmers Welfare* [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 12 أغسطس/آب 2020]. http://nraa.gov.in/Organization_Structure.aspx
- Livestock Emergency Guidelines. 2014. *Livestock Emergency 87 Guidelines and Standards (LEGS)*. Second edition. Rugby, UK, Practical Action Publishing
- 88 منظمة الأغذية والزراعة. 2018. نُظُم التراث الزراعي ذات الأهمية العالمية: الجمع بين التنوع البيولوجي الزراعي والنظم الإيكولوجية المرنة والممارسات الزراعية التقليدية. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 12 أغسطس/آب 2020]. <http://www.fao.org/3/i9187ar/I9187ar.pdf>
- Mati, M., Muchiri, J., Njenga, K., Penning de Vries, F. & 89
Merrey, D. 2006. *Assessing water availability under pastoral livestock systems in drought-prone Isiolo District, Kenya*. Colombo, International Water Management Institute
- 90 منظمة الأغذية والزراعة. 2016. تحسين حوكمة الأراضي الرعوية: تنفيذ الخطوط التوجيهية الطوعية بشأن الحوكمة المسؤولة لحيازة الأراضي ومصادر الأسماك والغابات في سياق الأمن الغذائي الوطني. الأدلة الفنية لحوكمة الحيازة رقم 6. روما. [النسخة العربية]. 152 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i5771a.pdf>)
- The JP RWEE pathway. 2017. *البرنامج الدولي للتنمية الزراعية. 91 to women's empowerment. The Joint Programme on Accelerating Progress towards the Economic Empowerment of Rural Women* [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 12 أغسطس/آب 2020]. www.ifad.org/8%Five+years+of+the+AAF%E2%39%148759/documents/387141704b0c-acdc--1398-99S+technical+assistance+facility/de6fa0c4%09e227d73439
- Watson, C. 2011. Protecting livestock, protecting livelihoods: 92
the Livestock Emergency Guidelines and Standards (LEGS). *Pastoralism: Research, Policy and Practice*, 1(1): 9
- McCartney, M.P., Whiting, L., Makin, I., Lankford, B.A. & 93
Ringler, C. 2019. Rethinking irrigation modernisation: realising multiple objectives through the integration of fisheries. *Marine and Freshwater Research*, 70(9): 1201
- Dougherty, T.C. & Hall, A.W. 1995. *Environmental impact 94 assessment of irrigation and drainage projects*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 53. روما. 105 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/tempref/agl/AGLW/Morini/05_EIA.pdf)

- International Commission on Irrigation and Drainage .116** (ICID). 2018. *Agricultural Water Management for Sustainable*. New Delhi .2018-Rural Development: Annual report 2017
- Valipour, M.** 2014. Drainage, waterlogging, and salinity. .117 *Archives of Agronomy and Soil Science*, 60(12): 1625–1640
- Smedema, L.K., Vlotman, W.F. & Rycroft, D.W.** 2004. .118 *Modern land drainage*. London, Taylor & Francis
- Sheng, F. & Xiuling, C.** 2007. Developing drainage as the basis .119 of comprehensive control of drought, waterlogging, salinity and saline groundwater. *Irrigation and Drainage*, 56(S1): S227–S244
- 1105 منظمة الأغذية والزراعة.** 2018. *The impact of disasters and crises on agriculture and food security 2017*. روما، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. 144 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/I8656EN/i8656en.pdf>)
- Short Gianotti, A.G., Warner, B. & Milman, A.** 2018. Flood .1106 concerns and impacts on rural landowners: an empirical study of the Deerfield watershed, MA (USA). *Environmental Science & Policy*, 79: 94–102
- Lane, S.N.** 2017. Natural flood management. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 4(3): e1211 [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 12 أغسطس/آب 2020]. <http://doi.wiley.com/10.1002/wat2.1211>
- Ahmed, F., Rafii, M.Y., Ismail, M.R., Juraimi, A.S., Rahim, H.A., Asfaliza, R. & Latif, M.A.** 2013. Waterlogging tolerance of crops: breeding, mechanism of tolerance, molecular approaches, and future prospects. *BioMed Research International*, 2013: 1–10
- Shaw, R.E., Meyer, W.S., McNeill, A. & Tyerman, S.D.** 2013. .1109 Waterlogging in Australian agricultural landscapes: a review of plant responses and crop models. *Crop and Pasture Science*, 64(6): 549
- Ritzema, H.P., Satyanarayana, T.V., Raman, S. & Boonstra, J.** 2008. Subsurface drainage to combat waterlogging and salinity in irrigated lands in India: lessons learned in farmers' fields. *Agricultural Water Management*, 95(3): 179–189
- Ashraf, M.A.** 2012. Waterlogging stress in plants: a review. .111 *African Journal of Agricultural Research*, 7(13): 1976–1981
- Bennett, S.J., Barrett-Lennard, E.G. & Colmer, T.D.** 2009. .112 Salinity and waterlogging as constraints to saltland pasture production: a review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 129(4): 349–360
- Department of Primary industries and Regional .113 Development (DPIRD).** 2019. *Managing waterlogging in crops and pastures* [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 12 أغسطس/آب 2020]. www.agric.wa.gov.au/waterlogging/managing-waterlogging-crops-and-pastures
- Islam, M.R., Abdullah, H.M., Ahmed, Z.U., Islam, I., Ferdush, J., Miah, M.G. & Miah, M.M.U.** 2018. Monitoring the spatiotemporal dynamics of waterlogged area in southwestern Bangladesh using time series Landsat imagery. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 9: 52–59
- 1115 منظمة الأغذية والزراعة.** 2020. AQUASTAT. في: منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 15 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en

الفصل الخامس

1. منظمة الأغذية والزراعة. 2012. التكيف مع ندرة المياه: إطار عمل من أجل الزراعة والأمن الغذائي. تقرير منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة بشأن المياه رقم 38. روما. [النسخة العربية]. 94 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i3015a.pdf>).
2. Bhaduri, A., Ringler, C., Dombrowski, I., Mohtar, R. & Scheumann, W. 2015. Sustainability in the water-energy-food nexus. *Water International*, 40(5-6): 723-732.
3. Pingali, P.L. & Rosegrant, M.W. 2001. Intensive food systems in Asia: can the degradation problems be reversed? In D.R. Lee & C.B. Barrett, eds. *Tradeoffs or synergies? Agricultural intensification, economic development and the environment*, pp. 383-397. Wallingford, UK, CABI. 560 pp.
4. فريق الخبراء الرفيع المستوى لجنة الأمن الغذائي العالمي. 2015. الماء من أجل الأمن الغذائي والتغذية. تقرير مقدم من فريق الخبراء الرفيع المستوى المعني بالأمن الغذائي. روما، منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة العربية]. 194 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-av045a.pdf>).
5. منظمة الأغذية والزراعة. 2017. الشرق الأدنى وشمال أفريقيا نظرة إقليمية عامة حول انعدام الأمن الغذائي 2016. القاهرة. [النسخة العربية]. 44 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i6860a.pdf>).
6. Sdravovich, C., Sab, R., Zouhar, Y. & Albertin, G. 2014. *Subsidy reform in the Middle East and North Africa: recent progress and challenges ahead*. Departmental Paper No. 14. Washington, DC, International Monetary Fund.
7. البنك الدولي. 2018. ما بعد ندرة المياه. الأمن المائي في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. تقرير عن التنمية في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. واشنطن العاصمة. *Making the most of scarcity: accountability for better water management results in the Middle East and North Africa*. تقرير عن التنمية في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. واشنطن العاصمة.
8. البنك الدولي. 2007. *3rd Arab Water Forum: 'Together towards a Secure Arab Water'*. التقرير النهائي. القاهرة.
9. Berglöf, E., Devarajan, S., Jägerskog, A., Clausen, T.J., Holmgren, T. & Lexén, K. 2015. *Water for development: fulfilling the promise*. In A. Jägerskog, T. J. Clausen, T. Holmgren & K. Lexén, eds. *Water for development - charting a water wise path*, pp. 23-27. Report No. 35. Stockholm, Stockholm International Water Institute (SIWI). 73 pp.
10. United States Department of Agriculture (USDA). 2016. 11 Algeria: Grain and Feed Annual. Foreign Agricultural Service Network GAIN Report AG1601. *Global Agricultural Information*. https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=2016-23-Grain%20and%20Feed%20Annual_Algiers_Algeria_3.pdf. (متاح أيضًا على الرابط: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=2016-23-Grain%20and%20Feed%20Annual_Algiers_Algeria_3.pdf).
11. Tellioglu, I. & Konandreas, P. 2017. *Agricultural policies, trade and sustainable development in Egypt*. Geneva, International Centre for Trade and Sustainable Development.
12. Kassim, Y., Mahmoud, M., Kurdi, S. & Breisinger, C. 2018. 13 *An agricultural policy review of Egypt: first steps towards a new strategy*. MENA RP Working Paper No. 11. Washington, DC, and Cairo, International Food Policy Research Institute.
13. منظمة الأغذية والزراعة. 2014. *Iran: country fact sheet on food and agriculture policy trends*. [النسخة الإلكترونية]. www.fao.org/3/a-i4126e.pdf.
14. Sadiddin, A. 2013. An assessment of policy impact on agricultural water use in the northeast of Syria. *Environmental Management and Sustainable Development*, 2(1): 74.
15. منظمة الأغذية والزراعة. 2017. *Tunisia: country fact sheet on food and agriculture policy trends*. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 15 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/3/a-i7738e.pdf.
16. منظمة الأغذية والزراعة. 2019. التحول الريفي - مفتاح التنمية المستدامة في منطقة الشرق الأدنى وشمال أفريقيا. نظرة إقليمية عامة حول حالة الأمن الغذائي والتغذية 2018. القاهرة. الترخيص: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. [النسخة العربية]. 84 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/ca3817ar/ca3817ar.pdf>).
17. Elbehri, A. & Sadiddin, A. 2016. Climate change adaptation solutions for the green sectors of selected zones in the MENA region. *Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society*, 4(3): 39-54.
18. منظمة الأغذية والزراعة. 2020. FAOSTAT. في: منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 15 أغسطس/آب 2020]. <http://faostat.fao.org>.
19. Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A.Y. 2011. The green, blue and 20 grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5): 1577-1600.
20. منظمة الأغذية والزراعة. 2020. AQUASTAT. في: منظمة الأغذية والزراعة. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 15 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en.

- Jägermeyr, J., Pastor, A., Biemans, H. & Gerten, D. 2017. 32 Reconciling irrigated food production with environmental flows for Sustainable Development Goals implementation. *Nature Communications*, 8(1): 15900
- Thorpe, A., Whitmarsh, D., Drakeford, B., Reid, C., Karimov, B., Timirkhanov, S., Satybekov, K. & Van Anrooy, R. 2011. *Feasibility of restocking and culture-based fisheries in Central Asia*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 565. أنقرة، منظمة الأغذية والزراعة. 106 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/ba0037e/ba0037e.pdf).
- Valbo-Jørgensen, J. & Thompson, P. 2007. *Culture-based fisheries in Bangladesh: a socio-economic perspective*. FAO Fisheries Technical Paper No. 499. روما، منظمة الأغذية والزراعة. 41 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a1412e/a1412e00.pdf).
- De Silva, S. & Funge-Smith, S. 2005. *A review of stock enhancement practices in the inland water fisheries of Asia*. RAP Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific. 93 pp. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-ae932e.pdf).
- Sugunan, V.V. 1997. *Fisheries management of small water bodies in seven countries in Africa, Asia and Latin America*. FAO Fisheries Circular No. 933. روما، منظمة الأغذية والزراعة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/w7560e/w7560e00.htm).
- Responsible stocking and enhancement of inland waters in Asia. RAP Publication No. 11/2015. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific. 142 pp. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i5303e.pdf).
- Renault, D. & Facon, T. 2004. *Beyond drops for crops: the system approach for water value assessment in rice-based production systems*. Paper presented at FAO Rice Conference 04/CRS.17, 12 February 2004, Rome. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/y5682e/y5682e09.htm).
- Renault, D., Wahaj, R. & Smits, S. 2013. *Multiple uses of water services in large irrigation systems: auditing and planning modernization the MASSMUS approach*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 67. روما، منظمة الأغذية والزراعة. 225 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/i3414e/i3414e.pdf).
- Nguyen-Khoa, S., Smith, L. & Lorenzen, K. 2005. *Impacts of irrigation on inland fisheries: appraisals in Laos and Sri Lanka*. Comprehensive Assessment Research Report No. 7. Colombo, Comprehensive Assessment Secretariat.
22. منظمة الأغذية والزراعة والمركز الدولي للدراسات الزراعية المتقدمة في منطقة البحر الأبيض المتوسط - معهد مونبلييه للبحوث الزراعية في منطقة البحر الأبيض المتوسط ومركز التعاون الدولي للبحوث الزراعية من أجل التنمية. 2017. *Study on small-scale family farming in the Near East and North Africa region*. Synthesis and North Africa region. القاهرة. 182 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/b-i6436e.pdf).
- Ababsa, M. 2013. *Crise agraire, crise foncière et sécheresse en Syrie*. 2011-2000. Maghreb - Machrek, 215(1): 101-122.
- Weinthal, E., Zawahri, N. & Sowers, J. 2015. *Securitizing water, climate, and migration in Israel, Jordan, and Syria*. International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics, 15(3): 293-307.
- De Châtel, F. 2014. *The role of drought and climate change in the Syrian uprising: untangling the triggers of the revolution*. Middle Eastern Studies, 50(4): 521-535.
26. مكتب الأمم المتحدة لتنسيق الشؤون الإنسانية. 2010. *Syria drought. 2010-mid-term review*. New York, USA. 2010-response plan 2009.
- Rosegrant, M. 2019. *From scarcity to security: managing water for a nutritious food future*. Chicago, USA, Chicago Council on Global Affairs.
28. منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. 2019. *Navigating pathways to reform water policies in agriculture*. Paris.
- Dhawan, V. 2017. *Water and agriculture in India: status, challenges and possible options for action*. Background paper for the South Asia expert panel during the Global Forum for Food and Agriculture. Hamburg, Germany, German Asia-Pacific Business Association. (متاح أيضًا على الرابط: www.oav.de/fileadmin/user_upload/5_Publikationen/5_Studien/170118_Study_Water_Agriculture_India.pdf).
- Palanisami, K., Mohan, K., Giordano, M. & Charles, C. 2011. *Measuring irrigation subsidies in Andhra Pradesh and southern India: an application of the GSI method for quantifying subsidies*. Geneva, Global Subsidies Initiative.
- Lynch, A.J., Baumgartner, L.J., Boys, C.A., Conallin, J., Cowx, I.G., Finlayson, C.M., Franklin, P.A., Hogan, Z., Koehn, J.D., McCartney, M.P., O'Brien, G., Phouthavong, K., Silva, L.G.M., Tob, C.A., Valbo-Jørgensen, J., Vu, A.V., Whiting, L., Wibowo, A. & Duncan, P. 2019. *Speaking the same language: can the sustainable development goals translate the needs of inland fisheries into irrigation decisions? Marine and Freshwater Research*, 70(9): 1211-1228.

52. منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. 2012. *Meeting the water reform challenge*. OECD Studies on Water. Paris, OECD Publishing

Rosegrant, M.W., Ringler, C. & Zhu, T. 2009. Water for 53 agriculture: maintaining food security under growing scarcity. *Annual Review of Environment and Resources*, 34(1): 205–222

Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A.Y. 2011. National water 54 footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption. Value of Water Research Report Series No. 50. Delft, Netherlands, UNESCO-IHE

Ramirez-Vallejo, J. & Rogers, P. 2010. *Failure of the virtual 55 water argument: possible explanations using the case study of Mexico and NAFTA*. In C. Ringler, A.K. Biswas & S. Cline, eds. Global change: impacts on water and food security, pp. 113–126. Berlin, Springer. 281 pp

Kumar, M.D. & Singh, O.P. 2005. Virtual water in global food 56 and water policy making: is there a need for rethinking? *Water Resources Management*, 19(6): 759–789

Wichelns, D. 2010. Virtual water: a helpful perspective, but 57 not a sufficient policy criterion. *Water Resources Management*, 24: 2203–2219

Berrittella, M., Rehdanz, K., Tol, R. & Zhang, J. 2008. The 58 impact of trade liberalization on water use: a computable general equilibrium analysis. *Journal of Economic Integration*, 23(3): 631–655

Konar, M. & Caylor, K.K. 2013. Virtual water trade and 59 development in Africa. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17(10): 3969–3982

Hoekstra, A. 2010. *The relation between international trade and 60* Enschede, 05-freshwater scarcity. Staff Working Paper ERSD-2010 Netherlands, World Trade Organization

Wichelns, D. 2010. An economic analysis of the virtual water 61 concept in relation to the agri-food sector. Background report supporting the OECD study (2010) Sustainable management of water resources in agriculture. Paris, OECD

Jackson, L.A., Pene, C., Martinez-Hommel, M.-B., Tamiotti, 62 L. & Hofmann, C. 2014. Water policy, agricultural trade and WTO rules. In P. Martinez-Santos, M. Aldaya & M. Ramón Llamas, eds. *Integrated water resources management in the 21st century: revisiting the paradigm*, pp. 59–78. Leiden, Netherlands, CMR Press. 321 pp

Jutagate, T., Silva, S.S.D. & Mattson, N.S. 2003. Yield, growth 41 and mortality rate of the Thai river sprat, *Clupeichthys aesarnensis*, in Sirinthorn Reservoir, Thailand. *Fisheries Management and Ecology*, 10(4): 221–231

Kolding, J., van Zwieten, P., Marttin, F., Funge-Smith, S. & 42 Poulain, F. 2019. *Freshwater small pelagic fish and their fisheries in the major African lakes and reservoirs in relation to food security and nutrition*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. T642. روما، منظمة الأغذية والزراعة. 122 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/documents/card/en/c/CA0843EN)

43. منظمة الأغذية والزراعة. 2017. *Watershed management in action – lessons learned from FAO field projects*. روما. 168 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i8087e.pdf)

Goyal, A. & Nash, J. 2017. *Reaping richer returns: public 44 spending priorities for African agriculture productivity growth*. Washington, DC, World Bank

Shah, T., Ul Hassan, M., Khattak, M.Z., Banerjee, P.S., Singh, 45 O.P. & Rehman, S.U. 2009. Is irrigation water free? A reality check in the Indo-Gangetic Basin. *World Development*, 37(2): 422–434

Kishore, A. 2004. Understanding agrarian impasse in Bihar. 46 *Economic and Political Weekly*, 39(31): 3484–3491

Shah, T., Rajan, A., Rai, G.P., Verma, S. & Durga, N. 2018. 47 Solar pumps and South Asia's energy-groundwater nexus: exploring implications and reimagining its future. *Environmental Research Letters*, 13(11): 115003. [ورد ذكره في 7 فبراير/شباط 2020]. [النسخة الإلكترونية]. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/17/10/088>. [2020 أغسطس/آب]. <https://www.thehindubusinessline.com/news/solar-pumps-a-nondescript-village-in-gujarat-shows-the-way/article22694612.ece>

Claassen, R., Cattaneo, A. & Johansson, R. 2008. Cost-effective 49 design of agri-environmental payment programs: U.S. experience in theory and practice. *Ecological Economics*, 65(4): 737–752

50. الأمم المتحدة. 2018. *Forests and water: valuation and payments for forest ecosystem services*. Geneva

51. منظمة الأغذية والزراعة. 2013. *Financial sustainability for environmental services: rural development in microwatersheds Rio Rural, Brazil*. Case studies on Remuneration of Positive Externalities (RPE)/Payments for Environmental Services (PES). Prepared for the multi-stakeholder www.fao.org/ (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/fileadmin/user_upload/pes-project/docs/FAO_RPE-PES_RJ_Brazil.pdf)

74. منظمة الأغذية والزراعة. 2010. *An international consultation on integrated crop-livestock systems for development: the way forward for sustainable production intensification*. Integrated Crop Management. Vol. 13. روما. 75 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/images/iclsd/documents/crop_livestock_proceedings.pdf).
- Bhattarai, M. & Narayanamoorthy, A. 2003. Impact of 75 irrigation on rural poverty in India: an aggregate panel-data analysis. *Water Policy*, 5(5-6): 443-458.
- Benson, T. 2015. Associations between irrigated farming 76 and improved nutrition in Malawian farm households. In N.-L. Aberman, J. Meerman & T. Benson, eds. *Mapping the linkages between agriculture, food security and nutrition in Malawi*. pp. 50-55. Lilongwe, and Washington, DC, IFPRI. 61 pp
- van der Hoek, W., Feenstra, S.G. & Konradsen, F. 2002. 77 Availability of irrigation water for domestic use in Pakistan: its impact on prevalence of diarrhoea and nutritional status of children. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 20(1): 77-84
- Rosegrant, M.W., Sulser, T.B., Mason-D'Croz, D., Cenacchi, 78 N., Nin-Pratt, A., Dunston, S., Zhu, T., Ringler, C., Wiebe, K., Robinson, S., Willenbockel, D., Xie, H., Kwon, H.Y., Johnson, T., Thomas, T.S., Wimmer, F., Schaldach, R., Nelson, G.C. & Willaarts, B. 2017. Quantitative foresight modeling to inform the CGIAR Research Portfolio. Washington, DC, IFPRI
- You, L., Ringler, C., Wood-Sichra, U., Robertson, R., Wood, 79 S., Zhu, T., Nelson, G., Guo, Z. & Sun, Y. 2011. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. *Food Policy*, 36(6): 770-782
- Xie, H., You, L., Wielgosz, B. & Ringler, C. 2014. Estimating 80 the potential for expanding smallholder irrigation in Sub-Saharan Africa. *Agricultural Water Management*, 131: 183-193
- 81 منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. 2018. *Financing water: investing in sustainable growth*. OECD Environment Policy Papers No. 11. Paris
- Svendsen, M., Gulati, A. & Raju, K.V. 2003. Reform options 82 for construction and rehabilitation. In A. Gulati, R.S. Meinzen-Dick & K.V. Raju, eds. *Financial and institutional reforms in Indian irrigation*, p. Bangalore, India, Books for Change
- 83 البنك الدولي. 2017. *Public-private partnership in irrigation*. In: PPP Legal Resource Center [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 15 أغسطس/آب 2020]. <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/ppp-sector/water-sanitation/ppps-irrigation>
- Domenech, L. & Ringler, C. 2013. *The impact of irrigation on 63 nutrition, health, and gender: a review paper with insights for Africa south of the Sahara*. Discussion Paper No. 01259. Washington, DC, IFPRI
- Bryan, E., Chase, C. & Schulte, M. 2019. *Nutrition-sensitive 64 irrigation and water management*. Water Global Practice Guidance Note. Washington, DC, World Bank
- Iannotti, L., Cunningham, K. & Ruel, M. 2009. *Improving diet 65 quality and micronutrient nutrition: homestead food production in Bangladesh*. 2020 Vision Initiative. IFPRI Discussion Paper 00928. Washington, DC, IFPRI
- Olney, D.K., Talukder, A., Iannotti, L.L., Ruel, M.T. & Quinn, 66 V. 2009. Assessing impact and impact pathways of a homestead food production program on household and child nutrition in Cambodia. *Food and Nutrition Bulletin*, 30(4): 355-369
- Burney, J., Woltering, L., Burke, M., Naylor, R. & Pasternak, 67 D. 2010. Solar-powered drip irrigation enhances food security in the Sudano-Sahel. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(5): 1848-1853
- 68 منظمة الأغذية والزراعة. 2019. *Estudio de caso "gobernanza del agua en territorios agrícolas de la cuenca estratégica del río Guadalquivir del valle central de Tarija"*. Informe de Consultoría Nacional. La Paz, Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Gobierno Autónomo Departamental de Tarija and FAO. 48 pp
- 69 منظمة الأغذية والزراعة. سيصدر قريبًا. *Study on water governance in the Tinguiririca sub-basin of the Rio Rapel river basin*. روما.
- Rockström, J., Karlberg, L., Wani, S.P., Barron, J., Hatibu, 70 N., Oweis, T., Bruggeman, A., Farahani, J. & Qiang, Z. 2010. Managing water in rainfed agriculture—the need for a paradigm shift. *Agricultural Water Management*, 97(4): 543-550
- Hatibu, H., Oweis, T., Wani, S., Barron, J., Bruggeman, 71 A., Qiang, Z., Farahani, J. & Karlberg, L. 2007. *Managing water in rainfed agriculture*. In D. Molden, ed. *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture*, pp. 315-352. London, IWMI and Earthscan. 48 pp
- 72 منظمة الأغذية والزراعة. 2019. *Proactive approaches to drought preparedness - Where are we now and where do we go from here*. صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/ca5794en/ca5794en.pdf).
- 73 منظمة الأغذية والزراعة. 2019. *Water use in livestock production systems and supply chains - guidelines for assessment (Version 1)*. Rome, Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership. (LEAP) Partnership. 126 pp (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/ca5685en/ca5685en.pdf).

- Palazzo, A., Valin, H.J.P., Batka, M. & Havlik, P. 2019. 5. *Investment needs for irrigation infrastructure along different socioeconomic pathways*. Policy Research Working Papers. World Bank. (متاح أيضًا على الرابط: <http://elibrary.worldbank.org/doi/10.1596/08744-9450-1813/book/10.1596>).
- Robinson, S., Mason-D'Croz, D., Islam, S., Sulser, T., 6. Robertson, R., Zhu, T., Gueneau, A., Pitois, G. & Rosegrant, M. 2015. *The International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade (IMPACT): Model description for version 3*. IFPRI Discussion Paper No. 1483. Washington, DC, IFPRI.
7. منظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية. 2020. *Global Agro-Ecological Zones (GAEZ v4.0)*. Laxenburg, Austria, and Rome.
8. المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية. 2019. *Global Spatially-Disaggregated Crop Production Statistics Data for 2010 Version*. Harvard Dataverse 1.0. (النسخة الإلكترونية). [ورد ذكره في 5 أغسطس/آب 2020]. <https://dataverse.harvard.edu/citati>. [on?persistentId=doi:10.7910/DVN/PRFF8V]
9. منظمة الأغذية والزراعة. 2019. *Earth Observation. Agricultural Stress Index System (ASIS): Historic Agricultural Drought Frequency (1984-2018)*. (النسخة الإلكترونية). [ورد ذكره في 5 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/giews/earthobservation/asis/index_1.jsp?type=131.
10. منظمة الأغذية والزراعة. 2020. *SDG Indicator 6.4.2 on water stress*. روما.
11. منظمة الأغذية والزراعة. 2020. *Contribution of the agriculture sector to the level of water stress*. روما.
- Schiavina, M., Freire, S. & MacManus, K. 2019. GHS.12.R2019A (1975-1990-2000-2015-population grid multitemporal). (النسخة الإلكترونية). [ورد ذكره في 6 أغسطس/آب 2020]. <http://data.europa.eu/89h/0c6b9751-a71f-4062-830b-43c9f432370f>.
13. منظمة الأغذية والزراعة. 2020. *Hand in Hand Geospatial Platform*. (النسخة الإلكترونية). [ورد ذكره في 12 نوفمبر/تشرين الثاني 2020]. <https://data.apps.fao.org/>
- Wood-Sichra, U., Joglekar, A. & You, L. 2016. Spatial.14 Production Allocation Model (SPAM) 2005: technical documentation. HarvestChoice Working Paper. Washington, DC and St. Paul, USA, International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Science and Technology Practice and Policy (InSTePP) Center, University of Minnesota

84. منظمة الأغذية والزراعة. 2016. *Lessons learned in water accounting: the fisheries and aquaculture perspective in the System of Environmental-Economic Accounting (SEEA) framework*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 599. روما، منظمة الأغذية والزراعة. 78 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/a-i5880e.pdf).
85. منظمة الأغذية والزراعة و Earthscan. 2011. *Earthscan*. حالة الموارد من الأراضي والمياه في العالم للأغذية والزراعة - إدارة النظم المعرضة للخطر. روما، منظمة الأغذية والزراعة ولندن، Earthscan. [النسخة العربية]. 315 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: <http://www.fao.org/3/a-i1688a.pdf>).
86. منظمة الأغذية والزراعة. 2019. *Report of the special session on advancing integrated agriculture aquaculture through agroecology: Montpellier, 25 August 2018*. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1286. روما. 262 صفحة. (متاح أيضًا على الرابط: www.fao.org/3/ca7209en/ca7209en.pdf).
87. منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. 2015. *Water resources allocation: sharing risks and opportunities*. OECD Studies on Water. Paris. 144 pp. (متاح أيضًا على الرابط: www.oecd-ilibrary.org/environment/water-resources-allocation_9789264229631-en).

الملاحق الفني

1. Rosegrant, M. 2020. *Water management for sustainable irrigated and rainfed agriculture: opportunities, challenges, impacts and the way forward*. Background paper for The State of Food and Agriculture 2020. *Overcoming water challenges in agriculture*. Washington, DC.
2. Rosegrant, M., Koo, J., Cenacchi, N., Ringler, C., Robertson, R., Fisher, M., Cox, C., Garrett, K., Perez, N. & Sabbagh, P. 2014. *Food security in a world of natural resource scarcity: the role of agricultural technologies*. Washington, DC, IFPRI. (متاح أيضًا على الرابط: <http://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/128022>).
3. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. 2007. *تغير المناخ 2007: التقرير التجميعي*. مساهمة الأفرقة العاملة الأولى والثاني والثالث في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. جنيف، سويسرا. [النسخة العربية]. 110 صفحة.
4. Rosegrant, M.W., Sulser, T.B., Mason-D'Croz, D., Cenacchi, N., Nin-Pratt, A., Dunston, S., Zhu, T., Ringler, C., Wiebe, K., Robinson, S., Willenbockel, D., Xie, H., Kwon, H.Y., Johnson, T., Thomas, T.S., Wimmer, F., Schaldach, R., Nelson, G.C. & Willaarts, B. 2017. *Quantitative foresight modeling to inform the CGIAR Research Portfolio*. Washington, DC, IFPRI.

- Global Agro-Ecological Zones (GAEZ v4.0). Laxenburg, Austria, and Rome
3. المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية. 2019. Global Spatially-Disaggregated Crop Production Statistics Data for 2010 Version. Harvard Dataverse. 1.0. [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 5 أغسطس/آب 2020]. <https://dataverse.harvard.edu/citati.on?persistentId=doi:10.7910/DVN/PRFF8V>
4. منظمة الأغذية والزراعة. 2020. SDG Indicator 6.4.2 on water stress. روما.

- Nelson, A., Weiss, D.J., van Etten, J., Cattaneo, A., McMenemy, T.S. & Koo, J. 2019. A suite of global accessibility indicators. *Scientific Data*, 6(1): 266

الملحق الإحصائي

1. منظمة الأغذية والزراعة. 2019. *Earth Observation. Agricultural Stress Index System (ASIS): Historic Agricultural Drought Frequency* (1984-2018). في: منظمة الأغذية والزراعة [النسخة الإلكترونية]. [ورد ذكره في 5 أغسطس/آب 2020]. www.fao.org/giews/earthobservation/asis/index_1.jsp?type=131
2. منظمة الأغذية والزراعة والمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية. 2020.

2020 حالة الأغذية والزراعة

التغلب على تحديات المياه في الزراعة

إن القيود المكثفة المتصلة بالمياه تهدد الأمن الغذائي والتغذية. وبالتالي، ثمة حاجة ملحة إلى اتخاذ الإجراءات اللازمة لجعل استخدام المياه في الزراعة مستدامًا ومنصفاً على نحو أكبر. ومع أن الزراعة المرورية لا تزال أكبر القطاعات المستخدمة للمياه العذبة على الإطلاق، إلا أن ندرة المياه العذبة تطرح مشكلة تتفاقم أكثر فأكثر بسبب تزايد الطلب والمنافسة على موارد المياه العذبة. وفي الوقت نفسه، تواجه الزراعة البعلية تقلبًا متزايدًا في المتساقطات بسبب تغير المناخ. وستؤدي هذه الاتجاهات إلى تفاقم النزعات بين مستخدمي المياه، وانعدام المساواة في الحصول على المياه لا سيما بالنسبة إلى صغار المزارعين والفقراء في الريف وسائر الفئات السكانية الضعيفة.

يقدم تقرير حالة الأغذية والزراعة لعام 2020 تقديرات جديدة عن مدى انتشار ندرة المياه في الزراعة المرورية ونقص المياه في الزراعة البعلية، فضلًا عن عدد الأشخاص المتضررين من ذلك. ويشير التقرير إلى وجود اختلافات كبرى بين البلدان وتباينات مكانية ملحوظة ضمن البلدان نفسها. وتستخدم هذه الأدلة للاسترشاد بها في مناقشة السبل التي يمكن من خلالها للبلدان أن تحدّد السياسات والتدخلات المناسبة استنادًا إلى طبيعة المشكلة ونطاقها، وبالنسبة أيضًا إلى عوامل أخرى مثل نوع نظام الإنتاج الزراعي ومستوى التنمية في البلدان وهيكلها السياسية. ويقدم هذا المطبوع، استنادًا إلى هذه المعطيات، توجيهات للبلدان عن سبل إسناد الأولوية للسياسات والتدخلات الرامية إلى التغلب على القيود المتصلة بالمياه في مجال الزراعة، بموازاة ضمان الحصول على المياه على نحو يتسم بالكفاءة والاستدامة والإنصاف.

