UNESCO
منظمة الأمم المتحدة
للتربية والعلم والثقافة

UN WATER

تقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2020

المياه وتغير المناخ

UN HABITAT
FOR A BETTER URBAN FUTURE

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
Intergovernmental Hydrological Programme

UNECA, UNECE, UNECLAC, UNESCAP, UNESCWA

UNDP
Empowered lives. Resilient nations.

Food and Agriculture Organization of the United Nations

منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة
البرنامج العالمي لتقييم الموارد المائية

WORLD BANK GROUP

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION

World Health Organization

UNITED NATIONS UNIVERSITY

UNIDO

المياه وتغير المناخ

صدر في عام 2020 عن منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو)
.7, Place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France

© اليونسكو 2020

تنشر اليونسكو هذا التقرير باسم آلية الأمم المتحدة للمياه. ويمكن الاطلاع على قائمة بالأعضاء والشركاء في الآلية في الموقع التالي: www.unwater.org.

الرقم الدولي: ISBN 978-92-3-600098-5

الانتفاع الحر بهذا المنشور متاح بموجب ترخيص نسبة المصنَّف إلى صاحبه – الترخيص بالمثل 3.0 منظمة دولية حكومية (CC-BY-SA 3.0 IGO) (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/). ويوافق المنتفعون بمحتوى هذا المنشور على الالتزام بشروط الاستخدام الواردة في مستودع الانتفاع الحر لليونسكو (www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-en).

ويقتصر هذا الترخيص على المحتوى النصي للمنشور. ويجب قبل استخدام أي مواد لا يوجد ما يدل بوضوح على أنها مواد تملكها اليونسكو أن يُطلب إذن بذلك من مالك حقوق النشر.

ولا تعبّر التسميات المستخدمة في هذا المنشور وطريقة عرض المواد فيه عن أي رأي لليونسكو بشأن الوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة، ولا بشأن سلطات هذه الأماكن أو بشأن رسم حدودها أو تخومها.

ولا تعبّر الأفكار والآراء الواردة في هذا المنشور إلا عن رأي كاتبها، ولا تمثل بالضرورة وجهات نظر اليونسكو ولا تلزم المنظمة بأي شيء. وقد وردت محتويات هذا المنشور من أعضاء آلية الأمم المتحدة للمياه وشركائها وآخرين مدرجة أسماؤهم في صفحات عناوين الفصول الواردة في المنشور. ولا تتحمل اليونسكو ولا برنامج اليونسكو العالمي لتقييم الموارد المائية أي مسؤولية عن الأخطاء في المحتوى المقدم أو عن التناقضات في البيانات والمحتوى بين الفصول التي وردتهما. وأتاح البرنامج العالمي لتقييم الموارد المائية الفرصة في هذا المنشور لإدراج أسماء الأفراد بوصفهم مؤلفين ومساهمين، أو للإعراب عن الشكر لهم. ولا يتحمل البرنامج العالمي أي مسؤولية عن أي سهو في هذا الصدد.

الفصول 3 و 4 و 5 و 6 و 7 و 9 و 11: مساهمات لمؤلفين من معهد جامعة الأمم المتحدة للإدارة المتكاملة لتدفقات المواد والموارد (UNU-FLORES © 2020 United Nations University). والآراء المعرب عنها هنا هي آراء المؤلف (المؤلفين) ولا تمثل بالضرورة آراء جامعة الأمم المتحدة. وتم النشر بإذن من جامعة الأمم المتحدة.

الفصل 5: مؤلفو هذا الفصل من موظفي منظمة الصحة العالمية. ويتحمل المؤلفون وحدهم المسؤولية عن الآراء المعرب عنها في هذا الفصل وهي لا تمثل بالضرورة قرارات منظمة الصحة العالمية أو سياساتها أو آراءها.

الفصل 10: هانا بلوتنيكوفا وسونيا كوبيل وفرانشيسكا برناردیني وسارة تيفيناور ليناردون (بوصفهن مؤلفات مشاركات) © الأمم المتحدة 2020. المساهمات: الفصل 2، فرانشيسكا برناردیني وسونيا كوبيل وهانا بلوتنيكوفا؛ والفصل 4، سونيا كوبيل وهانا بلوتنيكوفا؛ والفصل 9، لوسيا دي ستراسر؛ الفصل 11، فرانشيسكا برناردیني وسونيا كوبيل؛ والفصل 12، فرانشيسكا برناردیني وسونيا كوبيل وهانا بلوتنيكوفا © الأمم المتحدة 2020

إخلاء المسؤولية : هذه الترجمة ليست من إعداد أي مؤسسة عضو في مجموعة البنك الدولي، ولا ينبغي اعتبارها ترجمة رسمية لمجموعة البنك الدولي. ولا يمكن تحميل أي مؤسسة عضو في مجموعة البنك الدولي المسؤولية عن محتوى هذه الترجمة أو عن أي أخطاء فيها.

الإشارة المرجعية المقترحة:

اليونسكو، آلية الأمم المتحدة للمياه، 2020: تقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2020: المياه وتغير المناخ، باريس، اليونسكو.

UNESCO, UN-Water, 2020: United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change, Paris, UNESCO.

تصميم الغلاف الأصلي: Phoenix Design Aid

الطباعة: اليونسكو، باريس.

طُبِع هذا المنشور باستخدام أحبار نباتية على ورق مختلط المصادر يشرف عليه مجلس رعاية الغابات، الذي يدعم الاستخدام المسؤول لاحتياطيات الغابات، وهو ورق معاد تدويره بشكل كامل، وخالٍ من الأحماض والكلور.

Climate neutral
Production
ClimatePartner.com/12066-2002-1001

المحتويات

تصدير *بقلم أودري أزولاي، المديرة العامة لليونسكو* iv

تصدير *بقلم جيلبير ف أونغبو، رئيس آلية الأمم المتحدة للمياه ورئيس الصندوق الدولي للتنمية الزراعية* v

تمهيد vi

فريق تقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2020 viii

شكر وتقدير ix

الموجز التنفيذي 1

فاتحة حالة الموارد المائية في سياق تغير المناخ 10

مقدمة 11

تغير المناخ 11

المناخ والمياه 16

حالة الآثار المرتبطة بالمياه الناجمة عن تغير المناخ 16

المناطق السريعة التأثر بالمخاطر – الدول الجزرية الصغيرة النامية، والمناطق شبه القاحلة، والمناطق الساحلية الخلفية، والمناطق الجبلية 26

القيود والتحديات 27

الفصل 1 تغير المناخ والمياه والتنمية المستدامة 30

1.1 الأهداف والنطاق 31

1.2 التحدي شامل لعدة قطاعات وضرورة إجراء تقييمات متكاملة 33

1.3 الفئات الأكثر ضعفاً 35

الفصل 2 الأطر الدولية الخاصة بالسياسات العامة 38

2.1 مقدمة 39

2.2 لمحة عامة عن الاتفاقات الرئيسية 39

2.3 المياه باعتبارها عنصراً للربط يدعم تنفيذ الاتفاقات العالمية 45

الفصل 3 توافر المياه والهياكل الأساسية والنظم الإيكولوجية 48

3.1 الآثار الواقعة على الموارد المائية والهياكل الأساسية 49

3.2 خيارات لتعزيز الأمن المائي في ظل مناخ متغير 51

3.3 خيارات التخفيف لإدارة الموارد المائية 57

الفصل 4 الظواهر القصوى المتصلة بالمياه وإدارة المخاطر 60

4.1 الظواهر المناخية والمائية القصوى بوصفها تحديات لإدارة المياه 61

4.2 التدابير المادية وغير المادية في مجال التكيف مع تغير المناخ والحد من مخاطر الكوارث 63

4.3 أساليب التخطيط والتقييم الرامية إلى الحد من أخطار الكوارث 67

4.4 الفرص 69

الفصل 5 – الآثار المتصلة بالمياه والصرف الصحي وتغير المناخ التي تتعرض لها صحة الإنسان 70

5.1 مقدمة 71

5.2 الاتجاهات السائدة فيما يتعلق بمعدلات الاعتلال والوفيات المتصلة بالمياه 72

5.3 المخاطر الصحية المرتبطة بتغير المناخ 74

5.4 خيارات التصدي لمسألة إمدادات المياه والصرف الصحي 77

الفصل 6 – الزراعة والأمن الغذائي 80

6.1 مقدمة 81

6.2 الآثار المناخية وخط الأساس الزراعي: الفصل بين الصدمات والاتجاهات 82

6.3 دور إدارة المياه المستخدمة للأغراض الزراعية في عملية التكيف 89

6.4 انبعاثات غازات الدفيئة الناتجة عن الزراعة والحراجة وغير ذلك من استخدامات الأراضي 92

6.5 الدور الذي تؤديه إدارة مياه الزراعة في عملية التخفيف 93

6.6 الاستنتاجات 96

الفصل 7 – الطاقة والصناعة 98

7.1 السياق 99

7.2 التحديات والمخاطر 100

7.3 ردود الفعل والفرص المتاحة 103

7.4 السبيل إلى الأمام 111

الفصل 8 – المستوطنات البشرية 112

8.1 مقدمة 113

8.2 المياه والمناخ والتنمية الحضرية 114

8.3 زيادة الحاجة إلى اتسام المياه في المناطق الحضرية بالقدرة على الصمود 115

8.4 مجالات العمل الحاسمة 115

8.5 الاستنتاجات والتوصيات 119

الفصل 9 – الترابط بين المياه والمناخ والطاقة والغذاء والبيئة 120

9.1 تفسير أوجه الترابط 121

9.2 المنافع المشتركة 126

الفصل 10 – المنظورات الإقليمية 128

10.1 لمحة عامة 129

10.2 التصدي لآثار تغير المناخ المتصلة بالمياه عبر البلدان والمناطق 130

10.3 أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى – منظور اللجنة الاقتصادية لأفريقيا 135

10.4 أوروبا والقوقاز وآسيا الوسطى – منظور اللجنة الاقتصادية لأوروبا 138

10.5 أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي – منظور اللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي 141
10.6 منطقة آسيا والمحيط الهادئ – منظور اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ 144
10.7 غرب آسيا وشمال أفريقيا – منظور اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا 148
10.8 خاتمة: تعزيز العمل في مجال المياه والمناخ من خلال التعلم والتعاون الإقليميين 151

الفصل 11 – إدارة المياه من أجل إيجاد القدرة على الصمود أمام تغير المناخ 154

11.1 مقدمة 155
11.2 إدماج الشواغل المتعلقة بتغير المناخ في إدارة المياه 155
11.3 مشاركة الجمهور في وضع جدول الأعمال وصنع القرار والرصد 159
11.4 الحد من الضعف وتعزيز القدرة على الصمود عن طريق مكافحة الفقر وعدم المساواة 162

الفصل 12 – التمويل المتعلق بالمناخ: الاعتبارات المالية والاقتصادية 164

12.1 لمحة عامة 165
12.2 السبب في الربط بين تمويل المياه والمناخ 165
12.3 الاعتبارات الاقتصادية لمشاريع المياه والمناخ 167
12.4 أنواع الاستثمارات المناخية الموجَّهة لمشاريع المياه 170
12.5 استخدام التمويل المتعدد الأطراف في مجال المناخ لأغراض المياه 171
12.6 استخدام التمويل الوطني في مجال المناخ لأغراض المياه 172
12.7 مصادر التمويل البديلة 173
12.8 خاتمة 175

الفصل 13 – الابتكار التكنولوجي ومعارف المواطنين 176

13.1 مقدمة 177
13.2 الابتكار التكنولوجي 177
13.3 من البيانات إلى صنع القرار: سدُّ الفجوة بين العلم والسياسات 179

الفصل 14 – المضي قدماً 182

14.1 من التكيف إلى التخفيف 183
14.2 تهيئة بيئة تمكّن من التغيير 184
14.3 كلمة ختامية 187

المراجع 188
الأُطُر والأشكال والجداول 220
مراجع الصور 224

تصدير

بقلم أودري أزولاي، *المديرة العامة لليونسكو*

إن المناخ آخذ في التغير، وعالمنا في خطر.

فهناك نحو مليون نوع من الحيوانات والنباتات معرض للانقراض. وتعاني الأنواع التي تعيش في المياه العذبة أكبر درجة من التناقص، حيث انخفضت أعدادها بنسبة 84% منذ عام 1970. كذلك يتأثر البشر: فحوالي أربعة بلايين شخص يعانون في الوقت الحالي من ندرة مادية حادة في المياه لمدة شهر واحد على الأقل في كل عام، وهو وضع يتفاقم بفعل أزمة المناخ.

وفي ظل ارتفاع درجة حرارة الكوكب، أصبحت المياه واحدة من الطرق الرئيسية التي نعاني بها من تغير المناخ.

ومع ذلك، فنادراً ما تظهر كلمة «المياه» في الاتفاقات الدولية المتعلقة بالمناخ، على الرغم من أنها تؤدي دوراً رئيسياً في قضايا مثل الأمن الغذائي، وإنتاج الطاقة، والتنمية الاقتصادية، والحد من الفقر.

ويجب استكشاف هذه الإمكانات التي تنطوي عليها المياه، بالنظر إلى أن الإجراءات التي نتخذها بهدف الحد من الاحترار العالمي لا تواكب طموحاتنا في الوقت الحالي، على الرغم من الالتزام الواسع النطاق باتفاق باريس.

وهذا هو الهدف من التقرير العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2020 المتعلق بالمياه وتغير المناخ. فهو يبين أنه لا حاجة لأن تشكل المياه مشكلة – وإنما يمكن لها أن تكون جزءاً من الحل. فمن الممكن للمياه أن تدعم الجهود الرامية إلى التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه، على حد سواء. ويمكن أن تساعد حماية الأراضي الرطبة والزراعة الحافظة للموارد وغيرهما من الحلول القائمة على الطبيعة، على عزل الكربون في الكتلة الأحيائية والتربة. ويمكن أن يساعد تحسين معالجة مياه الصرف على الحد من انبعاثات غازات الدفيئة وإنتاج الغاز الحيوي كمصدر للطاقة المتجددة.

وهذا التقرير، الذي تولت اليونسكو تنسيقه وإنتاجه، هو ثمرة للتعاون الوثيق والمستمر داخل أسرة آلية الأمم المتحدة للمياه. وقد أمكن ذلك بفضل حكومة إيطاليا ومنطقة أومبريا، اللتين دأبتا منذ وقت طويل على دعم البرنامج العالمي لتقييم المياه. وأود أن أشكر جميع الذين ساهموا في هذا المسعى المشترك.

فالمياه لا تتعلق بالتنمية فحسب، بل هي حق أساسي من حقوق الإنسان. ولا غنى عنها لإرساء السلام وتحقيق الأمن في جميع أنحاء العالم. ومعالجة مسألة المياه ليست مهمة يُستخف بها. وإنما علينا أن نرقى إلى مستوى هذا التحدي إذا أردنا أن نترك وراءنا عالماً يمكن للأجيال المقبلة أن تعيش فيه.

Audrey Azoulay

أودري أزولاي

تصدير

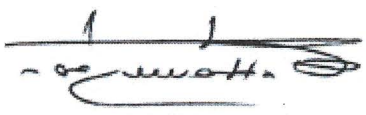
بقلم جيلبير ف. أونغبو، *رئيس آلية الأمم المتحدة للمياه ورئيس الصندوق الدولي للتنمية الزراعية*

يؤثر تغير المناخ على الموارد المائية العالمية ويتأثر بها. فهو يقلل من إمكانية التنبؤ بمدى توافر المياه ويؤثر على نوعيتها. كذلك يزيد تغير المناخ من حدوث الظواهر الجوية القصوى، مما يهدد التنمية الاجتماعية – الاقتصادية المستدامة والتنوع البيولوجي في أنحاء العالم. ولهذا بدوره آثار عميقة على الموارد المائية. ومن هذا المنطلق، يؤدي تغير المناخ إلى تفاقم التحديات المرتبطة بالإدارة المستدامة للمياه، التي تتزايد بصفة مستمرة. وفي المقابل، تؤثر الطريقة التي تدار بها المياه على العوامل الدافعة لتغير المناخ.

ولذلك، فإن المياه هي حلقة الوصل الجوهرية في سلسلة الالتزامات العالمية نحو مستقبل مستدام: فخطة التنمية المستدامة لعام 2030 وأهداف التنمية المستدامة السبعة عشر التي تنص عليها تعتمد اعتماداً كبيراً على تحسين إدارة المياه. وفي إطار سنداي للحد من مخاطر الكوارث، الذي اعتمدته الدول الأعضاء في الأمم المتحدة في آذار/مارس 2015، تكتسي مسألة إدارة المياه أهمية حاسمة بالنسبة للحد من معدل حدوث الكوارث المتصلة بالمياه، التي لها أكبر تأثير على المجتمع وعلى سبل العيش للناس، ومن الآثار المترتبة على تلك الكوارث. ويتوقف تنفيذ اتفاق باريس على تحسين إدارة الموارد المائية. ويحظى هذا الأمر باعتراف واضح في الكثير من مساهمات البلدان المحددة وطنياً فيما يتعلق بالحد من انبعاثات غازات الدفيئة والتكيف مع آثار تغير المناخ في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. فقد أُدرجت، على سبيل المثال، مبادرات التكيف المتصلة بالمياه كأولوية أولى في العديد من المساهمات المحددة وطنياً.

وتتناول طبعة عام 2020 من تقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية الروابط الحاسمة القائمة بين المياه وتغير المناخ في سياق التنمية المستدامة. والتقرير أيضاً بمثابة دليل يُسترشد به في اتخاذ إجراءات ملموسة للتصدي لهذه التحديات. فهو يعرض بإيجاز، مع تقديم أمثلة من أنحاء العالم، ما يلزم اتخاذه من إجراءات في ثلاثة مجالات، هي: أولاً، تمكين الناس من التكيف مع آثار تغير المناخ؛ وثانياً، تحسين القدرة على الاستمرار في سبل كسب العيش؛ وثالثاً، الحد من العوامل الدافعة إلى تغير المناخ. ومن الأمور البالغة الأهمية أن التدابير الرامية إلى تحسين الكفاءة في استخدام المياه في الزراعة – مع ضمان حصول الفئات الضعيفة، مثل صغار المزارعين، على المياه في الوقت نفسه – ترتبط ارتباطاً لا ينفصم بالعديد من أهداف التنمية المستدامة. ومن هذه التدابير ما يتعلق بالقضاء على الجوع (الهدف 2 من أهداف التنمية المستدامة)، وتوافر المياه وإمكانية الحصول عليها (الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة)، والإجراءات المتعلقة بالمناخ (الهدف 13 من أهداف التنمية المستدامة)، وتعزيز الاستخدام المستدام لخدمات النظم الإيكولوجية (الهدف 15 من أهداف التنمية المستدامة).

ويخلص التقرير إلى أن الحد من آثار تغير المناخ والعوامل الدافعة إليه سيتطلب تغييرات كبيرة في طريقة استخدامنا لهذه الموارد المائية المحدودة للأرض وإعادة استخدامنا لها. وقد تم الجمع في التقرير، من خلال أعضاء آلية الأمم المتحدة للمياه وشركائها، بين الخبرات والدراية الفنية اللازمة لتحقيق هذا الهدف. وأود أن أشكرهم جميعاً على إعداد هذا المنشور الرئيسي. وأود أن أعرب لليونسكو وبرنامجها العالمي لتقييم المياه عن امتناني لقيامهما بتنسيق عملية إعداد هذا التقرير. وإنني على ثقة من أنه سيدعم واضعي السياسات في التصدي لتحديات تغير المناخ من خلال الاستفادة من الفرص الواسعة النطاق التي يتيحها تحسين إدارة المياه للتكيف والتخفيف والقدرة على الصمود في عالم سريع التغير.



جيلبير ف. أونغبو

تمهيد

بقلم ميكيلا ميليتو، *نائبة منسق برنامج اليونسكو العالمي لتقييم الموارد المائية*
وريتشارد كونور، *رئيس التحرير*

يؤثر تغير المناخ على النظم الإيكولوجية والمجتمعات البشرية والاقتصادات بطرق متنوعة، والمياه هي الوسيط الرئيسي الذي يمكن من خلاله الشعور بهذه الآثار. وفي بعض الحالات، تكون هذه الآثار بادية بوضوح – على سبيل المثال من خلال زيادة تواتر وشدة العواصف والفيضانات والجفاف. وينمّ تزايد التغير في دورة المياه العالمية عن زيادة الإجهاد المائي في أوقات مختلفة وفي مناطق مختلفة. وتشمل آثار تغير المناخ المتصلة بالمياه أيضاً تأثيرات سلبية على الأمن الغذائي، وصحة الإنسان، وإنتاج الطاقة، والتنوع البيولوجي، ناهيك عن سبل العيش اليومية لأكثر النساء والرجال والأطفال ضعفاً في العالم. ويمكن لهذه التأثيرات أن تؤدي بدورها (بل وأدَّت بالفعل) إلى تزايد أوجه التفاوت المجتمعي، والاضطرابات الاجتماعية، والهجرة الجماعية، والنزاع.

وعلى الصعيد الدولي، اعتُمد عدد من الأطر العالمية للتصدي لهذه التحديات. ومع ذلك، فرغم أن خطة التنمية المستدامة لعام 2030 (مع أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر التي تنص عليها، بما في ذلك الأهداف الخاصة تحديداً بالمياه ومكافحة تغير المناخ)، واتفاق باريس لعام 2015، وإطار سنداي للحد من مخاطر الكوارث، قد حددت جميعاً أهدافاً وغايات طموحة، فإن خطى التقدم الفعلي نحو الوفاء بهذه الالتزامات العالمية لا تواكب تلك الأهداف والغايات، لا سيما فيما يتعلق بصلة كل من هذه الاتفاقات العالمية الرئيسية بالمياه وتغير المناخ.

وتتناول طبعة عام 2020 من تقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية الروابط الحاسمة القائمة بين المياه وتغير المناخ في سياق التنمية المستدامة الأوسع نطاقاً. وليس المقصود من التقرير أن يكون دراسة تقنية بحتة لآثار تغير المناخ على الدورة الهيدرولوجية. وإنما، يركز التقرير على التحديات والفرص والإجراءات الممكن اتخاذها للتصدي لتغير المناخ – من حيث التكيف والتخفيف وتحسين القدرة على الصمود – التي يمكن التعامل معها من خلال تحسين كيفية إدارة الموارد المائية واستخدامها، مع توفير إمدادات المياه وخدمات الصرف الصحي للجميع بطريقة مستدامة. وفي سياق ذلك، يتناول التقرير اثنتين من أخطر الأزمات التي سيظل العالم يواجهها على مدى العقود القليلة المقبلة، وهما: الأمن المائي (أو انعدامه) وتغير المناخ.

وفيما يتعلق بتغير المناخ، هناك اعتقاد راسخ منذ أمد بعيد بأن التخفيف يتعلق أساساً بالطاقة، وأن التكيف يتعلق أساساً بالمياه. وهذا المنظور يبسط الأمور إلى حد كبير. فبطبيعة الحال، يحتاج قطاع المياه إلى التكيُّف مع تغير المناخ – بدءاً بمواجهة آثار الفيضانات إلى التصدي لتزايد الإجهاد المائي بالنسبة للزراعة والصناعة. ولكن إدارة المياه يمكن أيضاً أن تؤدي دوراً هاماً للغاية في التخفيف من آثار تغير المناخ. فثمة تدخلات محددة تتعلق بإدارة المياه، مثل حماية الأراضي الرطبة والزراعة الحافظة للموارد وغيرهما من الحلول القائمة على الطبيعة، يمكن أن تساعد على عزل الكربون في الكتلة الأحيائية والتربة، وفي الوقت نفسه يمكن أن يساعد تحسين معالجة مياه الصرف على الحد من انبعاثات غازات الدفيئة، مع توفير الغاز الحيوي كمصدر للطاقة المتجددة.

ولن يكفي تحسين التكيف في مجال إدارة المياه وحده لحل أزمة المناخ، ولن يحل التخفيف من آثار تغير المناخ وحده أزمة المياه أو يلبّي هدف التنمية المستدامة المتعلق بإمدادات المياه والصرف الصحي. ولكن تجاهل دور المياه في التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره، وعدم اغتنام الفرص التي تتيحها أُطُر تغير المناخ لتحسين إدارة المياه، من المؤكد أن يعرقلا إحراز أي تقدم كبير نحو حلّ أي من الأزمتين.

وقد سعَيْنا إلى تقديم وصف متوازن وقائم على الحقائق ومحايد لحالة المعارف الراهنة، يلمُّ بأحدث التطورات، ويسلط الضوء على التحديات والفرص التي يتيحها تحسين إدارة المياه في سياق تغيُّر المناخ. وعلى الرغم من أن هذا التقرير يستهدف في المقام الأول صانعي القرار والقائمين على إدارة الموارد المائية على الصعيد الوطني، فضلاً عن الأكاديميين والأوساط الإنمائية الأوسع نطاقاً، فإننا نأمل أيضاً أن يلقى قبولاً حسناً من أوساط العلماء والممارسين والمفاوضين المعنيّين بتغير المناخ.

وهذه الطبعة الأخيرة من التقرير العالمي عن تنمية الموارد المائية، بوصفها سابع تقرير يصدر في سلسلة من التقارير المواضيعية السنوية، نتاجٌ لجهد متضافر بين الوكالات الرائدة في إعداد الفصول، وهي: منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ومعهد ستوكهولم الدولي للمياه، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، والبرنامج الهيدرولوجي الدولي – اليونسكو، وبرنامج اليونسكو العالمي لتقييم الموارد المائية، وموئل الأمم المتحدة، والشبكة الدولية المعنية بالمياه والبيئة والصحة التابعة لجامعة الأمم المتحدة، ومنظمة الصحة العالمية، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، والبنك الدولي؛ إلى جانب المنظورات الإقليمية التي قدَّمها كل من الشراكة العالمية للمياه، ونظام معلومات وبيانات المحيطات، واللجنة الاقتصادية لأفريقيا التابعة للأمم المتحدة، ولجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا، واللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي، واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ، ومكتب اليونسكو في نيروبي، واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا. واستفاد التقرير أيضا إلى حد كبير من مُدخلات ومساهمات العديد من الأعضاء والشركاء الآخرين في آلية الأمم المتحدة للمياه، وكذلك من العديد من العلماء والمهنيين والمنظمات غير الحكومية الذين قدموا مجموعة واسعة من المواد ذات الصلة. وعلى غرار الطبعات الأخرى، جرى تعميم مراعاة المنظور الجنساني في التقرير، وأُخذ في الاعتبار البعد الجنساني الشامل.

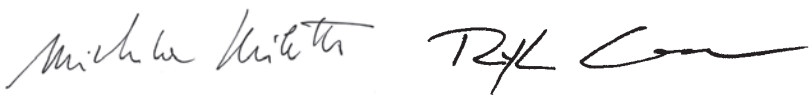
وباسم أمانة البرنامج العالمي لتقييم الموارد المائية، نودُّ أن نعرب عن عميق تقديرنا للوكالات التابعة لآلية الأمم المتحدة للمياه ولأعضائها وشركائها المذكورين أعلاه، وللكتّاب وغيرهم من المساهمين على إنتاجهم بصورة جماعية هذا التقرير الفريد والموثوق، الذي نأمل أن تكون له آثار متعددة في جميع أنحاء العالم.

ونحن ممتنون بشدة للحكومة الإيطالية لتمويلها البرنامج ولمنطقة أومبريا لاستضافتها بسخاء أمانته في فيلا لا كولومبلا في بيروجيا. فقد كانت مساهماتهما مفيدة في إصدار التقرير العالمي عن تنمية الموارد المائية.

ونتوجَّه بشكرنا الخاص للسيدة أودري أزولاي، المديرة العامة لليونسكو، على دعمها الحيوي للبرنامج العالمي لتقييم الموارد المائية ولإصدار التقرير. وكان لتوجيه السيد جيلبير ف. أونغبو، رئيس الصندوق الدولي للتنمية الزراعية، بصفته رئيساً لآلية الأمم المتحدة للمياه، الفضل في جعل هذا المنشور ممكناً.

ونعرب عن صادق امتناننا لجميع زملائنا في أمانة البرنامج، الذين ترد أسماؤهم في الفرع المكرس للشكر والتقدير. فما كان من الممكن إنجاز التقرير بدون مهنيتهم وتفانيهم. ويشمل ذلك تقديرنا العميق لستيفان يولينبروك الذي عمل منسقاً لبرنامج اليونسكو العالمي لتقييم الموارد المائية في الفترة من تشرين الثاني/نوفمبر 2015 إلى أيلول/سبتمبر 2019، والذي قام بدور رئيسي في تصميم هذا التقرير وإعداده.

وأخيراً وليس آخراً، نُهدي هذا التقرير لشباب العالم، الذين سمعنا نداءاتهم الملهمة للعمل بشأن تغير المناخ عالية وواضحة.



ريتشارد كونور **ميكيلا ميليتو**

فريق تقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2020

مديرا النشر
ستيفان يولينبروك (حتى أيلول/سبتمبر 2019) وميكيلا ميليتو

رئيس التحرير
ريتشارد كونور

منسق العمليات
إنجين كونكاغول

المساعدة لشؤون المطبوعات
فالنتينا أبيت

مصمّم جرافيك
ماركو تونسيني

محرر
سيمون لوباخ

أمانة برنامج اليونسكو العالمي لتقييم الموارد المائية (2019-2020)

المنسق بالنيابة: أبو أماني

نائبة المنسق: ميكيلا ميليتو

البرامج: ريتشارد كونور، وأنجيلا ريناتا كورديرو أورتيغارا، وإنجين كونكاغول، وناتاليا أوريبي باندو، وباولا بيتشيوني، ولورينس ثوي

المطبوعات: فالنتينا أبيت وماركو تونسيني

الاتصالات: سيمونا غاليسي

الإدارة والدعم: باربرا براكاجليا، ولوسيا تشيوديني، وأرتورو فراسكاني

تكنولوجيا المعلومات والأمن: فابيو بيانكي، وميشيل برينساشي، وفرانشيسكو غيوفريدي، وتوماسو بروغنامي

المتدربون: ماريانا ألسيني، وداريا بولدرين، وهان تشين، وكورا كريميل بوغونا، وماريا دي لورديس كورونا، وشارلوت موتافيان، وبيانكا ماريا ريزو، وياني وانغ

شكر وتقدير

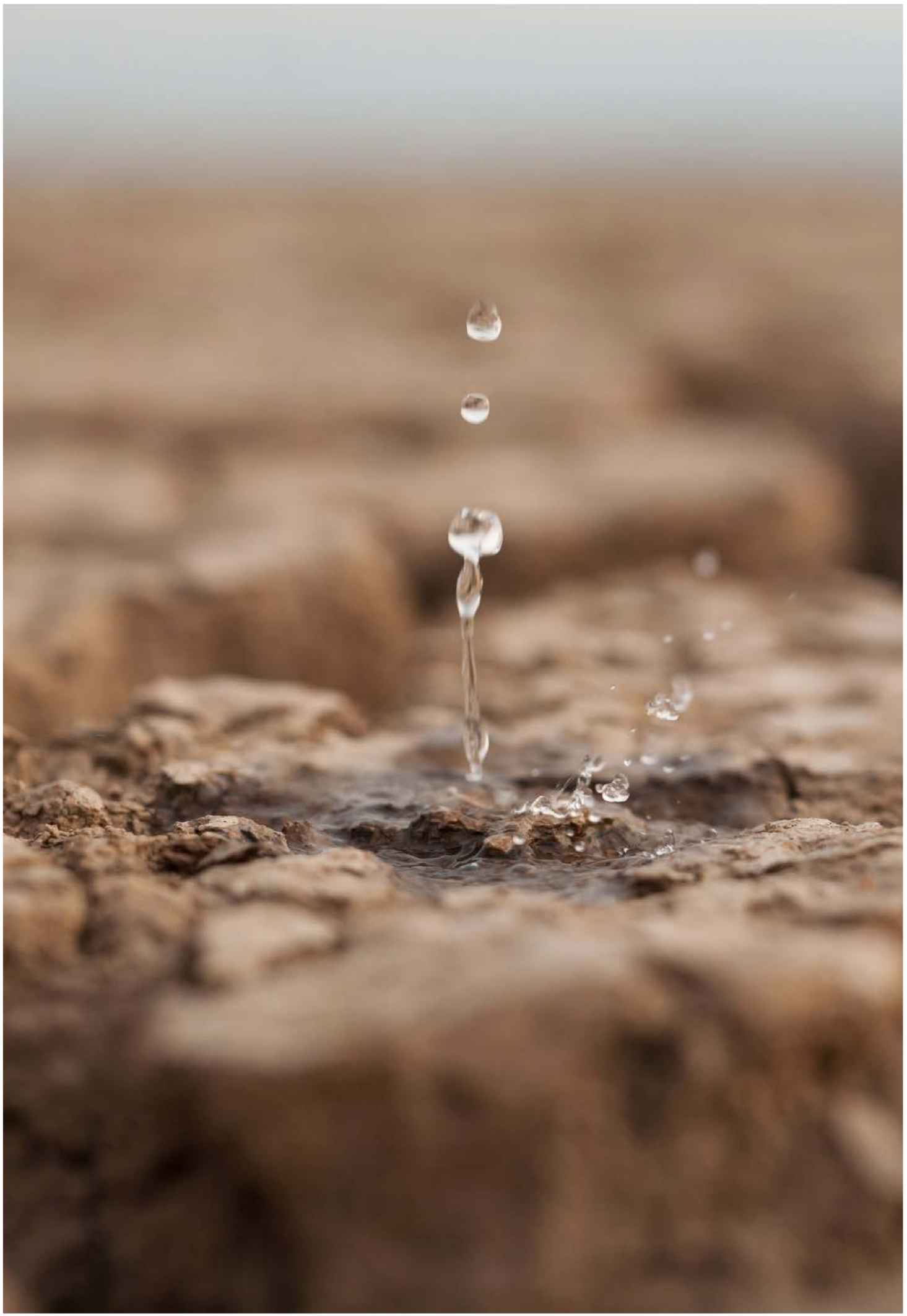
يقدّر برنامج اليونسكو العالمي لتقييم الموارد المائية المساهمات القيّمة التي قدمتها منظمة الأغذية والزراعة، ومعهد ستوكهولم الدولي للمياه، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، والبرنامج الهيدرولوجي الدولي – اليونسكو، وبرنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية، ومنظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية، والشبكة الدولية المعنية بالمياه والبيئة والصحة التابعة لجامعة الأمم المتحدة، والبنك الدولي، ومنظمة الصحة العالمية، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، التي جعلت إسهاماتها بصفتها وكالات رائدة في الفصول إعداد محتوى هذا التقرير ممكناً. ويتقدّم البرنامج بخالص التقدير للشراكة العالمية للمياه، ونظام معلومات وبيانات المحيطات، واللجان الإقليمية التابعة للأمم المتحدة (اللجنة الاقتصادية لأفريقيا، ولجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا، واللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي، واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ، واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا) ومكتب اليونسكو في نيروبي لمشاركتها في إدارة إعداد الفصل 10 المتعلق بالمنظورات الإقليمية. ونودّ كذلك أن نشكر أعضاء آلية الأمم المتحدة للمياه وشركاءها وجميع المنظمات والأفراد الآخرين الذين قدموا مساهمات وتعليقات مفيدة طوال عملية الإنتاج.

ويعرب البرنامج العالمي لتقييم الموارد المائية عن امتنانه للمساهمة المالية السخية التي تقدمها الحكومة الإيطالية، والتي تتيح عمل أمانة البرنامج وإصدار مجموعة التقرير العالمي عن تنمية الموارد المائية، وللتسهيلات التي توفرها منطقة أومبريا.

ونود أن نعرب عن تقديرنا للمساعدة القيمة التي قدَّمها مكتبا اليونسكو الميدانيان في ألماتي ونيودلهي لترجمة الملخص التنفيذي لتقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2020 إلى الروسية والهندية. وأمكن إصدار النسختين الصينية والبرتغالية من الموجز التنفيذي بفضل التعاون القيم بين المجموعة الصينية للنشر والإعلام في مجال المياه والطاقة ومكتب اليونسكو في بيجين وبين الوكالة الوطنية البرازيلية للمياه ووكالة التعاون البرازيلية ووكالة التعاون البرازيلية ومكتب اليونسكو في البرازيل، على التوالي. وأتاحت اللجنة الألمانية لليونسكو والمركز الدولي للأمن المائي والإدارة المستدامة للموارد المائية، ومركز اليونسكو من الفئة الثانية في جمهورية كوريا، على التوالي، الترجمتين الألمانية والكورية للملخص التنفيذي بفضل مساهمتها السخية.

مؤسسة سلطان بن عبد العزيز آل سعود الخيرية
SULTAN BIN ABDULAZIZ AL-SAUD FOUNDATION

صدر هذا المنشور باللغة العربية بفضل المساهمة السخية التي قدمتها
مؤسسة سلطان بن عبد العزيز آل سعود الخيرية – المملكة العربية السعودية.



الموجز التنفيذي

سيؤثر تغير المناخ في توافر المياه لتلبية الاحتياجات البشرية الأساسية وجودتها وكميتها، مما سيعرض تمتع ملايين الأشخاص فعلاً بحق الإنسان في الحصول على المياه وخدمات الصرف الصحي للخطر. وستزيد التغييرات الهيدرولوجية الناجمة عن تغير المناخ الصعوبات المرتبطة بالإدارة المستدامة للموارد المائية، التي تتعرض بالفعل لضغوط شديدة في العديد من مناطق العالم.

ونظراً إلى أن الأمن الغذائي، وصحة الإنسان، والمستوطنات الحضرية والريفية، وإنتاج الطاقة، والتنمية الصناعية، والنمو الاقتصادي، والنظم الإيكولوجية، تتوقف كلها على المياه فإنها معرضة للعواقب السلبية لتغير المناخ. لذلك يعد التكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته من خلال إدارة المياه أمرين بالغي الأهمية لتحقيق التنمية المستدامة، وضروريين لتنفيذ خطة التنمية المستدامة لعام 2030 واتفاق باريس بشأن تغير المناخ وإطار سِنداي للحد من مخاطر الكوارث.

الآثار في الموارد المائية

زاد استخدام المياه على النطاق العالمي بقدر ستة أضعاف خلال المائة عام الماضية وما زال ينمو باطّراد بمعدل يبلغ زهاء 1% سنوياً بفعل تزايد عدد السكان والتنمية الاقتصادية وتغير أنماط الاستهلاك. وسيتفاقم الوضع في المناطق التي تعاني حالياً من إجهاد مائي وذلك بفعل تغير المناخ المقترن بعدم انتظام إمدادات المياه وانعدام اليقين بشأنها، وسيولد تغير المناخ أيضاً إجهاداً مائياً في المناطق التي لا تزال فيها موارد المياه وفيرة في الوقت الحاضر. وغالباً ما تكون الندرة المادية للمياه ظاهرة موسمية، أكثر مما هي ظاهرة مزمنة، ومن المحتمل أن يتسبب تغير المناخ في حدوث تحولات في التوافر الموسمي للمياه على مدار السنة في عدة أماكن. ويتجلى تغير المناخ بحد ذاته في جملة أمور منها تزايد وتيرة وحجم الظواهر الجوية القصوى من قبيل موجات الحر، وهطول الأمطار بغزارة لم يسبق لها مثيل، والعواصف الرعدية، وعُرام العواصف.

وستتأثر جودة المياه سلباً بارتفاع درجات حرارة المياه وانخفاض الأكسجين الذائب فيها، وهو ما يسفر عن انخفاض قدرة التطهير الذاتي لكتل المياه العذبة. وتتزايد أيضاً مخاطر تلوث المياه والتلوث المسبب للأمراض الناجمة عن الفيضانات أو ارتفاع تركيز الملوثات في أثناء فترات الجفاف.

ويتعرض العديد من النظم الإيكولوجية للخطر أيضاً، وخاصة الغابات والأراضي الرطبة. ولن يؤدي تدهور النظم الإيكولوجية إلى فقدان التنوع البيولوجي فحسب، بل سيلحق الضرر أيضاً بتوفير خدمات النظام الإيكولوجي المتعلقة بالمياه، من قبيل تنقية المياه، واحتجاز الكربون وتخزينه، والحماية الطبيعية من الفيضانات، وكذلك توفير المياه للزراعة ومصائد الأسماك والترفيه.

وسيتجلى جزء كبير من عواقب تغير المناخ في المناطق المدارية حيث تقع معظم البلدان النامية. وعادةً ما تتأثر الدول الجزرية الصغيرة النامية بشدة من الناحية البيئية والاجتماعية الاقتصادية بالكوارث وتغير المناخ، وستسجل الكثير منها زيادة في الإجهاد المائي. ويُتوقع أن تتسع رقعة الأراضي الجافة كثيراً في جميع أنحاء كوكب الأرض. ويُتوقع أيضاً أن يكون لذوبان الكتل الجليدية المتسارع تأثير سلبي في الموارد المائية للمناطق الجبلية والأراضي المنخفضة المجاورة لها.

ومع أن الأدلة لا تنفك تتزايد بشأن تأثير المناخ المتغير في توافر الموارد المائية وتوزيعها، فإن بعض أوجه عدم اليقين ما زالت قائمة، ولا سيّما على الصعيد المحلي وعلى صعيد الأحواض. فمع أنه لا يوجد خلاف تقريباً بشأن ارتفاع درجات الحرارة، الذي تمت محاكاته باستخدام عدة نماذج للدوران العام وفقاً لشروط سيناريوهات محددة، فإن الخلاف بشأن الاتجاهات المتوقعة لهطول الأمطار وعدم الوضوح بشأنها لا يزال كبيراً. وغالباً ما تكون اتجاهات الظواهر الجوية القصوى (هطول الأمطار الغزيرة والحرارة والجفاف الممتد لفترات طويلة) أوضح من الاتجاهات الخاصة بمجموع كميات الأمطار السنوية والأنماط الموسمية.

التكيّف والتخفيف

يعد التكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته استراتيجيتين تكميليتين لإدارة مخاطر تغير المناخ والحد منها.

ويشمل التكيّف مع تغير المناخ مجموعة من الخيارات الطبيعية والمصممة والتكنولوجية، فضلاً عن تدابير اجتماعية ومؤسسية لتخفيف الضرر الناجم عن تغير المناخ أو استغلال الإمكانات المفيدة الكامنة فيه. وتوجد خيارات التكيّف في جميع القطاعات المتعلقة بالمياه وينبغي سبر هذه الخيارات وتطبيقها حيثما أمكن ذلك.

ويشتمل التخفيف من وطأة تغير على التدخلات البشرية للحد من مصادر غازات الدفيئة وتعزيز بالوعاتها. ومع أن خيارات التخفيف متاحة أيضاً في جميع القطاعات الرئيسية المتعلقة بالمياه، فإنها تظل غير معروفة إلى حد بعيد.

الأطر الدولية الخاصة بالسياسات العامة

تعد المياه عاملاً من عوامل الربط غير المعروفة (غالباً) في إطار خطة التنمية المستدامة لعام 2030 لكنها أساسية لتحقيق مختلف أهداف التنمية المستدامة. ومن ثم، فإن الفشل في التكيّف مع تغير المناخ لا يقوض تحقيق هدف التنمية المستدامة 6 (الهدف الخاص «بالمياه») فحسب، بل يضر أيضاً بتحقيق معظم أهداف التنمية المستدامة الأخرى. وبينما يتضمن هدف التنمية المستدامة 13 المتمثل في «اتخاذ إجراءات عاجلة للتصدي لتغير المناخ وعواقبه» غايات ومؤشرات محددة، لا توجد آلية رسمية تربط هدف التنمية المستدامة 13 بالأهداف المنصوص عليها في اتفاق باريس، مما يسفر عن وجود عمليتين تسيران بالتوازي.

ومع أن اتفاق باريس لم يتضمن إشارة إلى المياه في حد ذاتها، فإن المياه عنصر أساسي في جميع استراتيجيات التخفيف والتكيّف تقريباً. بيد أن المياه حُدِّدت باعتبارها الأولوية الأولى لإجراءات التكيّف في معظم المساهمات المقررة المحددة وطنياً، وهي ترتبط ارتباطاً مباشراً أو غير مباشر بجميع مجالات الأولوية الأخرى. وبالمثل، يكاد لا يرد ذكر للمياه في إطار سِنداي نفسه، مع أن المياه تتدفق عبر كل أولوية من أولويات العمل وتمثل عنصراً محورياً في جميع غاياته السبع.

وتتشابك تحديات التنمية والقضاء على الفقر والاستدامة مع تحديات التخفيف من وطأة تغير المناخ والتكيّف معه، ولا سيّما في مجال المياه. ونظراً إلى دور المياه في التخفيف من وطأة تغير المناخ والتكيّف معه، فإنها يمكن أن تكون رابطاً بين أهداف التنمية المستدامة وأطر السياسات العامة من قبيل اتفاق باريس.

إدارة الموارد المائية والبنية التحتية والنظم الإيكولوجية

يتسبب تغير المناخ في مخاطر إضافية للبنية التحتية المرتبطة بالمياه، مما تترتب عليه حاجة متزايدة إلى اتخاذ تدابير للتكيّف.

وتزيد الأحوال الجوية القصوى المرتبطة بالمياه والمتفاقمة بفعل تغير المناخ من المخاطر التي تعرض البنية التحتية للمياه والصرف الصحي والنظافة الصحية للخطر، من قبيل تضرر شبكات الصرف الصحي أو فيضان محطات ضخ المجاري. ويمكن أن يؤدي انتشار البراز وما يرتبط به من كائنات وحيدة الخلية وفيروسات إلى مخاطر صحية شديدة وإلى انتشار التلوث.

أما على صعيد البنية التحتية لتخزين المياه، فثمة ضرورة لإعادة تقييم سلامة السدود واستدامتها، وإجراء تقييم بشأنها من أجل إدخال التغييرات الممكنة أو إيقاف تشغيلها، لتقليل آثارها البيئية والاجتماعية، وتحسين خدماتها إلى الحد الأمثل.

وتكمن في المياه الجوفية وخزانات المياه الجوفية أكبر سعة تخزينية في العديد من مناطق العالم، وغالباً ما تفوق أحجامها خزانات المياه السطحية. والمياه الجوفية معزولة عن تقلبات المناخ الموسمية والمتعددة السنوات وأقل عرضة للتأثر الفوري مقارنة بالمياه السطحية.

وما تنفك تتنامى ضرورة النظر في إدراج الموارد المائية «غير التقليدية» في عمليات التخطيط في المستقبل. فإعادة استخدام المياه (أو المياه المسترجعة) تمثل بديلاً موثوقاً به لموارد المياه التقليدية في عدد من أوجه الاستخدام، شريطة معالجتها و/ أو استخدامها بطريقة مأمونة. ويمكن أن تزيد تحلية المياه من إمدادات المياه العذبة، لكنها عادةً ما تكون كثيفة الاستهلاك للطاقة ومن ثم قد تساهم في انبعاثات غازات الدفيئة إذا كان مصدر

الطاقة غير متجدد. ويمثل تجميع الرطوبة الجوية من قبيل الاستمطار عبر تلقيح السحب، أو جمع مياه الضباب نهجاً منخفض التكلفة والصيانة في مناطق موضعية حيث يكون الضباب الزاحف غزيراً.

وينشأ الجزء الأكبر من انبعاثات غازات الدفيئة المرتبطة بإدارة المياه والصرف الصحي إما عن الطاقة المستخدمة لتشغيل النظم أو عن العمليات الكيميائية الحيوية المرتبطة بمعالجة المياه والمياه العادمة. وتفضي زيادة كفاءة استخدام المياه وخفض الاستهلاك غير الضروري للمياه والحد من ضياعها على حد سواء إلى خفض استخدام الطاقة ومن ثم تقليل انبعاثات غازات الدفيئة.

وتستوعب الأراضي الرطبة أكبر مخزونات الكربون بين النظم الإيكولوجية البرية، حيث تخزن ضعف كمية الكربون التي تخزنها الغابات. ونظراً إلى ما تقدمه الأراضي الرطبة من منافع مشتركة ومتعددة – تشمل التخفيف من حدة الفيضانات والجفاف، وتنقية المياه، والتنوع البيولوجي – فإن استصلاحها وصونها يتسمان بأهمية حاسمة.

الحد من مخاطر الكوارث

تتطلب العواقب الحالية للظواهر الجوية القصوى والمخاطر المرتبطة بها المتوقعة في المستقبل حلولاً مستدامة للتكيّف مع تغير المناخ والحد من مخاطر الكوارث.

وتشمل طائفة الاستراتيجيات المتاحة للتكيّف مع تغير المناخ والحد من مخاطر الكوارث نُهوجاً مادية (هيكلية) وأخرى معنوية (أدوات السياسة العامة). وتشمل التدابير المادية تحسين تخزين المياه، والبنية التحتية المقاومة للمناخ، وتحسين مقاومة المحاصيل من خلال إدخال أنواع المحاصيل المقاومة للفيضانات والجفاف. وتشمل الإجراءات المعنوية التأمين ضد الفيضانات والجفاف، ونظم التنبؤ والإنذار المبكر، وتخطيط استخدام الأراضي، وبناء القدرات (التثقيف والتوعية).

وغالباً ما تسير التدابير المادية والتدابير المعنوية جنباً إلى جنب، فيمكن للتخطيط الحضري على سبيل المثال أن يساعد في زيادة القدرة على مواجهة مخاطر الفيضانات من خلال استحداث شبكات تصريف توفر مساحات لجمع مياه الفيضان وتخزينها بأمان. وهكذا تصبح المدينة «كالإسفنج» الذي يمتص عُرام العواصف ويمثل مورداً مائياً يفرج عن مياه الأمطار.

وتوفر أساليب الاتصال الحديثة من قبيل وسائل التواصل الاجتماعي وخدمات الهاتف المحمول فرصاً كبيرة للمساعدة في تحسين الاتصال وفعالية الإنذار المبكر. وتعد نظم مراقبة الجفاف والفيضانات أيضاً عنصراً مهماً في الحد من المخاطر. كذلك يعد تعميم مراعاة المنظور الجنساني والمشاركة المجتمعية في عمليات اتخاذ القرارات عنصرين رئيسيين في استراتيجيات الحد من مخاطر الكوارث. ويلزم تحسين التنسيق بين الوكالات في مجال إدارة الموارد المائية وإدارة مخاطر الكوارث، ولا سيّما في الأحواض العابرة للحدود حيث ما زال هذا التنسيق مشتتاً في معظم أنحاء العالم.

الصحة البشرية

تتمثل العواقب الصحية المتوقعة لتغير المناخ والمتعلقة بالمياه في المقام الأول في الأمراض المنقولة بالأغذية والمياه ونواقل الجراثيم وفي الوفيات والإصابات المرتبطة بالأحوال الجوية القصوى من قبيل الفيضانات الساحلية والداخلية، فضلاً عن نقص التغذية الناجم عنها أو نقص الغذاء الناتج عن الجفاف والفيضانات. وقد تكون العواقب على الصحة العقلية المرتبطة بالمرض والإصابة والخسائر الاقتصادية والنزوح ذات شأن أيضاً، على الرغم من صعوبة قياسها بصورة كمية.

وسجّلت نهاية فترة الأهداف الإنمائية للألفية (2000-2015)، استخدام 91% من سكان العالم مصدراً محسناً لمياه الشرب واستخدام 68% من السكان مرافق صحية محسنة. ولا يزال هناك الكثير مما يتعين القيام به لبلوغ المستويات الجديدة الأعلى لخدمات إمدادات المياه والصرف الصحي المأمونة الإدارة المحدّدة في أهداف التنمية المستدامة، أي توفير هذه الخدمات لما مجموعه 2.2 مليار و4.2 مليارات شخص على التوالي، الذين يفتقرون إلى هذا المستوى الأعلى من الخدمة.

يبدو من المرجح أن يسفر تغيّر المناخ عن تباطؤ أو تقويض التقدم المحرز في توفير المياه وخدمات الصرف الصحي المأمونة الإدارة، وأن يفضي إلى الاستخدام غير الفعال للموارد إذا لم يجر تصميم النظم وإدارتها بطريقة

تمكنها من الصمود أمام تغير المناخ. ومن ثم، فإن التقدم المحرز في القضاء على الأمراض المرتبطة بالمياه والصرف الصحي والسيطرة عليها سيتباطأ أو يُقوض بفعل تغير المناخ أيضاً.

الأغذية والزراعة

تنطوي التحديات الخاصة بإدارة المياه الزراعية على شقين، يتمثل الشق الأول منهما في ضرورة تكييف أنماط الإنتاج الحالية للتعامل مع زيادة تواتر حالات ندرة المياه وفائض المياه (الحماية من الفيضانات وتصريف المياه). أما الشق الثاني فيتمثل في «إزالة الكربون» من الزراعة من خلال اتخاذ التدابير الرامية إلى التخفيف من عواقب تغير المناخ التي تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة وتعزز توافر المياه.

ويتحدد نطاق التكيّف في الزراعة البعلية إلى حد بعيد من خلال قدرة أصناف المحاصيل على التأقلم مع التغيرات في درجة الحرارة وإدارة النقص في مياه التربة. ويسمح الري بإعادة جدولة المواسم الزراعية وتكثيفها، مما يوفر آلية تكيّف رئيسية للأراضي التي كانت تعتمد في السابق على هطول الأمطار فحسب.

أما من حيث مقادير الأطنان من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، فتتمثل أكبر مساهمة في انبعاثات غازات الدفيئة الزراعية في غاز الميثان المنبعث من الماشية من خلال التخمر المعوي والسماد المتراكم في المراعي. وفيما يتعلق بالحراجة، فإن أكبر فرصة للتخفيف تنطوي على تقليل الانبعاثات التي تعزى إلى إزالة الغابات وتدهورها.

وتُستخدم في الزراعة طريقتان رئيسيتان للتخفيف من غازات الدفيئة وهما: عزل الكربون من خلال تراكم المواد العضوية فوق الأرض وتحتها، وخفض الانبعاثات من خلال إدارة الأراضي والمياه، التي تشمل اعتماد مدخلات الطاقة المتجددة من قبيل الضخ بالاستعانة بالطاقة الشمسية.

وتتمثل الزراعة الذكية مناخياً في مجموعة متعارف عليها من النهوج المستنيرة لإدارة الأراضي والمياه وصون التربة والممارسات الزراعية التي تعزل الكربون وتقلل من انبعاثات غازات الدفيئة. وتساعد ممارسات الزراعة الذكية مناخياً في الحفاظ على بنية التربة، والمواد العضوية والرطوبة في ظروف أجف، وتشمل تقنيات زراعية (تشمل الري والصرف) لضبط أو تمديد مواسم المحاصيل للتكيّف مع التغيرات المناخية التي تحدث عبر المواسم وعبر السنوات.

الطاقة والصناعة

تنجم عن عواقب تغير المناخ المرتبطة بالمياه مخاطر تحدق بالأعمال التجارية وتوليد الطاقة. فالإجهاد المائي يمكن أن يوقف عمليات التصنيع أو توليد الطاقة. وقد تمس هذه العواقب الجوانب التشغيلية، مما يؤثر سلباً في توريد المواد الخام، ويعطل سلاسل التوريد، ويلحق الضرر بالمنشآت والمعدات.

وتمثل الطاقة بؤرة المبادرات الرامية إلى التصدي لتغير المناخ وذلك نظراً إلى أن زهاء ثلثي غازات الدفيئة البشرية المنشأ في العالم تتولد من عمليات إنتاج الطاقة واستخدامها. وهنالك حلول تتيح التخفيف من غازات الدفيئة وتقليل استخدام المياه في آن معاً. ويعد خفض الطلب على الطاقة وزيادة كفاءة استخدامها نقطتي انطلاق في هذا الصدد. ويتمثل أحد الاتجاهات الواعدة في مجال الطاقة في زيادة استخدام تكنولوجيا توليد الطاقة المتجددة المنخفضة الانبعاثات الكربونية واستهلاك المياه، من قبيل توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية والرياح، التي لا تفتأ قدرتها على منافسة توليد الطاقة باستخدام الوقود الأحفوري تتنامى من حيث التكلفة. ومع أن الطاقة الكهرومائية ستواصل الإسهام في التخفيف من وطأة تغير المناخ وتكيّف قطاع الطاقة معه، فإنه لا بد من إجراء تقييم شامل لاستدامة المشروعات الفردية، مع مراعاة الاستهلاك المحتمل للمياه بفعل التبخر وكذلك انبعاثات غازات الدفيئة من الخزانات، ناهيك عن الآثار الإيكولوجية والاجتماعية الاقتصادية المحتملة لهذه المشروعات.

وفيما يتعلق بقطاع الأعمال، يعد الإجهاد المائي أحد المحركات الرئيسية لإعادة استخدام المياه وتعزيز كفاءة استخدامها. ويمكن للمنشآت أن تقوم، بالتزامن مع استخدام التكنولوجيا، بالنظر في العمليات اليومية من قبيل استخدام مياه الغسيل، وتحسين رصد التسربات والكشف عنها. وعلى نطاق موسع، قد تقوم شركة بتقييم بصمتها المائية وتدرج البصمة المائية لمورديها، الذين قد تكون لهم آثار طويلة الأجل إذا كانوا من كبار مستخدمي المياه.

المستوطنات البشرية

تشمل عواقب تغير المناخ على شبكات المياه في المناطق الحضرية ارتفاع درجات الحرارة، وانخفاض الرواسب والجفاف الشديد من ناحية، وزيادة هطول الأمطار الغزيرة والفيضانات من ناحية أخرى. وهذه الحالات القصوى على وجه التحديد هي التي تجعل تخطيط الحيز الحضري وإنشاء البنية التحتية أمرين صعبين للغاية.

ويمكن أيضاً أن تتعطل البنية التحتية المادية لإيصال المياه ومرافق الصرف الصحي، مما يسفر عن تلويث إمدادات المياه وصب المياه العادمة ومياه الأمطار غير المعالجة في البيئات المعيشية. وغالباً ما يُسجَّل انتشار الأمراض المنقولة بنواقل الجراثيم من قبيل الملاريا وحمى الصادع وداء البريميات وغيرها بعد حدوث الفيضانات.

وتتجاوز قدرة نظم المياه في المناطق الحضرية على المقاومة الحدود التقليدية للمدينة. ففي الحالات التي تعتمد فيها إمدادات المياه على مستجمعات مياه بعيدة، يجب أن يجري التخطيط بالنظر إلى ما وراء حدود المدينة ومراعاة الآثار الطويلة الأجل للتوسع العمراني في النظم الإيكولوجية البعيدة للمياه العذبة وفي المجتمعات المحلية التي تعتمد عليها أيضاً.

ويفضي استخدام المياه للزراعة واستخدامها في بعض الحالات لأغراض صناعية في المستوطنات الحضرية والريفية الصغيرة إلى انخفاض توافرها للاستخدامات المنزلية. وتقتضي حقوق الإنسان في الانتفاع بالمياه والصرف الصحي إعطاء الأولوية للإمدادات المنزلية.

الرابط: تفسير أوجه الترابط

يمكن لإجراءات التكيّف والتخفيف التي يتخذها قطاع ما أن تؤثر تأثيراً مباشراً في طلب القطاع على المياه، وهو ما قد يسفر عن زيادة أو تقليل كمية المياه (وجودتها) المحلية/الإقليمية المتاحة لسائر القطاعات. ففي حالات انخفاض الطلب على المياه، يمكن أن تنجم عن هذه الإجراءات فوائد متعددة عبر القطاعات والحدود، في حين أنه يمكن أن تترتب على زيادة الطلب على المياه ضرورة توزيع الكمية المحدودة من المياه بالمقايضة.

وإذ يتطلب استخدامُ المياه الطاقةَ فإن أي انخفاض في استخدام المياه يمكن أن يخفض طلب قطاع المياه على الطاقة ومن ثم يساعد في التخفيف من وطأة تغير المناخ (إذا كان مصدر الطاقة المعني هو الوقود الأحفوري). وخلافاً لذلك، يتطلب إنتاج الطاقة الماء أيضاً. وتعد مصادر الطاقة المتجددة من قبيل الرياح والطاقة الشمسية الكهروضوئية وأنواع معينة من طرائق توليد الطاقة الحرارية الأرضية إلى حد بعيد أفضل بدائل للطاقة من منظور الطلب على المياه، نظراً إلى احتياجاتها المتدنية للغاية من المياه.

ويمكن أن تؤدي تدابير كفاءة استخدام المياه في الزراعة إلى زيادة توافر المياه وتقليل الطاقة اللازمة للضخ، وهو ما يخفض بدوره كمية المياه اللازمة لإنتاج الطاقة. وتوفر زيادة استخدام الطاقة المتجددة في الزراعة (من قبيل المضخات الكهروضوئية الشمسية) إمكانات إضافية لخفض انبعاثات غازات الدفيئة ودعم سبل معيشة صغار المزارعين. ونظراً إلى أن الزراعة تمثل 69% من عمليات سحب المياه على مستوى العالم، فإن تقليل الفاقد الغذائي والهدر الغذائي يمكن أن يؤثر تأثيراً كبيراً أيضاً في الطلب على المياه والطاقة، ومن ثم يحد من انبعاثات غازات الدفيئة.

وتسمح الزراعة الحافظة للموارد باحتفاظ التربة بالمزيد من المياه والكربون والمواد المغذية، فضلاً عن تحقيق فوائد بيئية إضافية. وتوفر الكتلة الحيوية والتربة في الغابات والأراضي الرطبة والأراضي العشبية السليمة الإدارة فرصاً للتخفيف من خلال عزل الكربون، وتحقق فوائد إضافية كبيرة من حيث تدوير المغذيات والتنوع البيولوجي.

وتوفر الأساليب المحسّنة لمعالجة المياه، وخاصة مياه الصرف الصحي، طائفة من فرص التخفيف. فمياه الصرف الصحي غير المعالجة تمثل مصدراً مهماً لغازات الدفيئة، ويُصرف ما يزيد على 80% من كل مياه الصرف الصحي (على الصعيد العالمي) في البيئة بلا معالجة، علماً بأن معالجة المادة العضوية قبل صرفها يمكن أن تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة. ويمكن لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي غير المعالجة أو المعالجة جزئياً خفض كمية الطاقة المرتبطة باستخراج المياه، وبالمعالجة المتقدمة، وبالنقل في الحالات التي يعاد فيها استخدام مياه الصرف الصحي في موقع الصرف أو بالقرب منه. ويمكن استرداد الغاز الحيوي الناتج من عمليات معالجة مياه الصرف الصحي واستخدامه لتشغيل محطة المعالجة نفسها، فتصبح المحطة محايدة من حيث الطاقة وتعزز الاقتصاد في الطاقة.

الحوكمة

تتطلب إدارة المناخ وإدارة المياه كلاهما آليات للإشراف والتنسيق. وقد يمثل التشتت على صعيد القطاعات والمنافسة بين الدوائر البيروقراطية صعوبات كبيرة تعيق تحقيق التكامل بين مختلف الصعد، وهذا ما يتطلب (1) زيادة مشاركة الناس في مناقشة مخاطر المناخ وإدارتها، (2) بناء القدرات فيما يتعلق بالتكيّف على مستويات متعددة، (3) إعطاء الأولوية للحد من المخاطر التي تهدد الفئات الضعيفة اجتماعياً.

وتقتضي «الحوكمة الرشيدة» الالتزام بمبادئ حقوق الإنسان، التي تشمل الفعالية والاستجابة والمساءلة؛ والانفتاح والشفافية والمشاركة في أداء وظائف الحوكمة الرئيسية المتعلقة بالسياسات والترتيبات المؤسسية؛ والتخطيط

والتنسيق؛ والتنظيم والترخيص. وتوفر الإدارة المتكاملة للموارد المائية عملية تتيح إشراك الجهات المعنية على صعيد المجتمع، وقطاع الاقتصاد، وقطاع البيئة، من أجل تحقيق تكامل حقيقي.

ويُقترح زيادة مشاركة الناس في إدارة مخاطر المناخ بوصف هذه المشاركة وسيلة لبناء القدرات بشأن التكيّف على مستويات متعددة، ولتفادي الدوامات المؤسسية، ولإعطاء الأولوية للحد من المخاطر التي تتعرض لها الفئات الضعيفة اجتماعياً. ويجب في الوقت نفسه إتاحة المعلومات والبيانات العلمية على المستوى المحلي وإدراجها بصيغة معلومات في عمليات اتخاذ القرارات المحلية المتعددة الجهات المعنية.

ومع أن الحكومات تظل هي المسؤولة عن ريادة التدابير الوطنية للتخفيف من عواقب تغير المناخ والتكيّف معه وعن إدارة شؤون المياه، فإن عملية التغيير تتم دائماً في إطار عمل مشترك. وثمة العديد من الدلائل التي تشير إلى تزايد اهتمام الشباب بتغير المناخ. وأصبحت المدن أيضاً رائدة في العمل المناخي في العديد من البلدان، وقطعت شركات رائدة التزامات بالحد من بصمتها المائية وما تصدره من انبعاثات غازات الدفيئة لكي تسهم في خفض الإجهاد المائي والتصدي لتغير المناخ.

ويترابط الفقر والتمييز والضعف ترابطاً وثيقاً وعادةً ما تتقاطع هذه المسائل. وقد تعاني النساء والفتيات المنتميات إلى أقليات عرقية أو اللواتي يعشن في المناطق النائية أو المحرومة من أنواع متعددة من الاستبعاد والاضطهاد. وعندما تحل الكوارث، يمكن أن تتفاقم أوجه عدم المساواة هذه، مما يزيد من احتمال تضرر الفقراء منها، ومن المرجح أن يتكبد الفقراء خسائر تفوق نسبياً خسائر غيرهم.

التمويل

لا تكفي مستويات التمويل الحالية لبلوغ هدف المجتمع الدولي المتمثل في تعميم توفير المياه والصرف الصحي وإدارتهما إدارة مستدامة. وقد يتوخى أنصار المشروعات المتعلقة بالمياه زيادة حصة قطاع المياه في تمويل الأنشطة المتعلقة بالمناخ وتأكيد الصلات الموجودة بين قطاع المياه وسائر القطاعات المرتبطة بالمناخ من أجل ضمان قدر أكبر من التمويل لإدارة المياه.

وثمة اتجاهان واعدان يتيحان للمشروعات المتعلقة بالمياه الحصول على تمويل للأنشطة المرتبطة بالمناخ. ويتمثل الاتجاه الأول في الاعتراف المتزايد بقدرة التخفيف الكامنة في المشروعات المتعلقة بالمياه والصرف الصحي. وقد يكون هذا الاتجاه مفيداً بوجه خاص، إذ مثلت الأموال المخصصة للأنشطة الرامية إلى التخفيف 93.8% من الأموال المخصصة للأنشطة المتعلقة بالمناخ في عام 2016، لكن المشروعات الخاصة بالمياه لم تمثل إلا 1% من هذا المجموع. أما الاتجاه الثاني فيتمثل في التركيز المتزايد على تمويل التكيّف مع تغير المناخ.

ويمكن أن يكون الحصول على التمويل للأنشطة المتعلقة بالمناخ أمراً شاقاً وينطوي على منافسة شرسة، وبخاصة لمشروعات المياه المعقدة التي قد تتجاوز الحدود الوطنية. فمشروعات المناخ القابلة للتمويل المصرفي هي تلك التي لها صلة جلية بعواقب تغير المناخ ولها طابع مألوف وتتقيد تقيداً صارماً بإجراءات التمويل، ولها أحياناً مصادر تمويل إضافية. ولكي يندرج المشروع المعني بالحصول على تمويل في إطار الأنشطة المتعلقة بالمناخ في عداد المشروعات المربحة والقابلة للتمويل، يجب أن يعالج المشروع أسباب و/أو نتائج تغير المناخ بصورة واضحة. وتعد المشروعات التي تنشر معلومات عن المخاطر وتتصدى لها وتحقق فوائد مشتركة في مجالات أخرى من قبيل الصحة، مشروعات أكثر ربحية وقابلة للتمويل.

ويلزم أيضاً دمج استراتيجيات متباينة تأخذ بعين الاعتبار احتياجات الفئات المهمشة في الخطط والمشروعات المتعلقة بالمياه والمناخ.

الابتكار التكنولوجي

يتمثل أحد التحديات على صعيد الابتكار التكنولوجي، وإدارة المعارف، والبحث وتنمية القدرات، في تعزيز استحداث أدوات ونهوج جديدة من خلال البحث والتطوير المتقدمين، أما التحدي الآخر الذي لا يقل أهمية عن سابقه فيتمثل في تسريع تطبيق المعارف والتكنولوجيات القائمة في جميع البلدان والمناطق. بيد أن هذه الإجراءات لن تسفر عن النتائج المرجوة إلا إذا تزامنت مع زيادة الوعي، والبرامج التعليمية وبرامج تنمية القدرات، من أجل نشر المعارف المتاحة على نطاق واسع والحفز على استيعاب التكنولوجيات الجديدة والقائمة.

ويمكن أن تساعد المراقبة الأرضية بالسواتل في تحديد الاتجاهات المتعلقة بتساقط الأمطار والتبخر النتحي والثلج والغطاء/الذوبان الجليدي، وكذلك الجريان السطحي والتخزين، الذي يشمل مستويات المياه الجوفية. ومع أن الاستشعار عن بعد يمكن أن يكشف عن عمليات وسمات واسعة النطاق لا يمكن ملاحظتها بسهولة بالأساليب التقليدية، فإن مَيْز نظام الاستشعار عن بعد من حيث الزمان والمكان قد لا يكون مناسباً تماماً للتطبيقات الصغيرة

الحجم وتحليل البيانات. ومع ذلك، يمكن للاستشعار عن بعد، المدعوم بالإحصاءات الوطنية، وعمليات الرصد الميدانية ونماذج المحاكاة العددية، أن يسهم في التقييم الشامل لعواقب تغير المناخ المتعلقة بالمياه.

وقد يسّرت شبكات الإنترنت العالية السرعة والتغطية العالمية، وكذلك الحوسبة السحابية وتعزيز قدرات التخزين الافتراضية، التطورات في مجال الحصول على البيانات. وطُورت أجهزة استشعار لاسلكية لرصد استهلاك المياه، ولا ينفك استخدامها يتزايد لإتاحة قياس المياه عن بعد. ويمكن أن تساعد تطبيقات تحليلات البيانات الضخمة في اكتساب المعارف من خلال معالجة مجموعة المعلومات والبيانات التي تتدفق بصورة مستمرة بشأن بالمياه، من أجل استخراج المعلومات والرؤى العملية لأغراض تحسين إدارة المياه. وتنطوي علوم المواطن والموارد الجماعية على القدرة على الإسهام في نظم الإنذار المبكر وتوفير بيانات للتحقق من صحة نماذج التنبؤ بالفيضانات.

الآفاق الإقليمية

يمثل التنظيم المحلي لتنمية الموارد المائية واستخدامها وصونها وحمايتها الركيزة الأساسية لإدارة المياه وهي الأداة الرئيسية لتنفيذ المساهمات المقررة المحددة وطنياً بموجب اتفاق باريس.

ومع أن ثلثي البلدان أعلنت حيازتها مجموعة عامة من المشروعات المتعلقة بالمياه في مساهماتها المقررة المحددة وطنياً، فإن بلداً واحداً فقط من كل عشرة بلدان عرض ما يمكن اعتباره اقتراح مشروع مفصلاً، وقد نشأت هذه المشروعات المفصلة إما عن عمليات تخطيط محلية بشأن المياه أو عن مقترحات سابقة لتمويل أنشطة متعلقة بالمناخ. بيد أن المساهمات المقررة المحددة وطنياً سلّمت فعلاً بضرورة إجراء عمليات إصلاح مؤسسية، وغالباً ما تُدرج هذه العمليات في الأولويات جنباً إلى جنب مع الاستثمارات في البنية التحتية.

ويمكن أن تؤدي النُهوج الإقليمية الرامية إلى دعم التغيرات التحويلية دوراً حاسماً في التنفيذ على المستوى الوطني من خلال تحسين التعاون والتنسيق بين المؤسسات المسؤولة؛ وضمان استناد الإجراءات إلى معلومات وبيّنات سليمة؛ وزيادة فرص الحصول على التمويل العام والخاص للاستثمار في الأنشطة المتعلقة بتعزيز القدرة على التصدي لتغير المناخ.

أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى

باتت وطأة عواقب تغير المناخ شديدة بالفعل على الموارد المائية في أفريقيا، وهو ما يتبين من انخفاض هطول الأمطار في الجنوب الأفريقي مؤخراً. ويتوقع أيضاً أن تتجلى عواقب تغير المناخ المرتبطة بالمياه في صحة الإنسان، من خلال الأمراض المنقولة بنواقل الجراثيم وعبر المياه (وبفعل تزايد صعوبة الحصول على مياه الشرب المأمونة والصرف الصحي والنظافة الصحية) ومن خلال سوء التغذية، نظراً إلى عواقب تغير المناخ المتوقعة على الأمن الغذائي. أما في النظم الزراعية، وخاصة في المناطق شبه القاحلة، فلا تبدو النهوج التقليدية القائمة على توفير سبل العيش متينة بما فيه الكفاية للتعامل مع العواقب الطويلة الأجل لتغير المناخ.

وتشمل السياسات والإجراءات المتعلقة بالتكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته ما يلي: دعم القدرة على مواجهة الجفاف والفيضانات من خلال الاستثمار في بناء وتحسين قدرة مرافق إمدادات المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية على الصمود أمام تغير المناخ؛ وتوسيع نطاق الحماية الاجتماعية واستحداث منتجات مالية من قبيل التأمين؛ وتعزيز المساواة بين الجنسين في استخدام الموارد المائية وإدارتها؛ وتحسين توفير المياه للزراعة من خلال جمع المياه والتطهير وتقليل الحراثة في نظم الزراعة البعلية.

وتكتسي الطاقة أهمية سياسية فيما يتعلق بتحقيق طموحات العديد من البلدان الأفريقية من حيث التحول الاقتصادي. إذ يمكن أن توفر الطاقة حافزاً لتشجيع التعاون الإقليمي لمواجهة التحديات المتعلقة بالمسائل التي تنطوي على ترابط بين المياه والطاقة والمناخ، وربما تفتح أبواباً للاستثمار في تجمعات الطاقة الإقليمية والآليات المؤسسية لتجارة الطاقة.

أوروبا ومنطقة القوقاز وآسيا الوسطى

تشير التوقعات المناخية إلى زيادة هطول الأمطار في شمال أوروبا وتناقص هطول الأمطار في جنوب أوروبا. وتبرز الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ التحديات المتزايدة التي يتعين التصدي لها في المنطقة فيما يتعلق بالري والطاقة الكهرومائية والنظم الإيكولوجية والمستوطنات البشرية.

وتشمل الإجراءات الرئيسية لزيادة الفعالية في التكيّف مع الظواهر المناخية القصوى في المنطقة وتعزيز القدرة على الصمود أمامها ما يلي: تعزيز كفاءة استخدام المياه واستراتيجيات الاقتصاد في المياه؛ والرصد وتبادل البيانات بشأن كمية المياه وجودتها؛ وتحسين الاتساق بين تدابير التكيّف مع تغير المناخ والحد من مخاطر الكوارث المرتبطة بالمياه؛ وجلب التمويل من مصادر متعددة (من قبيل المصادر الدولية والوطنية والخاصة).

ويمكن في الأحواض العابرة للحدود تقاسم المساعدة التقنية والمالية بين بلدان الواقعة عند أعلى المجرى أو أسفله، من البلدان المشاطئة الأثرى إلى الأفقر. بيد أنه حتى في حالة توافر الأموال، يمكن أن تكون إدارة المياه العابرة للحدود صعبة من الناحية السياسية، لذا لا بد من إيجاد مدخل مهم سياسياً يمكّن من بناء التعاون. ويمكن أن يكون تغير المناخ نفسه في بعض الحالات العامل الذي يتيح الفرصة للتعاون.

منطقة أمريكا اللاتينية والكاريبي

تتعرض منطقة أمريكا اللاتينية والكاريبي فعلاً للضرر الشديد من تغير المناخ والظواهر الجوية القصوى. وتشير التوقعات إلى أن التغييرات التي طرأت على تدفق المجاري المائية وتوافر المياه في أمريكا الجنوبية والوسطى ستتواصل، مما سيؤثر سلباً في المناطق المعرضة للخطر.

ويعد التوسع العمراني السريع والتنمية الاقتصادية وعدم المساواة من الأسباب الاجتماعية الاقتصادية الرئيسية التي تُجهد نظم المياه التي تتعرض لعواقب تغير المناخ أيضاً. ويسهم الفقر المستمر في معظم البلدان في زيادة خطر التعرض لعواقب تغير المناخي. وينجم عن عدم المساواة الاقتصادية عدم المساواة في الحصول على المياه والصرف الصحي، والعكس بالعكس. وازدياد مخاطر الأمراض التي تُنقل بالمياه أشد وطأة على الفقراء. ويشتد الضعف في المناطق الريفية حيث تحد العوامل المناخية من الخيارات الاقتصادية وتفضي إلى الهجرة إلى الخارج.

ويتزامن تغير المناخ في بلدان عديدة في المنطقة مع غمرة احتدام مستويات التنافس بين القطاعات على المياه، الذي يشمل التنافس بين المناطق الحضرية، وقطاعي الطاقة والزراعة، واحتياجات النظام الإيكولوجي.

وتدل قلة الإشارات الصريحة إلى قضايا المياه والمناخ العابرة للحدود في استراتيجيات التنمية على وجود صعوبات أكبر فيما يتعلق بالتعاون في مجال المياه العابرة للحدود في منطقة أمريكا اللاتينية والكاريبي.

آسيا والمحيط الهادي

ثمة تباين كبير وثقة متدنية فيما يتعلق بالتوقعات الخاصة بعواقب تغير المناخ المتعلقة بالمياه على النطاق دون الإقليمي في منطقة آسيا والمحيط الهادي. وتعد المنطقة شديدة التعرض للكوارث الناجمة عن تغير المناخ والأحوال الجوية القصوى، التي تثقل كاهل الفئات الفقيرة والضعيفة بصورة غير متناسبة. وتتقاطع عواقب تغير المناخ المرتبطة بالمياه مع اتجاهات اجتماعية اقتصادية أخرى تؤثر في كمية المياه وجودتها، ومنها انتشار الصناعة (التي تعيد بلورة الطلب القطاعي على المياه وتزيد التلوث)، والنمو السكاني والتوسع العمراني السريع. وقد أسفر التوسع العمراني السريع عن زيادة التعرض للمخاطر الطبيعية المرتبطة بالمياه من قبيل الفيضانات.

وسيؤدي تغير المناخ والطلب المتزايد على المياه إلى زيادة الضغط على موارد المياه الجوفية في المنطقة، التي تعاني فعلاً من إجهاد شديد في بعض المناطق بسبب زيادة الطلب على الري.

أما على المستوى الوطني، فتشمل الأولويات المحددة لتسريع الإجراءات المتعلقة بالمياه والمناخ ما يلي: تعزيز إدارة المياه وإنتاجية المياه لإدارة التنافس بين الاحتياجات المائية للزراعة والطاقة والصناعة والمدن والنظم الإيكولوجية؛ وتعزيز الحلول المستمدة من الطبيعة التي يمكن أن تحد من الانبعاثات وتزيد من القدرة على الصمود؛ ودمج تغير المناخ والحد من مخاطر الكوارث في الدورة الكاملة للمشروعات والسياسات.

وثمة حاجة ماسة إلى التعاون الإقليمي في مجال الاستثمار والمعلومات، وكذلك في المجالات المؤسسية من قبيل الحوكمة والقدرات والشراكات، في الأحواض العابرة للحدود في آسيا.

غرب آسيا وشمال أفريقيا

يتراوح مستوى التعرض لعواقب تغير المناخ من معتدل إلى شديد على صعيد المنطقة، حيث يتزايد تدريجياً عموماً من الشمال إلى الجنوب. وتكاد الاتجاهات فيما يتعلق بالجريان السطحي والتبخر النتحي تتطابق بوجه عام مع الاتجاهات المتعلقة بهطول الأمطار، مع أن التبخر النتحي يظل محدوداً بسبب ندرة المياه.

وتقع المناطق الأكثر تعرضاً لعواقب تغير المناخ في منطقة القرن الأفريقي ومنطقة الساحل والجزء الجنوبي الغربي من شبه الجزيرة العربية، التي تضم العديد من أقل البلدان نمواً في المنطقة. ومع أن مدى تعرض هذه المناطق لتغير المناخ يختلف فيما بينها، فإن جميعها ذات قدرة منخفضة على التكيّف.

ويُضاف إلى التحديات الكبيرة المتعلقة بتغير المناخ وتدني القدرة على التكيّف ديناميات اجتماعية اقتصادية وسياسية معقدة، تؤثر في المياه على المستويات الإقليمية والوطنية ودون الوطنية. وما فتئ تسييس الموارد المائية وتسليحها، والنزوح، وتدهور البنية التحتية الخاصة بالمياه، تمثل تحديات رئيسية تواجهها البلدان المتأثرة بالنزاعات. ولا تزال أوجه التفاوت في الانتفاع بالموارد المائية والسيطرة عليها قائمة، وبخاصة عبر المناطق الحضرية والريفية وبين الجنسين.

وقد حددت الجهات المعنية الإقليمية العديد من الأولويات والفرص المتعلقة بالمياه، التي تشمل ما يلي: جعل التنمية الحضرية أكثر استدامة؛ وتعزيز البيانات والبحث والابتكار؛ وزيادة القدرة على الصمود لدى المجتمعات المحلية الضعيفة المعرضة للفيضانات والجفاف والمعرضة لخطر انعدام الأمن الغذائي؛ وتعزيز تكامل السياسات بالجمع بين التخفيف والتكيّف والتنمية المستدامة؛ وزيادة فرص الحصول على التمويل، بعدة سبل منها عبر الصناديق الدولية المعنية بالمناخ ومن خلال تطوير الأسواق المحلية والمنتجات الاستثمارية.

آفاق المستقبل

نظراً إلى طبيعة مسائل المياه والمناخ المشتركة بين مختلف القطاعات الاقتصادية وشرائح المجتمع، لا بد من معالجة عمليات المقايضة والمصالح المتضاربة على جميع المستويات من أجل التفاهم على حلول متكاملة ومنسقة، وهذا ما يتطلب الأخذ بنهج منصف وتشاركي ومتعدد الجهات المعنية لإدارة المياه في سياق تغير المناخ.

وثمة فرص متزايدة لدمج تخطيط تدابير التكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته دمجاً حقيقياً وممنهجاً في الاستثمارات في مجال المياه، مما يجعل هذه الاستثمارات والأنشطة المرتبطة بها أكثر جاذبية لممولي الأنشطة المتعلقة بالمناخ. فضلاً عن ذلك، يمكن أن تسفر مختلف المبادرات المتعلقة بتغير المناخ والمرتبطة بالمياه عن فوائد مشتركة أيضاً من قبيل استحداث فرص العمل، وتحسين الصحة العامة، والحد من الفقر، وتعزيز المساواة بين الجنسين، وتحسين سبل المعيشة، وغير ذلك من الفوائد.

ومع أن البيّنات التي تدل على أن تأثير تغير المناخ في دورة الماء على صعيد العالم يسجل تزايداً، فإن التوقعات بشأن عواقب تغير المناخ على نطاقات جغرافية وزمنية أصغر ما زالت مشوبة بعدم اليقين. بيد أنه يجب عدم اتخاذ عدم اليقين هذا ذريعة للتقاعس عن العمل، بل ينبغي أن يكون حافزاً لتوسيع نطاق البحث، وتعزيز وضع الأدوات التحليلية العملية والتكنولوجيات المبتكرة، واعتماد نُهوج لا رجعة فيها، وبناء القدرات المؤسسية والبشرية اللازمة لتعزيز اتخاذ قرارات مستنيرة ومستندة إلى العلم.

وثمة ضرورة لتعزيز التعاون بين الدوائر المعنية بالمياه والمناخ خارج نطاق البحث العلمي. فمن ناحية، لا بد من أن تولي الدوائر المعنية بتغير المناخ، والمفاوضون المعنيون بالمناخ على وجه الخصوص، المزيد من الاهتمام لدور المياه والاعتراف بأهميتها المحورية في معالجة أزمة تغير المناخ. ومن ناحية أخرى، من الأساسي أيضاً (بل ومن الأهم) أن تركز الدوائر المعنية بالمياه على جهودها الرامية إلى التعريف بأهمية المياه من حيث التكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته، ووضع اقتراحات لمشروعات ملموسة في مجال المياه لإدراجها في المساهمات المقررة المحددة وطنياً، وتعزيز الوسائل والقدرات لتخطيط الأنشطة المتعلقة بالمياه في المساهمات المقررة المحددة وطنياً وتنفيذ هذه الأنشطة ورصدها.

ويعد الجمع بين التكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته، من خلال المياه، اقتراحاً مفيداً للجميع على ثلاثة أصعدة. أولاً، لأنه يفيد إدارة موارد المياه ويحسن توفير خدمات إمدادات المياه والصرف الصحي. وثانياً، لأنه يساهم مساهمةً مباشرةً في مكافحة أسباب تغير المناخ وعواقبه، ويشمل ذلك الحد من مخاطر الكوارث. وثالثاً، لأنه يساهم، بصورة مباشرة وغير مباشرة، في تحقيق العديد من أهداف التنمية المستدامة (المتعلقة بالجوع، والفقر، والصحة، والطاقة، والصناعة، والإجراءات المتعلقة بالمناخ وما إلى ذلك – ناهيك عن هدف التنمية المستدامة 6، أي الهدف الخاص «بالمياه» بحد ذاتها) وطائفة من الأهداف العالمية الأخرى.

وإذ تنتشر في عصرنا هذا مجموعة كبيرة من الدراسات والمقالات «المنذرة بالويل والثبور وعظائم الأمور» بشأن تغير المناخ وغيره من الأزمات البيئية العالمية، يقترح هذا التقرير سلسلة من الردود العملية، على صعيد السياسة العامة والتمويل والعمل الميداني، لدعم أهدافنا الجماعية وتطلعاتنا الفردية لتحقيق عالم مستدام ومزدهر لصالح الجميع.

فاتحة

حالة الموارد المائية في سياق تغير المناخ

حيوانات اللاما على مرتفعات الأنديز (بوليفيا)

المنظمة العالمية للأرصاد الجوية | بروس ستيوارت
البرنامج الهيدرولوجي الدولي - اليونسكو | ووتير بويتيير، وأنيل ميشرا، وسارااانتويا زانداريا
البرنامج العالمي لتقييم الموارد المائية | ريتشارد كونور، وجوس تيمرمان، وستيفان يولينبروك
بمساهمات من: ريو هادا (مفوضية الأمم المتحدة لحقوق الإنسان)

تتضمن المقدمة لمحة عامة عن حالة الموارد المائية في العالم والآثار التي يُحتمل أن تكون لتغير المناخ على الدورة الهيدرولوجية، بما في ذلك توافر المياه ونوعيتها، والطلب على المياه، والكوارث المرتبطة بالمياه، والظواهر البالغة الشدة/القصوى، والنظم الإيكولوجية. وهي كذلك تعالج ما تعانيه المعارف القائمة في هذا الصدد من فجوات وحدود وما ينتابها من أوجه عدم اليقين.

مقدمة

ثمة توافق آراء علمي قوي الآن فيما يتعلق بالتأثير البشري على النظام المناخي ودور انبعاثات غازات الدفيئة الناشئة عن الأنشطة البشرية في إحداث الاحترار العالمي (IPCC, 2014a; 2018a). وقد بلغ معدل انبعاثات غازات الدفيئة ذروة لم يبلغها من قبل (WMO, 2019). وحتى لو تمَّت مواءمة الانبعاثات مع التعهدات السياسية الحالية بشأن المساهمات المحددة وطنياً بموجب اتفاق باريس، فإن لدى الأوساط العلمية ثقة شديدة من أن متوسط درجة الحرارة العالمية سيتجاوز مستويات ما قبل عصر الصناعة بما لا يقل عن 1.5 درجة مئوية بعد عام 2030 (IPCC, 2018a).

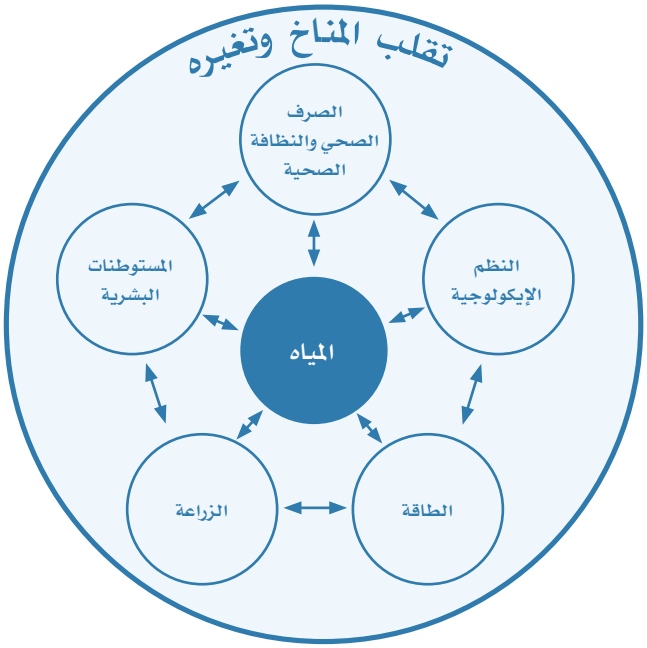
ويؤثر تغير المناخ على الموارد المائية العالمية بطرق متعددة، وله أنماط زمنية مكانية، وآثار ارتدادية، وتفاعلات بين العمليات المادية والبشرية معقدة (Bates et al., 2008). ومن شأن هذه الآثار أن تضيف إلى تحديات الإدارة المستدامة للموارد المائية، التي تتعرض بالفعل لضغوط شديدة في كثير من مناطق العالم (WWAP, 2012) وتخضع لتقلبات مناخية عالية وظواهر جوية قصوى. وهي تؤثر بشكل خاص على توافر المياه ونوعيتها وكميتها لتلبية الاحتياجات الإنسانية الأساسية، مما قد يعرّض للخطر تمتع بلايين البشر فعلاً بحقوق الإنسان في المياه والصرف الصحي. وعلى الرغم من أن آثار تغير المناخ يمكن أن تتسم بدرجة عالية من الخصوصية على النطاق المحلي (IPCC, 2019a)، فإن الاتجاهات الحالية والتوقعات بالنسبة للمستقبل تشير إلى حدوث تحولات كبيرة في المناخ، وظواهر مناخية أكثر تطرفاً في أجزاء كثيرة من العالم (IPCC, 2014a). ولذلك، من الأهمية بمكان أن ينظر من يديرون الموارد المائية في الآثار المحتملة لتغير المناخ عند إدارتهم المياه بوصفها مورداً من موارد المجتمع الأساسية للتنمية المستدامة.

وتنطوي التغيرات الهيدرولوجية الناجمة عن تغير المناخ على مخاطر كبيرة على المجتمع، لا تقتصر على المخاطر التي تمسه مباشرة من خلال التغيرات في عمليات الأرصاد الجوية المائية التي تحكم دورة المياه، وإنما تمتد أيضاً إلى المخاطر التي تمسه بصورة غير مباشرة من خلال المخاطر التي تهدد أموراً من بينها إنتاج الطاقة، والأمن الغذائي، والتنمية الاقتصادية، وأوجه انعدام المساواة الاجتماعية (الشكل 1). لذلك، فإن التكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته من خلال إدارة المياه أمران بالغا الأهمية لتحقيق التنمية المستدامة، وضروريان لتنفيذ خطة التنمية المستدامة لعام 2030 واتفاق باريس بشأن تغير المناخ وإطار سِنداي للحد من مخاطر الكوارث.

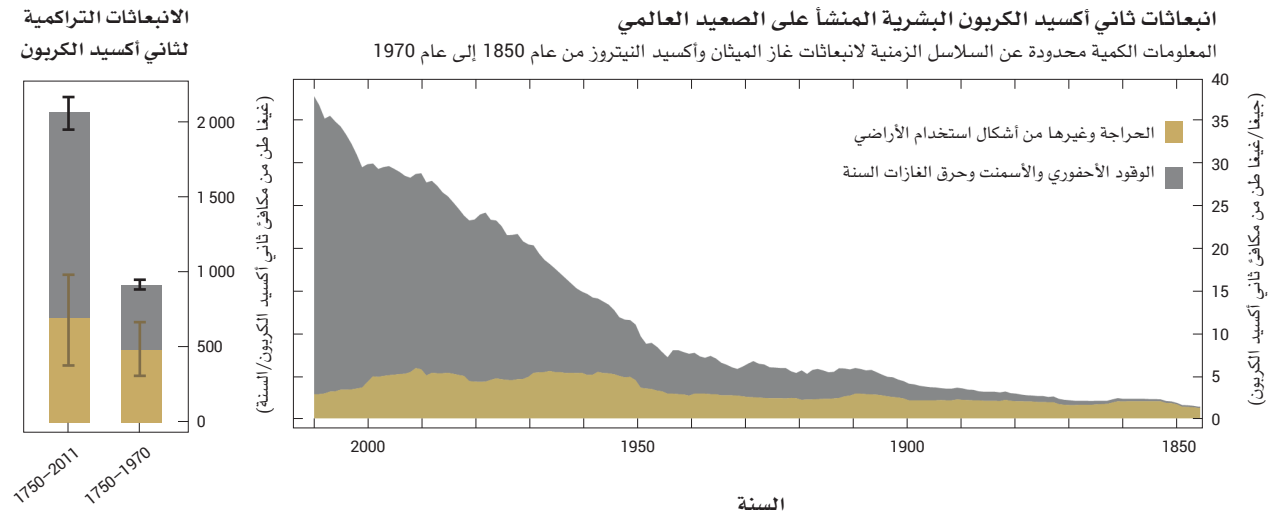
تغير المناخ

لا يوجد الآن أي شك في الأدلة العلمية المتوافرة على أن النظام المناخي آخذ في الاحترار، وتتوافق الآراء العلمية بشأن الدور الذي تؤديه الأنشطة البشرية في ذلك. وقد زادت انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ زيادة حادة منذ عصر ما قبل الثورة الصناعية (الشكل 2)، وبلغت تركيزات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز في الغلاف الجوي (الشكل 3) مستويات لم يسبق لها مثيل في السنوات الـ 800,000 الأخيرة على الأقل (IPCC, 2014a; 2018a; WMO 2019).

الشكل 1 التفاعلات بين المياه والقطاعات الاجتماعية – الاقتصادية الرئيسية الأخرى المتأثرة بتقلب المناخ وتغيره



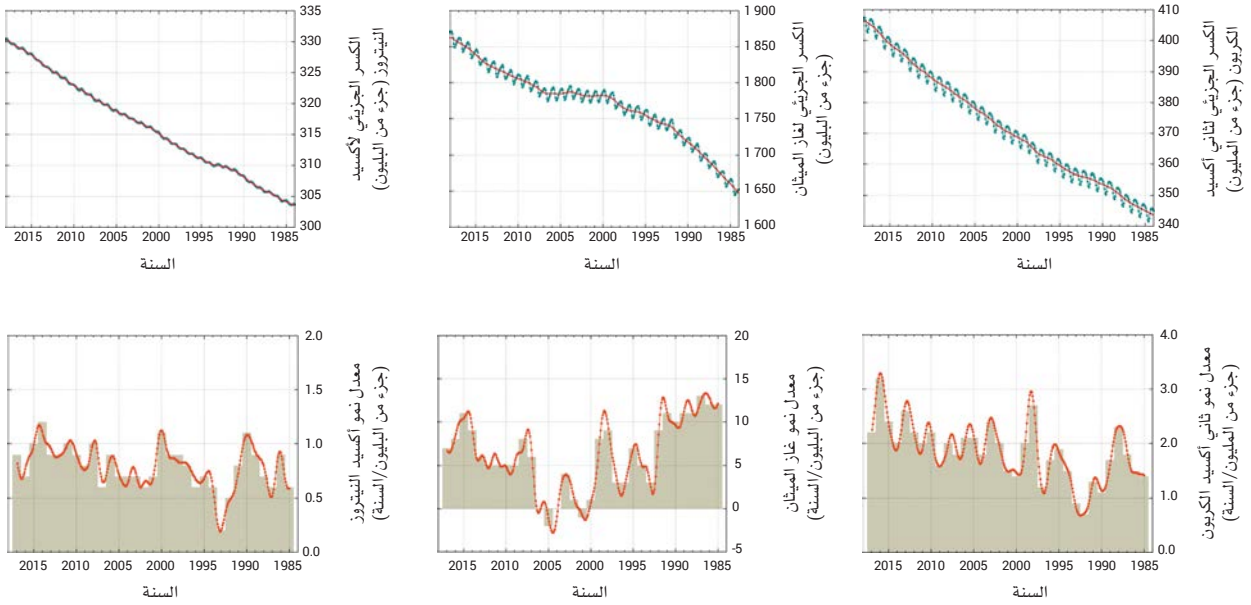
الشكل 2 انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ على الصعيد العالمي (1850-2011)



المصدر: الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ (2014a، الشكل 1.5، الصفحة 45).

وقد اكتشفت آثار غازات الدفيئة، إلى جانب آثار العوامل الدافعة الأخرى البشرية المنشأ، في جميع أنحاء النظام المناخي، ومن المحتمل بشدة أن تكون السبب الرئيسي للاحترار الملاحَظ منذ منتصف القرن العشرين (IPCC, 2014a). وعلى الصعيد العالمي، ارتفع متوسط درجة حرارة سطح الكوكب بحوالي 0.9 درجة مئوية منذ القرن التاسع عشر (الشكل 4). وقد حدث معظم هذا الاحترار في السنوات الـ 35 الماضية، حيث سجلت خمس من أكثر السنوات حرارة بعد عام 2010. ووفقاً لآخر البيانات الواردة من المنظمة العالمية للأرصاد الجوية وبرنامج كوبرنيكوس لتغير المناخ، جاء شهر تموز/يوليو 2019 مطابقاً للرقم القياسي للشهر الأكثر سخونة منذ بدء عمليات التحليل، بل وربما يكون قد حطم ذلك الرقم (WMO, 2019). كذلك تظهر درجات حرارة مياه المحيطات اتجاهاً متصاعداً (Cheng et al., 2019).

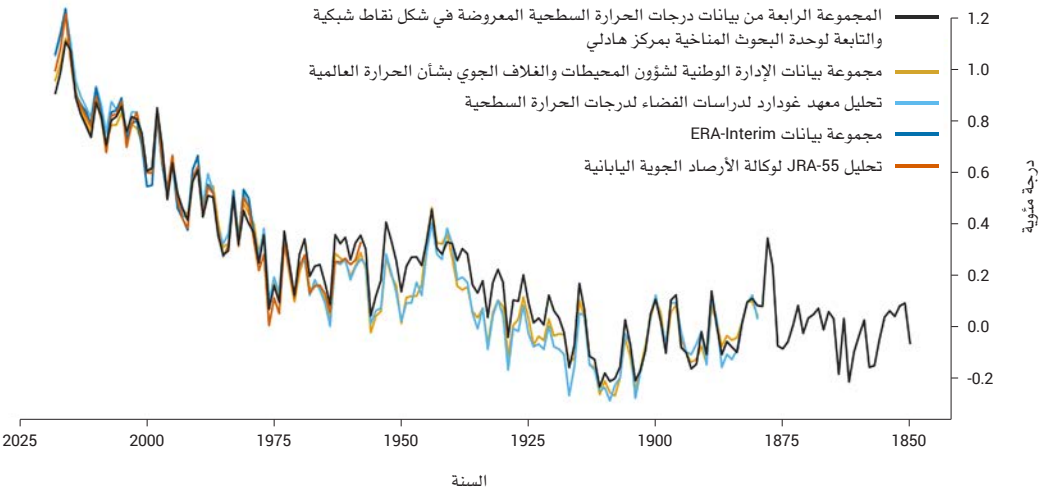
الشكل 3 تزايد مستويات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي



ملاحظة: الصف العلوي: متوسط الكسر الجزيئي على الصعيد العالمي (قياس التركيز) من عام 1984 إلى عام 2017 من ثاني أكسيد الكربون (جزء من المليون؛ إلى اليمين)، وغاز الميثان (جزء من البليون؛ في الوسط) وأكسيد النيتروز (جزء من البليون؛ إلى اليسار). الخط الأحمر هو المتوسط الشهري للكسر الجزيئي مع حذف الاختلافات الموسمية؛ النقاط الزرقاء والخط الأزرق تبيّن المتوسطات الشهرية. الصف السفلي: معدلات النمو التي تمثل زيادات في المتوسطات السنوية المتعاقبة للكسور الجزيئية لثاني أكسيد الكربون (جزء من المليون في السنة؛ إلى اليمين)، غاز الميثان (جزء من البليون في السنة؛ في الوسط) وأكسيد النيتروز (جزء من البليون؛ إلى اليسار).

المصدر: المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (2019، الشكل 3، الصفحة 9).

الشكل 4 الحالات الشاذة في متوسط درجة الحرارة العالمية فيما يتعلق بخط الأساس 1850-1900 لمجموعات البيانات الخمس لدرجات الحرارة العالمية



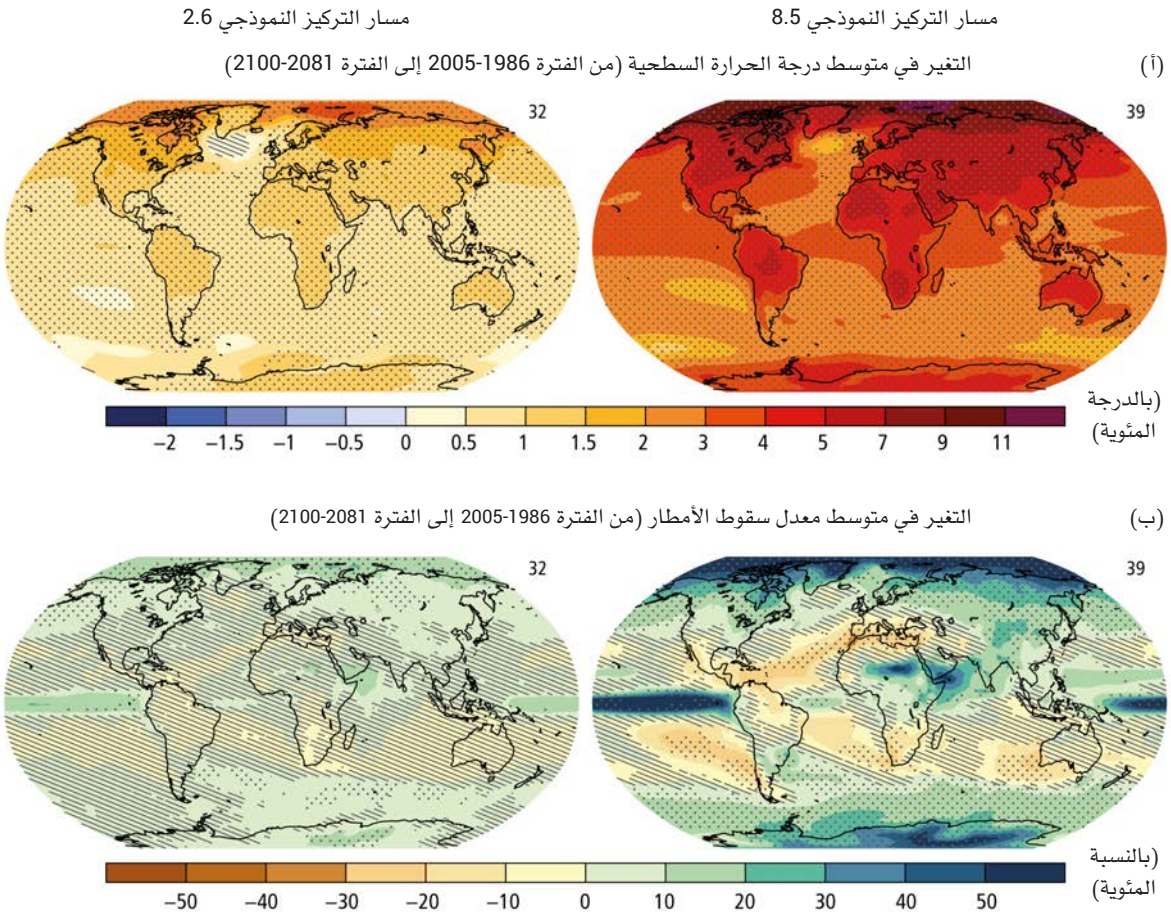
المصدر: مكتب الأرصاد الجوية. © حقوق الطبع والنشر للتاج البريطاني.

ومنذ منتصف القرن العشرين، لوحظت أيضاً تغيرات في شدة وتواتر الظواهر الجوية والمناخية البالغة الشدة. وقد تم ربط العديد من هذه التغيرات بالتأثيرات البشرية، بما في ذلك انخفاض في درجات الحرارة الباردة القصوى، وزيادة في درجات الحرارة الدافئة القصوى، وزيادة في درجة الارتفاع البالغ لمستويات سطح البحر، وزيادة في عدد ظواهر سقوط الأمطار الغزيرة في عدد من المناطق (Min et al., 2011).

وسيؤدي استمرار انبعاثات غازات الدفيئة إلى زيادة الاحترار وإحداث تغييرات طويلة الأمد في جميع مكونات النظام المناخي، مما يزيد من احتمال حدوث آثار شديدة ومنتشرة ولا رجعة فيها على الناس والنظم الإيكولوجية (UNCTAD, 2016).

وفي حين أن هناك اتجاهاً واضحاً بالنسبة لدرجات الحرارة (الشكل 5)، فإن الاتجاهات المتعلقة بأحجام سقوط الأمطار السنوية أقل يقيناً بكثير في كثير من المناطق، على سبيل المثال في أجزاء كبيرة من المناطق شبه المدارية، حيث يقع العديد من أقل البلدان نمواً. فعلى سبيل المثال، لا تتفق نماذج الدوران العالمي بشأن الاتجاهات المستقبلية لكميات هطول الأمطار فيما بينها، في إطار مسار التركيز التمثيلي 8.5، إلا بخصوص ثلث سطح الأرض فقط (IPCC, 2014a). ولا تنفي أوجه عدم اليقين الكبيرة التي تشوب النماذج المناخية، ولا سيما في المناطق الانتقالية الموجودة بين المناطق التي تتزايد فيها الأمطار السنوية والتي تتناقص فيها تلك الأمطار، احتمال حدوث آثار كبيرة على الظواهر الجوية البالغة الشدة والموارد المائية. فحتى التغيرات الصغيرة في درجة الحرارة والمناخ (أي السيناريوهات المتعلقة بمعدلات منخفضة من غازات الدفيئة) يمكن أن يكون لها آثار كبيرة على توافر المياه وعلى الظواهر البالغة الشدة بصفة خاصة.

الشكل 5 متوسط الإسقاطات باستخدام نماذج متعددة في إطار المرحلة 5 من مشروع مقارنة النماذج المتقارنة

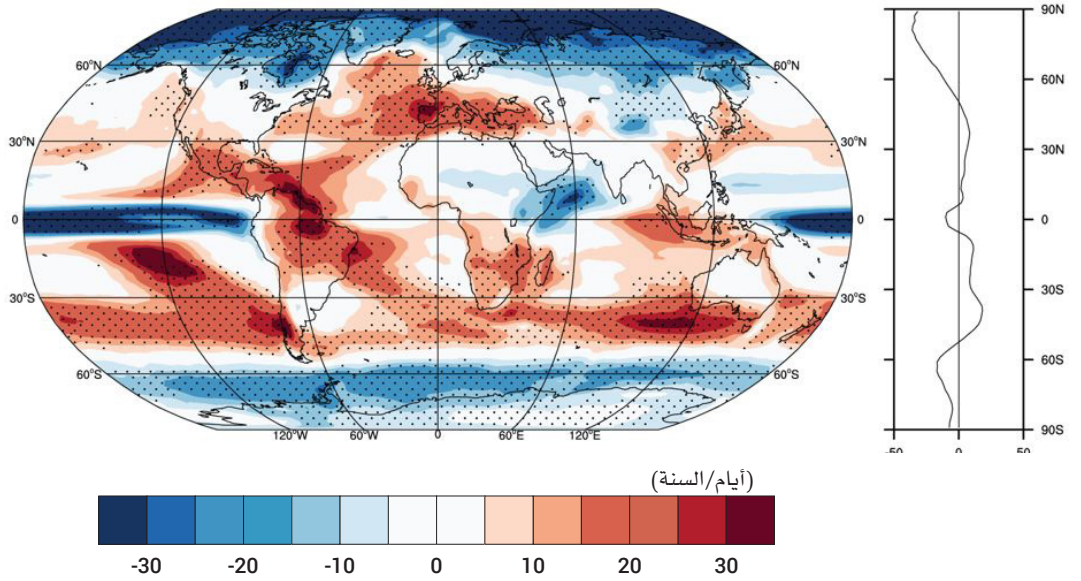


ملاحظة: متوسط إسقاطات النماذج المتاحة للفترة 2081-2100 في ظل سيناريو مسار التركيز النموذجي 2.6 (RCP2.6) (إلى اليسار) وسيناريو مسار التركيز النموذجي 8.5 (RCP8.5) (إلى اليمين) لما يلي: (أ) التغير في متوسط درجة الحرارة السطحية السنوي و(ب) التغير في متوسط سقوط الأمطار السنوي، بالنسب المئوية. وتُبيّن التغيرات بالنسبة للفترة 1986-2005. ويُبيّن عدد نماذج المرحلة الخامسة من مشروع مقارنة النماذج المتقارنة المستخدمة لحساب متوسط النماذج المتعددة في الزاوية العلوية اليمنى من كل لوحة. وتُبين عن طريق وضع النقاط المزركشة المناطق التي يكون فيها التغير المسقط كبيراً مقارنة بالتغير الداخلي الطبيعي (أي أكبر من انحرافين معياريين للتغير الداخلي في متوسط 20 سنة) والتي تتفق 90 في المائة من النماذج على علامة التغير فيها. وتُبين عن طريق الخطوط المائلة المناطق التي يقل فيها التغير المسقط عن انحراف معياري واحد للتغير الداخلي الطبيعي في متوسطات 20 سنة.

المصدر: الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ (2014a، الشكل 2.2، الصفحة 61).

وتتفق النماذج العالمية إلى حد كبير بشأن الزيادة المستقبلية في الظواهر الجوية البالغة الشدة (Hattermann et al., 2018) أكثر من اتفاقها على المتوسطات السنوية لسقوط الأمطار (لا سيما في المناطق شبه المدارية). وتشير الإسقاطات المناخية بثقة عالية إلى أن ظواهر سقوط الأمطار البالغة الشدة ستصبح أكثر كثافة وتواتراً في كثير من المناطق، وإن كانت تشير أيضاً إلى أن موجات الحر الشديد ستحدث بشكل أكثر تواتراً وستستمر لفترات أطول (الشكل 6). وستزيد الحالة الأولى من مخاطر الفيضانات العالمية (Hirabayashi et al., 2013)، في حين يتوقع أن تؤدي الحالة الثانية إلى شدة حالات الجفاف (Trenberth et al., 2014). ويتباين التوزيع الجغرافي لهذه المخاطر، وهي أكبر عموماً بالنسبة للفئات الضعيفة من الأشخاص والمجتمعات المحلية في البلدان على جميع مستويات التنمية (IPCC, 2014a).

الشكل 6 متوسط التغير في متوسطات مجموعة النماذج المتعددة الخاصة بالمرحلة الخامسة من مشروع مقارنة النماذج المتقارنة فيما يتعلق بمدى تواتر الأيام الجافة (أيام/السنة) بحلول الفترة 2060-2089، مقارنة بالفترة التاريخية 1960-1989، باستخدام سيناريو القسر الخاص بمسار التركيز النموذجي 8.5



ملاحظة: يشير التنقيط إلى المناطق التي يتفق فيها ما لا يقل عن 70 في المائة من النماذج على علامة التغير. الرسم البياني إلى اليمين: القيم المتوسطة للمناطق.

المصدر: *Polade et al. (2014, fig. 2)*.

ففي غرب أفريقيا، على سبيل المثال، التي تعتبر النيجر حوض نهرها الرئيسي، وكذلك في منطقة الأمازون العليا، ترتفع بشدة معدلات عدم اليقين بشأن التوقعات السنوية لسقوط الأمطار. وفي الوقت نفسه، هناك مؤشرات قوية على أن نسبة الأيام الجافة سوف تزداد، حتى في ظل مناخ سيصبح في المتوسط أكثر رطوبة (GIZ/adelphi/PIK, forthcoming) (انظر الفرع 9.1.3).

في حين أن هناك اتجاهاً واضحاً بالنسبة لدرجات الحرارة، فإن الاتجاهات المتعلقة بأحجام سقوط الأمطار السنوية أقل يقيناً بكثير في كثير من المناطق

وفي ضوء هذه التهديدات وغيرها من التهديدات التي يشكلها تغير المناخ، توصلت الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، في المؤتمر الحادي والعشرين للأطراف، المعقود في باريس (كانون الأول/ديسمبر 2015)، إلى اتفاق تاريخي لمكافحة تغير المناخ والتعجيل بالإجراءات والاستثمارات اللازمة لمستقبل مستدام منخفض الكربون وتكثيف تلك الإجراءات. ويتمثل الهدف الرئيسي لاتفاق باريس في توطيد الاستجابة العالمية للتهديد الذي يشكله تغير المناخ، من خلال حصر ارتفاع درجة الحرارة العالمية في هذا القرن في حد يقل بكثير عن درجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل الحقبة الصناعية، وبذل جهود من أجل مواصلة الحد من ارتفاع درجة الحرارة، بحيث لا يتجاوز 1.5 درجة مئوية.

ولكن حتى لو تحقق هذا الهدف الطموح، فإن بعض الاتجاهات الحالية سوف تستمر، مما يؤدي إلى تغييرات طويلة الأمد أو قد لا يمكن الرجوع عنها. ويجب أن يؤخذ ذلك في الاعتبار عند إدارة الموارد المائية في المستقبل.

المناخ والمياه

إن مناخ الأرض ودورة المياه الأرضية بينهما علاقة وثيقة ومعقدة للغاية (الشكل 7). وبالتالي، فسوف تمتد التقلبية المناخية وتغير المناخ بحيث تؤثر على الموارد المائية. فعلى سبيل المثال، سيؤدي العجز في سقوط الأمطار إلى الحد من رطوبة التربة وتدفق الأنهار وتغذية طبقة المياه الجوفية، ولكن حجم هذه الآثار غير المباشرة سيتوقف على الظروف المحلية، مثل خصائص التربة والجيولوجيا والنباتات واستخدام المياه.

وبسبب اختلاف الجداول الزمنية للعمليات المعنية، فإن الآثار المتعلقة بالعجز في المياه الجوفية (رغم أنها عادة ما تكون أقل وضوحاً منها على المياه السطحية وتأتي مع شيء من التأخير) قد تستمر لفترة أطول بكثير من الجفاف الأصلي الناجم عن الأحوال الجوية، ومن ثم تؤدي إلى ظهور «أثر الذاكرة» (Changnon, 1987). ومن ناحية أخرى، قد يكون للفيضانات تأثير على توافر المياه والمرافق الصحية وغير ذلك من جوانب سبل العيش البشرية، ذلك أنها تلحق الضرر بالهياكل الأساسية والخدمات الرئيسية.

وفي الوقت نفسه، تشكل الدورة الهيدرولوجية ذاتها عنصراً أساسياً في النظام المناخي، فهي تتحكم في التفاعل بين الغلاف الجوي وسطح الأرض وتوفر الآليات التفاعلية اللازمة لنقل وتخزين وتبادل الكتلة والطاقة (الشكل 7).

وتتأثر الروابط القائمة بين المناخ والموارد المائية بمجموعة متنوعة من العوامل البشرية المنشأ، بما في ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، استخدام الأراضي وتغيير الغطاء الأرضي، وتنظيم المياه ونظم سحبها، وتلوث المياه. ومن خلال مزيج من الهندسة «الرمادية» و«الخضراء»، مثل بناء الهياكل الأساسية للموارد المائية، وتطوير الممارسات الزراعية وغيرها من ممارسات استخدام المياه، حسَّنت البشرية على مر تاريخها سبل الحصول على إمدادات المياه المأمونة وخدمات الصرف الصحي. وسيؤثر تغير المناخ على كثير من هذه الاستراتيجيات بطرق عديدة، وبالتالي فهو سيتطلب الأخذ بنهج جديد وذكي من الوجهة المناخية لإدارة الموارد المائية.

حالة الآثار المرتبطة بالمياه الناجمة عن تغير المناخ

يؤثر تغير المناخ على دورة المياه الأرضية من خلال عمليات مختلفة كثيرة. فالآثار الارتدادية والتفاعلات بين تلك العمليات، التي ليست كلها مفهومة فهماً كاملاً أو قابلة للقياس باستخدام المقاييس ذات الصلة، تجعل التقدير الكمي للنتائج والتنبؤ بها أمراً بالغ الصعوبة. وعلاوة على ذلك، فقد اضطُلع، تاريخياً، بتنمية الموارد المائية وإدارتها في ظل افتراض ثبات[1] السلاسل الزمنية الهيدرولوجية (Milly et al., 2008). وفي حين أن البيانات الهيدرولوجية التي جُمعت في الماضي توفر معلومات قيمة عن العمليات والظواهر، فإنها لا تدلّ بالضرورة على النظام الهيدرولوجي في المستقبل. وعلاوة على ذلك، حتى عندما تُكتشف التغيرات الهيدرولوجية، فإن تحديد أسبابها، بما في ذلك تغير المناخ، يظل غير مؤكد في كثير من الأحيان (UN-Water, 2019).

توافر المياه والإجهاد المائي

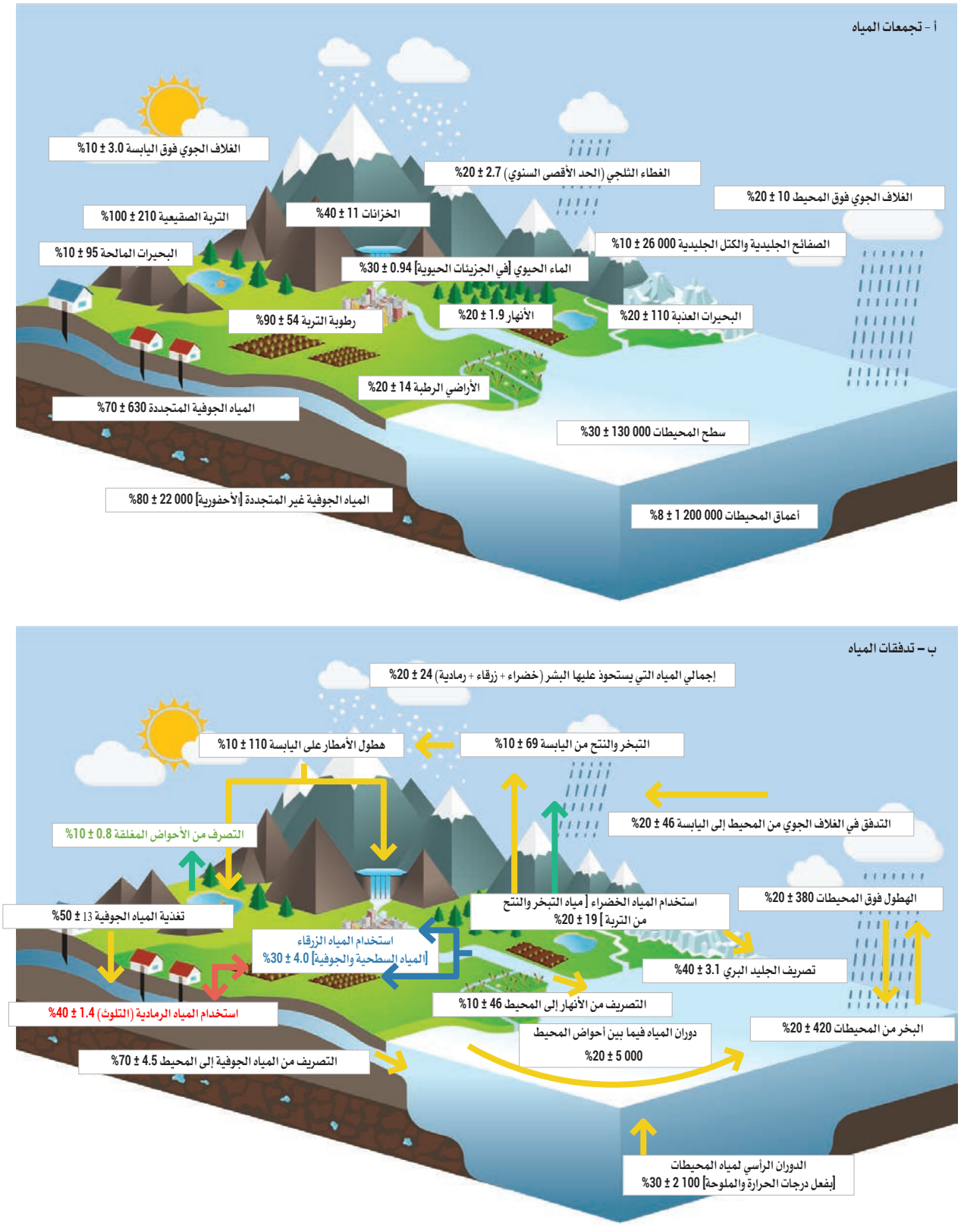
ستؤثر التغيرات في هطول الأمطار ودرجة الحرارة تأثيراً مباشراً على حصيلة المياه الأرضية (Schewe et al., 2014). ومن المتوقع أن يزداد التبخر من سطح الأرض نتيجة للاتجاه العالمي المتمثل في ارتفاع درجات حرارة الهواء في جميع المناطق عدا أكثرها جفافاً، حيث يحول نقص المياه دون حدوث هذه الزيادة.
وقد يعوّض هذه الزيادة حدوث زيادة في هطول الأمطار، ولكن ذلك يؤدي في كثير من المناطق، ولا سيما في المناطق التي تنخفض فيها كميات الأمطار، إلى انخفاض أحجام تدفق المجاري المائية وتناقص المياه المتوافرة في المواسم المختلفة (IPCC, 2018a).

وقد لوحظت بالفعل حالات انخفاض في الأنهار في غرب أفريقيا (Batisha, 2012)، وجنوب غرب أستراليا (Australian Academy of Science, 2019)، وحوض النهر الأصفر في الصين (Piao et al., 2010) وشمال غربي الولايات المتحدة الأمريكية المطل على المحيط الهادئ (Kalra et al., 2008). وتؤثر هذه الانخفاضات بشكل مباشر على توافر المياه، من أجل سحبها لأغراض الزراعة والصناعة والإمدادات المحلية، وكذلك للاستخدامات التي تتم في المجرى، مثل توليد الطاقة، والملاحة، ومصائد الأسماك، والترفيه، وأخيراً وليس آخراً، على البيئة.

وكذلك سيحدد الأثر المشترك للتغيرات في هطول الأمطار والتبخر الاتجاهات المقبلة المتعلقة برطوبة التربة والمياه الجوفية، مع ما قد يترتب على ذلك من عواقب بالنسبة لتواتر نوبات جفاف رطوبة التربة وشدتها (Van Loon et al., 2016). فقد لوحظت، على سبيل المثال، زيادة جفاف رطوبة التربة في شمال وسط وشمال شرق آسيا (Wang et al., 2011).

1 السلسلة الزمنية الثابتة هي التي تكون خصائصها الإحصائية، مثل المتوسط والتباين والارتباط الذاتي وما إلى ذلك، كلها ثابتة مع مرور الوقت.

الشكل 7 رسم تخطيطي للدورة الهيدرولوجية العالمية في الأنثروبوسين



ملاحظة: مجمعات المياه الرئيسية (يعبَّر عنها بحجم قدره 10^3 كم^3) (**أ**) وتدفقات المياه (يعبر عنها بحجم قدره 10^3 كم^3 في السنة $^{-1}$) (**ب**). ويمثل عدم اليقين نطاق التقديرات الأخيرة معبَّراً عنه بالنسبة المئوية. وفي (**ب**)، يُقسم إجمالي استخدام المياه البشرية (حوالي $^{-1}$24 10^3 كم^3 في السنة) إلى اللون الأخضر (رطوبة التربة التي تستخدمها المحاصيل البشرية والمراعي، السهم الأخضر)؛ واللون الأزرق (الاستخدام الاستهلاكي للمياه من جانب الزراعة والصناعة والنشاط المنزلي، السهم الأزرق)؛ واللون الرمادي (المياه اللازمة للتخفيف من تركيز الملوثات البشرية، ويمثلها التظليل الوردي، السهم الأحمر). ولا يمثل هذا التصوير القائم على المتوسطات للدورة الهيدرولوجية التفاوت الهام الذي يطرأ موسمياً ومن سنة لأخرى على العديد من المجمعات والتدفقات.

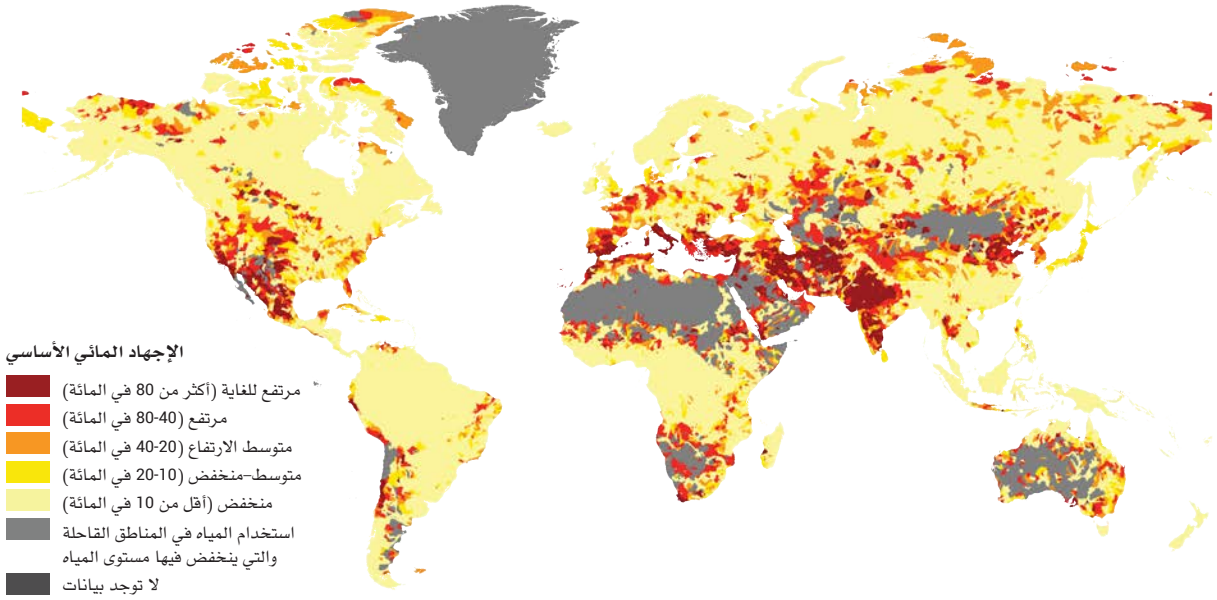
المصدر: استناداً إلى (Abbott et al. (2019, fig. 3, p. 537.

والتغيرات التي يحدثها تغير المناخ في الغلاف الجليدي منتشرة أيضاً على نطاق واسع، مما يؤدي إلى انخفاض عالمي في الغطاء الثلجي والجليدي (Huss et al., 2017). ومن المتوقع بدرجة عالية من الثقة أن يستمر الغطاء الثلجي والأنهار الجليدية والتربة الصقيعية في الانخفاض في جميع المناطق تقريباً طوال القرن الحادي والعشرين (IPCC, 2019a). ومن المتوقع أن يكون لتسارع ذوبان الأنهار الجليدية أثر سلبي على موارد المياه في المناطق الجبلية والأراضي المنخفضة المتاخمة لها، وأن تكون المناطق الجبلية المدارية من بين أكثر المناطق تعرضاً للخطر (Buytaert et al., 2017). وعلى الرغم من أن الذوبان المتسارع للأنهار الجليدية قد يزيد من تدفق المجاري المائية محلياً وبصفة مؤقتة، فإن انخفاض الغطاء الجليدي يميل إلى أن يؤدي إلى زيادة في تفاوت تدفقات الأنهار وإلى انخفاض في التدفق الأساسي على المدى الطويل، فضلاً عن تغيرات في التوقيت الموسمي لذروة التدفق. وقد لوحظت تحولات إلى مستوى سابق من ذروة التدفق في الأنهار التي تسيطر عليها الثلوج في أنهار المنطقة الأوروبية الآسيوية وأمريكا الشمالية (Tan et al., 2011)، في حين أخذت التخفيضات في التدفقات الأساسية في الأنهار التي تغذيها الأنهار الجليدية تتضح في جبال الأنديز والهيمالايا (Immerzeel et al., 2010; Baraer et al., 2015).

ومن المحتمل أن تؤدي هذه التغيرات إلى تفاقم الإجهاد المائي، وهو من بين المشاكل الرئيسية التي تواجهها مجتمعات كثيرة والعالم في القرن الحادي والعشرين. وقد أخذ استخدام المياه في التزايد بأكثر من ضعف معدل الزيادة السكانية في القرن الماضي (FAO, 2013a). وسيؤدي ذلك، بالاقتران بعدم انتظام إمدادات المياه وانعدام اليقين بشأنها، إلى تفاقم الوضع في المناطق التي تعاني حالياً من إجهاد مائي، كما سيولّد إجهاداً مائياً في المناطق التي توجد لديها موارد مائية وفيرة في الوقت الحاضر.

ويؤثر الإجهاد المائي بالفعل على جميع القارات (الشكل 8). وكثيراً ما تكون الندرة المادية للمياه ظاهرة موسمية، أكثر مما هي ظاهرة مزمنة (الشكل 9)، ومن المحتمل أن يتسبب تغير المناخ في حدوث تحولات في التوافر الموسمي للمياه على مدار السنة في عدة أماكن (IPCC, 2014a). ويعيش حوالي 4 بلايين شخص في ظروف تتسم بندرة المياه المادية الشديدة لمدة شهر واحد على الأقل في السنة (Mekonnen and Hoekstra, 2016). ويواجه حوالي 1.6 بليون شخص، أو ما يقرب من ربع سكان العالم، نقصاً اقتصادياً في المياه، بمعنى أنهم يفتقرون إلى الهياكل الأساسية اللازمة لإمكانية الوصول إلى المياه (UN-Water, 2014).

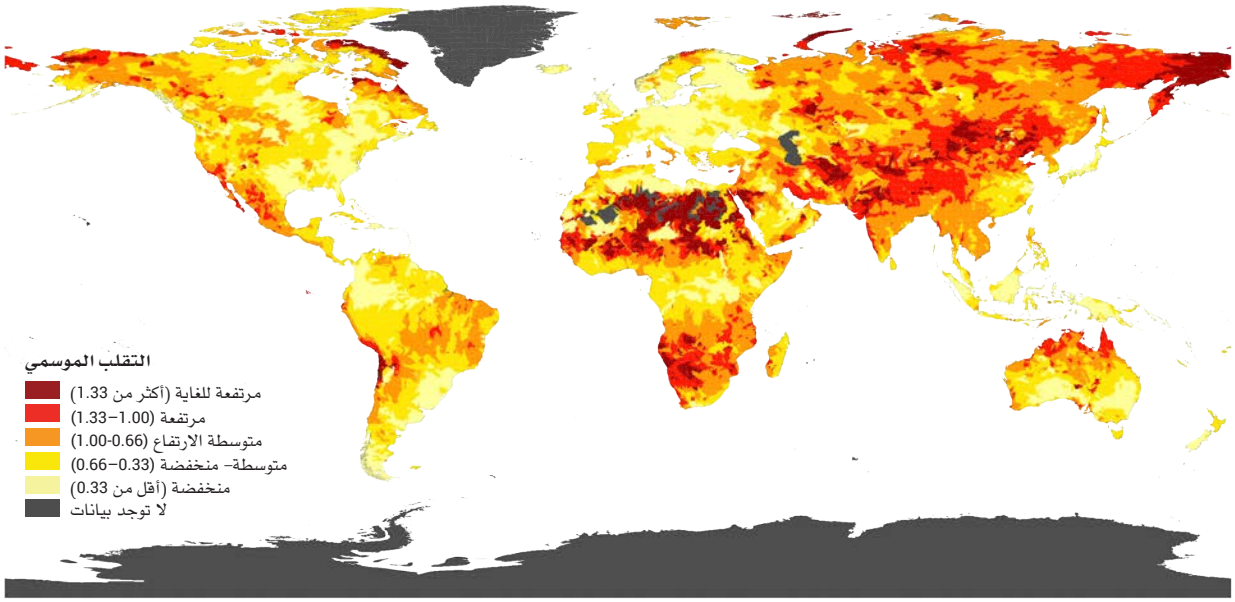
الشكل 8 الإجهاد المائي الأساسي السنوي



ملاحظة: يقيس الإجهاد المائي الأساسي نسبة مجموع كميات سحب المياه إلى إمدادات المياه المتجددة المتاحة. وتشمل كميات سحب المياه الاستعمالات التبذيرية والرشيدة للأغراض المنزلية والصناعية وللري والماشية. وتشمل إمدادات المياه المتجددة المتاحة إمدادات المياه السطحية والجوفية، وتأخذ في الاعتبار أثر المبذّرين في استعمال المياه والسدود الكبيرة أعلى المجرى على توافر المياه في أدناه. وتشير القيم الأعلى إلى مزيد من التنافس بين المستخدمين.

المصدر: WRI (2019). ترخيص Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

الشكل 9 التقلب الموسمي



ملاحظة: يقيس التقلب الموسمي متوسط التقلب خلال السنة في إمدادات المياه المتاحة، بما في ذلك كل من إمدادات المياه السطحية والجوفية المتجددة. وتشير القيم الأعلى إلى وجود اختلافات أوسع نطاقاً في الإمدادات المتاحة في غضون سنة واحدة.

المصدر: WRI (2019). ترخيص Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

ونظراً للكثافة السكانية العالية في المدن ولتزايد التحضر، فإن إمدادات المياه في المناطق الحضرية معرَّضة للخطر بشكل خاص. وتشير التقديرات إلى أنه بحلول عام 2050، سيواجه 685 مليون شخص يعيشون في أكثر من 570 مدينة انخفاضاً إضافياً في توافر المياه العذبة بنسبة 10 في المائة على الأقل، بسبب تغير المناخ. وقد تشهد بعض المدن، مثل عمان وكيب تاون وملبورن، حالات انخفاض في توافر المياه العذبة بنسبة تتراوح بين 30 و49 في المائة، في حين قد تشهد سانتياغو انخفاضاً يتجاوز 50 في المائة (C40 Cities, 2018).

من المحتمل أن تكون الآثار والعواقب المجتمعية وخيمة. فندرة المياه، التي يزيد من تفاقمها تغير المناخ، قد تكلف بعض المناطق ما يصل إلى 6 في المائة من ناتجها المحلي الإجمالي، بينما تحفز على الهجرة وتثير النزاعات (FAO/ World Bank Group, 2018).

وقد اتسع نطاق المعرفة بالآثار التي يحدثها تغير المناخ على الزراعة من خلال المياه اتّساعاً كبيراً على مدى السنوات العشرين الماضية. وتبين النتائج المتقاربة التي تم التوصل إليها أن تغيُّر المناخ سيغير بشكل أساسي الأنماط العالمية للإنتاج الغذائي بوصفه دالة على توافر المياه. ومن المتوقع أن تكون الآثار على إنتاجية المحاصيل سلبية في مناطق خطوط العرض المنخفضة والمناطق المدارية، غير أنها ستكون إيجابية إلى حد ما في مناطق خطوط العرض العليا (FAO, 2015a). فبحلول عام 2040، ستتوافر معدلات أفضل لهطول الأمطار بالنسبة للقمح وفول الصويا والأرز والذرة، حتى لو تحققت أهداف اتفاق باريس المتعلقة بالانبعاثات. وتبيّن الإسقاطات أن أجزاء من أفريقيا والأمريكتين وأستراليا وأوروبا ستكون أكثر جفافاً، في حين أن المناطق المدارية والشمالية ستكون أكثر رطوبة (الشكلان 10 و11) (Rojas et al., 2019). وبالنظر إلى أن المياه تخفف من حدَّة الكثير من آثار تغير المناخ على الزراعة، فإن زيادة ندرة المياه في العديد من مناطق العالم تشكل تحدياً رئيسياً لإجراءات التكيف مع المناخ.

نوعية المياه

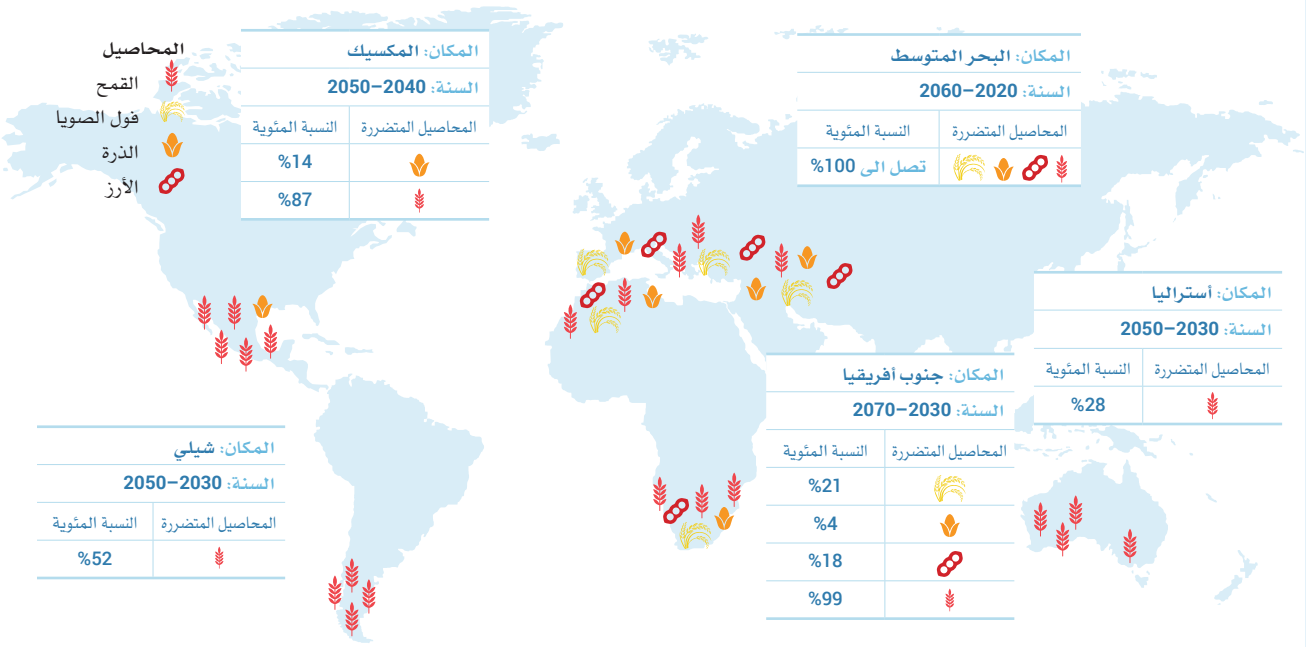
يتزايد تلوُّث موارد المياه العذبة في العالم بالنفايات العضوية، ومسببات الأمراض، والأسمدة ومبيدات الآفات، والمعادن الثقيلة، والملوثات البازغة. ويتزايد تلوث المياه بالمواد العضوية بسبب زيادة تصريف مياه الصرف الصحي البلدية والصناعية، وتكثيف الزراعة (بما في ذلك تربية الماشية) وانخفاض قدرة الأنهار على التخفيف من حدة التلوُّث نتيجة لتناقص الجريان السطحي ولعمليات استخراج المياه (Zandaryaa and Mateo-Sagasta, 2018). والإتخام بالمغذيات ظاهرة واسعة الانتشار على الصعيد العالمي بسبب إطلاق مواد الإتخام بالمغذيات البشرية الصنع في المياه السطحية نتيجة لعدم فعالية إدارة مياه الصرف الصحي والجريان السطحي الزراعي. ويمثل التلوث الناجم عن مسببات الأمراض أكثر المشاكل المتعلقة بنوعية المياه انتشاراً في البلدان النامية بسبب الافتقار إلى أمان المياه والمرافق الصحية (WHO/UNICEF, 2017). وتمثل الملوثات البازغة تحدياً عالمياً جديداً لنوعية المياه في البلدان المتقدمة النمو والبلدان النامية على السواء، ويحتمل أن تشكل تهديدات خطيرة لصحة الإنسان والنظم الإيكولوجية.

وتتزايد حالات انتشار الطحالب الضارة المتأثرة بالمناخ بسبب ارتفاع درجات حرارة المياه الناجم عن الاحترار العالمي. وكثير من البحيرات ومصبات الأنهار التي توفر مياه الشرب لملايين الناس وتدعم خدمات النظم الإيكولوجية في جميع أنحاء العالم تتكاثر فيها بالفعل بكتريا زرقاء سامة، تُحدث تغييراً في الشبكة الغذائية، وتتسبب في نقص الأكسجين. فعلى سبيل المثال، يعاني أكثر من 60 في المائة من البحيرات في الصين من الإتخام بالمغذيات وانتشار الطحالب الضارة (Shao et al., 2014). ويؤثر تغير المناخ تأثيراً شديداً في قدرتنا على التحكم في عمليات تكاثر الطحالب الضارة المذكورة، أو يجعل ذلك التحكم شبه مستحيل (Havens and Paerl, 2015).

زاد استخدام المياه على النطاق العالمي بمقدار ستة أضعاف خلال المائة عام الماضية

وتتأثر المياه العذبة والأراضي الرطبة الساحلية بالفعل تأثراً سلبياً بالآثار البشرية، مثل تغير نظم التدفق وتدهور نوعية المياه. ومن المحتمل أن يزيد تغير المناخ من إجهاد الأراضي الرطبة والنظم الإيكولوجية المائية في العالم مع ما يترتب على ذلك من آثار سلبية على مصائد الأسماك وتربية الأحياء المائية (Poff et al., 2002). وهذه التغيرات في نوعية المياه لا تؤثر على الرفاه الاقتصادي والاجتماعي فحسب، بل تؤثر أيضاً على استدامة التدفقات البيئية الحيوية والنظم الإيكولوجية والتنوع البيولوجي (WWAP, 2017).

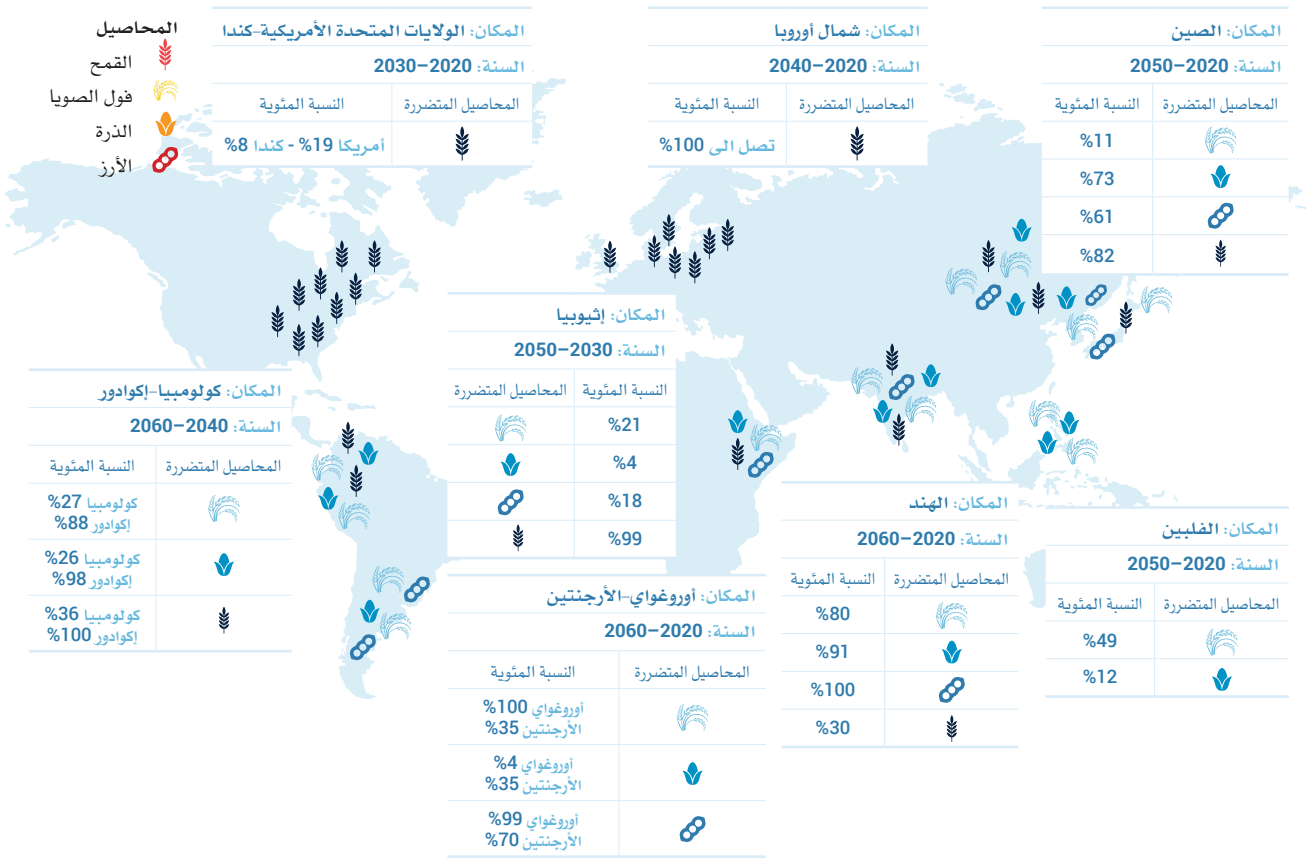
الشكل 10 المحاصيل الرئيسية التي تواجه ظروفاً أكثر جفافاً



ملاحظة: تُظهر هذه الخريطة بعض البلدان التي ستكون فيها أجزاء من الأراضي المخصصة للمحاصيل الرئيسية – القمح وفول الصويا والأرز والذرة – تحت ظروف أكثر جفافاً بشكل دائم بسبب تغير المناخ (Rojas et al., 2019). فعلى سبيل المثال، بين عامي 2020 و2060، ستتلقى نسبة 28 في المائة من الأراضي المخصصة حالياً لزراعة القمح في أستراليا أمطاراً أقل في ظل الاتجاهات الحالية لانبعاثات غازات الدفيئة.

المصدر: مقتبس، بتصرف من ©2019 Anaconas (2019). المركز الدولي للزراعة المدارية (CIAT)/بواسطة L. Anaconas. بموجب الترخيص CC BY-SA 4.0.

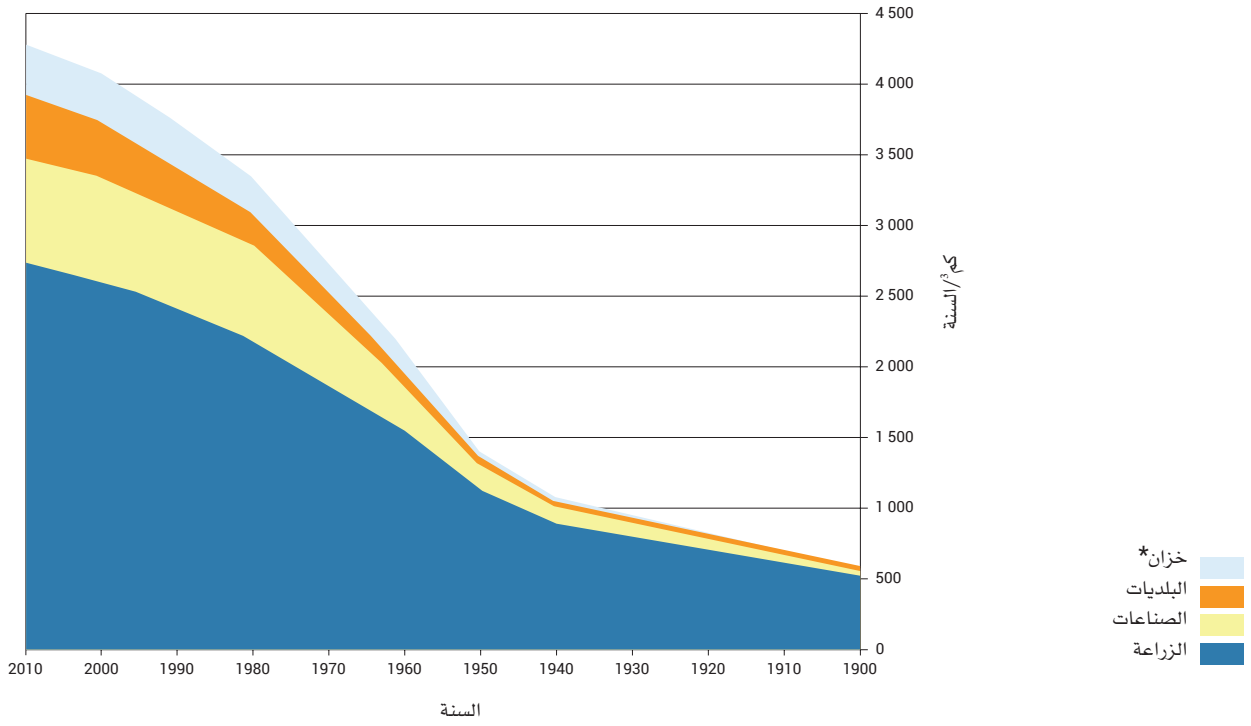
الشكل 11 المحاصيل الرئيسية التي تواجه ظروفاً أكثر رطوبة



ملاحظة: تُظهر هذه الخريطة بعض البلدان التي ستكون فيها أجزاء من الأراضي المخصصة للمحاصيل الرئيسية – القمح وفول الصويا والأرز والذرة – تحت ظروف أكثر رطوبة بشكل دائم بسبب تغير المناخ (Rojas et al. 2019). فعلى سبيل المثال، بين عامي 2020 و2060، ستتلقى نسبة 82 في المائة من الأراضي المخصصة حالياً لزراعة القمح في الصين مزيداً من الأمطار في ظل الاتجاهات الحالية لانبعاثات غازات الدفيئة.

المصدر: مقتبس، بتصرف من ©2019 Anaconas (2019). المركز الدولي للزراعة المدارية (CIAT)/بواسطة L. Anaconas. بموجب الترخيص CC BY-SA 4.0.

الشكل 12 عمليات سحب المياه على الصعيد العالمي طوال القرن الماضي



ملاحظة: *التبخر من البحيرات الاصطناعية.

المصدر: AQUASTAT (2010).

الطلب على المياه

زاد استخدام المياه على النطاق العالمي بمقدار ستة أضعاف خلال المائة عام الماضية (الشكل 12) وما زال ينمو بشكل منتظم بمعدل يبلغ زهاء 1 في المائة سنوياً (AQUASTAT, n.d.)، بفعل تزايد عدد السكان والتنمية الاقتصادية وتغير أنماط الاستهلاك. وفي عام 2012، توقعت منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي أن يزيد الطلب على المياه بنسبة 55 في المائة على الصعيد العالمي بين عامي 2000 و2050، وذلك أساساً نتيجة الطلب المتزايد عليها من الصناعة التحويلية (400+ في المائة)، وتوليد الطاقة الحرارية (140+ في المائة). والاستخدام المنزلي (130+ في المائة) (OECD, 2012). وخلصت دراسة مختلفة إلى أن العالم قد يواجه عجزاً عالمياً في المياه بنسبة 40 في المائة بحلول عام 2030 في إطار سيناريو بقاء الأمور على حالها (WRG, 2009 2030).

وفي مواجهة هذه المطالب المتنافسة، لن يكون هناك مجال كبير لزيادة كمية المياه المستخدمة في الري، التي تمثل حالياً 69 في المائة من جميع عمليات سحب المياه العذبة (AQUASTAT, n.d.). وفي حين تتوقع منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي حدوث انخفاض عام في عمليات سحب المياه العالمية في المستقبل لأغراض الري، رأت منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة أنه ستطرأ زيادة تقديرها 5.5 في المائة في كميات سحب مياه الري في الفترة من عام 2008 إلى عام 2050 (FAO, 2011a). وتُبرز الاختلافات في هذه الإسقاطات الصعوبة في تحديد النمو المتوقع في الطلب على المياه على الصعيد العالمي. ولكن "بغض النظر عن حجم العجز في المياه مستقبلاً على الصعيد العالمي، وأهم من ذلك حجم العجز على الصعيد المحلي، فمن المحتمل أن تحد ندرة المياه من فرص النمو الاقتصادي وإيجاد فرص عمل لائقة في العقود المقبلة." (WWAP, 2016, p. 23).

وسيزيد الاحترار العالمي من تفاقم هذا الاتجاه، حيث يميل الطلب على المياه إلى الازدياد مع ارتفاع درجة الحرارة (Gato et al., 2007). وسيفرض ذلك ضغطاً كبيراً على سلطات المياه للحفاظ على التوازن بين الطلب على المياه والمعروض منها. ولذلك، فإن تقييم آثار تغير المناخ على الطلب على المياه أمر بالغ الأهمية لضمان تلبية ذلك الطلب في ظل الظروف المناخية المتغيرة. وتشكل درجة الحرارة ومستوى هطول الأمطار المتغيرين المناخيين الأكثر شيوعاً في نمذجة الطلب على المياه (Haque et al., 2015).

وستقترن الآثار المشتركة لتزايد السكان، وارتفاع الدخول، وتغير أنماط الاستهلاك، وتوسُّع المدن بزيادة كبيرة في الطلب على المياه، إلى جانب انتظام إمدادات المياه وانعدام اليقين بشأنها. وقد يؤدي ذلك إلى إجهاد مائي في مناطق تزخر حالياً بموارد المياه، مثل وسط أفريقيا وشرق آسيا (World Bank, 2016a).

الكوارث والظواهر القصوى المتصلة بالمياه

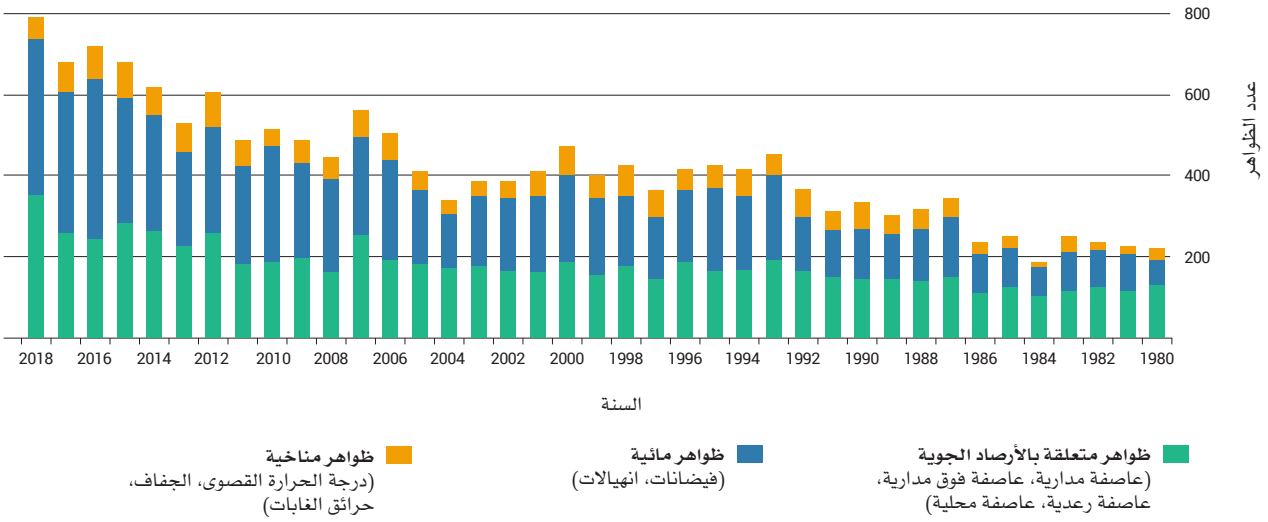
من المتوقع أن تؤدي التغيرات في أنماط هطول الأمطار في ظل ظروف تغير المناخ إلى زيادة شدة حالات الفيضانات والجفاف وتواترها في كثير من المناطق (Hirabayashi et al., 2013; Asadieh and Krakauer, 2017). وقد تؤدي هذه التغييرات أيضاً إلى آثار ثانوية. فعلى سبيل المثال، ستؤدي أيضاً تلك التغيرات، جنباً إلى جنب مع التغيرات في الغطاء النباتي، إلى زعزعة استقرار المنحدرات وبالتالي إلى زيادة احتمالات حدوث فيضانات وانهيارات أرضية مفاجئة (Gariano and Guzzetti, 2016).

وقد ازداد معدل حدوث الفيضانات العالمية وهطول الأمطار الغزيرة بأكثر من 50 في المائة خلال هذا العقد، وهي تحدث الآن بمعدل أعلى بأربع مرات مما كانت عليه في عام 1980. وازدادت الظواهر المناخية القصوى الأخرى مثل العواصف وحالات الجفاف وموجات الحر الشديد بأكثر من الثلث خلال هذا العقد، ويسجَّل حدوثها بتواتر يبلغ ضعف ما كان عليه الحال في عام 1980 (EASAC, 2018). ويبيّن الشكل 13 الاتجاهات المتزايدة في الكوارث المرتبطة بالفيضانات على الصعيد العالمي، فضلاً عن الظواهر المتعلقة بالأرصاد الجوية والظواهر المناخية.

وخلال السنوات العشرين الماضية، تسببت الكارثتان الرئيسيتان المتعلقتان بالمياه – الفيضانات والجفاف – في وفاة أكثر من 166000 شخص، وأثَّرتا في ثلاثة بلايين شخص آخر، وتسببتا في أضرار اقتصادية إجمالية بلغت حوالي 700 بليون دولار أمريكي (EM-DAT, 2019). وشكلت حالات الجفاف 5 في المائة من الكوارث الطبيعية، فتأثَّر من جرائها 1.1 بليون شخص، وأسفرت عن قتل 22000 آخرين، وتسببت في أضرار قيمتها 100 بليون دولار أمريكي على مدى فترة العشرين عاماً (1995-2015). وخلال عقد واحد من الزمن، ارتفع عدد الفيضانات من متوسط سنوي قدره 127 فيضاناً في عام 1995 إلى 171 فيضاناً في عام 2004 (CRED/UNISDR, 2015).

وقد تحسنت ظروف الجفاف على نطاق عالمي بشكل مؤقت في أوائل عام 2017 مقارنة بالسنوات الأخيرة. وبلغت مساحة المناطق الجافة على مستوى العالم أعلى مستوى لها منذ عدة سنوات بدءاً من أواخر عام 2015 وظل ذلك المستوى مرتفعاً طوال عام 2016، لكنه انخفض بسرعة في أوائل عام 2017.

الشكل 13 الكوارث الطبيعية العالمية المرتبطة بالطقس حسب نوع الخطر، 1980-2018



ملاحظة: تسببت الأحداث المسجلة في حالة وفاة واحدة على الأقل و/أو أسفرت عن خسائر معيارية تبلغ أو تتجاوز100 ألف أو 300 ألف أو مليون أو 3 ملايين دولار أمريكي (حسب مجموعة دخل البلد المتضرر المحددة من البنك الدولي).

المصدر: MunichRe, NatCatSERVICE (2019).

النظم الإيكولوجية ذات الصلة بالمياه

تندرج النظم الإيكولوجية ذات الصلة بالمياه، مثل البحيرات والأنهار والأراضي الرطبة المغطاة بالنباتات، ضمن أكثر البيئات في العالم تنوعاً من الوجهة البيولوجية، وهي توفر فوائد وخدمات متعددة للمجتمع، مما يجعلها ضرورية لبلوغ عدد من أهداف التنمية المستدامة (WWAP/UN-Water, 2018). فعلى الرغم من أنها لا تمثل سوى 0.01 في المائة من المياه في العالم وتغطي ما يقرب من 0.8 في المائة من سطح الأرض، فإنها توفر موئلاً لما يقرب من 10 في المائة من الأنواع المعروفة في العالم. وفي البيئات القاحلة، تستضيف الينابيع أكثر من نصف الأنواع (UN Environment/UN-Water, 2018). وبالإضافة إلى ذلك، فإن للنظم الإيكولوجية المرتبطة بالمياه قيمة اقتصادية وثقافية وجمالية وترفيهية وتعليمية كبيرة. وهي تساعد في الحفاظ على الدورات الهيدرولوجية والكربونية والدورات المتعلقة بالمغذيات على الصعيد العالمي. وهي تدعم الأمن المائي، وتوفر المياه العذبة الطبيعية، وتنظم التدفقات والظروف القصوى، وتنقّي المياه، وتجدد طبقات المياه الجوفية. وتعتمد الخدمات الأخرى أيضاً على هذه النظم الإيكولوجية، التي توفر المياه لأغراض الشرب والزراعة والعمل وتوليد الطاقة والملاحة والترفيه والسياحة. وعلاوة على ذلك، فإن خدمات المياه تتجاوز توفير إمدادات المياه للبشر: فالمياه تدعم أيضا النباتات والحيوانات، التي تقدم هي نفسها الخدمات التالية للبشر: التنوع البيولوجي، والغذاء، والطاقة، والسياحة، والهياكل الأساسية الخضراء، وما إلى ذلك.

وكثير من هذه النظم الإيكولوجية، ولا سيما الغابات والأراضي الرطبة، معرض للخطر، ومعه خدمات النظم الإيكولوجية ذات الصلة بالمياه. وتهدد التغيرات في تدفقات المياه خلال النظم النهرية و/أو الناجمة عن العواصف الساحلية بتدمير الكثير من الأراضي الرطبة، مما قد يؤدي إلى فقدان خدمات الترشيح وسعة الدرء وعزل الكربون التي توفرها هذه الأراضي حالياً. وكذلك تفرض الأنشطة البشرية (من قبيل بناء السدود وزراعة الأراضي الرطبة والغابات) ضغطاً كبيراً على النظم الإيكولوجية (Blumenfeld et al., 2009). وستزيد الظروف الحارة والجافة من خطر الحرائق الهائلة في جميع أنواع الغابات، بينما قد تؤدي مواسم النمو الأكثر دفئاً وطولاً في الغابات الجبلية إلى زيادة ضخمة في أعداد الآفات.

وتمثل الأراضي الرطبة أيضاً مجمَّعات ضخمة للكربون. فأراضي الخث وحدها تختزن ضعف كمية الكربون التي تختزنها غابات الأرض. وتعمل الأراضي الرطبة السليمة كبالوعات للكربون، أما الأراضي الرطبة المتدهورة فهي مصادر كبيرة لانبعاث غازات الدفيئة. وقد انخفضت مساحة الأراضي الرطبة انخفاضاً حاداً (35 في المائة) بين عامي 1970 و2015 (Crump, 2017).

والحالة الراهنة للنظم الإيكولوجية المرتبطة بالمياه في العالم، التي أصاب معظمها التدهور والتلوث بالفعل، تبعث على الجزع. فالتقديرات تشير إلى أن العالم، على مدى السنوات المائة الماضية، قد فقد نصف أراضيه الرطبة الطبيعية، ومعها عدد كبير من الأنواع التي تعيش في المياه العذبة (UN Environment/UN-Water, 2018).

ويعيش حوالي واحد من كل عشرة أنواع معروفة من النباتات والثدييات والأسماك والزواحف والحشرات والرخويات، أي ما يتجاوز عدده 126 000 نوع، داخل النظم الإيكولوجية للمياه العذبة، على الرغم من أن هذه النظم تغطي أقل من 1 في المائة من سطح الأرض. ويشهد حوالي 880 من هذه الأنواع انخفاضاً بنسبة 83 في المائة، وفقاً لمؤشر الكوكب للحياة في المياه العذبة. وتتمثل المناطق الأكثر عرضة للخطر في المنطقة المدارية الجديدة (-94 في المائة)، ومنطقة المحيط الهندي والمحيط الهادئ (-82 في المائة)، والمنطقة الأفريقية المدارية (-75 في المائة)، وأكثر الأنواع عرضة للخطر فيها هي الزواحف والبرمائيات والأسماك (WWF, 2018). وفي القرن العشرين، شهدت أسماك المياه العذبة أعلى معدل انقراض بين الفقاريات على نطاق العالم.

ومن شأن زيادة درجة حرارة المياه أيضاً أن تغير التوازنات البيولوجية الجيوكيميائية في النظم الإيكولوجية للمياه العذبة، مما قد يؤدي إلى تدهور نوعية المياه، وذلك لأسباب منها مثلاً تكاثر الطحالب بشكل أكثر تواتراً، ونمو مسببات الأمراض بشكل أسرع (Chapra, et al., 2017).

الهياكل الأساسية المتعلقة بالمياه

تتباين الإسقاطات بالنسبة للاحتياجات من الاستثمار في مجال الأمن المائي، ولكنها تشير جميعها إلى أن حجم الاستثمار يجب أن يزيد زيادة كبيرة (انظر الفصل 12). وتتراوح التقديرات العالمية بين 6.7 تريليون دولار أمريكي بحلول عام 2030 و22.6 تريليون دولار أمريكي بحلول عام 2050 (WWC/OECD, 2015). ولتحقيق العنصر المتعلق بتوفير المياه وخدمات الصرف الصحي والنظافة الصحية للجميع الوارد ضمن الهدف السادس من أهداف التنمية المستدامة بحلول عام 2030، تشير التقديرات إلى ضرورة أن يبلغ الاستثمار الرأسمالي ثلاثة أضعافه (ليصل إلى 1.7 تريليون دولار أمريكي)، وستزداد تكاليف التشغيل والصيانة بما يتناسب مع ذلك (Hutton and Varughese,

2016). وتتوقع منظمة الأغذية والزراعة أن يحتاج الأمر إلى ما يقدر بنحو 960 بليون دولار أمريكي من الاستثمارات الرأسمالية للتوسع في الري وتحسينه حتى عام 2050 في 93 بلداً نامياً، مقارنة بمستويات الاستثمار في الفترة 2005-2007 (Koohafkan, 2011).

وهناك حاجة إلى استثمارات لا في الهياكل الأساسية الجديدة فحسب، وإنما أيضاً في صيانة المخزون الحالي وعملياته، من أجل تحسين كفاءتها والحد من خسائر المياه. ويتسبب تغير المناخ في مخاطر إضافية للهياكل الأساسية المرتبطة بالمياه، مما يتطلب تركيزاً متزايداً باستمرار على اتخاذ تدابير للتكيّف.

يتسبب تغير المناخ في مخاطر إضافية للهياكل الأساسية المرتبطة بالمياه، مما يتطلب تركيزاً متزايداً باستمرار على اتخاذ تدابير للتكيّف

وسيتعين توجيه الاستثمار نحو إنشاء الهياكل الأساسية الملائمة للمياه في البلدان النامية، كما يتعين أن يستهدف تحسين الهياكل الأساسية القائمة في الاقتصادات المتقدمة. فالكثير من البلدان المتقدمة النمو يعتمد على هياكل أساسية قديمة، مصممة ومبنية على افتراض أن السلاسل الزمنية الهيدرولوجية ثابتة، ويقترب العديد من شبكات المياه من نهاية عمره التصميمي. ففي المملكة المتحدة، على سبيل المثال، يزيد عمر 75 في المائة من شبكات المياه في الحضر عن 100 عام (Water UK, 2011).

المناطق السريعة التأثر بالمخاطر – الدول الجزرية الصغيرة النامية، والمناطق شبه القاحلة، والمناطق الساحلية الخلفية، والمناطق الجبلية

الدول الجزرية الصغيرة النامية

عادةً ما تتصف الدول الجزرية الصغيرة النامية بأنها معرضة بيئياً واجتماعياً واقتصادياً لخطر الكوارث وتغير المناخ. وكثيراً ما تكون مواردها أيضاً محدودة فيما يتعلق بخدمات توفير المياه العذبة. ويتزايد عدد الكوارث في الدول الجزرية الصغيرة النامية بمعدل أعلى من المتوسط العالمي، ومن المحتمل أن يزداد تواتر الكوارث وشدتها بسبب تغير المناخ (Gheuens et al., 2019). وستؤثر هذه العوامل مجتمعة على الدول الجزرية الصغيرة النامية على الصعيد المجتمعي وعلى المستويات البيئية، مما يقلل من قدرتها على التكيف ومواردها وقدرتها على الصمود. ويمثل ارتفاع مستوى سطح البحر شاغلاً رئيسياً لكثير من الجزر المنخفضة: فالتفاعل بين مياه البحر والمياه العذبة سينتقل إلى الداخل ويقلل من كميات المياه الجوفية المتاحة (UNESCO-IHP/UNEP, 2016). وبسبب الطلب المتزايد (مثل النمو السكاني والسياحة) وتناقص العرض (مثل التلوث والتغيرات في أنماط هطول الأمطار)، أصبحت موارد المياه العذبة محدودة بصورة متزايدة، وكثيراً ما تتعرض للآثار الجانبية التي تحدثها الاستخدامات المتنافسة والمتعارضة. وتؤثر النظم الإيكولوجية المعرضة للخطر والموارد الاقتصادية المحدودة كذلك على قدرات المجتمعات المحلية على التكيف في الدول الجزرية الصغيرة النامية (Gheuens et al., 2019).

وتتوقع الدراسات أن تستمر ندرة المياه في الزيادة في المستقبل، بحيث يعيش حوالي 52 في المائة من سكان العالم في المناطق التي تعاني من الإجهاد المائي بحلول عام 2050 (Kölbel et al., 2018). وسوف تتضرَّر البلدان الجزرية الصغيرة والنامية بصفة خاصة من هذا الاتجاه بسبب أوجه ضعفها وندرة موارد المياه العذبة لديها بالفعل. وستشهد معظم الدول الجزرية الصغيرة النامية انخفاضاً في إمدادات المياه العذبة نتيجة لانخفاض هطول الأمطار وزيادة الطلب على المياه، نتيجة النمو السكاني والسياحة. فقد واجهت توفالو بالفعل، على سبيل المثال، مشاكل في إمدادات المياه في عام 2011 حين انعدم فيها هطول الأمطار لمدة ستة أشهر، وظل 1 500 من سكانها البالغ عددهم 11 000 نسمة دون سبيل للحصول على المياه العذبة (Gheuens et al., 2019).

المناطق شبه القاحلة

تزيد آثار تغير المناخ من التحديات الصعبة أصلاً التي تكتنف إدارة المياه في المناطق القاحلة وشبه القاحلة (الأراضي الجافة) (WWC, 2009). والأراضي الجافة هي نظم إيكولوجية، مثل المراعي والأراضي العشبية والأحراج، تتسم بارتفاع تقلبية هطول الأمطار من حيث الزمان والمكان. وهي تُعرّف عادة بأنها المناطق التي يتجاوز فيها القدر السنوي المحتمل للبخر والنتح القدر السنوي لهطول الأمطار؛ أي أن نسبة الهطول السنوي إلى البخر والنتح تقلُّ عن 0.65 (Huang et al., 2017).

وقد بيَّن هوانغ وآخرون Huang et al. (2017) أن تغير المناخ هو المساهم الرئيسي في الاتجاه الطويل الأجل لمؤشر الجفاف. فتزايد الجفاف، وزيادة الاحترار، والنمو السكاني السريع أمور سوف تؤدي إلى تفاقم خطر تدهور الأراضي والتصحر في المستقبل القريب، وستشهد البلدان النامية ما تصل نسبته إلى 80 في المائة من هذا التزايد.

وقد أصاب بالفعل شكل من أشكال تدهور الأراضي ما بين 20 و35 في المائة من الأراضي الجافة، ومن المتوقع أن تزداد هذه النسبة بشكل كبير في إطار السيناريوهات المختلفة للانبعاثات (IUCN, 2018). ويؤدي تدهور الأراضي إلى إضعاف الأمن المائي من خلال الحد من موثوقية تدفقات المياه وكميتها ونوعيتها (IPBES, 2018).

وتتوقع النماذج المناخية انخفاض هطول الأمطار في المناطق الجافة بالفعل، مثل شمال أفريقيا. وفي جنوب آسيا، سيؤثر ذوبان الثلوج في وقت مبكر وفقدان الحواجز الجليدية في جبال هندو كوش – جبال الهيمالايا على إمدادات المياه الموسمية لنسبة كبيرة من سكان شبه القارة، وسيغيران من تواتر الظواهر القصوى ودرجة شدتها (WWC, 2009).

ويوصي المنبر الحكومي الدولي للعلوم والسياسات المعني بالتنوع البيولوجي وخدمات النظم الإيكولوجية باتخاذ إجراءات في الوقت المناسب لتجنب تدهور الأراضي والحد منه وعكس اتجاهه بهدف زيادة الأمن الغذائي والمائي. ويلاحظ المنبر أيضاً أنه على الرغم من أن النظم المكثفة لإدارة الأراضي قد زادت كثيراً من غلة المحاصيل والماشية في مناطق كثيرة من العالم، فإنها يمكن أن تؤدي، عند إدارتها على نحو غير ملائم، إلى ارتفاع مستويات تدهور الأراضي، بما في ذلك تحات التربة، وفقدان الخصوبة، والإفراط في استخراج المياه الجوفية والسطحية، والملوحة، والإتخام بالمغذيات في النظم المائية (IPBES, 2018).

المناطق الساحلية الخلفية

المناطق الساحلية معرضة للخطر من ارتفاع مستويات سطح البحر والفيضانات وعرام العواصف وشدة الرياح. ويعيش أكثر من 600 مليون شخص (حوالي 10 في المائة من سكان العالم) في مناطق ساحلية يقل ارتفاعها عن عشرة أمتار فوق مستوى سطح البحر (McGranahan, et al., 2007)، وأخذت هذه المناطق في اكتساب طابع حضري متزايد. وخلال هذا القرن، ستهدد الفيضانات الناجمة عن ارتفاع مستوى سطح البحر وعرام العواصف قدرة بعض الجزر على البقاء، فضلاً عن بعض مناطق دلتا الأنهار الرئيسية، مثل دلتا النيل ونهر الميكونغ (WWC, 2009). وبالإضافة إلى الآثار المباشرة، سيكون لذلك أيضاً آثار شديدة على إمدادات المياه والهياكل الأساسية للصرف الصحي.

المناطق الجبلية

ثمة أدلة متزايدة على ارتفاع درجات الحرارة في المناطق الجبلية المرتفعة بشكل أسرع من المناطق المنخفضة (Pepin et al., 2015). وهذا التسارع في الاحترار المعزز بالارتفاع يجعل المناطق الجبلية عرضة بشكل استثنائي لتغير المناخ. ويتضح ذلك أكثر ما يتضح في التأثير الواقع على الأنهار الجليدية الجبلية والقمم الثلجية للجبال، التي تظهر اتجاهاً تنازلياً في كل مكان من العالم تقريباً (الشكل 14) (Huss et al., 2017)، مما يؤثر على الموارد المائية لسكان المناطق السفلية (Immerzeel et al., 2019). وعلى الرغم من أن الطريقة التي تساهم بها مياه الذوبان في توافر المياه أسفل المجرى معقدة (Buytaert et al., 2017)، فإن المياه الجليدية والناجمة عن ذوبان الثلوج تزيد من أمن المياه في أجزاء كثيرة من العالم. وتشكل مياه الذوبان الجليدي عازلاً هاماً بصفة خاصة ضد الجفاف في القواعد الجبلية القاحلة وشبه القاحلة مثل أحواض أعالي أنهار الإندوس والآرال والتشو/إيسيك–كول (Pritchard, 2019). ومن المتوقع أن تستمر الاتجاهات الحالية للتغيرات المرتبطة بالغلاف الجليدي في النظم الإيكولوجية للجبال العالية وأن تزداد آثارها حدَّة. وسيستمر حجم الجريان السطحي للأنهار ومواسمه في أحواض الأنهار التي تغلب عليها الثلوج وتستمد مياهها من الأنهار الجليدية في التغيُّر نتيجة للانخفاض المتوقَّع في الغطاء الثلجي والأنهار الجليدية، ويُحتمل أن تكون لذلك آثار سلبية على الزراعة والطاقة الكهرمائية ونوعية المياه (IPCC, 2019a).

وفي الوقت نفسه، تتجاوز آثار تغير المناخ في المناطق الجبلية تسارع ذوبان الأنهار الجليدية وتقلص القمم الثلجية، ولكنها ستؤدي أيضاً إلى تغيرات في الغطاء النباتي والتربة والعمليات الهيدرولوجية غير المرتبطة بالأنهار الجليدية (Tovar et al., 2013). وتؤثر هذه التغييرات على مجموعة كبيرة من خدمات النظم الإيكولوجية، بما في ذلك توافر المياه، ولكنها كذلك تؤثر على التنوع البيولوجي وخصوبة التربة وعزل الكربون (Buytaert et al., 2011).

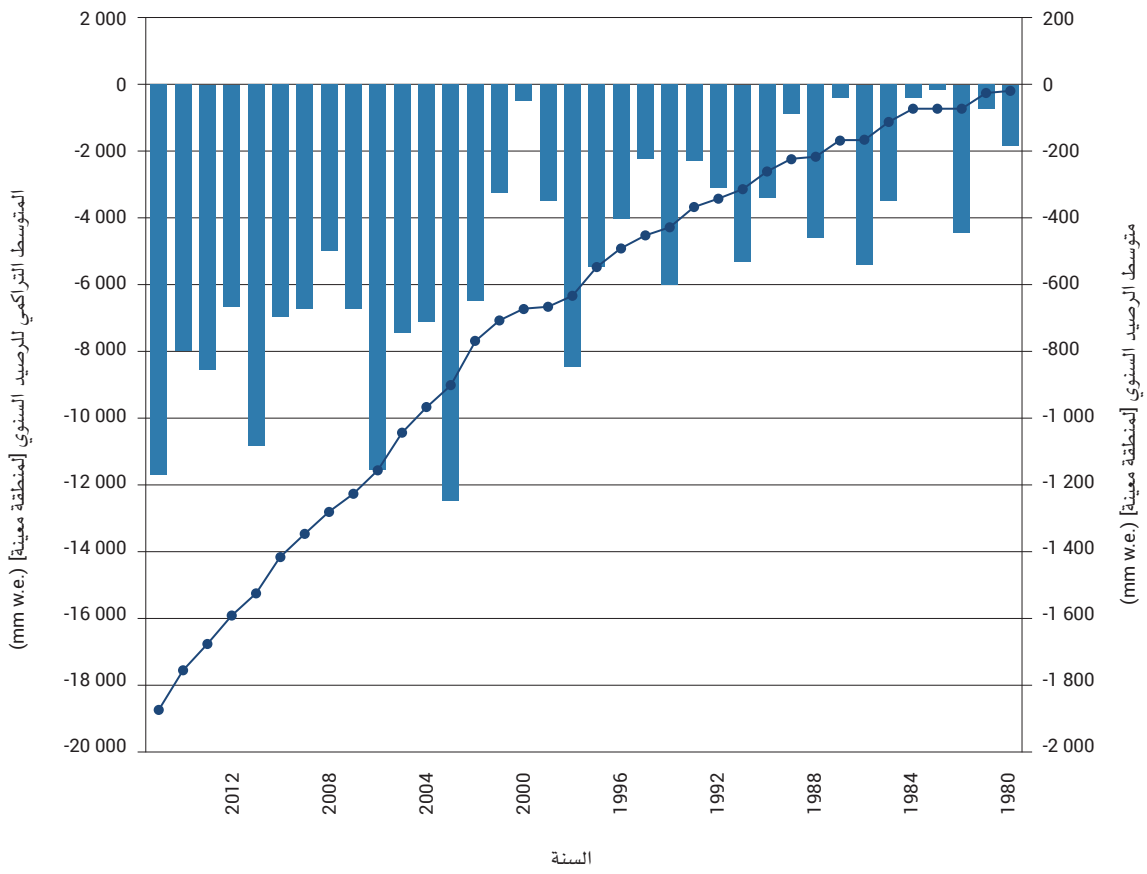
القيود والتحديات

وفقاً لما حددته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC (2014a; 2018a)، لا تزال هناك مجموعة واسعة من القيود ينبغي التعامل معها قبل أن تُفهم الآثار المحتملة لتغير المناخ على الموارد المائية فهماً كاملاً. فمع أنه لا يوجد خلاف تقريباً بشأن ارتفاع درجات الحرارة، الذي تمت محاكاته باستخدام عدة نماذج للدوران العام وفقاً لشروط سيناريوهات محددة، فإن الاتجاهات المتوقعة لهطول الأمطار يعتريها قدر أكبر من التباين وعدم اليقين (IPCC, 2014a). ويتمثل أكبر القيود في هذا الصدد على الإطلاق في عدم اليقين الذي يحيط بإسقاط التغيرات المناخية المتوقعة في التفاعلات المعقدة بين الغلاف الجوي واليابسة والمحيطات، وبالتالي في الموارد المائية.

غير أن الأدلة، كما هو موضح أعلاه، قد بدأت في الظهور على الصعيد العالمي على أن المناخ يتغير بما يتجاوز التقلبات الطبيعية وأن ذلك يؤثر على توافر الموارد المائية وتوزيعها الزمني والمكاني. وتشير إحدى الدراسات التي أجراها هاترمان وآخرون (2018) إلى أن الزيادات الصغيرة في درجة الحرارة العالمية يمكن أن يكون لها آثار ذات دلالة إحصائية على تصريف الأنهار، ولكن هذا الأثر كثيراً ما يخفيه عدم اليقين في اتجاهات هطول الأمطار التي تتوقعها نماذج الدوران العام. فمن المتوقع عموماً أن تكثف الزيادات في درجات الحرارة الدورة الهيدرولوجية (Kundzewicz and Schellnhuber, 2004)، ولكن التأثيرات التفاعلية مع متغيرات مناخية مختلفة، من قبيل البخر والنتح، هي تأثيرات غير خطية.

وكثيراً ما تخفي حالات عدم اليقين الكبيرة المتصلة بنماذج المناخ الآثار القوية الواقعة على الموارد المائية والظواهر القصوى، ولا سيما في المناطق الانتقالية بين المناطق التي تتزايد والتي تتناقص فيها الأمطار السنوية.

الشكل 14 تطور التوازن الكتلي فيما يخص 41 نهراً جليدياً مرجعياً ترصدها الدائرة العالمية لمراقبة الكتل الجليدية



ملاحظة: يعبَّر عن التوازن الكتلي بالمليمترات من مكافئ المياه. وتشير الأعمدة إلى المتوسط السنوي لتوازن الكتلة الجليدية، ويشير الخط إلى التوازن السنوي التراكمي.

المصدر: *Pelto (2016, fig. 2.13, p. S23)*.

وكثيراً ما تكون اتجاهات الظواهر القصوى (هطول الأمطار الغزيرة والحرارة والجفاف الممتد لفترات طويلة) أوضح من الاتجاهات الخاصة بمجموع كميات الهطول السنوية. وتضيف النمذجة الهيدرولوجية طبقة أخرى من عدم اليقين. ويمكن أن يؤدي استخدام النماذج الإقليمية التي تراعي الخصائص الخاصة بمستجمعات المياه إلى تقليل أوجه عدم اليقين في النموذج الهيدرولوجي (GIZ/adelphi/PIK, forthcoming).

وعلى الرغم من أن الاتجاهات الحالية والتاريخية أخذت تكتسي مزيداً من الوضوح والدلالة الإحصائية، فما زال من الصعب وضع تنبؤات دقيقة للمستقبل. وقد لجأ عدد من الدراسات (مثلاً، Görgen et al. (2010) بشأن حوض نهر الراين، و(2009) .Elshamy et al بشأن حوض نهر النيل)، إلى تقليص نطاق سيناريوهات تغير المناخ والنمذجة الهيدرولوجية من أجل التنبؤ بالآثار المحتملة لتغير المناخ على تدفقات الأنهار. وفي بعض الحالات، تصل التخفيضات المتوقعة في التصريفات الصيفية إلى 25 في المائة، في حين أن التصريفات الشتوية قد تزيد بنسبة تصل إلى 15 في المائة. غير أن كلتا الدراستين تبرزان التحديات والقيود التي تواجه هذه النهوج التي تأخذ بالتقليص. ومع أن التقليص ينتج معلومات مناخية بمقاييس أدق من الإسقاطات الأولية، فإن هذه العملية تنطوي على معلومات وبيانات وافتراضات إضافية، مما يؤدي إلى مزيد من عدم اليقين والقيود في النتائج (USAID, 2014).

وبالرغم من التطور السريع في أساليب تحديد مساهمة تغير المناخ كمياً في ظواهر جوية متطرفة معينة (الفيضانات والجفاف) أو ظواهر أخرى، فلا يوجد حتى الآن توافق في الآراء بشأن النهج الأمثل. فإسناد الظواهر إلى أسبابها يعتمد بشكل أساسي على نماذج المناخ العالمي التي يمكن أن تغطي الظواهر الجوية الإقليمية، بما في ذلك حالات الدوران الشاذة، بشكل واف. ولذلك، ينبغي أن يكون أي بيان بشأن الإسناد مصحوباً دائماً بدليل قوي علمياً على قدرة النموذج على محاكاة أنماط الطقس العالمية والإقليمية والظواهر الجوية ذات الصلة التي تشكل الأسباب الجذرية للظواهر القصوى (NAS, 2016). وأخيراً، أصبح إجراء تقييم عالمي لحالة الموارد المائية والمخاطر المرتبطة بالمياه أكثر صعوبة بسبب الحاجة إلى توسيع قاعدة الأدلة اللازمة لدعم التخطيط وصنع القرار. وتذكر مجموعة البنك الدولي (2018a) في تقييمها العالمي لحالة الخدمات الهيدرولوجية أن 10 في المائة فقط من البلدان التي شملتها الدراسة الاستقصائية لديها نظم رصد كافية ذات صلة بالمياه، في حين أن 80 في المائة من البلدان التي شملتها الدراسة لا يُجمع فيها من المعلومات المتعلقة بالمياه ما يكفي لتلبية احتياجات المستعملين. ومن ثم، فإن زيادة أنشطة الرصد الهيدرولوجي وجمع البيانات على الصعيد العالمي لا تزال تشكل أحد التحديات الرئيسية. وقد يقتضي ذلك، بالإضافة إلى تعزيز شبكات الرصد العالمية، استكشاف إمكانات التكنولوجيات الجديدة (Tauro et al., 2018)، فضلاً عن الأخذ بنُهوج جديدة من قبيل الرصد القائم على المشاركة والعلم التشاركي (Buytaert et al., 2014).

1

تغير المناخ والمياه والتنمية المستدامة

طيور مالك الحزين الرمادية في حقول الأرز في حديقة ألبوفيرا الطبيعية (فالنسيا، إسبانيا).

البرنامج العالمي لتقييم الموارد المائية | جوس تيمرمان، وريتشارد كونور، وستيفان يولينبروك، وإنجين كونكاغول

البرنامج الهيدرولوجي الدولي – اليونسكو | فوتير بويارت، وأنيل ميشرا، وسارانتويا زانداريا، ونيكول ويبلي، وأبو أماني

المنظمة العالمية للأرصاد الجوية | بروس ستيوارت

بمساهمات من: ريو هادا (مفوضية الأمم المتحدة لحقوق الإنسان) وماريان كيلين (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي)

يصف هذا الفصل التمهيدي أهداف التقرير ونطاقه، ويقدم وصفاً للمفاهيم الرئيسية المرتبطة بالمياه والمناخ، مع التشديد على الطابع الشامل لعدة قطاعات الذي تتسم به التحديات والاستجابات المحتملة، ويسلط الضوء على القطاعات التي يحتمل أن تكون أكثر ضعفاً.

1.1 الأهداف والنطاق

إن الأدلة العلمية واضحة: فالمناخ يتغير وسيستمر في التغير (IPCC, 2018a)، مما يؤثر على المجتمعات والبيئة. ويحدث ذلك بشكل مباشر من خلال التغيرات في النظم الهيدرولوجية التي تؤثر على توافر المياه ونوعيتها، والظواهر القصوى، وبشكل غير مباشر من خلال التغيرات في الطلب على المياه، التي بدورها يمكن أن يكون لها آثار على إنتاج الطاقة والأمن الغذائي وعلى الاقتصاد، من بين أمور أخرى. وسيؤثر تغير المناخ على انتشار الأمراض المرتبطة بالمياه، كما أنه سيؤثر على تحقيق عدد من أهداف التنمية المستدامة الأخرى (World Bank, 2016a). وسيؤدي هذا بدوره إلى مخاطر أمنية إضافية وإلى الحد من الفرص المتاحة للتنمية (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2018).

وسيؤدي النمو السكاني والتنمية الاقتصادية وأنماط الاستهلاك المتغيرة والإنتاج الزراعي المكثف وتوسيع المدن إلى زيادة كبيرة في الطلب على المياه (Wada and Bierkens, 2014)، في حين يخضع توافر المياه لمزيد من الاضطراب وعدم اليقين (UNU-INWEH/UNESCAP, 2013; FAO, 2017a; IPCC, 2018a). ويمكن أن تكون خدمات الإمداد بالمياه والمرافق الصحية، بما في ذلك مرافق معالجة المياه ومياه الصرف، شديدة التأثر بالتحولات المحتملة في البارامترات المائية المناخية. ومن شأن المخاطر المرتبطة بالمناخ التي تؤثر على الصحة، وسبل العيش، والأمن الغذائي وأمن الطاقة، والأمن البشري، والنمو الاقتصادي، والتي يُتوقع أن تزيد مع ارتفاع درجة حرارة المعمورة 1.5 درجة مئوية، أن تزداد بقدر أكبر عند مستوى درجتين مئويتين، مما يعني أن أهداف التنمية المستدامة يمكن تحقيقها بسهولة أكبر عن طريق الحد من الاحترار إلى مستوى 1.5 درجة مئوية (IPCC, 2018a). وعلى هذا النحو، فإن تغير المناخ يهدد حقوق الإنسان بشكل مباشر وغير مباشر (HRC, 2018). ولا يؤدي ارتفاع حالات الظواهر الجوية القصوى، مثل الفيضانات والعواصف، إلى زيادة الخطر المباشر للغرق أو الإصابة أو الأضرار التي تلحق بالمستوطنات البشرية فحسب، بل يزيد أيضاً من العواقب غير المباشرة مثل انتشار الأمراض المنقولة بالمياه (Watts et al., 2018).

وقد أخذ قطاعا الطاقة والزراعة يتحولان بصورة متزايدة إلى نظم إنتاج منخفضة الانبعاثات، مع ما يترتب على ذلك من آثار إيجابية بوجه عام بالنسبة للطلب على المياه العذبة وتلوُّث المياه. غير أنه من المتوقع أن تتدهور نوعية الموارد المائية بسبب عدد من العوامل المتفاعلة، هي: زيادة درجة الحرارة؛ وزيادة تحميل الرواسب والمغذيات والملوثات الناتجة عن هطول الأمطار الغزيرة؛ وزيادة تركيز الملوثات في أثناء الجفاف؛ وتعطيل مرافق العلاج خلال الفيضانات؛ وتدهور المياه الجوفية بسبب تسرب المياه المالحة في المناطق الساحلية نتيجة لارتفاع مستوى سطح البحر (IPCC, 2014a; UNEP, 2016). وتواجه الشركات بشكل متزايد حالات تعطيل لعملياتها بسبب مشاكل إمدادات المياه ونوعية المياه، فضلاً عن حالات الفيضانات والجفاف (Newborne and Dalton, 2016). وعلاوة على ذلك، فإن تدهور النظم الإيكولوجية لن يؤدي إلى فقدان التنوع البيولوجي فحسب، بل سيلحق الضرر أيضاً بتوفير خدمات النظم الإيكولوجية المتعلقة بالمياه، من قبيل تنقية المياه، واحتجاز الكربون وتخزينه، والحماية الطبيعية من الفيضانات، وكذلك توفير المياه للزراعة ومصائد الأسماك والترفيه. وتؤثر هذه التطورات بشكل خاص على الأشخاص الذين يعتمدون على الموارد الطبيعية في حياتهم وسبل عيشهم (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2018). وسيقتضي الوفاء بالطلب المتزايد على المياه العذبة لتلبية الاحتياجات البشرية الأساسية، مع حماية النظم الإيكولوجية في الوقت نفسه، بذل جهود متضافرة بين جميع أصحاب المصلحة لإيجاد توازن مستدام بين الاحتياجات الاجتماعية والاقتصادية والإيكولوجية (Timmerman et al., 2017).

ولا جدال، مع تزايد الأدلة على التغيرات الجارية في الأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (Blöschl et al., 2017; Su et al., 2018) والزيادات الكبيرة المتوقعة في هذه التغييرات في المستقبل القريب، في أن التكيف في إدارة المياه يشكل ضرورة ملحة. فمن المتوقع، بدون اتخاذ تدابير ملموسة للتكيف، أن يتسع نطاق ندرة المياه، سواء من حيث موارد المياه السطحية أو المياه الجوفية، لتشمل بعض المناطق التي لا توجد فيها ندرة في الوقت الحالي، وأن تزداد هذه الندرة سوءاً إلى حد كبير في العديد من المناطق التي تعاني بالفعل من ضغوط على موارد المياه (Gosling and Arnell, 2016).

وإلى جانب الاستفادة من تدابير التكيف التي توجد حاجة ماسة إليها لزيادة مرونة شبكة المياه، يتيح تحسين إدارة المياه فرصاً للتخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه. ويمكن لتدابير التخفيف من قبيل إعادة استخدام المياه، والزراعة الحافظة للموارد، والطاقات المتجددة (الطاقة الكهرمائية، والوقود الأحيائي، والرياح، والطاقة الشمسية، والطاقة الحرارية الأرضية) أن تؤثر تأثيراً مباشراً على الموارد المائية (على سبيل المثال، بزيادة الطلب على المياه أو خفضه)، ومن المهم الاعتراف بهذه العلاقة الثنائية الاتجاه لدى وضع خيارات التخفيف وتقييمها (Wallis et al., 2014).

فالتكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته استراتيجيتان تكميليتان لإدارة مخاطر تغير المناخ والحد منها. ويمكن أن تؤدي التخفيضات الكبيرة في انبعاثات غازات الدفيئة على مدى العقود القليلة القادمة إلى الحد من المخاطر المناخية في القرن الحادي والعشرين وما بعده، وزيادة احتمالات التكيف الفعال، وخفض تكاليف التخفيف وتحدياته على المدى الطويل، والمساهمة في مسارات التنمية المستدامة القادرة على التكيف مع تغير المناخ (IPCC, 2018a).

التكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته استراتيجيتان تكميليتان لإدارة مخاطر تغير المناخ والحد منها

وتوجد خيارات التكيّف في جميع القطاعات المرتبطة بالمياه وينبغي سبر هذه الخيارات واستغلالها حيثما أمكن ذلك. وتتوافر خيارات التخفيف أيضاً في مجموعة متنوعة من تدخلات إدارة المياه. وفي حين أن التكيف والتخفيف هما من الأنشطة، فإن القدرة على الصمود هي من خصائص النُظُم. ويمكن للتكيف، فضلاً عن بعض تدابير التخفيف (مثلاً عن طريق احتجاز الكربون وتخزينه من خلال إصلاح الغابات)، أن يزيد أو يقلل من القدرة على الصمود (الإطار 1.1). ويهدف هذا التقرير إلى تحسين فهم الخيارات المثلى، ومواضع استخدامها، والظروف التي تستخدم في ظلها، مع مراعاة المنافع المشتركة وأوجه التآزر والمفاضلات (المحتملة). والتكيف، بالمعنى الذي يُناقش به في هذا التقرير، هو مزيج من الخيارات الطبيعية والهندسية والتكنولوجية، ومن التدابير الاجتماعية والمؤسسية، التي ينبغي أن تركز فيها جميع التدابير على المرونة والمعرفة والتعلم (IPCC, 2014a; 2014b;WWAP, 2015).

الإطار 1.1 التعاريف

التكيف[1] يُعرّف في هذا التقرير بأنه عملية تواؤم في/مع النظم الطبيعية أو البشرية استجابة لمؤثرات مناخية فعلية أو متوقعة أو لآثار تلك المحفزات، مما يؤدي إلى تخفيف الضرر أو استغلال الفرص المفيدة (IPCC, 2014b; UNFCCC, n.d.a).

التخفيف يعرَّف بأنه تدخل بشري للحد من مصادر غازات الدفيئة والمواد الأخرى وتعزيز بالوعاتها. وقد يسهم بصورة مباشرة أو غير مباشرة في الحد من تغير المناخ، من خلال طرق منها على سبيل المثال خفض انبعاثات الجسيمات التي يمكن أن تؤدي مباشرة إلى تغير التوازن الإشعاعي (مثلاً، الكربون الأسود) أو اتخاذ تدابير تتحكم في انبعاثات أول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والمركبات العضوية المتطايرة وغيرها من الملوثات التي يمكن أن تغير تركيز أوزون التروبوسفير، الذي له تأثير غير مباشر على المناخ (IPCC, 2014b; UNFCCC, n.d.a).

القدرة على الصمود تعرَّف بأنها قدرة النظم الاجتماعية والاقتصادية والبيئية المعرَّضة للأخطار على مقاومة آثار الأخطار وامتصاصها واستيعابها والتكيف معها وتحويلها والتعافي منها في الوقت المناسب وعلى نحو فعال، بطرق منها حفظ وإصلاح هياكلها ووظائفها الأساسية الضرورية، مع الحفاظ في الوقت ذاته على القدرة على التكيف والتعلم والتحوُّل (IPCC, 2014b; UNDRR, n.d.).

1 تعريف بديل: يشير التكيف مع المناخ إلى الإجراءات المتخذة لإدارة آثار تغير المناخ عن طريق الحد من الضعف إزاء آثاره الضارة ومن التعرض لها، واستغلال أي فوائد محتملة (IPCC, 2018b, p. 31).

وتجدر الإشارة إلى أن آثار التخفيف تحدث على نطاقات زمنية ومكانية مختلفة عن آثار التكيف. ونتيجة للقصور الذاتي في النظام المناخي، فلن يكون لتدابير التخفيف تأثير إلا على نطاقات زمنية تقدر بعدة عقود وعلى امتداد مناطق واسعة. أما خيارات التكيف، فيمكن أن يكون لها تأثير فوري تقريباً في الحد من الضعف في مكان معيَّن أو منطقة معينة، ولذلك ينبغي النظر فيها على مختلف الجداول الزمنية التي تستهدفها. ويمكن اتخاذ تدابير التكيف لمعالجة التغيرات القصيرة الأجل (حتى 10 سنوات)، أو التغيرات التي تحدث في الأجل المتوسط (10 سنوات إلى 30 سنة)، أو التغييرات المتوقعة على المدى الطويل (30 سنة فأكثر).

وتوجد خيارات التكيف المرتبطة بالمياه في جميع القطاعات، ولكن سياق تنفيذها وقدرتها على أن تحد من المخاطر المرتبطة بالمناخ يختلفان باختلاف القطاعات والمناطق. وتنطوي بعض استجابات التكيف على فوائد مشتركة وأوجه تآزر ومقايضات كبيرة. وستؤدي زيادة تغير المناخ إلى زيادة التحديات التي تكتنف العديد من خيارات التكيف (IPCC, 2014c).

وتتوافر خيارات التخفيف في كل قطاع رئيسي مرتبط بالمياه. ويمكن أن يكون التخفيف أكثر فعالية من حيث التكلفة إذا اتُّبِع نهج متكامل يجمع بين التدابير الرامية إلى الحد من استخدام الطاقة وكثافة غازات الدفيئة في قطاعات الاستخدام النهائي، ونزع الكربون من إمدادات الطاقة، وخفض صافي الانبعاثات، وتعزيز مصارف الكربون في القطاعات البرية (IPCC, 2014c). وعلى غرار التكيف، توفر أيضاً خيارات التخفيف المرتبطة بالمياه عدداً من المنافع الاقتصادية والاجتماعية والبيئية المشتركة (انظر الفصل 9).

ويتناول هذا التقرير الروابط الحاسمة بين المياه وتغير المناخ في سياق خطة التنمية المستدامة الأوسع نطاقاً. وهو يركز على التحديات والفرص والاستجابات المحتملة لتغير المناخ – من حيث التكيف والتخفيف وتحسين القدرة على الصمود – التي يمكن التعامل معها بتعزيز إدارة الموارد المائية، وتخفيف المخاطر المرتبطة بالمياه، وتحسين إمكانيات الحصول على إمدادات المياه وخدمات الصرف الصحي للجميع بطريقة مستدامة. وبالنظر إلى أن العديد من جوانب الآثار المناخية غير مؤكدة (مع ملاحظة أنه قد تكون هناك فوائد غير مقصودة)، ينبغي أن تكون الحلول المتكاملة حلولاً قوية (تغطي مجموعة واسعة من خيارات المستقبل الممكنة) ومرنة (يمكن أن تتعامل مع خيارات المستقبل غير المتوقعة أو البديلة) (SIWI, n.d.). ومن خلال دراسة هذه المسائل، يتناول هذا التقرير الأمن المائي (أو انعدامه)[2] في سياق تغير المناخ.

وليس القصد من التقرير أن يكون استعراضاً مفصلاً لآثار تغير المناخ المحتملة على المياه، بل يُلتمس منه تقديم مساهمة تستند إلى الحقائق وتركز على المياه في قاعدة المعارف المتعلقة بتغير المناخ. وهو مكمل لكل من التقييمات العلمية والأطر السياسية الدولية، وتتمثل أهدافه فيما يلي: (1) مساعدة الأوساط المعنية بالمياه على التصدي لتحديات تغير المناخ و (2) تعريف الأوساط المعنية بتغير المناخ بالفرص التي يتيحها تحسين إدارة المياه من حيث التكيف والتخفيف.

ويوضح التقرير التحديات الرئيسية الناجمة في مجال المياه عن تغير المناخ، وهو بمثابة دليل لاتخاذ إجراءات ملموسة في سبيل التصدي لهذه التحديات، مدعوماً بأمثلة من جميع أنحاء العالم على الاستجابات وآثارها. وهو يتناول أوجه الترابط بين المياه والناس والبيئة والاقتصاد في ظل مناخ متغير. كذلك يوضح التقرير أن تغير المناخ لا يمكن أن يكون ذريعة للتستر على سوء إدارة المياه، وأن تغير المناخ يمكن أن يكون حافزاً إيجابياً على النهوض بحوكمة المياه وإدارة شؤونها.

1.2 التحدي شامل لعدة قطاعات وضرورة إجراء تقييمات متكاملة

تعتمد المجتمعات والنظم الإيكولوجية اعتماداً كبيراً على المياه. ونتيجة لذلك، فإن لإدارة المياه أهمية بالغة بالنسبة للتنمية المستدامة بجميع أبعادها. فالإنخفاض المتوقع في توافر المياه في العديد من المناطق نتيجة لتغير المناخ يضع ضغوطاً شديدة في طريق تحقيق تلك التنمية. وتشكل الزراعة والطاقة أكبر وجهتين لاستخدام المياه على الصعيد العالمي، وبالتالي فهما أمران محوريان فيما يتعلق بإيجاد الحلول المستدامة. وثمة طلب كبير وسريع التزايد على المياه في القطاع الصناعي. ويتطلب توفير مياه الشرب إتاحة مصادر لمياه عالية الجودة يسهل الحصول عليها. وفي العديد من البلدان، يكون مستوى المعالجة الملائمة لمياه الصرف محدوداً للغاية أو منعدماً (WWAP, 2017)، مما يجعل كميات كبيرة من المياه العذبة غير صالحة للاستخدام البشري وعدد من الأغراض الأخرى. وأخيراً، فإن

2 *"إن الأمن المائي هو قدرة السكان على ضمان الحصول المستدام على كميات كافية من المياه المقبولة الجودة لأغراض استدامة سبل العيش، ورفاه الإنسان، والتنمية الاجتماعية – الاقتصادية، من أجل تأمين الحماية من التلوث المنقول بالمياه والكوارث المرتبطة بالمياه، والحفاظ على النظم الإيكولوجية في جو من السلام والاستقرار السياسي". (UN-Water, 2013).*

النظم الإيكولوجية، سواء كانت خاصة بالمياه العذبة أو كانت نظماً ساحلية أو بحرية أو أرضية، تحتاج إلى المياه لمواصلة تقديم الخدمات، التي لا غنى عنها لرفاه الإنسان.

وتتعاقب المخاطر المناخية المتصلة بالمياه من خلال نظم الغذاء والطاقة والمناطق الحضرية والنقل والبيئة، وهي أمور ذات تأثيرات متبادلة ومتضاربة. ولذلك، يلزم اتباع نهج شامل لعدة قطاعات، لا لمعالجة الآثار المحتملة لتغير المناخ داخل قطاع ما فحسب، بل أيضاً لمعالجة التفاعلات فيما بين القطاعات. فإنتاج الوقود الأحيائي كتدبير للتخفيف، على سبيل المثال، يحتاج إلى المياه والأراضي الصالحة للزراعة التي لن تكون بالتالي متاحة لإنتاج الأغذية، مما يؤدي إلى مقايضات بين استخدام المياه وأمن الطاقة والأمن الغذائي (انظر الإطار 9.1). ويمكن للسدود، التي كثيراً ما تُبنى من أجل الطاقة الكهرمائية كتدبير من تدابير التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة عن طريق الاستعاضة عن إنتاج الطاقة التي تعمل بالوقود الأحفوري، أن تسهم أيضاً في تنظيم التدفق، ومكافحة الفيضانات، وتوافر المياه لأغراض الري. غير أن الخزانات يمكن أن "تستهلك" الكثير من المياه من خلال البخر والنتح، وأن تكون، في ظل ظروف معينة، مصدراً صافياً لانبعاثات غازات الدفيئة. وعلاوة على ذلك، فإن سوء تصميم و/أو سوء إدارة محطات الطاقة الكهرمائية قد يسبب آثاراً إيكولوجية سلبية على النظم الإيكولوجية ومصائد الأسماك القائمة في الأنهار، واضطرابات اجتماعية وانتهاكات لحقوق الإنسان، ضمن أمور أخرى (Bates et al., 2008; World Bank, 2016a). ولذلك، تتطلب التنمية المستدامة النظر في مختلف القطاعات والجوانب، بما في ذلك الزراعة والطاقة والنقل والصناعة والمدن والصحة البشرية والنظم الإيكولوجية والبيئة، فضلاً عن العلاقات المتبادلة فيما بينها من خلال المياه.

ومن الضروري إجراء تقييمات متكاملة تأخذ الصلة بين مختلف القطاعات في الاعتبار من أجل تحديد الآثار الشاملة لعدة قطاعات وصياغة استجابة منسقة، توازن بين مختلف الأهداف القطاعية المعتمدة على المياه واحتياجات النظم الإيكولوجية (Roidt and Avellán, 2019). ويواجه صانعو السياسات في جميع أنحاء العالم تحديات مشتركة، منها: تحسين الاتساق بين السياسات القطاعية، وتحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي والعمل الاجتماعي والبيئي والمناخي، واستخدام الموارد بمزيد من الكفاءة والفعالية. ولا بد من إيجاد أرضية مشتركة للتوصل إلى حل وسط للتعامل بصورة فعالة مع المقايضات اللازمة بين التنمية وحماية البيئة، وكذلك بين المصالح المتباينة لمختلف القطاعات الاقتصادية. وفي الوقت نفسه، يمكن لتطبيق نهج يقوم على الترابط أن يحقق فوائد متبادلة بين أمور منها الطاقة والزراعة والنظم الإيكولوجية وكفاءة استخدام المياه (FAO, 2014; IRENA, 2015). كذلك يمكن لذلك النهج أن يساعد على تحقيق الاتساق بين السياسات القطاعية وتجنب النزاعات المحتملة بين القطاعات. وبالنظر إلى أن الآثار المشتركة بين القطاعات يمكن أن تعبر الحدود، فينبغي أيضاً أن تؤخذ الجوانب العابرة للحدود في الاعتبار (UNECE, 2018a).

وثمة وعي متزايد بأن الحلول المستمدة من الطبيعة، التي توضع بوحي ودعم من الطبيعة وتستخدم العمليات الطبيعية أو تحاكيها، يمكن أن تسهم في تحسين إدارة المياه مع توفير خدمات النظم الإيكولوجية ومجموعة واسعة من المنافع المشتركة الثانوية، منها التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره والقدرة على الصمود أمامها (IPCC, 2014a;UNEP/UNEP-DHI Partnership/IUCN/TNC/WRI, 2014; WWAP/UN-Water, 2018). فعلى سبيل المثال، يمكن للأراضي الرطبة السليمة تخزين الكربون والحد في الوقت نفسه من مخاطر الفيضانات، وتحسين نوعية المياه، وإعادة تغذية المياه الجوفية، ودعم الأسماك والحياة البرية، وتوفير الفوائد الترفيهية والسياحية (WWAP/UN-Water, 2018). وفي المناطق الحضرية، يمكن استخدام نُهوج الهياكل الأساسية الخضراء (أو التنمية المنخفضة الأثر) لاستيعاب تغير المناخ المتوقع. ولهذه النهوج أيضاً مجموعة متنوعة من المنافع المشتركة، مثل التخفيف من آثار تغير المناخ، فضلاً عن المنافع الإيكولوجية والاجتماعية الأخرى. ومن ثم، يمكن للحلول المستمدة من الطبيعة أن تساعد على التصدي للآثار التي يخلفها تغير المناخ على الموارد المائية وأن تساهم في صحة الناس ونوعية حياتهم من خلال دعم الإنتاج الغذائي المستدام، وتحسين المستوطنات البشرية، وتوفير إمكانية الحصول على إمدادات المياه وخدمات الصرف الصحي، والحد من مخاطر الكوارث المتصلة بالمياه (UNEP/UNEP-DHI Partnership/IUCN/TNC/WRI, 2014; WWAP/UN-Water, 2018). ومن ثم، فإن تطبيق تلك الحلول يتطلب ضمناً اتباع نُهوج متكاملة.

وتُصمم تدابير التكيف عموماً للتعامل مع آثار تغير المناخ دون النظر بالضرورة في آثارها على غازات الدفيئة، بينما يندر أن يُنظر في تدابير التخفيف في ضوء إمكانات التكيف التي تنطوي عليها أو تأثيرها على الموارد المائية. غير أنه من الممكن إدراج مسألة التخفيف في تصميم واختيار تدابير التكيف في إدارة المياه. فعلى سبيل المثال، يتيح العديد من الحلول المستمدة من الطبيعة الخاصة بالمياه إمكانية زيادة احتجاز الكربون وتخزينه. ويمكن أن يؤدي استصلاح الأراضي الرطبة كخيار للتكيف إلى تحسين نوعية المياه وانخفاض الفيضانات، وأن يسهم كذلك في جهود التخفيف من خلال امتصاص ثاني أكسيد الكربون واحتجاز الكربون. وفي كثير من الحالات، يمكن أن يؤدي أيضاً إلى تحقيق وفورات في التكاليف بالمقارنة مع الحلول القائمة على تشييد الهياكل الأساسية. غير أنه

يلزم النظر أيضاً في صافي مخزون الكربون، بما في ذلك انبعاثات غاز الميثان وأكاسيد النيتروجين المحتملة. كذلك قد يكون للتشجير وإعادة التشجير آثار مفيدة من الناحية الهيدرولوجية ومن حيث جهود التخفيف (Bates et al, 2008; Tubiello and Van der Velde, 2011; Wallis et al., 2014)، ولكن بالنظر إلى أنه قد ثبت أيضاً وجود آثار ضارة بسبب احتياجات الغطاء النباتي من المياه (Schwärzel et al., 2018)، فلا بدّ من التخطيط الدقيق من أجل تحقيق تأثير مفيد من حيث تسرب مياه التربة وترشحها العميق في ظل ظروف مختلفة (SIWI, 2018). ويمكن لتدابير كفاءة استخدام المياه أن تساعد في أعمال التخفيف عن طريق تخفيض الاحتياجات من الطاقة لتجهيز المياه ومياه الصرف ونقلها ومعالجتها، وتحسين معالجة الرواسب الطينية وغيرها من أشكال النفايات والتخلص منها. وفي المقابل، يمكن أن يكون لتدابير التخفيف آثار سلبية على المياه. فعلى سبيل المثال، من المرجح أن يظل لكهربة المركبات الشخصية/الخاصة آثار كبيرة من حيث غازات الدفيئة والبصمة المائية إذا لم يكن مصدر الكهرباء متجدداً. وهذا يؤكد الحاجة إلى وضع سياسات وخطط شاملة ومنسقة.

1.3 الفئات الأكثر ضعفاً

إن العالم المتقدم النمو مسؤول عن الكثير من انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ التي تدفع إلى تغير المناخ. فقد بدأت تركيزات غازات الدفيئة تتراكم في الغلاف الجوي في بداية القرن التاسع عشر، وتزامنت مع فترة من التصنيع السريع، وظلت تتزايد منذ ذلك الحين (Mgbemene et al., 2016; Dong et al., 2019; IPCC, 2018a). غير أن جزءاً كبيراً من عواقب تغير المناخ سيتجلى في المناطق المدارية حيث تقع معظم البلدان النامية. وثمة تباين آخر هو أن البلدان النامية قدرتها أقل على الاستجابة لآثار تغير المناخ، وأن أفقر الفئات والمجتمعات هي الأكثر عرضة للصدمات الطفيفة والكبيرة. ويفتقر الكثير من البلدان النامية إلى الموارد المالية اللازمة لجهود التكيف والتخفيف، وقد يعوق سوء الحوكمة أيضاً قدرة بعضها على العمل (Das Gupta, 2013). كذلك يفتقر العديد من البلدان النامية إلى قاعدة معارف بشأن إدارة الكوارث المتصلة بالمياه، وبشأن توافر المياه والطلب عليها واستخدامها.

جزءاً كبيراً من عواقب تغير المناخ سيتجلى في المناطق المدارية حيث تقع معظم البلدان النامية

وقد كشفت الأدلة العلمية عن آثار عديدة ملحوظة يخلفها تغير المناخ على النظم الطبيعية والموجهة والنظم البشرية في مختلف أنحاء العالم (IPCC, 2014a). وهناك ثقة كبيرة في أن الاحترار من الانبعاثات البشرية المنشأ من فترة ما قبل الصناعة إلى الوقت الحاضر سيستمر لفترة تمتد من قرون إلى آلاف السنين، وسيستمر في إحداث المزيد من التغيرات الطويلة الأجل في النظام المناخي (IPCC, 2018a). وفي حين يشدد العديد من البلدان النامية على المسؤولية التاريخية للعالم المتقدم النمو فيما يتعلق بانبعاثات غازات الدفيئة، فإن الكثير من البلدان المتقدمة النمو ظلت مترددة في تحمل العبء الكامل للمسؤوليات المناخية. ومن هذا المنطلق، برز مفهوم العدل المناخي، مؤكداً أن تغير المناخ مسألة أخلاقية وسياسية، فضلاً عن أنه مسألة بيئية ومادية. وفي ضوء ذلك، يشير اتفاق باريس أيضاً إلى الإنصاف والعدل المناخي وحقوق الإنسان.

أما الآثار المترتبة على عوامل دافعة أخرى متعددة تؤثر في النظم الطبيعية، كما تؤثر بصفة خاصة على النظم البشرية والنظم الموجهة (مثل التغير في استخدام الأراضي، والنمو السكاني، والتطورات التقنية)، فهي إما أكبر في مجموعها من آثار انبعاثات غازات الدفيئة أو هي تجعل من الصعب تحديد الأهمية النسبية لهذه الانبعاثات بصفتها من العوامل الدافعة (Stone et al., 2013). وفي بعض الحالات، تشكل الممارسات السيئة أصلاً في إدارة المياه عوامل هامة تسهم في المشاكل المتصلة بالمياه. وقد أتيحت للبلدان النامية صناديق، مثل صندوق التكيف المنشأ بموجب بروتوكول كيوتو الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، من أجل تحسين إدارتها للمياه والتكيف على نحو أفضل مع تغير المناخ. ومن المشاكل التي تكتنف إتاحة الاستفادة من هذه الصناديق بيان مدى إمكانية عزو المشاكل القائمة إلى تغير المناخ. فالآثار التراكمية المحتملة للعوامل المتعددة الدافعة لانبعاثات غير انبعاثات غازات الدفيئة ("عوامل التشويش") يمكن أن تجعل من الصعب إثبات علاقات السببية، لتضع بذلك تحديات أمام البلدان النامية في الوفاء بـ "عبء الإثبات" المطلوب للحصول على التمويل اللازم لدعم اتباع النهوج السليمة إزاء التكيف وإدارة المخاطر (Huggel et al., 2016).

وتؤدي الآثار التي يخلفها تغير المناخ على توافر الموارد المائية، عبر مختلف الأماكن وعلى مر الزمن، إلى الإضرار بالفقراء على نحو غير متناسب، من خلال تأثيرها على الزراعة ومصائد الأسماك والصحة والكوارث الطبيعية. فنحو 78 في المائة من فقراء العالم، أي ما يقرب من 800 مليون شخص، يعانون من الجوع المزمن، في حين يعاني بليونا شخص من حالات نقص في المغذيات الدقيقة (FAO, 2017a). ويعيش قدر كبير من هؤلاء الأشخاص في المناطق الريفية ويعتمدون بشكل رئيسي على الزراعة البعلية أو تربية الماشية أو الاستزراع المائي لإعالة أنفسهم وأسرهم – وهي أمور تعتمد جميعها اعتماداً كبيراً على المناخ والمياه، وبالتالي فهي معرضة لخطر التفاوتات

المتعلقة بالأرصاد الجوية الهيدرولوجية. ومع تزايد تقلب هطول الأمطار في العديد من المناطق، سيزداد هؤلاء الأشخاص ضعفاً، ويحتمل أن تتضاءل فرص خروجهم من دائرة الفقر. وعلاوة على ذلك، فإن صدمات الإنتاج الزراعي قد تسبب زيادات كبيرة في أسعار الأغذية وتؤدي إلى انعدام الأمن الغذائي لسكان المناطق الريفية والحضرية على السواء. وبالنظر إلى أن الأسر المعيشية الأكثر فقراً تنفق حصة كبيرة للغاية من دخلها على الغذاء، فإنها ستكون الأكثر تأثراً (World Bank, 2016a).

وتعاني من هذه الآثار بوجه خاص النساء والفتيات الفقيرات، اللاتي كثيراً ما يعانين من أوجه انعدام المساواة في الحصول على خدمات المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية والموارد المائية التي يعتمدن عليها في كثير من الأحيان لكسب رزقهن. وبالمثل، فإن الشعوب الأصلية تتأثر بشكل خاص بآثار تغير المناخ، لا سيما عندما تعجز عن تطبيق المعارف والاستراتيجيات التقليدية للتكيف مع التغيرات البيئية والتخفيف من آثارها. ويتأثر الأطفال بشكل غير متناسب، وإن كان في وسعهم أيضاً، ومعهم في ذلك الشباب، أن يقوموا بشكل مباشر بالتأثير في الجهود الرامية إلى التثقّف بشأن ظاهرة تغير المناخ والظواهر القصوى ومنعها والإعداد لها والتعامل معها والتكيف معها، والمشاركة في تلك الجهود (Haynes and Tanner, 2015). ويشير اتفاق باريس في هذا الصدد إلى الإنصاف بين الأجيال (UNFCCC, 2015).

لا يقتصر تغير المناخ وما يتصل به من تحديات المياه على كونها ظواهر معقدة ومترابطة فحسب، فهي أيضاً ظواهر مشتركة بين الأجيال

ومن المتوقع أن يزداد تواتر وشدة الفيضانات والجفاف والمد العاصفي مع تغير المناخ. وتميل الأسر المعيشية الفقيرة إلى أن تكون أكثر عرضة لآثار الجفاف والفيضانات الحضرية من نظيراتها الأكثر ثراء (انظر الفصل 8). ويرجع ذلك في المقام الأول إلى أن فقراء الريف يعتمدون بشكل غير متناسب على الدخل الزراعي، الذي هو الأكثر عرضة لمخاطر الجفاف. ومن الأرجح أن تعيش الأسر الفقيرة في المناطق الحضرية في المناطق المعرضة للفيضانات بسبب ندرة الأراضي وانخفاض قيمة المناطق الأكثر عرضة للخطر، مما يجعلها أيسر تكلفة (Winsemius et al., 2015; World Bank, 2016a).

كذلك يمكن أن تؤدي زيادة ندرة المياه وتباين مستويات توافرها إلى زيادة التعرض للمياه الملوثة، وعدم كفاية المياه المتاحة للصرف الصحي والنظافة الصحية، وبالتالي زيادة أعباء الأمراض (انظر الفصل 5). وستؤثر هذه الآثار بشكل غير متناسب على الأسر المعيشية الفقيرة التي قد تفتقر بالفعل إلى المرافق الصحية الكافية وإمدادات المياه المأمونة الموثوق بها. وسيؤدي تغير المناخ إلى زيادة حالات الإسهال وغيره من الأمراض المنقولة بواسطة المياه، مما يؤدي إلى تكاليف تتعلق بالرعاية الصحية وإلى ضياع أيام من أيام العمل أو الدراسة. وكثيراً ما يُشار إلى هذه الخسائر كسبب لوقوع الأسر المعيشية في براثن الفقر (World Bank, 2016a).

وبالإضافة إلى أن الأسر المعيشية الفقيرة أكثر تعرضاً للظواهر القصوى، فإنها تميل إلى فقدان حصة أكبر من أصولها بسبب العواصف أو الفيضانات لأن منازلها المنخفضة الجودة يغلب أن تتعرض لأضرار أكبر نسبياً. ومعظم أصول الفقراء، إن لم يكن جميعها، تميل إلى أخذ الشكل المادي، مما يجعلهم أكثر عرضة للظواهر القصوى. كذلك تكون الفرص محدودة أمام الفقراء للحصول على الدعم اللازم للتعافي، مثل التأمين والحماية الاجتماعية والائتمان (Winsemius et al., 2015; World Bank, 2016a).

وعلى الرغم من أن تغير المناخ يؤثر على جميع فئات المجتمع، فإن حجم الآثار الواقعة على النساء والفتيات أكبر بكثير، مما يزيد من أوجه عدم المساواة بين الجنسين ويهدد صحتهن وسلامتهن وسبل عيشهن وتعليمهن. ففي أوقات الجفاف، من المرجح أن تقضي النساء والفتيات فترات أطول في جمع المياه من مصادر أبعد، مما يعرّض تعليم الفتيات للخطر بسبب انخفاض معدل المواظبة على الدراسة. وتتعرض النساء والفتيات بشكل غير متناسب لمخاطر الأمراض المنقولة بواسطة المياه أثناء الفيضانات بسبب افتقارهن إلى سبل الحصول على المياه المأمونة، وانقطاع خدمات المياه، وزيادة تلوث الموارد المائية. وسيهدد تغير المناخ أيضاً سبل معيشة المزارعات في البلدان النامية اللاتي يعتمدن اعتماداً كبيراً على إمكانية الحصول على الموارد المائية لإنتاج الأغذية والمحاصيل. وتشكل النساء في المتوسط 43 في المائة من القوى العاملة الزراعية في البلدان النامية (Oxfam International, n.d.)، مقارنة بنحو 35 في المائة في أوروبا (Eurostat, 2017) و25 في المائة في الولايات المتحدة الأمريكية (USDA, 2019). ويمكن أن تكون هذه النسبة أعلى بكثير، كما هو الحال في كينيا، حيث كانت النساء في عام 2002 يشكلن حوالي 86 في المائة من المزارعين (FAO, 2002). ويمكن أن تؤدي هجرة الذكور إلى الخارج إلى زيادة الدور الذي تؤديه المرأة في الزراعة من حيث زيادة أعباء العمل (Miletto et al., 2017; FAO, 2018a). ولهذه الأسباب وغيرها، يلزم اتباع نهج جنساني إزاء الآثار المتباينة التي يخلفها تغير المناخ على المرأة والرجل، كما تلزم مشاركة المرأة في وضع السياسات المتصلة بالمناخ. وثمة أهمية بالغة لتوافر بيانات مصنفة عن تغير المناخ، على أساس أمور من بينها نوع الجنس، من أجل وضع سياسات ملائمة تراعي الفوارق بين الجنسين وتؤدي إلى إحداث تحوّل (Miletto et al., 2019).

ويمكن أن يؤدي تناقص إمدادات المياه إلى تقليص الإمكانات الاقتصادية، لا سيما من حيث الإنتاج الزراعي والصناعي. ويؤثر تغير المناخ بشكل غير متناسب على المناطق التي تعاني من انعدام الأمن الغذائي، مما يعرض للخطر إنتاج المحاصيل والماشية والأرصدة السمكية ومصائد الأسماك، ويرجع ذلك أساساً إلى انخفاض مستويات الحماية ونوعية المياه عموماً في البلدان الفقيرة (Winsemius et al., 2015; FAO, 2017a). ويمكن أن تشهد بعض المناطق نمواً اقتصادياً سلبياً مستمراً نتيجة للخسائر المتصلة بالمياه التي تحل بالزراعة والصحة والدخل والممتلكات. ويمكن لسوء تصميم سياسات إدارة المياه أن يؤدي إلى تفاقم الآثار السلبية لتغير المناخ، في حين أن السياسات المصممة تصميماً جيداً يمكن أن تقطع شوطاً طويلاً نحو تحييدها. ولذلك ينبغي أن تستند هذه السياسات إلى معرفة واسعة وسليمة وإلى أساس علمي. ويمكن أن تشهد بعض المناطق تسارعاً في خطى النمو الاقتصادي مع تحسين إدارة الموارد المائية. "عندما تتصدى الحكومات لنقص المياه من خلال زيادة الكفاءة وتخصيص المياه للاستخدامات الأكثر قيمة [من حيث الناتج المحلي الإجمالي]، يمكن أن تنخفض الخسائر بشكل كبير، بل قد تختفي" (World Bank, 2016a, p.14). غير أنه من الضروري أن يُراعى في تخصيص المياه لهذه الاستخدامات الأعلى قيمة أي آثار سلبية محتملة على الموارد المائية، وحقوق الإنسان المتعلقة بالمياه والصرف الصحي، والبيئة.

وعندما يتأثر الازدهار الاقتصادي بهطول الأمطار ونوبات الجفاف والفيضانات، يمكن أن يؤدي ذلك إلى موجات من الهجرة وإلى تصاعد العنف داخل البلدان – فقد سُجل ما عدده 18.8 مليون حالة جديدة من التشرد الداخلي مرتبطة بالكوارث في 135 بلداً وإقليماً في عام 2017 (IDMC, 2018). وعلاوة على ذلك، من المرجح أن تحد ندرة المياه من إيجاد فرص عمل لائقة، حيث أن حوالي ثلاث من أصل أربع وظائف تشكل القوة العاملة العالمية تعتمد على المياه (WWAP, 2016). وتزيد النزاعات من قلة توافر الأغذية، مما يدفع العديد من المتضررين من جديد إلى دائرة الفقر والجوع (FAO, 2017a). وفي عالم مترابط تسوده العولمة، يستحيل عزل هذه المشاكل وعزوها إلى سبب محدد. وهناك مجموعة من الدوافع الاقتصادية والاجتماعية والسياسية، لا سيما عند انتشار تفاوتات كبيرة، تجعل الناس ينتقلون من مناطق الفقر إلى مناطق الرخاء، مما يمكن أن يؤدي إلى زيادة التوترات الاجتماعية (Foresight, 2011). وبالتالي، فإن الرخاء الاقتصادي وتخفيف حدة الفقر مرتبطان ارتباطاً وثيقاً، حيث يعتمد العنصر الثاني على العنصر الأول اعتماداً كبيراً. وقد ارتبط، في جميع الدول، حدوث زيادة نسبتها 1 في المائة في متوسط الدخل بانخفاض تتراوح نسبته بين 2 و3 في المائة في عدد الأشخاص الذين يعيشون تحت خط الفقر داخل البلد المعني (World Bank, 2016a). ومن هذا المنطلق، ترتبط إدارة المياه ارتباطاً وثيقاً بالوضع الاجتماعي – الاقتصادي للبلدان وكذلك بمدى ضعف الأفراد.

وبعض المناطق أكثر عرضة لتغير المناخ نتيجة لظروفها الجغرافية. وتشمل هذه المناطق الدول الجزرية الصغيرة النامية المعرضة للتغيرات المحتملة في أنماط هطول الأمطار. فعندما تكون مياه الأمطار هي المصدر الرئيسي للمياه، قد يقلل انخفاض هطول الأمطار من حجم المياه العذبة المتاحة. ويمكن أن يزداد هذا الضعف تفاقماً بسبب ارتفاع مستوى سطح البحر، مما قد يقلل من موارد المياه السطحية والجوفية أو يلوثها بسبب تسرب المياه المالحة. وتقع المناطق الساحلية بوجه عام، بما فيها الدول الجزرية الصغيرة النامية، تحت تأثير مزيج يشمل ارتفاع مستوى سطح البحر وحدوث العواصف الأكثر تطرفاً نتيجة لتغير المناخ. وقد تتغير المناطق الجبلية من مناطق مغطاة بالثلوج أساساً إلى مناطق خالية أساساً من الثلوج نتيجة لتصاعد درجات الحرارة. وقد يؤدي ذلك إلى إفلات الصخور والتربة السائبة في مناطق كانت فيما سبق دائمة التجمد، ويزيد من خطر سقوط الصخور وتدفقات الحطام وتدفقات الطين، لا سيما عندما يقترن الأمر بهطول أمطار أكثر كثافة. ويتمثل أحد المخاطر المحددة في انتشار البحيرات الجليدية وخطر جيشان البحيرات. وكل هذا يمكن أن يؤدي إلى وقوع خسائر بشرية وتدمير للممتلكات. فالأراضي الجافة معرضة بالفعل للخطر نتيجة لقلة هطول الأمطار، ومن المتوقع أن تكون كمية الأمطار التي يتلقاها العديد منها أقل أو أن يزداد تفاوت هطول الأمطار نتيجة لتغير المناخ، الأمر الذي سيفرض ضغطاً إضافياً على الإنتاج الزراعي وسيعزز من مخاطر التصحر.

ولا يقتصر تغير المناخ وما يتصل به من تحديات المياه على كونها ظواهر معقدة ومترابطة فحسب، فهي أيضاً ظواهر مشتركة بين الأجيال. والقرارات التي تُتخذ اليوم سوف تشعر بها الأجيال المقبلة. ولذلك فإن إدخال الأجيال المقبلة في الحساب أمر ضروري. وقد أدى تزايد أعداد البرامج الأكاديمية والتخصصات في مجال القضايا المتصلة بالمياه والمناخ في العقود الماضية إلى ظهور جيل مهيأ بصفة متزايدة لمعالجة قضايا تغير المناخ.

وتوجز النقاط الواردة أعلاه التفاعلات الإلزامية والمعقدة القائمة بين البشر والبيئة، ولا سيما فيما يتعلق بالمياه وتغير المناخ. وهي تسلط الضوء أيضاً على الحاجة إلى نُهوج مناسبة للتكيف والتخفيف تتيح للتجمعات البشرية أن تعيش في توازن مع البيئة المتغيرة الناتجة عن ذلك، مع تحقيق النمو والتطور بطريقة مستدامة ومنصفة. وتوخي الجودة في حوكمة للمياه وتحسين إدارة الموارد المائية شرطان أساسيان لا غنى عنهما للنجاح. وتنظر الفصول التالية في هذه المسائل بمزيد من التفصيل وتناقش سبل التصدي للتحديات العالمية والإقليمية والمحلية.

2

الأطر الدولية الخاصة بالسياسات العامة

افتتاح الدورة الحادية والسبعين للجمعية العامة للأمم المتحدة في نيويورك.

معهد ستوكهولم الدولي للمياه| ماغي وايت[3]

البرنامج العالمي لتقييم الموارد المائية

مع مساهمات مقدمة من: جون ماثيوز وإينغريد تيمبو (تحالف التكيف العالمي للمياه)؛ ويوشيوكي إيمامورا (المركز الدولي لإدارة شؤون المخاطر المتعلقة بالمياه)؛ وماريان كيلين (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي)؛ وريو هادا (مفوضية الأمم المتحدة السامية لحقوق الإنسان)؛ وفرانشيسكا برنارديني وسونيا كوبل وهانا بلوتنيكوفا (اللجنة الاقتصادية لأوروبا)

يستعرض هذا الفصل أطر السياسات الدولية الرئيسية، ويسلط الضوء على الثغرات القائمة والفرص المتاحة لإقامة روابط على صعيد الإدارة المرنة للمياه، التي يمكن إما أن تعوق خطى التقدم في مجال العمل المناخي العالمي والتنمية المستدامة أو أن تعززها.

2.1 مقدمة

على مدى العقود الأربعة الماضية، انصب اهتمام المجتمع الدولي، أساساً من خلال عمليات الأمم المتحدة لصنع السياسات، على المياه والمرافق الصحية غير المأمونة، والتحديات الناشئة عن تزايد الطلب على موارد المياه في العالم لتلبية الاحتياجات البشرية والاقتصادية والبيئية. وفي الوقت نفسه، برز تغير المناخ كتهديد وجودي لسلامة الإنسان وللتمتع الفعلي بجميع حقوق الإنسان، مما يزيد من الخطر الذي يتعرض له الأمن المائي لمئات الملايين من الناس، والنظم الإيكولوجية في جميع أنحاء العالم. ومن ثم، يجب أن تأخذ أطر السياسات الدولية التي تتصدى لتغير المناخ مسألة المياه في الاعتبار، لأسباب لعلَّ أهمها أن المياه أمر أساسي للحد من انبعاثات الكربون والتكيف مع مناخ يتزايد تقلبه. ومما يؤسف له أن أوجه الانفصال الأساسي بين إدارة المياه والسياسات الدولية لا تزال سائدة.

وقد أرسى مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة لعام 2002، بمقتضى الأهداف الإنمائية للألفية التي نص عليها، الأسس اللازمة لخطة التنمية المستدامة لعام 2030 التي اعتمدت في عام 2015، إلى جانب اتفاقين عالميين رئيسيين آخرين، هما اتفاق باريس بشأن تغير المناخ وإطار سنداي للحد من مخاطر الكوارث. وقد شكلت أطر السياسات الدولية هذه خطوة تاريخية إلى الأمام على طريق التصدي لأشد التحديات العالمية إلحاحاً، وإن كانت لا تزال تعتريها بعض المشاكل التي اتسمت بها الاتفاقات السابقة. وفي حين أن خطة عام 2030 تعترف، في روحها، بأهمية الربط بين أهداف التنمية المستدامة، فإن هذا التكامل لم يترجم إلى واقع عملي، ولا يزال يجري التعامل على الصعيدين العالمي والوطني مع قضايا الحد من الفقر، والصحة والمرافق الصحية، والتدهور البيئي، وتغير المناخ، ومخاطر الكوارث، في "صوامع" تعمل بمعزل عن بعضها البعض. وعلاوة على ذلك، كان التقدم بطيئاً أيضاً في تحقيق التكامل بين جداول الأعمال العالمية.

2.2 لمحة عامة عن الاتفاقات الرئيسية

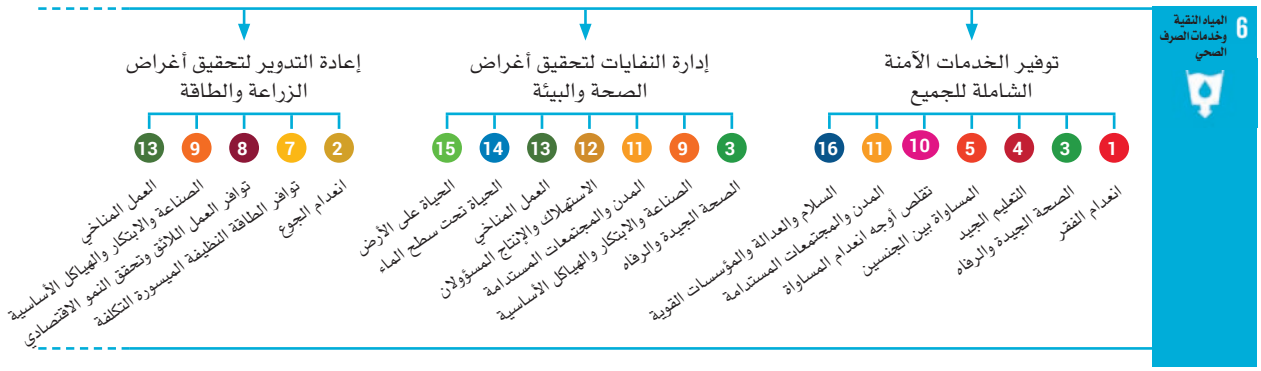
2.2.1 تحويل عالمنا: خطة التنمية المستدامة لعام 2030

تعرض خطة التنمية المستدامة لعام 2030 مساراً للتنمية العالمية تشكل فيه مجموعة الأهداف برمتها سبيلاً إلى "تحويل عالمنا" من أجل الوصول إلى المستقبل الذي ننشده، مع عدم ترك أحد خلف الركب. وتشير الخطة إلى تزايد أوجه عدم المساواة، واستنفاد الموارد الطبيعية، وتدهور البيئة، وتغير المناخ بوصفها أكبر التحديات في عصرنا. وتعترف بأن التنمية الاجتماعية والازدهار الاقتصادي يعتمدان على الإدارة المستدامة لموارد المياه العذبة والنظم الإيكولوجية، كما تسلط الضوء على أهمية الطابع المتكامل لأهداف التنمية المستدامة (UNGA, 2015).

ويُنظر للمياه، في إطار خطة التنمية المستدامة لعام 2030، باعتبارها عاملاً من عوامل الربط لا يحظى بالاعتراف (في كثير من الأحيان)، وإن كانت هي عامل أساسي لتحقيق مختلف أهداف التنمية المستدامة (الشكل 2.1). فالمياه ضرورية لتلبية الاحتياجات الإنسانية الأساسية، على النحو المبين في أهداف التنمية المستدامة بشأن حقوق الإنسان المتعلقة بتوافر المياه وخدمات الصرف الصحي للجميع (الهدفان 6 و5 من أهداف التنمية المستدامة)، كما أنها ضرورية للنظم الإيكولوجية البحرية (الهدف 14 من أهداف التنمية المستدامة) والبرية (الهدف 15 من أهداف التنمية المستدامة)، ولإنتاج الأغذية (الهدف 2 من أهداف التنمية المستدامة) والطاقة (الهدف 7 من أهداف التنمية المستدامة) ودعم سبل العيش (الهدف 8 من أهداف التنمية المستدامة) و الصناعة (الهدفان 9 و12

3 بتكليف من مرفق إدارة شؤون المياه التابع لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي – معهد ستوكهولم الدولي للمياه.

الشكل 2.1 الربط بين النقاط

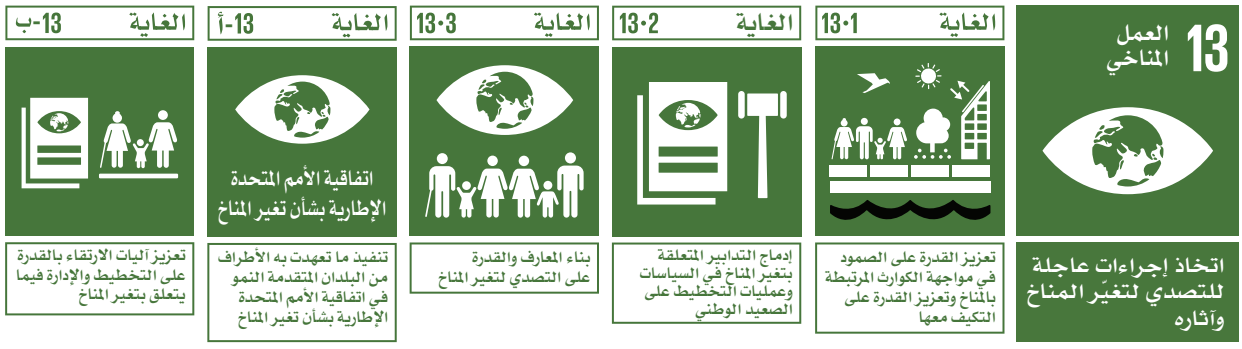


المصدر: وضعه معهد ستكهولم للبيئة في السويد (2018).

من أهداف التنمية المستدامة)، وتوفير بيئات مستدامة وصحية للعيش فيها (أهداف التنمية المستدامة 1 و3 و11) (Sweden, 2018). وللمياه دور حاسم في التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه على حد سواء (الهدف 13 من أهداف التنمية المستدامة)، وهي تسهم، بصفتها هذه، في إقامة مجتمعات قادرة على الصمود، يسودها العدل وتنعم بالسلام ولا يُهمّش فيها أحد (الهدف 16 من أهداف التنمية المستدامة) (White, 2018).

وفي حين أن الهدف 13 من أهداف التنمية المستدامة الذي ينص على "اتخاذ إجراءات عاجلة للتصدي لتغيّر المناخ وآثاره" يتضمن غايات ومؤشرات محددة، فإنه يعترف أيضاً صراحة بأن اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ هي المنصة الدولية الرئيسية للتفاوض بشأن الإجراءات العالمية للتصدي لتغير المناخ والإشراف عليها (انظر الفرع التالي). والعديد من الغايات والمؤشرات المنصوص عليها في إطار الهدف 13 من أهداف التنمية المستدامة (الشكل 2.2) لها صلة بالمياه أو تعتمد على المياه (13.1 و13.2 و13-باء)، دون أن يشار فيها بالضرورة إلى قضايا المياه بشكل محدد. غير أن الهدف 13 من أهداف التنمية المستدامة هو أيضاً رمز للانفصال الأساسي القائم بين أهداف التنمية المستدامة نفسها، وبين خطة عام 2030 والأطر العالمية الأخرى. فعلى سبيل المثال، لا توجد آلية رسمية تربط الهدف 13 من أهداف التنمية المستدامة بأهداف اتفاق باريس، مما يؤدي إلى خلق عمليات موازية.

الشكل 2.2 الهدف 13 من أهداف التنمية المستدامة: الغايات ذات الصلة بالمياه والمعتمدة على المياه



المصدر: قاعدة معارف الأمم المتحدة المتعلقة بأهداف التنمية المستدامة ومشروع الجميع.

وبالنظر إلى دور المياه في التخفيف من وطأة تغير المناخ والتكيّف معه، فإنها يمكن أن تؤدي دوراً رابطاً، سواء فيما بين أهداف التنمية المستدامة أو فيما بين أطر السياسات العامة، من قبيل اتفاق باريس.

ويُعترف في إطار نهج متكامل إزاء خطة عام 2030 بأن معظم جوانب المجتمع والتنمية والنمو المستدام والبيئة هي جوانب تكافلية. ولكن خلال دورة المنتدى السياسي الرفيع المستوى لشهر تموز/يوليو 2018، عندما جرى استعراض الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة، من بين أهداف التنمية المستدامة الأخرى، وعرض التقارير الوطنية الطوعية، اعترفت البلدان بأن أهداف التنمية المستدامة يجري تناولها بمعزل عن بعضها البعض، وبأنها ليست على المسار الصحيح نحو تحقيق غايات الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة، ولا سيما بالنسبة لأفقر المجتمعات المحلية وأكثرها ضعفاً (HLPF, 2018).

وعلاوة على ذلك، فإن الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة، شأنه شأن أهداف التنمية المستدامة الأخرى، له غايات قابلة للتطبيق على الصعيد العالمي وتتسم بطابع تقدمي. غير أن كل حكومة عليها أن تقرر كيفية إدماج تلك الغايات في عمليات وسياسات واستراتيجيات التخطيط الوطني على أساس الحقائق والقدرات ومستويات التنمية والأولويات الوطنية (United Nations, 2018a). وفي مجال المناخ، تعالج هذا المسألة آليات محددة على الصعيد الوطني تم الاتفاق عليها في المؤتمر الحادي والعشرين للأطراف (مؤتمر الأمم المتحدة لتغير المناخ 2015، الدورة الحادية والعشرين لمؤتمر الأطراف) في إطار اتفاق باريس (انظر الفرع أدناه والفصل 11). ومن ثم، هناك فرصة فريدة للربط بين تنفيذ جداول الأعمال العالمية على الصعيدين الوطني والمحلي عن طريق تعميم مراعاة القضايا المتصلة بالمياه ومعالجتها بطريقة متكاملة ومنهجية عند معالجة الالتزامات المتعلقة بالمناخ.

2.2.2 اتفاق باريس بشأن تغير المناخ

دخلت اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ حيز النفاذ في عام 1994، بعد اعتمادها رسمياً خلال مؤتمر قمة الأرض في ريو في عام 1992. وفي إطار تلك الاتفاقية، تستخدم صكوك قانونية أو "بروتوكولات" لبلوغ أهداف الاتفاقية. وسرعان ما تم التصديق على اتفاق باريس الذي اعتمد في الدورة الحادية والعشرين لمؤتمر الأطراف ودخل حيز النفاذ عشية الدورة الثانية والعشرين لمؤتمر الأطراف، الذي عُقد في عام 2016 في مراكش، المغرب.

ويتمثل الهدف الطويل الأجل لاتفاق باريس في "الإبقاء على ارتفاع متوسط درجة الحرارة العالمية في حدود أقل بكثير من درجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل الحقبة الصناعية، ومواصلة الجهود الرامية إلى حصر ارتفاع درجة الحرارة في حد لا يتجاوز 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل العصر الصناعي، انطلاقاً من إدراك أن هذه الإجراءات من شأنها أن تقلص بصورة كبيرة من مخاطر تغير المناخ وآثاره" (اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، 2015، المادة 2). ويركز الاتفاق على معالجة مسألة التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه، فضلاً عن الاحتياجات المالية اللازمة لبلوغ هذا الهدف. ومن دواعي الأسف أن نتائج الدورة الخامسة والعشرين لمؤتمر الأطراف في عام 2019 تشير فيما يبدو إلى أن تحقيق الهدف الطويل الأجل لاتفاق باريس قد يكون أصعب مما كان متوقعاً فيما مضى.

كيف يعمل الاتفاق

بموجب اتفاق باريس، التزم كل طرف بتحديد التدابير التي سيتخذها للتخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معها والتخطيط لها والإبلاغ عنها بانتظام. ومن المقرر استعراض هذه التدابير، المعروفة باسم المساهمات المحددة وطنياً، كل خمس سنوات. ومن المقرر تقديم الجولة التالية من المساهمات المحددة وطنياً (الجديدة أو المستكملة) في عام 2020. وقد صُممت هذه المساهمات بحيث تكون تدريجية، كما أن الإبلاغ في إطار تلك المساهمات عن تدابير التكيف هو أمر طوعي تماماً.

وبصرف النظر عن المساهمات المحددة طوعياً، تُشجّع أيضاً الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ على وضع خطط وطنية للتكيف. وتهدف هذه الخطط إلى تحديد احتياجات التكيف في الأجلين المتوسط والطويل ووضع الاستراتيجيات اللازمة لمعالجتها. وفي الظروف المثلى، تُراعى خطة عام 2030 في خطط التكيف الوطنية، ويجري العمل على إدماج أهداف التنمية المستدامة وغاياتها في إطار تلك الخطط، عند الاقتضاء. ومن ثم، فمن شأن الوفاء بالمساهمات المحددة وطنياً وبخطط التكيف الوطنية، في ظل ارتفاع مستوى المواءمة في المساهمات المحددة وطنياً بين غايات أهداف التنمية المستدامة وطموحاتها، أن يساعد البلدان على تحقيق أهدافها الإنمائية المستدامة، الأمر الذي من شأنه أن ييسر الجهود التي تبذلها البلدان للتخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه (Hamill and Price-Kelly, 2017; Northrop et al., 2016).

وبالإضافة إلى ذلك، يعترف اتفاق باريس على وجه التحديد بالحاجة إلى التصدي للخسائر والأضرار، لأن العديد من آثار تغير المناخ لا يمكن تجنبها بتدابير التكيف وحدها. وهو ينص تحديداً على أن الخسائر والأضرار يمكن أن تتخذ أشكالاً مختلفة – سواء كآثار فورية تنتج عن الظواهر الجوية القصوى أو كآثار بطيئة الانتشار، مثل فقدان السواحل بسبب ارتفاع مستوى سطح البحر (الفرع 2.2.3). وهنا يمكن أن تكون التدخلات المتعلقة بإدارة المياه بمثابة جسر وطريقة توفر سبلاً للعلاج، بما في ذلك ما يسمى بالحلول المستمدة من الطبيعة، التي يمكن أن تساعد المجتمعات المحلية والنظم الإيكولوجية على الوقاية من الكوارث والتكيف معها والتعافي منها.

ويعترف اتفاق باريس أيضاً بالأدوار الأساسية التي تضطلع بها الأطراف من غير الدول، مثل السلطات المحلية، والقطاع الخاص، والأوساط الأكاديمية، ومنظمات المجتمع المدني، والمنظمات الدولية والمنظمات غير الحكومية، والمؤسسات، والنساء، والشعوب الأصلية، وجماعات الشباب، في سبيل تحقيق أهدافه (UNFCCC, 2015). ويمكّن برنامج العمل العالمي المتعلق بالمناخ (المعروف باسم شراكة مراكش للعمل المناخي العالمي) (UNFCCC, 2019) الأطراف من غير الدول من المساهمة في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، وتسليط الضوء على الحلول، وعرض إجراءات ملموسة على أرض الواقع. وللمياه، بمبادرة من الأوساط المعنية بالمياه، 'صوت' رسمي داخل شراكة مراكش للعمل المناخي العالمي،[4] مما يعني أن هناك أنشطة معتمدة بموجب اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ تجري فيما يتعلق بالمياه والمناخ في كل مؤتمر من مؤتمرات الأطراف، وأن الفريق المعني بالمياه هو أحد الأفرقة المواضيعية الدائمة الممثلة ضمن الشراكة.

ومنذ التصديق على اتفاق باريس، اتخذت خطوات ملموسة لخفض انبعاثات غازات الدفيئة والشروع في اتخاذ تدابير للتكيف، حيث قدم أكثر من 160 بلداً، إلى جانب الاتحاد الأوروبي، مساهمات معتزمة محددة وطنياً (Northop et al., 2016). ومع ذلك، وحسب ما يشير إليه أحدث تقرير خاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، لا يزال هناك طريق طويل يتعين قطعه من أجل تحقيق أهداف الاتفاق (IPCC, 2018b). وفي الجلسة العامة الختامية لمؤتمر الأطراف الرابع والعشرين، أبرز فرانك باينيماراما، رئيس وزراء فيجي ورئيس الدورة الثالثة والعشرين لمؤتمر الأطراف، الحاجة إلى رفع مستوى الطموحات، وأشار إلى أن العالم يحتاج إلى "خمسة أضعاف مستوى الطموح الحالي، وخمسة أضعاف حجم العمل الراهن"، من أجل تحقيق أهداف الاتفاق (UN News, 2018).

في اتفاق باريس - كنز دفين

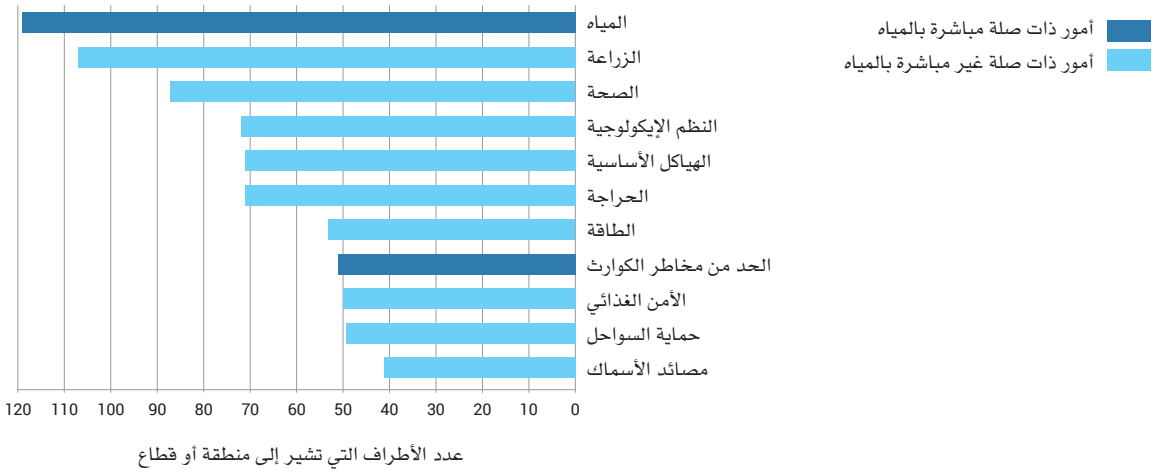
على الرغم من أن اتفاق باريس لم يتضمن إشارة إلى المياه في حد ذاتها، فإنها المياه عنصر أساسي في جميع استراتيجيات التخفيف والتكيّف تقريباً – من تخزين الكربون في النظم الإيكولوجية الأرضية إلى تكنولوجيات الطاقة النظيفة الناشئة، والتكيف مع الظواهر الجوية القصوى (White, 2018). وقد حُددت المياه بوصفها الأولوية الأولى لمعظم إجراءات التكيف التي تُتخذ ضمن المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً، وهي تتصل بصورة مباشرة أو غير مباشرة بجميع المجالات الأخرى ذات الأولوية (الشكل 2.3). وتتصل أيضاً معظم الأخطار التي تم تحديدها بالمياه (الشكل 2.4).

وعلاوة على ذلك، وبما أن العديد من أهداف التنمية المستدامة وغاياتها ذات الصلة تعالجها أولويات المساهمات المحددة وطنياً هذه، فإن تحويل الالتزامات المتصلة بالمياه إلى خطط للتكيف/خطط عمل وطنية يتيح للبلدان والمدن الفرصة لتلبية الاحتياجات بطريقة متكاملة وكلية وفعالة وكفؤة ومستدامة من أجل بناء مجتمعات قادرة على التكيف.

وخارج إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، تعمل جماعات مستقلة، مثل شراكة المساهمات المحددة وطنياً، على الربط بين أهداف التنمية المستدامة والمساهمات المحددة وطنياً وخطط العمل الوطنية. وتمثل تلك الشراكة فرصة لمنظمات المياه الدولية لكي تنضم إلى الأعضاء وتدعم إمكانية القيام في عام 2020 بتقديم مساهمات محددة وطنياً خضعت للاستعراض وتتسم بمزيد من الطموح، من شأنها أن تزيد من إدماج مسألة المياه في المرحلة التشغيلية للمساهمات المحددة وطنياً وخطط العمل الوطنية.

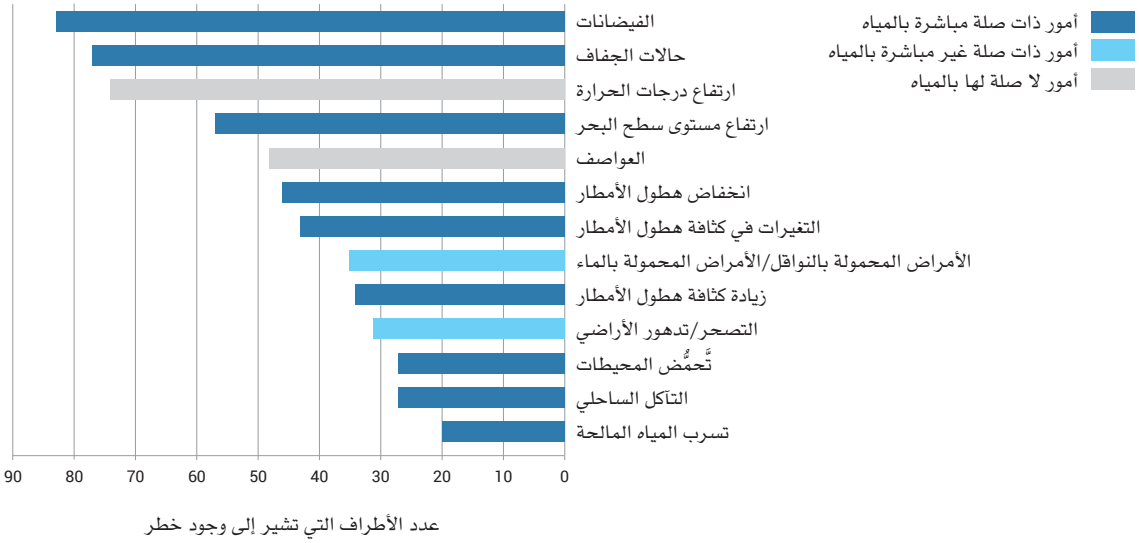
4 شملت المنظمات المشاركة تحالف التكيف العالمي للمياه، وشركة أروب (Arup)، ومشروع الكشف عن الكربون، ومبادرة الولاية المتعلقة بالمياه لكبار المسؤولين التنفيذيين للاتفاق العالمي للأمم المتحدة، ومعهد دلتاريس (Deltares)، ومنظمة الأغذية والزراعة، والشبكة الدولية للهيئات المعنية بأحواض الأنهار، ومعهد ستوكهولم الدولي للمياه، وشركة سويز (SUEZ)، واليونسكو، ومعهد الموارد العالمية، والمجلس العالمي للمياه (قائمة غير حصرية). وفي تموز/يوليو 2016، قام معهد ستوكهولم، باسم عدة منظمات دولية، بتنسيق عملية إعداد رسالة رسمية وتقديمها إلى أنصار مؤتمر الأطراف الحادي والعشرين ومؤتمر الأطراف الثاني والعشرين، للترويج للقيمة المضافة التي ينطوي عليها إدماج محور تركيز خاص بالمياه في شراكة مراكش.

الشكل 2.3 المجالات والقطاعات ذات الأولوية المتعلقة بإجراءات التكيف المحددة ضمن عنصر التكيف في المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً التي تم تقديمها



المصدر: مقتبس بتصرف من UNFCCC (2016, fig. 16. p. 69)، بما يشمل تحليل الشراكة العالمية للمياه.

الشكل 2.4 الأخطار المناخية الرئيسية المحددة ضمن عنصر التكيف في المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً التي تم تقديمها



المصدر: مقتبس بتصرف من UNFCCC (2016, fig. 14. p. 64)، بما يشمل تحليل الشراكة العالمية للمياه.

2.2.3 إطار سنداي للحد من مخاطر الكوارث 2015-2030

في 18 آذار/مارس 2015، اعتمدت الدول الأعضاء في الأمم المتحدة إطار سنداي للحد من مخاطر الكوارث للفترة 2015–2030 ("إطار سنداي"). ويتألف هذا الإطار غير الملزم من سبع غايات عالمية موحدة وأربع أولويات للعمل القصد منها هو *"الحد بشكل كبير من مخاطر الكوارث والخسائر في الأرواح وسبل كسب الرزق والصحة، وفي الأصول الاقتصادية والمادية والاجتماعية والثقافية والبيئية للأشخاص ومؤسسات الأعمال والمجتمعات المحلية والبلدان"* (UNDRR, 2015a).

وسعياً إلى تحقيق هذه النتيجة، يجب على الدول الأعضاء بحلول عام 2020 أن تضع استراتيجيات وطنية ومحلية متاحة للجمهور من أجل الحد من مخاطر الكوارث (الغاية هـ). كذلك يُدعى أصحاب المصلحة من غير الأعضاء إلى عرض الالتزامات الطوعية التي تم الاضطلاع بها لمساعدة مكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث على رصد الإجراءات الرامية إلى تحقيق غايات إطار سنداي وتعميمها.

وقبل وضع إطار سنداي، كانت الاستراتيجيات العالمية للحد من مخاطر الكوارث تركز في المقام الأول على أنشطة الإغاثة في حالات الكوارث. ومن المقاصد الرئيسية للإطار تعزيز الوقاية النشطة وتحسين استراتيجيات إعادة البناء الرامية إلى زيادة القدرة على الصمود والحد من المخاطر الطويلة الأجل الناجمة عن الأخطار المفاجئة أو الأخطار البطيئة الظهور داخل القطاعات القائمة على الصعد المحلية والوطنية والدولية وفيما بينها (الأولويتان 3 و4). ولا يزال هذا التحول من الإغاثة في حالات الكوارث إلى الوقاية والتأهب يشكل عملية مستمرة تجري من خلال تفاعلات معقدة بين عدد من العوامل المحركة للكوارث، بما في ذلك تغير المناخ، وانعدام المساواة، والتغير الديمغرافي وتوزيع السكان، فضلاً عن التدهور البيئي (Briceño, 2015).

وبالمثل، يكاد لا يرد ذكر للمياه في إطار سنداي نفسه، مع أن المياه تتخلل كل أولوية من أولويات العمل وتمثل عنصراً محورياً في جميع غاياته السبع. وتمثل الفيضانات والعواصف ما يقرب من 90 في المائة من أشد الكوارث الطبيعية (Adikari and Yoshitani, 2009). وتتأثر المخاطر المتصلة بالمياه تأثراً كبيراً بالتحولات التي تطرأ على المناخ، حتى الصغيرة منها، بحيث يتغير تواتر هذه الأخطار وحجمها وكثافتها مع مرور الوقت (Milly et al., 2005).

ويسبق الاعتراف بالروابط الواضحة القائمة بين المياه وتغير المناخ والكوارث إطار سنداي. ومنذ عام 2007، يعمل فريق الخبراء والقادة الرفيعي المستوى المعني بالمياه والكوارث التابع للأمم المتحدة على التوعية بالصلات بين المياه والكوارث (الإطار 2.1) ويسعى إلى سد الفجوات بين الأوساط المعنية بالسياسات الخاصة بكل من هذه المسائل.

2.2.4 الاتفاقيات الدولية المتعلقة بالمياه

إن الأطر القانونية والحكومية الدولية العالمية المتعلقة بالمياه، مثل اتفاقية الأمم المتحدة لقانون استخدام المجاري المائية الدولية في الأغراض غير الملاحية (اتفاقية المجاري المائية) واتفاقية حماية واستخدام المجاري المائية العابرة للحدود والبحيرات الدولية (اتفاقية المياه)، توفر إطاراً لمعالجة آثار تغير المناخ على الموارد المائية.

وتدعم أحكام كثيرة من أحكام القانون الدولي للمياه تدابير التكيف مع تغير المناخ، مثل مبادئ الاستخدام المنصف والمعقول، و"عدم إحداث ضرر جسيم"، والمبدأ الاحترازي (UNECE/INBO, 2015). ولذلك، وعلى الرغم من أن اتفاقية المياه لا تشير صراحة إلى المناخ، فإنها توفر أداة قوية للتعاون من خلال مطالبة الأطراف بمنع الآثار العابرة للحدود الواقعة على الموارد المائية ومكافحتها والحد منها، بما في ذلك الآثار المتصلة بالتكيف مع تغير المناخ والتخفيف منه.

وعلى الصعيد الإقليمي، يساعد البروتوكول المتعلق بالماء والصحة على حماية صحة البشر ورفاههم عن طريق تحسين إدارة المياه والحد من الأمراض المتصلة بالمياه التي تتأثر بتغير المناخ.

وفي حين أن المبادئ التوجيهية لأطر المياه العابرة للحدود قد صدقت أو وقعت عليها عدة بلدان، فإن عدم الامتثال مازال مستمراً، كما لا تزال العقبات التي تعترض توسيع نطاق التعاون عبر الحدود قائمة. غير أن الحاجة الملحة إلى التعاون في التصدي لتغير المناخ يمكن أن تكون حافزاً للتعاون على نطاق أوسع في الأحواض العابرة للحدود.

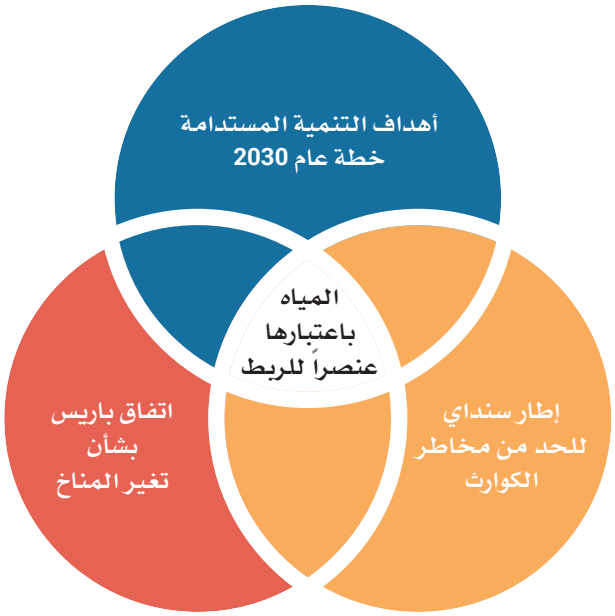
2.3 المياه باعتبارها عنصراً للربط يدعم تنفيذ الاتفاقات العالمية

فيما يتعلق بالإشارة إلى المياه وتغير المناخ في خطة عام 2030، يوجد لكل من الهدف 6 والهدف 13 من أهداف التنمية المستدامة أثر مباشر أو غير مباشر على جميع أهداف التنمية المستدامة الأخرى. وتتشابك التحديات المتعلقة بالتنمية والقضاء على الفقر والاستدامة بصفة وثيقة، ولا سيّما من خلال مسألة المياه، مع التحديات الخاصة بالتخفيف من وطأة تغير المناخ والتكيّف معه. والمياه ليست قطاعاً من القطاعات، وإنما هي عنصر للربط، فالآثار الناجمة عن تغير المناخ تمس جميع جوانب مجتمعنا (الاقتصادية والاجتماعية والبيئية) (White, 2018). ويلزم توافر إرادة سياسية قوية وقيادة قوية لتسليط الضوء على قيمة المياه وتعميمها في تنفيذ الاتفاقات العالمية (الشكل 2.5).

وقد بدأت عدة مبادرات يقودها رؤساء الدول والدول الأعضاء والأمم المتحدة من أجل سد الفجوات وإيجاد وسائل لتنفيذ أهداف الاتفاقات العالمية بطريقة أكثر كفاءة واستدامة (الإطار 2.1). وتعترف هذه المبادرات بالمياه باعتبارها عنصراً للربط والتيسير في تنفيذ جداول الأعمال العالمية. ومع ذلك، فهناك تفاوتات فيما يتعلق بتحويل هذه التوصيات والسياسات العالمية إلى إجراءات ملموسة على أرض الواقع.

وفي حين أن هذه الجهود قد تكون جديرة بالثناء، فإن زيادة المزج بين الرؤى ووجهات النظر والآليات المالية من جانب الأوساط المعنية بالمياه والحد من مخاطر الكوارث وتغير المناخ ستكون مفيدة لكل الأطراف، وستزيد من فعالية التكلفة، وتساعد على ضمان ألا تؤدي خيارات كل طرف دون قصد إلى إضعاف الأطراف الأخرى أو زيادة المخاطر التي تتعرض لها (Matthews et al., 2018).

الشكل 2.5 المياه باعتبارها عنصراً للربط فيما بين الالتزامات العالمية المعتمدة في عام 2015



المصدر: UN-Water (2019, p.9). © 2019 United Nations. أعيد طبعها بإذن من الأمم المتحدة. وهذا العمل هو ترجمة غير رسمية يقبل الناشر المسؤولية الكاملة عنها.

الإطار 2.1 المبادرات الرفيعة المستوى التي أطلقها رؤساء الدول والأمم المتحدة

في عام 2016، شكل الأمين العام للأمم المتحدة، بان كي مون، ورئيس مجموعة البنك الدولي، جيم يونغ كيم، فريقاً رفيع المستوى معنياً بالمياه، يتألف من عدد من رؤساء الدول وممثلي الحكومات ومستشار خاص يستعان به لمدة عامين. وفي آذار/مارس 2018، أصدر الفريق الرفيع المستوى تقريره المعنون "الحفاظ على كل قطرة ماء: خطة للعمل من أجل المياه" (HLPW, 2018a)، مسلطاً الضوء على جوانب المياه التي تمكّن من تنفيذ مجموعة واسعة من أهداف التنمية المستدامة. ولعل التوصيات الواردة في هذا التقرير تشكل أداة مفيدة للتعبير عن الترابط بين أهداف التنمية المستدامة واتفاق باريس وإطار سنداي، بما يفيد في تحقيق الاستدامة الطويلة الأجل، ولا سيما فيما يتعلق بالقدرة على الصمود والحد من آثار الكوارث المتصلة بالمياه.

وفي عام 2007 أُنشئ فريق الخبراء والقادة الرفيع المستوى المعني بالمياه والكوارث، بناء على طلب المجلس الاستشاري المعني بالمياه والصرف الصحي التابع للأمين العام للأمم المتحدة، من أجل زيادة الوعي العالمي بقضايا المياه والكوارث والعمل على اتخاذ إجراءات ملموسة لمعالجتها، وذلك بإصدار التقارير والمشاركة في عقد جلسات الأمم المتحدة المواضيعية الخاصة بشأن المياه والكوارث مرة كل سنتين. ويهدف الفريق إلى حث البلدان على اتخاذ إجراءات وقائية ضد زيادة تواتر الكوارث المتصلة بالمياه، بل وتكثيف آثارها، بسبب تغير المناخ والنمو السكاني والتحضر السريع. وهو يدعو إلى عدم التعامل مع الحد من مخاطر الكوارث، وإدارة الموارد المائية، والتكيف مع المناخ، كمواضيع منفصلة.

وتم في آذار/مارس 2018 إطلاق العقد الدولي للعمل بشأن المياه من أجل التنمية المستدامة، 2018-2028، بعد أن اعتمدته الجمعية العامة للأمم المتحدة في دورتها الحادية والسبعين، بهدف تسريع الجهود الرامية إلى مواجهة التحديات المتعلقة بالمياه، بما في ذلك محدودية فرص الحصول على المياه المأمونة والصرف الصحي، وتزايد الضغط على الموارد المائية والنظم الإيكولوجية، وتفاقم خطر الجفاف والفيضانات. ويتمثل أحد الأهداف الرئيسية للعقد في أن ينشّط المجتمع الدولي تنفيذ البرامج والمشاريع القائمة، مثل خطة التنمية المستدامة لعام 2030، وإطار سنداي للحد من مخاطر الكوارث للفترة 2015-2030، واتفاق باريس لعام 2015، بطريقة منسقة وفعالة لزيادة تحسين التعاون والشراكة وتنمية القدرات. وسيسلط استعراض منتصف المدة الذي سيُجرى للعقد في عام 2023 الضوء على معالجة المياه بوصفها عاملاً يمكّن من تنفيذ جداول الأعمال العالمية (United Nations, 2018b).

ومن الضروري، حيثما تعتبر المياه في كثير من الأحيان قطاعاً قائماً بذاته، أن يعترف بالمياه باعتبارها عنصراً للربط. فعلى سبيل المثال، على الرغم من أن المياه تحتل موقعاً مرتفعاً نسبياً في جدول أعمال التكيف، فإن المساهمات المحددة وطنياً لا تقدم خيارات لتحسين عملية صنع القرارات والسياسات المتعلقة بإدارة المياه وتحسين المؤسسات المشتركة بين القطاعات المعنية بإدارة المياه على الصعيد الوطني من أجل بلوغ الغايات وتجنب المقايضات الصعبة والنزاعات. وقد أُحرز بعض التقدم في هذا الاتجاه في الدورة الرابعة والسبعين للجمعية العامة للأمم المتحدة، المعقودة في أيلول/سبتمبر 2019 (الإطار 2.2).

وتتجاوز مسألة المياه مجرد توفير المياه وخدمات الصرف الصحي والنظافة الصحية وإدارة الموارد المائية. فالمياه هي أساس كل أشكال الحياة على الأرض وحق أساسي من حقوق الإنسان. ويمكن أن يشكل تعميم مسألة المياه في العمليات المتعلقة بالمناخ العالمي والتنمية والحد من مخاطر الكوارث وسيلة لربط قضايا تغير المناخ بجميع أهداف التنمية المستدامة الأخرى. فوضع المياه في صميم هذه الاستراتيجيات هو وسيلة أساسية للمضي قدماً، ومن شأنه أن يساعد الأوساط المعنية بالمياه على إيصال رسالتها إلى الجهات المعنية بالمناخ والجمهور بصفة أعم.

الإطار 2.2 التقدم المحرز في الدورة الرابعة والسبعين للجمعية العامة للأمم المتحدة (أيلول/سبتمبر 2019)

عُقدت عدة مؤتمرات للقمة بشأن الإجراءات المناخية والتنمية المستدامة وتمويل التنمية على هامش الدورة الرابعة والسبعين للجمعية العامة للأمم المتحدة في أيلول/سبتمبر 2019. وقد اجتمع رؤساء الدول ووفود البلدان في نيويورك ليؤكدوا من جديد التزامهم بالوفاء بجداول الأعمال هذه. وفي إطار الدعوة إلى عقد مؤتمرات القمة، طلب الأمين العام للأمم المتحدة، أنطونيو غوتيريس، من الدول على وجه التحديد "ألا تأتي إلى مؤتمر القمة بخُطَب جميلة ... فتذكرة الدخول هي العمل الجريء وزيادة الطموح زيادة كبيرة" (UN Secretary-General, 2019)، وشدد على أن الوضع بلغ حد الطوارئ.

وتم التصديق في الإعلان السياسي الصادر عن المنتدى السياسي الرفيع المستوى، الذي اعتمدته الجمعية العامة بالإجماع، على دورة السنوات الخمس المقبلة من خطة عام 2030، وتسليط الضوء على التزام البلدان بـ "عدم ترك أحد خلف الركب"؛ والحد من مخاطر الكوارث وبناء قدرة البلدان والاقتصادات والمجتمعات المحلية والأفراد على التصدي للصدمات والكوارث الاقتصادية والاجتماعية والبيئية؛ وتحسين عملية جمع البيانات والإبلاغ عنها على الصعيدين العالمي والوطني (HLPF, 2019). وعلاوة على ذلك، أحاط قادة العالم علماً بالتقرير المرحلي للأمين العام عن أهداف التنمية المستدامة (United Nations, 2019) وتقرير التنمية المستدامة على الصعيد العالمي (Independent Group of Scientists appointed by the Secretary-General, 2019) وأقروا بأهمية اتباع نهج عام وكلي، مع مراعاة أوجه الترابط بين الأهداف والغايات.

وأخيراً وليس آخراً، قدمت اللجنة العالمية المعنية بالتكيف، في إطار مؤتمر قمة الأمم المتحدة للعمل المناخي، تقريرها الرئيسي المعنون "التكيف الآن: نداء عالمي من أجل القيادة في مجال القدرة على التصدي لتغير المناخ"، ودعت إلى أن يكون عام 2020 سنة عمل من أجل التكيف. وتحتل المياه في ذلك التقرير مكانة بارزة، كما تم الإعلان عن مسار مخصص للعمل في مجال المياه من أجل تعزيز التكيف من خلال الإدارة المرنة للمياه (GCA, 2019).

ومن بين النتائج الرئيسية لمؤتمرات القمة هذه الدعوة التي وجهها قادة العالم، بضغط من حركات المواطنين والشباب، إلى عقد من العمل الطموح من أجل "عدم ترك أحد خلف الركب"، وإعلانهم عن إجراءات محددة للمضي قدماً في تنفيذ تعهداتهم. ويتجدد الالتزام بضمان الحماية الدائمة لكوكب الأرض وموارده الطبيعية، بما في ذلك المياه العذبة، وحماية وحفظ الموارد البحرية والبرية للكوكب، مع الاعتراف بدورها الرئيسي في التكيف مع آثار تغير المناخ والتخفيف من حدتها. كذلك أبرز الكثير من البلدان ورؤساء الدول أهمية تحقيق الأهداف المتعلقة بإدارة الموارد المائية وبالصرف الصحي.

وسيتمثل التحدي الرئيسي في تجميع كل هذه النوايا والمبادرات في إطار عملية شاملة ومتسقة تمكّن من وضع خطط عمل متضافرة وموسعة، بدلاً من القيام بعمليات معزولة ومتوازية على الصعد العالمي والإقليمي والوطني والمحلي. ومن شأن تحديد مبادرات المياه التي تم الإعلان عنها في مؤتمرات القمة هذه وتسليط الضوء على الكيفية التي تكمل بها كل منها الأخرى وتغذيها أن يشكلا وسيلة فعالة للمضي قدماً وضمان التعامل مع الفرص المتاحة للتمويل والاختناقات التي تكتنفه، التي تم تحديدها في مؤتمر القمة المعني بتمويل التنمية (2019).

3

توافر المياه والهياكل الأساسية والنظم الإيكولوجية

منظر جوي لإحدى منشآت معالجة مياه الصرف الصحي.

معهد جامعة الأمم المتحدة للمياه والبيئة والصحة | فلاديمير سماختين، دومندا بيريرا ومنصور قادر

البرنامج الهيدرولوجي الدولي - اليونسكو | أليس أوريلي وتيلز كارفالهو-ريسندي

بمساهمات من: نيل دهوت (أكوافيد)؛ وأنجيلوس فينديكاكيس (الرابطة الدولية للهندسة والبحوث بشأن البيئة المائية)؛ وكارين غ. فيلهولث (المعهد الدولي لإدارة المياه)؛ وجيسون ج. غورداك (جامعة سان فرانسيسكو ستيت)؛ وسارانتويا زانداريا (اليونسكو – البرنامج الهيدرولوجي الدولي)؛ وستيفان هلسمان (معهد جامعة الأمم المتحدة للإدارة المتكاملة لتدفقات المواد والموارد)؛ وكيت مدليكوت (منظمة الصحة العالمية)؛ وريتشارد كونور وجوس تيمرمان (البرنامج العالمي لتقييم الموارد المائية)

يحدد هذا الفصل الروابط القائمة بين تغير المناخ ومختلف جوانب إدارة الموارد المائية. وتُعرض فيه خيارات التكيف وبناء القدرة على الصمود فيما يتعلق بتخزين المياه – بما في ذلك المياه الجوفية – والهياكل الأساسية لإمدادات المياه والصرف الصحي، كما يرد به وصف لخيارات الإمداد بالمياه غير التقليدية. كذلك تُعرض خيارات للتخفيف فيما يتصل بنُظم إدارة المياه.

3.1 الآثار الواقعة على الموارد المائية والهياكل الأساسية

3.1.1 ندرة المياه وتدهور النظم الإيكولوجية وتلوث المياه

حسب المشار إليه في المقدمة، يؤدي تغير المناخ إلى تفاقم ندرة المياه. ويجلب تغير المناخ إلى المناطق المختلفة تحديات متباينة، تبعاً للكيفية التي تعرَّف وتفسَّر بها ندرة المياه (Falkenmark et al., 1989; Seckler et al., 1999). وعادة ما تنجم الندرة الاقتصادية للمياه عن الافتقار إلى الهياكل الأساسية للمياه التي يمكن أن تكفل إمكانية الحصول عليها (Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, 2007)، وتحدث تلك الندرة عادة في أفريقيا وبعض أجزاء أمريكا الجنوبية وجنوب آسيا. ويشكل وضع المزيد من الهياكل الأساسية للمياه في هذه المناطق السبيل الوحيد للتخفيف من الندرة، ولكن ينبغي أن تراعى في ذلك آثار تغير المناخ التي لوحظت بالفعل (أو من المحتمل أن تحدث). أما الندرة المادية للمياه، التي تنشأ بسبب السحب المفرط ووجود هياكل أساسية متطورة للاستخدام البشري أو بسبب الجفاف الطبيعي، فتحدث عادة في أستراليا وآسيا الوسطى والشرق الأوسط وشمال أفريقيا وشمال الصين والجنوب الأفريقي.

وتحافظ المياه على النظم الإيكولوجية الأرضية (الغابات والمراعي وما إلى ذلك) وعلى النظم الإيكولوجية للمياه العذبة (الأنهار والبحيرات والأراضي الرطبة)، التي توفر خدمات هامة مثل إمدادات المياه، والتنقية الطبيعية، وإنتاج الأغذية، والقيم الثقافية، والأنشطة الاقتصادية. غير أن تدهور النظم الإيكولوجية الذي يحدث بسرعة بسبب الملوثات الناجمة عن الأنشطة الصناعية والتعدينية والزراعية، والنفايات الحضرية والريفية غير المعالجة، وانسكابات النفط، والإغراق السام قد تَسبَّب، جنباً إلى جنب مع آثار تغير المناخ، في آثار سلبية قوية على التنوع البيولوجي والنظم الإيكولوجية للمياه العذبة، مما يهدد أيضاً خدمات النظم الإيكولوجية الأساسية. وهناك حوالي مليون نوع من الحيوانات والنباتات مهدد بالانقراض، وكانت الأنواع التي تعيش في المياه العذبة هي التي عانت من أكبر انخفاض، حيث انخفضت بنسبة 84 في المائة منذ عام 1970. وقد فُقد بحلول عام 2000 أكثر من 85 في المائة من الأراضي الرطبة التي كانت موجودة في العالم في عام 1700، ولا تزال هذه الأراضي تختفي بمعدل أسرع بثلاث مرات من فقدان الغابات. وطرأت، منذ عام 1970، زيادة نسبتها 70 في المائة في أعداد الأنواع الدخيلة المغيرة في الأراضي الرطبة (مثل سمك الشبوط الآسيوي، والأعشاب المائية الزنبقية، وفأر النهر) (IPBES, 2019). ويشكل نضوب المياه والتلوث السببين الرئيسيين لفقدان التنوع البيولوجي وتدهور النظم الإيكولوجية، الأمر الذي يقلل بدوره من قدرة النظم الإيكولوجية على التكيف، مما يجعل المجتمعات أكثر عرضة للمخاطر المناخية وغير المناخية.

ويشكل سوء نوعية المياه بسبب فرط المغذيات (وذلك في الغالب بسبب سوء الصرف الصحي وسوء إدارة المغذيات) إحدى المشاكل الأكثر انتشاراً التي تؤثر على إمدادات المياه المتاحة ومصائد الأسماك والأنشطة الترفيهية. فعلى سبيل المثال، تبلغ تقديرات تكلفة الأضرار الناجمة عن فرط المغذيات في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها نحو 2.2 بليون دولار أمريكي سنوياً (Dodds et al., 2009). ومن المتوقع أن يؤدي تغير المناخ إلى تفاقم التدهور في جودة المياه نتيجة ارتفاع درجات حرارة المياه وانخفاض الأكسجين الذائب فيها، وهو ما يسفر

عن انخفاض قدرة التطهير الذاتي لكتل المياه العذبة. وبالنظر إلى احتمال زيادة الفيضانات وحالات الجفاف بسبب تغير المناخ، فإن مخاطر تلوث المياه والتلوث المسبب للأمراض الناجم عن الفيضانات، أو عن زيادة تركيزات الملوثات في أثناء فترات الجفاف، مرشحة للزيادة.

ويشكل التحضر مصدراً هاماً للتلوث، خاصةً في البلدان النامية، ولا سيما فيما يتعلق بالمياه الجوفية، نتيجة لعدم كفاية عمليات إدارة التخلص من النفايات الصلبة ولسوء إدارة الهياكل الأساسية للصرف الصحي. وحتى في إطار شبكات الصرف الصحي التي تدار إدارة جيدة، قد يؤدي تغير المناخ بصورة غير مباشرة إلى تفاقم خطر تلوث المياه الجوفية من خلال التحول إلى مرافق الصرف الصحي غير المحمية القائمة في الموقع، والتغوط في العراء، عندما تحد حالات الجفاف من توافر المياه للمراحيض الدافقة وممارسات النظافة الصحية السليمة المرتبطة بنظم الصرف الصحي المدارة إدارة جيدة (McGill et al., 2019).

3.1.2 الأخطار التي تهدد الهياكل الأساسية للمياه

يزيد تغير المناخ من المخاطر التي تتعرض لها الهياكل الأساسية للمياه

يزيد تغير المناخ من المخاطر التي تتعرض لها الهياكل الأساسية للمياه. وتؤدي زيادة كثافة الفيضانات وتواترها إلى زيادة مخاطر الإضرار بالهياكل الأساسية لمعالجة المياه وإمداداتها، وهو ما يمكن أن يؤدي إلى انقطاع الخدمات. وتكون الهياكل الأساسية للمياه والصرف الصحي في المدن الساحلية المنخفضة أكثر عرضة للفيضانات الشديدة (Cain, 2017). ويتعين أن تتعامل محطات معالجة مياه الصرف الصحي مع تصاعد حوادث التلوث الزائد الناجمة عن الفيضانات. ولزيادة التباين في كثافة هطول الأمطار وأنماطها بسبب تغير المناخ تأثير كبير على أداء شبكات الصرف في الحضر، مع ازدياد الطفح الناجم عن مياه الصرف الصحي ومياه العواصف معاً خلال هطول الأمطار الغزيرة والفيضانات (Tavakol-Davani et al., 2016).

ومن المسائل الناشئة على الصعيد العالمي تقادم الهياكل الأساسية للمياه (Ansar et al., 2014; Grant and Lewis, 2015; Zarfl et al., 2015)، وإن تباين نمط ذلك التقادم بين المناطق. وتتجلى المسألة، فيما يتعلق بالهياكل الأساسية لتخزين المياه، من خلال الترسيب، وزيادة تكاليف التشغيل والصيانة، والتغيرات الهيكلية، وزيادة مخاطر الكسر، وانخفاض الكفاءة التشغيلية عموماً مع اقتراب الهيكل المعني من عمره الافتراضي. غير أن التقادم يتأثر أيضاً بالتقلب في تغير تدفق الأنهار المرتبط بتغير المناخ. فزيادة عدم اليقين بشأن مدى الاستقرار الهيدرولوجي بسبب تغير المناخ تجعل من الضروري إعادة تقييم سلامة سدود تخزين المياه ومدى استدامتها، وتقييمها من حيث ضرورة إدخال تغييرات ممكنة عليها أو إيقاف تشغيلها، لتقليل آثارها البيئية والاجتماعية، وتحسين خدماتها إلى الحد الأمثل. وقد حدد بيتوك وهارتمان (2011) عدة آثار يحدثها تغير المناخ بالنسبة لإدارة السدود القائمة لتخزين المياه، بما في ذلك توقف السدود عن العمل بسبب التدفقات المتكررة والقصوى والمفاجئة؛ وتوقف الخدمات المقصودة من السدود نتيجة لتغير المناخ؛ والاضطرار إلى إجراء تغييرات تشغيلية في السدود بسبب تغير المناخ، مثل توفير مخازن إضافية وضوابط إضافية للتدفقات الداخلة والخارجة.

ويتصل إلى حد ما بمسألة الهياكل الأساسية القديمة الاتجاه الناشئ المتمثل في وقف تشغيل السدود التي أصبحت إما غير مأمونة أو بالية أو غير مقبولة اجتماعياً وبيئياً. ويتزايد حجم ووتيرة وقف تشغيل السدود، ولا سيما في المناطق التي لها تاريخ طويل من أعمال تشييد خزانات تجميع المياه/هياكل حجز المياه، مثل أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية (Dam Removal Europe, n.d.; Thomas-Blate, 2018). ففي الولايات المتحدة وحدها، أُزيل أكثر من 80 سداً في عام 2017، وأزيل ما مجموعه نحو 1275 سداً في 21 ولاية على مدى السنوات الثلاثين الماضية. غير أن وقف التشغيل يركز في المقام الأول على الهياكل الأصغر حجماً. وهناك العديد من السدود المتقادمة على الصعيد العالمي التي ليس لها أي قيمة اليوم أو قيمتها محدودة. وكثيراً ما تكون الإزالة هي الخيار الأمثل، ولكنها عموماً عملية طويلة الأجل ومكلفة.

وكثيراً ما يكون في النقل إلى المناطق الحضرية والنقل لأغراض الري اختناقات أكبر من التي تشهدها عمليات التخزين (PPIC Water Policy Center, 2018)، حيث يتعين التعامل في ذلك مع تدفقات قصوى يتزايد حجمها وتواترها باضطراد وتضعف إمكانية التنبؤ بها. وستحتاج مناطق كثيرة إلى استثمارات كبيرة في الهياكل الأساسية القادرة على الصمود أمام تغير المناخ، من أجل تحسين موثوقية نقل المياه في ظل تغير المناخ.

وتزيد الأحوال القصوى المرتبطة بالمياه والمتفاقمة بفعل تغير المناخ من المخاطر المتعلقة بالهياكل الأساسية للمياه والصرف الصحي والنظافة الصحية، من قبيل تضرر شبكات الصرف الصحي أو طفح محطات ضخ المجاري. ويمكن أن يؤدي انتشار البراز وما يرتبط به من كائنات وحيدة الخلية وفيروسات إلى ظهور مخاطر صحية شديدة وإلى انتشار التلوث. ويؤدي انخفاض نوعية المياه الذي يتفاقم بسبب تغير المناخ إلى زيادة تكاليف تنقية المياه.

وعلاوة على ذلك، قد يضر تغير المناخ بفعالية الخيارات المتاحة لتخزين المياه – سواء على سطح الأرض، بسبب زيادة التبخر الناجم عن زيادة درجة الحرارة مثلاً، أو تحت السطح، مثلاً بسبب تسرب المياه المالحة في طبقات المياه الجوفية في المناطق الساحلية نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر الناجم عن تغير المناخ. ويتسبب ارتفاع مستويات سطح البحر بفعل تغير المناخ أيضاً في تسرب المياه المالحة إلى المجارير في المناطق الساحلية (Laugier et al., 2010; Rasmussen et al., 2013). ويتعلق تكييف الهياكل الأساسية للمياه مع تغير المناخ، إلى حد كبير، بمدى فعالية التصدي للتحديات المتنوعة والمتنامية الخاصة بندرة المياه وتلوث المياه، التي تفاقمت بسبب تغير المناخ، على النحو المبين أعلاه.

3.2 خيارات لتعزيز الأمن المائي في ظل مناخ متغير

3.2.1 الابتكارات في الهياكل الأساسية التقليدية للمياه وتكيفها

إن تغير المناخ، حسب المشار إليه في الفرع 3.1.2، يستعصي على الحلول التقليدية للهياكل الأساسية للمياه. وقد تساعد جزئياً زيادة التركيز على مشاريع الهياكل الأساسية المتعددة الأغراض في مواجهة هذا التحدي (Branche, 2015). فهذه المشاريع كثيراً ما تلبي الاحتياجات المتعلقة بمقاومة الجفاف، ومكافحة الفيضانات، وتحقيق التنمية الإقليمية، وغير ذلك من الاحتياجات، بشكل مترابط، وتوفر في الوقت نفسه بعض المنافع العامة (الملاحة، وإدارة أحواض الأنهار، والحفاظ على تدفقات الأنهار "الإيكولوجية"، وما إلى ذلك)، مع الاعتراف بالطابع المتعدد الأغراض والشامل لعدة قطاعات الذي تتسم به المياه. ويمكن تنفيذ الحلول المستمدة من الطبيعة من أجل تحسين التكيف مع تغير المناخ، وزيادة فعالية وكفاءة وقوة الهياكل الأساسية لإدارة المياه (بما في ذلك العمليات والصيانة)، والمساهمة في التخفيف من آثار تغير المناخ.

وبشكل متزايد، يحد التغرين، والجريان السطحي المتاح، والشواغل والقيود البيئية، من إمكانية بناء المزيد من الخزانات، ولا سيما الخزانات الكبيرة، التي تمثل نهجاً تقليدياً لتخزين المياه السطحية، كما يحد منها أن المواقع العملية الأكثر فعالية من حيث التكلفة مستخدمة بالفعل، على الأقل في البلدان المتقدمة النمو. وفي حين أنه من غير المرجح أن يُستعاض بالحلول المستمدة من الطبيعة عن بعض الأشكال الكبيرة من الهياكل الأساسية المشيدة للتخزين، فإن الأشكال الأكثر ملاءمة للنظم الإيكولوجية لتخزين المياه، مثل الأراضي الرطبة الطبيعية، والاحتفاظ برطوبة التربة (من خلال الإدارة المستدامة للأراضي) وزيادة كفاءة تغذية طبقة المياه الجوفية (الفرع 3.2.2)، يمكن أن تساعد على تعزيز الفعالية العامة لعمليات التخزين السطحي (WWAP/UN-Water, 2018). ومن المهم تحديد أنسب مزيج من الهياكل الأساسية التقليدية والحلول المستمدة من الطبيعة. ومن الأمثلة على ذلك زيادة التحكم في المياه عند المنبع لإطلاقها من أجل الاستخدام البشري والتدفقات البيئية، مع استخدام مياه الصرف المعالجة لإعادة تغذية طبقة المياه الجوفية الخاضعة للإدارة في المناطق الساحلية، بهدف مكافحة تسرب مياه البحر وإعادة استخدامها للأغراض الحضرية. ويمكن أن يتسع سريعاً نطاق تطبيق هذه النهوج الهجينة إذا ما تم النظر، ضمن سياسات الموارد المائية وتخطيط استخدام الأراضي وعمليات إدارتها، في هذه الحلول المستمدة من الطبيعة وتمت زيادة الاستثمارات. وتشير الأدلة إلى أن الاستثمار في تلك الحلول لا يزال أقل بكثير من 1 في المائة من مجموع الاستثمار في الهياكل الأساسية لإدارة الموارد المائية (WWAP/UN-Water, 2018).

وبسبب تزايد الآثار المترتبة على تغير المناخ وغيره من العوامل المحركة للتغيير ثمة حاجة إلى إجراء مراجعة شاملة لاستراتيجيات عمليات التخزين والتخطيط والإدارة على الصعيدين الوطني والإقليمي (Scanlon and Smakhtin, 2016)، بما في ذلك في بعض البلدان التي لها تاريخ طويل من تطوير عمليات التخزين الكبيرة، مثل الولايات المتحدة الأمريكية (Ho et al., 2017). وفي الماضي، لم يكن يجري النظر بشكل كامل في الآثار الإيكولوجية لتطوير الهياكل الأساسية والتكاليف المستقبلية، مثل الصيانة أو الإزالة بعد انتهاء العمر الافتراضي الاقتصادي، أو تقدير قيمتها الكلية. وقد أخذت التشريعات تزداد قوة تدريجياً، لتُكسب الاعتبارات الإيكولوجية والبيئية قيمة أكبر. وتوجد الآثار المتزايدة لتغير المناخ حاجة إلى تطوير ابتكارات مختلفة في مجال تخزين المياه – بطرق متنوعة (على سبيل المثال، الإطار 3.1؛ و WWAP/UN-Water, 2018, Box 2.1, p. 39).

ويكتسي تعزيز قدرة الهياكل الأساسية لتوفير المياه وخدمات الصرف الصحي والنظافة الصحية على الصمود أهمية بالغة في أقل البلدان نمواً والدول الجزرية الصغيرة النامية، حيث يكون التعرض لآثار تغير المناخ مرتفعاً نسبياً. ووفقاً لمنظمة الصحة العالمية (WHO, 2015a)، ينبغي أن تنفذ تدابير التكيف والقدرة على الصمود الخاصة بنظم الصرف الصحي والرامية إلى مواجهة تغير المناخ في إطار ست فئات، بما يشمل التكنولوجيات والهياكل الأساسية، والتمويل، والسياسات والحوكمة، والقوة العاملة، ونظم المعلومات، وتقديم الخدمات. ويلخص الجدول 3.1 (WHO, 2018a) تدابير التكيف الممكن اتخاذها فيما يتعلق ببعض تكنولوجيات الصرف الصحي الرئيسية ونظم إدارة الصرف الصحي.

الجدول 3.1 أمثلة على خيارات التكيف مع المناخ فيما يخص نظم محددة من نظم الصرف الصحي

نظام الصرف الصحي	الأثر المحتمل	مثال على خيارات التكيف	القدرة العامة على الصمود
النُظم القائمة في الموقع			
المراحيض الجافة والمنخفضة الدفق	• انخفاض استقرار التربة مما يضعف من ثبات الحفر • تلوث البيئة والمياه الجوفية من طفح المراحيض • استعانة أصحاب المراحيض بمياه الفيضانات لتنظيف الحفر • انهيار المراحيض بسبب الغمر أو التحات	• استخدام حفر مبطنة باستعمال المواد المحلية • الأخذ بتصاميم المراحيض المكيفة محلياً: توفير المراحيض المرتفعة؛ والحفر الأصغر الكثيرة التفريغ؛ ومراحيض القبو؛ وقواعد رفع مستوى الحُفَر؛ وضغط التربة حول الحفر؛ ووضع مسافات فصل مناسبة؛ واستخدام تكنولوجيات المياه الجوفية الملائمة؛ والاستعانة ببنية تحتية واقية حول النظام • في المناطق الشديدة التعرض للخطر: استخدام المرافق المؤقتة المنخفضة التكلفة • استعمال النظم القائمة في الموقع في الأماكن الأقل عرضة للفيضانات، والتحات، وما إلى ذلك. • توفير خدمات منتظمة وبأسعار معقولة لتفريغ الحُفر • التخلص من الفضلات لتأمين محطات تصريف مياه الصرف الصحي أو نقلها • تعزيز صيانة المراحيض والنظافة الصحية والسلوكيات المأمونة في أثناء/بعد الظواهر القصوى	عالية (توافر قدرة جيدة على التكيف من خلال تغييرات التصميم الممكنة)
خزانات التحليل	• زيادة ندرة المياه مما يقلل من إمدادات المياه ويعوق عمل الخزانات • ارتفاع مستويات المياه الجوفية، والظواهر القصوى و/أو الفيضانات، مما يسبب أضراراً هيكلية للخزانات ولحقول تصريف مياه الطفح وللأسر المعيشية، إلى جانب طفو الخزانات، والتلوث البيئي	• تركيب أغطية محكمة لخزانات التحليل وصمامات أوتوماتية لا رجوعية على الأنابيب لمنع التدفق العكسي • ضمان أن تكون فتحات التهوية على المجاري فوق خطوط الطفح المتوقعة • تعزيز صيانة الخزانات والنظافة الصحية والسلوكيات المأمونة في أثناء/بعد الظواهر القصوى	منخفضة إلى متوسطة (توافر بعض القدرة على التكيف؛ مع التعرض لانخفاض توافر المياه وطفح المجاري المشتركة)
النُظم القائمة خارج الموقع			
شبكة المجاري التقليدية (على سبيل المثال، المجاري المشتركة والمجاري التي تعمل بالجاذبية الأرضية)	• وقوع نوبات هطول الأمطار الشديدة التي تسبب تفريغ مياه الصرف الزائدة، غير المعالجة، في البيئة • وقوع نوبات هطول الأمطار الشديدة التي تتسبب في الطفح المرتد للصرف الصحي غير المعالج داخل المباني • إضرار الظواهر القصوى بالمجاري وتسبُّبها في التسرب، مما يؤدي إلى تلوث البيئة • ارتفاع مستوى سطح البحر الذي يرفع منسوب المياه في المجاري الساحلية، مما يتسبب في حالات طفح مرتد • زيادة ندرة المياه مما يقلل من تدفقات المياه في المجاري، ويزيد من الرواسب الصلبة والانسدادات	• استخدام نظم الأنفاق العميقة للنقل والتخزين لاعتراض/ تخزين مياه طفح المجاري المشتركة • إعادة التصميم لفصل تدفقات مياه العواصف عن الصرف الصحي • الأخذ، حيثما أمكن، بلا مركزية النظم، من أجل حصر الآثار في النطاق المحلي/احتواء الآثار • توفير طاقة تخزين إضافية لمياه العواصف • استخدام حواجز مشبّكة خاصة وأنابيب تدفق مقيدة • تركيب صمامات لا رجوعية على الأنابيب لمنع التدفقات المرتدة • عند الاقتضاء، تركيب خيارات صغيرة القطر أو خيارات أخرى منخفضة التكلفة لخفض تكاليف النظم المنفصلة • تعزيز سلوكيات النظافة الصحية والسلوكيات المأمونة في أثناء/بعد الظواهر القصوى	منخفضة إلى متوسطة (توافر بعض القدرة على التكيف؛ مع التعرض لانخفاض توافر المياه وطفح المجاري المشتركة)

نظام الصرف الصحي	الأثر المحتمل	مثال على خيارات التكيف	القدرة العامة على الصمود
النُظم القائمة في الموقع (تابع)			
الصرف الصحي المعدل (على سبيل المثال، أنابيب المجاري الصغيرة القطر، والمجاري الضحلة)	• إضرار الفيضانات والظواهر القصوى بالمجاري، ولا سيما المجاري الضحلة • أنابيب المجاري الصغيرة القطر: الأضرار التي تلحق بالهياكل الأساسية لشبكة المواسير وتُدخل التربة إلى النظام وتتسبب في خطر الرواسب الصلبة/الانسدادات • المجاري الضحلة: زيادة ندرة المياه مما يقلل من تدفقات المياه في المجاري، ويزيد من الرواسب الصلبة والانسدادات	• تركيب صمامات لا رجوعية على الأنابيب لمنع التدفقات المرتدة • إنشاء شبكات صرف صحي مبسَّطة لتحمل الطفح والطفو، أو شبكات أقصر متصلة بمرافق المعالجة اللامركزية للحد من الحمل الزائد للمجاري وتعطُّلها • تعزيز سلوكيات النظافة الصحية والسلوكيات المأمونة في أثناء/بعد الظواهر القصوى	متوسطة (توافر بعض القدرة على التكيف؛ مع التعرُّض للطفح، وإن كانت أقل عرضة لانخفاض توافر المياه عن أساليب الصرف الصحي التقليدية)
معالجة حمأة البراز	• حدوث الظواهر الجوية القصوى أو الفيضانات التي تدمر شبكات معالجة مياه الصرف أو تضر بها، مما يتسبب في تصريف وطفح مياه المجاري غير المعالجة والتلوث البيئي • هطول أمطار غزيرة تلحق الضرر ببرك تثبيت النفايات • إضرار الظواهر القصوى بمحطات المعالجة المنخفضة، مما يؤدي إلى تلوث البيئة • زيادة ندرة المياه التي تسبب الانسداد، وتقلل من قدرة الأنهار أو البرك التي تتلقى مياه الصرف	• تركيب دفاعات لمواجهة الفيضانات والغمر والجريان السطحي (مثل الحواجز الحجرية) والاضطلاع بالإدارة السليمة لمستجمعات المياه • الاستثمار في نظم الإنذار المبكر ومعدات الاستجابة لحالات الطوارئ (مثل المضخات المتنقلة المخزنة خارج الموقع، ونظم المعالجة غير الكهربية) • إعداد خطة لإصلاح منشآت المعالجة • حيثما أمكن: استخدام النظم في الموقع، في الأماكن الأقل عرضة للفيضانات، والتحات، وما إلى ذلك. • توفير وسائل مأمونة للتفريغ اليدوي للحمأة ذات المحتوى المنخفض الرطوبة	منخفضة إلى متوسطة (توافر بعض القدرة على التكيف؛ مع التعرض للزيادات/الانخفاضات في توافر المياه؛ وانخفاض سعة الحمل، مما قد يزيد من متطلبات معالجة الحمأة)

المصدر: مقتبس بتصرف من WHO (2018a, table 3.6, pp. 54–56).

وبوجه عام، أخذت الهياكل الأساسية التقليدية للمياه تزداد تعرضاً لتغير المناخ، وقد تتكبد تكاليف عالية متزايدة أو تحدث آثاراً اجتماعية وبيئية ضارة. ومن ناحية أخرى، فإن الافتقار إلى الهياكل الأساسية للمياه من أي نوع يجعل البلد أكثر عرضة لتغيرات النظم الهيدرولوجية. وفي البلدان التي تعاني من ندرة اقتصادية في المياه، يلزم أن يجري بخطى أسرع تطوير المزيد من الهياكل الأساسية للمياه، مثل النظم الموثوق بها لتخزين المياه والإمداد بالمياه والصرف الصحي، ولكن مع النظر بوضوح في حالة عدم اليقين والتقلب التي تكتنف مستقبل المناخ (والتي أخذت عموماً في الازدياد).

3.2.2 عمليات تخزين المياه الجوفية والإدارة المنسقة للمياه

تمثل طبقات المياه الجوفية، في العديد من مناطق العالم، أكبر مصدر، أو مصدر محتمل، لتخزين المياه، حيث تزيد سعة التخزين بها في كثير من الأحيان زيادة هائلة عن حجم تخزين المياه السطحية (Hanak et al., 2011). وبالنظر إلى أن طبقات المياه الجوفية تغطي في كثير من الأحيان مناطق وأقاليم جغرافية كبيرة، فإنها توفر مصدراً يتسم بالتوزيع المكاني للمياه والتخزين، وشيئاً من الإمكانية الذاتية لنقل المياه. والمياه الجوفية كذلك أكثر انعزالاً عن تقلبات المناخ الموسمية والمتعددة السنوات وأقل عرضة للتأثر الفوري مقارنة بالمياه السطحية (Green et al., 2011).

وتكون المياه الجوفية الضحلة عموماً أيسر في الوصول إلى المجتمعات الريفية والفقيرة من تدفقات الأنهار بسبب ضرورة توافر الهياكل الأساسية اللازمة للتحكم في مياه الأنهار وتوزيعها على المجتمعات الريفية المشتتة. غير أن بعض المناطق، بما فيها جزء كبير من أفريقيا، تفتقر إلى الهياكل الأساسية مثل الآبار، والقدرة التقنية على بناء الهياكل الأساسية وصيانتها، والتوصيف الهيدروجيولوجي لشبكات طبقات المياه الجوفية، من أجل تنمية موارد المياه الجوفية المحلية واستخدامها على نحو مستدام وتعزيز تخزين المياه في طبقات المياه الجوفية المحلية (UNESCO-IHP, 2015a; 2015b).

الإطار 3.1 الخزانات الساحلية باعتبارها أحد خيارات إمدادات المياه للمدن الساحلية

من الحلول الناشئة لمشاكل إمدادات المياه في المدن الساحلية الكبرى إنشاء واستخدام الخزانات الساحلية التي توفر مرافق لتخزين المياه عند مصبات الأنهار أو بالقرب منها. ويتكون هذا المخزون إما عن طريق بناء سد عبر النهر، أو عن طريق خزانات الاحتواء التي تشيد على طول إحدى ضفتي النهر، أو على الساحل. ولهذه الخزانات عموماً نظام من البوابات التي تعمل بطريقة مصممة بعناية لحجز المياه العذبة، والحد من مخاطر الفيضانات، وتقليل تسرب المياه المالحة. ويستخدم العديد من المدن الساحلية، بما فيها سنغافورة وهونغ كونغ وشنغهاي، الخزانات الساحلية لإمدادها بالمياه. فعلى سبيل المثال، يجري عن طريق خزان تشينغكاوشا الساحلي في مصب نهر اليانغتسى، الذي اكتمل في عام 2010، توفير المياه لما يقرب من 50 في المائة من سكان مدينة شنغهاي (Lin et al., 2018). وقد أدى تشييد العديد من الخزانات الساحلية في الصين إلى النهوض بتصميمها وبأفضل الممارسات الخاصة بهذا النوع من الحلول عامةً. غير أن التحديات، من قبيل تسرب المياه المالحة ومكافحة التلوث وتكاثر الطحالب وتراكم الرواسب واختلالات النظم الإيكولوجية، تشكل اعتبارات هامة في تصميم الخزانات الساحلية وتشييدها وتشغيلها. وقد تم استكشاف مسألة استخدام الخزانات الساحلية كمكمل لإمدادات المياه المحلية، أو يجري حالياً دراسة هذه المسألة، في بلدان أخرى، منها الهند (Sitharam, 2018)، وماليزيا (Chong et al., 2018)، وهولندا وأستراليا (Yang and Fer-guson, 2010)، وإن كان لدى هولندا بالفعل خبرة تاريخية قوية في إدارة المياه الساحلية ودراية بهذا الأمر. ويمكن للخزانات الساحلية أن توفر أيضاً طاقة متجددة إذا كانت موجودة في مناطق ذات نطاق جيد من المد والجزر (Angeloudis et al., 2016).

منظر جوي لخزان تشينغكاوشا الساحلي عند مصب نهر اليانغتسى

المصدر: مقتبس من Lin et al. (2018, fig. 12, p. 8).

ولا يقتصر تخزين طبقة المياه الجوفية على المياه الجوفية الموجودة بالفعل في طبقات المياه الجوفية، بل يشمل أيضاً إمكانية تخزين مياه إضافية، إذا أمكن جمعها. وتفيد عمليات إعادة تغذية طبقة المياه الجوفية الخاضعة للإدارة في أغراض مختلفة (Dillon et al., 2018; WWAP/UN-Water, 2018; GRIPP, n.d)، بما في ذلك زيادة تخزين المياه إلى أقصى درجة، وتجديد طبقات المياه الجوفية الآخذة في النضوب، وتحسين نوعية المياه، وتعزيز إدارة الفيضانات، والتخفيف من تسرب مياه البحر من طبقات المياه الجوفية الساحلية أو هبوط الأراضي. ويمكن في النُهُوج المعتمدة على عمليات إعادة تغذية الطبقات الجوفية الخاضعة للإدارة أن تُستخدم المياه التي يوفرها كل من المصادر التقليدية (وهي عادة المياه السطحية) وغير التقليدية (مثل المياه المستصلحة أو المحلاة؛ انظر الفرع التالي)، من خلال استراتيجيات الإدارة المتكاملة أو "الاستخدام المنسق". وقد أخذ استخدام مياه الصرف الصحي لأغراض إعادة تغذية الطبقات الجوفية الخاضعة للإدارة في الازدياد (GRIPP, n.d.).

وفي حين تتوافر في الخزانات السطحية إمكانية الملء والتفريغ بسرعة، مما يؤدي إلى المرونة في توفير إمدادات المياه، وهو ما يساعد أيضاً على إدارة الفيضانات، فإن التخزين السطحي الكبير مكلف وقد يكون ضاراً من الوجهة الإيكولوجية (Hanak et al., 2011). أما طبقات المياه الجوفية فهي أبطأ في إعادة التغذية والتفريغ، مما يجعلها أنسب للتخزين الطويل الأجل. ويمكّن الاستخدام المنسق، والاستفادة من مجموعة من حلول التخزين، من توسيع القدرة الإجمالية لتخزين المياه في المنطقة، وذلك من خلال استخدام المزيد من المياه السطحية (وتخزين المزيد من المياه في طبقات المياه الجوفية) خلال الفترات الرطبة، والاعتماد على المياه الجوفية خلال الفترات الجافة.

ولا تستخدم المياه الجوفية بالقدر الكافي في بعض المناطق، مثل أجزاء من أفريقيا وآسيا الوسطى. ومع ذلك، فإن ما يقدر بنسبة 75 في المائة من الأفارقة يستخدمون المياه الجوفية لأغراض صغيرة النطاق، أي كمصدر رئيسي

لمياه الشرب، ولا سيما في المناطق الريفية التي تعتمد على الآبار المحفورة بأنواعها (Tuinhof et al., 2011). غير أن نسبة الأراضي المزروعة في أفريقيا التي يتم ريها بالمياه الجوفية لا تتجاوز 1 في المائة، ولا يزال هذا المورد في الغالب مورداً غير مستغل يمكن الاعتماد عليه في إنتاج الأغذية المروية (Altchenko and Villholth, 2015). وتعاني مناطق أخرى كثيرة، بما في ذلك أجزاء من الولايات المتحدة الأمريكية والصين وسهل الغانج الهندي في شمال الهند، من الإفراط في استخراج موارد المياه الجوفية، مما أدى إلى خفض شديد في منسوب المياه (Tiwari et al., 2009; Wada et al., 2010; Famiglietti, 2014; Richey et al., 2015). وقد يؤدي تغير المناخ إلى تفاقم بعض الظواهر مثل ارتفاع درجة حرارة الهواء، مما يؤدي إلى زيادة في تبخر الأمطار وبالتالي إلى انخفاض في إعادة التغذية (Taylor et al., 2012).

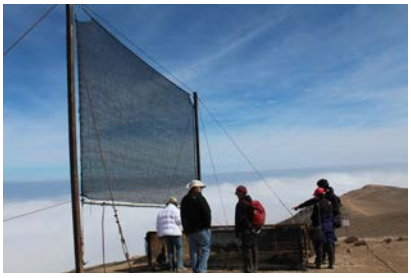
وقد تتأثر أيضاً إعادة تغذية المياه الجوفية بتغير المناخ بطرق أخرى: ففي المناطق القاحلة وشبه القاحلة، قد تؤدي زيادة كثافة هطول الأمطار المرتبطة بظاهرة تغير المناخ والتي تزيد منها هذه الظاهرة (انظر الإطار 9.2) إلى جعل عملية إعادة تغذية المياه الجوفية أميل إلى أن تكون عملية عرضية ومحصورة في مواضع معينة (Cuthbert et al., 2019). ويمكن للإدارة المناسبة للمياه السطحية والمياه الجوفية من خلال مختلف أشكال عمليات إعادة تغذية طبقات المياه الجوفية الخاضعة للإدارة أن تقلل من التدفقات الفيضية والفيضانات في ذروتها، وأن تخفف من نضوب المياه الجوفية في نفس الوقت (Muthuwatta et al., 2017).

ويشكل تخزين المياه مسألة بالغة الأهمية بصفة خاصة في الجزر المنخفضة والجزر المرجانية والعديد من الدول الجزرية الصغيرة النامية. فهذه المجتمعات هي من بين أكثر المجتمعات عرضة لتغير المناخ بسبب ارتفاع مستوى سطح البحر، الذي يؤثر تأثيراً مباشراً على مخاطر الفيضانات، إضافة إلى أنه يقلل من حجم طيات المياه الجوفية المحدبة بسبب تسرب مياه البحر. وسيكون للإدارة والاستخدام السليمين للمياه الجوفية أهمية من أجل الحفاظ على إمكانية الحصول على إمدادات المياه الصالحة للشرب في العديد من الدول الجزرية الصغيرة النامية. وقد زاد اللجوء إلى عمليات إعادة تغذية طبقات المياه الجوفية الخاضعة للإدارة زيادة كبيرة في طبقات المياه الجوفية الساحلية في مختلف أنحاء العالم من أجل تعزيز عمليات تخزين المياه، وكذلك، وبشكل جزئي، للتقليل إلى أدنى حد من تسرب مياه البحر (GRIPP, n.d.). بيد أن اللجوء إلى تلك العمليات في الجزر المرجانية أو الدول الجزرية الصغيرة النامية ليس أمراً يُذكر كثيراً (Hejazian et al., 2017). وسيتطلب تكيف الدول الجزرية الصغيرة النامية مع تغير المناخ المزيد من برامج إعادة تغذية طبقات المياه الجوفية الخاضعة للإدارة التي تعيد تغذية طيات المياه العذبة المحدَّبة من مياه الأمطار أو من احتجاز مياه العواصف خلال الفترات الرطبة للمساعدة في مد المجتمعات المحلية بأسباب الحياة خلال الفترات الجافة (UNESCO-IHP, 2015b).

3.2.3 الموارد المائية غير التقليدية

يفرض الطلب المتزايد على المياه، نتيجة للنمو السكاني والحاجة إلى إنتاج المزيد من الأغذية، ضغطاً متزايداً على الموارد المائية المحدودة المتاحة، ولا سيما في مناطق الندرة المادية للمياه. ومما يزيد من حدة ذلك أن هناك سقفاً للتحسينات التي تجرى في كفاءة استغلال المصادر والنهوج التقليدية (World Bank, 2017a). وتتزايد ضرورة النظر في مختلف الموارد المائية "غير التقليدية" و/أو غير المستغلة استغلالاً كافياً على الصعيد الإقليمي (الشكل 3.1) كجزء من إدارة المياه وتخطيط المياه للمستقبل (Qadir and Smakhtin, 2018). وتُنتج الموارد المائية غير التقليدية بفعل عمليات أو تكنولوجيات متخصصة لجمع المياه أو الوصول إليها. وقد تتطلب تلك الموارد معالجة مناسبة قبل الاستخدام، بما قد يشمل الإدارة في المزارع عند استخدامها للري (Qadir et al., 2007).

الشكل 3.1 أمثلة على الموارد/التكنولوجيات المائية غير التقليدية



تجميع الرطوبة الجوية
(الضباب أو الاستمطار عبر تلقيح السحب)

المياه المحلاة

المياه المستعملة/مياه الصرف

مرجع الصور: المياه المستعملة/مياه الصرف: منصور قادر (الشبكة الدولية المعنية بالمياه والبيئة والصحة التابعة لجامعة الأمم المتحدة)؛ والمياه المحلاة: محطة تحلية المياه الحديثة على شواطئ الخليج العربي (صيف 2016): Stanislav71/Shutterstock.com ©؛ وجمع المياه من الغلاف الجوي: زيارة رئيس الجامعة، إغناسيو سانشيس (جامعة بونتيفيسيا الكاثوليكية في شيلي) لمنطقة ألتو باتاش: Nicole Saffie ©، مرخصة بموجب CC BY-NC-SA 2.0.

وتمثل **إعادة استخدام المياه المأمونة** (أو "المياه المستصلحة") بديلاً موثوقاً به لموارد المياه التقليدية في مواجهة آثار تغير المناخ (WWAP, 2017). ولا يزال التحدي الرئيسي يتمثل في التحول من الاستخدام غير المخطط لمياه الصرف غير المعالجة أو المعالجة جزئياً إلى ممارسات إعادة استخدام المياه المأمونة. ويرتبط استخدام المياه غير المعالجة أو السيئة المعالجة بتعريض البشر والبيئة لمخاطر صحية تتصل بالملوثات الميكروبية والبازغة في المياه المستصلحة. وتستخدم عدة بلدان، ولا سيما في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، مياه الصرف المعالجة لأغراض الري. وقد تبين أن إعادة استخدام المياه في الزراعة فيها حماية من تزايد ندرة المياه وآثار الظواهر المناخية القصوى (Drechsel et al., 2015; Hettiarachchi and Ardakanian, 2016; WWAP, 2017). وفي ظل زيادة حدة حالات جفاف وطول مدتها، أخذ عدد متزايد من المدن (في الهند والولايات المتحدة الأمريكية مثلاً) في اعتماد مخططات مباشرة أو غير مباشرة (عن طريق عمليات إعادة تغذية طبقات المياه الجوفية الخاضعة للإدارة) لإعادة استخدام المياه الصالحة للشرب من أجل مواجهة النقص المتكرر في المياه. ففي ناميبيا، نجحت مدينة ويندهوك في إعادة استخدام المياه الصالحة للشرب لأكثر من 50 عاماً (الإطار 3.2). ويتزايد النظر إلى المياه المستصلحة باعتبارها مورداً بديلاً للمياه في بعض مناطق أوروبا. ووفقاً لرابطة إعادة استخدام المياه في أوروبا (Water Reuse Europe, 2018) لا تتجاوز نسبة المياه المعاد استخدامها من مياه الصرف المعالجة في أوروبا 2 في المائة، ولكن من المتوقع أن تنمو هذه النسبة في المستقبل، وتوجد أكبر الإمكانات لذلك في البرتغال وإسبانيا.

تحلية مياه البحر والماء الأجاج – تحلية المياه خيار يهدف إلى زيادة إمدادات المياه العذبة عن طريق إزالة الأملاح المذابة من الماء الأجاج أو المياه المالحة. ووفقاً لتقديرات جونز وآخرين (Jones et al. (2019)، هناك 16 000 محطة لتحلية المياه تعمل على مستوى العالم، وتنتج حوالي 95 مليون م^3 يومياً من المياه المحلاة، يتم إنتاج حوالي 50 في المائة منها في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. غير أن تحلية المياه مكلفة نسبياً بسبب ارتفاع استهلاك الطاقة – حتى لو أصبحت التكلفة تنافسية بشكل متزايد. ويشكل إنتاج مُركّز شديد الملوحة ("محلول ملحي") والتخلص منه، وهو من النواتج الثانوية للعملية، تحدياً آخر من حيث التكاليف والآثار البيئية المرتبطة بها. وبالنظر إلى الطبيعة غير المحدودة لمياه البحر وانخفاض تكلفة مصادر الطاقة المتجددة، من الممكن أن تؤدي تحلية المياه إلى تحسين إمدادات المياه بشكل كبير في المستقبل، بل ويمكن بحلول عام 2050 أن تحل محل الطلب على المياه للأغراض المنزلية والصناعية في الحزام الساحلي الذي يبلغ طوله 100 كيلومتر (Sood and Smakhtin, 2014).

تجميع الرطوبة الجوية – من قبيل الاستمطار عبر تلقيح السحب، أو جمع مياه الضباب حيثما يكون الضباب الزاحف غزيراً، وهو أمر تجري ممارسته في أجزاء من أمريكا الجنوبية والشرق الأوسط وأمريكا الشمالية. وقد تم في جميع أنحاء العالم تحديد العديد من المواقع التي تشير التقديرات إلى أن إمكاناتها عالية بالنسبة لجمع مياه الضباب (Klemm, et al., 2012). وعلى عكس الإمكانات الهائلة التي توفرها تحلية المياه، فإن أهمية مياه الضباب هي أهمية محلية في المقام الأول، باعتبارها نهجاً منخفض التكلفة ومنخفض الصيانة (Qadir et al., 2018).

طبقات المياه الجوفية البحرية – يتزايد الاهتمام بخيارات المياه الجوفية البحرية. وتشير التقديرات إلى وجود 0.5 مليون كيلومتر مكعب من المياه العذبة/الماء الأجاج في طبقات المياه الجوفية البحرية الواقعة تحت المياه الضحلة في المحيطات (أقل من 500 متر) على بعد 100 كيلومتر من الشاطئ (Post et al., 2013). وهناك مواقع متعددة حول العالم لوحظ فيها وجود مياه جوفية بحرية منخفضة الملوحة (Person et al., 2017). بيد أن بوست وآخرين (Post et al. 2013, p. 76) يشيرون إلى أن *"المياه الجوفية البحرية ليست هي الحل لأزمات المياه العالمية"*، وإنما *" ... يمكن تقييمها مقابل خيارات أخرى ضمن استراتيجيات طويلة الأجل"*.

الإطار 3.2 خمسون سنة من الاستصلاح المباشر للحصول على المياه الصالحة للشرب في ويندهوك، ناميبيا

على مدى أكثر من 50 عاماً، ظلت مدينة ويندهوك تقوم بعمليات الاستصلاح المباشرة للنفايات السائلة الثانوية للحصول على المياه الصالحة للشرب. وقد ثبت أن الاستصلاح المباشر للحصول على المياه الصالحة للشرب وسيلة مأمونة ومجدية اقتصادياً لتكملة الموارد المائية الشحيحة في ويندهوك وللتغلب على آثار حالات الجفاف المتكررة (Du Pisani et al., 2018). وتتضمن إمدادات مياه الشرب التي تصل حالياً إلى حوالي 400 000 من سكان مدينة ويندهوك نسبة تتراوح بين 25 و30 في المائة من المياه المستصلحة (Lahnsteiner and Lempert, 2007).

وفي ظل عدم وجود تشريعات أو أنظمة أو سياسات أو مبادئ توجيهية بشأن هذا الموضوع، قررت مدينة ويندهوك استخدام نهج يركز على سلامة المستهلك عند تنفيذ عمليات الاستصلاح المباشر للحصول على المياه الصالحة للشرب (Law et al., 2015). وأسفرت هذه التجربة عن قبول هذا المصدر غير التقليدي لمياه الشرب والوثوق به (Boucher et al., 2010).

ووصلت طاقة أول محطة للاستصلاح تم تشغيلها في عام 1968 إلى 4 800 م3 في اليوم، وجرى تعديل ذلك من حيث العمليات المطبقة على مر السنين. ثم زيدت طاقة المحطة إلى 7 200 م^3 في اليوم (1986)، ثم إلى 14 400 م^3 في اليوم (1994). وتبلغ طاقة أحدث محطة للاستصلاح، تم تشغيلها في عام 2002، ما قدره 21 000 م^3 في اليوم (Honer, 2019).

مساهمة من مجموعة AquaFed.

النقل المادي للمياه العذبة عن طريق البحر – هذه الخيارات هي الأقرب إلى الطابع "الخيالي" في الوقت الحاضر، ولكن الأفكار المطروحة والمحاولات الجارية للاستفادة منها أخذت تزداد قوة (Rafico, 2014). ويمكن نقل المياه من دلتا/مصبات الأنهار الكبيرة، مثل نهر الأمازون أو نهر الكونغو (اللذين يبلغ إجمالي التصريف السنوي لهما ما يقرب من 8000 كم^3، أي حوالي 20 ضعف الكمية الإجمالية لمياه الصرف على الصعيد العالمي)، بواسطة الناقلات أو الأكياس إلى مناطق مثل كيب تاون، التي كادت المياه تنضب فيها خلال نوبة الجفاف التي شهدتها مؤخراً في الفترة 2017–2018 (Schreiber, 2019). وقد أجريت تقييمات لإمكانية نقل المياه من أماكن متباعدة غنية بالمياه إلى مناطق شحيحة المياه مثل ناميبيا وجنوب أفريقيا (Valentine, 2017). وبالمثل، طرحت أفكار تدعو إلى نقل الجبال الجليدية في ناقلات – إما في صورة كاملة أو على هيئة "جليد مجروش" (Ruiz, 2015). وهذه الخيارات ليست في الوقت الحاضر إلا مجرد مفاهيم، بسبب ارتفاع تكلفتها، وضخامة أسطول الناقلات الذي تتطلبه، وكبر حجم الخسائر المحسوبة التي تنطوي عليها.

تجميع الرطوبة الجوية – من قبيل الاستمطار عبر تلقيح السحب، أو جمع مياه الضباب حيثما يكون الضباب الزاحف غزيراً، وهو أمر تجري ممارسته في أجزاء من أمريكا الجنوبية والشرق الأوسط وأمريكا الشمالية

وقد يؤدي إنتاج و/أو استخدام بعض الموارد المائية غير التقليدية، مثل المياه المحلاة أو مياه الصرف، إلى آثار بيئية و/أو مخاطر صحية مرتبطة بها. ومن ثم، يلزم لهذه الخيارات المختلفة للموارد المائية غير التقليدية إجراء تقييمات للمخاطر الصحية والبيئية وخيارات التخفيف ذات الصلة (Grangier et al., 2012; WWAP, 2017; Qadir, 2018; Jones et al., 2019). وتزيد بعض المصادر غير التقليدية، مثل إعادة استخدام المياه، من القدرة على الصمود أمام تغير المناخ من خلال توليد الطاقة المتجددة، مثل استرجاع الطاقة من مياه الصرف أثناء عملية المعالجة (Drechsel et al., 2018).

ومجمل القول إن زيادة إمدادات المياه باستخدام مصادر غير تقليدية توفر، في مواجهة تغير المناخ، حلولاً بديلة تتيح زيادة تلك الإمدادات لتلبية الطلب المتزايد على المياه، ولا سيما في المناطق والبلدان التي تعاني من ندرة مادية في المياه. ومن بين الموارد المائية غير التقليدية، يُنظر في الوقت الحاضر إلى المياه المستصلحة باعتبارها أهم الخيارات الواعدة في ظل تزايد عدد التطبيقات الناجحة في الواقع وتنامي السوق المتاح للمياه المستصلحة في جميع أنحاء العالم، ولا سيما لأغراض الري. وفي سبيل زيادة إعادة استخدام مياه الصرف في الزراعة وغيرها من القطاعات، يلزم وضع وتنفيذ إجراءات رصد ولوائح فعالة، لتبديد الشواغل المتصلة بالمخاطر التي تهدد الصحة البيئية وصحة البشر. ومن المرجح أن تستمر تطبيقات مصادر المياه غير التقليدية وتكنولوجياتها الأخرى في النمو في العقود المقبلة.

3.3 خيارات التخفيف لإدارة الموارد المائية[5]

3.3.1 قطاع إمدادات المياه والصرف الصحي

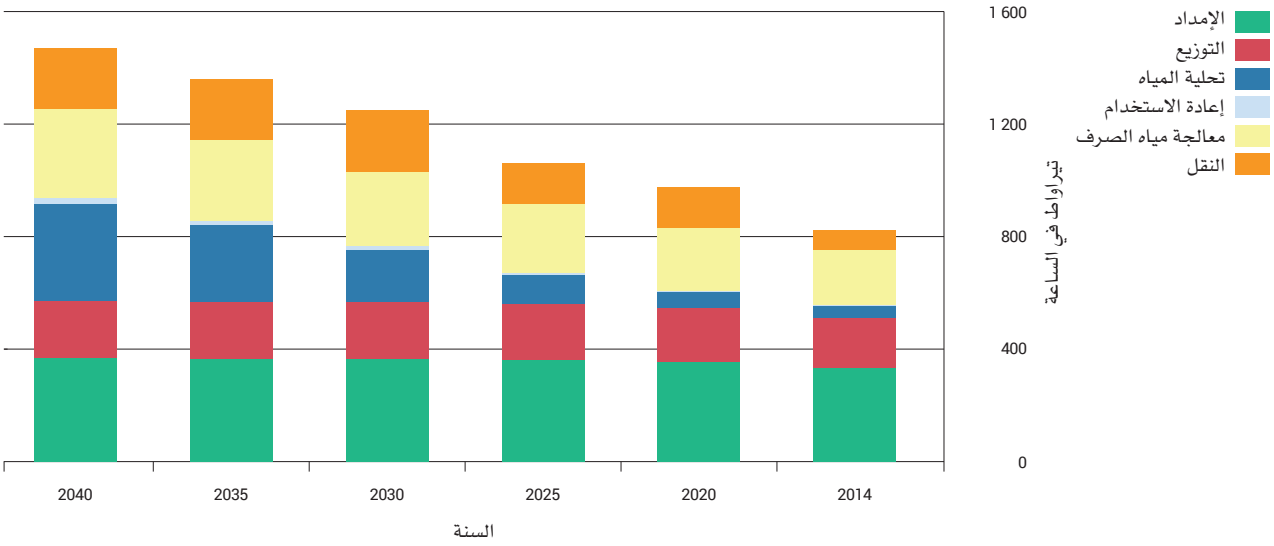
ينشأ الجزء الأكبر من انبعاثات غازات الدفيئة المرتبطة بإدارة المياه والصرف الصحي، إما عن 1) الطاقة المستخدمة لتشغيل النظم، أو عن 2) العمليات الكيميائية الحيوية المرتبطة بمعالجة المياه ومياه الصرف.

وتفيد التقارير بأن مرافق المياه والصرف الصحي مسؤولة عن نسبة تتراوح بين 3 و7 في المائة من انبعاثات غازات الدفيئة (Trommsdorf, 2015)، ولكن هذه التقديرات لا تشمل الانبعاثات المرتبطة بتصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة. وفي الواقع، فإن مياه الصرف غير المعالجة تشكل مصدراً هاماً من مصادر غازات الدفيئة. وبالنظر إلى أن ما يتراوح بين 80 و90 في المائة من مياه الصرف في البلدان النامية لا يتم جمعها أو معالجتها (Corcoran et al., 2010; WWAP, 2017)، فلا ينبغي إهمال الانبعاثات المتصلة بقطاع إمدادات المياه والصرف الصحي – وإمكانية إسهامه بشكل كبير في التخفيف من آثار تغير المناخ.

وتُستخدم الكهرباء في ذلك القطاع أساساً لأغراض استخلاص المياه ومياه الصرف (40 في المائة)، ونقلها (25 في المائة) ومعالجتها (20 في المائة)، وهو ما يمثل حوالي 4 في المائة من الإنتاج العالمي للكهرباء. ومن المتوقع أن يتضاعف استهلاك الطاقة في قطاع المياه حتى عام 2040، نتيجة لزيادة تحلية مياه البحر (الشكل 3.2؛ IEA, 2016). ومن المتوقع أيضاً أن يزداد استهلاك الطاقة لمعالجة مياه الصرف في العقود المقبلة، وهو ما يبدو غير ضروري لأن إمكانات محطات المعالجة المنتجة للطاقة، على الصعيد العالمي، آخذة في الازدياد بسرعة (Freyberg, 2016). وتفضي زيادة كفاءة استخدام المياه وخفض الاستهلاك غير الضروري للمياه والحد من ضياعها على حد سواء إلى خفض استخدام الطاقة ومن ثم تقليل انبعاثات غازات الدفيئة. وتشير التقديرات إلى أن قطاع المياه في جميع أنحاء العالم يمكن أن يخفض استخدامه للطاقة بنسبة 15 في المائة حتى عام 2040 (IEA, 2016).

5 يعتمد هذا القسم بشكل كبير على مسودة متقدمة للتقرير المعنون – "*Stop Floating, Start Swimming: Water and Climate Change Interlinkages and Prospects for Future Action*" (GIZ/adelphi/PIK, forthcoming). [المناخ والمياه: آفاق معالجة المنافع المشتركة من خلال التمويل المتعلق بالمناخ].

الشكل 3.2 استهلاك الكهرباء في قطاع المياه حسب العملية، 2014-2040



المصدر: IEA (2018). جميع الحقوق محفوظة.

وتقدر نسبة ما يكوّن من غاز الميثان وأكسيد النيتروز في مدافن القمامة والمجاري المفتوحة والبحيرات الشاطئية المفتوحة بنحو 13 في المائة من الانبعاثات العالمية لمواد غير ثاني أكسيد الكربون في عام 2005 (US EPA, 2012). وينشأ نحو 58 في المائة من هذه الانبعاثات من مدافن القمامة، ويتمثل جزء منها في التخلص من حمأة معالجة مياه الصرف الصحي (Guo et al., 2012). ومن المتوقع أن تزيد حصة الانبعاثات بخلاف ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن مياه الصرف الصحي (US EPA, 2012).

وتحتوي المواد العضوية في مياه الصرف الصحي على طاقة أكثر مما هو مطلوب لعلاجها (Li et al., 2015). ولذلك يمكن أن تشكل الطاقة المستمدة من مياه الصرف مصدراً هاماً لقطاع المياه حتى يصبح أكثر كفاءة في استخدام الطاقة. وتستحوذ محطات المعالجة المركزية على معظم الميثان المتكوّن وتستخدم هذا الميثان في إنتاج الطاقة، مما يقلل من الانبعاثات المباشرة والانبعاثات غير المباشرة الناجمة عن استخدام الطاقة. ويوجد في الموقع لدى بعض مرافق معالجة مياه الصرف في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية تحسينات في إنتاج الطاقة المتجددة وفي كفاءة استخدام الطاقة، مما يؤدي إلى تقدم في ممارسات"الاستهلاك الصفري الصافي" للطاقة والممارسات المنتجة للطاقة (Rothausen and Conway, 2011; Maktabifard et al., 2018).

ويمكن أن تكون مياه الصرف مصدراً للمواد الخام مثل المواد المغذّية أو بعض المعادن (أي مياه الصرف الصناعي)، مما يزيد من المساهمة في خفض الطاقة اللازمة لاستخراج هذه المواد الخام من أجل استخدامها كأسمدة (Wang et al., 2018a).

وهكذا، فإن شبكات الإمداد بالمياه وخدمات الصرف الصحي يمكنها، لا مجرد أن تسهم بصورة مباشرة وجوهرية في التخفيف من غازات الدفيئة، عن طريق زيادة كفاءة استخدام المياه والحد من فقدان المياه، بما في ذلك إعادة استخدام مياه الصرف (غير المعالجة أو المعالجة جزئياً) ومكوناتها، بل يمكنها أيضاً أن تصبح أكثر فعالية من حيث التكلفة.

وبالإضافة إلى الهياكل الأساسية لمعالجة مياه الصرف، تشكل خزانات السدود أحد المصادر التي يتم تجاهلها للانبعاثات من غير ثاني أكسيد الكربون في (World Bank, 2017b). فانبعاثات غاز الميثان الناجمة عن تحلل المواد العضوية في خزانات السدود قد تسهم بنسبة تصل إلى 1.5 في المائة من الانبعاثات العالمية المكافئة لثاني أكسيد الكربون، وهو رقم قد يرتفع بسبب بناء سدود جديدة في أجزاء معينة من العالم (Zarfl et al., 2016) وتزايد التحات بسبب تغير استخدام الأراضي والممارسات غير المناسبة في إدارة الأراضي. وعلاوة على ذلك، يمكن أن تؤدي الزيادات في تصريف مياه الصرف والجريان السطحي الغني بالأسمدة إلى زيادة مستويات الإتخام بالمغذيات. وتشير التقديرات إلى أن انبعاثات الميثان الناتجة عن البحيرات والخزانات وحدها ستزداد بنسبة تتراوح بين 30 و90 في المائة حتى عام 2100 (Beaulieu et al., 2019).

ويمكن كذلك أن يكون الاستخدام المبتكر للهياكل الأساسية للمياه مصدراً للطاقة. فعلى سبيل المثال، قد يمكن تزويد خطوط أنابيب مياه الشرب المعتمدة على الجاذبية الأرضية بتوربينات لتوليد الكهرباء. فمياه الشرب في فيينا، مثلاً، تأتي من الينابيع الجبلية من خلال خطي أنابيب ممتدين على مسافة طويلة. وبالإضافة إلى إنتاج

نفق في أحد مشاريع الهياكل الأساسية لخدمات المياه في واشنطن العاصمة.

الكهرباء، تعمل التوربينات التي يتم تركيبها على الحد من ضغط المياه إلى مستويات ملائمة للهياكل الأساسية لمياه الشرب في المدينة (WWAP, 2014).

3.3.2 النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه

تستوعب الأراضي الرطبة،[6] بما في ذلك أراضي الخث، أكبر مخزونات الكربون بين النظم الإيكولوجية الأرضية وتخزن ضعف كمية الكربون التي تخزنها الغابات (Crump, 2017; Moomaw et al., 2018). غير أن الأراضي الرطبة تقع تحت ضغوط عالية، ويفوق معدل فقدانها معدل فقدان الغابات بثلاث مرات (Ramsar Convention on Wetlands, 2018). ويمكن أن تصبح الأراضي الرطبة التي تدار إدارة سيئة مصدراً لغازات الدفيئة بدلاً من أن تكون بالوعة لها. فأراضي الخث، على سبيل المثال، تتألف من طبقة سميكة من الخث، وهو مخزون من الكربون تكوّن على مدى آلاف السنين. ويؤدي تصريف هذه الأراضي لأغراض الزراعة أو لأغراض أخرى إلى تحلل الخث، وإطلاق ثاني أكسيد الكربون وغيره من غازات الدفيئة في الغلاف الجوي (انظر الفصلين 6 و9). ونتيجة لذلك، ينخفض مخزون الكربون. وفي عام 2017، كانت نسبة حوالي 15 في المائة من أراضي الخث في العالم تعتبر إما متدهورة أو مدمرة، وكانت الزراعة هي المحرك الرئيسي. وتمثل أراضي الخث المحروقة التي تم تصريفها ما يقرب من 5 في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي يسببها البشر على مستوى العالم (Crump, 2017). والأراضي الرطبة، علاوة على ذلك، سريعة التأثر بالاحترار العالمي؛ ويمكن للمناخ الأكثر دفئاً أن يؤدي إلى خفض معدل تراكم الكربون في أراضي الخث على المدى الطويل (Gallego-Sala et al., 2018).

ويشير غريسكوم وآخرون (Griscom et al. (2017)) إلى أن حوالي ثلث تدابير التخفيف من غازات الدفيئة حتى عام 2030 يمكن تحقيقها من خلال عمليات التخفيف المستمدة من النظم الإيكولوجية، التي يمكن أن تسهم فيها الأراضي الرطبة بنسبة 14 في المائة. ونظراً إلى ما تقدمه الأراضي الرطبة من منافع مشتركة ومتعددة — تشمل التخفيف من حدة الفيضانات والجفاف، وتنقية المياه، والتنوع البيولوجي – فإن استصلاحها وصونها من تدابير التخفيف الهامة.

6 الأرض الرطبة هي نظام إيكولوجي متميز تغمره المياه، إما بشكل دائم أو موسمي، وتسود فيه العمليات الخالية من الأكسجين. وأنواع الأراضي الرطبة الرئيسية هي المستنقعات الشجرية والعشبية وأراضي الخث (السبخات والأهوار)، وتشمل أيضاً أشجار المانغروف ومروج الأعشاب البحرية (Keddy, 2010).

4

الظواهر القصوى المتصلة بالمياه وإدارة المخاطر

فيضان في مدينة البندقية في 12 نوفمبر/كانون الثاني 2019 (إيطاليا).

الشبكة الدولية المعنية بالمياه والبيئة والصحة التابعة لجامعة الأمم المتحدة | دومندا بيريرا وفلاديمير سماختين

بمساهمات من: فريدريك بيشكي (الشراكة العالمية للمياه)؛ وميهو أوهارا (المركز الدولي لإدارة شؤون المخاطر المتعلقة بالمياه)؛ وأنجيلوس فينديكاكيس (الرابطة الدولية للهندسة والبحوث بشأن البيئة المائية)؛ وميشا فيرنر (معهد التعليم في مجال المياه)؛ وجيريراج أمارناث (المعهد الدولي لإدارة المياه)؛ وسونيا كوبل وهانا بلوتنيكوفا (اللجنة الاقتصادية لأوروبا)؛ وستيفان هلسمان (معهد جامعة الأمم المتحدة للإدارة المتكاملة لتدفقات المواد والموارد)؛ وكلاوديو كابوني (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية)

يركز هذا الفصل على الروابط بين التكيف مع تغير المناخ والحد من مخاطر الكوارث، ويسلط الضوء على فرص بناء نظم أقدر على الصمود من خلال مزيج من التدابير "المادية" و"غير المادية".

4.1 الظواهر المناخية والمائية القصوى بوصفها تحديات لإدارة المياه

يتجلى تغير المناخ في أمور منها الزيادة في تواتر وحجم الظواهر القصوى مثل موجات الحر الشديد، وهطول الأمطار غير المسبوقة، والعواصف الرعدية، وعرام العواصف الناجمة عن الأعاصير أو الأعاصير المدارية أو الأعاصير الاستوائية الدوارة، التي تؤدي بدورها إلى تعريض المجتمعات بشكل متزايد للكوارث المتصلة بالمياه. وقد كان حوالي 74 في المائة من جميع الكوارث الطبيعية التي وقعت بين عامي 2001 و2018 مرتبطاً بالمياه، وخلال السنوات العشرين الماضية، تجاوز العدد الإجمالي للوفيات الناجمة فقط عن الفيضانات وحالات الجفاف 166 000 وفاة، في حين أثرت الفيضانات وحالات الجفاف على أكثر من ثلاثة بلايين شخص، وتسببت في أضرار اقتصادية يبلغ إجماليها حوالي 700 بليون دولار أمريكي (EM-DAT, 2019).[7] ويتفاوت عدد الوفيات والأشخاص المتضررين وحجم الخسائر الاقتصادية تفاوتاً كبيراً بشكل سنوي وحسب القارة، وتشكل آسيا وأفريقيا القارتين الأكثر تضرراً من جميع الوجوه.

تتطلب الآثار الحالية المرتبطة بالظواهر القصوى والمخاطر المتوقعة من جرائها في المستقبل حلولاً مستدامة للتكيف مع تغير المناخ والحد من مخاطر الكوارث

ويزيد تغير المناخ من حدَّة الظواهر القصوى بتغيير توقيت حدوثها وكثافته ومدته (Blöschl et al., 2017). فهو يؤدي في بعض الحالات، على سبيل المثال، إلى حدوث حالات جفاف في أشهر الشتاء، مما قد يعرّض النظم الزراعية وشبكات الموارد المائية لآثار أكبر بكثير من الآثار التي تحدث في الصيف (FAO, 2018b). وتتطلب الآثار الحالية المرتبطة بالظواهر القصوى والمخاطر المتوقعة من جرائها في المستقبل حلولاً مستدامة للتكيف مع تغير المناخ والحد من مخاطر الكوارث. ويربط بين التكيف مع تغير المناخ والحد من مخاطر الكوارث الهدف المشترك المتمثل في الحد من آثار تغير المناخ، والتقليل إلى أدنى حد من عواقب الظواهر القصوى عند حدوثها، وزيادة القدرة على الصمود إزاء الكوارث، ولا سيما في أوساط المجتمعات المحلية الضعيفة في البلدان النامية والدول الجزرية الصغيرة النامية.

وتشكل حماية حقوق الإنسان في أثناء الظواهر القصوى أمراً أساسياً لأن هذه الظواهر يمكن أن تؤدي إلى عدم الاستقرار السياسي والاجتماعي والاقتصادي في البلدان، لتسبب بذلك تدهور الصحة، وسبل العيش، والأمن الغذائي والمائي. ويمثل إطار سنداي الساري حالياً (انظر الفرع 2.2.3) جهداً دولياً بالغ الأهمية يهدف إلى جعل العالم أكثر أماناً في عام 2030، من خلال سبع غايات وأربع أولويات صُممت في الوقت المناسب من أجل الحد من مخاطر الكوارث (UNDRR, 2015a).

7 تُستخدم هنا قاعدة البيانات الدولية للكوارث التابعة لمركز أبحاث الأوبئة الناجمة عن الكوارث من أجل توفير إحصاءات عالمية أو قارية أو وطنية أو إقليمية عن الكوارث.

4.2 التدابير المادية وغير المادية في مجال التكيف مع تغير المناخ والحد من مخاطر الكوارث

إن مجموعة الاستراتيجيات المتاحة للتكيف مع تغير المناخ والحد من الكوارث التي يمكن أن تساعد في التغلب على الآثار الناجمة عن الظواهر القصوى هي مجموعة متنوعة، وتشمل هذه الاستراتيجيات نُهوجاً مادية (هيكلية) ونهوجاً غير مادية (أدوات السياسة العامة). ومن الأمثلة على التدابير المادية تعزيز تخزين المياه، والهياكل الأساسية المقاومة لتقلبات المناخ، وتحسين مقاومة المحاصيل من خلال إدخال أصناف المحاصيل المقاومة للفيضانات والجفاف. ومن الأمثلة على التدابير غير المادية التأمين ضد الفيضانات وحالات الجفاف، ونظم التنبؤ والإنذار المبكر، وتخطيط استخدام الأراضي، وبناء القدرات (التثقيف والتوعية) في كل المجالات السابقة. وكثيراً ما تسير التدابير المادية وغير المادية جنباً إلى جنب. فتنفيذ تدابير هيكلية للحماية من الفيضانات، على سبيل المثال، أو إدخال تحسينات على النظم الزراعية مثل تنويع المحاصيل أو استحداث أصناف من المحاصيل المقاومة للمخاطر (وكلاهما، أساساً، من التدابير المادية)، يحتاج إلى بيئات سياساتية تمكينية (أي تدابير غير مادية في شكل دعم سياساتي ومؤسسي).

4.2.1 التدابير المادية

الهياكل الأساسية الواقية من تقلبات المناخ

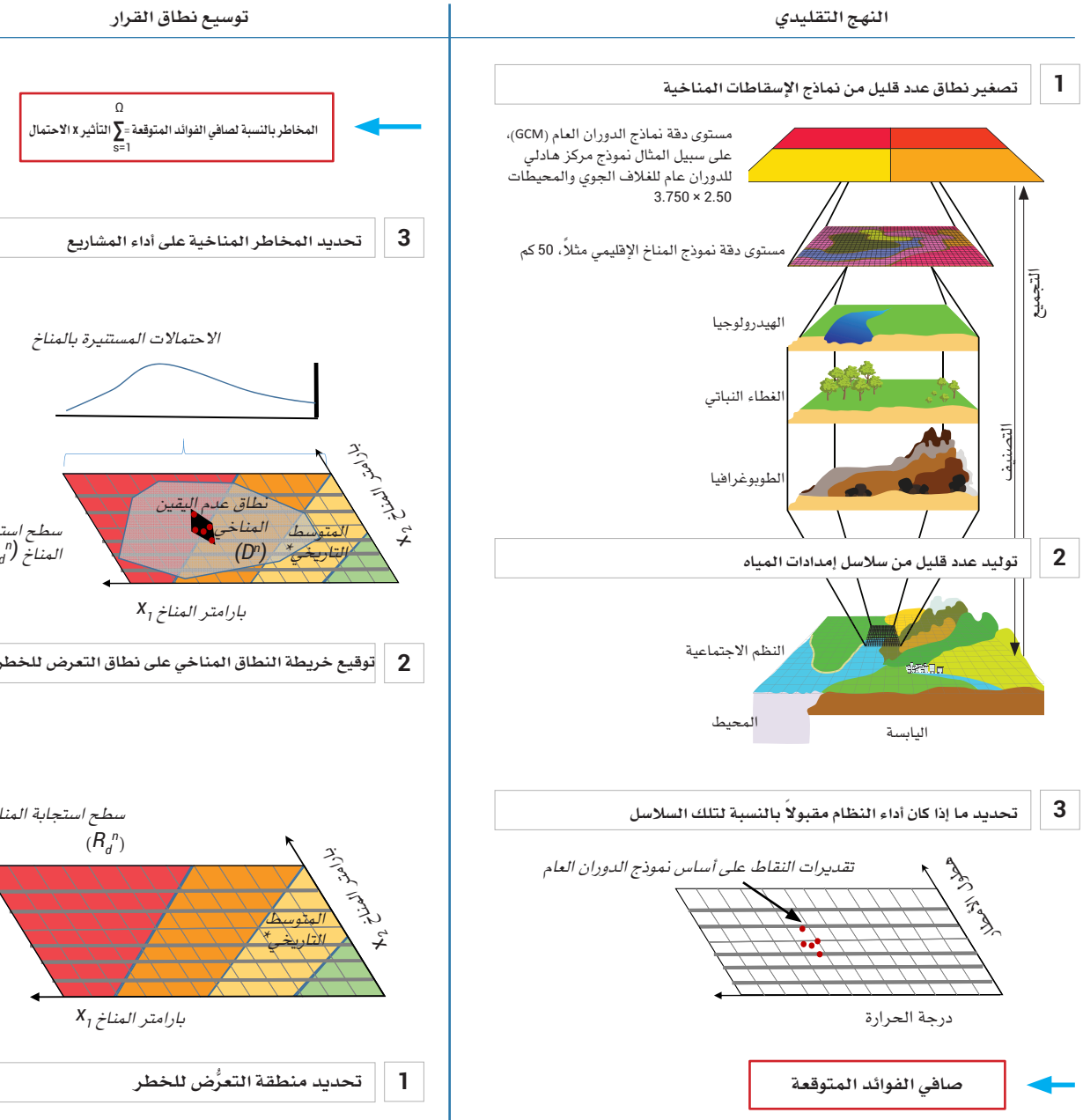
تشير الوقاية من تقلبات المناخ إلى التفكير الواضح في المخاطر التي تكتنف السيناريوهات البديلة لتغير المناخ والفرص التي يحتمل أن تنطوي عليها بالنسبة لتصميم الهياكل الأساسية وتشغيلها وصيانتها، بما في ذلك الهياكل الأساسية المتعلقة بالمياه في ظل الظواهر القصوى، واستيعاب تلك المخاطر والفرص (UNDP, 2011). ويشكل إجراء تقييم لمخاطر الكوارث الخطوة الأولى الأساسية في استراتيجية الحد منها ويشمل في العادة ثلاثة عناصر، هي: حجم *الخطر* معبَّراً عنه بمدى التواتر والشدة (العمق والمدى والمدة والسرعات النسبية)؛ ودرجة *تعرُّض* الأنشطة البشرية للخطر؛ ودرجة *ضعف* العناصر المعرضة للخطر (APFM, 2007). ولوصف المخاطر، تسير التقييمات المناخية من القاعدة إلى القمة في دراسة درجة تعرُّض الأفراد و/أو المجتمعات المحلية لتقلبات المناخ، وضعفهم حيالها، وقدرتهم على التكيف معها (García et al., 2014). وعلى النقيض من ذلك، فإن النُهُوج التي تسير من القمة إلى القاعدة تعتمد على النماذج المناخية للتنبؤ بالمستقبل المحتمل وبناء إجراءات الاستجابة الخاصة بها استناداً إلى النواتج التي تصدرها هذه النماذج (الشكل 4.1). وعلى الرغم من أنه يمكن استخدام كلا النهجين بحيث يكمل كل منهما الآخر، فإنه لا يُستخدم في كثير من الأحيان سوى نهج واحد منهما. [توجيهات السياسة العامة لإجراء تقييم لمخاطر الكوارث على الصعيد الوطني، مكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث] (UNDRR, 2017).

وتعترف النُهوج الذكية والقابلة للتكيف في تشييد الهياكل الأساسية المرتبطة بالمياه، من قبيل السدود والتحويلات والحواجز وبناء شبكات الصرف الصحي، بأن الماضي دليل لا يمكن الاعتماد عليه لمواجهة الظواهر القصوى الحالية والمستقبلية، بسبب عدم اليقين الناجم عن تغيير المناخ. وتندرج السدود ضمن الهياكل الأساسية المرتبطة بالمياه التي يلزم أن تعَدَّ لمقاومة تقلبات المناخ. فرغم أن تخزين المياه لفترات الندرة كثيراً ما يكون الشاغل الرئيسي فيها، فإن زيادة القدرة على امتصاص الفيضانات يمكن أن تكون على نفس القدر من الأهمية – ويحتمل أن ينطوي ذلك على آثار إدارية متضاربة لكلتا الوظيفتين. وللتعامل على نحو أفضل مع تزايد التقلب في تدفقات الأنهار، يمكن تنفيذ تدابير مختلفة تتراوح بين خفض منسوب المياه في الخزان بصفة عامة، وزيادة قدرات الاحتفاظ بالفيضانات (Sieber and Socher, 2010)، وزيادة القدرة (التقنية) على سحب المياه داخل السدود. وهذا يسمح بتخفيض مناسيب المياه بشكل أكثر كفاءة في حالة حدوث فيضان متوقع. وتعزز إضافة هياكل المنافذ على أعماق مختلفة الخيارات المتاحة لاستخدامها في إدارة جودة المياه عن طريق سحب المياه بشكل متعدد المستويات من طبقات المياه المسببة للمشاكل (Klapper, 2003). وينبغي أن تكون هذه التدابير مصحوبة بتدابير في حوض الصرف في أعلى النهر أمام الخزان.

الحلول المستمدة من الطبيعة

"إن الحلول المستمدة من الطبيعة هي حلول تستوحى من الطبيعة وتلقى منها الدعم، وهي تستخدم العمليات الطبيعية، أو تحاكيها، للمساهمة في تحسين إدارة المياه" (WWAP/UN-Water, 2018, p. 2). وتشمل تلك الحلول استخدام الأراضي على نحو معدَّل من أجل زيادة قدرات تخزين المياه في باطن الأرض، الأمر الذي يحول دون التحات والجريان السطحي المفرط، وإن كانت تشمل أيضاً التدابير التقنية مثل بناء سدود تنظيمية أمامية (Paul and Pütz, 2008). ويكتسي التكيف المستند إلى النظم الإيكولوجية أهمية خاصة بالنسبة للتكيف مع تغير المناخ والحد من مخاطر الكوارث، لأنه يستخدم التنوع البيولوجي وخدمات النظم الإيكولوجية في إطار استراتيجية تكيف شاملة للتغلب على الآثار الضارة لتغير المناخ والظواهر القصوى (IUCN, 2017). ويمكن تنفيذ التكيف المستند إلى النظم الإيكولوجية من خلال الحفاظ على النظم الإيكولوجية وإصلاحها لتصبح في حالة إيكولوجية جيدة،واستخدام تلك النظم بمثابة مساحات "معدَّلة" بصورة طبيعية للمساعدة في مجال الحدّ من مخاطر الكوارث في ظل

الشكل 4.1 تقييم المخاطر المناخية من القمة إلى القاعدة في مقابل التقييم من القاعدة إلى القمة



المصدر: García et al. (2014, fig. 3.2, p. 19). © World Bank. openknowledge.worldbank.org/handle/1098/21066 . بموجب الترخيص CC BY 3.0 IGO .
لم تضع هذه الترجمة أي مؤسسة عضو في مجموعة البنك الدولي ولا ينبغي اعتبارها ترجمة رسمية لمجموعة البنك الدولي. وليست أي مؤسسة عضو في مجموعة البنك الدولي مسؤولة عن أي محتوى أو خطأ في هذه الترجمة.

تغير المناخ، وإدماج تدابير التكيف مع تغير المناخ في استراتيجيات وخطط إدارة الأراضي الرطبة وغيرها من النظم الإيكولوجية، والعكس بالعكس (UNECE/UNDRR, 2018).

4.2.2 التدابير غير المادية

نظم التنبؤ والإنذار المبكر

يشكل الوعي والتأهب عنصرين أساسيين من عناصر القدرة على الصمود، وعمليات الحد من مخاطر الكوارث، والتصدي للكوارث المتصلة بالمياه. وتؤدي نظم الإنذار المبكر دوراً هاماً في الحد من مخاطر الكوارث، ولا سيما لتقييم مخاطر الفيضانات والجفاف الوشيكة، وتعزيز استراتيجيات صنع القرار، وتحسين التأهب المجتمعي،

والتخفيف من الأضرار الناجمة عن الظواهر القصوى من خلال اتخاذ إجراءات فعالة في الوقت المناسب. ويعرّف مكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث (UNDRR (n.d.)) نظم الإنذار المبكر بأنها *"نظام متكامل لرصد المخاطر والتنبؤ بها وتوقعها، وتقييم مخاطر الكوارث، وهي نظم وعمليات تتعلق بأنشطة الاتصالات والتأهب وتمكّن الأفراد والمجتمعات المحلية والحكومات والشركات وغيرها من اتخاذ إجراءات في الوقت المناسب للحد من مخاطر الكوارث قبل وقوع الظواهر الخطرة"*.

وبفضل التحسينات الكبيرة التي طرأت على مدى العقود الماضية في أدوات التنبؤ والتوقعات المتصلة بالمناخ والطقس، كثيراً ما يمكن في الوقت الراهن إعطاء مهلة كافية للمجتمعات المحلية المعرضة للخطر للتعامل مع الكوارث الوشيكة الحدوث (WMO, 2015a; 2015b; 2016). وتنقسم النطاقات الزمنية التي تقدم فيها التنبؤات في كثير من الأحيان إلى تنبؤات آنية، تغطي مهلة زمنية في حدود 0–6 ساعات؛ وتنبؤات قصيرة الأجل (0–3 أيام)؛ وتنبؤات متوسطة المدى (3 أيام–15 يوماً)؛ وتنبؤات أطول أجلاً تتراوح ما بين التنبؤات الدون موسمية (شهر–3 أشهر) والتنبؤات الموسمية (3–6 أشهر) (Golding, 2009). وفي حين تؤدي النطاقات الزمنية الأقصر إلى مزيد من الدقة، فإن اختيار النطاق الزمني الأنسب كثيراً ما يتوقف على عمليات اتخاذ القرارات التي يراد الاسترشاد فيها بالتنبؤات المقدمة. ففي حالة الاسترشاد بالتنبؤات لأغراض التصدي للفيضانات المفاجئة، توفر التنبؤات الآنية والقصيرة الأجل النطاق الزمني المناسب، في حين أن عمليات اتخاذ القرارات المحددة في خطط إدارة الجفاف قد تدعمها تنبؤات على النطاق الذي يتراوح بين النطاق دون الموسمي والموسمي.

توفر طرق الاتصال الحديثة، من قبيل وسائل التواصل الاجتماعي وخدمات الهاتف المحمول فرصاً كبيرة للمساعدة في تحسين الاتصال وفعالية الإنذار المبكر

ويمكن أن تساعد زيادة المهل الزمنية على تحسين فعالية نظم الإنذار المبكر، ولكن يلزم أن يكملها وضوح الاتصال، والتعاون في أعمال الإعداد، والتواصل مع المجتمعات المحلية المعرضة للخطر (Parker and Priest, 2012; Cools et al., 2016)، لا سيما في الأحواض العابرة للحدود حيث يكون التنسيق والتعاون وتبادل البيانات محدوداً في بعض الأحيان بسبب النزاعات السياسية وعمليات الحوكمة داخل البلدان وفيما بينها (Bakker, 2009a; 2009b). وتوفر طرق الاتصال الحديثة، من قبيل وسائل التواصل الاجتماعي وخدمات الهاتف المحمول فرصاً كبيرة للمساعدة في تحسين الاتصال وفعالية الإنذار المبكر (Cumiskey et al., 2015) (انظر الفصل 13). وتتزايد أيضاً الجهود المبذولة لتجاوز المعلومات المقصورة على المخاطر التي توفرها تقليدياً نظم الإنذار المبكر، من خلال وضع نظام للتنبؤ على أساس التأثير (WMO, 2015b). وبدلاً من الاقتصار على تقديم التنبؤات المتعلقة بمتغيرات الأرصاد الجوية المائية، تهدف أيضاً التنبؤات القائمة على التأثير إلى توفير معلومات واضحة خاصة بقطاعات محددة عن الآثار المتوقعة للظواهر القصوى. وبالمثل، تُستخدم مبادرات التنبؤ القائمة على الإجراءات، مثل التمويل القائم على التنبؤات (Coughlan de Perez et al., 2016) للاسترشاد بها في الاستجابة الإنسانية. وتتطلب التنمية الاقتصادية والاجتماعية المستدامة أن يجري وضع نظم للتوقع والتنبؤ والإنذار لصالح المجتمعات المحلية المعرضة للخطر واستعراض هذه النظم وتنقيحها باستمرار، الأمر الذي يتطلب بدوره الجمع على النحو الأمثل بين البيانات وأدوات التنبؤ والأخصائيين المدربين تدريباً جيداً ويجب أن تكمله إجراءات دقيقة لإدارة المخاطر (Leonard et al., 2007). ومن المهم أن يُدمج منظور جنساني في نظم الإنذار المبكر، حيث تفيد التقارير بأن احتمال وفاة النساء والأطفال خلال الكوارث أكبر أربعة عشر مرة من الرجال (UNDP, 2013). وهم يؤدون أيضاً دوراً محورياً في التأهب لحالات الطوارئ والاستجابات المتعلقة بها، وكذلك في مجال الحد من مخاطر الكوارث (UNDRR, 2015b)، شريطة تمكينهم من القيام بذلك.

وما فتئت خدمات التنبؤ والإنذار التشغيلية تخضع للتطوير على مدى عدة عقود، وتتوافر عليها أمثلة كثيرة (Pappenberger et al., 2015; Adams and Pagano, 2016; Ridge et al., 2017). فهي تشمل الخدمات المقدمة على نطاق يتفاوت ما بين نطاق الحوض والنطاق الوطني (يمكن الاطلاع على لمحة عامة عن العديد من هذه النظم في Adams and Pagano, 2016)، وصولاً إلى النطاق القاري، بل والعالمي (Emmerton et al., 2016). غير أنه لا توجد حالياً على الصعيد العالمي صورة متسقة بشأن مدى توافر نظم الإنذار المبكر التشغيلية فيما يخص الفيضانات أو بشأن حالة تلك النظم، ولا سيما فيما يتعلق بتحقيق الأهداف المحددة في الخطط العالمية مثل إطار سنداي وأهداف التنمية المستدامة (Perera et al., 2019). وهناك أيضاً كثير من التحديات التقنية والمالية والمؤسسية والاجتماعية، ومنها عدم كفاية شبكات الأرصاد الجوية المائية، والافتقار إلى الخبرات التقنية ومحدودية الموارد البشرية اللازمة للقيام بالتنبؤات، ونقص المعرفة بشأن الفعالية التشغيلية لنظم الإنذار المبكر، في جملة أمور أخرى.

وبالمثل، تتنوع نظم رصد الجفاف والإنذار المبكر بالجفاف وتواجه تحديات مماثلة. ويمكن استخدام نظم الإنذار المبكر بالجفاف، مثل التوقعات الموسمية التي تستند، مثلاً، إلى مؤشرات النينيو/التذبذب الجنوبي، لتوفير إنذار مسبق بظروف الجفاف، أو باستمرار تلك الظروف، مما يتيح بدوره اتخاذ قرارات استباقية لإدارة الجفاف، مثل

التخلص من الموجودات من الحيوانات، أو الحد من المساحة المزروعة، أو زراعة محاصيل مختلفة. وقد أظهرت التنبؤات الموسمية بالجفاف نجاحاً في جنوب شرق آسيا وغرب أمريكا الجنوبية (ويرجع ذلك إلى حد كبير إلى قربها من المحيط الهادئ، حيث ينشأ تيار التذبذب الجنوبي. غير أن توقعات الجفاف الموسمية في أفريقيا لا تزال أقل دقة. وهناك كثير من الأمثلة على "نظم رصد الجفاف" العاملة على الصعيدين الوطني والإقليمي (WMO/GWP, 2016).

وثمة تركيز، في الأوساط المعنية بإدارة الجفاف، على الترويج لنهج ذي ثلاث ركائز لإدارة الجفاف، يتضمن ما يلي: (1) نظم الرصد الشامل للجفاف والإنذار المبكر به؛ (2) تقييمات القابلية للتأثر وتقييمات الأثر؛ (3) الإجراءات المناسبة للتخفيف من مخاطر الجفاف والتصدي له (Pischke and Stefanski, 2018). ويشدد هذا النهج على أهمية الربط بين هذه الركائز الثلاث من خلال إشراك أصحاب المصلحة بهدف وضع خطط أو سياسات استباقية لإدارة الجفاف وتنفيذها.

تشكل نظم رصد الجفاف والفيضانات عنصراً مهماً في الحد من المخاطر

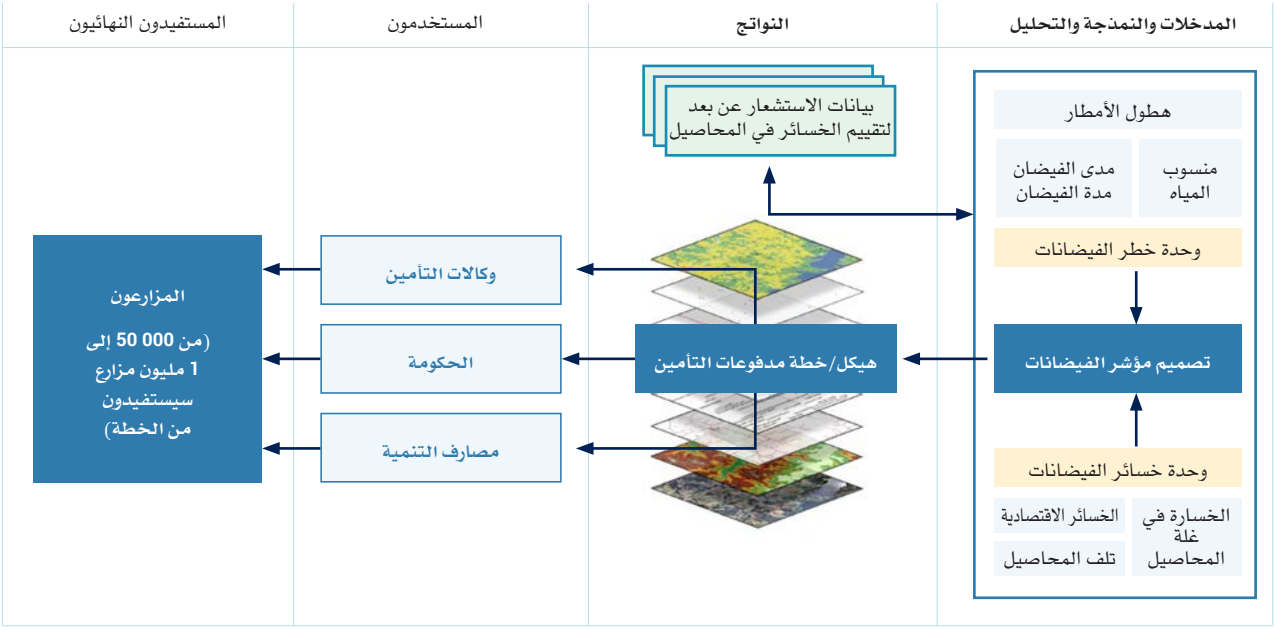
وتشكل نظم رصد الجفاف والفيضانات عنصراً مهماً في الحد من المخاطر. بيد أنه يلزم إدراجها في استراتيجية شاملة لإدارة الجفاف/الفيضانات، تستند إلى معرفة الأشخاص المعرضين للخطر والأشياء المعرضة للخطر، والسبب في ذلك، مع تحديد التدابير المناسبة للحد من المخاطر، فضلاً عن سبل التصدي لها وفقاً لعتبة محددة. وقد وُضعت في الأوساط المعنية بإدارة الفيضانات توجيهات بشأن اختيار تلك التدابير (APFM, 2013a; 2013b).

التأمين ضد الفيضانات والجفاف

إن تعزيز إمكانية الحصول على التأمين من مخاطر المناخ يمكّن المجتمعات المحلية من تحسين قدرتها على الصمود أمام الكوارث، ويؤدي دوراً هاماً في دعم التعافي من الظواهر القصوى، مثل الفيضانات ونوبات الجفاف، وذلك من خلال توفير المدفوعات في الوقت المناسب. ويمكن للتأمين أن يدعم التأهب للكوارث وإدارتها إذا كان مصحوباً بمتطلبات أو حوافز لاتخاذ تدابير وقائية، مما يشكل بالتالي عنصراً هاماً في استراتيجية للحد من خطر الكوارث تتسم بفعالية التكلفة (UNDRR, 2017).

ويحدّد التأمين حداً أدنى للمستوى المقبول من المخاطر عن طريق وضع تقدير للتكاليف المتعلقة بالمخاطر المعنية ووضع معايير لمنع تلك المخاطر. ويتم حفز بناء القدرة على الصمود من خلال ترجمة انخفاض المخاطر إلى انخفاض في أقساط التأمين (GWP, 2018a). ويمكن، باتباع نهج عالي التقنية ثبت أنه أكفأ من التقييمات الميدانية التقليدية، أن يؤدي وضع خطط للتأمين ضد الفيضانات تستند إلى المؤشرات (الشكل 4.2)، إلى تبسيط عملية صنع

الشكل 4.2 الإطار المفاهيمي لخطط التأمين ضد الفيضانات المستندة إلى المؤشرات، من التصميم إلى التنفيذ



المصدر: Amarnath (2017).

القرار وتسريع إجراءات تقديم مدفوعات التأمين التي تعوّض المزارعين عن المحاصيل التي دمرتها الفيضانات (Amarnath et al., 2017; Amarnath and Sikka, 2018).

وعلاوة على ذلك، يمكن لشركات التأمين أيضاً أن تحشد قدراً كبيراً من التمويل للحد من مخاطر الكوارث من خلال الاستثمارات الرأسمالية الموجهة لتدابير بناء القدرة على الصمود. وبشكل عام، يمكن للتأمين أن يساعد في تعبئة تمويل خارجي إضافي حيث تكون المخاطر الاقتصادية الناجمة عن الكوارث أقل. وثمة إمكانية أخرى في سياق آليات تحويل المخاطر تتمثل في إصدار سندات الصمود، التي تشجع الاستثمارات الموجهة للتدابير التي تبني القدرة على الصمود (Hermann et al., 2016).

ماروموري (اليابان) في أعقاب الإعصار هاجيبيز.

التخطيط الحضري

التخطيط الحضري هو أحد التدابير غير المادية/غير الهيكلية التي تتيح فرصاً ممتازة للحد من مخاطر الكوارث والتكيف مع تغير المناخ. فعلى سبيل المثال، يمكن زيادة القدرة على الصمود أمام مخاطر الفيضانات عن طريق بناء نظم للصرف الصحي الحضري مدمجة في تصميم الهياكل الأساسية الحضرية من أجل توفير مساحات آمنة للفيضانات. وبذلك تصبح المدينة بمثابة "إسفنج" يمتص عُرام العواصف ويصرف مياه الأمطار باعتبارها مورداً من الموارد. ومن أمثلة النجاح في إدماج مسألة الحد من مخاطر الكوارث في التخطيط الحضري برنامج دلتا الذي اعتمدته الحكومة الهولندية لضمان حماية هولندا من الفيضانات (van Herk et al., 2013; Gersonius et al., 2016).

وحوض نهر تسورومي المتعدد الأغراض للحد من التدفق في اليابان (Ikeuchi, 2012)، الذي يستخدم المساحات المستخدمة عادة للمنتزهات والملاعب كمنطقة للحد من تدفق مياه الفيضانات.

التخطيط للطوارئ

يزيد إعداد خطط الطوارئ المتعلقة بالفيضانات من قدرات المسؤولين عن الاستجابة للكوارث، ويعزّز القدرة المحلية على الصمود. ومن الأدوات التي يمكن استخدامها لتحقيق هذه الأهداف "التخطيط للطوارئ القائم على الأدلة في حالات الفيضانات"، الذي يستند إلى نُهوج علمية من قبيل محاكاة الفيضانات والتقييم الكمي للمخاطر. وهو يتألف من ست خطوات، هي: (1) فهم الظروف الراهنة؛ (2) تحديد المخاطر من خلال محاكاة الغمر الناجم عن الفيضانات؛ (3) تحليل الأثر؛ (4) وضع استراتيجية للاستجابة؛ (5) وضع خطة للطوارئ؛ (6) التعريف بالخطة. وقد تم اختبار هذه الأداة، المصممة لتكون قابلة للتطبيق في أي منطقة معرضة للفيضانات، في جزيرة لوزون في الفلبين (Ohara et al., 2018).

4.3 أساليب التخطيط والتقييم الرامية إلى الحد من أخطار الكوارث

من الضروري للحد من مخاطر الكوارث المتصلة بالمياه في ظل تغير المناخ أن يجري إدماج مسألة الحد من مخاطر الكوارث في مختلف السياسات والخطط القطاعية (Birkmann and Von Teichman; 2010; Reinmar, et al., 2018). وتشمل عملية الإدماج هذه تقييم آثار الكوارث وتغير المناخ على أي عمل إنمائي مزمع في جميع المجالات والقطاعات المواضيعية على جميع المستويات. ويتطلب هذا أيضاً تحديد السياسات القطاعية والصكوك القانونية القائمة، التي تراعي بالفعل تدابير الحد من مخاطر الكوارث.

وثمة أهمية بالغة لمشاركة أصحاب المصلحة في جميع الخطوات المتخذة في وضع استراتيجيات للحد من مخاطر الكوارث وتنفيذها. ومن المهم تحديد أصحاب المصلحة ومسؤولياتهم في مجال الحد من مخاطر الكوارث، وتسهيل مشاركتهم (بما يشمل مختلف القطاعات، بما في ذلك المجتمعات المحلية) من خلال تزويدهم بالمعلومات ذات الصلة، وبناء قدرات أصحاب المصلحة لزيادة استعدادهم لحالات الطوارئ. وينبغي أن يشكل تعميم مراعاة المنظور الجنساني والمشاركة المجتمعية في عمليات اتخاذ القرارات عنصراً رئيسياً في استراتيجيات الحد من مخاطر الكوارث. ويرد في *التوصية العامة 37* للجنة المعنية بالقضاء على التمييز ضد المرأة (CEDAW, 2018) وصف جيد للأبعاد الجنسانية لعملية الحد من مخاطر الكوارث في سياق تغير المناخ.

ويتيح تقييم الحد من مخاطر الكوارث على مستوى الأحواض العابرة للحدود فرصاً لتقييم أشد المخاطر التي يواجهها الحوض بأكمله ولتعزيز الجهود المشتركة فيما بين البلدان المتشاطئة. وتؤدي إجراءات التصدي للكوارث على مستوى الأحواض إلى توسيع حيز اتخاذ القرارات وتوسع نطاق الحلول الممكنة (UNECE, 2009; 2015). ويمكن أن تساعد الحلول التي توضع على أساس التشاور والعمل المشترك بين البلدان المتشاطئة لمواجهة الكوارث المتصلة بالمياه العابرة للحدود على تحقيق المنافع المتبادلة (مثل تقاسم التكاليف وتبادل البيانات، وإيجاد نظم مشتركة للإنذار المبكر). وهي تزيد أيضاً من فعالية التأهب وتساعد على تجنب التدابير الانفرادية التي قد تكون لها آثار سلبية على البلدان المشاطئة الأخرى. وتعرض في منشور اللجنة الاقتصادية لأوروبا/ مكتب الأمم المتحدة للحد من الكوارث، *[ترجمة الأقوال إلى أفعال: دليل للتصدي للكوارث المتصلة بالمياه والتعاون العابر للحدود]* (UNECE/UNDRR (2018) نُهوج وأدوات لواضعي السياسات والممارسين بشأن كيفية التصدي للكوارث المتصلة بالمياه في إطار تغير المناخ في الأحواض العابرة للحدود.

ينبغي أن يشكل تعميم مراعاة المنظور الجنساني والمشاركة المجتمعية في عمليات اتخاذ القرارات عنصراً رئيسياً في استراتيجيات الحد من مخاطر الكوارث

بدأت معارف ونهوج جديدة في الظهور فيما يتصل ببناء مجتمعات قادرة على الصمود وتعظيم أوجه التآزر بين عنصري التكيف مع تغير المناخ والحد من مخاطر الكوارث (Birkmann and Von Teichman, 2010; Reinmar, et al., 2018). (انظر الفصل 13). ويمكن لعناصر الذكاء الاصطناعي، و"البيانات الضخمة"، ونماذج المناخ والنماذج الهيدرولوجية المتطورة، والتكنولوجيات المتقدمة للاستشعار عن بعد، والحلول المستمدة من الطبيعة، ووسائل التواصل الاجتماعي، أن تعزز جميعها جداول الأعمال العالمية المتعلقة بالتكيف مع تغير المناخ والحد من مخاطر الكوارث. ويمكن من خلال الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي تحسين الجهود المبذولة في مجال الرصد البيئي والتنبؤ بالفيضانات والاتصالات في حالات الكوارث تحسيناً كبيراً (Sermet and Demir, 2018). ويمكن أن توفر تدفقات البيانات المستمدة من وسائل التواصل الاجتماعي معلومات هامة للمواقع التي لم تخضع للقياس في سياق رصد الفيضانات (Wang et al., 2018b; Sit et al., 2019). ويمكن لنظم دعم القرارات (Demir et al., 2018; Newman et al., 2017)، التي تعززها النهوج القائمة على استخدام تكنولوجيات الألعاب الجادة، أن تسهل عمليات اتخاذ القرارات التشاركية في مجال التخفيف من المخاطر المتعددة (Meera et al., 2016; Carson et al., 2018). وقد لا تحل تماماً التقنيات الناشئة محل التدابير التقليدية للحد من مخاطر الكوارث، لكنها قد تكمل هذه التدابير من أجل زيادة القدرة على مواجهة الكوارث المتصلة بالمياه (Gan et al., 2016).

ويتطلب تعظيم فوائد هذه الأدوات المبتكرة سد الفجوة بين المعارف العلمية والإجراءات التي يتخذها صانعو السياسات والممارسون (أو على الأقل تضييقها). ويلزم تحسين التنسيق بين الوكالات في مجال إدارة الموارد المائية وإدارة مخاطر الكوارث، ولا سيّما في الأحواض العابرة للحدود حيث لا يزال هذا التنسيق مشتتاً في معظم أنحاء العالم. ومن المهم أيضا أن ترتبط هذه التطورات بسياسات وخطط استباقية. وينبغي ألا تكتفي الوكالات الحكومية بتوقع حدوث الظواهر ومعرفة مداها وكثافتها عند وقوعها. وإنما ينبغي لها مسبقاً أن تضع خطط عمل وتتفق عليها لكي تتصدى لتلك الظواهر في الوقت المناسب وعلى نحو سليم لضمان إدارة تكاليف الآثار المترتبة عليها، وتمكين المجتمعات المحلية والأعمال التجارية من العودة إلى وضعها الطبيعي في أقرب وقت ممكن.

يلزم تحسين التنسيق بين الوكالات في مجال إدارة الموارد المائية وإدارة مخاطر الكوارث، ولا سيّما في الأحواض العابرة للحدود حيث لا يزال هذا التنسيق مشتتاً في معظم أنحاء العالم

5

الآثار المتصلة بالمياه والصرف الصحي وتغير المناخ التي تتعرض لها صحة الإنسان

أطفال شعب جاكون الأصلي يتعلمون كيفية غسل أيديهم بشكل صحيح (ماليزيا).

منظمة الصحة العالمية | كيت مدليكوت، وجنيفر دي فرانس، وإيلينا فيالوبوس-براتس، وبروس غوردون

بمساهمات من: هالشكا غرازيك (منظمة العمل الدولية)؛ وسارانتويا زانداريا (اليونسكو – البرنامج الهيدرولوجي الدولي)؛ وخافيير ماتيو-ساغاستا (المعهد الدولي لإدارة المياه)؛ وريو هادا (مفوضية الأمم المتحدة لحقوق الإنسان)؛ وسيرينا كاوتشي (جامعة الأمم المتحدة – فلوريس)؛ وفلاديمير سماختين (الشبكة الدولية المعنية بالمياه والبيئة والصحة التابعة لجامعة الأمم المتحدة)؛ وليسلي بوريس (Water.org)

يركز هذا الفصل على ما تتعرض له صحة الإنسان من أثار ترتبط بالتغيرات في نوعية المياه وكميتها نتيجة لتغير المناخ. وتجري فيه دراسة الاتجاهات الملحوظة في معدلات الاعتلال والوفيات في سياق المخاطر الصحية المرتبطة بتغير المناخ، وعرض خيارات الاستجابة المتصلة بإمدادات المياه والصرف الصحي

5.1 مقدمة

لقد أصبح من الواضح بصورة متزايدة أن لتغير المناخ آثاراً خطيرة على الصحة، وأن العديد من هذه الآثار يتصل بالمياه. ويهدد تغير المناخ جميع جوانب المجتمع، ويزيد التأخير المستمر في التصدي لهذا التحدي من المخاطر التي تهدد حياة البشر والحق في الصحة (WHO, 2018b). وإذا استمرت الاتجاهات الحالية لانبعاثات غازات الدفيئة، فإن تغير المناخ سيتسبب في مجموعة من الآثار الصحية التي تتركز على أفقر السكان وأضعفهم، مما يزيد من أوجه انعدام المساواة داخل البلدان وفيما بينها على حد سواء.

يمكن توقع أن يتسبب تغير المناخ في وفاة 250 000 شخص إضافي سنوياً بحلول عام 2030، من خلال إعاقة خطى التقدم المحرز في مكافحة بعض العناصر المميتة، من قبيل نقص التغذية والملاريا والإسهال

وتتمثل أساساً العواقب الصحية المتوقعة لتغير المناخ والمتعلقة بالمياه في الأمراض المنقولة بالأغذية والمياه ونواقل الجراثيم وفي الوفيات والإصابات المرتبطة بالظواهر الجوية القصوى، من قبيل الفيضانات الساحلية والداخلية، فضلاً عن نقص التغذية نتيجة لنقص الغذاء الناجم عن الجفاف والفيضانات. وقد تكون العواقب المرتبطة بالمرض والإصابة والخسائر الاقتصادية والنزوح التي تتعرض لها الصحة العقلية عواقب ذات شأن أيضاً، وإن كان من الصعب قياسها بصورة كمية. وحتى بالنظر إلى مجموعة فرعية واحدة فقط من المخاطر الصحية، ووضع افتراضات متفائلة بشأن النمو الاقتصادي، يمكن توقع أن يتسبب تغير المناخ في وفاة 250 000 شخص إضافي سنوياً بحلول عام 2030، من خلال إعاقة خطى التقدم المحرز في مكافحة بعض العناصر المميتة، من قبيل نقص التغذية والملاريا والإسهال (WHO, 2014).

وتتسبب العوامل المحركة لتغير المناخ (انظر الفصل 1) في إيجاد عبء ثقيل من الأمراض (WHO, 2018b). وستظل جهود التخفيف التي تركز على خفض انبعاثات غازات الدفيئة أساسية في الحفاظ على الظروف الاجتماعية والبيئية اللازمة لمكافحة الأمراض على الأجل الطويل. وهذه الجهود لازمة أيضاً لتجنب المخاطر غير المؤكدة، وإن كان من المحتمل أن تكون شديدة، المتصلة بالمياه والمندرجة ضمن محددات الصحة، بما في ذلك الظواهر الجوية القصوى التي ترهق كاهل النظم الصحية، والأعطال في النظم الغذائية، وتشريد السكان على نطاق واسع، وتفاقم الفقر. وتهدد هذه العوامل بعكس مسار التقدم في مجال الصحة والتنمية الشاملة.

ومن المرجح أن تستمر آثار تغير المناخ على الصحة لعدة عقود بعد خفض انبعاثات غازات الدفيئة، بسبب فترات التأخير الفاصلة بين التغيرات التي تطرأ فيما يتعلق بالمحددات الاجتماعية والبيئية للصحة (مثل الهجرة الناجمة عن نقص الأغذية) والنتائج الصحية المرتبطة بها (مثل نقص التغذية والتقزم، وعواقب الهجرة على الصحة العقلية). بيد أن هناك فرصة هامة لاتخاذ إجراءات منسقة للتصدي فوراً لتغير المناخ وتحسين الصحة من خلال الاستفادة من مبادئ نهج "توحيد الأداء في مجال الصحة"، الذي يجمع بين التدخلات المتعلقة بالبشر والحيوانات والنظم الإيكولوجية لتحسين النتائج الصحية لعموم الجمهور. ومن شأن تعزيز قدرة خدمات المياه والصرف الصحي والنظم الصحية على الصمود أن ينقذ الأرواح الآن ويحمي السكان من الكثير من الآثار الصحية المحتملة لتغير المناخ.

وقد أحرز المجتمع الدولي تقدماً هاماً في السنوات الأخيرة. فالاتفاقات العالمية المتعلقة بالمناخ والصحة، ولا سيما اتفاق باريس (الوثيقة الختامية لمؤتمر الأطراف الحادي والعشرين، أو مؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغير المناخ)، تنص الآن على ولايات واضحة تقضي باتخاذ إجراءات أقوى لحماية صحة الإنسان من المخاطر المناخية، وتعزيز الفوائد الصحية التي تثمرها الخيارات الإنمائية الأنظف. وتتوافر حالياً مجموعة من مختلف خيارات الدعم التقني والمتعلق بالسياسات في مجال المياه، وبدرجة أقل، في مجال الصرف الصحي، من أجل دعم البلدان في جهودها الرامية إلى إدراج مسألة الصحة في سياسات التكيف والتخفيف. والمطلوب الآن هو عمليات تنفيذ موسعة تقوم على الأدلة وتكون أقرب إلى الطابع المنهجي (WHO, 2015b).

5.2 الاتجاهات السائدة فيما يتعلق بمعدلات الاعتلال والوفيات المتصلة بالمياه

من شأن إعمال حقوق الإنسان المتعلقة بالحصول على المياه المأمونة والكافية والمرافق الصحية المناسبة، ولا سيما فيما يخص أفقر الناس، أن يعزز صحة الملايين من الناس ونوعية حياتهم. وينطبق الأمر ذاته على التحسينات في النظافة الصحية الشخصية والمنزلية والمجتمعية. وبالإضافة إلى ذلك، فإن تحسين إدارة الموارد المائية للحد من انتقال الأمراض المحمولة بالنواقل، مثل الأمراض الفيروسية التي يحملها البعوض (Kibret et al., 2016)، وضمان ألا تحتوي البحيرات والأنهار المستخدمة لأنشطة الترفيه على مستويات ضارة من التلوث الناجم عن البراز أو انتشار الطحالب، يمكن أن ينقذا الكثير من الأرواح ولهما فوائد اقتصادية مباشرة وغير مباشرة واسعة النطاق، سواء على مستوى الأسر المعيشية أو على مستوى الاقتصادات الوطنية (WHO, 2019a). ويتصل العديد من الأمراض المنقولة بالأغذية (الجدول 5.1) أيضاً بسوء نوعية المياه المستخدمة في إنتاج الأغذية، وعمليات التجهيز التي تجري بعد الحصاد و/أو عمليات إعداد الأغذية (WHO, 2006). وتشير التقديرات الأخيرة إلى أن المساحة الإجمالية للأراضي الزراعية في المناطق المحيطة بالمناطق الحضرية، التي يتم ريها بمياه الصرف الحضرية غير المعالجة في أغلبها، قد بلغت حوالي 36 مليون هكتار، أي ما يعادل مساحة ألمانيا (Thebo et al., 2017).

يتصل العديد من الأمراض المنقولة بالأغذية أيضاً بسوء نوعية المياه المستخدمة في إنتاج الأغذية، وعمليات التجهيز التي تجري بعد الحصاد و/أو عمليات إعداد الأغذية

الجدول 5.1 الآثار الصحية لخدمات المياه والصرف الصحي غير المأمونة، التي يمكن أن تتفاقم بفعل تغير المناخ

الأثر الصحي	مثال
سلامة البشر	ضياع الوقت بالنسبة لتحقيق التقدم الاقتصادي أو التعليمي، والخوف والقلق والإجهاد نتيجة لبُعد المياه وخدمات الصرف الصحي و/أو عدم سلامتها، والفيضانات والجفاف. والقلق الناجم عن تكاليف العلاج الطبي في حالة المرض و/أو فقدان الدخل أثناء التعافي من المرض.
حالات العدوى الميكروبية	حالات العدوى البرازية الفموية (الإسهال والكوليرا والدوسنتاريا والتيفوئيد وشلل الأطفال) والإصابات بالدود المعوي الناجمة عن الافتقار إلى المرافق الصحية والنظافة الصحية، أو المياه والغذاء الملوثين، أو الظروف الناجمة عن العدوى الميكروبية المتكررة (التقزم، والالتهاب الرئوي، وفقر الدم). الأمراض المحمولة بالنواقل بسبب سوء إدارة المياه
الضرر البدني	غرق عمال المياه والصرف الصحي و/أو إصاباتهم في مكان العمل. والإصابات الجسدية الناجمة عن الفيضانات.
التسمم الكيميائي	تناول مستويات مرتفعة من النترات والفلوريد والزرنيخ والملوثات الكيميائية الأخرى في مياه الشرب.
نقص التغذية والتقزم (وما يرتبط بذلك من ضعف الإدراك)	الإسهال المتكرر أو الإصابات بالدود المعوي بسبب عدم سلامة المياه والصرف الصحي، مما يسبب الاعتلال المعوي البيئي ونقص التغذية والتقزم. وعدم كفاية الإمدادات الغذائية بسبب انخفاض المياه المتوافرة لإنتاج الأغذية، مما يتسبب في نقص التغذية وتوقف النمو.
المسائل ذات الأهمية الناشئة	تتفاقم مقاومة مضادات الميكروبات بسبب سوء خدمات المياه والصرف الصحي اللازمة للوقاية من العدوى ومكافحتها في المجتمعات المحلية والمرافق الصحية، ومما يزيد من تلك المقاومة تصريف مخلفات المضادات الحيوية والبكتيريا والجينات المقاوِمة في مياه الصرف.

المصدر: بالاستناد إلى WHO (2011; 2017; 2018b).

وتشير التقديرات المتحفظة إلى أن عدم كفاية المياه والمرافق الصحية يتسبب في ما يقرب من مليوني حالة وفاة كان من الممكن اتقاؤها في جميع أنحاء العالم سنوياً، فضلاً عن 123 مليون سنة من سنوات العمر المعدلة حسب الإعاقة التي يمكن الوقاية منها،[8] ويقع العبء الأكبر في ذلك على الأطفال دون سن الخامسة (الجدول 5.2) (WHO, 2019a). ومنذ عام 2000، أظهر التقدم المحرز في معدل الوفيات المرتبطة بجميع الأمراض الرئيسية المتصلة بالمياه والصرف الصحي اتجاهاً تنازلياً مشجعاً (WHO, n.d.) يتناسب مع التقدم المحرز فيما يتعلق بإمكانية الحصول على إمدادات المياه والمرافق الصحية المحسنة. غير أن الانخفاض في معدل الاعتلال كان أبطأ، ويقع العبء الاجتماعي والاقتصادي لعدم كفاية المياه وخدمات الصرف الصحي والنظافة الصحية بشكل غير

8 سنوات العمر المعدلة حسب الإعاقة هي مقياس لعبء المرض الإجمالي، معبراً عنه بعدد السنوات الضائعة بسبب اعتلال الصحة أو الإعاقة أو الوفاة المبكرة.

متناسب، في العديد من المناطق، على النساء والفتيات (مثل فقدان فرص العمل أو التعليم بسبب مهام جمع المياه أو العار والقلق المتصلين باستخدام المرحاض والتعامل مع مسألة النظافة في أثناء فترة الطمث) (Wendland et al., 2017).

وفي نهاية فترة الأهداف الإنمائية للألفية (2000-2015)، كان ما نسبته 91 في المائة من سكان العالم يستخدمون مصدراً محسناً لمياه الشرب و68 في المائة من السكان يستخدمون مرافق صحية محسنة (WHO/UNICEF, 2015). ولا يزال هناك الكثير مما يتعين القيام به لبلوغ المستويات الجديدة الأعلى لخدمات إمدادات المياه والصرف الصحي المدارة بطريقة آمنة، المحدّدة في إطار أهداف التنمية المستدامة، بالنسبة لما مجموعه 2.2 بليون و4.5 بلايين شخص، على التوالي، يفتقرون إلى هذا المستوى الأعلى من الخدمة (WHO/UNICEF, 2019). ولا غنى عن الخدمات المدارة بطريقة آمنة لتحقيق مكاسب صحية كبيرة من توفير المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية (WHO, 2014).[9]

الجدول 5.2 عبء المرض الناجم عن عدم كفاية خدمات المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية، لعام 2016

المرض	الوفيات	سنوات العمر المعدلة حسب الإعاقة (بالآلاف)	نسبة الإصابات التي تعزى إلى العوامل المذكورة
أمراض الإسهال	828 651	49 774	0,60
الإصابات بالدود المعوي المنقولة عن طريق التربة	6 248	3 431	1
التهابات الجهاز التنفسي الحادة	370 370	17 308	0,13
سوء التغذية*	28 194	2 995	0,16
الرمد الحبيبي	10>	244	1
داء البلهارسيا	10 405	1 096	0,43
داء الخيطيات	10>	782	0,67
المجموع الفرعي -مياه الشرب والصرف الصحي والنظافة الصحية	***1 243 869***	***75 630***	***لا ينطبق***
الملاريا	354 924	29 708	0,80
حمى الضنك	38 315	2 936	0,95
داء كلابية الذنب	10>	96	0,10
المجموع الفرعي -إدارة الموارد المائية	***393 239***	***32 740***	***لا ينطبق***
حالات الغرق	233 890	14 723	0.73 (0.74 للبلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل و0.54 للبلدان المرتفعة الدخل)
المجموع الفرعي -سلامة بيئات المياه	***233 890***	***14 723***	***لا ينطبق***
المجموع الفرعي- عدم كفاية مياه الشرب والصرف الصحي والنظافة الصحية	**1 870 998**	**123 093**	**لا ينطبق**

ملحوظة: تقديرات عبء المرض تخص البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. وتشمل تقديرات الإسهال والتهابات الجهاز التنفسي الحادة وحالات الغرق أيضاً عبء المرض في البلدان المرتفعة الدخل.

* يشمل عبء المرض بسبب سوء التغذية الناجم عن نقص البروتينات والطاقة والعواقب في صفوف الأطفال دون سن الخامسة فقط.

المصدر: WHO (2019a, table 2, p. 44).

9 يُرجى الرجوع إلى المعلومات المحدثة لمنهجية عام 2017 لبرنامج الرصد المشترك (منظمة الصحة العالمية – اليونيسيف) والخطوط الأساسية لأهداف التنمية المستدامة للاطلاع على تعريفات مياه الشرب المحسنة، وخدمات الصرف الصحي المحسنة، وخدمات الإمداد بالمياه والصرف الصحي المدارة بطريقة آمنة (WHO/UNICEF, 2018).

5.3 المخاطر الصحية المرتبطة بتغير المناخ

خلص اتفاق باريس لعام 2015 إلى أن تغير المناخ يؤثر بالفعل على صحة الإنسان، ويؤدي لتزايد معدلات التعرض والضعف المسجلة في جميع أنحاء العالم. وعلاوة على ذلك، فإن ارتفاع درجة الحرارة حتى بمقدار 1.5 درجة مئوية لا يعتبر آمنا لصحة الإنسان. ومن المتوقع أن تتأثر بذلك على نحو غير متناسب الصحة البدنية والعقلية لأكثر السكان حرماناً وضعفاً وفقراً. وبالتالي، يعتبر تغير المناخ عاملاً مضاعفاً للفقر، مما قد يدفع 100 مليون شخص إلى دائرة الفقر المدقع بحلول عام 2030 (WHO, 2018b).

وتشمل الآثار الصحية المباشرة لتغير المناخ الآثار الفسيولوجية الناجمة عن التعرض لدرجات حرارة أعلى، وزيادة حالات الإصابة بأمراض وإصابات الجهاز التنفسي والقلب والأوعية الدموية، والوفيات الناجمة عن الظواهر الجوية القصوى مثل الجفاف والفيضانات وموجات الحر الشديد والعواصف وحرائق الغابات. وتنشأ الآثار غير المباشرة على الصحة من التغيرات الإيكولوجية، مثل انعدام الأمن الغذائي والمائي وانتشار الأمراض المعدية التي تتأثر بعوامل المناخ، وكذلك عن الاستجابات المجتمعية لتغير المناخ، مثل تشريد السكان وانخفاض فرص الحصول على الخدمات الصحية. ويمكن للآثار التي تتعرض لها الصحة العقلية بعد الظواهر الجوية القصوى، والتشرد المتصل بالمناخ، والهجرة، وضياع الثقافة أن تدوم مدى الحياة. وبما أن الآثار غير المباشرة لتغير المناخ قد تنجم عن مسارات سببية طويلة، فإن من الصعب للغاية التنبؤ بها أو منعها (WHO, 2018b).

يعتبر تغير المناخ عاملاً مضاعفاً للفقر، مما قد يدفع 100 مليون شخص إلى دائرة الفقر المدقع

والأمراض المتصلة بالمياه التي تتأثر بتغير المناخ عن طريق المياه هي في المقام الأول الأمراض المنقولة بالأغذية والمياه وناقلات الأمراض (وتظهر في ذلك السياق تحديات خاصة في حالة الفيضانات)، فضلاً عن الوفيات والإصابات المرتبطة بالفيضانات وحالات الجفاف الساحلية والداخلية. ويمكن أن تحدث الآثار الصحية أيضاً بسبب زيادة التعرض للكائنات الممرضة أو السموم أو المواد الكيميائية في مياه الشرب ونقص التغذية في حالة تلف المحاصيل (WHO, 2017). وستؤثر تلك الآثار الصحية بشكل غير متناسب على العاملين في المهن التي يتعرضون فيها لهذه المخاطر يومياً بشكل أكبر، بما في ذلك العمل الزراعي (ILO, 2016).

ويلخص الجدول 5.3 المسارات السببية الرئيسية التي تُحدد بها حالات التعرض المتصلة بتغير المناخ وتقلبه الآثار الصحية، وذلك أساساً عن طريق نوعية مياه الشرب وكميتها. ويمكن لخطط سلامة المياه القادرة على الصمود أمام تغير المناخ أن تساهم في خفض معدلات الأمراض عن طريق التخفيف من هذه الآثار.

ولا يزال الكثير من عدم اليقين يحيط بالتحديد الكمي للعبء الإضافي للمرض المرتبط بتغير المناخ، بسبب تباين سيناريوهات المناخ والتأثير غير المباشر للاستجابات المجتمعية (WHO, 2018b). ولكن من الواضح أنَّ تغيّر المناخ يحتمل أن يسفر عن تباطؤ أو تقويض التقدم المحرز في توفير المياه وخدمات الصرف الصحي المدارة بصورة آمنة، وأن يفضي إلى انعدام الفعالية في استخدام الموارد إذا لم يجر تصميم النظم وإدارتها بطريقة تمكنها من الصمود أمام تغير المناخ. ومن ثم، سيؤدي تغير المناخ أيضاً إلى تباطؤ أو تقويض التقدم المحرز في القضاء على الأمراض المرتبطة بالمياه والصرف الصحي والسيطرة عليها. وتشير التقديرات السابقة للتغيرات التي ستطرأ فيما يتعلق بالأمراض الناجمة عن تغير المناخ بحلول عام 2030، مقارنة بمستويات عام 2000، إلى ارتفاع خطر الإصابة بالإسهال بنسبة 10 في المائة في بعض المناطق (McMichael et al., 2004). وعلاوة على ذلك، فحتى الخسائر الصغيرة نسبياً في نطاق التغطية بخدمات المياه والصرف الصحي على مستوى المجتمع المحلي بسبب ضعف القدرة على التصدي لتغير المناخ يمكن أن يكون لها آثار بالغة على صحة الإنسان. فعلى سبيل المثال، بالنسبة للصرف الصحي على وجه الخصوص، يمكن لعدد صغير من الأسر المعيشية التي لديها مراحيض تغمرها الفيضانات بصورة دورية، أن يحدث تلوثاً في المجتمع المحلي بأسره مما قد يعرض كل فرد في ذلك المجتمع للضرر، حتى لو لم يتأثر مرحاضه. ولذلك، فإن ضمان توافر خدمات المياه والصرف الصحي القادرة على الصمود أمام تغير المناخ لمجتمعات محلية بأكملها سيكون أمراً حاسماً لحماية الصحة العامة (WHO 2018a; Wolf et al., 2019). وبالإضافة إلى ذلك، فمن المرجح أن تؤدي الخسائر المتصلة بهطول الأمطار والمياه الجوفية الناجمة عن تغير المناخ إلى زيادة الطلب على مياه الصرف كمصدر لمياه الري. وفي الوقت نفسه، من المرجح أن تؤدي زيادة الفيضانات وحالات الجفاف إلى تفاقم تلوث المياه عن طريق غمر شبكات الصرف الصحي أثناء الفيضانات، وتركيز التلوث في أثناء حالات الجفاف (HLPE, 2015). ومن المرجح أن يؤدي ذلك إلى زيادة الري بمياه منخفضة النوعية، وسيقابل ذلك زيادات متناسبة في الأمراض المنقولة بالأغذية، ما لم يتم توفير العلاج الكافي وتدابير المراقبة في المزارع والأسواق (Qadir, 2018).

تغيّر المناخ يحتمل أن يسفر عن تباطؤ أو تقويض التقدم المحرز في توفير المياه وخدمات الصرف الصحي المدارة بصورة آمنة

الجدول 5.3 الآثار الصحية المترتبة على التعرض لتقلب المناخ وتغيره: المسارات السببية

الموارد المائية وإمدادات مياه الشرب		
حالات التعرض المتأثرة بتغير المناخ	**الآثار التي يمكن أن تتعرض لها الموارد المائية**	**الآثار الصحية وغيرها من الآثار المحتملة**
زيادة في متوسط درجات الحرارة	• النمو المتسارع للكائنات الممرضة المنقولة بالمياه، وبقاؤها على قيد الحياة، واستمرارها، وانتقالها، وضراوتها، الأمر الذي يضاعف منه انخفاض مستوى استقرار مخلفات الكلور. • زيادة تكوين المنتجات الثانوية لعمليات التطهير. • زيادة معدلات البخر والنتح وانخفاض توافر المياه.	• زيادة مخاطر الأمراض المنقولة بالأغذية والمنقولة بالمياه من الكائنات الممرِضة. • احتمال زيادة خطر الإصابة بالسرطان مع طول مدة التعرض للمنتجات الثانوية لعمليات التطهير. • ظهور آثار مماثلة لآثار الجفاف.
زيادة الجفاف	• انخفاض توافر المياه اللازمة للغسيل والطبخ والنظافة الصحية، مما يزيد التعرض للتلوث المنقول بالمياه. • زيادة تركيز الملوثات عندما تكون الظروف أكثر جفافاً. ويبعث هذا على القلق بالنسبة لمصادر المياه الجوفية ذات النوعية المنخفضة بالفعل، في بعض المواقع مثلاً في الهند وبنغلاديش وأمريكا الشمالية واللاتينية وأفريقيا، حيث كثيراً ما تمثل تركيزات الزرنيخ والحديد والمنغنيز والفلوريد مشكلة صعبة. • قد يؤدي انخفاض منسوب المياه الجوفية وتدفقات المياه السطحية إلى جفاف الآبار، مما يزيد من المسافات التي يتعين قطعها لجمع المياه (التي يحتمل أن تكون غير مأمونة)، ويزيد من تلوث مصادر المياه. • قد يؤدي انخفاض هطول الأمطار إلى زيادة مواقع تكاثر النواقل عن طريق إبطاء تدفقات الأنهار. • انخفاض الأمن الغذائي بسبب انخفاض إنتاج الأغذية في المناطق المدارية؛ وانخفاض فرص الحصول على الغذاء بسبب انخفاض المعروض وارتفاع الأسعار. • يمكن أن تؤدي زيادة بناء السدود للتكيف مع حالات الجفاف الأكثر تواتراً إلى تكثيف انتقال العدوى بالملاريا وتغيير أنماطها (Kibret et al., 2015).	• زيادة عبء الأمراض المنقولة بالأغذية والمنقولة بالمياه. • الفلوريد: تسمم الأسنان والهيكل العظمي بالفلور. • الزرنيخ: تغيرات جلدية تغيرات التصبغ، (فرط التَّقَرُن)، السرطان (الجلد، المثانة، الرئة)، وما إلى ذلك. • الحديد والمنغنيز: تغير لون المياه، ووجود طعم كريه. • زيادة خطر وقوع آثار صحية مرتبطة بسوء التغذية نتيجة التفاعل بين انخفاض معدل إنتاج وتناول الأغذية في المناطق الفقيرة، وارتفاع معدلات الأمراض المعدية. • ظهور الآثار المشتركة لنقص التغذية والأمراض المعدية؛ والآثار المزمنة للتقزم والهزال في صفوف الأطفال.
ظواهر هطول الأمطار الأكثر تطرفاً	• نقص المياه اللازمة للنظافة الصحية، وإضرار الفيضانات بالهياكل الأساسية للمياه والصرف الصحي، وتلوث مصادر المياه من خلال الطفح. • زيادة شدة ظواهر هطول الأمطار وجريان مياه العواصف، مما يتسبب في زيادة أحمال الكائنات الممرضة والمواد الكيميائية والرواسب المعلقة في المياه السطحية. • تسبُّب الفيضانات في حدوث طفح وتلوث من شبكات الصرف الصحي، لا سيما عندما تكون البنية التحتية سيئة. • تسبُّب الزيادة في معدلات هطول الأمطار على الأجل الطويل في ارتفاع منسوب المياه الجوفية، مما قد يقلل من كفاءة عمليات التنقية الطبيعية. • قد تؤدي زيادة المياه السطحية إلى توسيع مواقع تكاثر النواقل، وفي نفس الوقت قد تشجع زيادة الأمطار على نمو الغطاء النباتي وتسمح بالتوسع في عدد الكائنات الفقارية المضيفة. • يمكن أيضا أن تجبر الفيضانات تلك الكائنات على الاتصال الوثيق مع البشر. • يمكن أن يؤدي الارتفاع الشديد في معدلات هطول الأمطار إلى الحد من أعداد الناقلات الحشرية والكائنات الوسيطة المضيفة للأمراض المعدية (مثل داء البلهارسيا) عن طريق طرد اليرقات من موائلها في المياه المجمعة.	• زيادة مخاطر الإصابة بالأمراض المنقولة بالأغذية والمياه والتعرض للمواد الكيميائية التي يحتمل أن تكون سامة. • زيادة، أو تقليل، خطر الإصابة بالأمراض المنقولة بالنواقل، تبعاً للإيكولوجيا المحلية.

الموارد المائية وإمدادات مياه الشرب (تابع)		
حالات التعرض المتأثرة بتغير المناخ	**الآثار التي يمكن أن تتعرض لها الموارد المائية**	**الآثار الصحية وغيرها من الآثار المحتملة**
ارتفاع درجات حرارة المياه العذبة (مع انخفاض تركيز الأكسجين وزيادة تركيز المغذيات، مثل الفوسفور، والعوامل الأخرى)	• تغيير التوزيع الجغرافي والموسمي للكائنات الممرِضة، مثل ضمات الكوليرا والبلهارسيات. • زيادة تكوين الطحالب الضارة وانتشارها في المياه العذبة (الزراقم السمية وغيرها من البكتريا). • نشأة ظروف أكثر ملاءمة للنمو والانتشار الميكروبي المرتبطين بالكائنات الممرِضة المتصلة بالمياه. • يمكن للمياه الأكثر دفئاً ذات الأكسجين الأقل أن تطلق كمّاً متزايداً من المغذيات القاعية (مثل الفوسفور)، مما يشجع بدوره على زيادة نشاط العوالق النباتية، ويطلق المعادن (مثل الحديد والمنغنيز) من رواسب البحيرات إلى الجسم المائي المعني.	• زيادة مخاطر الإصابة بالأمراض المنقولة بالأغذية والمياه والأمراض المرتبطة بالمياه مثل الكوليرا وداء البلهارسيا. • تلف الكبد، وظهور المواد المشجعة للأورام، والسمية العصبية، والسمية الجلدية والتنفسية (وتتوقف الآثار في الأجل الطويل على السموم التي يجري التعرض لها). • وجود طعم ورائحة كريهين. • التأثير على إنتاجية النظم الإيكولوجية للمياه مما يخلّف آثاراً على توفير الغذاء والأمن.
ارتفاع مستوى سطح البحر	• قد تصبح المناطق الساحلية التي تشهد ارتفاعاً في مستوى سطح البحر غير صالحة للسكن وتؤثر على تشريد السكان. • ارتفاع مستوى سطح البحر بما يزيد من ملوحة طبقات المياه الجوفية الساحلية، حيث يُتوقع أيضاً أن ينخفض مستوى إعادة تغذية طبقة المياه الجوفية.	• زيادة خطر الإصابة بالأمراض المنقولة بالمياه، وظهور الآثار الصحية التي يحدثها ارتفاع استهلاك الملح على الأمراض غير المعدية.

إدارة الصرف الصحي ومياه الصرف		
أثر تغير المناخ	**مثال على الأثر الواقع على الصرف الصحي**	**أمثلة على الآثار الصحية المرتبطة بذلك**
زيادة كثافة الأمطار (مما يؤدي إلى ظواهر التهطال القصوى والفيضانات والانهيالات الأرضية، وما إلى ذلك)	• غمر النظم القائمة في الموقع مما يسبب حالات انسكاب وطفح وتلوث بيئي (مثلاً في إمدادات المياه، ومياه الفيضانات، والمياه السطحية، والتربة).	• زيادة مخاطر الإصابة بالأمراض المنقولة بالمياه والأمراض المنقولة بالنواقل وانتشار مقاومة مضادات الميكروبات. • زيادة مخاطر الآثار الصحية المرتبطة بنقص التغذية.
حالات انخفاض طويل الأجل في هطول الأمطار والجريان السطحي (مما يؤدي، على سبيل المثال، إلى الجفاف الطويل الأجل، وما إلى ذلك)	• يؤدي انخفاض إمدادات المياه إلى إعاقة عمل شبكات الصرف الصحي المعتمدة على المياه (مثل المراحيض الدافقة، والمجاري).	• زيادة مخاطر الإصابة بالأمراض المنقولة بالمياه والأمراض المنقولة بالنواقل (على سبيل المثال، بسبب نقص المياه اللازمة للتنظيف، مما يؤدي إلى سوء الظروف الصحية وضعف النظافة الصحية). • زيادة المخاطر المرتبطة بنقص التغذية بسبب التفاعل مع انخفاض إنتاج الأغذية وتناولها في المناطق الفقيرة، والزيادات في الأمراض المرتبطة بنقص التغذية. • زيادة خطر الإصابة بالأمراض المنقولة بالمياه والأمراض المنقولة بالنواقل المرتبطة باستخدام مياه الصرف غير المعالجة في إنتاج الأغذية.
ارتفاع درجات الحرارة (مما يؤدي، على سبيل المثال، إلى ارتفاع درجة حرارة المياه السطحية والتربة، وموجات الحر الشديد)	• تعطل أو توقف شبكات الصرف الصحي أو انعدام إمكانية الوصول إليها، مما يعوق سلوكيات الصرف الصحي المأمونة (فالروائح القوية التي تنتشر في أثناء موجات الحر الشديد، مثلاً، تُثني عن استخدام المراحيض).	• تنشأ آثار صحية نتيجة الاستخدام غير المأمون لشبكات الصرف الصحي أو عدم استخدام تلك الشبكات (مثل الحالات البدنية أو العقلية الناجمة عن كبت الرغبة في التبول/التبرز).

المصدر: استناداً إلى WHO (2017; 2019b).

وقد أخذت قدرة ناقلات الأمراض على نشر الأمراض المعدية في الازدياد، حيث إن ارتفاع درجات حرارة المياه سيزيد من نطاق مواقع التكاثر المواتية لبعض ناقلات الأمراض (بما في ذلك الملاريا وحمى الضنك وحمى غرب النيل وداء لايم، وكذلك الأمراض المدارية المهملة). وقد تسمح الناقلات من الحشرات والحيوانات لتلك الأمراض بالانتقال إلى مناطق مثل أوروبا وأمريكا الشمالية، التي كانت في السابق أبرد من أن تسمح بـانتقال العدوى. فعلى سبيل المثال، ارتفعت القدرة على نقل المرض لدى البعوض المسؤول أساساً عن انتقال حمى الضنك بنحو 10 في المائة منذ الخمسينات (WHO, 2018b). وهذا الاتساع في النطاق يُتوقع أن يحدث أيضاً بالنسبة للملاريا في المناطق المتاخمة للمناطق المتوطن فيها هذا المرض، التي تشهد حالياً تغيرات أقل حجماً. ومن المتوقع كذلك أن يؤدي تغير المناخ والزيادات السكانية إلى تفاقم الأثر الذي تخلفه السدود، التي توفر مواقع لتكاثر البعوض، على انتشار الملاريا، ولا سيما في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى (Kibret et al., 2016).

قد تتسبب التحولات الإيكولوجية التي تحدثها التغيرات الناجمة عن المناخ فيما يتعلق بتوافر المياه في انعدام الأمن الغذائي ونقص التغذية

وقد تتسبب التحولات الإيكولوجية التي تحدثها التغيرات الناجمة عن المناخ فيما يتعلق بتوافر المياه في انعدام الأمن الغذائي ونقص التغذية. ويندرج تقلب المناخ والظواهر القصوى ضمن الأسباب الرئيسية للأزمات الغذائية الحادة، ويقوض الأثر التراكمي لذلك جميع أبعاد الأمن الغذائي، بما في ذلك مدى توافر الغذاء وإمكانية الحصول عليه ومعدل استعماله ومدى استقراره. ومن المتوقع أن يشكل نقص التغذية أحد أكبر الأخطار الناجمة عن تغير المناخ التي تهدد الصحة. فالإسقاطات تشير إلى أن ما يتراوح بين 540 و590 مليون شخص سيعانون من نقص التغذية عند ارتفاع درجة الحرارة بمقدار درجتين مئويتين، مع تأثر صغار السن والمسنين بشكل خاص. ويؤثر ارتفاع درجات الحرارة والفيضانات وحالات الجفاف أيضاً على سلامة الأغذية. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى زيادة مستويات الكائنات الممرضة في المصادر الغذائية (مثل التسمم بالسيغواتيرا في حالة الأسماك) وفي الأغذية، في حين تَزيد الفيضانات من خطر انتشار الكائنات الممرِضة عن طريق الماشية (WHO, 2018b).

وتبين التقديرات أن التغيرات النسبية في أعداد الأشخاص الذين قتلوا أو أصيبوا في عرام العواصف والفيضانات الساحلية هي تغيرات كبيرة، ومن المتوقع أن تزداد الآثار الصحية الحادة (مثل الإصابات والغرق) الناجمة عن الفيضانات الداخلية بنسبة مماثلة للمتضررين من نقص التغذية (WHO, 2018b). ومن الأمور التي تثير القلق بوجه خاص الزيادات في فرط الإتخام بالمغذيات وتكاثر الطحالب الضارة، التي تنجم عن ارتفاع درجات حرارة المياه. ويتسبب التعرض عن طريق مياه الشرب والأسماك والأنشطة الترفيهية لسموم الطحالب الخضراء–الزرقاء المرتبطة بتكاثر الطحالب الضارة في تسمم حاد أو مزمن لدى البشر والحيوانات (CRS, 2018). وتشير دراسة أجريت مؤخراً إلى أن فاشيات التسمم بالسيانوتوكسين أصبحت أكثر شيوعاً على مدى العقود الثلاثة الماضية (Trevino-Garrison et al., 2015).

وعندما تتعرض صحة الإنسان للخطر، تتعرض عناصر التنمية الأخرى للخطر. فعلى سبيل المثال، لا يمكن للشخص البالغ عندما يمرض أن يعمل أو أن يقوم برعاية الآخرين. وإذا حدث ذلك للشباب، فإنهم لا يستطيعون الذهاب إلى المدارس، وقد يتخلى الآباء عن العمل من أجل رعايتهم. وفي الوقت نفسه، من المرجح أن تتراكم الفواتير الطبية، مما يثقل على دخول الأسر المعيشية. وبالتالي، فإن تلك الأسر تتراجع اقتصادياً، بل وتتعرض للهجرة الاقتصادية (الفصل 8)، نتيجة للتعامل مع العبء الصحي الإضافي لتغير المناخ. ويشكل عدم الربط بين المياه والصرف الصحي والدخل أحد الأمور العديدة المهملة التي أدت إلى الأخذ بنُهوج إنمائية تتجاهل الأسواق المالية كحليف هام في الجهود العالمية الرامية إلى القضاء على أزمة المياه والصرف الصحي (Pories, 2016). وتشير تقديرات منظمة الصحة العالمية إلى أن حصول الجميع على المياه المأمونة وخدمات الصرف الصحي من شأنه أن يؤدي إلى فوائد اقتصادية قدرها 170 بليون دولار سنوياً بفضل انخفاض تكاليف الرعاية الصحية وزيادة الإنتاجية الناجمة عن انخفاض المرض (WHO, 2012).

5.4 خيارات التصدي لمسألة إمدادات المياه والصرف الصحي

في مواجهة تغير المناخ، سيتطلب تحقيق أهداف التنمية المستدامة المتعلقة بالصحة والتغذية والمياه تدخلات قطاعية، على أن تكون أيضاً تدخلات منسقة ومترابطة (Ringler et al., 2018). ولا غنى عن تكييف إمدادات المياه وخدمات الصرف الصحي من أجل تفادي المخاطر الصحية المحتملة المرتبطة بتغير المناخ. وفي حالة الصرف الصحي، يمكن أيضاً أن يؤدي اختيار مرافق الصرف الصحي القائمة في الموقع وتكنولوجيات معالجة مياه الصرف وطريقة إدارتها دوراً في عمليات التخفيف (WHO/DFID, 2009).

الجدول 5.4 التدابير الرئيسية للتكيف والتخفيف منظمة حسب عناصر النظام الصحي الأساسية

الفئة	مثال
السياسات والحوكمة	الاسترشاد في وضع السياسات والاستراتيجيات الوطنية بتقييمات أوجه الضعف الخاصة بإمدادات المياه وخدمات الصرف الصحي والنظافة الصحية والصحة، ضماناً لاستدامة الاستثمارات (WHO, 2018a). والأخذ بنهج توحيد الأداء في مجال الصحة، الذي يتناول المحددات البشرية والحيوانية والإيكولوجية للصحة.
التمويل	استخدام نُهوج إدارة المخاطر لتحديد تكلفة المخاطر الإضافية المتصلة بالمناخ وإدماجها في خطط تمويل المياه والصحة، فضلاً عن الخطط التشغيلية والتمويلية للهياكل الأساسية لإمدادات المياه والصرف الصحي (WHO, 2018a). ويمكن لأنشطة الإدماج المالي التي تزود الأسر المعيشية المنخفضة الدخل بالائتمان و/أو التأمين أن تيسر على ضحايا الظواهر المناخية الشديدة التعافي من تدمير المنازل أو تلف المحاصيل.
تقديم الخدمات	تنفيذ نُهُوج لإدارة مخاطر المياه والصرف الصحي على المستوى المحلي تراعي مسألة المناخ، مثل وضع خطط يمكن أن تصمد أمام تغير المناخ ينفذها مقدمو الخدمات والبلديات من أجل تحقيق سلامة المياه (للاطلاع على أمثلة على الأخطار وتدابير المكافحة، انظر WHO, 2017. table 3, p. 35) وتحقيق سلامة الصرف الصحي (للاطلاع على خيارات التكيف الخاصة بشبكات الصرف الصحي، انظر WHO, 2016 and 2018b. table 3.6, p. 54). معالجة ندرة المياه من خلال الاستخدام الآمن لمياه الصرف في الزراعة وإعادة تغذية طبقة المياه الجوفية.
التكنولوجيات والهياكل الأساسية	التخفيف من الانبعاثات الناجمة عن الصرف الصحي ومعالجة مياه الصرف، مثل الانبعاثات الصادرة من المراحيض وخطط معالجة مياه الصرف؛ وإمكانات استعادة الطاقة والغاز الحيوي. تعزيز قدرة نظم الصحة وشبكات المياه والصرف الصحي على الصمود، مثل تزويد مرافق الرعاية الصحية بخدمات المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية القادرة على الصمود أمام تغير المناخ، واستعداد المستشفيات لحالات الدخول المتصلة بالمناخ، وتوفير تكنولوجيات المياه والصرف الصحي القادرة على الصمود أمام تغير المناخ (WHO, 2018a).
القوة العاملة	ضمان تواف القوة العاملة الكافية لخدمات المياه والصرف الصحي وتوعية العمال. توفير التدريب والحماية للوقاية من الأمراض والإصابات الناجمة عن المخاطر المناخية والمتصلة بمكان العمل (ILO, 2016; WHO, 2018b).
نظم المعلومات (بما في ذلك الرصد والمراقبة)	ضمان أن تشمل نظم المراقبة والرصد في مجال الصحة بيانات عن إمكانية الحصول على إمدادات المياه وخدمات الصرف الصحي وعن استخدامها، وأن يجري تحليل تلك البيانات بالاقتران مع البيانات المناخية من أجل الاسترشاد بها في تكييف البرامج الصحية وتقديم خدمات المياه والصرف الصحي (WHO, 2018b). تعزيز برامج الرصد والمراقبة المتعلقة بمياه الشرب والمياه المستخدمة لأغراض الري والترفيه، ولا سيما في أثناء الظواهر الجوية القصوى والكوارث المتصلة بالمياه (WHO, 2018a).
البحث	تحديد ومعالجة الثغرات المعرفية الرئيسية القائمة على صعيد التفاعل بين المياه وتغير المناخ وصحة الإنسان، بما في ذلك نمذجة كمية المياه ونوعيتها، من أجل التنبؤ بالخدمات القادرة على الصمود أمام تغير المناخ وتغيير تلك الخدمات والتخطيط لها (Hofstra et al., 2019).

المصدر: المؤلفون.

ويمكن النظر في تدابير التكيف الرامية إلى جعل شبكات المياه والصرف الصحي أكثر قدرة على الصمود أمام تغير المناخ في إطار ستة عناصر أساسية تخص النظم الصحية، وهي: السياسات والحوكمة، والتمويل، وتقديم الخدمات، والتكنولوجيات والهياكل الأساسية، والقوة العاملة، ونظم المعلومات (بما في ذلك الرصد والمراقبة والبحث) (WHO, 2015c). ويمكن لتدابير مثل نظم جمع البيانات ورصدها، وخطط التصدي للكوارث وإعادة التأهيل، وبرامج تغيير السلوك، أن تدعم التكيف الفعال. ومن شأن تحسين آليات التمويل التي تخدم كيانات تقديم خدمات المياه والصرف الصحي وتيسر قدرتها على بناء احتياطيات الطوارئ أن يجعل تلك الكيانات أكثر استعداداً للتصدي للظواهر المناخية. ويرد في الجدول 5.4 موجز لأمثلة على التدابير الرئيسية للتكيف والتخفيف. وترد في الفصل 3 تفاصيل عن بعض تدابير التكيف والتخفيف الإضافية الخاصة بقطاع المياه.

وفي حين أن كثيراً من المسؤوليات المتعلقة بتنفيذ خيارات التكيف تقع خارج وزارات الصحة، فإن القطاع الصحي يحتاج إلى أداء مهامه الأساسية داخل إطار الإمداد بالمياه وتقديم خدمات الصرف الصحي. وتتمثل إحدى هذه المهام في المساهمة في التنسيق القطاعي وضمان إدراج أشكال الحماية الصحية في القواعد والمعايير. ومن المهام الرئيسية الأخرى إدماج المخاطر المناخية المتصلة بالمياه والصرف الصحي في السياسات الصحية، ونظم المراقبة الصحية، وأنشطة تعزيز الصحة التي تكون فيها المياه وخدمات الصرف الصحي ضرورية للوقاية الأولية من الأمراض وللحد من استخدام مضادات الميكروبات.

مراحيض عامة في بلدة سويتو في جوهانسبرغ، جنوب افريقيا.

ومن الجوانب التي يتحمل قطاع الصحة المسؤولية الكاملة عنها توفير القدرة في مرافق الرعاية الصحية على الصمود أمام تغير المناخ، بما في ذلك العمل على أن تتوافر داخل المرافق الصحية إمدادات المياه وخدمات الصرف الصحي القادرة على الصمود أمام تغير المناخ. والقطاع مسؤول أيضاً عن ضمان استعداد مرافق الرعاية الصحية للتعامل مع أعباء المرضى الإضافية المرتبطة بالظواهر القصوى، والتكيف مع التغيرات البطيئة في عبء الأمراض المرتبطة بتغير المناخ.

وفي سبيل تخطيط واعتماد أنجعٍ مجموعة من الحلول من حيث التكلفة، سيكون من الأهمية بمكان وضع نماذج وأطر لتحليل السيناريوهات تتيح فهماً أفضل لمصادر عبء المرض المحلي، فضلاً عن التغيرات المحتملة في المستقبل نتيجة لتغير المناخ، بهدف الاسترشاد بها في إدارة الموارد المائية بطريقة تمكن من الصمود أمام تغير المناخ وحماية الصحة (Hofstra et al., 2019).

6

الزراعة والأمن الغذائي

قامت المجتمعات المحلية بتدريج منحدرات التلال والوديان خلال موسم الجفاف، لكي تتمكن من الاحتفاظ بالتربة السطحية والمغذيات والمياه (رواندا).

منظمة الأغذية والزراعة | مارلوس دي سوزا، يو نيشيمورا، وجاكوب بورك

بمساهمات من: كريستوف كودنيك (الرابطة الدولية للعلوم الهيدرولوجية)؛ وبيترا شميتر، وأمارى هايليسلاسي ومارك سميث (المعهد الدولي لادارة المياه)؛ وستيفان هولسمان، وسيرينا كاوتشي ولولو زانغ (معهد جامعة الأمم المتحدة للإدارة المتكاملة لتدفقات المواد والموارد)؛ وبروس ستيوارت (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية).

ويسلط هذا الفصل الضوء على المجالات التي يتوقع أن تتضح فيها الروابط التي تجمع بين الأراضي والمياه من حيث الآثار المناخية، وتتيح فيها النهوج العملية لإدارة الأراضي والمياه مجالاً، من خلال الزراعة، للتكيف مع المناخ والتخفيف من آثاره، على حد سواء. وهو يوفر أيضاً منظوراً زراعياً يمكن من خلاله زيادة التواصل بشأن إدارة المياه مع مؤتمر الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ.

6.1 مقدمة

يشكل المناخ مورداً للزراعة. وقد تكيفت النظم البشرية الخاصة بإنتاج المحاصيل، وتربية الماشية، وتربية الأحياء المائية في المياه العذبة، ومصائد الأسماك القريبة من الشاطئ، مع توزيع درجات الحرارة والتهطال على مدى آلاف السنين. ومن ثم، فإن المخاطر التي تتعرض لها الزراعة من جراء التغيرات اليومية في الأحوال الجوية والأنماط الطويلة الأجل للتحولات الموسمية والسنوية في درجات الحرارة ومعدل التهطال معروفة جيداً لدى جهات كثيرة، ليس أقلها المزارعون وتجار السلع الأساسية. أما الأمر الذي يبعث على القلق فهو تزايد معدل وحجم هذه التحولات واحتمالات حدوث المزيد من التغييرات في غضون السنوات الخمسين إلى المائة المقبلة، ولا سيما بالنسبة لفقراء الريف الذين ليس لديهم بديل عن الزراعة للحفاظ على سبل عيشهم.

وعلى الرغم من أن المنظومة الغذائية العالمية قد تمكنت عموماً من تلبية الطلب المتزايد على السعرات الحرارية، فلا يزال 821 مليون شخص (أي ما نسبته 11 في المائة من سكان العالم) يعانون من نقص التغذية الشديد، وهذا العدد آخذ في الارتفاع بالقيمة المطلقة. ورغم الاعتراف عموماً بأثر الصدمات المفاجئة المتصلة بالطقس، فإن عوامل الفقر المزمن والخلل الاقتصادي وبُعد الأسواق جعلت المنتجين الريفيين عرضة للتحولات المناخية الطويلة الأجل. وسيكون لاتجاهات الجفاف، أو ارتفاع درجات الحرارة ليلاً، أو حالات حدوث الصقيع، أو الزيادات في الرطوبة النسبية، آثار طويلة الأجل على الوظائف الزراعية الإيكولوجية، بالإضافة إلى الصدمات القصيرة الأجل المتصلة بالطقس. وهذا الاختلال في أنماط إنتاج الأغذية لا تعوض عنه دائماً إمدادات بديلة (مستوردة) بأسعار معقولة، كما أن نظم توزيع المعونة الغذائية لا يمكنها دائماً تلبية الطلب على السعرات الحرارية الأساسية والمكملات الغذائية. ولذلك، فمن المتوقع أن يؤدي تزايد تقلب المناخ والظواهر الجوية القصوى إلى تهديد الأمن الغذائي، بما في ذلك إتاحة نظم غذائية صحية ومغذية للناس (FAO/IFAD/UNICEF/WFP/WHO, 2018).

وتنطوي التحديات المحددة التي تكتنف إدارة مياه الزراعة، في إطار تغير المناخ، على شقين. فأولاً، هناك تحد يتمثل في تكييف أساليب الإنتاج القائمة للتعامل مع ارتفاع معدل ندرة المياه (المادية والاقتصادية) وفائض المياه (الحماية من الفيضانات وتصريف المياه). وثانياً، ثمة تحد آخر يتمثل في الاستجابة للدعوة على صعيد السياسات إلى "إزالة الكربون" من الزراعة من خلال تدابير التخفيف من عواقب تغير المناخ، التي تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة وتعزز توافر المياه. وتؤدي إدارة المياه للأغراض الزراعية دوراً أساسياً في تدابير الاستجابة التكيفية التي تتخذ في مجال الزراعة، وهو ما يسمح بالمرونة في دورات إنتاج المحاصيل النقدية وبعض الأغذية الأساسية، ولا سيما الأرز. كذلك تشكل إدارة رطوبة التربة في التربة البعلية أمراً بالغ الأهمية في الحفاظ على بنية التربة وتعزيز نمو الجذور وتثبيت النباتات من أجل عزل الكربون.

والنطاق العالمي لهذه التحديات لا يستهان به. فالتقديرات تشير إلى أن الزراعة والحراجة وغيرهما من استخدامات الأراضي، التي أطلقت عليها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ اسم "قطاع الزراعة والحراجة وغيرهما من استخدامات الأراضي"، تمثل 23 في المائة من مجموع انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ للفترة 2007–2016 (IPCC, 2019b). وتشير الإحصاءات الزراعية المبلغ عنها (FAOSTAT, n.d.) إلى أنه بحلول عام 2016، كانت نسبة 37 في المائة (48.7 مليون كيلومتر مربع) من مجموع مساحة الأراضي (130.1 مليون كيلومتر مربع) تخضع لشكل من أشكال الإدارة الزراعية. ويشمل ذلك الأراضي المزروعة والمحاصيل الدائمة والمراعي والأراضي الرطبة الخاضعة للإدارة. وقد أدى معدل تحويل استخدام الأراضي والاتجاه في الأراضي نحو المدخلات الزراعية ذات الكثافة العالية (على وجه الخصوص، الأسمدة غير العضوية) إلى رفع سقف المتطلبات من حيث اعتماد تدابير تكيف مستدامة وتدابير تخفيف فعالة، وهي تدابير حاسمة الأهمية إذا أريد للقطاع أن يسهم إسهاماً إيجابياً في بلوغ الأهداف المناخية.

وقد أثيرت مسألة النتائج البيئية الضارة الناجمة عن المنظومة الحالية لإنتاج الأغذية، ولا سيما فيما يتعلق بالانبعاثات وفقدان التنوع البيولوجي واستنفاد الموارد الطبيعية، في إطار ما يسمى "الحدود الكوكبية" (Springmann et al., 2018; Willet et al., 2019). وفي ظل هذه الحدود الثابتة للأراضي والمياه، تتجلى بالفعل، في إطار المصطلح الشامل: "الزراعة الذكية مناخياً" (الإطار 6.1)، مبادرات عالمية في مجال التكثيف المستدام للزراعة، والحفاظ على مستويات النمو في الإنتاج الزراعي، مع الحد من نمو المدخلات ومستويات الانبعاثات.

والزراعة الذكية مناخياً هي عبارة عن مجموعة معروفة من النهوج المستنيرة لإدارة الأراضي والمياه وحفظ التربة والممارسات الزراعية التي تستبق التقلبات المناخية، ويمكن أن تعزل الكربون، وتقلل من انبعاثات غازات الدفيئة. وفي كثير من الحالات، تندرج هذه الممارسات ضمن الممارسات الراسخة في مجال الزراعة الحافظة للموارد (Corsi, 2019) ويمكن الجمع بينها من أجل الحفاظ على بنية التربة، والمواد العضوية والرطوبة في ظروف أكثر جفافاً، ولكنها تشمل أيضا تقنيات زراعية (تغطي الري والصرف) لضبط أو تمديد مواسم المحاصيل للتكيّف مع التغيرات المناخية التي تحدث في المواسم وعبر السنوات. وتجعل المرونة التي يوفرها الري والصرف من إدارة المياه تدبيراً جذاباً من تدابير الاستجابة ينطوي على قدر ممتاز من عزل الكربون بالنسبة للمحاصيل المؤقتة والدائمة على حد سواء. غير أن هذه المرونة يمكن أن تكون لها تكلفتها من حيث استنفاد موارد المياه المحلية وتدهور نوعية المياه. كذلك يلزم مراعاة الحلول المستمدة من الطبيعة المتعلقة بندرة المياه وتدهور نوعية المياه. وتشمل هذه التدابير إصلاح المسطحات الطبيعية كجزء من الممارسة الزراعية (WWAP/UN–Water, 2018).

لا يزال هناك 2.1 بليون شخص فقير و767 مليون شخص يعيشون في فقر مدقع، يقيم منهم 80 في المائة في المناطق الريفية

ولا يزال هناك 2.1 بليون شخص فقير و767 مليون شخص يعيشون في فقر مدقع، يقيم منهم 80 في المائة في المناطق الريفية، مع وجود اختلال شديد في التوزيع العالمي للفقر (95 في المائة من فقراء الريف) يجعله يميل باتجاه أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وجنوب/جنوب شرق آسيا (World Bank, 2016b). وتشير تقدرات منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة إلى أن نحو 475 مليون مزرعة من مزارع أصحاب الحيازات الصغيرة (التي لا تتعدى مساحتها هكتارين) تنتج محاصيل الكفاف والمحاصيل النقدية في 12 في المائة فقط من الأراضي الزراعية في العالم (FAO, 2015b).

ومن المتوقع أن يؤدي تغير المناخ إلى زيادة معدل انتشار الفقر في المناطق الريفية. فحتى التحولات الصغيرة التي تطرأ على التواتر الموسمي يمكن أن تؤدي إلى انعدام الأمن الغذائي (في ظل ارتفاع أسعار الأغذية) وكذلك إلى زيادة حالات الإصابة بالأمراض النباتية والحيوانية والبشرية. ويمكن بعد ذلك لتراكم هذه الصدمات المتصلة بالطقس أن يقلل تدريجياً الدخول الريفية ويخفض النمو الاقتصادي في الريف، مما يعرض للخطر الشديد إمكانية حصول فقراء الريف على الموارد المتعلقة بالأراضي والمياه والغابات والأسماك. ومع الانخفاض العام في قاعدة الأصول الأولية لفقراء الريف، تنخفض قدرتهم على التكيف على الأجل الطويل (FAO, 2019).

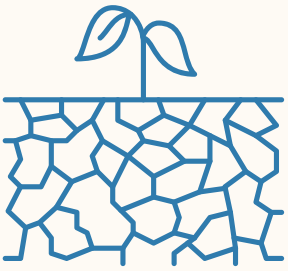
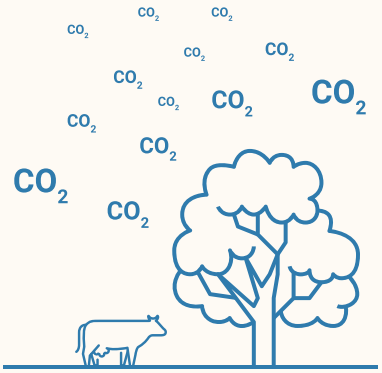
ومن المتوقع أن تؤدي الآثار المشتركة للتغيرات في درجات الحرارة والظواهر الجوية القصوى في المناطق المدارية إلى دفع هؤلاء السكان الضعفاء أصلاً إلى مزيد من الفقر المدقع أو إلى الخروج من مجال الزراعة تماماً. وبالتالي، فمن المعترف به أن تغير المناخ يشكل عقبة أمام إنهاء الفقر في المناطق الريفية. ومع تحمل المنتجين الريفيين لما نسبته 80 في المائة من آثار الجفاف، يُنتظر أن يزداد الضغط على الموارد المائية المحلية والاعتماد على تكنولوجيا رفع المياه بوجه خاص (FAO, 2019).

ولذلك فمن الأمور التي لها دلالتها أن التفاعلات بين المناخ والأراضي ودور الإدارة الزراعية في توليد انبعاثات غازات الدفيئة أو التعويض عنها تشكل موضوع تقرير خاص أصدرته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عن تغير المناخ والأراضي (IPCC, 2019b). ومن المهم أيضاً أن إدارة مياه الزراعة أصبحت الآن جزءاً صريحاً من المفاوضات التي تجري بشأن المناخ، بالنظر إلى الالتزامات المتعهد بها بموجب القرار 4/م أ–23:: عمل كورونيفيا المشترك بشأن الزراعة (UNFCCC, 2017) (الإطار 6.2).

6.2 الآثار المناخية وخط الأساس الزراعي: الفصل بين الصدمات والاتجاهات

من المتوقع أن يؤدي الأثر المباشر الذي يحدثه الاحترار العالمي فيما يتعلق بتسريع الدورة الهيدرولوجية وزيادة القدرة التبخيرية للغلاف الجوي إلى زيادة الطلب على الموارد المائية، في الوقت الذي يسعى فيه قطاع الزراعة إلى مواكبة نمو الطلب على الإنتاج (FAO, 2011b). وقد حُدّد نطاق الآثار المناخية الواقعة على الزراعة والآثار التي ينطوي عليها ذلك بالنسبة لإدارة مياه الزراعة في تصنيف شامل يبين مدى الضعف النسبي والقدرة على التكيف عبر النظم الزراعية الرئيسية (الجدول 6.1)، بما في ذلك المجالات السريعة التأثر بالمخاطر التي تم إبرازها في المقدمة. وتبين خيارات الاستجابة الخاصة بإدارة المياه نطاق النهوج التكيفية المنطبقة على كل حالة.

الإطار 6.1 الزراعة الذكية مناخياً

زيادة الإنتاجية الزراعية والدخل الزراعي على نحو مستدام	التكيف مع تغير المناخ وبناء القدرة على الصمود أمامه	خفض و/أو إزالة انبعاثات غازات الدفيئة، حيثما أمكن
		

المصدر: يستند إلى FAO (2017b).

"إن الزراعة الذكية مناخياً هي نهج لوضع الإجراءات اللازمة لتحويل النظم الزراعية وإعادة توجيهها، توخياً لفعالية الدعم المقدم للتنمية وضماناً للأمن الغذائي في ظل تغير المناخ. ويهدف هذا النوع من الزراعة إلى التعامل مع ثلاثة أهداف رئيسية، هي: زيادة الإنتاجية الزراعية والدخل الزراعي على نحو مستدام؛ والتكيف مع تغير المناخ وبناء القدرة على الصمود أمامه؛ وخفض و/أو إزالة انبعاثات غازات الدفيئة، حيثما أمكن" . (FAO, n.d.a).

"والزراعة الذكية مناخياً ليست مجموعة من الممارسات التي يمكن تطبيقها عالمياً، بل هي نهج ينطوي على عناصر مختلفة تُدمج في المزارع وخارجها، ويشمل التكنولوجيات والسياسات والمؤسسات والاستثمار" (FAO, 2017b).

ومن تدابير التكيف المختارة ما يلي:

- التناوب على الترطيب والتجفيف في الزراعة المروية للأرز؛
- الأخذ بالزراعة البينية من أجل الحد من درجات حرارة الغطاء النباتي؛
- مراعاة المناخ في إدارة الآفات؛
- الأخذ بأدوات إدارة المخاطر المستندة إلى المؤشرات؛

ومن تدابير التخفيف المختارة لخفض انبعاثات غازات الدفيئة ما يلي:

- الضخ المعتمد على الطاقة الشمسية للحد من مدخلات الطاقة القائمة على النفط والانبعاثات ذات الصلة؛
- إدارة المغذيات الخاصة بكل موقع على حدة للحد من مدخلات الأسمدة غير العضوية وزيادة الاحتفاظ بالمواد العضوية (الكربون) في التربة.

وتشمل التدابير ذات المنافع المشتركة ما يلي:

- الأخذ بتقنيات الزراعة الحافظة للموارد* لزيادة عزل كربون التربة، والاحتفاظ برطوبة التربة، وتجنب اضطراب التربة؛
- إدارة خصوبة التربة للحد من انبعاثات غازات الدفيئة من الأسمدة غير العضوية، لتحسين القدرة على الاحتفاظ بالمياه.

ويمكن الاطلاع على معلومات إضافية بشأن الزراعة الذكية مناخياً عبر شبكة الإنترنت في المصادر التالية:

- الكتب المرجعية ودورات التعلم الإلكتروني؛[1]
- الخلاصات ذات الصلة.[2]

* *"الزراعة الحافظة للموارد هي نظام زراعي يشجع على الحفاظ على غطاء دائم للتربة، وحصر اضطرابات التربة في أضيق الحدود (أي الابتعاد عن الحرث، والحفر لغرس البذور) وتنويع الأنواع النباتية. ويعزز ذلك النظام التنوع البيولوجي والعمليات البيولوجية الطبيعية فوق سطح الأرض وتحته، مما يسهم في زيادة كفاءة استخدام المياه والمغذيات وتحسين إنتاج المحاصيل واستدامته"* (FAO, n.d.b).

1 للحصول على مزيد من المعلومات، يرجى الاطلاع على الموقع التالي: www.fao.org/climate-smart-agriculture-sourcebook/en.
2 للحصول على مزيد من المعلومات، يرجى الاطلاع على الموقع التالي: www.fao.org/gacsa/resources/gacsa-csa-documents/en/

الجدول 6.1 تصنيف آثار المناخ على إدارة المياه في النظم الزراعية الرئيسية

النظام	الحالة الراهنة	العوامل الدافعة إلى تغير المناخ	درجة الضعف	القدرة على التكيف	خيار الاستجابة
1 نظام ذوبان الثلوج					
نهر السند	متطور للغاية، وبدأت ندرة المياه في الظهور. وهناك قيود من حيث الرواسب ودرجة الملوحة.	20 عاماً من التدفقات المتزايدة تلتها انخفاضات كبيرة في المياه السطحية وعمليات إعادة تغذية طبقة المياه الجوفية. وتغير التواتر الموسمي للجريان السطحي والتدفقات القصوى. وزيادة التدفقات القصوى والفيضانات. وزيادة درجة الملوحة. وانخفاض الإنتاجية في بعض الأماكن.	عالية جداً (التيار النهري): متوسطة الارتفاع (السدود).	مساحة التصرف محدودة (تم بالفعل تشييد جميع الهياكل الأساسية).	إدارة إمدادات المياه: زيادة تخزين المياه وزيادة الصرف؛ وتحسين تشغيل الخزانات؛ وإجراء تغييرات في المحاصيل واستخدام الأراضي؛ وتحسين إدارة التربة؛ وإدارة الطلب على المياه، بما في ذلك إدارة المياه الجوفية ومراقبة الملوحة.
نهرا الغانج وبراهامابوترا	الإمكانات عالية لاستخدام المياه الجوفية، مع وجود مشاكل بشأن نوعية المياه. والإنتاجية منخفضة.		عالية (مناسيب المياه الجوفية آخذة في الهبوط).	متوسطة (لا تزال هناك إمكانيات لتنمية المياه الجوفية).	
شمال الصين	ندرة المياه شديدة والإنتاجية عالية.		عالية (آثار شاملة، وارتفاع في الطلب على المواد الغذائية مع تأثير شديد على الأسعار).	متوسطة (القدرة على التكيف آخذة في الازدياد بسبب تزايد الثروة).	
النهر الأحمر ونهر الميكونغ	الإنتاجية عالية، ومخاطر الفيضانات مرتفعة، ونوعية المياه منخفضة.		متوسطة.	متوسطة.	
نهر كولورادو	توجد ندرة في المياه، ومشكلة في الملوحة.		منخفضة.	متوسطة (ضغط مفرط على الموارد).	
2 مناطق الدلتا					
نهرا الغانج وبراهامابوترا	المنطقة مكتظة بالسكان. والمياه الجوفية الضحلة تُستخدم على نطاق واسع. وإمكانية التكيف مع الفيضانات قائمة؛ والإنتاجية منخفضة.	ارتفاع مستوى سطح البحر. ووجود مد عاصفي وأضرار بالهياكل الأساسية. وهناك زيادة في تواتر الأعاصير (شرق/جنوب شرق آسيا)؛ وتسرب للمياه المالحة في المياه الجوفية والأنهار؛ وزيادة في وتيرة الفيضانات. ويمكن زيادة عمليات إعادة تغذية طبقة المياه الجوفية.	عالية جدا (فيضانات وأعاصير).	ضعيفة، باستثناء ما يخص الملوحة.	التقليل إلى أدنى حد من تشييد الهياكل الأساسية؛ والجمع المنسق بين استخدام المياه السطحية والمياه الجوفية؛ وإدارة المناطق الساحلية.
نهر النيل	تعتمد الدلتا اعتماداً كبيراً على الجريان السطحي والتخزين عند أسوان – وتوجد إمكانية للتطوير في أعلى المجرى.		مرتفعة (ضغط سكاني).	متوسطة.	
النهر الأصفر	ندرة المياه شديدة.		مرتفعة.	منخفضة.	
النهر الأحمر	عمليات الضخ لأغراض الري والصرف متكيفة حالياً، ولكنها كثيرة التكلفة.		متوسطة.	عالية، باستثناء ما يخص الملوحة.	
نهر ميكونغ	تستخدم المياه الجوفية في الدلتا على نحو مكيف – مع التأثر بصورة سريعة بأنشطة التطوير عند المنبع.		مرتفعة.	متوسطة.	
3 المناطق المدارية شبه القاحلة/القاحلة: محدودية ذوبان الثلوج/محدودية المياه الجوفية					
مناطق الرياح الموسمية: شبه القارة الهندية	الإنتاجية منخفضة. وثمة مغالاة في تطوير الحوض (المياه السطحية والمياه الجوفية).	زيادة هطول الأمطار. وزيادة التقلب في هطول الأمطار. وزيادة حالات الجفاف والفيضانات. وارتفاع درجات الحرارة.	مرتفعة.	منخفضة (الري السطحي)؛ متوسطة (الري بالمياه الجوفية).	وجود مشكلة في التخزين؛ وزيادة في إعادة تغذية طبقة المياه الجوفية واستخدامها؛ وزراعة أصناف أعلى قيمة (أستراليا).

النظام	الحالة الراهنة	العوامل الدافعة إلى تغير المناخ	درجة الضعف	القدرة على التكيف	خيار الاستجابة
مناطق بخلاف مناطق الرياح الموسمية: أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى	حالة التربة سيئة؛ وهناك نظم كاسحة؛ وإفراط في تخصيص المياه، وضغط سكاني في بعض الأماكن. وانتشار انعدام الأمن الغذائي.	زيادة التقلب في هطول الأمطار. وزيادة تواتر حالات الجفاف والفيضانات. وانخفاض هطول الأمطار، وارتفاع درجة الحرارة. وانخفاض الجريان السطحي.	مرتفعة جداً. وهناك انخفاض في الغلة في النظم البعلية. وازدادت درجة تقلب الإنتاج.	منخفضة.	
مناطق بخلاف مناطق الرياح الموسمية: جنوب وغرب أستراليا	وجود نظم كاسحة؛ والإفراط في تخصيص المياه؛ والمنافسة من القطاعات الأخرى.		مرتفعة.	منخفضة.	
4 المناطق المدارية الرطبة					
الأرز: جنوب شرق آسيا	يؤخذ بالري السطحي؛ والإنتاجية عالية وإن أخذت تتجه نحو الركود.	زيادة هطول الأمطار؛ زيادة طفيفة في درجات الحرارة. زيادة تقلب هطول الأمطار وحدوث الجفاف والفيضانات.	مرتفعة.	متوسطة.	زيادة التخزين للموسمين الثاني والثالث؛ والتأمين ضد الجفاف والفيضانات؛ وتنويع المحاصيل.
الأرز: جنوب الصين	الجمع المنسق بين استخدام المياه السطحية والمياه الجوفية؛ وانخفاض الإنتاج مقارنة بشمال الصين.		مرتفعة.	متوسطة.	
الأرز: شمال أستراليا	ثمة هشاشة في البيئة.		منخفضة.	مرتفعة.	
المحاصيل بخلاف الأرز: الري السطحي أو بالمياه الجوفية			متوسطة.	متوسطة.	
5 المناطق المعتدلة					
أوروبا الشمالية	قيمة الزراعة والمراعي مرتفعة.	زيادة هطول الأمطار؛ وزيادة في طول مواسم النمو؛ وزيادة الإنتاجية.	الري السطحي: متوسطة؛ الري بالمياه الجوفية: منخفضة.	الري السطحي: منخفضة؛ الري بالمياه الجوفية: مرتفعة.	من الممكن الاضطلاع بأنشطة تطوير جديدة. وتطوير التخزين؛ والصرف.
منطقة أمريكا الشمالية	تجري زراعة الحبوب؛ ويجري الري بالمياه الجوفية.	انخفاض الجريان السطحي، وزيادة الإجهاد المائي.	متوسطة.	متوسطة.	زيادة الإنتاجية والنواتج؛ وخيارات التخزين محدودة.
6 منطقة البحر الأبيض المتوسط					
جنوب أوروبا	ندرة المياه شديدة.	انخفاض كبير في هطول الأمطار وارتفاع في درجات الحرارة، وزيادة الإجهاد المائي، وانخفاض الجريان السطحي.	متوسطة.	منخفضة.	الري الموضعي، مع التحويل إلى قطاعات أخرى.
شمال أفريقيا	ندرة المياه شديدة.		مرتفعة.	منخفضة.	الري الموضعي، مع الريّ التكميلي.
7 الجزر الصغيرة					
الجزر الصغيرة	النظم الإيكولوجية هشة؛ مع نضوب المياه الجوفية.	ارتفاع مستوى مياه البحر؛ وتسرب المياه المالحة؛ وزيادة وتيرة الأعاصير والأعاصير المدارية.	مرتفعة.	متغيرة.	التحكم في مسألة نضوب المياه الجوفية؛ وإدارة الطلب على المياه.

المصدر: FAO (2011b, table 4.2, pp. 73–74).

الإطار 6.2 إبراز الملف المتعلق باستخدام مياه الزراعة في عملية مؤتمرات الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ

في المؤتمر الثالث والعشرين للأطراف (مؤتمر الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ 2017، مؤتمر الأطراف 23)، توصلت الأطراف إلى مقرر بشأن الخطوات التالية الواجب اتخاذها في مجال الزراعة في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. ويمثل هذا القرار التاريخي، المعروف باسم عمل كورونيفيا المشترك بشأن الزراعة، خطوة هامة إلى الأمام في المفاوضات الجارية فيما يتعلق بالزراعة والأمن الغذائي في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

والدعوة موجهة للأطراف وأصحاب المصلحة للعمل معاً بموجب هذا المقرر للتأكد من أن التنمية الزراعية تكفل زيادة الأمن الغذائي في مواجهة تغير المناخ وكذلك خفض الانبعاثات. وسيتناول ذلك العمل ستة مواضيع تغطي القطاعات الزراعية المتصلة بالأمن الغذائي والآثار الاجتماعية والاقتصادية لتغير المناخ التي تتعرض لها التربة والثروة الحيوانية والمغذيات وإدارة المياه.

وسيؤدي العمل الذي يجري في ذلك الإطار إلى إدخال مسألة المياه لأول مرة في عملية المفاوضات الخاصة باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، بالنظر إلى أن "إدارة المياه" في قطاع الزراعة لا يمكن أن تتم بمعزل عن القطاعات الأخرى. ولذلك، سيتم تطبيق نهج متكامل لإدارة الموارد المائية، مما يعني أن المناقشات ستغطي أيضاً "الاستخدامات الأخرى غير الزراعية للمياه".

وبوجه عام، يمكن توقع الآثار الناجمة عن تغير توزيع درجات الحرارة، واعتماد نُهُوج تكيُّف طويلة الأجل على أساس إسقاطات النماذج المناخية. غير أن تزايد تقلب معدلات الهطول، ولا سيما هطول الأمطار (من حيث الكثافة والمدة ودرجة التواتر)، يشكل تحدياً بالنسبة للاستجابات التكيفية في بعض من أكثر النظم الزراعية إنتاجية. وهو يعوق أيضاً محاولات إدراج رطوبة الغلاف الجوي في نماذج الدوران العام. وتوضح المجموعة المنمذجة للإجهاد المائي الناجم عن سحب مياه الزراعة، الواردة في التقرير الصادر بشأن الأراضي عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، مدى عدم اليقين المرتبط بمختلف الإسقاطات النموذجية التي تم تقييمها (IPCC, 2019b). ومع ذلك، فإن الاحترار العالمي، مقترناً بزيادة التقلبات المناخية والدورة الهيدرولوجية المتسارعة، سيتيح للبعض فرصاً مناخية زراعية جديدة (كمواسم الزراعة الممتدة، مثلاً)، وسيضع في الوقت نفسه عوائق أمام البعض الآخر (كطول فترات العجز في رطوبة التربة أو تغيرها، مثلاً). وتنشأ هذه الأنماط المتغيرة للإنتاج في سياق اقتصادي يقيده تناقص خيارات الموارد الطبيعية والتنافس بين القطاعات على الأراضي والمياه. كذلك سيؤثر التحول الهيكلي للزراعة بوجه عام (خروج أعداد من السكان العاملين في مجال الزراعة من ذلك المجال، بالإضافة إلى الاستفادة من التكنولوجيا الجديدة) على أنواع وعمليات التكيف وفرص التخفيف من غازات الدفيئة.

ولا يزال الإنتاج العالمي من الأغذية والألياف والمحاصيل الصناعية ينمو بشكل عام تمشياً مع الطلب. وتشير التوقعات المتوسطة الأجل للإنتاج والاستهلاك الزراعيين حتى عام 2027 إلى تباطؤ عام في النمو مع تناقص الطلب تدريجياً (OECD/FAO, 2018). وتشير التوقعات الطويلة الأجل حتى عام 2050 (FAO, 2017a) إلى ارتفاع معدلات نمو الطلب على السعرات الحرارية في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، إلى جانب زيادة مخاطر الإنتاج الناجمة عن التغيرات المتزايدة في النظم المناخية والظواهر القصوى المرتبطة بها، ولا سيما في الشرق الأوسط (FAO, 2017a). وتعترف إسقاطات الاقتصاد الكلي هذه بالأثر المتوقع لتغير المناخ على جميع جوانب الإنتاج الزراعي. وتشير النتائج التي خلصت إليها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC, 2014a) وراي وآخرون (Ray et al, 2015) إلى أن التباين المناخي يمكن أن يفسر ما يصل إلى ثلث حجم التقلب في غلة المحاصيل في العالم، ولكن ثبت أنه لا يمكن قياس تلك الآثار كمياً بشكل شامل من خلال نمذجة المناخ. ولا يزال من الصعب أيضاً توقع التغيرات في الطلب على المياه لأغراض الزراعة. فعلى سبيل المثال، يشير التقييم الذي أجرته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في عام 2019 بشأن المناخ والأراضي إلى الاتساع الكبير في نطاق الإسقاطات النموذجية للطلب على مياه الري، من خط الأساس الحالي البالغ نحو 500 2 كم^3 في السنة في عام 2005 إلى ما بين 900 2 كم^3 و000 9 كم^3 في السنة بحلول عام 2100 (IPCC, 2019b).

وقد تم في *تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ* (IPCC, 2014a) بحث التوقعات المتعلقة باستحثاث التغيرات المناخية لنظم الأغذية الزراعية الكبيرة في إطار سيناريوهات مسارات التركيز التمثيلية. ويشير التقرير إلى أنه سيلزم إجراء بعض التحولات فيما بين الإنتاج عن طريق الزراعة البعلية والزراعة التي يستخدم فيها الري من أجل استيعاب الأثر الإجمالي لضيق الموارد المائية وإثراء ثاني أكسيد الكربون (Elliot et al., 2014). وعلاوة على ذلك، فمن المتوقع أن تظهر بحلول عام 2040 تغيرات في أنماط الهطول الإقليمية التي تؤثر على الإنتاج الزراعي بالنسبة لأربعة محاصيل رئيسية، هي: القمح وفول الصويا والأرز والذرة (Rojas et al., 2019). وهذا يشير إلى وجود قدر من الضرورة الملحة لاعتماد تدابير للتكيف تنطوي على بعض المنافع المشتركة فيما يتصل بالتخفيف، حفاظاً على مستويات الإنتاج الزراعي.

6.2.1 الطلب على المياه للأغراض الزراعية

إن الأراضي المعتمدة على الري، وهي مسؤولة عن 69 في المائة من عمليات سحب المياه على الصعيد العالمي (AQUASTAT، 2014)، هي التي سيكون تأثير ارتفاع درجات الحرارة والجفاف ملموساً فيها أكثر من أي مكان آخر. وعلى الرغم من أن النطاق الحالي لهذا النوع من الأراضي (حوالي 3.3 ملايين كيلومتر مربع) لا يمثل سوى 2.5 في المائة من مجموع مساحة الأراضي، فإنه يمثل 20 في المائة من الأراضي المزروعة ويولد نحو 40 في المائة من الناتج الزراعي العالمي (FAOSTAT, n.d.). وهذه الأراضي هي أيضاً التي يمكن فيها لعملية سحب المياه وتحويلها واستعمالها وتصريفها أن تنتج مجموعة من العوامل البيئية الخارجية الطويلة الأجل، ولا سيما استنفاد طبقة المياه الجوفية، وملوحة التربة، والتلوث الناجم عن الجريان السطحي والصرف. وتبلغ التقديرات الإحصائية لمساحة المنطقة التي تخدمها المياه الجوفية نحو 000 250 1 كم^2 (Siebert et al., 2013)، معظمها مزوَّد بالطاقة غير المتجددة. هذا بالإضافة إلى انتشار الضخ النشط لأغراض التوزيع والصرف في نظم الري السطحي.

ويهيمن استخدام المياه في الزراعة على استخدامات المياه على الصعيد العالمي، ولكن المنافسة من القطاعات الأخرى تبطئ من نمو مخصصات المياه العذبة الموجهة لقطاع الزراعة. وتشير تقديرات خط الأساس العالمي المستمدة من الإحصاءات الإجمالية المبلغ عنها لعام 2010 إلى أن حجم عمليات السحب الزراعي يصل إلى 769 2 كم^3 في السنة، بعد أن كان يقدر بما يبلغ 300 2 كم^3 في السنة في عام 1990 (AQUASTAT, 2014) (انظر الشكل 15).

ويشكل التوسع في إنتاج المحاصيل في الأراضي المرويَّة وتكثيفه أهم محرك للطلب على المياه للأغراض الزراعية، في حين أن الزراعة الحراجية وتخزين المياه للماشية وتربية الأحياء المائية تؤثر أيضاً محلياً على حسابات المياه في أحواض ومستجمعات المياه. وأشار *التقييم الشامل لإدارة المياه في قطاع الزراعة* (2007) والتقرير المعنون *إدارة النظم المعرضة للخطر* (FAO, 2011a) إلى تزايد الأدلة على إغلاق أحواض الأنهار وانهيار النظم الزراعية الواسعة النطاق، مثل مناطق الدلتا المروية والسهول الغرينية التي تعتمد على المياه الجوفية. وفي حالة الإنتاج المعتمد على الري، جاءت حسابات هوغيفين وآخرين (2015) (Hoogeveen et al.) للتبخر التدريجي فوق المعدلات الطبيعية، عند مستوى 268 1 كم^3 في السنة، مما يشير إلى وجود أوجه للكفاءة في استخدام الري على الصعيد العالمي، تقارب نسبتها 50 في المائة عند مقارنتها بمستويات سحب للمياه قدرها 769 2 كم^3 في السنة. وهذا الفرق بين كميات السحب من المياه السطحية والجوفية والكميات المستهلكة من خلال التبخر المفيد (النتح والتبريد والقضاء على الأعشاب الضارة) إما يعاد تدويره من خلال التدفقات العائدة أو إعادة تغذية طبقة المياه الجوفية، أو يُفقد بسبب التبخر غير المفيد من القنوات والخزانات القائمة خارج الشبكة أو الصرف على حواف نظم الري. وفي حين أن إدارة الأراضي البعلية (بما في ذلك المراعي) آثارها على عمليات التبخر محايدة بصفة عامة، فإن التأثير التي تتعرض له عمليات الجريان السطحي وإعادة التغذية المباشرة يمكن أن يكون كبيراً إذا فُقدت بنية التربة من خلال الحرث والدكّ، وفقدان إمكانية الرشح وقدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة.

وقد أخذت معدلات النمو السنوي للمناطق المجهزة للري في التباطؤ، حسب ما تشير إليه الإحصاءات الزراعية حتى عام 2016 (Seibert et al., 2015; FAO, 2017a). ومع ذلك، فإن النمو إيجابي، وفي هذه المساحة الآخذة في التوسع، تبرز ظاهرة تكثيف استهلاك المياه مع زيادة كثافة المحاصيل واعتماد تكنولوجيا الري، بما في ذلك أساليب التنقيط والرش المضغوطة، حيثما تتناسب تلك الأساليب مع المحاصيل الحقلية وظروف زراعة المحاصيل. بيد أن الافتراضات القائلة بأن اعتماد تكنولوجيا الري سيؤدي إلى انخفاض سحب المياه تبدو غير صحيحة. فالأدلة المستمدة من المبادرات الوطنية الرامية إلى "توفير" المياه من خلال الأخذ بأساليب الري المضغوط تشير إلى أن الأثر المتحقق هو عكس ذلك تماماً وأن اعتماد تكنولوجيا الري يميل إلى توسيع المساحات المرويَّة وزيادة معدل استهلاك المياه (Perry et al., 2009; Lopez-Gunn et al., 2012; Scott et al., 2014; Molle and Tanouti, 2017; Grafton and Wheeler, 2018). وكان هذا النمو في عمليات سحب المياه لأغراض الزراعة المرتبط باستخدام تكنولوجيات الري المتقدمة واضحاً في حسابات مياه أحواض الأنهار، ولا سيما في استنفاد كل من مخزونات طبقات المياه الجوفية المحصورة وغير المحصورة (Molle and Wester, 2009).

كثيراً ما يجري التقليل من شأن الدور الذي تؤديه المياه الجوفية في الزراعة والتنمية الريفية

وكثيراً ما يجري التقليل من شأن الدور الذي تؤديه المياه الجوفية في الزراعة والتنمية الريفية (IAH, 2019)، وتترك المنافسة الاقتصادية على المياه الجوفية العالية الجودة من جانب قطاعات أخرى، ولا سيما الصناعة والإمدادات البلدية، أثرها على المناطق الريفية المجاورة (Flörke et al., 2018)، حيث يعتمد الملايين من أصحاب الحيازات الصغيرة على الوصول إلى دورة المياه الجوفية الضحلة لاتقاء حالات الركود في المواسم الجافة وفترات الجفاف الممتدة. ولا يجري بصورة منهجية على المستويات دون الوطنية تسجيل نطاق هياكل استخراج المياه الجوفية الضحلة والعميقة، إلى جانب هياكل السدود الصغيرة المستخدمة لأغراض الري وتربية الأحياء المائية وسقي المواشي، مما يحيط تقديرات المساحات المجهزة للري وكميات المياه المسحوبة من المساحات التي يجري ريها بالفعل، بدرجة من انعدام اليقين (Siebert et al., 2015).

ولا تقتصر البصمة المائية للماشية على البخر والنتح الاستهلاكيين في المراعي، بل هي تشمل الآن شبكات واسعة النطاق لإمدادات المياه لأغراض سقي وتبريد الحيوانات الحية، فضلاً عن مياه الري اللازمة لإنتاج العلف والبروتين المركّز المستورد (ولا سيما فول الصويا) أو الحبوب (علف الدواجن) (Mekonnen and Hoekstra, 2012; Ray et al., 2015). وتوقعات النمو في إنتاج اللحوم حتى عام 2030 ملفتة للانتباه بشدة – فمن المتوقع حدوث زيادة بنسبة 77 في المائة في لحوم البقر ولحم الخنزير والدواجن والأغنام في البلدان النامية، وزيادة بنسبة 23 في المائة عن مستويات الفترة 2015–2017 بالنسبة للبلدان المتقدمة (FAO, 2017a). ومن المتوقع أن تشهد الحيوانات غير المجترة (الخنازير والدواجن) أعلى معدلات النمو. وبالنظر إلى هذا النمو المتوقع، فإن ثمة أهمية لنطاق المراعي ودرجة تأثرها بالجفاف، ذلك أن بدائل الأعلاف (فول الصويا والحبوب) هي بدائل بعلية في معظمها ومن المرجح أن تتأثر ما لم يقِ الريُّ الإنتاج من الصدمات. ويستخدم نموذج حقول التسمين بواسطة البقوليات والأعشاب المرويَّة، الخالي من أنشطة الرعي، في كل من الشرق الأوسط والولايات المتحدة الأمريكية، وإن كان قد أخذ يكتسب انتشاراً أوسع أيضاً في المناطق ذات المناخ شبه القاحل والمعتدل حيث يمكن بغير ذلك أن تتلف المراعي في ظل ظروف الجفاف والتشبع بالمياه. وحيث إن استهلاك البروتين الحيواني ومنتجات الألبان يحفز على تزايد أعداد الماشية (Gerber et al., 2013; FAO, 2017a)، فقد أخذت تظهر زيادة مستمرة في سحب المياه من جانب قطاع تربية الحيوانات بسبب إنتاج الأعلاف/النباتات الرعوية/مخلفات المحاصيل (في كل من النظم البعلية والمروية)، بالإضافة إلى الاستهلاك المباشر للمياه السطحية والجوفية لسقي الماشية وتبريدها.

وتفيد التقارير بأن إنتاج مصائد الأسماك الداخلية يبلغ نحو 12 مليون طن (FAO, 2018c)، ويأتي معظم الإنتاج من أفريقيا وآسيا والصين (FAO, 2018d) في هيئة خليط يأتي من مصادر البحيرات والأنهار والأراضي الرطبة وتربية الأحياء المائية. ورغم أن مصائد الأسماك الداخلية يمكن أن تستفيد من إثراء المغذيات المستمدة من الجريان السطحي الزراعي، فهي أيضاً سريعة التأثر للغاية بفرط المغذيات والتلوث وتدهور الموائل وانقطاع تدفقات المياه (FAO, 2018d). وتتعرض مصائد الأسماك الداخلية، فضلاً عن نظم تربية الأحياء المائية في المياه العذبة (بما في ذلك النظم التي تجمع بين زراعة الأرز وتربية الأسماك) لإجهاد متزايد بسبب أحمال التلوث والإدارة الهيدروليكية للممرات المائية والمسطحات المائية الداخلية، بما في ذلك السدود والخزانات التي تنشأ لنظم الري، ومحركات الطاقة الكهرمائية، فضلاً عن الطلب على المياه للأغراض الزراعية والجريان السطحي. ومجمل القول أن اجتماع عوامل انخفاض التدفق وارتفاع تركيزات الملوثات وارتفاع درجات الحرارة يخلف آثاراً كبيرة على نفوق الأسماك (FAO, 2018d). ويبعث هذا على القلق لأن قدرة النظم الإيكولوجية للمياه العذبة على المقاومة منخفضة نسبياً مقارنة بالنظم الإيكولوجية البحرية، وبالتالي فهي، مقارنة بغيرها، سريعة التأثر بالصدمات المتصلة بالمناخ (FAO, 2018d).

وتشير التقديرات إلى أن إنتاج الوقود الأحيائي (الإيثانول والديزل الحيوي) لا يترك سوى أثر ضئيل (1.7 في المائة) على المياه المسحوبة لأغراض الزراعة (De Fraiture et al., 2008) لأن معظم قصب السكر المستخدم كمواد أولية تروى بمياه الأمطار. وتتسم توقعات النمو أيضاً بالتواضع (OECD/FAO, 2019)، في ظل الأثر المترتب على عمليات المزج بين مصادر الطاقة، المكلفة بها حالياً البلدان المنتجة الرئيسية، وانخفاض أسعار النفط الخام على الصعيد العالمي. ويحتاج الري الخاص بالوقود الأحيائي (ولا سيما المستمد من قصب السكر وبنجر السكر) إلى حساب دقيق للمياه والطاقة من أجل تحقيق فوائد تقنية صافية من حيث التعويض عن استهلاك الوقود الأحفوري والانبعاثات ذات الصلة (انظر الإطار 9.1).

ومع زيادة الإنتاجية الزراعية (من حيث الأراضي والمياه على السواء)، أصبحت عمليات اختيار المحاصيل وتقاويم زراعتها متوائمة بدقة مع ظروف مستقرة نسبياً على صعيد الأرصاد الجوية. وحيثما تحد درجة الحرارة ومستوى الجفاف من إنتاج المحاصيل العالية القيمة، يُنقل الإنتاج الذي تلزمه الدقة إلى "أماكن مغلقة" للتقليل إلى أدنى حد من تأثير التقلبات المناخية. ويتنامى الآن استخدام مناطق مروية من هذا النوع تظللها شبكات للوقاية من الشمس، واستخدام النشارة البلاستيكية الواقية، والبيوت الزجاجية، وبلغ انتشار هذه الظواهر في منطقة البحر الأبيض المتوسط وشمال الصين حداً من الضخامة ظهرت معه الآن آثار خارجية بيئية كبيرة نتيجة عمليات التخلص من اللدائن ونفاياتها البلاستيكية في التربة (Gao et al., 2019). كذلك يؤثر التكيف مع ارتفاع درجات الحرارة على جميع أشكال الإنتاج الحيواني، حيث يجري الإنتاج المكثف "في الأماكن المغلقة"، ويؤدي إلى زيادة الطلب على الأعلاف المروية والحبوب العلفية، مع تركيز الطلب في أماكن محددة على إمدادات الطاقة والمياه، وكذلك تركيز مصادر التلوث الناجم عن النفايات الحيوانية (Gerber et al., 2013).

6.3 دور إدارة المياه المستخدمة للأغراض الزراعية في عملية التكيف

6.3.1 نطاق التكيف

يجري، تحت مظلة الزراعة الذكية مناخياً، الترويج لمجموعة من النهوج والتكنولوجيات التكيفية للحفاظ على مستويات الإنتاج الزراعي في ظل الاحترار وتغير أنماط الهطول (الإطار 6.1).

ويتحدد نطاق التكيّف في الزراعة البعلية إلى حد بعيد من خلال قدرة أصناف المحاصيل على التأقلم مع التغيرات

في درجة الحرارة وإدارة النقص في مياه التربة. وقد يشمل تكييف التربة من أجل زيادة الاحتفاظ إلى أقصى حد برطوبتها العديد من تقنيات الحفظ الزراعية، بما في ذلك عدم الحرث وفرش غطاء قشي واق من مخلفات المحاصيل على السطح، مما يؤدي إلى زيادة الكربون العضوي في التربة مؤقتاً. وحيثما تزرع المحاصيل الجذرية في مناطق خطوط العرض المعتدلة، أصبح فرش غطاء واق من النشارة البلاستيكية أمراً شائعاً لحماية المحاصيل المبكرة من الصقيع والاحتفاظ برطوبة التربة عن طريق تثبيط التبخر الذي يؤدي إلى فقدانها في الغلاف الجوي. العناصر الإضافية للزراعة الذكية مناخياً التي يمكن تطبيقها الهندسة الوراثية النباتية (لغرض تحمل الجفاف، وتثبيط الميلان الزائد)، وإدخال تعديلات فينولوجية على توقيتات مواسم المحاصيل، والاستهداف بالمغذيات والأشكال المحددة لحماية النباتات/المكافحة المتكاملة للآفات. ومن المؤكد أن المخاطر المناخية لا تزال قائمة بالنسبة للزراعة البعلية. وبغض النظر عن حجم عمليات إعداد الأراضي والتربة، فسوف تتلف المحاصيل وتتضاءل فرص تكرار المبادرة إذا لم تكن الأمطار كافية للإبقاء على مستويات العجز في رطوبة التربة خلال موسم النمو ضمن حدود مقبولة. ويشير ذلك إلى أهمية إيصال التنبؤات الموسمية واليومية إلى أصحاب الحيازات الصغيرة الذين يقومون بالاستثمار المباشر في إعداد الأراضي وتحسين أصناف البذور والأسمدة.

ويسمح الري بإعادة جدولة المواسم الزراعية وتكثيفها، مما يوفر آلية تكيّف رئيسية للأراضي التي كانت تعتمد في السابق على ظاهرة الهطول (أي على الزراعة البعلية) وحدها (الإطار 6.3). وقد يتمثل التكيف في هذا السياق ببساطة في التعجيل بالإجراءات المقررة لتحسين الأداء (تحديث المعدات والبرامجيات على السواء) من أجل تحسين كفاءة توصيل المياه وخدمات الصرف الصحي. وهذه هي الخيارات التي لا يُندم عليها، والتي ترد تفاصيلها في المؤلفات المتعلقة بالري والصرف (على سبيل المثال، FAO, 2011b; De Vries et al., 2017)، ويمكن أن تشمل هذه الخيارات إدماج نهج يقوم على تكرار العناصر في النظم للحماية من أضرار الفيضانات وتعزيز تدفقات إعادة التغذية والتدفقات العائدة. ويقتصر التكيف في الحقول مع ارتفاع درجات الحرارة والتبخر إما على شبكات التظليل أو زرع نباتات الظل (بما في ذلك الزراعة البينية أو الزراعة الحراجية).

6.3.2 إجراءات الاستجابة العملية المتعلقة بإدارة مياه الزراعة التي يمكن اتخاذها على نطاق واسع

تم وضع العناصر المتصلة بالمياه في مجال الزراعة الذكية مناخياً في هيئة مجموعة من تقنيات إدارة الأراضي والمياه التي تحافظ على محتوى رطوبة التربة خلال موسم النمو ويمكن تنفيذها على نطاق محلي كمجموعة من التدابير التي يُسترشد فيها بالمعلومات المناخية (الشكل 6.1) (Aggarwal et al., 2018). ويجري على نطاق واسع ممارسة أساليب الري التي يلزمها الدقة في ظل أشكال عديدة من التحكم في المناخ (استخدام شبكات الوقاية من الشمس، وفرش أغطية النشارة البلاستيكية الواقية، والبيوت الزجاجية) والاستخدام المدروس للري الناقص من أجل تحسين نوعية منتجات البساتين. ويجري الآن التوسع بشكل كبير في استخدام الطاقة الشمسية لتحل محل الضخ القائم على الديزل أو البنزين، ولا سيما عندما يتم تشجيع ذلك الاستخدام من خلال الإعانات (Shah et al., 2018). ويمكن ببساطة تعديل كثير من الممارسات الزراعية المعمول بها محلياً التي تستخدم بشكل موحد بحيث تناسب المناخ السائد، أو تغيير توقيتاتها تجاوباً مع ارتفاع جودة المعلومات المتعلقة بالأرصاد الجوية الزراعية وزيادة تواترها.

الشكل 6.1 إجراءات الاستجابة المتعلقة بالمياه المتخذة في مجال الزراعة الذكية مناخياً على المستوى المحلي

المصدر: مقتبس من Aggarwal et al. (2018, *fig.* 3). مرخص بموجب *CC BY-NC* 4.0. الصور: الاستجابة الذكية من حيث الطقس: *© FAO/Marco Palombi*؛ الاستجابة الذكية من حيث المياه: *© FAO/A. Brack*؛ الاستجابة الذكية من حيث البذور/السلالات: *© FAO/Sia Kambou*؛ الاستجابة الذكية من حيث الكربون/المغذيات: *© FAO/Eduardo Soteras*؛ الاستجابة الذكية من حيث المؤسسات/السوق: *© FAO/Daniel Hayduk*.

ما هي التحولات في النهوج التي يمكن أن تشحذ هذه الاستجابات التكيفية؟ من المجالات الرئيسية التي يمكن فيها لإدارة الموارد المائية والأرصاد الجوية الزراعية إحراز تقدم من خلال إعداد منتجات إعلامية تشغيلية يمكن نشرها على نطاق واسع وربطها بالرصد على الصعيد الميداني من جانب المزارعين أنفسهم. وتشمل هذه المنتجات ما يلي:

- تتاح الآن على نطاق واسع تنبؤات مناخية موسمية للأشهر، بل والسنوات المقبلة (WMO, 2016). ويمكن للتنبؤات المناخية القابلة للتنفيذ والموثوقة الصادرة في الوقت المناسب أن تؤدي دوراً حاسماً في اتخاذ القرارات للمزارعين على كل من المدى القصير والطويل. ويتيح اختيار مواعيد الزراعة والتقاويم الزراعية الموسمية لأصناف المحاصيل ذات الغلة العالية قدراً من الدقة في تعديل خطط القطاع الاقتصادي الأكثر اعتماداً على الطقس (CIE, 2014).

الإطار 6.3 احتمالات العجز والري التكميلي في ظل تقلب المناخ في منطقة شبه قاحلة: منطقة السافانا في توغو

في سياق تزايد عدد السكان في غرب أفريقيا والخسائر المتكررة في الغلة بسبب عدم انتظام هطول الأمطار، من الضروري تحسين استقرار وإنتاجية نظم الإنتاج الزراعي، وذلك مثلاً من خلال الأخذ باستراتيجيات الري البديلة التي قد تنطبق في هذه المنطقة، وتقييم إمكاناتها. ولهذا الغرض، جرى تقييم مجموعة من استراتيجيات إدارة الري، تتراوح بين عدم الري والري الناقص الخاضع للرقابة والري الكامل، في منطقة جافة من مناطق السافانا في توغو. وتظهر النتائج تفاوتاً كبيراً في هطول الأمطار خلال الموسم الممطر، مما يؤدي إلى تفاوت كبير في الغلة المتوقعة للظروف البعلية (في ظل استراتيجية عدم الري). وقد انخفض حجم هذا التفاوت إلى حد كبير عندما بدأ الري التكميلي لإكمال النقص في هطول الأمطار عند النقاط الحرجة في فترة نمو النبات، وهو ما أوجد طلباً منخفضاً على المياه بلغ حوالي 150 ملم. وفيما يتعلق بموسم الجفاف، تبين أن استراتيجيتي إدارة الري (الري الناقص الخاضع للرقابة والري الكامل) قد زادتا من إمكانات الغلة بالنسبة لأصناف الذرة المحلية إلى ما بلغ 4.84 أطنان/هكتار، وخفضتا في نفس الوقت من تقلب الغلة المتوقعة. ولكن، حتى في ظل الإدارة المعتمدة على الري الناقص الخاضع للرقابة، سيلزم أكثر من 400 ملم من المياه للقيام بعمليات الري خلال موسم الجفاف في شمال توغو. وبالتالي، سيلزم وجود هياكل أساسية كبيرة لتجميع مياه الأمطار والري من أجل الأخذ بأسلوب الري الكامل في موسم الجفاف، مما يشير إلى أن محاولة سد النقص في هطول الأمطار تنطوي على مخاطر تتعلق بتكلفة المدخلات.

المصدر: مقتطف من Gadédjisso-Tossou et al. (2018).

- أصبحت المعلومات شبه الآنية المتعلقة بالطقس متاحة بسهولة في الوقت الحاضر، مما يسمح للمزارعين بالبت في القرارات المتعلقة بحماية المحاصيل (الأمطار الضارة والصقيع والمرض) والتغطية التأمينية للمحاصيل. ويجري توسيع نطاق هذه الأنواع من الخدمات حيثما تمتد شبكات الهاتف المحمول إلى المناطق الريفية (في آسيا وجنوب شرق آسيا على وجه الخصوص).
- على الصعيد الميداني، تحرز تكنولوجيا رصد رطوبة التربة في الموقع تقدماً مع نشر أجهزة الاستشعار الكهرومغناطيسية المنخفضة التكلفة، بالاقتران مع تقنيات الاستشعار عن بعد العالية الاستبانة (Manfreda et al., 2018). وفي حين أن التكنولوجيا الحالية قد لا تنطبق إلا على مشاريع الزراعة أو البحوث العالية الدقة، فمن المتوقع أن تنخفض تكلفة الأخذ بأساليب رصد رطوبة التربة في الوقت الحقيقي من أجل جدولة الري.
- ساعد بالفعل إدماج المحاسبة المائية التشغيلية في الزراعة الذكية مناخياً على ربط ميزانيات مياه الزراعة المحلية بنظم الهيدرولوجيا وإعادة التغذية على مستوى الأحواض. غير أن الربط ببرامج الهندسة الزراعية مثل الإدارة المتكاملة للآفات وتربية الديدان وتكثيف زراعة الأرز على الصعيد الميداني هو أمر لا غنى عنه إذا أريد لإدارة المياه أن تثبت فعاليتها على نطاق واسع. وقد بيَّنت الأدلة المستمدة من المبادرات ذات الصلة استعداد المزارعين لاستخدام خدمات/معلومات الأرصاد الجوية الزراعية المحسنة والمشاركة في جمع بيانات الأرصاد الجوية الزراعية المحلية. ويفسح التوسع في المحاسبة المائية على مستوى نظم الري والأحواض الفرعية، بمساعدة من السواتل العابرة بصفة دورية، المجال أمام تقييم الاستخدام التبذيري وأداء الري، إلى جانب تنظيم حقوق استخدام المياه. وقد أثبتت بوابة منظمة الأغذية والزراعة الخاصة بالمياه والزراعة[10] ونهج "المحاسبة المائية+(الموسعة)"[11] الذي أرساه المعهد الدولي لإدارة المياه أنهما أداتان فعالتان. وتساعد المقارنات الموسمية بالفعل الحكومات الوطنية في إدخال تعديلات على سياسات استخدام المياه.
- وقد ازدادت الآن احتمالات تقييم المخاطر المناخية باستخدام عمليات تخطيط الاستثمار في إدارة مياه

10 www.fao.org/in-action/remote-sensing-for-water-productivity/en/.

11 www.wateraccounting.org/index.html.

الزراعة. وعلى وجه الخصوص، يجري اعتماد أساليب صنع القرار كوسيلة لإدارة المخاطر من القاعدة إلى القمة عن طريق تقييم "نقاط الانهيار"، ولا سيما النظم الزراعية التي تعتمد على الهياكل الأساسية للمياه (World Bank, 2016b).

وإلى جانب توليد المعلومات ذات الصلة وإدخال تعديلات على البرامجيات/المعدات في مخططات الري القائمة، يجري استخدام المياه المالحة ومياه الصرف، المعالجة بالمستويات المناسبة، حسبما تسمح به التقنيات الزراعية والأحكام التنظيمية (انظر الفصل 3). ورغم أن نظم تحلية المياه هي نظم كثيفة الاستخدام للطاقة، فإن انخفاض التكاليف الهامشية قد أدى إلى استخدامها في الري حيث لا يوجد بديل للمياه العذبة وحيث تكون الأسواق مواتية لمنتجات البساتين التي تظهر في أوائل الموسم. ويشهد استخدام مجموعات تكنولوجيا مياه الصرف تطبيقاً واسع النطاق (FAO, 2010) يمكن أن يمتثل فيه الاستخدام للأنظمة المتعلقة بالسلامة الأحيائية، مثل قصر الاستخدام على الأعلاف المرويَّة (انظر الفصل 5). وبالإضافة إلى ذلك، فإن إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة جزئياً في الزراعة تزيد من الإمدادات في المناطق التي تشحّ فيها المياه بغير ذلك، كما أنها توفر المغذيات النباتية.

وتنطوي جميع عمليات التكيف على مقايضات مائية – بيئية واقتصادية. فقد أصبح استنفاد مخزون المياه الجوفية وتدهور نوعية المياه من التدفقات العائدة، على سبيل المثال، يتركزان تدريجياً في الأراضي المروية (Böhlke, 2002; FAO/IWMI 2018). وهناك أيضاً قلق بشأن مستقبل المنتجين الهامشيين، ولا سيما أصحاب الحيازات الصغيرة في المناطق شبه القاحلة، حيث تقل الموارد الرأسمالية وسبل الوصول إلى الحلول القائمة على السوق، من قبيل التأمين على المحاصيل. ولاستخدام التقنيات التقليدية لجمع الأمطار وتعزيز تغذية طبقات المياه الجوفية، بما في ذلك السدود الرملية، تطبيقات على صعيد إمدادات المياه في المناطق الريفية وكذلك تنمية الإنتاج المروي. وهذه التدخلات في المواقع النائية تكون كثيفة العمالة بوجه عام، ومن ثم قد تتناسب مع الخطط المحلية لإيجاد فرص العمل (ILO, 2019). ويمكن لهذه التقنيات، عندما تنفذ بالاقتران مع تدابير الحفاظ على التربة من خلال تحسين إدارة المياه، أن تزيد من توافر رطوبة التربة بحيث تغطي الفترات الحرجة من نمو المحاصيل (مثل الإزهار). غير أن هذه التدابير، لو لم تقترن بإمكانية الوصول إلى طبقات المياه الجوفية المحلية التي لا تستنزف خلال فترات الركود في موسم الجفاف، تظل بطبيعتها محفوفة بالمخاطر إذا لم يسمح هطول الأمطار السنوي بتجديدها.

وتعتمد فرص التكيف على الحجم، ومن المهم التمييز بين نظم الإنتاج التي تقوم على منتجي الحجم الكبير التجاريين في قطاعات محددة من قطاعات الأغذية والأعلاف، وملايين أصحاب الحيازات الصغيرة المتنوعين الذين تكون سبل حصولهم على المياه متفرقة ومتباينة بشدة. وقد تكون تكاليف الاستثمار اللازمة صفراً في كثير من الحالات، كما في حالة التعديلات على توقيتات مواسم المحاصيل. وفي حالات أخرى، مثل توفير الحماية الشاملة لنظم الري من أجل التعامل مع ظواهر الفيضانات الأكثر تطرفاً، يمكن أن تكون الاستثمارات في الهياكل الأساسية الإضافية للتحكم في المياه كبيرة. ويمثل اختيار الكيفية التي يجري بها تمويل التكلفة الإضافية للتكيف سواء من خلال استثمار فرادى المزارعين أو الدعم الحكومي أو الإنفاق الرأسمالي في التنمية الريفية مسألة من مسائل السياسة العامة التي يلزم أن تكون متوافقة مع التدخلات التقنية. ويتمثل الشاغل الرئيسي، من منظور المياه، في ما إذا كان هذا المستوى من الاستثمار يقلل من مخاطر الموارد المائية على المنتجين الزراعيين وجميع مستخدمي الخدمات البيئية المتصلة بالمياه على الأجل الطويل.

6.4 انبعاثات غازات الدفيئة الناتجة عن الزراعة والحراجة وغير ذلك من استخدامات الأراضي

يشير الموجز الذي وضعته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لمقرري السياسات إلى ما يلي: *«كانت الزراعة، والحراجة وغيرهما من أنشطة استخدام الأراضي، مسؤولة عن حوالي 13 في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، و44 في المائة من انبعاثات الميثان، و82 في المائة من انبعاثات أكسيد النيتروز الآتية من الأنشطة البشرية على الصعيد العالمي خلال الفترة 2007-2016، أي ما يمثل 23 في المائة (12.0 +/– 3.0 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون/السنة) من مجموع صافي انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ (بدرجة متوسطة من الثقة)»* (IPCC, 2019b, p. 7).

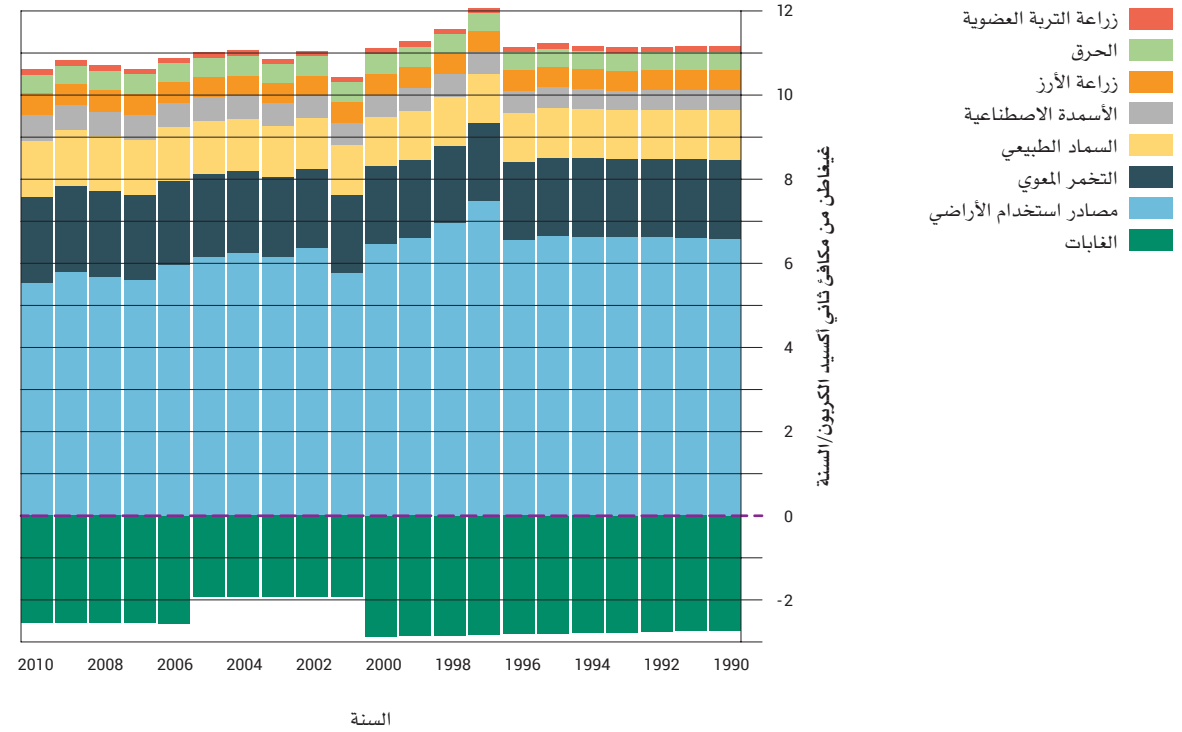
وقد انخفضت الحصة النسبية من انبعاثات غازات الدفيئة الناجمة عن الزراعة من نسبة تقديرها 30 في المائة في نهاية القرن العشرين إلى حوالي 20–25 في المائة في عام 2010، ويرجع ذلك إلى حد كبير إلى الزيادات المرتفعة في الانبعاثات من قطاع الطاقة (FAO, 2017a). ويرد في الشكل 6.2 توزيع الانبعاثات من "قطاع" الزراعة والحراجة وغيرهما من أشكال استخدام الأراضي. ويزيل نمو الكتلة الأحيائية في المناطق الحرجية غازات الدفيئة من الغلاف الجوي ويسهم إسهاماً إيجابياً صافياً قدره حوالي 2 غيغاطن/السنة في عزل الكربون، وبالتالي تظهر كانبعاثات سلبية في الشكل 6.2. غير أن التقديرات تشير إلى أن إزالة الأراضي الحرجية لغازات الدفيئة قد انخفضت من نحو

2.8 غيغاطن/السنة في التسعينات من القرن الماضي إلى 1.8 غيغاطن/السنة بحلول عام 2014، مع تسارع حرق الأراضي الحرجية وتحويلها لأغراض الرعي والحصول على زيت النخيل والحبوب الأساسية (FAO, 2016a).

وللزراعة (باستثناء الحراجة وغيرها من استخدامات الأراضي) مساهمة صافية تقدَّر بنحو 6.2 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في السنة، وهو ما يمثل ما بين 10 و12 في المائة من مجموع انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ، التي تقدر بنحو 51 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون/السنة (IPCC, 2019b). ومع ذلك، فمن المتوقع أن يزداد صافي الانبعاثات الزراعية. وفي إطار مسارات التنمية المعقولة، ليس من المتوقع للنسبة التي ستساهم بها الزراعة في التخفيض المفترض البالغ حوالي 1 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون/السنة بحلول عام 2030، اللازم لبلوغ هدف اتفاق باريس (2 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل عصر الصناعة) بحلول عام 2030، أن تتجاوز ما يتراوح بين حوالي 21 و40 في المائة (Wollenberg et al., 2016). ويشير الشكل 6.3 إلى أهمية عمليات التخمر المعوي الخاصة بالماشية كمصدر من مصادر الميثان في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (Gerber et al., 2013). وتبيّن أنماط غازات الدفيئة الناتجة عن سلاسل الثروة الحيوانية العالمية اختلافات واضحة بين أنشطة الإنتاج والمنتجات.

والمخاطر التي ينطوي عليها تجفيف الأراضي الرطبة الطبيعية وغابات الأراضي الرطبة لتحويلها إلى محاصيل للأراضي الجافة أو مزارع للنخيل واضحة. وقد أكدت البحوث الأخيرة أن إطلاق الكربون المخزن في تراكمات الخث في الأراضي الرطبة في جنوب شرق آسيا نتيجة للحرائق المتعمدة بغرض تطهير الأراضي من أجل تنمية المزارع (Wiggins et al., 2018). ويتبين من عمليات رسم الخرائط العالية الدقة لكشف المدى وتحديده بالضوء أن للتجفيف تأثيره على تعريض التربة الخثيَّة لخطر الاحتراق (Konecny et al., 2016). غير أن إطلاق الكربون نتيجة احتراق الخث يمكن أن يحدث أيضاً في التربة العضوية المجففة في المناطق الواقعة عند خطوط العرض المعتدلة. ولذلك فإن إدارة الصرف هي مجال لا ينبغي تجاهله، لا سيما إذا أُخذت في الاعتبار أيضاً إنتاجية الأراضي الرطبة وغابات الأراضي الرطبة.

الشكل 6.2 الانبعاثات من الزراعة والحراجة وغيرهما من أشكال استخدام الأراضي



ملاحظة: يشمل 'السماد الطبيعي' 'السماد الطبيعي المتبقي في المراعي'، و'إدارة السماد الطبيعي' و'استخدام السماد الطبيعي في التربة'؛ ويشمل 'الحرق' 'إحراق' مخلفات المحاصيل'، و'إحراق 'السافانا' و'مخلفات المحاصيل'.

المصدر: FAO (2017a, fig. 4.1, p. 40).

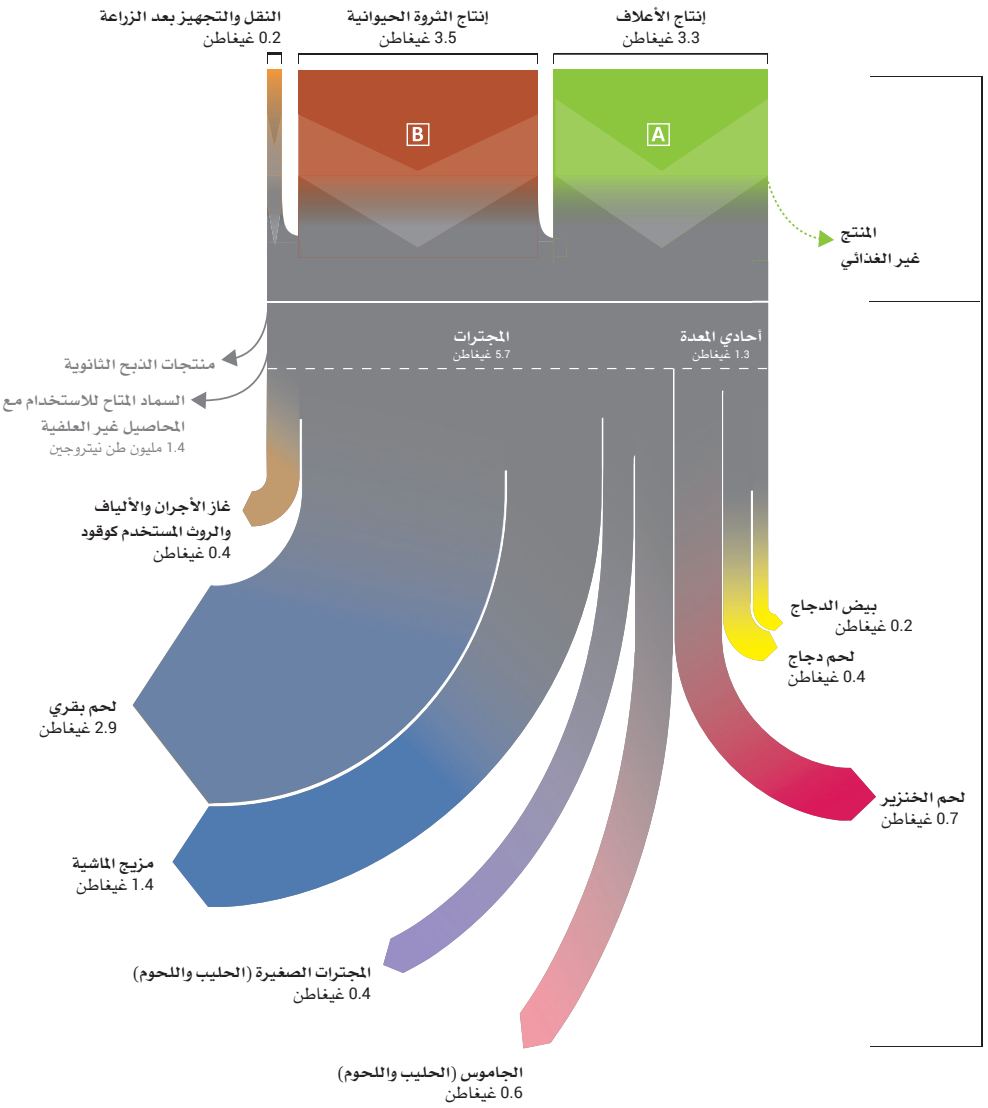
6.5 الدور الذي تؤديه إدارة مياه الزراعة في عملية التخفيف

6.5.1 نطاق التخفيف

تُستخدم في الزراعة طريقتان رئيسيتان للتخفيف من غازات الدفيئة، هما: عزل الكربون من خلال تراكم الكتلة الأحيائية فوق الأرض وتحتها، وخفض الانبعاثات من خلال إدارة الأراضي والمياه، التي تشمل اعتماد مدخلات الطاقة المتجددة من قبيل الضخ بالاستعانة بالطاقة الشمسية. وترتبط أساساً الممارسات الزراعية المتعلقة بالتخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة بالتشجير ومراقبة تصريف التربة العضوية التي يمكن بغير ذلك أن تتحلل بل وقد تشتعل في حالة تجفيفها على نطاق واسع وإزالتها بالحرق. ولكلا التدخلين عواقب مباشرة على إدارة المياه.

ومن المتوقع أن تأتي أكبر إمكانات التخفيف المعتمدة على الغابات نتيجةً لخفض الانبعاثات التي تعزى إلى إزالة الغابات وتدهورها. فالحد من إزالة الغابات ترجع إليه نسبة تتعدى 90 في المائة من النتائج الوطنية المُبلغ عنها في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، والمتحققة فيما يتعلق بالمبادرة المعززة لخفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتدهورها في البلدان النامية (برنامج الأمم المتحدة للتعاون في مجال خفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتدهورها في البلدان النامية) (FAO, 2016a). وعلى الأجل الطويل، من المتوقع أن يؤدي عزل الكربون التدريجي نتيجة التشجير وإعادة التشجير إلى استمرار التخفيف على مستوى مماثل (Griscom et al., 2017).

الشكل 6.3 انبعاثات غازات الدفيئة من سلاسل الإمداد بالماشية على الصعيد العالمي



المصدر: Gerber et al. (2013, fig. 5, p. 18).

أما من حيث مقادير الأطنان من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، فتأتي أكبر مساهمة في انبعاثات غازات الدفيئة الزراعية من غاز الميثان المنبعث من الثروة الحيوانية من خلال التخمر المعوي والسماد الطبيعي الذي تخلفه في المراعي – وهو ما يصل إلى نحو 3.5 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في السنة (انظر الشكل 6.3). وقد لا يكون من الواضح لأول وهلة أن المراعي البعلية الواسعة النطاق تمثل مشكلة من منظور إدارة المياه. فالاتجاهات السائدة فيما يتعلق بعدم السماح للماشية بالرعي، ولا سيما في الغرب الأوسط من الولايات المتحدة الأمريكية وفي الشرق الأوسط، أخذت بالفعل تؤدي إلى تركيز الطلب على المياه لإنتاج العلف وسقي/تبريد الماشية في عدد أقل من المواقع، مما يُسفر عن إجهاد شبكات الخزانات الجوفية المحلية والإقليمية، ولا سيما المياه الجوفية (Shah, 2009; Alqaisi et al., 2010; Dieter et al., 2018).

وتتيح الأراضي المزروعة في القطاع الفرعي البعلي بنطاقها المؤلف من 11 مليون كيلومتر مربع في إطار المحاصيل البعلية المؤقتة و33 مليون كيلومتر مربع في إطار المروج والمراعي الدائمة (FAOSTAT, n.d.)، فرصة كبيرة لتحسين إدارة التربة بغرض الإبقاء على رطوبتها وتعزيز نمو الجذور، ويسهم ذلك بإضافات صافية إلى مخزون كربون التربة (مما يؤدي إلى عزل الكربون على نحو فعال). غير أن نطاق إجراء تخفيضات إيجابية صافية سيحد منه مدى توافر رطوبة التربة اللازمة لإيجاد مخزون من المواد العضوية في التربة على مدار السنة في إطار النظم المحصولية وفي ظل توافر رطوبة كافية للتربة ومياه جوفية ضحلة لتثبيت النباتات الخشبية. وتسهم بالفعل أنشطة الري وجمع المياه في مناطق الأراضي الجافة في عزل الكربون في الأراضي التي لولا ذلك لكانت جرداء وخالية من الكربون العضوي بسبب الجفاف والتحات الناجم عن الرياح. ويمكن أن يعتبر توسيع نطاق الإنتاج المروى في الأراضي الجافة مساهمة في عزل الكربون مستقبلاً، لكن الأمر يحد منه بشدة مدى توافر المياه العذبة في الأجل الطويل.

6.5.2 التوسع في الحلول العملية القائمة على إدارة مياه الزراعة لأغراض التخفيف

توفر الروابط الوظيفية القائمة بين المواد العضوية في التربة ورطوبة التربة المجال الرئيسي لفرص التخفيف. ويجري تعزيز تقنيات الزراعة الحافظة للموارد ومتغيراتها الإقليمية على أساس اتباع نهج تحوطي إزاء تحسين الإنتاجية مع خفض انبعاثات غازات الدفيئة (FAO, 2016b). لكن لا بد من توخي الحرص في الحكم على الجدوى الاقتصادية لهذه التدابير. فمن غير الممكن توسيع نطاق الاستثمار في بعض التقنيات، مثل عدم الحرث واستخدام المبادر، وتطبيق تلك التقنيات على جميع أنواع التربة. فعلى سبيل المثال، قد لا تكون الحالة الأولية لصحة التربة في أنواع التربة الهامشية/الصخرية التي تتأثر أكثر من غيرها بالجفاف قابلة للتحسين بشكل كبير دون توافر مستويات عالية من المغذيات والمواد العضوية المستوردة، إلى جانب الري الدوري.

ويتوقف الأخذ على نطاق واسع بالزراعة الحافظة للموارد على نوع المحاصيل التي يجري زراعتها وتوافر أدوات بذر الحبوب، وميكنة الحصاد، وتوافر ما يكفي من مخلفات الكتلة الأحيائية للتغطية بالفرشات القشية الواقية. كذلك تعتمد الزيادات الحقيقية في الغلة على توافر أصناف البذور المحسنة. وأخيراً، يجب أن تكون المدخلات المتعلقة بزيادة الأيدي العاملة أو الاستعاضة عنها بالميكنة الزراعية وإجراء تغييرات في ممارسات الزراعة متاحة وميسورة التكلفة. ويرتكز الأخذ بهذا النهج على دور المرشدين الزراعيين، ومقدمي المدخلات، ومدارس تدريب المزارعين، والممارسين في مجال الإدارة المتكاملة للآفات.

ويمكن تقسيم ممارسات الزراعة الحراجية والممارسات الزراعية المحددة التي تستهدف عزل الكربون وخفض الانبعاثات إلى خمسة أنواع رئيسية:

- تتخذ الزراعة الحراجية أشكالاً متعددة تتراوح ما بين الأشجار المثمرة، والأشجار المحلية التي تقي من الرياح ومن الشمس، والمزارع الواسعة التي توفر المواد الأولية للطاقة. ويمكن أن يكون للزراعة الحراجية آثار إيجابية من حيث تسرب مياه التربة، وتخزين مياه التربة، وإعادة تغذية طبقة المياه الجوفية، ومكافحة الجريان السطحي والتحات، وتدوير مغذيات التربة، وتحقيق التنوع البيولوجي (FAO, 2018e). ومن حيث حصيلة المياه النقية، سيؤدي تحويل الأراضي المزروعة أو المراعي إلى أراض حرجية إلى زيادة الاستخدام الاستهلاكي، لا سيما إذا تحققت معدلات نمو عالية (Hofer and Messerli, 2006; Pugh et al., 2019). ولكن يجب أيضاً أن يؤخذ السياق المناخي في الاعتبار، ويمكن في المناطق المعتدلة، التي تجتذب فيها الغابات مستويات عالية من التهطال عن طريق التكثف وتؤدي إلى تماسك تربة المرتفعات، أن يجري ضمن تدابير التخفيف تعزيز/حماية مستجمعات مياه الأمطار في الغابات، بالنظر إلى أنها يمكن أيضاً أن زيادة مستويات التدفق الأساسي لإمدادات المياه في المناطق الحضرية (Ellison et al., 2017).
- وقد أظهرت عملية معالجة تربة الأراضي الجافة المتدهورة من خلال الإدارة النشطة لأعمال الصرف (استخدام الحواجز المحيطة، وأحواض الأشجار، وما إلى ذلك)، والأخذ بنظم عدم الحرث للحد من إطلاق الرواسب والمغذيات، فعالية في تحقيق زيادات مؤقتة في الكربون العضوي في التربة. ويمكن أيضاً أن يكون للتوسع في هذه المعالجة أثر إيجابي في أسفل المجرى من خلال التخفيف من ذروة الفيضانات الصغيرة

وتشتيت تدفقاتها. أما الأمر الأساسي فهو الإبقاء على العجز في رطوبة التربة عند مستويات مقبولة لنمو النبات وتحسين بنية التربة والنفاذ المائي من أجل زيادة معدلات التسرب، وتعزيز الترشح العميق، وإعادة التغذية المباشرة لطبقات المياه الجوفية.

- وقد تبين أن التناوب في زراعة الأرز ما بين الرطوبة والجفاف "المعتدلين" يقلل من انبعاثات الميثان، ويحافظ على الغلة، وربما يخفض الطلب على المياه بنسبة تصل إلى 24 في المائة مقارنة بالغمر المستمر (Corrijo et al., 2017). ويمكن أن تشمل الفوائد المشتركة الأخرى حدوث تخفيضات في تكاليف الضخ وانخفاض في تركيزات الزرنيخ في الحبوب. بيد أنه يجب النظر إلى هذا مقابل زيادة انبعاثات أكسيد النيتروز من أسطح التربة التي تجفّ بصفة دورية، وانخفاض معدل النيتروجين الذي يُدفع إلى منطقة الجذر (نتيجة للغمر)، وفقدان الأحياء المائية المستزرعة وما يتصل بها من وظائف النظم الإيكولوجية، والحد من أنشطة القضاء على الأعشاب الضارة وتغذية المياه الجوفية المرتبطة بالغمر المستمر.
- وقد يكون لعمليات التشجير بهدف عزل الكربون مزايا لأن نمو النباتات من جديد يمكن فيما يبدو أن يؤدي إلى عزل كميات أكبر مقارنة بالغطاء الحرجي الناضج (Pugh et al., 2019). كذلك هناك مفاضلات تجري في أحواض الأنهار حيث يؤدي إعادة نمو الغابات في أعالي المجرى إلى زيادة استهلاك المياه في عمليات النتح ويمكن أن يقلل من تدفقات المصب. وهناك أيضاً اعتبار إضافي يتمثل في احتمال أن يلزم في المناطق شبه القاحلة التي يكون فيها منسوب المياه عميقاً إلى حد ما توفير كميات إضافية من المياه لبدء عملية النمو. وقد يكون عزل الكربون بشكل أكثر اعتدالاً من خلال اعتماد تقنيات الزراعة الحراجية أمراً مجدياً حيثما يكون الظل مفيداً للمحاصيل الحقلية أو المعمرة.
- ويمكن للتكنولوجيات الناشئة التي تعتمد على الضخ بالطاقة الشمسية (وما يتصل بذلك من أشكال الإسهام بالطاقة في شبكات الإمداد) واستخداماتها في الإنتاج الزراعي أن تؤدي دوراً هاماً في التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة (الإطار 6.4). ولإمدادات الكهرباء والطاقة أهمية بالغة لتنمية الاقتصادات الريفية، وتتجلى

الإطار 6.4 الأخذ بأسلوب الضخ بالاستعانة بالطاقة الشمسية

في أعقاب النجاحات المختلفة التي حققتها مشاريع الري القائمة على الطاقة الشمسية في أفريقيا وآسيا، أخذ الاستثمار في تكنولوجيا الطاقة الشمسية بهدف إحداث تحوّل في مجال التنمية الزراعية يتّسع بسرعة، ليوفر مصدراً فعالاً من حيث التكلفة ومستداماً للطاقة يضمن إنتاج الأغذية ويحافظ على سبل العيش (FAO/GIZ, 2018). وسيتطلب ضمان تطوير مشاريع الري باستخدام الطاقة الشمسية على نحو مستدام بيئياً، سواء داخل نطاق الشبكات القائمة أو خارجها، أطراً وسياسات تنظيمية أقوى، بالنظر إلى أن تكلفة رفع المياه حالياً هي شبه منعدمة (Closas and Rap, 2017). وفي الهند، ارتفع عدد تلك المشاريع من حوالي 18 000 مشروع فقط في الفترة 2014–2015، إلى ما يقرب من 200 000 مشروع في السنوات الأخيرة، وهو ما يمثل معدل نمو سنوي قدره 68 في المائة. وفي غوجارات، يوفر النموذج التجريبي المسمى إنتاج الطاقة الشمسية كمحصول مجز لصغار المزارعين حافزاً مجزياً (109.7 دولارات أمريكية/ميغاوات في الساعة) لبيع الطاقة الشمسية إلى الشبكة في محاولةً للحد من استخراج المياه الجوفية لأغراض الري (Shah et al., 2018). وقد أدرجت الحكومة الهندية هذا النموذج في خطتها المسماة حملة أمن وتطوير الطاقة لصالح المزارعين، التي تبلغ قيمتها 21 مليار دولار أمريكي، وتهدف إلى تأسيس مليوني مشروع من مشاريع الري القائمة على الطاقة الشمسية.

ويجري في إطار عدة مبادرات تضطلع بها الحكومات والجهات المانحة تعزيز تلك المشاريع من خلال الاستعانة بمختلف طرائق الإعانات بهدف الوصول إلى الفقراء. ومن الأمثلة على ذلك تقديم الدعم في بنغلاديش إلى 000 50 مشروع من مشاريع الري القائمة على الطاقة الشمسية بحلول عام 2025 في إطار صيغة تضم إعانات بنسبة 50 في المائة وقروضاً بنسبة 30 في المائة (Verma et al., 2018)، واتباع طرائق تمويل مكيفة بحيث تتناسب مع ملكية المرأة للأراضي بهدف دعم التآنيث المتزايد للزراعة في نيبال (Mukherji et al., 2017)، والأخذ بطرائق جماعية تعتمد على الطاقة الشمسية لدعم المزارعين من غير الملاك والمزارعين المهمشين في الهند (Sugden et al., 2015).

ولم تغب إمكانات الطاقة الشمسية عن الأذهان في أفريقيا. ففي المغرب، يجمع مصرف كريدي أغريكول بين إعانات الطاقة الشمسية والري بالتنقيط في برنامج تقل تكلفته عن 220 مليون دولار أمريكي، بهدف تعزيز الاستخدام المستدام للمياه. وقد شهد التوسع في تطبيق الحلول الموضوعة خارج الشبكات القائمة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وتيرة أبطأ مقارنة بالمناطق الأخرى، على الرغم من إمكاناتها الهائلة وتجاربها الرائدة الناجحة (FAO/GIZ, 2018; Otoo et al., 2018). ففي إثيوبيا، على سبيل المثال، يمكن لمضخات الري الكهرضوئية الشمسية أن تحول 18 في المائة من الأراضي الزراعية البعلية (Schmitter et al., 2018). وتتصل الحواجز المحددة التي تعترض التوسع في استخدام الطاقة الشمسية في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى بضعف سلاسل الإمداد، وارتفاع الضرائب على الواردات، والافتقار إلى الآليات المالية (FAO/GIZ, 2018).

درجة هذا الارتباط في مستوى إعانات الطاقة المقدمة إلى المناطق المعتمدة على المياه الجوفية ذات الإنتاجية العالية في الهند، وهو ما أدى إلى إفلاس بعض مرافق الإمداد بالطاقة (Shah, 2009). وعلى الرغم من ارتفاع تكاليف النفقات الرأسمالية للنظم الكهرضوئية الشمسية مقارنة بمثيلاتها من نظم الديزل، فإن أسعار النظم الكهرضوئية قد أخذت في الانخفاض وبدأت تظهر أدلة تنم عن الأخذ بها على نطاق واسع (Zou et al., 2013). غير أن موقع الضخ بالطاقة الشمسية قد يكون بالغ الأهمية من حيث إدارة المياه. ففي المناطق ذات المنسوب المائي الضحل (مثل منطقة شرق نهر الغانج، وأجزاء من حوض نهر السند)، قد يلزم النظر في الفائدة المشتركة المتمثلة في مراقبة الصرف/الملوحة وإمدادات مياه الري مقابل مخاطر تحريك المياه الجوفية الطبيعية، ولا سيما تحريك الزرنيخ من طبقات المياه الجوفية الملوثة. وكذلك لن يكون التبديل الشامل للمصدر الذي يوفر الطاقة لآبار المزارعين الذين يتمتعون حالياً بالطاقة الحرارية المدعومة مجدياً دائماً من الناحية التقنية أو المالية، لا سيما إذا كان تشغيل مضخات الآبار العميقة يتطلب إمدادات للطاقة ثلاثية المراحل. وإذا لم تُدَرّ هذه التكنولوجيا وتُنظّم على نحو سليم، فإنها يحتمل أيضاً أن تدعم الاستخدام غير المستدام للمياه (FAO/GIZ, 2018).

6.6 الاستنتاجات

سيكون تطبيق المعلومات المناخية على نطاقات مناسبة بطرق تروق لمختلف المجتمعات الزراعية في صدارة "الاستجابات" الزراعية لتغير المناخ. وبالتالي، ستكون تدابير التكيف والتخفيف غنية بالمعلومات لا كثيفة المعدات.

ولن يؤدي الاكتفاء بالتركيز على عنصر المياه في الزراعة بالضرورة إلى النتائج المرجوة فيما يتعلق بالإنتاجية الزراعية. فمن الضروري النظر على نطاق أوسع في مسألة المياه من حيث علاقتها بالمدخلات الأخرى، من خلال مجموعة من التدابير الذكية مناخياً. وينبغي أن تتواءم التعديلات مع حجم النظام الهيدرولوجي إذا أريد لها أن تسفر عن نتائج إيجابية على صعيد أداء النظام الزراعي (من حيث علاقته بتقلب المناخ) وأن تؤدي إلى تخفيضات صافية في انبعاثات غازات الدفيئة.

ويتبين من الإشارات المستمدة من نماذج الدوران العام أنه على الرغم من زيادة الدفعة التي يعطيها تخصيب ثاني أكسيد الكربون للغلة، فإن العديد من نظم الزراعة الإنتاجية في المناطق المعتدلة وشبه القاحلة سيكون العمل فيها في ظل هوامش زراعية مناخية من حيث الحرارة والرطوبة. وسيؤثر ذلك على المزارعين الذين قد يضطرون إلى الاستثمار في تدابير التكيف أو الخروج من مجال الزراعة وإيجاد مصادر بديلة لكسب الرزق، نتيجة لندرة المياه. وستشكل الإدارة المستدامة للمياه التدبير الرئيسي للتكيف حيثما تجعل التحولات في أنماط هطول الأمطار الموسمية وارتفاع درجات الحرارة الزراعة البعلية غير موثوقة إلى حد لا يمكن الاعتماد عليه في الوفاء بمستويات الطلب على المواد الغذائية الأساسية. ونتيجة لذلك، فمن المتوقع أن يزداد الضغط على قاعدة موارد المياه العذبة، وأن تصبح الزراعة أكثر إنتاجية فيما يتعلق بالمياه، مع إدراك المنتجين لآثار الجفاف وندرة المياه. ومن المتوقع أن يمثل اعتماد نُهوج الزراعة الحافظة للموارد على نطاق واسع في الأراضي البعلية استجابة طويلة الأجل تقلل من المدخلات، وتؤدي إلى احتجاز الكربون، وتكون مواتية للاحتفاظ برطوبة التربة والترشح، من أجل النهوض بمخزون المياه العذبة ونوعية المياه.

ومن الأساسيات اللازمة من باب الذكاء المناخي، تقديم خدمات ومعلومات الأرصاد الجوية الزراعية للمزارعين الذين لن تتوافر أمامهم بغير ذلك سبل يعتمد عليها للوصول لتلك الخدمات والمعلومات. وستحتل البرامجيات الحاسوبية مركز الصدارة في التعديلات الخاصة بإدارة مياه الزراعة على الصعيد المحلي وصعيد الأحواض: فهي أدوات للمعلومات المناخية تناسب مجموعات محددة من المنتجين. وفي كثير من الحالات، سيلزم بذل جهود للتصدي للتحيز القائم على نوع الجنس وضمان تكافؤ فرص الوصول للمزارعات. وفي الحالات التي تتكثف فيها عمليات السحب، ستكمل المحاسبة المائية التشغيلية (في الحقول) هذه الخدمات من أجل إعداد خطط سنوية للمحاصيل وإدارة تدفقات/تخزين/تخصيص المياه السطحية والجوفية. ويجب أن يؤدي اعتماد مجموعات التكنولوجيا وتقديم الدعم الإرشادي/المتعلق بمدارس تدريب المزارعين إلى تحقيق عائدات إيجابية للمزارعين، مع مراعاة التفاوت الشديد في السياق المؤسسي ومراعاة أن المستعملين قد لا يبالون بالتوجيه إذا لم تكن الفوائد واضحة أو مستدامة. ولتوسيع نطاق الزراعة الذكية مناخياً، يمكن تقديم موجز لمجموعة من الرسائل التقنية المتعلقة بسياسات المياه على الأصعدة ذات الصلة.

على الصعيدين الوطني والدولي:

- تعزيز الأدوات القائمة على المناخ الزراعي استباقاً لزيادة المخاطر المناخية (كثافة هطول الأمطار ومدتها وتواترها، فضلاً عن نطاق درجات الحرارة اليومي والرطوبة والقدرة على التبخر)؛
- تقديم حوافز مرتبطة بممارسات التكيف والتخفيف، بما في ذلك التأمين على المحاصيل فيما يتصل بالطقس؛
- تعزيز تدابير حوكمة المياه التي تتوخى التخصيص في ظل الندرة؛
- التغلب على الجمود المؤسسي/الاجتماعي فيما يتعلق بتدابير التكيف والتخفيف.

وعلى صعيد الأحواض:

- الإعلان عن وضع حسابات دقيقة للمياه الزراعية على المستوى التشغيلي في مقابل المطالبات القطاعية الأخرى وتحديد النطاق الممكن لتعديل إدارة التدفقات الأساسية في ظل تقلب المناخ بحيث يتم الحفاظ على المزايا داخل المجرى (بما يشمل مصائد الأسماك وإعادة التغذية)؛
- الانتقال من الاستخدام المنسَّق إلى الإدارة المنسَّقة للحفاظ على دور أنظمة المياه الجوفية.

وعلى صعيد النظم المعتمدة على الري:

- إقامة هياكل أساسية مقاومة لتغير المناخ ونظم ميدانية للإنتاج، بما في ذلك الإدخال التدريجي لعناصر متكررة في شبكات الري والصرف على أساس الأخذ بأسباب التحوُّط؛
- تعزيز قدرات الموظفين التنفيذيين ومجموعات المستخدمين فيما يتعلق بإدارة الري، من خلال توفير سبل الاستفادة من الخدمات المناخية وممارسات الزراعة الذكية مناخياً.

وعلى صعيد المزارعين:

- نشر مجموعات تتعلق بالزراعة الذكية مناخياً وبالري من خلال نُهُوج مدارس تدريب المزارعين الشاملة اجتماعياً للجميع؛
- إجراء تقييم دقيق لتكاليف الأيدي العاملة والميكنة، بما في ذلك تكنولوجيات الرصد والضخ/الضغط، وربطها بآليات التمويل المحددة الأجل (التي تغطي فترة محددة).

وعلى صعيد منظمات المنتجين:

- الدعوة إلى اتباع نماذج للتكثيف المستدام وخفض الانبعاثات في قطاعات محاصيل محددة.

7

الطاقة والصناعة

منظر جوي لإحدى محطات معالجة المياه.

منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (اليونيدو) | جون باين

مع مساهمات مقدمة من: كريستيان سوزان (اليونيدو)؛ وأورليث ديلارجي (مشروع الكشف عن الكربون)؛ وستيفان هولسمان وإيدلتراود غينثر (معهد جامعة الأمم المتحدة للإدارة المتكاملة لتدفقات المواد والموارد)؛ وماريو فرانكا وميروسلاف مارنس (معهد التعليم في مجال المياه)؛ ونيل دهوت (أكوافيد)

يحدد هذا الفصل المخاطر والتحديات والفرص التي ينطوي عليها التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره والقدرة على الصمود في مواجهته فيما يتعلق بالطاقة والصناعة.

7.1 السياق

يفضّل قطاعا الصناعة والطاقة العمل في جو من اليقين – وعلى الرغم من أن تغير المناخ أمر مؤكد، فإن آثاره على المياه غير مؤكدة بدرجة كبيرة. وبالنظر إلى أن الصناعة (بما في ذلك قطاع الطاقة الخاص بتبريد محطات الطاقة الحرارية والنووية) تسحب 19 في المائة من موارد المياه العذبة في العالم (AQUASTAT, n. d.)، وإلى أن التقديرات قد أشارت مؤخراً إلى أن الطاقة وحدها تستهلك حوالي 10 في المائة (IEA, 2016)، فإن الضغط الذي يسببه هذا الافتقار إلى القدرة على التنبؤ يشكل تحدياً خطيراً يتزايد مع تزايد انبعاثات غازات الدفيئة.

وعلاوة على ذلك، فمن المتوقع أن تنمو حصة قطاعي الصناعة والطاقة في الطلب العالمي على المياه (الجدول 7.1) إلى 24 في المائة بحلول عام 2050، وستكون أكبر الزيادات المطلقة في آسيا وأوروبا (لأغراض الصناعة بصفة رئيسية)، أما أمريكا الشمالية فهي المنطقة الوحيدة التي يتوقع أن تظهر انخفاضاً (Burek et al., 2016). وتشير توقعات الوكالة الدولية للطاقة، استناداً إلى السيناريو الرئيسي الذي وضعته (السياسات الجديدة)،[12] إلى أن عمليات سحب قطاع الطاقة للمياه على الصعيد العالمي ستزيد بنسبة تقل عن 2 في المائة بحلول عام 2040، وإن كان الاستهلاك سيزداد بنحو 60 في المائة (IEA, 2016). وسيسهم ذلك في زيادة الندرة في المناطق التي تعاني من الإجهاد المائي، حيث سيقل مقدار المياه التي ستعود إلى الدورة الهيدرولوجية لكي تستخدمها القطاعات الأخرى.

الجدول 7.1 الطلب الصناعي على المياه، حسب القارة، لعامي 2010 و2050 (سيناريو منتصف الطريق)

	عام 2010 كم^3/السنة	الحصة من إجمالي استخدام القارة للمياه	عام 2050 كم^3/السنة	الحصة من إجمالي استخدام القارة للمياه	معدل التغير 2050 (كم^3/السنة) كنسبة مئوية من 2010 (كم^3/السنة)
أفريقيا	18	8 في المائة	64	18 في المائة	353 في المائة
آسيا	316	10 في المائة	760	19 في المائة	240 في المائة
أمريكا الشمالية والوسطى	229	35 في المائة	182	27 في المائة	80 في المائة
أمريكا الجنوبية	31	19 في المائة	47	21 في المائة	153 في المائة
أوروبا	241	54 في المائة	325	58 في المائة	135 في المائة
أوقيانوسيا	2	5 في المائة	3	7 في المائة	144 في المائة
العالم	838	18 **في المائة**	1381	24 **في المائة**	165 **في المائة**

المصدر: مقتبس من Burek et al. (2016, table 4–10, p. 62).

وبدون تدابير التكيف والتخفيف، من المحتمل ألا تقتصر العواقب الكبيرة على البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، وإنما يحتمل أيضاً أن تشمل البلدان المرتفعة الدخل، فتغطي جميع قطاعات المجتمع، وسلاسل القيمة بكافة مراحلها.

12 "إن السيناريو الرئيسي الذي وضعناه في *توقعات الطاقة في العالم لعام* 2016، *سيناريو السياسات الجديدة*، يتضمن سياسات الطاقة القائمة، إلى جانب تقييم للنتائج التي يحتمل أن تنشأ عن تنفيذ النوايا المعلنة، ولا سيما النوايا المعلنة في إطار التعهدات المناخية التي قدمت لمؤتمر الأطراف الحادي والعشرين." (IEA, 2016, p. 31).

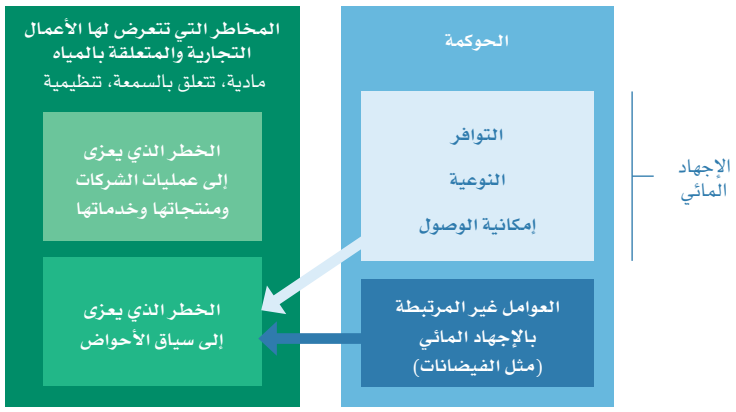
7.2 التحديات والمخاطر

وفقاً للمنتدى الاقتصادي العالمي، ما فتئت الظواهر الجوية القصوى منذ عام 2014 تشكل الخطر العالمي الأول أو الثاني من حيث احتمال الحدوث، أما أزمات المياه فظلت تحتل موقعاً ضمن المراكز الخمسة الأولى من حيث التأثير (WEF, 2019). وقد أدت الصدمات المتصلة بالمياه في الاقتصادات الناشئة إلى خسائر هائلة بالفعل في مجال التأمين، وإلى حالات انقطاع في سلاسل الإمداد وصدمات في الأسعار ترتبت عليها آثار عالمية. ويمكن أن يؤدي عدم التصدي لهذه المخاطر إلى انخفاض كبير في الاستثمار التجاري، مع ما ينجم عن ذلك من عواقب وخيمة بالنسبة للمشاريع وللتنمية (IIASA, n. d.). وستصبح تحديات المياه والمخاطر التي تهدد الأعمال التجارية واضحة بالنسبة لقطاعي الطاقة والصناعة، وستكون متشابهة عموماً بالنسبة لكليهما. وتتمثل عوامل الخطر الرئيسية الأربعة التي تواجه الشركات في مجال المياه والتي تم الإبلاغ عنها مؤخراً في ندرة المياه والفيضانات والجفاف والإجهاد المائي (CDP, 2017a).

7.2.1 التحديات المتعلقة بالمياه

الإجهاد المائي: تشكل درجة موثوقية إمدادات المياه من حيث توافرها (الكمية)، ونوعيتها من حيث تأثرها بالتلوث، وإمكانية الوصول إليها (التخصيص والمنافسة والنزاع) مفتاح استمرار سير الأعمال التجارية ونجاحها (الشكل 7.1). ومما يزيد من تعقيد هذه العوامل انعدام اليقين وغياب القدرة على التنبؤ، إلى جانب تزايد التقلب في كل من تجديد المياه السطحية وإعادة تغذية طبقة المياه الجوفية نتيجة لتغير المناخ. وتشير الصورة المبسطة إلى أن المناطق الجافة ستصبح أكثر جفافاً، ويحتمل أن تكون هذه المناطق شبه المدارية هي أشدّ المناطق إحساساً بالإجهاد المائي، الذي يتخذ شكل الجفاف المادي. وسيكون لذلك آثاره على قطاعي توليد الطاقة والصناعة، بما في ذلك سلاسل الإمداد الخاصة بهما، وذلك في ضوء استخدامهما الكثيف للمياه.

الشكل 7.1 الإجهاد المائي والمخاطر التي يتعرض لها قطاع الأعمال



المصدر: مقتبس من CEO Water Mandate (2014).

ويمكن أن يتأثر توليد الطاقة بجميع أنواع عوامل الإجهاد المائي (الجدول 7.2) (IEA, 2012). فعلى سبيل المثال، يمكن أن ينخفض مستوى الأنهار ومنسوب المياه إلى ما دون كميات الاستهلاك في المحطات الحرارية ومرافق الطاقة الكهرمائية، مما يؤدي إلى وقف العمليات. وعلاوة على ذلك، فإن زيادة درجات حرارة المياه تؤثر على التبريد، مما يقلل من الكفاءة الحرارية، فينخفض بذلك إنتاج الطاقة، بل يؤدي، إن تجاوز العتبات الحرجة، إلى وقف ذلك الإنتاج. والتعرض لهذه المخاطر قائم في الكثير من المناطق الجغرافية المختلفة وفي سياق أشكال عديدة من أشكال إنتاج الطاقة. فحتى مع توافر المياه بشكل جيد عموماً، يمكن أن تكون الاختلافات الموسمية مرهقة، والبلدان التي لديها قدرة كبيرة على توليد الطاقة الحرارية باستخدام نظم التبريد و/أو الطاقة الكهرمائية بدون إعادة تدوير هي عرضة لذلك بشكل خاص. وفيما يتعلق بتوليد الكهرباء على نطاق عالمي، ستتفاوت التغيرات في تدفقات المجاري المائية ودرجات الحرارة نتيجة لتغير المناخ: فعند إدخال عنصري الزمن والمناخ في الاعتبار، يمكن لتغير المناخ أن يؤدي إلى انخفاض في الطاقة الكهرمائية في خمسينات هذا القرن بنسبة تتراوح بين 1.2 و3.6 في المائة، ولا سيما في أستراليا وأمريكا الجنوبية، وإلى انخفاض بنسبة تتراوح بين 7 و12 في المائة في الطاقة الحرارية الكهربائية في معظم المناطق (Van Vliet et al. , 2016).

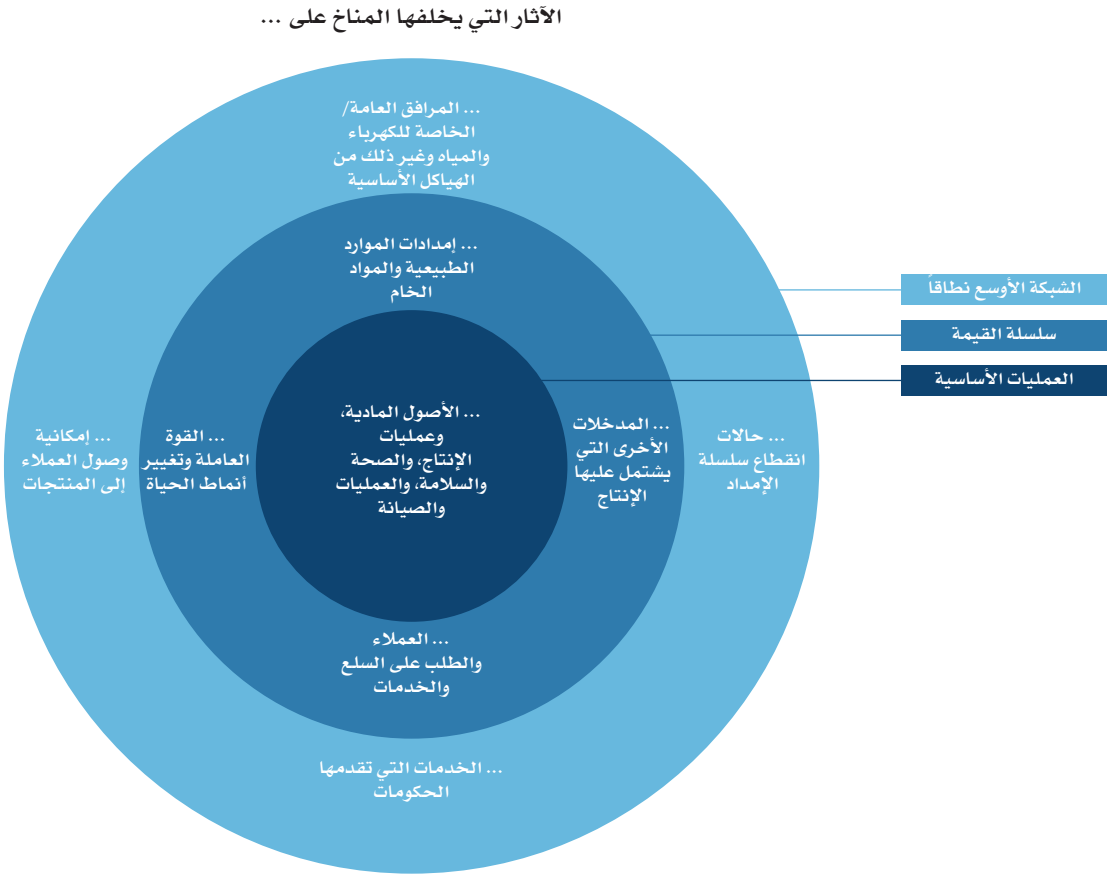
الجدول 7.2 أمثلة على الآثار التي تخلفها المياه على إنتاج الطاقة

الموقع (السنة)	توليد الطاقة
كينيا (2017)	تسبَّب الجفاف الذي بدأ عام 2017 في حالات متكررة من عجز الطاقة وارتفاع أسعار الكهرباء.
الولايات المتحدة الأمريكية (2016)	انخفضت قدرة خزان هوفر على توليد الطاقة إلى ما نسبته 30 في المائة بسبب الجفاف.
البرازيل (2016)	أثَّر الجفاف في منتجي الطاقة الكهرمائية مثل خزان إيتايبو، مما اضطر البلد للتحول إلى محطات الطاقة الكهربائية الحرارية الأكثر تكلفة.
غانا (2016)	تم تشغيل خزان أكوسومبو، وهو مصدر الطاقة الرئيسي في هذا البلد، بالحد الأدنى لطاقته بسبب الجفاف.
الهند (2013–2016)	تسببت حالات عجز المياه في إغلاق 14 منشأة من أكبر المنشآت الحرارية البالغ عددها 20 منشأة، فكبدت الشركات 1.4 بليون دولار أمريكي. وفي عام 2016، فُقد ما قيمته 14 تيراواط/الساعة من إمكانات توليد الطاقة الحرارية – أي ما يعادل الطلب السنوي على الكهرباء في سري لانكا.
الهند (2012)	أدى تأخر الرياح الموسمية إلى زيادة الطلب على الكهرباء (لضخ المياه الجوفية لأغراض الري) وخفض توليد الطاقة الكهرمائية، مما أسهم في حالات انقطاع للتيار الكهربائي استمرت يومين وأثرت فيما يزيد على 600 مليون نسمة.
رومانيا (2011)	قامت شركة هيدروإلكتريكا المنتجة للطاقة الكهرمائية والمملوكة للدولة بخفض الإنتاج بنسبة 30 في المائة بسبب نضوب الخزانات بفعل فترة جفاف مطوَّلة.
الصين (2011)	أدى الجفاف للحدّ من توليد الطاقة الكهرمائية على طول نهر يانغتسي، الأمر الذي أسهم في زيادة الطلب على الفحم (وأسعاره) وأجبر بعض المقاطعات على تطبيق تدابير صارمة لتحقيق كفاءة الطاقة وفرض حصص للكهرباء. وفي مقاطعة يونان، أدى الجفاف المفرط إلى خفض إنتاج الطاقة الكهرمائية بمقدار النصف وأجبر 1000 خزان على تعليق العمليات.
فيتنام، الفلبين (2010)	كانت ظاهرة النينيو الجوية سبباً في جفاف دام عدة أشهر، فخفض من توليد الطاقة الكهرمائية وأدى إلى حالات عجز في الكهرباء.
جنوب شرق الولايات المتحدة الأمريكية (2007)	خلال نوبة من نوبات الجفاف، قامت هيئة وادي نهر التنيسي بالحد من توليد الكهرباء حفاظاً على المياه وخفضت الإنتاج من المحطات العاملة بالوقود النووي والعاملة بالوقود الأحفوري.
وسط غرب الولايات المتحدة الأمريكية (2006)	أجبرت موجة حرارية المحطات النووية على الحد من إنتاجها بسبب ارتفاع درجة حرارة المياه في نهر المسيسبي.
فرنسا (2003)	اضطرَّت موجة ممتدة من الحرارة شركة الكهرباء Électricité de France على تقليص إنتاج الطاقة النووية بما يعادل فقدان 4–5 مفاعلات، الأمر الذي دعا إلى استيراد كهرباء تقدر قيمتها بـ300 مليون يورو.
	إنتاج الطاقة الأساسية
الصين (2008)	تم التخلي عن عشرات من مشاريع التحول من الفحم إلى السوائل، ويعزى ذلك جزئياً إلى مخاوف من أن تفرض تلك المشاريع أعباء ثقيلة على الموارد المائية الشحيحة.
أستراليا، بلغاريا، فرنسا، كندا، الولايات المتحدة	دفعت الشواغل العامة بشأن الآثار البيئية المحتملة لعمليات إنتاج الغازات غير التقليدية (بما في ذلك أثرها على المياه) إلى فرض أنظمة إضافية، وفي بعض الولايات القضائية، إلى حالات فرض وقف وقتي أو حظر للتكسير الهيدروليكي.

المصادر: استناداً إلى IEA (2012, table 17.3)، مع معلومات متاحة على سبيل المساهمة من Wang et al. (2017) و Kressig et al. (2018).

الظواهر القصوى: الفيضانات والجفاف هي آثار متصلة بالمياه تتفاقم من حيث الزمان والمكان بسبب تغير المناخ. وهي ظواهر يزداد تكرارها وكثافتها، وبالتالي يزداد الضغط الذي تخلفه على توليد الطاقة والصناعة. فعلى سبيل المثال، أثرت الفيضانات التي وقعت في عام 2011 في تايلاند على 800 مرفق يعمل فيها 450 000 عامل وأحدثت انقطاعاً في إمدادات محركات الأقراص على الصعيد العالمي (Winn, 2011). وعلاوة على ذلك، فإن الكوارث البطيئة الحدوث، مثل ارتفاع مستوى سطح البحر، سوف تؤثر على مناطق ساحلية واسعة النطاق، وهي مناطق توجد فيها عادة مرافق الطاقة والصناعة.

الشكل 7.2 فئات آثار تغير المناخ الواقعة على الأعمال التجارية



المصدر: *Freed and Sussman (2008, fig. 2, p. 13)*.

7.2.2 المخاطر المتعلقة بالأعمال التجارية

تنجم عن عواقب تغير المناخ المرتبطة بالمياه مخاطر تحدق بالأعمال التجارية وتوليد الطاقة من عدة منظورات.[13] وتُبيّن آثار تغير المناخ (التي يتصل الكثير منها بالمياه) بالنسبة لقطاع التعدين والفلزات في الشكل 7.2، حيث تظهر ثلاثة مستويات من المخاطر الآخذة في الاتساع. ويتمثل المستوى الداخلي في الآثار الأولية التي تتعرض لها العمليات الأساسية في المواقع المعنية؛ ويشمل المستوى التالي المخاطر التي تؤثر على سلسلة القيمة، مثل تلك المتعلقة بالمواد الخام؛ ويبين المستوى الخارجي الآثار المتعلقة بالأطراف الثالثة، بما يشمل إمدادات الطاقة (ICMM, 2013).

كذلك يمكن أن يكون تغير المناخ "عاملاً مضاعفاً للخطر" بالنسبة للمخاطر التي تتعرض لها الأعمال التجارية. فعلى سبيل المثال، ترتبط ندرة المياه بالطاقة والصناعة والأغذية وتؤثر عليها. وستواجه الأعمال التجارية صعوبة في معالجة جميع هذه الأوجه وإدارتها. والواقع أن معظم المخاطر التي يتعرض لها قطاعا الصناعة وتوليد الطاقة تنشأ خارج نطاق اختصاصاتهما وتتجاوز حدود سيطرتهما وتأثيرهما وحدهما (الجدول 7.3).

المخاطر التشغيلية: يمكن للإجهاد المائي أن يوقف التصنيع أو توليد الطاقة، لمجرد نقص المياه. ومن شأن هذه الآثار أن تمس أيضاً الجوانب التشغيلية، مما يؤثر على توريد المواد الخام، ويعطل سلاسل الإمداد، ويلحق الضرر بالمنشآت والمعدات، وكذلك الهياكل الأساسية. وهذا بدوره يمكن أن يعطل النقل ويؤثر على الطاقة (مثل خطوط النقل وخطوط الأنابيب) والاتصالات. ويمكن أن تتجلى النتائج من الناحية البشرية في ظروف العمل غير الآمنة، والآثار الصحية، وزيادة التغيب، وانخفاض الإنتاجية. وعلاوة على ذلك، قد يؤدي تغير المناخ بصورة كبيرة إلى تغيرات سريعة في طلب المستهلكين على أمور مثل الطاقة. ولمواجهة هذا الطلب المتزايد، سيلزم في العادة توفير المياه لأغراض توليد الطاقة.

13 المعلومات الواردة في هذا القسم الفرعي مستمدة أساساً من UNGC/UNEP/Oxfam/WRI (2011)، وSchulte (2018)، وOCCIAR (2015).

الجدول 7.3 مخاطر تغير المناخ بالنسبة لبعض قطاعات الأعمال التجارية الرئيسية

قطاع الأعمال التجارية	مخاطر توضيحية	الشواغل
الطاقة والمرافق	المخاطر المتعلقة بالسمعة؛ والمخاطر المادية الناجمة عن الظواهر الجوية القصوى؛ وإمكانية أن يتجاوز الطلب الطاقة القصوى؛ وإمكانية أن يقلل الطقس الحار من كفاءة الاستخراج.	• احتمال أن تلحق أضرار مادية بالأفراد والمعدات، واحتمال تعطيل أنشطة الإنتاج في المنشآت البحرية. • إمكانية أن تتسبب التغيرات المناخية الكبيرة (الناجمة أساساً عن درجة الحرارة، ولكن أيضاً عن أحوال الرياح والمياه) في تقلبات كبيرة في ميزان العرض والطلب على الكهرباء والغاز من سنة إلى أخرى. • إمكانية أن يؤدي نقص المياه وموجات الحر الشديد إلى الحد من إنتاج الطاقة الكهرمائية.
التصنيع والسلع الاستهلاكية	ارتفاع أسعار المواد الخام والمياه العذبة؛ وارتفاع أسعار الطاقة؛ وحدوث تغيرات غير متوقعة في تفضيلات العملاء؛ وحالات انقطاع سلاسل الإمداد.	• وقوع أثر سلبي على تكاليف التشغيل بسبب الارتفاع الكبير في أسعار الطاقة. • انخفاض توافر المواد الخام والمياه العذبة وتقلص المعروض منها وهبوط نوعيتها. • حدوث اختناقات في الإنتاج بسبب الأعطال الوظيفية في سلاسل الإمداد.
التعدين والمعادن الصناعية	المخاطر التنظيمية؛ والتعرض لنقص الطاقة والمياه بسبب كثافة الاستخدام؛ وإمكانية أن تحدث حالات طفح في خزانات التخزين محتوية على ملوثات نتيجة لهطول الأمطار والفيضانات.	• تأثر صناعة الصلب من حيث عملياتها وموقع مرافقها وتوافر موادها الخام، بسبب تزايد الضغط التنظيمي. • نشوء مخاوف بشأن أمن الطاقة حيثما تأتي الطاقة من محطات كهرمائية كبيرة عبر شركات الطاقة الوطنية، وبشأن الأمن المائي.
المأكولات والمشروبات	ندرة المياه؛ وتلف المحاصيل بسبب الظواهر الجوية القصوى؛ وزيادة التعرض لآفات وأمراض جديدة؛ ومشاكل النقل.	• ندرة المياه باعتبارها مكمن الضعف الرئيسي. • تزايد أثر تغير المناخ على المنتجات الزراعية.

المصدر: مقتبس من UNGC/UNEP/Oxfam/WRI (2011, table 1, p. 21).

المخاطر التنظيمية: من شأن عمليات التكيف مع تغير المناخ أن تشجع على إجراء تغييرات تنظيمية مقابلة تحكم استخدام المياه، وتخصيصها، والتسعير، والنفايات السائلة، وأعمال التطوير، ومخاطر الكوارث، وما إلى ذلك. ويحتمل أن يؤثر الامتثال على قطاعي الطاقة والصناعة عن طريق زيادة التكاليف التشغيلية واشتراط تقديم تقارير إضافية عن المخاطر المناخية التي تهددهما وتدابير التكيف معها. ومع ذلك، يمكن القول بأن المخاطر التنظيمية تكون أعلى عندما تكون الأنظمة الخاصة بالموارد المائية وإجراءات الرقابة عليها غير كافية، مما يحيط ظروفها بقدر من عدم اليقين.

المخاطر المتعلقة بالسمعة: إن الناس، عندما يزداد وعيهم، كمستهلكين، ولكن أيضاً كمستثمرين وأصحاب مصلحة، بتغير المناخ وكيفية تأثيره عليهم، قد ينظرون بعين أكثر نقداً إلى عمليات الشركات وسلوكها، وإلى تدابير التخفيف والتكيف المتعلقة بانبعاثات غازات الدفيئة واستخدام المياه. وقد تؤدي التصورات السلبية السائدة عن الشركات إلى مجموعة من العواقب، التي تتراوح ما بين سوء الصورة التي تنقلها الصحافة وسوء السمعة، من ناحية، والعجز عن العمل، من ناحية أخرى.

المخاطر الأخرى: تشكل أيضاً المخاطر المالية والسوقية والسياسية التي تسببها المياه جزءاً من المعادلة العامة. فعلى سبيل المثال، قد تجد الشركات من الأصعب عليها بشكل متزايد أن تحصل على التمويل إذا نقلت أعمالها إلى بلدان منخفضة الدخل معرضة للإجهاد المائي، الذي يزيد من تفاقمه تغير المناخ. وعلاوة على ذلك، فإن التغيرات الديمغرافية والحركة السكانية المتصلة بقضايا المياه يمكن أن تغير قاعدة العملاء. وقد يكون لذلك أثر إيجابي من خلال زيادة الطلب على المنتجات الأكفأ في استخدام الطاقة والمياه، ولكن قد تنخفض القدرة على الإنفاق في البلدان المنخفضة الدخل مع توجيه المزيد من الأموال إلى عملية التكيف مع الإجهاد المائي المتزايد. وقد تؤدي المعاناة من تغير المناخ وما يرتبط به من مسائل، بما في ذلك مسألة المياه، إلى عدم الاستقرار السياسي، بل وإلى النزاعات. وهذا لا يسبب مجرد غياب اليقين، وإنما يوجِد أيضاً مخاطر تهدد الأعمال التجارية، ولا سيما تلك التي تستثمر بكثافة في بلد معين.

7.3 ردود الفعل والفرص المتاحة

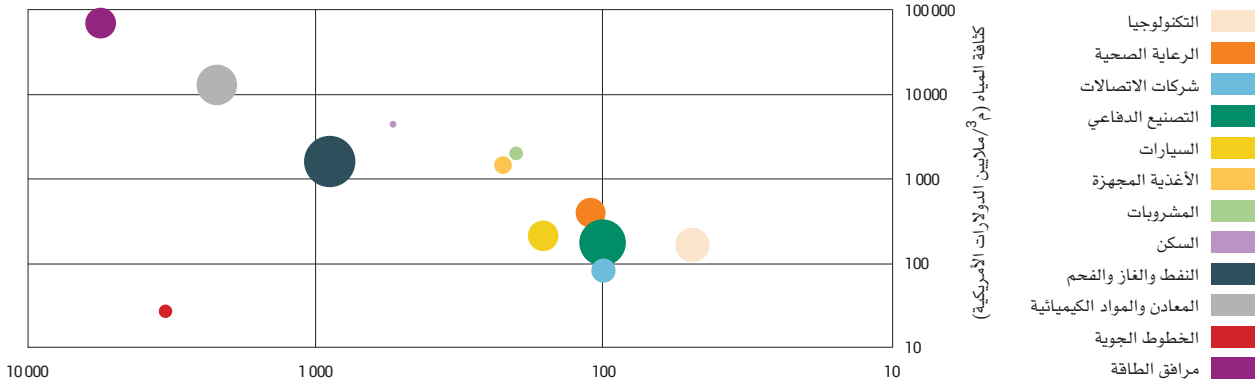
على الرغم من أن التركيز قد تزايد مؤخراً على آثار تغير المناخ في قطاعي الطاقة والصناعة، فإن هذه المسألة ما فتئت تحظى بالاعتراف منذ بعض الوقت. ويشهد على ذلك المبادرات التي اضطلعت بها فيما يتعلق بالمياه شركات كثيرة تعمل في إطار مبادرة الولاية المتعلقة بالمياه لكبار المسؤولين التنفيذيين للاتفاق العالمي للأمم

المتحدة ومشروع CDP (وهو نظام الكشف العالمي الخاص بالمستثمرين والشركات والمدن والدول والمناطق، المعروف سابقاً باسم مشروع الكشف عن الكربون)، كما تشهد عليه التقارير المبكرة الصادرة عن منظمات مثل المجلس العالمي للأعمال التجارية من أجل التنمية المستدامة (WBCSD, 2009) والاتفاق العالمي للأمم المتحدة (UNGC/Goldman Sachs, 2009). وقد أخذ القطاع الخاص "يتنبَّه" لأهمية الأمن المائي ويعترف بالآثار الكبيرة التي يمكن أن يحدثها تغير المناخ على النجاح التجاري (CDP, 2017a). ويعمل الآن عدد كبير ومتزايد من الشركات على تحقيق نتائج إيجابية، وذلك على سبيل المثال عن طريق خفض كمية المياه المستخدمة في التصنيع، الأمر الذي يقلل بدوره من الطاقة اللازمة لمعالجة المياه. وتشمل ردود الفعل على تغير المناخ بصفة عامة تدابير تنطوي على التخفيف أو التكيف، وفي بعض الأحيان مزيج من كليهما. وثمة عواقب تتعرض لها الشركات ترتبط بالعمل أو بانعدامه، على حد سواء. ويمكن حساب الأثر الصافي لهذه العواقب بصورة نقدية من خلال مقارنة تكاليف العمل (مثل حماية المباني من الفيضانات) التي يمكن تقاسمها أو نقلها (مثلاً لجهات التأمين) بتكاليف التقاعس عن العمل (مثل انقطاع الطاقة بسبب الفيضانات) (ISO, 2019).

ومن خلال مشروع الكشف عن الكربون، تقوم أكثر من 50 شركة موقعة على تحالف الأعمال التجارية من أجل المياه والمناخ[14] بتقديم تقارير عن الآثار التي تتعرَّض لها فيما يتعلق بالمياه والمناخ وعن إدارتها والتصرف بشأنها (الإطار 7.1). ويقوم سنوياً مشروع الكشف عن الكربون بوضع مؤشرات مرجعية لكل شركة من هذه الشركات لتتبع تقدمها نحو بلوغ مستقبل منخفض الكربون وآمن من حيث المياه. وعموماً، تشير البيانات إلى أن الشركات لا يمكنها اتخاذ إجراءات بشأن هذه المسائل بمعزل عن بعضها البعض.

ويمكن أن تتوقف الجهود العالمية الرامية إلى إزالة الكربون على كيفية إدارة الشركات للمياه (CDP, 2016). وفي عام 2016، أبلغ مشروع الكشف عن الكربون عن تكلفة قدرها 14 بليون دولار أمريكي أسفرت عنها آثار تغير المناخ المتصلة بالمياه، وهي تكلفة تزيد خمسة أضعاف عن العام المشمول بالتقرير السابق. وعلاوة على ذلك، قام المشروع بتحليل أنشطة خفض الانبعاثات التي كشفت عنها الشركات ووجد أن ما يقرب من ربع هذه الأنشطة (24 في المائة) يعتمد نجاحه على وجود إمدادات من المياه يُعتمد عليها. ويمكن لهذه الأنشطة، التي شملت إدخال تحسينات على كفاءة الطاقة ومشتريات الطاقة المنخفضة الكربون، أن تخفض 125 مليون طن متري من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون سنوياً – أي ما يعادل إغلاق 36 محطة من محطات توليد الطاقة بالفحم لمدة عام. وعلاوة على ذلك، أبلغ أكثر من نصف الشركات عن انخفاض انبعاثات غازات الدفيئة من خلال تحسين إدارة المياه. ويبين الشكل 7.3 العلاقة بين المياه وكثافة الطاقة بالنسبة لبعض الصناعات الرئيسية.

الشكل 7.3 المياه وكثافة الطاقة في الصناعات الرئيسية



ملاحظة: تتناسب مساحة الدائرة مع إجمالي إيرادات الصناعة المعنية.

المصدر: Metzger et al. (2016, fig. 2, p. 4).

14 اشترك في إنشاء تحالف الأعمال التجارية من أجل المياه والمناخ، في كانون الأول/ديسمبر 2015، مشروع الكشف عن الكربون ومبادرة الولاية المتعلقة بالمياه لكبار المسؤولين التنفيذيين للاتفاق العالمي للأمم المتحدة ومؤسسة سويز والمجلس العالمي للأعمال التجارية من أجل التنمية المستدامة، ووفق عليه بعد ذلك في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. وفي كل عام، يتتبع التحالف التقدم الذي تحرزه الشركات الموقعة نحو الوفاء بالالتزامات ويبلغ عنه في مؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. وسيُحل هذا التحالف في نهاية عام 2020.

الإطار 7.1 الشركات وتغير المناخ

تبلغ الشركات عن مخاطر تجارية كبيرة ناجمة عن قضايا المياه والمناخ.

- فشركة كولغيت بالموليف تفيد بأن ظاهرة النينيو تسببت في عام 2016 في جفاف شديد في جنوب شرق آسيا، مما أثر على غلة ثمار النخيل وخفض إنتاج زيت النخيل بنسبة 27 في المائة في النصف الأول من العام مقارنة بنفس الفترة من العام السابق. وقد أثرت هذه التغييرات على سلسلة الإمداد الخاصة بشركة كولغيت، وتقوم الشركة الآن بتقييم الآثار المستقبلية لندرة المياه على السلع الأساسية الرئيسية.
- ويؤثر تغير المناخ على الطلب على الكهرباء والمعروض منها. فشركة إنجي الفرنسية لإمدادات الطاقة تفيد بأن ارتفاع درجات الحرارة في بعض المناطق يمكن أن يقلل من الاحتياجات من الطاقة لتدفئة المنازل والمباني، فيقلل بالتالي الطلب على خدمات الشركة. وعلى جانب العرض، تتسم المياه بأهمية بالغة بالنسبة لعمليات الطاقة الكهرمائية التي تقوم بها شركة إنجي، وستؤثر التغيرات الكبيرة في التهطال، مثل حالات الجفاف، تأثيراً كبيراً على إنتاج الشركة من الكهرباء.
- وتعمل شركات أخرى على الحد من اعتمادها على الموارد المائية اعترافاً منها بالتغير الذي أخذ يطرأ على المناخ. فقد حددت شركة فورد للسيارات هدفاً يتمثل في خفض استخدام المياه لكل مركبة تنتجها بنسبة 30 في المائة بحلول عام 2020، مقارنة بالكم المستخدم في سنة الأساس، وهي عام 2015، وقدره 3.9 م^3 للمركبة الواحدة. وتحرز الشركة تقدماً نحو تحقيق هذا الهدف، وقد ضمنت لنفسها موقعاً على قائمة مشروع الكشف عن الكربون الخاصة بأصحاب الأداء الممتاز في مجال المياه (القائمة A) في عام 2018.

المصدر: مساهمة من مشروع الكشف عن الكربون.

7.3.1 التخفيف من غازات الدفيئة، واستخدام الطاقة والمياه

تمثل الطاقة بؤرة المبادرات الرامية إلى التصدي لتغير المناخ، ذلك أن زهاء ثلثي غازات الدفيئة البشرية المنشأ في العالم تتولد من عمليات إنتاج الطاقة واستخدامها

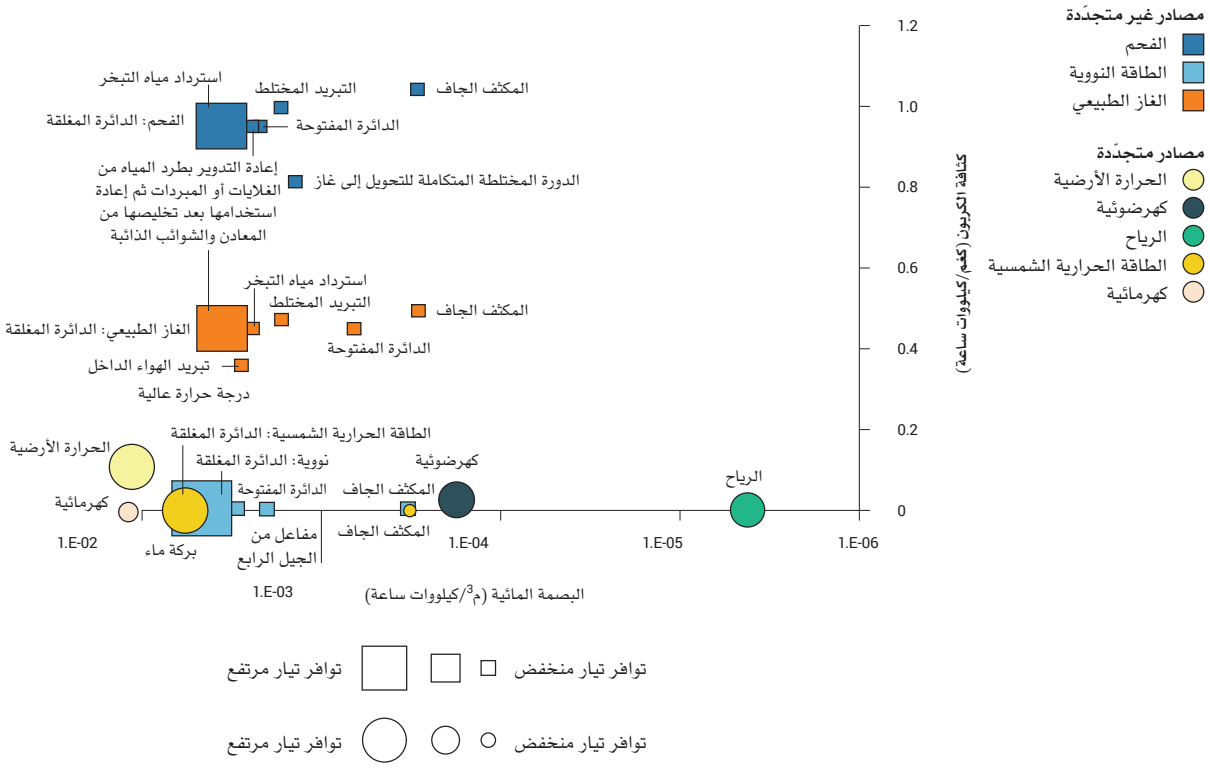
تمثل الطاقة بؤرة المبادرات الرامية إلى التصدي لتغير المناخ، ذلك أن زهاء ثلثي غازات الدفيئة البشرية المنشأ في العالم تتولد من عمليات إنتاج الطاقة واستخدامها (IEA, 2015)، وأن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتولدة من الطاقة قد ارتفعت بنسبة 1.6 في المائة في عام 2017 (IEA, 2018). وأن أكثر من 90 في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتولدة من الطاقة يأتي من الوقود الأحفوري (IEA, 2015). ومنذ عام 1988، كانت 100 شركة فقط من القطاع الخاص والمؤسسات المملوكة للدولة مسؤولة عن 71 في المائة من غازات الدفيئة الصناعية العالمية[15] التي تنتجها شركات الوقود الأحفوري (CDP, 2017b). وتُستخدم أنواع الوقود الأحفوري في المقام الأول في محطات توليد الطاقة الحرارية التي تعمل بالفحم والنفط والغاز الطبيعي، التي تستخدم كمّاً كبيراً من مياه التبريد، وفي عام 2014، استعملت 58 في المائة من إجمالي سحب المياه لأغراض الطاقة على الصعيد العالمي (IEA, 2016). وهذا هو جوهر العلاقة بين المياه والطاقة التي تجري مناقشتها بمزيد من التفصيل ضمن سياق أوسع في الفصل 9.

وهناك عدد من الفرص التي تتيح التخفيف من غازات الدفيئة وتقليل استخدام المياه في آن معاً. ويمثل خفض الطلب على الطاقة وزيادة كفاءة الطاقة نقطتي البداية – ومع ذلك، فمن المتوقع أن يزداد الطلب العالمي على الطاقة بأكثر من 25 في المائة في إطار سيناريو السياسات الجديدة الخاص بالوكالة الدولية للطاقة. ومع ذلك، فإن الطلب كان سيقارب الضعف لو لم تكن قد أجريت تحسينات في كفاءة الطاقة (IEA, 2018).

ويتمثل أقوى الاتجاهات الواعدة في زيادة استخدام تكنولوجيا توليد الطاقة المتجددة المنخفضة الانبعاثات الكربونية التي لا تتطلب قدراً كبيراً من المياه، من قبيل الطاقة الشمسية الكهرضوئية والرياح (الشكل 7.4). وتشير التقديرات إلى أن مصادر الطاقة المتجددة هذه يمكن أن تكون مسؤولة في عام 2030 عن تخفيض سحب المياه بنسبة 50 في المائة في المملكة المتحدة، وأكثر من 25 في المائة في الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا وأستراليا، وأكثر من 10 في المائة في الهند (IRENA, 2015). وفي الاتحاد الأوروبي، تشير التقديرات إلى أن استخدام طاقة الرياح في عام 2012 أدى إلى توفير كمية من المياه مساوية للكمية التي يستخدمها سنوياً سبعة ملايين شخص في إطار الأسر المعيشية المتوسطة، وبحلول عام 2030 – مع زيادة تعميم تلك الطاقة لتحل محل بعض أنواع الوقود الأحفوري وقدر من الطاقة النووية التي يتم توليدها – سيزداد حجم التوفير في كمية المياه إلى ما بين ثلاثة وأربعة أضعاف تقريباً (EWEA, 2014). وتعطي هذه الأرقام فكرة عن حجم وفورات المياه التي يمكن تحقيقها باستخدام الطاقة المتجددة في مناطق الندرة في البلدان المنخفضة الدخل أيضاً.

15 ويشمل ذلك عموماً إنتاج الوقود الأحفوري واحتراقه في المراحل النهائية في جميع القطاعات، باستثناء قطاع الزراعة في معظمه.

الشكل 7.4 لمحة إرشادية عن البصمة المائية وكثافة الكربون في إنتاج الطاقة، حسب المصدر



المصدر: مقتبس من البنك الدولي World Bank (2016a, fig. 3.1, p. 30). © World Bank, openknowledge.worldbank.org/handle/10986/23665، بموجب الترخيص CC BY 3.0 IGO.

وتشكل مصادر الطاقة المتجددة أساساً استجابة لمبادرات الطاقة النظيفة/الكربون المنخفض الرامية إلى خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وفي هذا الصدد، لا يؤدي دائماً استخدام مصادر الطاقة المتجددة إلى التقليل من استخدام المياه (IEA, 2016). فالمصادر التي تستخدم الحرارة، مثل تركيز الطاقة الشمسية والحرارة الجوفية، كثيراً ما تتطلب مياهاً للتبريد، مما يزيد من الاستهلاك. وبالإضافة إلى ذلك، فإن عملية احتجاز الكربون وتخزينه، وهي تكنولوجيا تطيل حياة محطات الوقود الأحفوري، يمكن أن تزيد الاحتياجات من المياه إلى الضعف تقريباً (IEA, 2016). وبالمثل، فإن الزيادات في إنتاج الطاقة النووية، وهي طاقة قد يُختلَف على القول بأنها طاقة متجددة، وإن كان البعض ينظر إليها على أنها طاقة نظيفة ومستدامة، سوف تسهم في زيادة استخدام المياه.

من الضروري في التقييم الشامل للطاقة الكهرمائية كمصدر نظيف وصديق للبيئة أن تُراعى انبعاثات غازات الدفيئة من الخزانات

وتتطلب الطاقة الكهرمائية، التي توفر 16 في المائة من الكهرباء في العالم (IEA, 2016) و70 في المائة من الطاقة المتجددة (IEA, 2017a)، إمدادات كبيرة من المياه. بيد أنها تختلف عن مياه التبريد بمعنى أن المياه، بعد مرورها على التوربينات، تظل متاحة لأغراض أخرى في عمليات فرعية تالية (مثلاً في الري أو في محطات الطاقة الكهرمائية الأخرى). ويمكن تخفيض صافي استخدام الطاقة الكهرمائية من المياه إذا كان نظام التخزين المعني متعدد الأغراض. وعلاوة على ذلك، فإن الطاقة الكهرمائية تؤدي دوراً في تكامل مصادر الطاقة المتجددة الأخرى (المتقطعة) مثل الرياح (Hülsmann et al., 2015). ومن الضروري في التقييم الشامل للطاقة الكهرمائية كمصدر نظيف وصديق للبيئة أن تُراعى انبعاثات غازات الدفيئة من الخزانات، وهي مهمة ليست سهلة (World Bank, 2017b). وتشكل نوعية المياه مسألة إضافية: ولهذه المسألة صلة بانبعاثات غازات الدفيئة، حيث تَبين أن تلك الانبعاثات مرتبطة بفرط المغذيات، وتشير التقديرات إلى أن الميثان يشكل 80 في المائة من انبعاثات غازات الدفيئة الصادرة من خزانات السدود (Deemer et al., 2016). وعلاوة على ذلك، فإن تركيزات زئبق الميثيل تزداد بسرعة في مياه الخزانات بعد الحجز وتستمر لفترة طويلة، مما يؤثر على الأسماك والسكان الذين يستهلكونها (Calder et al., 2016).

ومن الأهمية بمكان الإبقاء على مستويات كافية من المياه في الخزانات تحقيقاً لأقصى قدر من الكفاءة في الطاقة الكهرمائية، كما يتضح من مثال سد هوفر في الولايات المتحدة الأمريكية، الذي انخفضت طاقته بنسبة تزيد على 20 في المائة مع انخفاض مستويات الخزانات بما قدره 40 متراً بين عامي 1999 و2014 بسبب الجفاف الطويل الأمد (Capehart, 2015). وعلاوة على ذلك، فإن استهلاك المياه عن طريق التبخر من مناطق المياه السطحية في الخزانات الكبيرة يمكن أن يكون كبيراً في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، وإن كان من الصعب تقديره. فعلى سبيل المثال، يشمل متوسط الميزانية السنوية لمياه بحيرة تاهو (الولايات المتحدة الأمريكية) نسبة 60 في المائة للتبخر

(Friedrich et al., 2018). وفي المناطق التي تندر فيها المياه وتتقلب أحوالها أو يُتوقع ذلك بسبب تغير المناخ، يقتضي البت في مسألة الطاقة الكهرمائية الموازنة بين ضرورة تخزين كميات كبيرة من المياه والاحتياجات المائية لمن يعيشون ويعملون في أسفل المجرى. وعلى الجانب الإيجابي، فإن المرونة التي تتسم بها الخزانات في توليد الطاقة تتيح دمج إمدادات الكهرباء المتغيرة التي تولدها طاقة الرياح والطاقة الشمسية في الشبكة على نحو أفضل (IEA, 2016). وبوجه عام، فإن الاستدامة العامة للمشاريع الفردية تحتاج إلى تقييم، مع مراعاة النقاط المذكورة أعلاه، وإن كانت الطاقة الكهرمائية ستظل تؤدي دوراً في التخفيف من وطأة تغير المناخ وتكيّف قطاع الطاقة معه. وبالإضافة إلى ذلك، يجب، تجنباً لتكرار المشاكل المعروفة، أن يُنظر بعين الاعتبار لقضايا إيكولوجية واجتماعية من قبيل إزالة الغابات، وفقدان التنوع البيولوجي، والتغيرات في إيكولوجيا وهيدرولوجيا الأنهار، واعتراض عملية انتقال الرواسب، وتشريد الناس، والآثار التي تقع على سبل كسب العيش (Moran et al., 2018).

وسيكون لزيادة حصة مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة النهائي أثرٍ مباشر على خفض انبعاثات غازات الدفيئة، غير أن الأثر المتعلق بالحد من استخدام المياه قد لا يكون واضحاً بشدة. فالوقود الأحيائي، رغم ما يوفره من إمكانات، يؤكد المعضلة التي تنطوي عليها الطاقة المتجددة، المتمثلة في الحد من غازات الدفيئة ومن استخدام المياه على حد سواء (انظر الفصل 9). والاستثناءان الملحوظان في هذا السياق هما طاقة الرياح والطاقة الشمسية الكهرضوئية، اللتين لهما أيضاً ميزة إضافية تتمثل في تنامي قدرتهما على منافسة توليد الطاقة باستخدام الوقود الأحفوري. ومن منظور آخر، فإنه على الرغم من أن كمية المياه المسحوبة على الصعيد العالمي من أجل الطاقة، ونسبتها 10 في المائة، قد تبدو صغيرة مقارنة بالزراعة، فإن هذه الكمية لا تزال كبيرة. ويمكن في حال توفير 1 في المائة سنوياً، من خلال تحسين استخدام الطاقة أو النهوض بكفاءة ذلك الاستخدام، تزويد 219 مليون شخص بالمياه على أساس 50 لتراً في اليوم، حسب الموقع وغيره من العوامل. ويتيح ذلك لقطاع الطاقة فرصة هامة لمكافحة ندرة المياه مع التخفيف من آثار تغير المناخ في الوقت ذاته (United Nations, 2018a).

7.3.2 صناعة إزالة الكربون

للصناعة دور هام في التخفيف من آثار تغير المناخ وتحقيق الأهداف المتوخاة في اتفاق باريس

للصناعة دور هام في التخفيف من آثار تغير المناخ وتحقيق الأهداف المتوخاة في اتفاق باريس. ومن شأن جهود التخفيف هذه أن تسهم أيضاً في الحد من آثار تغير المناخ المتصلة بالمياه على الأجل الطويل. وفي حين أن الصناعة يعزى إليها حوالي 25 في المائة من الناتج المحلي الإجمالي وفرص العمل في العالم، فقد كانت أيضاً مسؤولة (في عام 2014) عن حوالي 28 في المائة من انبعاثات غازات الدفيئة العالمية (التي كان ثاني أكسيد الكربون يمثل أكثر من 90 في المائة منها)، وقد زادت الانبعاثات الصناعية بين عامي 1990 و2014 بنسبة 69 في المائة.[16] وكانت صناعة الأمونيا والأسمنت والإيثيلين وصناعة الصلب مصدراً لما يقرب من نصف انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الصناعة (McKinsey & Company, 2018).

وتكمن التحديات التي تواجه إزالة الكربون في هذه الصناعات الأربع في جهود الخفض. فالمواد الأوليَّة تنتج حوالي 45 في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ولا يمكن خفض ذلك إلا عن طريق تغيير العمليات، وليس عن طريق استبدال الوقود. كذلك تتطلب هذه الصناعات درجات حرارة عالية تنتج عن حرق الوقود الأحفوري (35 في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون). وتوجد فرص لخفض الانبعاثات إلى ما يقرب من الصفر، ومن أهم تلك الفرص توافر كهرباء منخفضة التكلفة خالية من الكربون[17] للأفران الكهربائية العالية الحرارة. وتشير التقديرات إلى أنه سيلزم لإزالة الكربون بالكامل من هذه الصناعات الأربع طاقة نظيفة صفرية الكربون يتراوح حجمها بين أربعة وتسعة أضعاف الطاقة المولدة تقليدياً التي تستخدمها تلك الصناعات. وسيتطلب ذلك إجراء تغييرات كبيرة في إمدادات الطاقة. فعلى سبيل المثال، من المرجح أن تشكل الطاقة النووية والطاقة الكهرمائية في الوقت الحاضر المصادر الرئيسية للطاقة التي يمكن أن تلبي الزيادة في الطلب. وفي ظل الأسعار الحالية للسلع الأساسية، يشكل احتجاز الكربون وتخزينه أرخص خيار لإزالة الكربون، لا سيما بالنسبة لصناعة الأسمنت (McKinsey & Company, 2018).

وثمة مقايضة بين هذا التخفيف من غازات الدفيئة في قطاع الصناعة واستخدام المياه، تبعاً لمزيج الطاقة المتجددة الصفرية الكربون. فاستخدام المياه سيزداد مع استخدام الطاقة النووية والطاقة الكهرمائية، بل إن احتجاز الكربون وتخزينه تصاحبه زيادة في استخدام المياه.

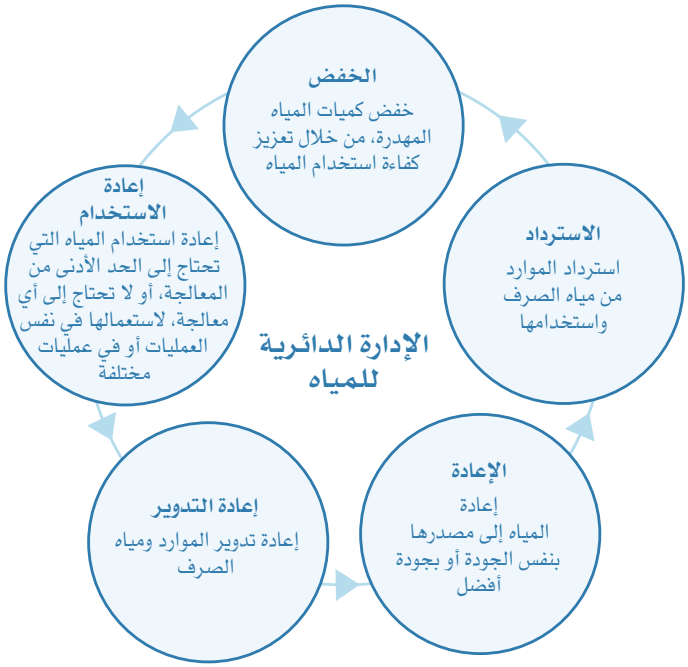
ويشير تقرير صدر مؤخراً (UNIDO, 2017a) إلى إمكانية الإسراع باستخدام الطاقة النظيفة في الصناعة التحويلية مع ظهور الثورة الصناعية الرابعة،[18] وبالتالي المساهمة في مواجهة التحديات العالمية – مثل التخفيف من آثار تغير

16 تفيد وكالة الطاقة الدولية بأن نسبة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الصادرة عن قطاع الصناعة في العالم من شأنها أن ترتفع في عام 2016 من 19 في المائة إلى 36 في المائة إذا ما حسبت على ذلك القطاع انبعاثات الكهرباء التي يستخدمها (IEA, 2017b).

17 الكهرباء المنتجة من مصادر الطاقة المتجددة (الخالية من الكربون) بتكلفة تنافسية مقارنة بمصادر الوقود الأحفوري (الكربون).

18 الثورة الصناعية الرابعة هي الجيل التالي (أي الرابع) من الثورة الصناعية، وهي تربط الإنتاج الصناعي المادي مع تكنولوجيا المعلومات الرقمية في إطار نظم سيبرانية – مادية. ويُشار إليها أيضاً باسم شبكة إنترنت الأشياء الصناعية (شبكة الإنترنت الصناعية) أو التصنيع المتقدم أو التصنيع الرقمي (UNIDO, 2017a).

الشكل 7.5 الإدارة الدائرية للمياه



المصدر: WBCSD (2017, fig. 7, p. 14).

المناخ – من خلال الطاقة المتجددة، وخفض انبعاثات الكربون، والاستفادة المثلى من استخدام الطاقة. وتتوافر الفرص لتشجيع الطاقة المتجددة والتغلب على تقطع إمداداتها إذا ما تم التوفيق بين الإنتاج وتوليد أقصى الكميات من تلك الطاقة. ومن ثم، يمكن تحقيق التكامل بين قطاعي الصناعة والطاقة فيما يتعلق بتوازن حمولة الشبكات بما يعود عليهما بالمنفعة المتبادلة، مما يؤدي إلى إيجاد شبكات ذكية تستخدم المعلومات والاتصالات لإدارة العرض والطلب من مجموعة متنوعة من المولدات الكهربائية لصالح الكثير من المستعملين. ومن شأن ذلك أن يسمح للطاقة الشمسية والرياح بأن تكون جزءاً من شبكات أكبر. وقد تكون الخطوة التالية هي محطات الطاقة الافتراضية، التي هي خليط من مصادر طاقة مختلفة في ظل وجود مركز تحكم يعتمد على الحوسبة السحابية.

7.3.3 التكيف والإدارة الدائرية للمياه

فيما يتعلق بالمياه، تطرح إجراءات التكيف مع تغير المناخ على الصناعة معضلتين متناقضتين – الإجهاد المائي الذي عادة ما يعني شح المياه، وكوارث المياه التي تحدث أضراراً بسبب كميات المياه المفرطة. ويشتمل الفصل 4 على مناقشة لمسألة الكوارث، ولا سيما الفيضانات، وعمليات "التحصين من المخاطر المناخية" اللازمة لجميع القطاعات على الصعيد الإقليمي. وفيما يتعلق بالإجهاد المائي، يمكن للصناعة أن تسهم إسهاماً خاصاً ومهماً في الحد من استخدام المياه وزيادة كفاءتها. وتشير البيانات إلى توافر الفرص أمام الصناعة لخفض استهلاك المياه بشكل عام بنسبة تصل إلى 50 في المائة (Andrews et al., 2011، بالصيغة الواردة في WBCSD, 2017).

واستعداداً لمخاطر ندرة المياه المحتملة، قد تعتمد الشركات نهجاً دائرياً في إدارة المياه، حيث يتغير استخدام المياه من عملية خطية تتزايد فيها درجة التلوث (وتتحول المياه إلى مياه صرف) إلى عملية دائرية يعاد فيها توزيع المياه وردّها مرة أخرى للاستمرار في استخدامها (Stuchtey, 2015). وعلى مستوى المحطات، تتمثل الإدارة الدائرية للمياه في النهج القائم على خمسة عناصر، هي: الخفض، وإعادة الاستخدام، وإعادة التدوير، والإعادة، والاسترداد (WBCSD, 2017) (الشكل 7.5). ويجري التشديد على أول ثلاثة من تلك العناصر، لأنها يمكن أن تخفض التكاليف (الإطار 7.2). وقد أشار المجلس العالمي للأعمال التجارية من أجل التنمية المستدامة على وجه الخصوص إلى فوائد مياه الصرف المعالجة، كما أشير إليها في خطة عمل الاتحاد الأوروبي لإعادة استخدام المياه، التي تغطي قطاع الصناعة (EC, n.d). وثمة إمكانية كبيرة لإجراء تحسينات في هذا الصدد – ففي عام 2010، تحول ما نسبته 16 في المائة من المياه العذبة المسحوبة على الصعيد العالمي إلى مياه صرف صناعي، ولا تعَالج من هذه المياه في العديد من البلدان سوى نسبة منخفضة (WWAP, 2017).

ويسهم استخدام (أو إعادة استخدام) الطاقة الموجودة في المياه المتدفقة، التي كثيراً ما تتبدد لأسباب تشغيلية، في "تدوير" دورة الطاقة. وتشمل إزالة الكربون من مصادر الطاقة استخراج هذه الطاقة المفقودة، التي تختفي في الكثير من الهياكل الأساسية القائمة التي تستخدم أساساً لأغراض الأخرى (الزراعة، وإمدادات المياه، ومياه

الإطار 7.2 أمثلة على الإدارة الدائرية للمياه في المجال الصناعي

إعادة التدوير: إن مجمع اللؤلؤة لتحويل الغاز إلى سوائل في رأس لفان، قطر، هو أكبر مصنع من نوعه في العالم، حيث ينتج 140 000 برميل في اليوم من مكافئ النفط. وقد اتخذت شركة شل والمؤسسة الشريكة لها، قطر للبترول، قراراً بعدم تصريف أي نفايات سائلة وإعادة تدوير 100 في المائة من المياه في إطار نظام تحكم مغلق. وإلى جانب توفير المياه، تشمل الفوائد الناجمة الامتثال الصارم للأنظمة القائمة، وتقليص البصمة البيئية، وزيادة القبول من جانب المجتمع المحلي (Oxford Business Group, 2014).

إعادة الاستخدام: ينتج منجم سبرينغفيل في ليثغو، في نيو ساوث ويلز، بأستراليا، الفحم الذي تستخدمه محطة طاقة ماونت بايبر القريبة، التي توفر نحو 15 في المائة من الطاقة في نيو ساوث ويلز. وتجري معالجة مياه المنجم وتسليمها عبر خط أنابيب طوله 16 كم إلى محطة توليد الكهرباء لإعادة استخدامها كمياه تبريد. ويكفل ذلك الامتثال البيئي والتشغيلي فيما يتعلق بتدفقات المياه إلى الخارج، والأهم من ذلك أنه يمكّن من مواصلة تشغيل كل من المنجم ومحطة توليد الكهرباء (New South Wales Government Department of Planning and Environment, 2017).

مياه الصرف المعالَجة: تخطط شركة تانغشان للحديد والصلب في الصين لبناء مصنع جديد للفحم (بطاقة 1.5 مليون طن سنوياً) ومصنع لتسييل الغاز. وبالنظر إلى وجود الشركة في بيئة تشح فيها كميات المياه الداخلة والخارجة، فإن لديها، دعماً لإنتاجها، مرافق لمعالجة المياه تسمح بإعادة استخدام 60 في المائة من المياه المستخدمة لأغراض الصناعة. وبالإضافة إلى ذلك، فإنها تمتثل للأنظمة الصارمة القائمة، وتوفر التكاليف من خلال خفض استهلاكها من المياه العذبة (Veolia, 2014).

مساهمة من AquaFed.

الصرف، والصناعة، وما إلى ذلك). ويمثل وضع استراتيجيات بديلة وحلول تقنية حلاً إضافياً منخفض الأثر ومربحاً لتوليد الطاقة. فعلى سبيل المثال، هناك إمكانات كبيرة لاستخدام الطاقة الكهرمائية في نظم الري القائمة (Marence et al., 2018) وفي الولايات المتحدة الأمريكية يمكن لأكثر من 80 000 خزان غير مزود بالطاقة أن يوفر طاقة إضافية قدرها 12 غيغاواط (Hadjerioua et al., 2012).

7.3.4 المجمعات الصناعية الإيكولوجية واقتصاد التدوير

ورد في الطبعات السابقة من *التقرير العالمي عن تنمية الموارد المائية* موجز لفوائد إعادة استخدام المياه والتكافل الصناعي في المجمعات الصناعية (WWAP, 2017)، والإدارة الفعالة للمياه والنفايات السائلة في المجمعات الصناعية المراعية للبيئة (WWAP, 2015). وعلاوة على ذلك، يشير المجلس العالمي للأعمال التجارية من أجل التنمية المستدامة إلى أن نهج العناصر الخمسة يشجع التعاون عبر القطاعات، وأن استعادة الموارد من مياه الصرف هي جزء من تفكير اقتصاد التدوير (WBCSD, 2017). ويهتم اقتصاد التدوير[19] بتجنب إنتاج النفايات، بما في ذلك مياه الصرف، أو التقليل منه إلى أدنى حد.

وفي إطار مفهومي اقتصاد التدوير والاقتصاد الأخضر، تؤدي التنمية الصناعية الشاملة والمستدامة دوراً كبيراً، تعززه تدابير كفاءة استخدام الطاقة والمياه في إطار برامج مثل مبادرة الصناعة الخضراء (UNIDO, n.d.b) واستراتيجيتها المتعلقة بإنتاج أكثر كفاءة ونظافة من حيث استخدام الموارد. وتغطي المجمعات الصناعية المراعية للبيئة (الإطار 7.3) العديد من الجهود السالفة الذكر في إطار اقتصاد تدوير محلي. وهناك أوجه للتآزر بين الاقتصاد الأخضر والتكيف مع تغير المناخ (UNGC/UNEP/Oxfam/WRI, 2011).

7.3.5 إجراءات التكيف على الصعيد المؤسسي

فيما يتعلق بتغير المناخ، تشكل المخاطر المرتبطة بالإجهاد المائي التي تتعرض لها الأعمال التجارية أحد المحركات الرئيسية لإعادة استخدام المياه وتعزيز كفاءة ذلك الاستخدام (WBCSD, 2017). وتبعاً لمستوى المعالجة المطلوبة، فإن التكنولوجيات معروفة جيداً وتستند إلى صور مختلفة لعمليات مثل الفصل بين الأطوار، والترسيب، والتعويم، والمعالجة البيولوجية، والترشيح والفصل، والحلول المستمدة من الطبيعة مثل إقامة أراض رطبة. وهناك، بالإضافة إلى ذلك، الكثير من التكنولوجيات الجديدة والناشئة. ويمكن للمنشآت أن تقوم، بالتزامن مع استخدام التكنولوجيا، بالنظر في العمليات اليومية من قبيل استخدام مياه الغسيل، وتحسين رصد حالات التسرب والكشف عنها. وعلى

19 يهدف اقتصاد التدوير إلى تغيير النظام الخطي القائم الممتد من المواد الخام إلى التصنيع إلى النفايات، إلى نظام *"يتم فيه إعادة استخدام كل شيء وإعادة تصنيعه، وإعادة تدويره ليتحول مرة أخرى إلى مادة خام، تستخدم كمصدر للطاقة، أو يتم التخلص منها، كخيار أخير."* (UNIDO, n.d.a, p. 3).

الإطار 7.3 المجمعات الصناعية المراعية للبيئة

أخذ مفهوم المجمع الصناعي المراعي للبيئة يكتسب زخماً كشكل من أشكال التعاون بين الصناعات القائمة على ملكية مشتركة من أجل تحقيق تنمية صناعية شاملة ومستدامة تتجاوز الترتيبات التقليدية (UNIDO, 2017b). وتتعامل المجمعات الصناعية المراعية للبيئة مع الركائز البيئية والاجتماعية والاقتصادية للتنمية المستدامة، التي تؤدي المياه دوراً هاماً فيها. وقد وُضع مؤخراً إطار حديث لتلك المجمعات تحدد فيه متطلبات الأداء (UNIDO/World Bank Group/GIZ, 2017). ويشكل التكيف مع مخاطر تغير المناخ أحد المواضيع البيئية الرئيسية. وتشكل معايير الأداء الخاصة باستهلاك المياه وكفاءة استخدامها ومعالجتها، التي تقتضي التدوير، جزءاً من هذا الاتجاه. فأهداف معالجة مياه الصرف، على سبيل المثال، هي معالجة ما نسبته 95 في المائة، مع إعادة استخدام 50 في المائة على نحو مسؤول داخل المجمعات أو خارجها. وأفادت منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (اليونيدو) بأنه قد تم توفير ما يقرب من مليوني متر مكعب من المياه سنوياً، بين عامي 2012 و2018، نتيجة للمشاريع الرائدة التي يجري الاضطلاع بها فيما يخص المجمعات الصناعية المراعية للبيئة في الاقتصادات النامية والناشئة (UNIDO, 2019).

نطاق موسع، قد تقوم شركة من الشركات بتقييم بصمتها المائية وتدرج فيها البصمة المائية لمورديها، الأمر الذي قد تكون له آثار طويلة الأجل إذا كانوا من كبار مستخدمي المياه.

ولا تشكل التكنولوجيا عائقاً كبيراً أمام الإدارة الدائرية للمياه، على عكس التنظيم والموارد المالية والوعي والحوار (WBCSD, 2017). وتحتاج الأنظمة إلى مراجعة من أجل السماح باستخدام مياه الصرف وبناء ثقة الجمهور. وتعكس الموارد المالية التكلفة والعائد على الاستثمار – فانخفاض تكلفة المياه وارتفاع تكلفة الهياكل الأساسية كثيراً ما يتعارضان مع الإدارة الدائرية للمياه – ولا بد من أن تُفهم اقتصاديات التكلفة الحقيقية للمياه وقيمتها فهماً أفضل. وينبغي أن يكون الوعي بمسألة إعادة استخدام المياه متوافراً لدى جميع الأطراف، من أصحاب الأعمال التجارية إلى صانعي القرار وغيرهم من أصحاب المصلحة. وللمعلومات والبيانات أيضاً أهمية في هذا الصدد. ويعزز الحوار الوعي، ويعوق غياب ذلك الحوار العمل التعاوني عندما يتعلق الأمر بعدد من أصحاب المصلحة.

ويمكن أن تكون هناك أهمية كبيرة لوجهات نظر المرأة في الإجراءات التي تتخذها أوساط الأعمال التجارية والصناعة للتصدي لتغير المناخ، وكذلك لتأثير المرأة على تلك الإجراءات بمختلف الأشكال. وقد لوحظ أن المرأة لديها نهج أكثر شمولاً للتخفيف من آثار تغير المناخ وأنها تدعم اتخاذ إجراءات أوسع نطاقاً إزاءه. فهيمنة الرجال في مجالات الطاقة والنقل والصناعة تؤدي إلى التركيز على الجانب التكنولوجي أكثر من الجانب السلوكي (OECD, 2008). ولو كان للمرأة دور أكبر في صنع القرار، لكان من الممكن أن يزداد وزن حلول التخفيف الشاملة. ومن المرجح، في بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، أن تلتفت النساء أكثر من الرجال إلى الممارسات البيئية للشركات التي يبتعن منتجاتها (OECD, 2008).

وقد حددت دراسات الحالة والدراسات الاستقصائية المستقاة من منشور الاتفاق العالمي للأمم المتحدة/برنامج الأمم المتحدة للبيئة لعام 2012 ((UNGC/UNEP (2012) ، ومنشور المجلس العالمي للأعمال التجارية من أجل التنمية المستدامة لعام 2017 ((WBCSD (2017)، بعض السمات العامة المتعلقة بالشركات والتكيف مع تغير المناخ التي حققت نجاحاً عند تطبيقها على المياه. ويتعلق العديد منها بالجهود التي يبذلها الموظفون الداخليون، مثل تقديم الدعم على مستوى رفيع، وإنشاء أفرقة للتركيز على تغير المناخ، والمكافأة على الابتكار وتحقيق الأهداف الموضوعة. ويتناول البعض الآخر الاتجاه الذي تسير فيه الشركة المعنية، وذلك على سبيل المثال من خلال ربط عملية التكيف بالمبادرات الأساسية للأعمال التجارية والشركات. ويمكن أن يشمل ذلك التخطيط والتصميم لمعالجة مياه الصرف في وقت مبكر من المشروع، لضمان الاعتراف بتلك المياه باعتبار أنها تمثل قيمة ونوعاً من التوفير، وليس تكلفة. ومن المهم أيضاً أن يشتمل الأمر على مراعاة مصالح المجتمع المحلي بصورة تقوم على التشارك، وليس باعتبار ذلك مجرد أعمال خيرية تؤديها الشركات. وتشمل إدارة الأحواض مراعاة جميع المستعملين، بما في ذلك دوائر الصناعة. وهذا يتوقف على التواصل الفعال والعلاقات الجيدة، وهما أيضاً أمر مهم داخل الأعمال التجارية. وتواجه تلك الأعمال مجموعة واسعة من القضايا المتصلة بتغير المناخ. وبما أن المياه مهمة جداً في هذا الصدد، فيجب أن تكون جزءاً من استراتيجية وخطة عمل شاملتين.

وفيما يتعلق بسلوك الشركات، تشكل العناية بالمياه بالنسبة للشركات المرحلة التالية التي تتجاوز نطاق إدارة المياه، اعترافاً منها بالاستخدام المشترك للمياه في أحواض الأنهار واستدامتها على الأجل الطويل (Newborne and Dalton, 2016). وتتجاوز تلك العناية "سياج المصنع"، كما تتجاوز المسؤولية الاجتماعية التقليدية للشركات، فهي تغطي سحب المياه وتوزيعها بوصفهما مسألتين أكثر أهمية من مجرد عملية تجديد الموارد، التي تميل إلى الحفاظ على الوضع الراهن للأعمال التجارية. وقد يتطلب ذلك حلولاً وسطاً أو مقايضات أو تخفيضات في استخدام المياه في المناطق التي تعاني من الإجهاد المائي. وترتبط جهود العناية بالمياه بالإدارة المتكاملة لموارد المياه، التي كثيراً ما تقودها الحكومات، حيث يلزم أن تفسح هذه الحكومات المجال أمام الحوار مع القطاع الخاص. وعلاوة على ذلك،

الشكل 7.6 التكيف مع تغير المناخ والاستراتيجية المؤسسية

بيئة الأعمال التجارية متقلبة بشكل متزايد	كيفية القيام بأعمال تجارية في ظل مناخ متغير	بيئة الأعمال التجارية قادرة على الصمود بشكل متزايد
العمليات		
ارتفاع تكاليف الموارد خسائر الإنتاجية الأضرار المادية والخسائر المفرطة	الموارد والمواد القوة العاملة الأصول الثابتة، الهياكل الأساسية	الموارد المستدامة مجمعات عمل مستقرة هياكل قادرة على الصمود، وتأمين يسهل الوصول إليه
استراتيجية السوق		
حالات انقطاع سلاسل الإمداد المنتجات المتقادمة	سلسلة الإمداد والتوزيع المنتجات وعملاء الخدمات	نماذج لوجستية جديدة الأسواق الجديدة والطلب الناشئ
إشراك أصحاب المصلحة		
عدم الكفاءة الشكوك النزاع	واضعو السياسات المستثمرون المجتمعات المحلية	الشراكات الشفافية ترخيص التشغيل

المصدر: مقتبس من UNGC/UNEP/Oxfam/WRI (2011, fig. 4, p. 28).

ينبغي إدماج التركيز على حقوق الإنسان في أعمال العناية بالمياه والإدارة المتكاملة للموارد المائية، مع الاقتداء *بمبادئ الأمم المتحدة التوجيهية بشأن الأعمال التجارية وحقوق الإنسان* (HRC, 2011)، للتأثير على اتجاه الشركات في هذه المجالات.

7.4 السبيل إلى الأمام

"إن تحقيق مستقبل آمن للمياه سيتطلب تحولاً كاملاً في اقتصادنا العالمي" (CDP 2018, p. 11). وسيتطلب النجاح من الشركات إعادة تنظيم نماذج أعمالها ومنتجاتها وممارساتها بطرق تفصل الإنتاج والاستهلاك عن استنفاد الموارد المائية. ولا تعني الاستجابة لأزمتي المياه والمناخ العالميتين مجرد تحسين إدارة المياه، بل تعني أيضاً، وهذا من الأهمية بمكان، تحسين إدارة الأعمال التجارية.

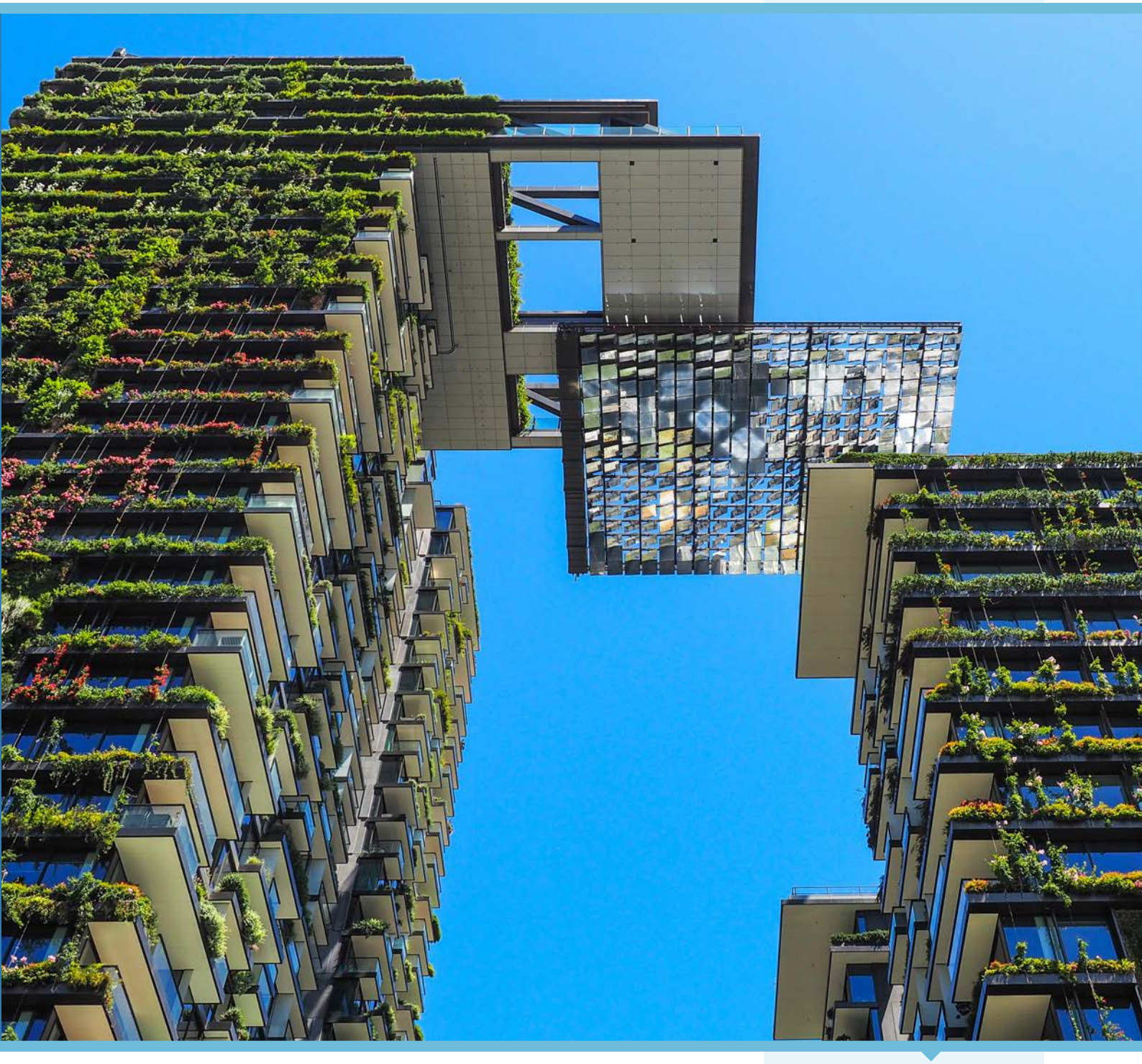
ويقتضي المضي قدماً في إدارة المياه للتخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه بعض التغيرات الهامة والتحركات الكبيرة التي تبعد بالأمور عن خط السير المعتاد (الشكل 7.6). *"ويمكن للشركات الاستباقية أن تضع استراتيجيات للتصدي لمخاطر تغير المناخ في عملياتها وسلاسل إمداداتها، فضلاً عن استراتيجيات لاغتنام فرص السوق الجديدة وإشراك العملاء والمجتمعات المحلية من أجل تلبية الاحتياجات في ظل الظروف المناخية المتغيرة"* (UNGC/UNEP/Oxfam/WRI, 2011, p. 28). ومن أكبر التحولات النظر إلى تغير المناخ باعتباره فرصة سانحة. وسيتطلب ذلك فهماً للكيفية التي يمكن بها للتكيف أن يحسن آفاق الأعمال التجارية، وفهماً للسبب في أنه ليس مجرد تكلفة أخرى غير مرغوب فيها. كذلك سيقتضي الأمر الاعتراف بأن التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه مسؤولية الجميع، وأن للطاقة والصناعة أدواراً هامة تضطلع بها من خلال العديد من الجهات الفاعلة. ويشترك في ذلك الأمر المالكون والمساهمون والموظفون والعملاء والموردون والمجتمعات، وسوف يتأثر جميعهم على الصعيدين المجتمعي والشخصي، على حد سواء. وسيتطلب ذلك اتباع نهج طويل الأجل، يشتمل على التخطيط الوقائي واتخاذ إجراءات داخل نطاق الاختصاص وخارجه على السواء (UNGC/UNEP/Oxfam/WRI, 2011). وسيتعين على قطاع الأعمال التجارية الابتعاد عن عقلية 'الرأسمالية الفصلية' (Barton, 2011)[20]. ويتضح ذلك بالفعل من فكرة الرأسمالية الشاملة.[21] *"من الأذكى بكثير توقع ومعالجة آثار تغير المناخ وبناء القدرة على الصمود في البداية بدلاً من مجرد الاستجابة للتكاليف البشرية والاقتصادية بعد حدوث الآثار."* (UNGC/UNEP/Oxfam/WRI, 2011, p. 16).

20 يمثل هذا التركيز على أهداف الأرباح الفصلية (القصيرة الأجل)، بدلاً من التفكير والاستثمار على الأجل الطويل.

21 "الرأسمالية الشاملة" هي حركة عالمية لإشراك القادة في جميع قطاعات الأعمال التجارية والحكومية والقطاعات المدنية، وتشجيعهم على الممارسة والاستثمار بطرق توسع فرص نظامنا الاقتصادي وفوائده بحيث تشمل الجميع. (Coalition for Inclusive Capitalism, n.d).

8

المستوطنات البشرية



مبنى ناطحة سحاب خضراء في سيدني (أستراليا).

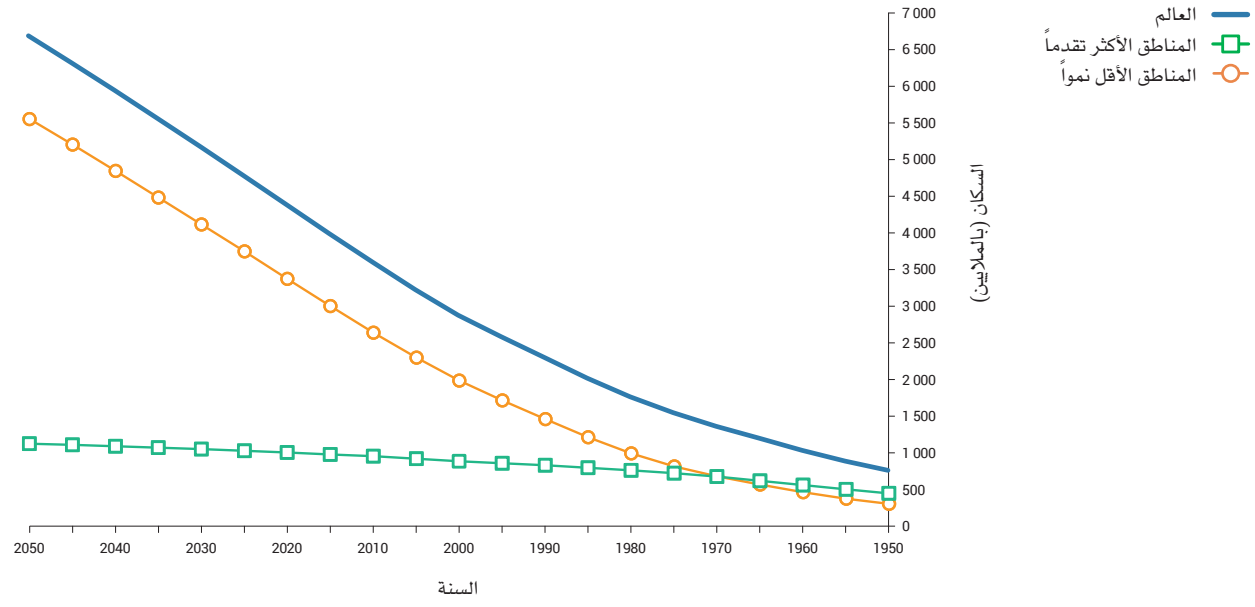
مؤلف الأمم المتحدة | غراهام ألاباستر
مع مساهمات مقدمة من: نيدهي ناغابهاتلا (معهد جامعة الأمم المتحدة للمياه والبيئة والصحة)

يصف هذا الفصل الروابط بين المياه والمناخ والمستوطنات البشرية، ويُبرز الحاجة إلى زيادة القدرة على التصدي من خلال التخطيط الحضري المرن والطويل الأجل.

8.1 مقدمة

تعيش غالبية سكان العالم (4.2 بلايين نسمة، من أصل 7.6 بلايين نسمة، في عام 2018) في المدن. وتبين إسقاطات المستوطنات البشرية في المستقبل (التي سيبلغ عدد سكانها في العالم 8.6 بلايين نسمة في عام 2030 و9.8 بلايين نسمة في عام 2050) أن نسبة سكان العالم الذين سيعيشون في المدن ستصل إلى 60 في المائة بحلول عام 2030، و66.4 في المائة في عام 2050 (الشكل 8.1). وفي عام 2018، قُدِّر عدد سكان الحضر الذين يعيشون في المناطق الأقل نمواً بثلاثة أضعاف عدد سكان الحضر في المناطق الأكثر تقدماً (3.2 بلايين مقابل 1.0 بليون نسمة)، ومن المتوقع أن ترتفع هذه النسبة حيث يتوقع أن تحدث الغالبية العظمى من النمو السكاني الحضري في المناطق الأقل نمواً في العالم (UNDESA, 2019).

الشكل 8.1 الأعداد التقديرية والمتوقعة لسكان الحضر في العالم، والمناطق الأكثر تقدماً، والمناطق الأقل نمواً، 2050-1950



المصدر: UNDESA (2019, fig. I.1, p.13). © 2019 United Nations. أعيد طبعه بإذن من الأمم المتحدة. هذا العمل هو ترجمة غير رسمية يقبل الناشر المسؤولية الكاملة عنها.

ومع استمرار توسع المستوطنات البشرية، يزداد الضغط على الموارد الشحيحة، مثل المياه، وتزيد آثار تغير المناخ من تفاقمه. وعلى الرغم من أن المدن هي مركز للتنمية الاقتصادية وإدرار الدخل والابتكار، فإن أوجه عدم مساواة تتخللها في مجالات الصحة والمياه والصرف الصحي والفرص الاقتصادية. فعلى سبيل المثال، أدى التحضر العشوائي وغير المستدام إلى تشبع خدمات توفير المياه وهياكلها الأساسية، فضلاً عن المرافق القائمة لمعالجة مياه الصرف، مما يعرض الناس في كثير من الأحيان لمخاطر صحية تتعلق بنوعية المياه وتوافرها.

ومن المهم إدراك أن التهديدات المتعلقة بندرة المياه ستكون آثارها ملموسة بشدة على المدى القصير بسبب التحضر السريع، في حين أن آثار تغير المناخ ستتكشف على مدى زمني أطول. ولم يُعثر على أي إشارة صريحة بشأن تغير المناخ في سياق كوارث الفيضانات الواردة في السجلات التاريخية حتى عام 2010. وكان النمو السكاني والتنمية الاقتصادية المحركين الرئيسيين للزيادات في أعداد الأشخاص المتضررين والخسائر الاقتصادية التي لحقت بهم بسبب الفيضانات الساحلية والنهرية (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2014).

8.2 المياه والمناخ والتنمية الحضرية

إن المستوطنات الحضرية هي المكان الذي تُلمس فيه بشدة آثار تغير المناخ على شبكات المياه. وتشمل تلك الآثار الظواهر القصوى المتعلقة بتغير المناخ، التي تتمثل من ناحية في ارتفاع درجات الحرارة، وانخفاض التهطال، والجفاف الشديد، ومن ناحية أخرى في الزيادة البالغة في التهطال والفيضانات. وهذه الحالات القصوى على وجه التحديد هي التي تجعل تخطيط الحيز الحضري وإنشاء البنية التحتية أمرين صعبين للغاية.

أدى التحضر العشوائي وغير المستدام إلى تشبع خدمات توفير المياه وهياكلها الأساسية، فضلاً عن المرافق القائمة لمعالجة مياه الصرف

وسيعني انخفاض المياه المتاحة أنه بحلول عام 2050، من المتوقع أن يعيش 3.9 بلايين شخص (أكثر من 40 في المائة من سكان العالم) في ظروف تتسم بالإجهاد المائي الشديد (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2014). ويؤثر تغير المناخ على جميع أجزاء دورة المياه. وستشمل المناطق الأكثر تضرراً في العالم، من حيث التغيرات في توافر المياه، الشرق الأوسط وشرق آسيا وأجزاء كثيرة من أفريقيا (IPCC, 2014a). وسيكون للأثر المادي للفيضانات والانهيالات الأرضية الناجمة عنها وقع كبير على البيئات الحضرية، ليس فقط من حيث الإضرار بالهياكل الأساسية، بل أيضاً من حيث الخسائر في الأرواح ودمار الأراضي الذي لا رجعة فيه (انظر الفصل 4). والقدرة على الصمود ضعيفة حتى في العالم المتقدم النمو. ففي المملكة المتحدة، بلغت تكاليف الفيضانات خلال شتاء 2015–2016 ما قيمته 7.5 بلايين دولار أمريكي (Miller and Hutchins, 2017). ويقيم حوالي 50 في المائة من سكان آسيا (2.4 بليون نسمة) في المناطق الساحلية المنخفضة. وسيؤدي ارتفاع مستوى سطح البحر إلى تكثيف الآثار المتصلة بالفيضانات الناجمة عن الظواهر المناخية القصوى. وبالإضافة إلى ذلك، ستصبح بعض الأراضي الزراعية غير صالحة للاستخدام نتيجة لزيادة درجة الملوحة. وفي منطقة آسيا والمحيط الهادئ، تقتل العواصف والفيضانات والانهيالات الأرضية 43 000 شخص سنوياً (UNESCAP, 2018).

ويمكن أيضاً أن تتعطل الهياكل الأساسية المادية لإيصال المياه ومرافق الصرف الصحي، مما يسفر عن تلويث إمدادات المياه وصب مياه الصرف ومياه العواصف غير المعالجة في البيئات المعيشية. وتتأثر إمكانية الحصول على المياه الآمنة، فيسفر ذلك عن خسائر كبيرة في الأرواح. وإلى جانب الأمراض المنقولة بالمياه، يتفاقم العديد من المخاطر الصحية الأخرى. وكثيراً ما يلاحَظ بعد حدوث الفيضانات انتشار الأمراض المنقولة بالنواقل، من قبيل الملاريا وحمى الوادي المتصدع وداء البريميات وغيرها (Okaka and Odhiambo, 2018). كذلك تتأثر مصادر المياه الجوفية تأثراً كبيراً بالفيضانات.

وعلى الرغم من أن الإحصاءات تشير إلى أن مستويات التغطية بإمدادات المياه والصرف الصحي في المناطق الحضرية كثيراً ما تكون أعلى منها في المناطق الريفية، فإن هناك تحديات كبيرة مرتبطة بتقديم الخدمات (WHO/UNICEF, 2017). وأهم ما في الأمر أن استدامة تلك الخدمات البيئية والمالية لها أهمية بالغة في الوقت الذي تسعى فيه البلدان إلى تحقيق أهداف التنمية المستدامة. وقد أصبحت أنماط التحضر في عدد من المدن معقدة بشكل متزايد بسبب الهجرة المتصلة بالنزاعات، مما يعني أن الفوضى يمكن أن تدبَّ بسبب التدفق السريع للسكان حتى في أفضل النظم المقررة لتقديم الخدمات. وإلى جانب خدمات المياه والصرف الصحي المقدمة، تتأثر أيضاً خدمات أساسية أخرى، مثل الاتصالات السلكية واللاسلكية والنقل، تأثراً كبيراً.

8.3 زيادة الحاجة إلى اتسام المياه في المناطق الحضرية بالقدرة على الصمود

سيعيش ما يقرب من 70 في المائة من سكان العالم في تجمعات حضرية بحلول عام 2050. وقد زاد حجم المراكز الحضرية وكثافتها وعددها زيادة كبيرة في العقود القليلة الماضية. وبحلول عام 2030، من المتوقع أن يكون في العالم 43 مدينة ضخمة يزيد عدد سكانها على عشرة ملايين نسمة، معظمها سيكون في المناطق النامية. بيد أن التجمعات الحضرية الأسرع نمواً ستكون هي المدن التي يقل عدد سكانها عن مليون نسمة (ويقع العديد منها في أفريقيا وآسيا). وعلى الرغم من أن حوالي واحد من كل ثمانية أشخاص كان يعيش في واحدة من 33 مدينة ضخمة على صعيد العالم في عام 2018، فإن حوالي 50 في المائة من سكان الحضر في العالم يقيمون في مستوطنات يقل عدد سكانها عن 000 500 نسمة (UNDESA, 2019). وكثير من هذه المدن معرضة لآثار تغير المناخ. فعلى سبيل المثال، تقع العاصمة الإندونيسية جاكرتا – التي بلغ عدد سكانها 10.6 ملايين نسمة في عام 2018 (UNDESA, 2018) – بجوار خليج كبير على أراض وسهول فيضانية آخذة في الهبوط، مما يجعلها عرضة بشدة للفيضانات والظواهر المناخية القصوى. وقد أخذت الظواهر التي تعوق سبل الحصول على المياه النظيفة والظروف المائية البالغة الشدة تزداد تواتراً، فيما يشكل دعوة إنذار للدولة لكي تعزز الجهود الرامية إلى إدارة الهجرة البشرية الناتجة عن ذلك. فعلى سبيل المثال، أجبرت الفيضانات في عام 2007 ما بين 000 340 و000 590 من سكان جاكرتا على الهجرة (Lyons, 2015).

وتبين مجموعة الأدلة العلمية الآن بشكل قاطع أن تغير المناخ، ولا سيما التغيرات في التهطال ودرجات الحرارة القصوى، قد أدى إلى تفاقم التحديات المتعلقة بإدارة المياه (IPCC, 2014a). وقد واجه العديد من المدن مشاكل تتعلق بموارد المياه، فضلاً عن ظواهر الفيضانات القصوى. وبدون اتباع نهج أكثر منهجية في إدارة المياه في المدن، فإن الإجراءات التي تقررت في الماضي سرعان ما ستصبح غير كافية. وستكون النتيجة هي تدمير الموارد، وتخفيض الخدمات، وما يقابل ذلك من آثار على الصحة والبيئة.

ويشكل فهم التنمية الحضرية بالمعنى الأوسع أحد الأساسيات اللازمة لاتباع نهج أكثر فعالية. فكثير من العوامل التي تؤثر على التنمية الحضرية غير مفهومة جيداً في الوقت الراهن لدى الأوساط المعنية بالمياه. وبالنظر إلى أن اجتماع هذه العوامل يحدث تأثيراً هائلاً، في ظل خلفية مشوبة بعدم اليقين، سيكون من الضروري التخطيط لسيناريوهات مستقبلية مختلفة، بدلاً من اعتماد نهج ثابت وجامد. وينبغي، من خلال تحسين مشاركة مختلف أصحاب المصلحة في المدن، ضمان فهمهم للسيناريوهات المختلفة، حتى يمكن اتخاذ خيارات صعبة وتبريرها.

وتتجاوز قدرة المياه في المناطق الحضرية على الصمود حدود المدن التقليدية، بما في ذلك احتمال الاعتماد على مستجمعات المياه البعيدة. وفي بعض الحالات، تستمد عدة مدن أو مجموعة من التجمعات الحضرية المياه من نفس طبقة المياه الجوفية، أو قد تكون هناك تبادلات عبر الحدود. وفي هذه الحالات، يمكن أن يكون لقضايا الموارد المائية الوطنية أو الإقليمية أو الدولية تأثيرها.

8.4 مجالات العمل الحاسمة

8.4.1 التخطيط للمستقبل

إذا أريد للمدن أن تتكيف مع تغير المناخ وأن تتوافر لها أسباب البقاء، فإنها ستحتاج إلى تنويع خططها، متجاوزة النهج الخطي الذي يركز على تقديم الخدمات وحدها، مع تقليل التكاليف إلى أدنى حد. وسيتطلب ذلك إجراء تقييم أوسع نطاقاً للموارد المائية وتوافر نظام قادر على الصمود مصمم للحماية من الصدمات. وقد لا تنجم تلك الصدمات عن تغير المناخ فحسب، بل يمكن أن تتأثر أيضاً – بغضّ النظر عن النتيجة – بعوامل أخرى متعددة، منها ما يلي:

- النمو السكاني والتحضر (بما في ذلك الهجرة الناجمة عن المناخ وعن النزاعات)؛
- أوجه التقدم التكنولوجي؛
- النمو الاقتصادي؛
- تخطيط استخدام الأراضي؛
- إدارة المنافسة بين القطاعات.

وهناك بعض الأمثلة التي يمكن فيها للإجراءات المتخذة في قطاع ذي صلة أن تؤثر بصورة غير مباشرة على الموارد المائية. فعلى سبيل المثال، يمكن للوائح الإسكان أن تؤثر على الجريان السطحي من المناطق السكنية، وبالتالي تساعد على التخفيف من مخاطر الفيضانات. ولذلك، فإن التخطيط لسيناريوهات متعددة هو استراتيجية أفضل بكثير، ولكن يجب الاضطلاع بها بطريقة منفتحة وشاملة.

ولا يمكن التغاضي عن بناء توافق فعلي في الآراء. وتشكل أطر أصحاب المصلحة المتعددين، عندما تكتسب طابعاً مؤسسياً على مستوى المدن، وسيلة فعالة لدعم عملية صنع القرار، لا سيما عند مواجهة عدة سيناريوهات مختلفة للمستقبل. ويؤكد بوضوح الجفاف الذي حدث مؤخراً في كيب تاون بجنوب أفريقيا أهمية وجود استراتيجية قائمة على الالتزام تشمل 'المدينة بأكملها' (الإطار 8.1). فوجود سلطة المدينة بوصفها عامل التمكين يوفر نقطة مرجعية يمكن لأصحاب المصلحة الآخرين أن يربطوا بها التزاماتهم ويعزز فكرة المسؤولية والملكية.

ولا يوجد حل يمكن إملاؤه للتعامل مع مسألة القدرة على الصمود فيما يتعلق بالمياه في المناطق الحضرية. فكل حالة تختلف عن الأخرى وتتطلب تحليلاً مستقلاً.

الإطار 8.1 استراتيجية كيب تاون التعاونية للمياه في فترة ما بعد الجفاف

لقد نشأت أزمة المياه في كيب تاون بجنوب أفريقيا لوجود نقص في إقليم الكاب الغربي. فقد أخذت مستويات الخزانات تنخفض منذ عام 2015، وبين منتصف عام 2017 ومنتصف عام 2018 كانت مستويات المياه تتراوح بين 15 و30 في المائة من سعتها الإجمالية (CSAG, n.d.).

وأدت الأزمة إلى وضع استراتيجية طويلة الأجل لحماية الموارد، باستخدام نهج كلي. وتحدد هذه الاستراتيجية التزامات بلدية كيب تاون المتروبولية ومواطنيها. وتقوم العلاقات التعاونية على الثقة، وتُبنى هذه الثقة حيثما توجد الشفافية والمساءلة المتبادلة، وحيث تُترجم النوايا المعلنة لجميع الشركاء باستمرار إلى أفعال. وتستند هذه الاستراتيجية إلى المبادئ التالية:

1. **الوصول الآمن إلى المياه وخدمات الصرف الصحي.** ستجتهد بلدية مدينة كيب تاون المتروبولية في توفير وتيسير سبل الوصول الآمن إلى المياه وخدمات الصرف الصحي لجميع سكانها على أساس معايير دنيا محددة تحديداً جيداً. وعلى وجه الخصوص، ستعمل المدينة مع المجتمعات المحلية في المستوطنات العشوائية ومع أصحاب المصلحة الآخرين على تحسين التجربة اليومية في مجال الحصول على المياه وخدمات الصرف الصحي، مع التركيز على بناء الثقة وزيادة السلامة داخل هذه المجتمعات.

2. **الاستخدام الحكيم.** سوف تشجع كيب تاون جميع المستعملين على توخي الحكمة في استخدام المياه. وسيشمل ذلك ما يلي: (أ) تسعير المياه على أساس تكلفة توفير إمدادات إضافية، مع الاستمرار في الالتزام بتوفير كمية أساسية من المياه مجاناً لمن لا يقدرون على تكاليفها؛ (ب) تنقيح اللوائح الداخلية ومتطلبات التخطيط، واستخدام حوافز أخرى لدعم كفاءة استخدام المياه ومعالجة مياه الصرف وإعادة استخدامها؛ (ج) دعم المواطَنة النشطة من خلال تحسين إدارة شؤون العملاء ومشاركتهم بشكل كبير؛ (د) إدارة شبكة المياه بفعالية من أجل تقليل المياه المهدرة والتي لا تدر إيرادات.

3. **المياه الكافية الموثوق بها الآتية من مصادر متنوعة.** ستتوسع كيب تاون في توفير إمدادات جديدة ومتنوعة من المياه (وهو ما يمكن أن يشمل المياه الجوفية، وإعادة استخدام المياه، وتحلية المياه) بطريقة فعالة من حيث التكلفة وفي الوقت المناسب من أجل زيادة القدرة على الصمود والحد بدرجة كبيرة من احتمال فرض قيود صارمة على المياه في المستقبل. وهي ملتزمة بزيادة كمية العرض المتاحة بنحو 300 مليون لتر يومياً على مدى السنوات العشر المقبلة، وبإدخال زيادات مناسبة بعد ذلك، بطريقة نشطة ويمكن تكييفها مع تغير الظروف.

4. **المنافع المشتركة من الموارد المائية على مستوى الأقاليم.** ستعمل كيب تاون مع أصحاب المصلحة والشركاء الرئيسيين، بمن فيهم مستخدمو المياه الآخرون في المناطق الحضرية والزراعية، ودوائر الحكومة الأخرى، للاستفادة القصوى من الفرص المتاحة لتحقيق أقصى قدر من الفوائد الاقتصادية والاجتماعية والإيكولوجية التي تتيحها الموارد المائية على مستوى الأقاليم، وللحد من المخاطر. وسيتم ذلك من خلال عمليات تعاونية.

5. **المدينة الواعية بمسألة المياه.** ستيسر كيب تاون بنشاط تحولها مع مرور الوقت إلى مدينة واعية بمسألة المياه، تستخدم مياه العواصف والمجاري المائية الحضرية على النحو الأمثل لأغراض السيطرة على الفيضانات، وإعادة تغذية طبقة المياه الجوفية، وإعادة استخدام المياه، والترفيه، استناداً إلى مبادئ إيكولوجية سليمة. وسيتم ذلك من خلال حوافز وآليات تنظيمية جديدة، وكذلك من خلال الاستثمارات في الهياكل الأساسية الجديدة.

المصدر: City of Cape Town (2019).

8.4.2 تحديد المجالات الحرجة فيما يتعلق بندرة المياه

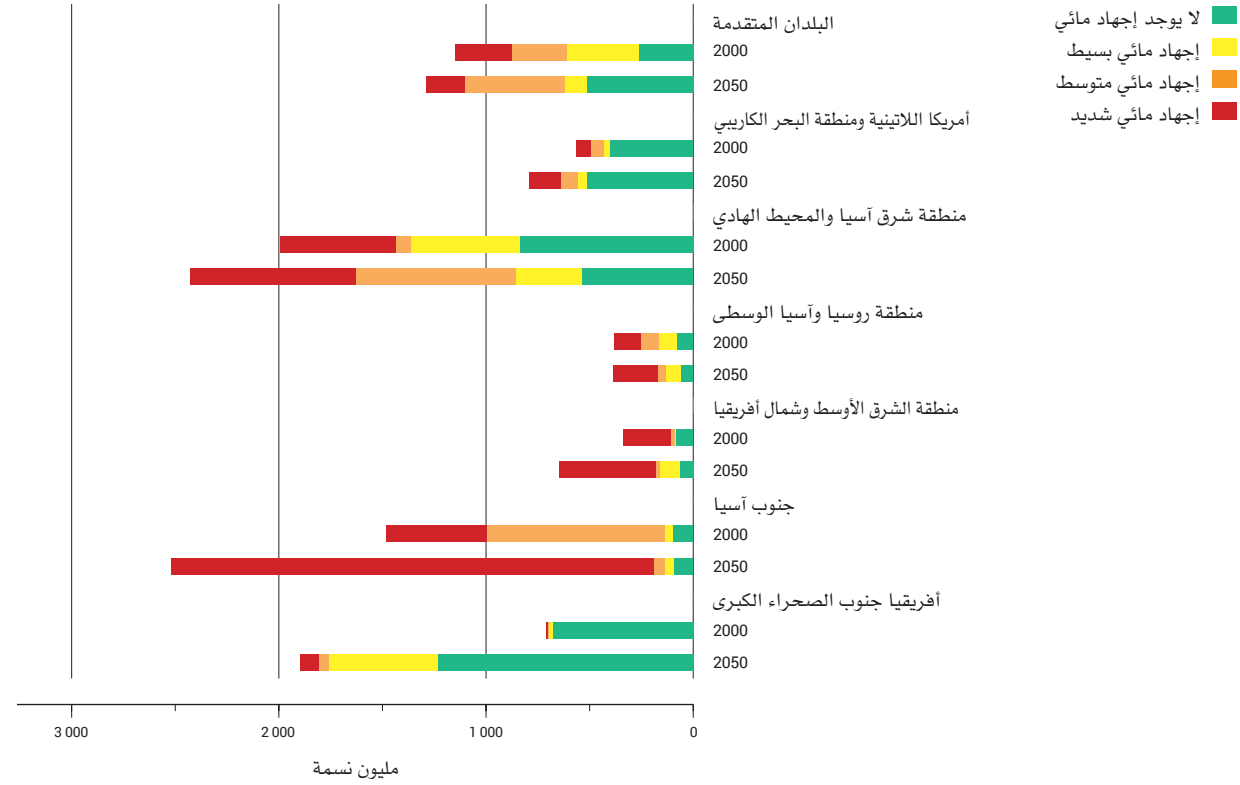
في الوقت الذي يُحدث فيه تغير المناخ بالفعل تأثيراً كبيراً على الموارد المائية، ستزيد متطلبات زيادة عدد السكان والتحضر من تفاقم الإجهاد المائي (الذي يعرّف هنا بأنه استغلال المياه بمعدل يزيد على 40 في المائة) في العديد من الأحواض في أنحاء العالم، ولا سيما تلك الموجودة في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية في الاقتصادات النامية. فمن المتوقع بحلول عام 2050 أن يعيش 40 في المائة من سكان العالم في ظروف تتسم بإجهاد مائي شديد (الشكل 8.2)، ويشمل ذلك ما يقرب من جميع سكان الشرق الأوسط وجنوب آسيا، وأجزاء كبيرة من شمال أفريقيا والصين. وعلى الصعيد العالمي، تضاعف معدل استنفاد المياه الجوفية بين عامي 1960 و2000، ليبلغ 280 كم^3 سنوياً في عام 2000 (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2014). وبدون استراتيجيات إدارية جيدة، من شأن هذه العوامل أن تعرض الأرواح لمخاطر جسيمة (OECD, 2012).

ويمكن أن تعزى الندرة إلى محدودية المصادر و/أو تزايد الطلب، فضلاً عن عدم الاستثمار في مصادر متنوعة، وإن كانت يمكن أن تعزى أيضاً إلى التحديات المؤسسية والإدارية. وتؤدي محدودية قدرات مقدمي الخدمات على صعيد السلطات المحلية إلى ارتفاع مستويات المياه "غير المعروف مكان استخدامها"، مما يقلل بدوره من تحصيل الإيرادات، فيسفر عن نقص الموارد اللازمة للعمليات والصيانة. وهذه الحلقة المفرغة تشكل حقيقة واقعة في العديد من المرافق الصغيرة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى.

وكثيراً ما يظهر الإحساس بوجود ندرة بسبب التنافس على الموارد. ويفضي استخدام المياه لأغراض الزراعة واستخدامها في بعض الحالات للأغراض الصناعية في المستوطنات الحضرية والريفية الصغيرة إلى انخفاض توافرها للاستخدامات المنزلية. وفي بعض الأحيان، يمكن معالجة مسألة الندرة في قطاع ما على أفضل وجه باتخاذ إجراءات في قطاع آخر. فتحسين ممارسات الري، أو تحسين العمليات الصناعية، يمكن أن يؤدي إلى توفير المياه للمستخدمين المحليين. ومن المسائل الرئيسية في هذا الصدد وجوب إعطاء الأولوية للإمدادات المنزلية بمقتضى حقوق الإنسان في الانتفاع بالمياه والصرف الصحي.

ويبين مثال كيب تاون، الوارد أعلاه في الإطار 8.1، الكيفية التي عولج بها النقص الناجم عن المناخ من خلال اعتماد نهج جديد في الإدارة.

الشكل 8.2 عدد الأشخاص الذين يعيشون في ظل إجهاد مائي في إطار سيناريو خط الأساس*



ملاحظة: * "سيناريو خط الأساس" مستمد من التقرير الثالث من تقارير التوقعات البيئية التي تنشرها منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD, 2012). وهو يفترض أنه لا يجري العمل بسياسات جديدة ويوفر معياراً يتم على أساسه تقييم مختلف متغيرات السياسات.

المصدر: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2014, fig. 2.6, p. 21). متاح للانتفاع الحر بموجب ترخيص نسبة المنشور إلى مؤلفه دون أي قيود تتعلق بالولاية القضائية Attribution 3.0 Unported (CC BY 3.0).

8.4.3 السبب في الآثار التي يخلفها التحضر على الموارد المائية

يمكن، في كثير من السياقات، أن يؤدي التحضر إلى الإضرار بالنظم الإيكولوجية التي توفر المياه وغيرها من الموارد الطبيعية اللازمة للنمو المستدام. فمع نمو المدن وتوسعها، يمكن أن يزداد الضغط على النظم الإيكولوجية المحلية إلى درجة تحتاج معها تلك المدن، من أجل البقاء، إلى البحث عن مصادر أبعد، مما يزيد من بصمتها. ويمكن أن يعني ذلك، من الناحية العملية، استغلال مستجمعات المياه البعيدة أو التي لم يتم تطويرها بعد. ومن الأمثلة الجيدة على ذلك مدينة داكار، حيث تعتمد المدينة على بحيرة غيير Lac de Guiers، التي تبعد عن المدينة حوالي 250 كم. والسلطات المسؤولة عن إمدادات المياه ليست دائما هي المسؤولة عن إدارة مستجمعات المياه. ويمكن أن يكون للمجتمعات الريفية أساساً التي تعيش على صيد الأسماك وزراعة الكفاف حول منطقة البحيرة تأثير أكبر على هذا المورد المائي من سكان المدينة في داكار. ولذلك فإن التدخلات الرامية إلى تأمين إمدادات المياه لداكار ترتبط ارتباطاً مباشراً بأنشطة كسب الرزق التي تضطلع بها المجتمعات البعيدة الموجودة على ضفاف البحيرة (Cogels et al., 2001). وفي هذا النوع من الحالات، يمكن أن تكون برامج الدفع مقابل الخدمات البيئية مفيدة لسكان الحضر وللمجتمعات المحلية التي تعيش حول مصدر المياه (WWAP/UN-Water, 2018).

ومن ناحية أخرى، يمكن أن يؤثر تصريف مياه الصرف تأثيراً كبيراً على المستخدمين أسفل المجرى. فامتداد أكرا – تيما الحضري في غانا يستمد المياه من نهر دينسو. ونظراً للأنشطة التي تجري في أعلى المجرى، ولا سيما استخراج الرمال وغسل السيارات وتصريف الفضلات السائلة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي، تكون نوعية المياه في النهر رديئة إلى درجة أنها تقترب من الحدود الاقتصادية القصوى التي تسمح بمعالجتها كمصدر لمياه الشرب (Yeleliere et al., 2018).

وكثيراً ما يؤدي التوسع الحضري السريع إلى استخدام الأراضي ذات النوعية المتواضعة لبناء المنازل والهياكل الأساسية. وقد يحدث ذلك في الأراضي الرطبة والمستنقعات والسهول الفيضانية عند حدود المدينة. ويمكن أن يكون لتدمير هذه النظم الطبيعية أثر كبير على طاقة تخزين المياه والقدرة على الصد خلال فترات هطول الأمطار الشديدة أو الجفاف.

وبالتالي، فعلى من يخططون لتحسين قدرة المياه في المناطق الحضرية على الصمود أن ينظروا إلى ما وراء حدود المدينة وأن يدرسوا الآثار الطويلة الأجل التي يخلفها التوسع الحضري على أمن المياه. وسيتطلب ذلك إجراء مشاورات أوسع نطاقاً تشمل المعارف الإيكولوجية التي كثيراً ما تكون متاحة محلياً، والتي تستند إلى عقود من الملاحظة والممارسات الجيدة أو التي تُكتسب منها.

8.4.4 طرق مبتكرة لكي تأخذ السلطات المحلية والمرافق العامة بمفهوم القدرة على الصمود

يمكن لمرافق المياه والصرف أن تدفع عملية التغيير وتمسك بقيادها إذا انتقلت من نهج العمل كالمعتاد الذي يركز على تقديم الخدمات بأقل تكلفة إلى وضع خطة استراتيجية تطلعية. ويجب أن تشمل هذه الخطط كلاً من الحلول القصيرة الأجل والإجراءات الطويلة الأجل تعزيزاً للكفاءة في تقديم الخدمات، مع معالجة مسألة التأهب لحالات الطوارئ والاستثمار الرأسمالي الطويل الأجل.

فعلى من يخططون لتحسين قدرة المياه في المناطق الحضرية على الصمود أن ينظروا إلى ما وراء حدود المدينة وأن يدرسوا الآثار الطويلة الأجل التي يخلفها التوسع الحضري على أمن المياه

ويمكن أن تشمل الحلول القصيرة الأجل إدارة الطلب، وهي واحدة من أكثر الأدوات فعالية من حيث التكلفة للتخفيف من حدة الندرة. وتجمع إدارة الطلب على المياه على نحو فعال بين خفض التسرب وتعزيز ثقافة توفير المياه، وغير ذلك من الأدوات التجارية والمؤسسية. ونتيجة لذلك، تكون الحاجة أقل إلحاحاً إلى استثمارات إضافية لتطوير مشاريع جديدة لإمدادات الموارد المائية، بحيث يتم توفير الأموال على الأجل الطويل. وفي الحالات التي تكون فيها خسائر النظم مرتفعة، ينبغي أن يكون ذلك شرطاً مسبقاً لأي مشاريع مقبلة لإمدادات الموارد المائية. وتوفر حالة ندرة المياه في ساو باولو، البرازيل، مثالاً واضحاً على ذلك (الإطار 8.2).

ويمكن للدخول في استثمارات طويلة الأجل ومكلفة وغير مناسبة تحتاج إلى رأس مال كثيف أن يحدَّ بدرجة كبيرة من الاستجابات في المستقبل، ويقلل من القدرة على الصمود، ويجعل المدن شديدة الضعف. ويعني عدم اليقين المتصل بالسيناريوهات المستقبلية أنه ينبغي بذل كل جهد ممكن لاعتماد نهوج مرنة، مع التركيز على الإجراءات التحوطية القصيرة الأجل. وينطبق الشيء نفسه على بناء القدرات. ويتضح من تجربة ساو باولو أن عنصر الثقة بين السلطات والمواطنين مهم جداً كذلك.

الإطار 8.2 تحليل نقص المياه في ساو باولو، البرازيل

في عام 2015، كانت شبكة توزيع المياه في منطقة ساو باولو المتروبولية على حافة الانهيار. وكانت المنازل التي تصلها الإمدادات حصراً من خزان كانتاريرا في وضع ضعيف للغاية. فوفقاً لبيانات شركة الصرف الصحي الأساسي في ولاية ساو باولو، كان حجم المياه المتوافرة، في 23 نيسان/أبريل 2015، في الينابيع النهرية الرئيسية الستة التي تزود منطقة ساو باولو المتروبولية بالمياه يبلغ 305 بلايين لتر من المياه، في حين بلغ حجم المياه في المصادر نفسها 558 بليون لتر في نفس الوقت من عام 2014. وهذا يعني أن الحالة كانت حرجة، حتى مع هطول الأمطار في كانون الثاني/يناير وشباط/فبراير بحجم فوق المتوسط. وعلى الرغم من أن شبكة كانتاريرا كان لا يزال بها في عام 2014 حجم يفي بأغراض الاستخدام، فإن المدينة كان عليها في عام 2015 أن تعتمد على الاحتياطي التقني.

ويمكن أن تصبح أزمات المياه من هذا القبيل فرصة لزيادة الكفاءة في استهلاك المياه وتعزيز استدامته، وتجنب الخسائر والتلوث، وتشجيع مشاركة المواطنين. ولكي يحدث ذلك، يجب أن تكون التدابير المقترحة والسيناريوهات المتوقعة واضحة بما فيه الكفاية للحصول على ثقة المواطنين ودعمهم، من خلال توفير المعلومات عن المدى "الحقيقي" للأزمة والتدابير التي يتعين اتخاذها.

ومن المهم تحليل المسألة من منظور الفرص، حيث برهنت الأزمة على إمكانية حفز التقدم الهيكلي الذي يحتاجه البلد. فقد أتاحت قناة لتحديد ما يلزم ولايتي ساو باولو وريو دي جانيرو من أعمال هيكلية رئيسية، يتعين التكفل بمعظمها من خلال أموال تقدمها الحكومة الاتحادية. كذلك أسرعت أزمة المياه بخطى المناقشات المتعمقة بشأن قضايا جدلية مثل نقل الأنهار (فقد استمر الجفاف في شمال شرق البرازيل لمدة ثلاث سنوات على الأقل)، والخسائر الكبيرة في شبكات الإمداد (التي تقدر بنحو 37 في المائة)، وتضارب المصالح في نموذج منح الامتياز للشركات الخاصة أو ذات رؤوس الأموال المختلطة، والتدخل السياسي في المسائل التقنية، وإهمال الحكومات، والحاجة إلى مصادر بديلة للمياه (مثل المياه المستصلحة، ومياه الأمطار، والمياه الجوفية، بل وتكنولوجيات تحلية المياه)، وتقييم السلوك الفردي والجماعي إزاء مسألة الاستدامة، وضرورة تحسين نموذج الاتصال المؤسسي والاجتماعي.

المصدر: Soriano et al. (2016).

ومجمل القول أن هناك حاجة ماسة إلى وضع أطر استراتيجية في الكثير من البلدان والمدن. ومسألة تحديد الجهة المسؤولة في الحكومة والإجراءات اللازم اتخاذها هي مسألة يصعب تقييمها وتتوقف على الهياكل القائمة. ومن المرجح جداً، بالنظر إلى الطابع المتكامل للإجراءات اللازمة، أن تقع المسؤولية على عاتق إحدى الوزارات أو الوكالات المعنية بالتخطيط الوطني.

8.5 الاستنتاجات والتوصيات

1. إن فهم القضايا الأوسع نطاقاً المتصلة بالتنمية الحضرية المستدامة أمر بالغ الأهمية إذا أردنا أن نفهم تماماً الآثار المباشرة وغير المباشرة التي تخلفها إدارة المياه في المناطق الحضرية على القدرة على الصمود أمام تغير المناخ. كذلك يلزم النظر بتأنٍ في الآثار التي يخلفها التحضر على النظم الإيكولوجية المحلية، سواء القريبة أو البعيدة، بما في ذلك الأراضي الرطبة ذات الأهمية الحاسمة (Fitzgerald, 2018).

2. ومن الضروري التخطيط المستقبلي لمختلف السيناريوهات التي تدعم المياه في المناطق الحضرية والقدرة على الصمود أمام تغير المناخ لضمان الجمع السليم بين التدخلات القصيرة الأجل والتحوطية. ويمكن لخطط الاستثمار الواسعة النطاق والأطول أجلاً أن تعالج الشواغل الحقيقية التي تواجه المدن والتجمعات الحضرية. وهناك مجموعة واسعة من الحلول التكنولوجية والهندسية والمستمدة من الطبيعة لضمان قدرة المناطق الحضرية على الصمود. غير أن أفضل الحلول التي ينبغي اعتمادها هي الحلول التي تتناسب مع السياق المعني.

3. ومن المهم للجهات الفاعلة على مستوى المدن، ولا سيما السلطات والمرافق المحلية، أن تقود وتوجه أصحاب المصلحة الآخرين في إطار نهج موحد، مع الاستفادة على أفضل وجه من مشاورات أصحاب المصلحة المتعددين، وضمان نجاح الحملات والدعوة. ومن الأهمية بمكان التشديد على المشاورات مع جميع أصحاب المصلحة، ولا سيما أكثر الناس تأثراً بتغير المناخ وندرة المياه والتمييز.

4. ويمكن إفساح المجال أمام إجراء تحليل كامل للسيناريوهات المستقبلية عن طريق زيادة فهم الظروف الإيكولوجية عند المنبع والمصب، في المناطق التي يتم فيها استخراج المياه وتصريف مياه الصرف. وفي حالات النقل فيما بين الأحواض، يلزم إجراء تحليل كامل للآثار، على أن يتضمن ذلك مشاركة المجتمعات المحلية أو المواطنين أو مديري المدن لضمان استمرار هذه المخططات على المدى الطويل.

9

الترابط بين المياه والمناخ والطاقة والغذاء والبيئة

معدات لأحد مشاريع الري بالاعتماد على الطاقة الشمسية.

البرنامج العالمي لتقييم الموارد المائية | ريتشارد كونور، وجوس تيمرمان، وستيفان يولينبروك، وإنجين كونغاغول

مع مساهمات مقدمة من: جون باين (اليونيدو)؛ وكريستوف كودنيك (الرابطة الدولية للعلوم الهيدرولوجية)؛ ولوسيا دي ستراسر (اللجنة الاقتصادية لأوروبا)؛ وتمارا أفيلان (معهد جامعة الأمم المتحدة للإدارة المتكاملة لتدفقات المواد والموارد)

استناداً إلى المعلومات والتحليلات المقدمة في الفصول من 3 إلى 8، يتوسع هذا الفصل في تناول أوجه الترابط بين القطاعات الرئيسية لاستخدام المياه، ويقدم وصفاً للكيفية التي يمكن بها أن يكون للقرارات التي تتخذها جهة ما انعكاسات كبيرة على الجهات الأخرى. وهو يبرز الحاجة إلى نهج موحد للتصدي لتغير المناخ من خلال المياه من أجل تحقيق أقصى قدر من الفوائد المشتركة ومعالجة المقايضات.

9.1 تفسير أوجه الترابط

لقد ركزت الفصول السابقة من هذا التقرير على ما يمكن عمله للتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره من خلال تحسين إدارة المياه في مختلف قطاعات استخدام المياه وفي أوساط أصحاب المصلحة المختلفين. وينبغي أن يستند التعامل مع تغير المناخ من خلال إدارة شؤون المياه إلى استجابة منسقة تحقق توازناً بين مختلف الأهداف القطاعية واحتياجات جميع مستخدمي المياه، بما في ذلك البيئة. ومع ذلك، يمكن لمختلف القطاعات وأصحاب المصلحة مواجهة مجموعة متنوعة من التحديات فيما يتعلق بإدارة المياه والتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره. ويمكن، في بعض الحالات، أن تؤدي الصلات التي تربط بين هذه المجموعات بقوة في كثير من الأحيان إلى أوجه للتآزر ومنافع متبادلة، وفي حالات أخرى، يمكن أن تتطلب مقايضات. وسيختلف أيضاً نطاق وحجم الفرص والمقايضات تبعاً للمعارف المعينة المتخصصة للفئات المختلفة ولقدرات تلك الفئات واحتياجاتها وأهدافها. ولذلك فإن التحليلات التي تغطي مختلف القطاعات والحدود مهمة من أجل تحقيق أقصى قدر من الفوائد العامة. وعلاوة على ذلك، فإن نهج الترابط، رغم تجانسه من الناحية النظرية، لا يزال من الضروري تناوله من خلال منظورات مختلفة تتعلق بالمياه وتغير المناخ من أجل زيادة فهم الروابط القائمة وسد الفجوات المعرفية عبر مختلف التخصصات (Lui et al., 2017).

9.1.1 منظور الطاقة

ينبغي أن يستند التعامل مع تغير المناخ من خلال إدارة شؤون المياه إلى استجابة منسقة تحقق توازناً بين مختلف الأهداف القطاعية واحتياجات جميع مستخدمي المياه، بما في ذلك البيئة

يتطلب استخدام المياه توافر الطاقة. وفي عام 2014، كانت عملية استخراج المياه ومياه الصرف وتوزيعها ومعالجتها مسؤولة عما يقدر بنسبة 4 في المائة من الاستهلاك العالمي للكهرباء، إلى جانب 50 مليون طن من مكافئ النفط (t.o.e.)[22] من الطاقة الحرارية[23] (بصفة أساسية الديزل المستخدم في مضخات الري والغاز في محطات تحلية المياه) – ومن المتوقع أن تتضاعف تقريباً كمية الكهرباء المستخدمة في قطاع المياه بحلول عام 2040 (انظر الشكل 3.2). وتزداد الاحتياجات من الطاقة للري ومياه الشرب عندما يتعين جلب المياه من مسافات أكبر أو من مجمعات المياه الجوفية الأكثر عمقاً، أو مع تدنّي نوعية المصدر. أما أكبر نمو متوقع في استهلاك الكهرباء فهو النمو في قطاع تحلية المياه وفي معالجة مياه الصرف (IEA, 2016)، وإن كان من الممكن للمعالجة أن تكون عملية مولدة للطاقة (تحول الحمأة إلى طاقة) وأن تؤدي التكنولوجيا الحديثة إلى بعض الانخفاض في استخدام الطاقة في السنوات المقبلة (انظر الفرع 9.1.4). ولذلك، فإن أي انخفاض في استخدام المياه، يتحقق من خلال زيادة وفورات المياه (أي إدارة الطلب) أو تحسين استخدام المياه وكفاءة معالجتها (مثل الحد من التسرب) يمكن أن يخفض طلب قطاع المياه على الطاقة، ومن ثم يساعد في التخفيف من أثار تغير المناخ، إذا كان مصدر الطاقة المعني هو الوقود الأحفوري.

وفي المقابل، فإن إنتاج الطاقة يتطلب أيضاً توافر الماء. وعلى الرغم من أن هذا ربما يكون أكثر وضوحاً بالنسبة لإنتاج الوقود الأحيائي أو استخراج الوقود الأحفوري (مثل التصديع الهيدرولي)، فإن عمليات التبريد التي ينطوي عليها توليد الطاقة الحرارية تمثل في الواقع أكبر استخدام للمياه في قطاع الطاقة من حيث كميات السحب

22 t.o.e. يعني طن من مكافئ النفط.

23 يساوي استهلاك قطاع المياه من الطاقة [في عام 2014] ما يقرب من مجموع الطاقة التي تستخدمها أستراليا (IEA, 2016).

(انظر الفرع 7.3.1). وفي حين أن التبريد يمكن أن يؤثر على توافر المياه بسبب فقدانها عن طريق التبخُّر، فإن خزانات الطاقة الكهرمائية يمكن أيضاً أن "تستهلك" كميات كبيرة من المياه عن طريق التبخر (Hogeboom et al., 2018). وتغير السدود والخزانات الاصطناعية أيضاً من النظم الهيدرولوجية، الأمر الذي يمكن أن يؤثر بدوره على أداء النظم الإيكولوجية وخدماتها، مما يزيد من الأثر الواقع على توافر المياه ونوعيتها. ولا يقتصر تأثير الري اللازم لإنتاج الوقود الأحيائي (الإطار 9.1) على استهلاك المياه، بل يمكن أن يؤثر أيضاً على نوعية المياه من خلال جريان الرواسب والمغذيات والمواد الكيميائية الزراعية، مما يجعلها أقل ملاءمة للاستخدامات الأخرى. وتمثل مصادر الطاقة المتجددة، من قبيل الرياح والطاقة الشمسية الكهرضوئية وأنواع معينة من طرائق توليد الطاقة الحرارية الأرضية، أفضل بدائل الطاقة إلى حد بعيد من منظور الطلب على المياه، بالنظر إلى احتياجاتها المنخفضة للغاية من المياه (WWAP, 2014).

9.1.2 منظور الأغذية والزراعة

يمكن أن تؤدي تدابير كفاءة استخدام المياه في الزراعة إلى زيادة توافر المياه وتقليل الطاقة اللازمة للضخ، وهو ما يخفض بدوره كمية المياه اللازمة لإنتاج الطاقة. ويمكن أن يؤدي هذا الانخفاض في الطلب على الطاقة أيضاً إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة، مما يخفف من تغير المناخ. وبهذه الطريقة، يمكن أن تؤدي الفوائد المتبادلة إلى تعزيزات إيجابية. وبالمثل، توفر أيضاً زيادة استخدام الطاقة المتجددة في الزراعة (من قبيل المضخات التي تعمل بالطاقة الشمسية الكهرضوئية)، إلى جانب زيادة كفاءة الطاقة، إمكانات إضافية لخفض انبعاثات غازات الدفيئة ودعم سبل معيشة صغار المزارعين (انظر الإطار 6.4).

الإطار 9.1 الوقود الأحيائي

تشير التقديرات إلى أن إنتاج الوقود الحيوي يستخدم حوالي 2.3 في المائة من مجموع المياه والأراضي الزراعية على الصعيد العالمي (Rulli et al., 2016). وهو مسؤول أيضاً عن 7 في المائة من جميع عمليات سحب المياه المتصلة بالطاقة (أكثر من استهلاك النفط والغاز في إنتاج الطاقة الأولية)، بما يشمل كميات البخار الكبيرة التي تستخدم في التخمير (IEA, 2016). وتعتمد الاحتياجات من المياه للوقود الأحيائي على ما إذا كانت المحاصيل مرويَّة أو بعلية (IEA, 2016). فإذا كانت مرويَّة، تتباين المتطلبات تبعاً للمنطقة والمحاصيل المزروعة – فقصب السكر والذرة وفول الصويا هي الأكثر تطلباً للمياه – وتبعاً لكفاءة نظم الري.

ويوفر الجيل الثاني من الوقود الأحيائي، المصنوع من أنواع مختلفة من الكتلة الأحيائية غير الغذائية، خياراً واعداً إلى حد ما من حيث خفض كمية المياه المستخدمة. ويشمل هذا الجيل في الوقت الحاضر بصفة أساسية النفايات الزراعية والغذائية والبلدية، وتستخدم المياه في هذه الحالة للغرض الأصلي للمحصول. ولكن عند زراعة محاصيل مخصصة للوقود الحيوي المتقدم، ترتفع أرقام استخدام المياه.

ومن الناحية النظرية، يمكن للوقود الأحيائي أن يخفف من انبعاثات غازات الدفيئة مقارنة بالوقود الأحفوري لأن ثاني أكسيد الكربون الذي يصدره عند الاشتعال يوازنه ثاني أكسيد الكربون الذي يختزنه أثناء النمو (Biofuel, n.d.a). غير أن ذلك الوقود ليس محايداً من حيث الكربون بسبب الطاقة اللازمة لزراعة المحصول وتجهيزه، بما في ذلك تطهير الأرض، وفلاحتها وأنشطة الغرس والري. وإذا أضيف ذلك إلى انبعاثات غازات الدفيئة الناجمة عن احتراق الوقود الأحيائي وتوزيعه على العملاء، تكون النتيجة هي إضافة صافية إلى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (Biofuel, n.d.a; n.d.b). ومما يزيد من تفاقم ذلك التغيرات التي تطرأ على استخدام الأراضي، ذلك أن المزيد من ثاني أكسيد الكربون يُطلق عندما يتم تطهير الأراضي الأصلية واستنزافها، وتضيع ميزة امتصاص النباتات الأصلية لثاني أكسيد الكربون. وبما أن الغابات الأصلية عادة ما تكون أكثر كفاءة في امتصاص وتخزين ثاني أكسيد الكربون من محاصيل الوقود الأحيائي، فإن إزالة الغابات الأصلية يمكن أن تنتج في الواقع "ديوناً" كربونية قد تستغرق مئات السنين للرجوع عنها (Biofuel, n.d.b). وفي حين أُفيد بأن أكثر التكنولوجيات الأحيائية اتساماً بالطابع التقليدي تسفر عن انخفاض في انبعاثات غازات الدفيئة بنسبة أقل من 40 في المائة مقارنة بالوقود الأحفوري (Doornbosch and Steenblik, 2007)، تشير تحليلات دورة الحياة الأخرى إلى أن هذه المقاييس تنطوي على درجة عالية من عدم اليقين (Hanaki and Portugal-Pereira, 2018).

وأشارت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC, 2012) إلى أن النمو في إنتاج الوقود الأحيائي أصعب في التنبؤ به من نمو أنواع الطاقة المتجددة الأخرى، بسبب كثرة آليات التفاعل واحتمال وجود اختلافات إقليمية كبيرة، مما يؤدي إلى أوجه عدم يقين كبيرة. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يؤدي إنتاج الطاقة الأحيائية على نطاق واسع (بدون تدابير تكميلية) إلى آثار سلبية فيما يتعلق بإزالة الغابات، فضلاً عن ارتفاع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن تغير استخدام الأراضي، وفقدان النيتروجين، وارتفاع أسعار الأغذية (Humpenöder et al., 2018). وفي حين أن الوقود الأحيائي له إمكاناته، فإن من الضروري النظر في التوازن بين صافي استخدامه للمياه وصافي انبعاثات غازات الدفيئة، وينبغي البتُّ في كل حالة على حدة، استناداً إلى الظروف المحلية، من أجل التعامل مع المقايضات الأوسع نطاقاً.

غير أن زيادة كفاءة الري (مثل الري بالتنقيط) على نطاق المزارع في واقع الأمر لم تؤد في كثير من الأحيان إلى توفير المياه على نطاق أوسع (FAO, 2017c; Koech and Langat, 2018) – بل ما زاد هو إنتاج المحاصيل، باستخدام نفس الأحجام الإجمالية من المياه. وهذا يعزز الأهمية الحاسمة للزراعة الحافظة للموارد (انظر الفصل 6)، التي تسمح للتربة بالاحتفاظ بمزيد من المياه (وبالتالي تزيد من خفض الطلب على المياه والطاقة)، والمواد العضوية (الكربون) والمغذيات (WWAP/UN–Water, 2018). وبهذه الطريقة، تساهم الزراعة الحافظة للموارد مساهمة مباشرة في التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه، مع الإسهام بفوائد إيكولوجية إضافية وإنتاج مستدام للأغذية والألياف.

يوفر تجنب فقدان الأغذية وهدرها سبيلاً آخر إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة

ويوفر تجنب فقدان الأغذية وهدرها سبيلاً آخر إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة. وتشير التقديرات إلى أن ما بين 25 و30 في المائة من مجموع الأغذية المنتجة تُفقد أو تهدر في جميع مراحل سلاسل الإمداد الغذائي (FAO, 2013b; IPCC, 2019c). فبينما تتحلل النفايات الغذائية، تنطلق منها غازات الدفيئة. وفي الفترة ما بين عامي 2010 و2016، ساهم الهدر والنفايات الغذائية العالمية بنسبة تتراوح بين 8 و10 في المائة من مجموع انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ[24] (IPCC, 2019c)، وهي نسبة يمكن أن ترتفع إلى أكثر من 10 في المائة بحلول عام 2050 (Hiç et al., 2016). وبالنظر إلى أن الزراعة تمثل 69 في المائة من عمليات سحب المياه على الصعيد العالمي (AQUASTAT, 2014)، فإن الحد من النفايات الغذائية يمكن أن يكون له أيضاً آثار كبيرة على الطلب على المياه (والطاقة)، مما يوفر وسيلة للتكيف (تخفيف الإجهاد المائي) والتخفيف (من خلال خفض استخدام الطاقة).

9.1.3 منظور استخدام الأراضي والنظم الإيكولوجية

في ظل الإدارة السليمة، تتيح الكتلة الحيوية والتربة في الغابات والأراضي الرطبة والأراضي العشبية فرصاً للتخفيف من خلال عزل الكربون (IPCC, 2019c)، تنطوي على فوائد إضافية كبيرة من حيث تدوير المغذيات والتنوع البيولوجي. ومع ذلك، ففي حين أن النظم الإيكولوجية السليمة لديها القدرة على احتجاز الكربون بمعدل يتجاوز بكثير العديد من الجهود البشرية ذات الصلة، فإن النظم الإيكولوجية المتدهورة يمكن أن تتحول من بالوعات للكربون إلى مصادر للكربون. ويتسم تحسين إدارة المياه من أجل الحفاظ على و/أو إصلاح النظم الإيكولوجية الصحية بأهمية بالغة في هذا الصدد، ولا سيما في حالة الأراضي الرطبة، التي تستوعب أكبر قدر من مخزونات الكربون بين النظم الإيكولوجية الأرضية (GIZ/adelphi/PIK, forthcoming). وتوفر هذه النظم الإيكولوجية أيضاً "بنية تحتية خضراء" عالية القيمة لتعزيز حماية المياه من المصادر، وتؤدي وظائف هامة في تنظيم تدفقات المياه والحفاظ على نوعية المياه. ومع ذلك، *"هناك درجة عالية من التباين في آثار النظم الإيكولوجية على الهيدرولوجيا سواء داخل أنواع النظم الإيكولوجية أو أنواعها الفرعية، وموقعها وحالتها، والمناخ والإدارة، أو فيما بينها ... فالأشجار، على سبيل المثال، يمكن أن تزيد تغذية المياه الجوفية أو تنقصها وفقاً لنوع الأشجار المعنية وكثافتها ومكانها"* (WWAP/UN-Water, 2018, p. 27).

ولذلك، من الضروري أن تؤخذ في الاعتبار بشكل كامل آثار تغير استخدام الأراضي، بما في ذلك إعادة التحريج بصفة خاصة، على النظم الهيدرولوجية المحلية. وفي تموز/ يوليو 2019، حظي مقال لباستن Bastin وآخرين، يصف الآثار الهائلة على التخفيف من غازات الدفيئة التي يمكن أن تترتب على القيام بعملية ضخمة للتحريج (أكثر من تريليون شجرة على مساحة تتجاوز 900 مليون هكتار)، باهتمام عالمي من خلال أشكال مختلفة من وسائط الإعلام. وعلى الرغم من أن النتائج كانت موضوعاً لنقاش محتدم[25]، فلم يقدم البحث المبدئي ولا معارضيه أي دراسة متعمقة للاحتياجات من المياه والآثار الهيدرولوجية المحتملة في نهاية المطاف (أو الفوائد المحتملة، إن وجدت) لمثل هذا المخطط. ويوضح هذا كذلك الانفصال العام بين الدوائر المعنية بعلوم المناخ والمياه.

وكما هو موضح في الفاتحة، فإن الإسقاطات المناخية في النطاقات الزمنية والمكانية المختلفة قد تترجم، أو لا تترجم، إلى اتجاهات فعلية على أرض الواقع، ويرجع ذلك إلى حد كبير إلى تعقيد أوجه الترابط وحلقات التفاعل بين استخدام المياه والأراضي على الصعيدين المحلي والإقليمي. وتزيد مختلف العمليات الهيدرولوجية (التسرب، وتخزين مياه التربة، وإعادة التغذية، واستخدام النبات للمياه، واستخدامات المياه الأخرى) من هذا التعقيد، بحيث لا تنطبق بالضرورة السلاسل التبسيطية للأسباب والنتائج في كثير من حالات "الواقع الحقيقي". فعلى سبيل المثال، بالرغم من أن نماذج الدوران العام قد تتنبأ بحدوث زيادة عامة في التهطال على مدى سنة (أو حتى موسم واحد)،

24 يشمل هذا التقدير انبعاثات غازات الدفيئة المتصلة بإنتاج الأغذية، وكذلك الانبعاثات المتصلة بعملية التحلل نفسها.

25 انظر على سبيل المثال www.realclimate.org/index.php/archives/2019/07/can-planting-trees-save-our-climate/.

فإن ذلك قد لا يترجم إلى زيادة توافر المياه، لا سيما عندما تأتي زيادة التهطال في شكل ظواهر هطول أمطار غزيرة، بل قد تؤدي إلى فترات جفاف أكثر تواتراً و/أو طولاً – ومن هنا تأتي أهمية الاستخدام المستدام للأراضي (الإطار 9.2). والواقع أن *"النجاح في تنفيذ خيارات الاستجابة يتوقف على مراعاة الظروف البيئية والاجتماعية – الاقتصادية المحلية. ويمكن تطبيق بعض خيارات مثل إدارة كربون التربة على نطاق واسع من أنواع استخدام الأراضي، في حين أن فعالية ممارسات إدارة الأراضي المتعلقة بالتربة العضوية وأراضي الخث والأراضي الرطبة، والممارسات المرتبطة بموارد المياه العذبة، تتوقف على ظروف زراعية إيكولوجية محددة (بدرجة ثقة مرتفعة)"* (IPCC, 2019c, p. 19).

9.1.4 منظور إمدادات المياه والصرف الصحي ومعالجة مياه الصرف

إلى جانب وفورات الطاقة المتصلة بزيادة كفاءة استخدام المياه المذكورة أعلاه، يتيح تحسين النهوج المتبعة في معالجة المياه، ولا سيما مياه الصرف، مجموعة أوسع من فرص التخفيف. فعلى سبيل المثال، يمكن لإعادة استخدام مياه الصرف غير المعالجة أو المعالجة جزئياً خفض كمية الطاقة المرتبطة باستخراج المياه، وبالمعالجة المتقدمة، وبالنقل في الحالات التي يعاد فيها استخدام مياه الصرف في موقع الصرف أو بالقرب منه.

يمكن لإعادة استخدام مياه الصرف غير المعالجة أو المعالجة جزئياً خفض كمية الطاقة المرتبطة باستخراج المياه، وبالمعالجة المتقدمة، وبالنقل في الحالات التي يعاد فيها استخدام مياه الصرف في موقع الصرف أو بالقرب منه

وتشكل مياه الصرف غير المعالجة، حسبما هو موضح في الفرع 3.3، مصدراً هاماً من مصادر غازات الدفيئة. وبالنظر إلى أن ما يزيد على 80 في المائة من مجموع مياه الصرف على الصعيد العالمي يجري صرفه في البيئة دون معالجة (WWAP/UN–Water, 2018)، فإن معالجة المادة العضوية الموجودة في تلك المياه قبل صرفها يمكن أن تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة. ويمكن استرداد الغاز الحيوي الناتج من عمليات معالجة مياه الصرف واستخدامه لتشغيل محطة المعالجة نفسها، فتصبح المحطة محايدة من حيث الطاقة ويزداد تعزيز الوفورات المتحققة في الطاقة. وتوفر النظم المتقدمة لمعالجة مياه الصرف أيضاً الفرص لاستعادة المواد الخام الأخرى، مثل المغذيات التي يمكن تحويلها بعد ذلك إلى أسمدة وبيعها في الأسواق، مما يزيد من عائد الاستثمار من خلال توليد تدفقات جديدة من الإيرادات (WWAP, 2017)، إلى جانب تحقيق فوائد إضافية فيما يتعلق بصحة الإنسان والبيئة.

غير أن معالجة مياه الصرف في حد ذاتها يمكن أن تؤدي إلى إطلاق أنواع معينة من غازات الدفيئة. فأكسيد النيتروز، على سبيل المثال، هو غاز قوي[26] من غازات الدفيئة ينبعث أثناء عمليات معالجة مياه الصرف. وعلى الرغم من أن هذه الانبعاثات صغيرة نسبياً (إذ تشكل 3 في المائة من التقديرات الكلية لانبعاثات أكسيد النيتروز البشرية المنشأ)، فإنها يمكن أن تمثل ما يقدر بنسبة 26 في المائة من انبعاثات غازات الدفيئة التي تنشأ ضمن "سلسلة المياه" بأكملها (Kampschreur et al., 2009). وتتباين انبعاثات أكسيد النيتروز تبايناً كبيراً فيما بين النباتات، بسبب اختلاف التصاميم وظروف التشغيل، فضلاً عن تركيزات المركبات الغنية بالنيتروجين (مثل البول) الموجودة في مياه الصرف نفسها. وبوجه عام، فإن النباتات التي ترتفع مستويات إزالتها للنيتروجين تنبعث منها كميات أقل من أكسيد النيتروز، مما يشير إلى أن إمكان تحقيق درجة عالية من جودة المياه بالاقتران مع انخفاض انبعاثات أكسيد النيتروز (Law et al., 2012). ومن شأن زيادة فهم العمليات الأساسية المسؤولة عن إنتاج أكسيد النيتروز في نظم معالجة مياه الصرف أن تؤدي إلى تحسين تصميم المحطات وتشغيلها. وعلاوة على ذلك، فإن استعادة النيتروجين من مياه الصرف لا تؤثر سلباً على استعادة الفوسفور والسليلوز، ولا على إنتاج الغاز الحيوي (Van der Hoek et al., 2018).

ويمكن للأراضي الرطبة المنشأة أن تكون فعالة في معالجة مياه الصرف (مع القليل من مدخلات الطاقة الإضافية أو بدونها)، ولا سيما في الأماكن التي يمثل فيها انخفاض مستوى التكنولوجيا والصيانة قيوداً تشغيلية، مما يوفر مصدراً غير مكلف نسبياً للمياه اللازمة لأغراض الري. وفي حين أن الكتلة الأحيائية التي تُجمَع من الأراضي الرطبة المنشأة يمكن أن تستخدم كمصدر وقود متجدد للجيل الثاني من الوقود الأحيائي (الإطار 9.1) (Avellán and Gremillion, 2019)، فإن بعض الأدلة تشير إلى أن هذه النُظم تعمل كمصادر صافية لغازات الدفيئة في الغلاف الجوي (Picek et al., 2007; Tao, 2015)، وإن كانت بعض التقارير تفيد العكس أيضاً (De Klein and Van der Werf, 2014).

26 إمكانية الاحترار العالمي الخاصة بأكسيد النيتروز تعادل ما يتراوح بين 265 و298 ضعف إمكانية ثاني أكسيد الكربون (US EPA, n.d.).

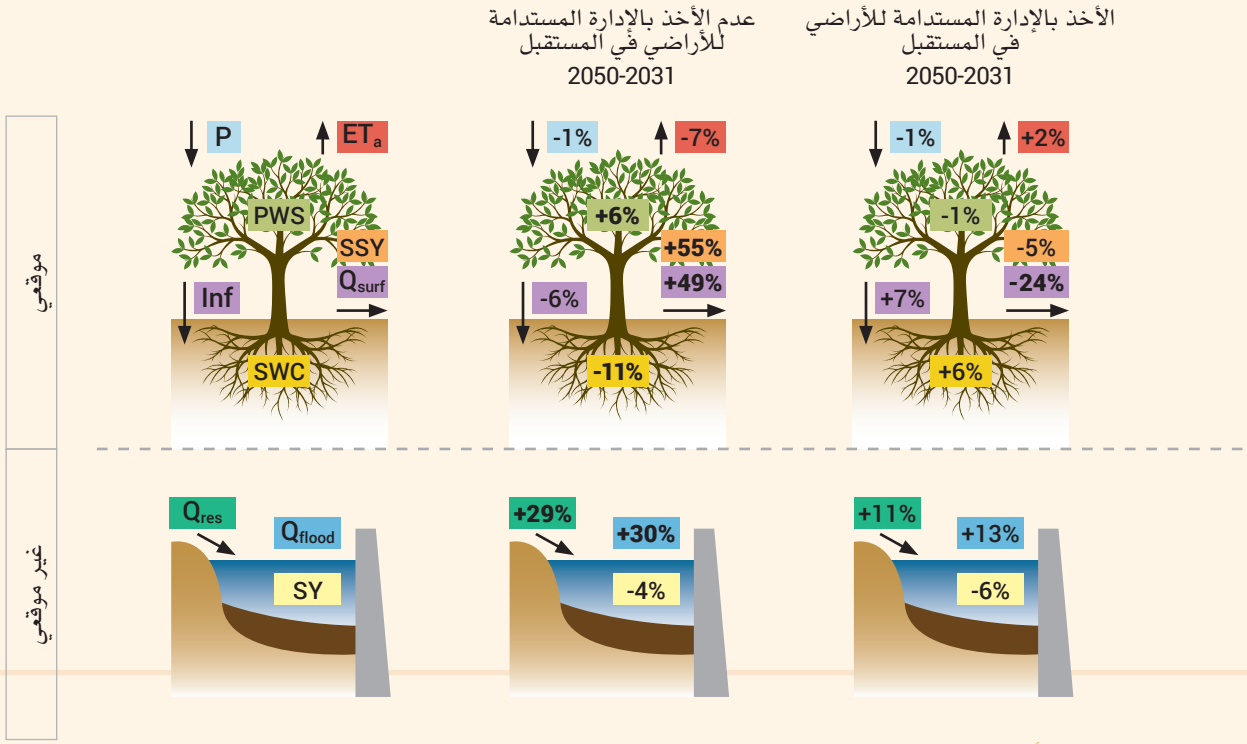
الإطار 9.2 الكيفية التي يؤثر بها تغير المناخ والإدارة المستدامة للأراضي على توافر المياه

من المتوقع، في مستجمع مياه نهر سيغورا شبه الجاف (جنوب شرق إسبانيا)، أن يتسبب تغير المناخ في انخفاض في إجمالي التهطال، بل، وأهم من ذلك، أن يؤدي إلى زيادة في ظواهر التهطال القصوى. وجرى النظر، من خلال دراسة معتمدة على النماذج، في الكيفية التي تؤثر بها الزيادات في غزارة هطول الأمطار على توزيع المياه بين المخزَّنة في التربة (المياه الخضراء) والمخزنة في الخزانات (المياه الزرقاء). وأظهرت النتائج وجود تغير في توزيع المياه داخل المستجمع، فانخفضت المياه الخضراء، نتيجة لفترات الجفاف الطويلة، ولكن ازدادت المياه الزرقاء، نتيجة لزيادة ظواهر التهطال القصوى وانخفاض التسرب. كذلك تسببت غزارة هطول الأمطار في زيادة تصريف الفيضانات وتآكل التربة، مما يهدد الأمن المائي في هذا المستجمع (Eekhout et al., 2018).

ويجري بصورة متزايدة تعزيز ممارسات الإدارة المستدامة للأراضي للمساهمة في التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه. وأظهر إيخوت ودي فينتى (Eekhout and De Vente (2019)) أن آثار تغير المناخ قد تراجعت بالكامل تقريباً من خلال الأخذ بالإدارة المستدامة للأراضي على نطاق واسع (انظر الشكل). وقد تم تحديد سيناريوهات الإدارة المستدامة للأراضي التي خضعت للتقييم بالتعاون الوثيق مع أصحاب المصلحة، الذين أشاروا إلى كل من الحراثة المخففة والتعديلات العضوية باعتبارهما أكثر الممارسات الواعدة للإدارة المستدامة للأراضي في سياق الزراعة البعلية. وتزيد الإدارة المستدامة للأراضي من قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه، مما يؤدي إلى زيادة التسرب والحد من الإجهاد المائي النباتي. وعندما تزداد غزارة هطول الأمطار في ظل تغير المناخ، فإن الأخذ بالإدارة المستدامة للأراضي يخفف من أثر هذا التغير على هطول الأمطار عن طريق الحد من الجريان السطحي والعمليات ذات الصلة، مثل تصريف الفيضانات وتحات التربة والترسب في الخزانات.

وتؤكد هذه النتائج أن التغيرات المتوقعة في إجمالي التهطال وحدها لا تكفي لاستنتاج التغير الذي سيطرأ على توافر المياه مع مرور الوقت. وللظواهر القصوى وممارسات إدارة الأراضي أثر كبير على توزيع المياه بين السطح والتربة. وقد تؤثر هذه التغيرات على إمكانات الزراعة البعلية مقارنة بالزراعة المرويَّة التي تعتمد على مصادر مياه مختلفة. وقد يكون للإدارة المستدامة للأراضي أثر إيجابي على مياه التربة وعلى الوقاية من الفيضانات، بل إنها تؤثر أيضاً على المياه السطحية والأنشطة الاقتصادية التي تعتمد عليها.

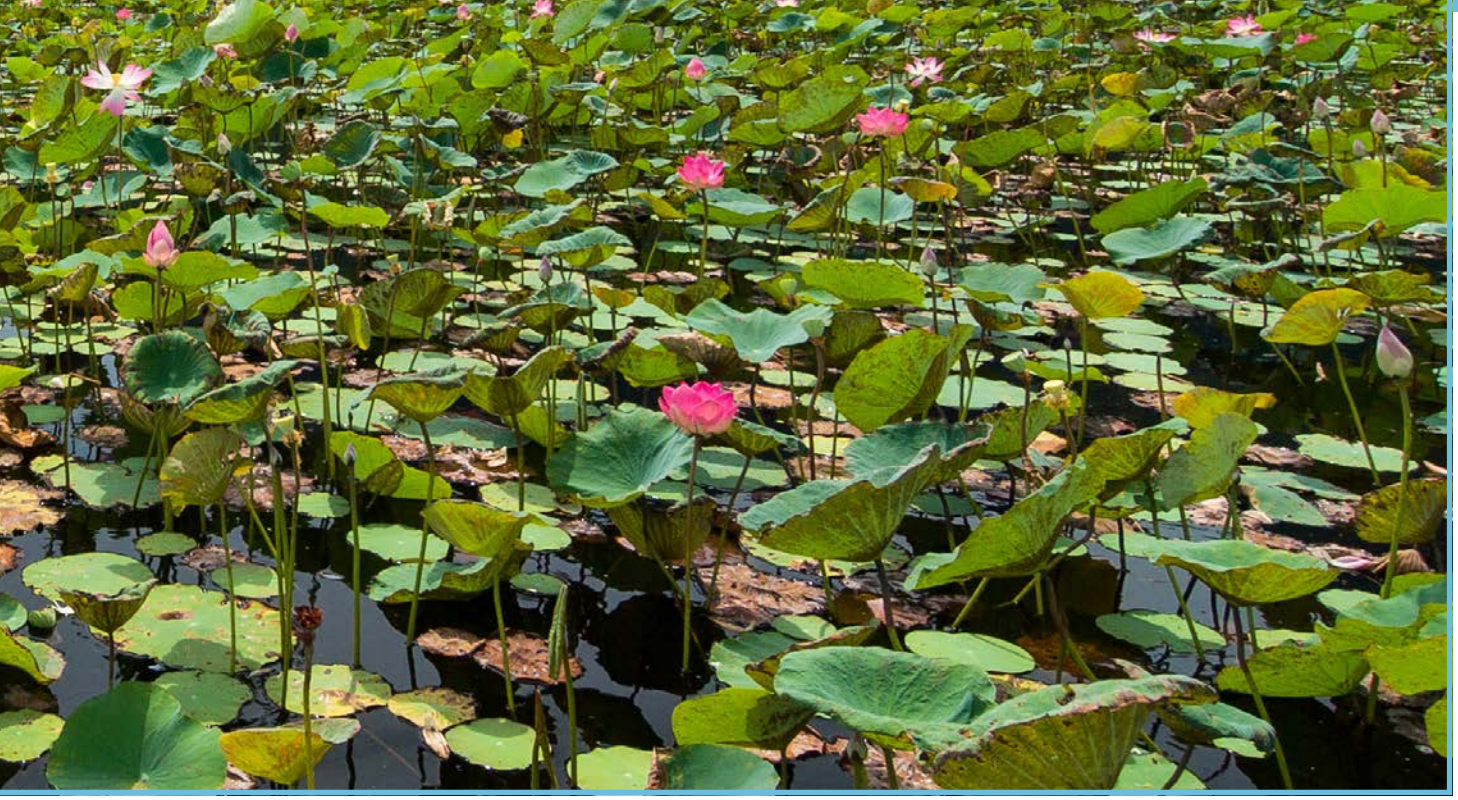
الشكل الآثار الموقعية وغير الموقعية لتغير المناخ والأخذ بالإدارة المستدامة للأراضي



ملاحظة: يحدد اللوح الأيسر المؤشرات، حيث يعني الرمز P التهطال، وETa البخر والنتح الفعليين، وPWS الإجهاد المائي النباتي، وInf التسرب، وSSY تآكل منحدرات التلال، وQsurf الجريان السطحي، وSWC محتوى مياه التربة، وQres التدفق الداخل إلى الخزان، وSY حصيلة الترسب في الخزانات وQflood تصريف الفيضانات.

المصدر: مقتبس بتصرُّف من Eekhout and De Vente (2019, fig. 1).

مساهمة من ج. ب. س. إيخوت وج. دي فينتى.

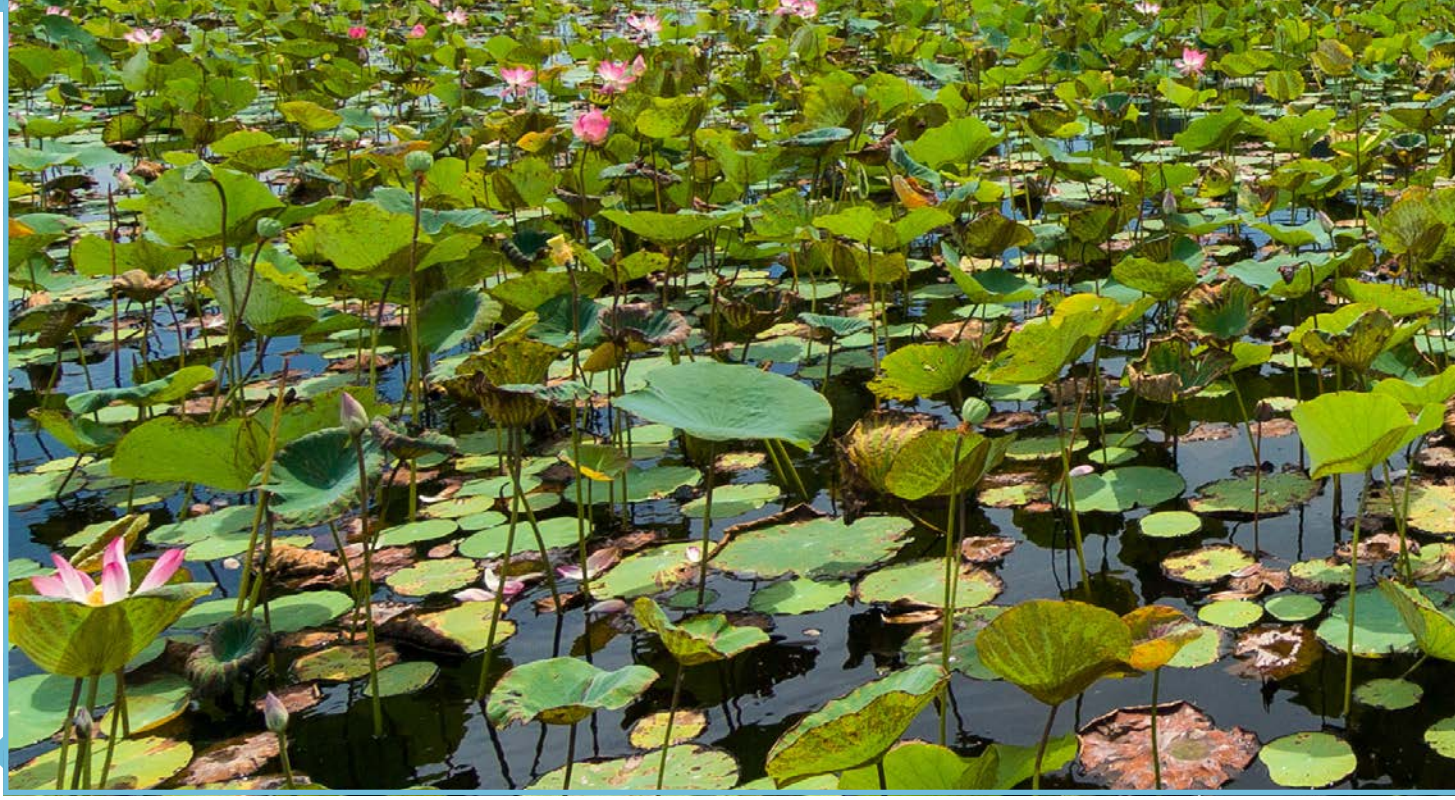


9.2 المنافع المشتركة

إلى جانب الصلة التي تربط بين المياه والمناخ والطاقة والزراعة، كثيراً ما تكون الروابط القائمة مع القطاعات الأخرى ومجموعات أصحاب المصلحة الأخرى قوية. وتعترف خطة التنمية المستدامة لعام 2030 صراحة بأن النظم الاجتماعية والاقتصادية والبيئية هي نظم تكافلية. وقد برهنت الأمم المتحدة ((United Nations (2018a على أن الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة (وهو الهدف المتعلق بالمياه) يرتبط بجميع أهداف التنمية المستدامة الأخرى، وأن المياه كثيراً ما تكون عاملاً يمكّن من إحراز تقدم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة الأخرى، وإن كان من اللازم إجراء مقايضات في بعض الحالات (انظر الفصل 2). وفي المقابل، يتوقف سير التقدم نحو تحقيق الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة أيضاً على التقدم المحرز في معظم أهداف التنمية المستدامة الأخرى، ولا سيما الهدف 13 منها (وهو الهدف المتعلق بالعمل المناخي). ويتجلى هذا الترابط في حالة تحسين معالجة مياه الصرف، التي لا تقتصر فائدتها المباشرة على خدمة أغراض الهدفين 6 (سواء من حيث التعامل مع الغاية 6.1 المتعلقة بالصرف الصحي أو الغاية 6.3 المتعلقة بنوعية المياه) و13 من أهداف التنمية المستدامة (وكذلك اتفاق باريس)، بل إنها تخدم أيضاً أهداف التنمية المستدامة الأخرى (انظر الشكل 2.1). وتندرج صحة الإنسان والمستوطنات البشرية (انظر الفصلين 5 و8) ضمن المجالات الرئيسية التي يمكن من خلالها للتدخلات المناخية المتصلة بالمياه أن تولد فوائد مشتركة متعددة. ويدل ذلك على أهمية اتساق السياسات، وحسن توقيت وتسلسل السياسات والإصلاحات والاستثمارات ذات الصلة، على النحو المبين في الفصول 2 و11 و12.

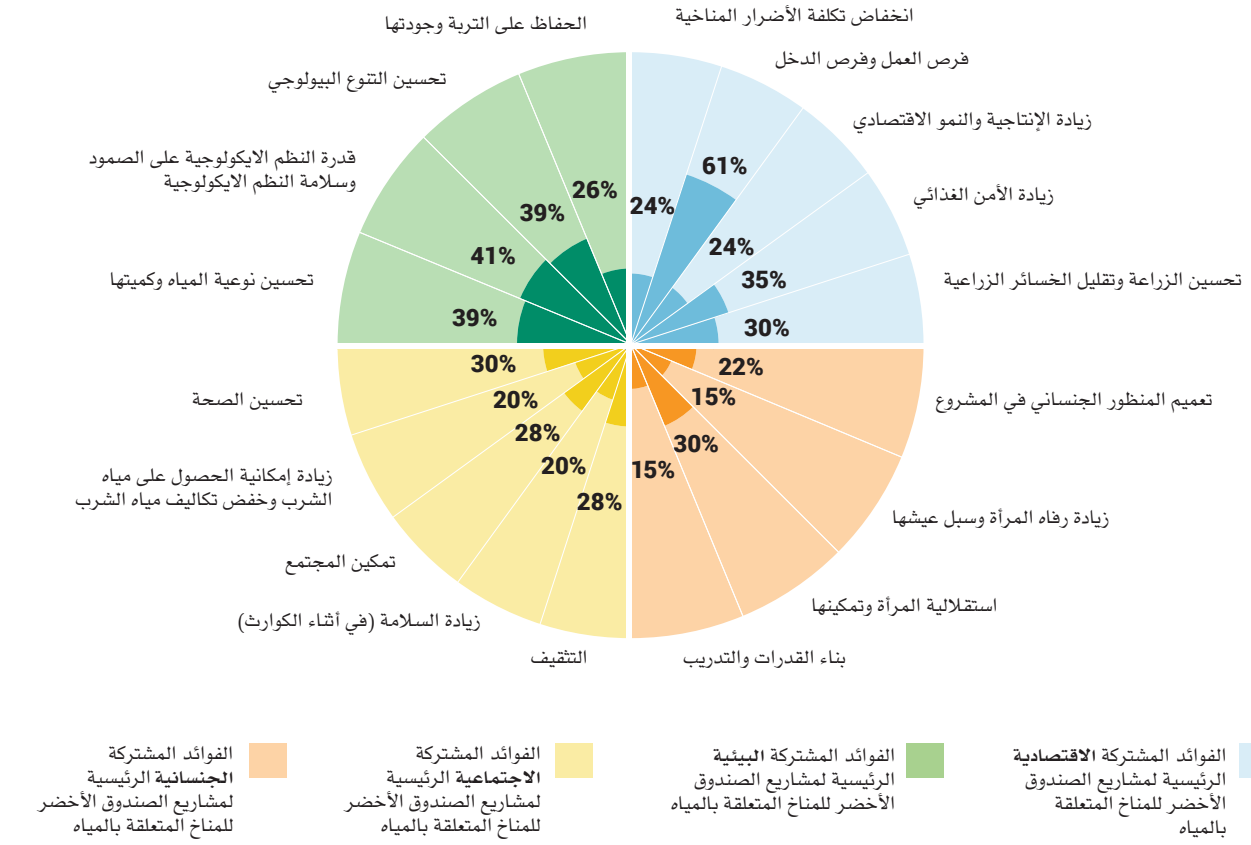
وكشف تحليل للفوائد المشتركة للمشاريع المتصلة بالمياه المضطلع بها في إطار الصندوق الأخضر للمناخ (Tänzler and Kramer, 2019) عن مدى تغلغلها في السياق الاجتماعي – الاقتصادي الأوسع للبلدان المعنية. وفي حين أن فرص العمل والدخل يشار إليها باعتبارها منفعة مشتركة في أكثر من نصف المشاريع، فإن عدداً من المنافع المشتركة الأخرى، التي تتراوح ما بين التعليم وتنمية القدرات/التدريب والتنوع البيولوجي والأمن الغذائي، كثيراً ما يرد ذكرها أيضاً بصفة منتظمة (الشكل 9.1). بيد أن العديد من مقترحات المشاريع لا يزال يركز أكثر من اللازم على الهدف المركزي ولا يرد به وصف كامل لمحور التركيز الإنمائي الأعمّ (الذي كثيراً ما يكون قوياً جداً). ومن الأرجح أن تحصل المقترحات الخاصة بالمشاريع المتصلة بالمياه التي تنص على عدة منافع مشتركة محددة (وواقعية) يمكن تحقيقها، وتصف كيفية قياس هذه المنافع المشتركة، على الدعم الاجتماعي والسياسي والمالي (انظر الفصل 12).

وخلاصة القول إن إجراءات التكيّف والتخفيف التي يتخذها قطاع ما يمكن أن تؤثر تأثيراً مباشراً في الطلب على المياه، وهو ما قد يسفر بدوره عن زيادة أو تقليل كمية المياه المتاحة للقطاعات الأخرى على الصعيد المحلي/الإقليمي (وكذلك نوعيتها). ففي حالات انخفاض الطلب على المياه، يمكن أن تنجم عن هذه الإجراءات فوائد متعددة عبر القطاعات والحدود، في حين أن زيادة الطلب على المياه يمكن أن تتطلب اللجوء إلى المقايضة عند توزيع الإمدادات المحدودة.



الأراضي الرطبة في متنزه 'خاو سام روي يوت' الوطني (تايلاند).

الشكل 9.1 المنافع المشتركة للمشاريع المتصلة بالمياه في حافظة الصندوق الأخضر للمناخ



المصدر: Tänzler and Kramer (2019).

10

المنظورات الإقليمية

طائرة هليكوبتر تقوم بإسقاط حمولة كبيرة من الماء على حريق للغابات دعماً لجهود مكافحة الحرائق التي تبذلها أطقم الإطفاء على الأرض في بوندورا (ملبورن ، أستراليا).

الشراكة العالمية للمياه | مونيكا وبير – فاهر، وأنجالي لوهاني، ورالف فيليب
معهد التنمية الخارجية | ناثانيال ماسون، وروجر كالو، وليو روبرتس، وأدريانا كويفيدو، وميريلين هيجر
اللجنة الاقتصادية لأفريقيا | فرانك روتابينغوا
اللجنة الاقتصادية لأوروبا | هانا بلوتنيكوفا، وسونيا كوبل، وفرانشيسكا برناردينى، وسارة تيفيناور – ليناردون
اللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي | مارينا جيل، وأندريه جورافليف، وشريا كومرا، وسيلفيا سارافيا
اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ | سولين لو دوزى
مكتب اليونسكو في نيروبي | جاياكومار راماسامي، وصمويل بارتي
اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا | كارول شوشاني شرفاني
مع مساهمات مقدمة من: إزرا بوتانري، وسارة أوبنهايمر، وفريدريك بيشكي (الشراكة العالمية للمياه)؛ ويونشيان جيانغ (المنظمة الدولية للهجرة)؛ وشارلين واتسون (معهد التنمية الخارجية)؛ وإنغريد ديسبيرت (اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ)؛ وتام هوانغ (موئل الأمم المتحدة)

يبين هذا الفصل أن طبيعة ونطاق آثار تغير المناخ المتصلة بالمياه تتجاوز الحدود الوطنية، مثلها في ذلك مثل إجراءات الاستجابة المحتملة. وتُستخلَص فيه رؤى أعمق بشأن التحديات والفرص ذات الأولوية من أمثلة مستمدة من الصعيد القطري وصعيد المناطق، لبيان السبب في نشوء فرص لاتخاذ إجراءات في كل منطقة وكيفية ذلك.

10.1 لمحة عامة

تتناول عملية التكيف مع آثار تغير المناخ على المياه أولاً وقبل كل شيء *كيفية إدارة* المياه – وماهية السياسات والمؤسسات وأدوات الإدارة والموارد المستخدمة في ذلك. وآثار تغير المناخ المتصلة بالمياه لا تعبأ بالحدود الإدارية بين البلدان وداخلها. ولذلك، فإن الإدارة الذكية مناخياً للمياه تُحدث أكبر الأثر عند تطويرها وتنسيقها عبر الحدود الوطنية. وتتطلب بعض إجراءات الاستجابة، مثل ترتيبات تقاسم المياه التي يمكن أن تتكيف مع نظم التدفق المتغيرة، منظوراً شاملاً للأحواض، يتجاوز في أغلب الأحيان الحدود السياسية والإدارية الوطنية أو دون الوطنية. وبالنسبة لبعض الإجراءات الأخرى، مثل وضع نظم للإنذار المبكر يمكنها التعامل مع ظواهر التهطال القصوى، التي تؤدي إلى فيضانات أو حالات جفاف أكثر حدَّة وتواتراً (الفصل 4)، يلزم النظر إلى أبعد من ذلك: أي إلى النطاق دون القاري أو حتى القاري. ويلقي هذا الفصل نظرة على الآثار المترتبة على التفاعل بين المياه والمناخ في أبعاده الإقليمية والعابرة للحدود.

وعادة ما تكون المنظورات الإقليمية غائبة عن الحوار العالمي بشأن المناخ وعن الاتفاقات وآليات التمويل والإجراءات المتصلة بالمناخ على الصعيد العالمي. فحتى الآن، توضع غالبية السياسات والإجراءات المتعلقة بتغير المناخ على الصعيد الوطني وتقود زمامها الحكومات الوطنية: فالمفاوضات الجارية في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ تجري تحت قيادة الدول ذات السيادة وتركز على تلك الدول، والحال كذلك بالنسبة لكثير من آليات التمويل المتعلق بالمناخ (الفصل 12) وغالبية الأهداف المحددة في إطار خطة عام 2030، واتفاق باريس، وإطار سنداي للحد من مخاطر الكوارث. واستناداً إلى الأساس المنطقي الوارد في الفصل 2، يعرض هذا الفصل مسألة المياه بوصفها "همزة الوصل مع مسألة المناخ" على الصعيد الدولي، التي ستسفر عن آليات جديدة للتعاون والتنسيق، وتساعد على تحقيق الاتفاقات العالمية المترابطة المتعلقة بالتنمية وتغير المناخ والحد من مخاطر الكوارث (UN-Water, 2019). ويدرس الفصل مدى الاستعداد الإقليمي للتصدي لهذه التحديات، من حيث درجة نضج البلدان في إدارة الموارد المائية وكذلك الاستراتيجيات التي تأخذ بها للتكيف مع المناخ، مع اعتبار المساهمات المحددة وطنياً مؤشراً بديلاً، والنظر عبر البلدان التي تغطيها اللجان الإقليمية التابعة للأمم المتحدة.[27] ويشدّد هذا الفصل أيضاً على الدور الحاسم الذي تؤديه المنظمات الدولية العاملة على مستوى الأحواض العابرة للحدود أو على الصعيد الإقليمي. وعلى مدى عقود، أنشأت وكالات المياه جهات فاعلة من هذا القبيل، يمكن أن تدعم اتخاذ إجراءات منسقة ومتسقة للتخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه على صعيد التفاعل بين المياه والمناخ.

27 تشمل هذه اللجان اللجنة الاقتصادية لأفريقيا؛ واللجنة الاقتصادية لأوروبا؛ واللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي؛ واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ؛ واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا.

وهناك اختلافات هائلة داخل المناطق وفيما بينها من حيث كيفية تغير المناخ وكيفية تفاعل هذه التغيرات مع المياه. ولا يزال تقرير عام 2014 الذي قدمه الفريق العامل الثاني في إطار التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC, 2014a) هو آخر تقييم عالمي للهيئة يتناول كل منطقة على حدة. وهو يوفر سياقاً هاماً للعلوم الفيزيائية، من حيث التغيرات في معدل الغزير والجفاف وحالاته على نطاق شبه قاري. وستكون لهذه التغيرات الواسعة في حد ذاتها آثار متفاوتة على الصعيد الإقليمي فيما يتعلق بالمياه، بما في ذلك ما يخص الجريان السطحي والبخر والنتح ومخاطر الفيضانات ونوعية المياه، التي تتوسط فيها عوامل محلية تشمل استخدام الأراضي والجيولوجيا المائية. ومع ذلك، وكما هو موضح في المقدمة، لا تزال هناك درجة عالية من عدم اليقين فيما يتعلق بالآثار التي سيخلفها تغير المناخ في المستقبل على الدورة الهيدرولوجية، ولا سيما على مستوى الأحواض والأحواض الفرعي. ولا يُعرف الكثير عن التفاعل بين المناخ والمياه فيما يتعلق بالمياه الجوفية (Taylor, 2009; Gleeson et al., 2012).

لدعم البلدان، تحتاج أوساط السياسات الإقليمية إلى تقييم الآثار وأوجه الضعف ومسارات التكيف في سياقاتها الجغرافية وسياقات صنع القرار

ولدعم البلدان، تحتاج أوساط السياسات الإقليمية إلى تقييم الآثار وأوجه الضعف ومسارات التكيف في سياقاتها الجغرافية وسياقات صنع القرار (IPCC, 2014a). ومن الأمثلة الجيدة على ذلك المبادرة الإقليمية لتقييم آثار تغير المناخ على الموارد المائية وأوجه الضعف الاجتماعي – الاقتصادي في المنطقة العربية، التي أطلقتها اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا مع عشر منظمات أخرى. وتركز المبادرة بقوة على إشراك وتعزيز المؤسسات المعنية بتقييم تغير المناخ على الصعيدين الوطني والإقليمي، وقد اعتُمد النطاق العربي للمبادرة بوصفه النطاق المتعلق بالشرق الأوسط وشمال أفريقيا في التجربة الإقليمية المنسقة لتقليص نطاق التنبؤات المناخية (UNESCWA et al., 2017).

10.2 التصدي لآثار تغير المناخ المتصلة بالمياه عبر البلدان والمناطق

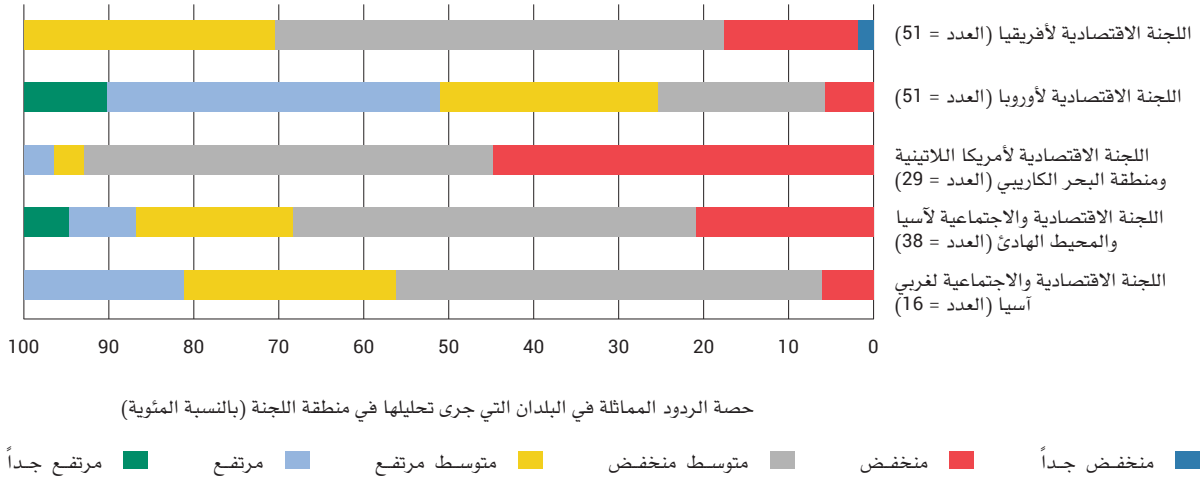
إن الآثار المادية لتغير المناخ المتصلة بالمياه ليست سوى مصدر واحد للتباين بين المناطق وداخلها. فما يتباين أيضاً هو القدرة على التكيف، بما في ذلك السياسات والخطط والقدرات الإدارية المتصلة بالتصدي لآثار تغير المناخ على الموارد المائية والقطاعات المعتمدة على المياه.

10.2.1 النهوج المتكاملة والعابرة للحدود

يتطلب التصدي لتغير المناخ عن طريق المياه اتباع *نُهوج متكاملة* – الاستثمار في تحسين المعلومات وتيسير سبل الوصول إليها، وتعزيز المؤسسات وزيادة مرونتها، وتوفير هياكل أساسية طبيعية ومشيدة لتخزين المياه ونقلها ومعالجتها؛ واتخاذ إجراءات على جميع المستويات – المستويات المحلية والوطنية وعلى صعيد أحواض الأنهار والصعيد العالمي؛ وموازنة وترتيب تسلسل الاستثمارات المادية وغير المادية؛ وإدارة المفاضلات بين القطاعات والمفاضلات الجغرافية؛ وتجنب العواقب التي تنجم عن سوء التكيف؛ والموازنة بين الإنصاف والأولويات البيئية والاقتصادية؛ والاستفادة من فوائد التكيف والتخفيف على حد سواء. والمكونات الأساسية لنظام إدارة الموارد المائية الذي يمكن أن يتصدى لآثار تغير المناخ معروفة جيداً، وتشمل، على سبيل المثال، ترتيبات لتقاسم المياه تستند إلى تقييم قوي لموارد المياه ونظم للمحاسبة المائية يمكن أن تتعامل مع التحولات والتقلبات المناخية (GWP, 2019a). وقد اعُترف بالفعل في برنامج العمل الوطني للتكيف في موريتانيا، منذ أكثر من 15 عاماً، بالإدارة المتكاملة لموارد المياه بوصفها أحد *"الحلول الملائمة للتكيف مع تغير المناخ"*، وأشير فيه إلى ممارسات وإجراءات من قبيل *"التقييم المنتظم لتوافر الموارد المائية والاحتياجات من المياه"*، و*"رصد وتخفيف الآثار المتصلة بالتنمية المستدامة ... مع التقيد بالحفاظ على البيئة"* و*"لوائح الإدارة التي تمنع تضارب الاستخدامات"* (Islamic Republic of Mauritania, 2004, pp. 26–27).

وأقرت خطة عام 2030 بالحاجة إلى ممارسات الإدارة المتكاملة للموارد المائية من أجل *توفير المياه وخدمات الصرف الصحي للجميع وإدارتها على نحو مستدام*، حسبما يرد في إطار الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة. وقد وضع مؤشر معين لرصد الممارسات الإدارية (6.5.1). وعلى الرغم من أن الدرجة التي تشير إلى مدى استيفاء البلد للمؤشر 6.5.1 من مؤشرات أهداف التنمية المستدامة لا تركز تحديداً على ما إذا كانت ممارساته في إدارة الموارد المائية كافية لمعالجة آثار تغير المناخ، فإنها تمثل تقييم البلد الذاتي لمدى نضج نظم إدارة المياه لديه، ولا سيما فيما يتعلق بالإدارة من خلال اتباع نُهوج *متكاملة*. ولم يقتصر الأمر في التقرير المرحلي العالمي الأول عن المؤشر 6.5.1 من مؤشرات أهداف التنمية المستدامة، الذي صدر في عام 2018، على الكشف عن ثغرات هائلة ومستمرة ومتنامية في تحقيق الهدف المتعلق بالمياه، بل تم أيضاً تسليط الضوء على التصورات الذاتية للبلدان بشأن المستوى المحدود نوعاً ما للنضج في إدارة الموارد المائية (UN Environment, 2018). ففي جميع مناطق اللجان الاقتصادية الإقليمية التابعة للأمم المتحدة، تفتقر غالبية البلدان إلى أساس متين للإدارة المتكاملة

الشكل 10.1 تطبيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية، حسب منطقة اللجنة الاقتصادية الإقليمية التابعة للأمم المتحدة



المصدر: التحليل الإقليمي للبيانات المتعلقة بتطبيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية المستمد من UN Environment (2018).

للموارد المائية (الشكل 10.1). ولم يبلغ أي بلد في منطقة اللجنة الاقتصادية لأفريقيا عن مستويات تنفيذ حصلت على تقدير "مرتفع" أو "مرتفع جداً"، وفي اللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي، لم يحصل على ذلك التقدير سوى بلد واحد. وكان عدد البلدان التي حصلت على ذلك أقل من خُمس بلدان اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ، وحتى في اللجنة الاقتصادية لأوروبا، لم يبلغ مستويات التنفيذ العالية أو العالية جداً سوى أقل من نصف البلدان.[28]

وتَظهر مسألة تغير المناخ بوضوح أكبر في تقييم خط الأساس للمؤشر 6.5.2 من مؤشرات أهداف التنمية المستدامة، الذي يركز على إدارة الموارد المائية العابرة للحدود.[29] ويبين خط الأساس أنه لا يزال هناك مجال كبير لزيادة الالتزامات المتعلقة بالتكيف مع تغير المناخ، والحد من الكوارث المتصلة بالمناخ، في إطار التعاون عبر الحدود: وقد شمل أقل من نصف الردود (48 في المائة) مسألة التكيف مع تغير المناخ كجزء من مهام وأنشطة الهيئات المشتركة المسؤولة عن التعاون عبر الحدود. وشملت حصة مشابهة من الردود (52 في المائة) مسألة التكيف كمجال للتعاون في إطار الترتيبات التنفيذية العابرة للحدود. وأدرج نحو 75 في المائة مسألة الحد من مخاطر الكوارث (مع التركيز على الفيضانات والجفاف) ضمن مهام وأنشطة الهيئات المشتركة، وإن تم التأكيد على الفيضانات كمجال للتعاون في إطار الترتيبات العابرة للحدود (78 في المائة) بشكل أكبر من الجفاف (58 في المائة) (UNECE/UNESCO/UN-Water, 2018).

لا يزال هناك مجال كبير لزيادة الالتزامات المتعلقة بالتكيف مع تغير المناخ، والحد من الكوارث المتصلة بالمناخ، في إطار التعاون عبر الحدود

28 حُسب التقدير على أساس 33 سؤالاً تغطي المكونات الرئيسية للإدارة المتكاملة للموارد المائية على الصعيد الوطني وعلى صعيد الأحواض، ومقسمة إلى أربعة أقسام، هي: البيئة التمكينية، والأطر المؤسسية، وأدوات الإدارة، والتمويل. وأُعطي كل سؤال درجة تتراوح ما بين صفر و100 درجة، وفقاً للإجابة، ثم حُسب التقدير على أساس المتوسط. وكانت فئات التقدير كالتالي: 91-100 "مرتفع جداً"، و71-90 "مرتفع"، و51-70 "متوسط مرتفع"، و31-50 "متوسط منخفض"، و11-30 "منخفض"، و0-10 "منخفض جداً" (UN Environment, 2018). وتتوافر البيانات عن 172 بلداً؛ مع استبعاد بعض حالات العد المزدوج عندما تكون البلدان أعضاء في أكثر من منطقة واحدة (حيث إن هذا الفصل يتعلق بتغير المناخ، تعتبر كندا والولايات المتحدة الأمريكية من أعضاء اللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي، وهي أقرب جيرانهما، واستبعدت عضويتهما في اللجنة الاقتصادية لأوروبا؛ وجرى أيضاً تجاهل العضوية المنتسبة غير الجغرافية، مثل عضوية البلدان الأوروبية في اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ أو اللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي). وبلغ العدد الإجمالي للردود لكل منطقة ما يلي: اللجنة الاقتصادية لأفريقيا: 45 رداً؛ اللجنة الاقتصادية لأفريقيا/اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا: 6 ردود؛ اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا: 10 ردود؛ اللجنة الاقتصادية لأوروبا: 44 رداً؛ اللجنة الاقتصادية لأوروبا/اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ: 7 ردود؛ اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ: 31 رداً؛ اللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي: 29 رداً.

29 المؤشر 6.5.2 هو النسبة التي تشغلها منطقة الحوض العابر للحدود (النهر أو البحيرة أو طبقة المياه الجوفية) داخل بلد لديه ترتيب معمول به للتعاون في مجال المياه (UNECE/UNESCO/UN-Water, 2018).

الإطار 10.1 المبادرات المناخية-المائية العابرة للحدود والإقليمية – منظور أوروبي

حيث إن 60 في المائة من تدفقات المياه العذبة العالمية تعبر الحدود الوطنية، فإن التعاون عبر الحدود ضروري لاتخاذ تدابير فعالة رامية إلى التكيف مع تغير المناخ (UNECE/INBO, 2015). وقد شددت اللجنة الاقتصادية لأوروبا على هذا التحدي بوضوح، حيث نشرت في عام 2009 توجيهات بشأن المياه والتكيف مع تغير المناخ (UNECE, 2009)، كما نشرت في عام 2018 توجيهات بشأن الحد من مخاطر الكوارث، والمياه والتكيف (UNECE/UNDRR, 2018).

ومنذ نشر توجيهات اللجنة الاقتصادية لأوروبا لعام 2009، تم وضع استراتيجيات وخطط عديدة للتكيف وتنفيذها عبر الأحواض في منطقة اللجنة (بما في ذلك تشو – تالاس، والدانوب، ودنيستر، ونيمان، والراين) وكذلك على الصعيد العالمي (بما في ذلك بحيرة تشاد وبحيرة فيكتوريا ونهرا ميكونغ والنيجر). وتبين هذه التجارب إمكانية التعاون عبر الحدود للتمكين من تعزيز التخطيط للتكيف على الصعيد القطري عن طريق تجميع الموارد، وتوسيع حيز التخطيط، والحد من أوجه عدم اليقين. وتشمل عناصر النجاح الاتصال الجيد والرصد وتبادل البيانات، والتعاون القطاعي، ودعم القدرات، وآليات التمويل (UNECE/INBO, 2015). وكذلك يساعد تبادل الممارسات الجيدة في مجال الحد من مخاطر الكوارث والتكيف مع تغير المناخ بشكل أعم (بما في ذلك من منظور عابر للحدود) على بناء الخبرات، مما يتيح للبلدان والأحواض التعلم من بعضها البعض. وفي حين أن الحكومات تؤدي دوراً قيادياً، تشير التجربة إلى زيادة مشاركة المجتمع المدني والجهات الفاعلة من القطاع الخاص، إما عن طريق الضغط من أجل تحقيق مصالح معينة (مثلاً، منظمات المزارعين الهولنديين على نهر الراين) أو من خلال الاشتراك بصفة مراقب في لجان الأنهار الدولية، مثل اللجنة الدولية لحماية نهر الراين (ODI/ECDPM/GDI , 2012).

وفي الوقت نفسه، ما فتئ الاتحاد الأوروبي يشكل قوة دافعة في صياغة وتمويل إجراءات التكيف على الصعيد الإقليمي. وقد حدد تقييم أجري في عام 2018 لاستراتيجية الاتحاد الأوروبي للتكيف قطاع المياه كأحد القطاعات الرئيسية الستة التي يمكن أن تدمج فيها مسألة التكيف مع المناخ، ووجد أن ذلك منصوص عليه في توجيهات الاتحاد الأوروبي الإطارية بشأن المياه والفيضانات (EC, 2018). غير أن ثمة تحليلات أخرى تشير إلى الحاجة إلى زيادة التكامل بين سياسات المياه والتكيف مع تغير المناخ في إطار تنفيذ توجيهات الاتحاد الأوروبي المتعلقة بالمياه (Carvalho et al., 2019).

10.2.2 المياه في إطار المساهمات المحددة وطنياً

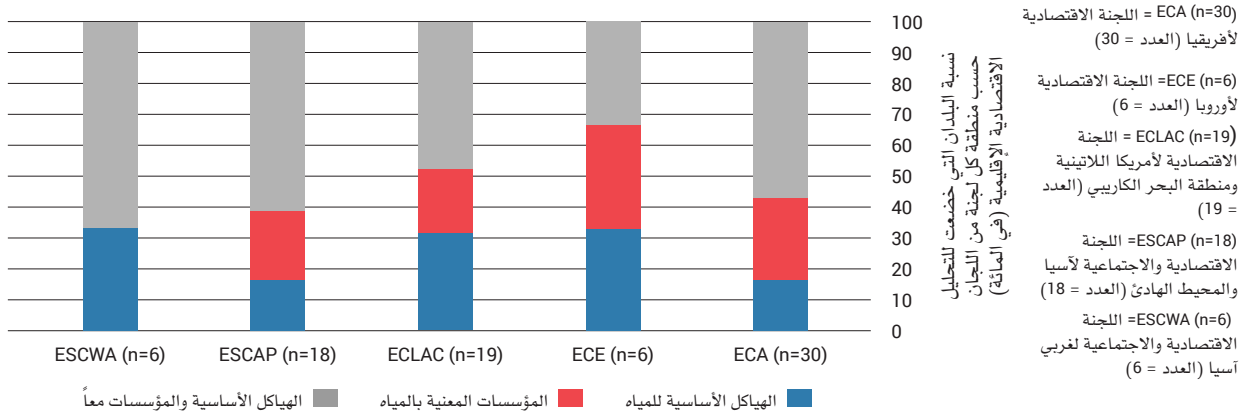
يشير الفصل 2 من هذا التقرير إلى أن المياه هي القطاع ذو الأولوية الأكثر ذكراً في المساهمات المحددة وطنياً فيما يتعلق بإجراءات التكيف (UNFCCC, 2016). بيد أن النظرة الأعمق تكشف عن اختلافات كبيرة في كيفية تناول مسألة المياه في المساهمات المحددة وطنياً. ويساعد تقييم أجري على أساس كل منطقة على حدة للمساهمات المحددة وطنياً المقدمة من 80 بلداً (GWP, 2018b) في إلقاء بعض الضوء على هذه المسألة.[30]

ومن غير المرجح أن تظهر مسألة المياه في المساهمات المحددة وطنياً للبلدان المتقدمة نمواً، التي تميل إلى التركيز على مسألة التخفيف، ولا يدرج عنصراً للتكيف على الإطلاق سوى عدد قليل منها. ولا يعني عدم إدراج مسألة المياه في المساهمات المحددة وطنياً بالضرورة نقصاً أوسع نطاقاً في التكامل بين مسألتي المياه والمناخ. فمنطقة اللجنة الاقتصادية لأوروبا، على سبيل المثال، تضم العديد من البلدان المتقدمة النمو التي لا تشدد كثيراً على المياه في المساهمات المحددة وطنياً التي تركز على التخفيف، غير أن لديها بعضاً من أقوى الأمثلة على المبادرات المناخية – المائية العابرة للحدود والإقليمية (الإطار 10.1). ولكن على الرغم من أن المياه لا تتيح أكبر الفرص لخفض الانبعاثات – مقارنة بالطاقة أو الزراعة أو الحراجة، أو استخدام الأراضي، أو الصناعة، على سبيل المثال – فلا يزال من المستغرب أن المياه نادراً ما تُظهر كعنصر محوري في أنشطة التخفيف. وهناك اعتبارات بالغة الأهمية وفرص غير مستغلة: بدءاً من الآثار المتصلة بالمياه التي يخلفها تغير المناخ على جهود التخفيف في قطاعات أخرى (مثل الطاقة الكهرمائية والحراجة)، إلى الحد من الانبعاثات في توزيع المياه ومعالجة مياه الصرف (New Climate Economy, 2018).

نبأ طيب: الإصلاحات المؤسسية كثيراً ما تحظى بالأولوية إلى جانب الاستثمارات في الهياكل الأساسية. ففي بلدان اللجنة الاقتصادية لأفريقيا واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، يرد في أكثر من نصف المساهمات المحددة وطنياً التي تشير إلى تدابير متصلة بالمياه وصف لأنشطة

30 اختيرت العينة القطرية على أساس العضوية في شبكة الشراكة العالمية للمياه، مع التركيز على البلدان النامية التي تشتمل فيها المساهمات المحددة وطنياً على عنصر التكيف. وتشترك بعض البلدان في عضوية اثنتين من اللجان الاقتصادية الإقليمية. وعدد البلدان المدرجة حسب كل لجنة من تلك اللجان هو كالتالي: اللجنة الاقتصادية لأفريقيا: 31؛ واللجنة الاقتصادية لأفريقيا/اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا: 4؛ واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا: 2؛ واللجنة الاقتصادية لأوروبا: 2؛ واللجنة الاقتصادية لأوروبا/اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ: 6؛ واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ: 15؛ واللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي: 20. وتجدر الإشارة إلى أن حجم العينة بالنسبة للجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (ستة بلدان) واللجنة الاقتصادية لأوروبا (ثمانية بلدان) صغير بشكل خاص، وأن الاستنتاجات المتعلقة بتحليل المساهمات المحددة وطنياً لهاتين المنطقتين تقتصر على البيانات المتاحة والبلدان المأخوذة في الاعتبار.

الشكل 10.2 إعطاء الأولوية في المساهمات المحددة وطنياً لتعزيز الهياكل الأساسية مقابل التعزيز المؤسسي في مجال المياه

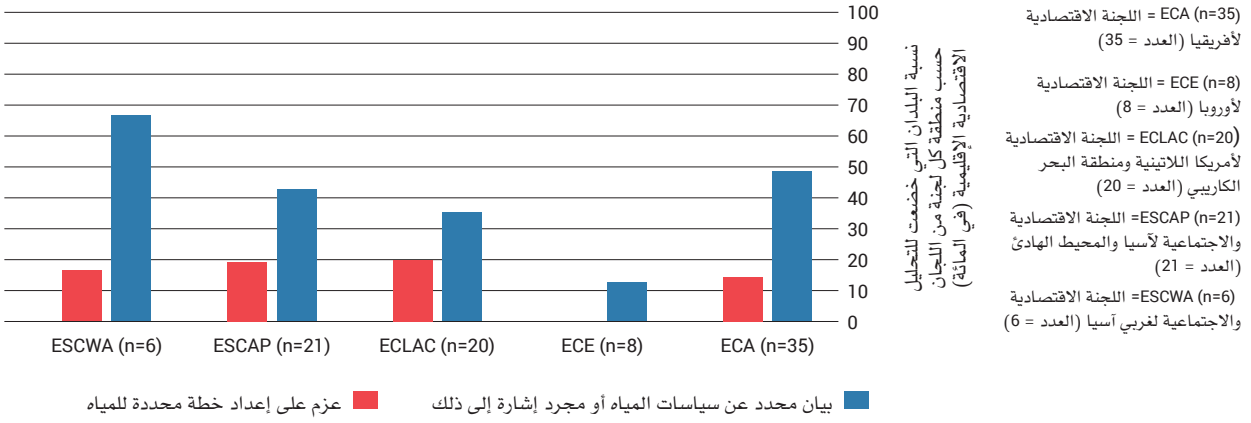


المصدر: التحليل الإقليمي للبيانات المتعلقة بالمساهمات المحددة وطنياً المستمد من GWP (2018b).

تتصل ببناء المؤسسات والهياكل الأساسية، على حد سواء (الشكل 10.2).[31] وتشكل الاستثمارات الرامية إلى تحسين القدرة المؤسسية على إدارة المياه نظيراً أساسياً للاستثمارات في إقامة الهياكل الأساسية (GCA, 2019). وفي حين أن نوع الاستثمارات المؤسسية وتسلسلها المحددين مقابل الاستثمارات في الهياكل الأساسية يختلفان بالضرورة فيما بين البلدان ذات المستويات الإنمائية المختلفة، فإن التوازن المناسب بين هذين النوعين من الاستثمارات يكفل إمكانية إدارة المفاضلات بين الإنصاف والأهداف البيئية والاقتصادية في ظل مناخ متغير (Sadoff and Muller, 2009; Shah, 2016). ولكن بالنظر إلى أن المساهمات المحددة وطنياً تستخدم جزئياً لتحديد الاحتياجات من التمويل المتعلق بالمناخ، الأمر الذي يمكن أن يحفز البلدان على إعطاء الأولوية للهياكل الأساسية الأكثر تكلفة على حساب بناء المؤسسات، لا يزال هناك مجال لتحسين التوازن في جميع المناطق.

نبأ مختلط: في عدد من الحالات، يعلم واضعو استراتيجيات البلدان المتعلقة بتغير المناخ، بوجود خطط في قطاع المياه – ولكن هذا لا ينطبق على أكثر من نصف البلدان. ولا يرد ذكر لخطط قطاع المياه صراحة إلا في ما يزيد قليلاً عن ثلث المساهمات المحددة وطنياً التي جرى استعراضها في بلدان اللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي، وما يقرب من نصف المساهمات في بلدان اللجنة الاقتصادية لأفريقيا واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ، والمساهمات في أربعة من أصل ستة بلدان جرى تحليلها في اللجنة الاقتصادية

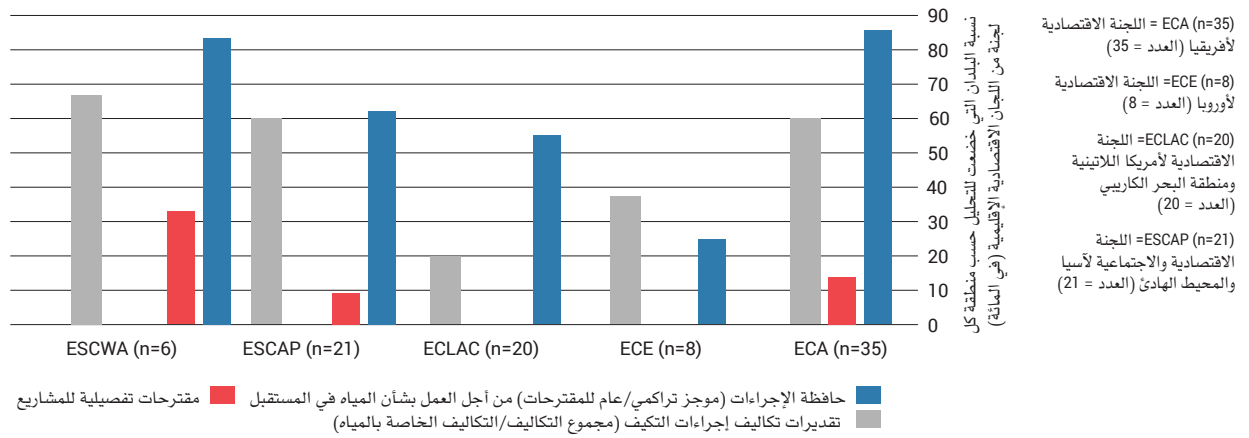
الشكل 10.3 الإشارة إلى التخطيط المتعلق بالمياه في المساهمات المحددة وطنياً



المصدر: التحليل الإقليمي للبيانات المتعلقة بالمساهمات المحددة وطنياً المستمد من GWP (2018b).

31 تشمل التدابير المؤسسية ما يلي: تسعير المياه؛ وعمليات التحليل أو النمذجة التي يسترشد بها في التخطيط؛ واللوائح والمعايير وأعمال الإنفاذ؛ والتنمية المؤسسية. وتشمل التدابير المتعلقة بالهياكل الأساسية الخزانات الطبيعية والمنشأة، وحماية الهياكل الأساسية، وتحلية المياه. وتشير البلدان أيضاً إلى إجراءات يصعب تصنيفها على أنها تخص الهياكل الأساسية أو المؤسسات، بما في ذلك الإدارة العامة للموارد المائية؛ وتدابير حفظ المياه (بما في ذلك حفظ النظم الإيكولوجية، مثل الأراضي الرطبة، وإعادة تدوير المياه، وكفاءة استخدام المياه، وجمع المياه)؛ والإجراءات المتعلقة بقطاعات فرعية محددة مثل إدارة المياه الخاصة بالزراعة أو بالمناطق الحضرية، والمياه الجوفية، والحد من مخاطر الكوارث.

الشكل 10.4 حافظات مشاريع المياه ومقترحاتها والتكاليف المدرجة في المساهمات المحددة وطنياً



المصدر: التحليل الإقليمي للبيانات المتعلقة بالمساهمات المحددة وطنياً المستمد من GWP (2018b).

والاجتماعية لغربي آسيا (الشكل 10.3). وأعربت نسبة أخرى تتراوح بين 14 و20 في المائة من البلدان في كل منطقة من هذه المناطق عن اعتزامها إعداد بيان أو خطة بشأن سياسات المياه في إطار مساهماتها المحددة وطنياً. وهذا دليل على ما يمكن ملاحظته في كثير من الأحيان من الروايات المتناقلة، وهو: أن واضعي السياسات الذين يعدون المساهمات المحددة وطنياً في كثير من البلدان لا إلمام لهم بالعمل المنجز في قطاع المياه ولا يعرفونه. ومن ثم يبدو برنامج العمل واضحاً: ضمان أن تتجلى الخطط المتعلقة بالمياه بشكل كاف في الاستراتيجيات المناخية.

نبأ مثير للقلق: الاختلافات الإقليمية كبيرة في الالتزام بحفظ المياه. ترد إشارة إلى تدابير حفظ المياه في 60 في المائة من المساهمات المحددة وطنياً للبدان التي جرى تحليلها في اللجنة الاقتصادية لأفريقيا واللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي، وفي جميع المساهمات المقدمة من بلدان اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا التي جرى تحليلها. غير أن نسبة البلدان التي أشارت إلى تلك التدابير في المساهمات المحددة وطنياً لبلدان اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ لم تتجاوز 24 في المائة. وتشمل تدابير حفظ المياه هذه التدابير القائمة على الهياكل الأساسية الطبيعية، مثل الأراضي الرطبة وجمع مياه الأمطار، وكلاهما يمكن أن يساعد على تخفيف حدة التقلب في هطول الأمطار عن طريق تخزين المياه، مما يسفر عن فوائد تتعلق بالحماية من الفيضانات وتوافر المياه (Browder et al., 2019).

نبأ مثير لأقصى درجات القلق: لا يوجد في جميع المناطق مقترحات تُذكر لمشاريع ملموسة تتعلق بإجراءات التكيف مع تغير المناخ المتصلة بالمياه. وأكثر من 80 في المائة من البلدان التي جرى استعراضها في اللجنة الاقتصادية لأفريقيا واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا يشير في المساهمات المحددة وطنياً إلى مجموعة واسعة من الإجراءات المقترحة في مجال المياه، في حين لا يفعل ذلك من بلدان اللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ إلا ما يزيد قليلاً عن نصف البلدان (الشكل 10.4). غير أن حصة البلدان التي تشير إلى مقترحات مفصلة للمشاريع المتصلة بالمياه في مساهماتها المحددة وطنياً أقل من ذلك بكثير في جميع المناطق – فهناك أقل من 20 في المائة من بلدان اللجنة الاقتصادية لأفريقيا واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ، وبلدان من البلدان الستة التي جرى تحليلها في اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، ولم يشر إلى مقترحات من هذا النوع أي من البلدان في اللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي، ولا أي من بلدان اللجنة الاقتصادية لأوروبا الثمانية التي جرت دراستها.[32] وبما أن وضع مجموعة قوية من المشاريع شرط مسبق للحصول على التمويل اللازم (WWC/GWP, 2018)، فإن قلة الإشارة إلى هذه المشاريع في الجولة الأولى من المساهمات المحددة وطنياً (قبل عام 2020) لا تبشر بالخير بالنسبة للتنفيذ السريع لهذه الالتزامات. واحتمال أن تدرج البلدان، في جميع المناطق، تقديرات (مرتفعة عادة) لتكاليف إجراءات التكيف المزمع القيام بها أقوى من احتمال أن تشير إلى مقترحات مفصلة بشأن مشاريع المياه. والأمر المهم هو أنه على الرغم من ضرورة عمليات تقدير التكاليف هذه، فإنها تعتمد اعتماداً كبيراً على الاهتمام بالتحديات المنهجية، وهو أمر يصعب تأكيده في غياب التفاصيل المنهجية في كثير من المساهمات المحددة وطنياً (Hedger, 2018a).

32 من المحتمل أن تكون النتائج التي تم التوصل إليها فيما يخص منطقة اللجنة الاقتصادية لأوروبا هي ناتج عرضي لانخفاض التركيز على إجراءات التكيف في المساهمات المحددة وطنياً لهذه المنطقة ومحدودية عدد البلدان التي جرى تحليلها.

10.3 أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى – منظور اللجنة الاقتصادية لأفريقيا

10.3.1 الآثار المتصلة بالمياه التي يخلفها تغير المناخ على القطاعات وأهداف التنمية المستدامة

إن آثار تغير المناخ على الموارد المائية في أفريقيا حادة بالفعل. فعلى سبيل المثال، وجدت دراسات عديدة أن معدل هطول الأمطار في الجنوب الأفريقي قد انخفض مؤخراً، ربما نتيجة لتغير المناخ (IPCC, 2014a; Bellprat et al., 2015; Funk et al., 2018; Yuan et al., 2018). وسيتزايد أيضاً تفاعل هذه الآثار مع العوامل المتعددة غير المتصلة بالمناخ التي تسبب ندرة المياه وتلوثها، مثل تزايد عدد السكان والتنمية الاقتصادية والنزاعات والهشاشة، وهي عوامل تشكل تحديات خطيرة، لا بالنسبة لتحقيق الغايات المتعلقة بالمياه فحسب، بل أيضاً بالنسبة لتحقيق الغايات الإنمائية الأخرى المحددة في خطة عام 2030 وخطة الاتحاد الأفريقي لعام 2063. وسيبرز أثر الزيادة السكانية بشكل خاص في القارة الأفريقية، حيث يُتوقع أن ينمو عدد السكان بأكثر من نصف بليون نسمة بحلول عام 2050، مما يزيد من الإجهاد المائي، ولا سيما في المناطق الحضرية (الهدف 11 من أهداف التنمية المستدامة) (Taylor et al., 2009). ويُتوقع أيضاً أن تتجلى عواقب تغير المناخ المرتبطة بالمياه في صحة الإنسان، من خلال الأمراض المنقولة بنواقل الجراثيم وعبر المياه (بفعل أمور من بينها زيادة صعوبة الحصول على مياه الشرب المأمونة وخدمات الصرف الصحي والنظافة الصحية) ومن خلال سوء التغذية، بالنظر إلى آثار تغير المناخ المتوقعة على الأمن الغذائي (الهدفان 3 و2 من أهداف التنمية المستدامة) (IPCC, 2014a).

وبصفة عامة، فإن الممارسات الاقتصادية والمعيشية القائمة، شأنها شأن النظم الإيكولوجية الطبيعية، ضعيفة في مواجهة تغير المناخ واستعدادها للتكيف دون تدخل منخفض. ففي النظم الزراعية، وخاصة في المناطق شبه القاحلة، لا تبدو النهوج التقليدية القائمة على توفير سبل العيش متينة بما فيه الكفاية للتعامل مع الآثار الطويلة الأجل لتغير المناخ (الهدف 2 من أهداف التنمية المستدامة) (IPCC, 2014a). أما النظم الإيكولوجية البرية والبحرية، وكذلك المناطق الساحلية، فهي شديدة التعرض لارتفاع مستوى سطح البحر، والجريان السطحي البري، والعواصف والمد العاصفي (الهدفان 14 و15 من أهداف التنمية المستدامة) (CDKN, 2012; IPCC, 2014a).

ويظهر البعد الإقليمي لتحديات تغير المناخ المتصلة بالمياه بقوة شديدة في جميع أنحاء أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، وهو يتجلى في تحديات أخرى متعددة – بما في ذلك التحديات المتعلقة بالأمن والسلام. وهناك مستوى مرتفع من الترابط الإقليمي من خلال الطاقة الكهرمائية في الأحواض المشتركة. ومن المنتظر بحلول عام 2030 أن يقع 70 في المائة و59 في المائة من الطاقة الكهرمائية في شرق أفريقيا والجنوب الأفريقي، على التوالي، في مجموعة واحدة من المجموعات المتعلقة بتقلب هطول الأمطار، مما يزيد من مخاطر حدوث انقطاع متزامن لتوليد الطاقة (Conway et al., 2017). وفي الوقت نفسه، يشكل تغير المناخ عاملاً دافعاً إلى الهجرة داخل المنطقة. ويمكن الربط بشكل مباشر بين بعض الأنماط الحالية للتشرد وحالات الجفاف الشديد (Owain and Maslin, 2018).

10.3.2 إجراءات الاستجابة على صعيد السياسات: التقدم المحرز والتحديات الماثلة

يتفاقم الشعور بآثار تغير المناخ المتصلة بالمياه في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى لأن السياسات تتخذ في سياقات محفوفة بتحديات تعوق التنسيق، فضلاً عن ثغرات في الرصد والبحوث

يتفاقم الشعور بآثار تغير المناخ المتصلة بالمياه في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى لأن السياسات تتخذ في سياقات محفوفة بتحديات تعوق التنسيق، فضلاً عن ثغرات في الرصد والبحوث (IPCC, 2014a). ومع ذلك، فقد أُحرز تقدم هام منذ صدور *التقييم الخامس* للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC, 2014a)، بما في ذلك بذل الجهود من أجل بناء القدرة على وضع السياسات والتنفيذ واتخاذ القرارات استناداً إلى الأدلة من خلال التعاون الإقليمي. ومن الأمثلة على ذلك مرفق تنمية الهياكل الأساسية القادرة على الصمود أمام تغير المناخ، الذي يهدف إلى توفير حلول طويلة الأجل لقضايا المياه التي تؤثر على المجتمعات المحلية الفقيرة في الجنوب الأفريقي. ويشدد المرفق بقوة على الإجراءات العابرة للحدود، ودعم أصحاب المصلحة الوطنيين والإقليميين للاضطلاع بمشاريع قطاع المياه العابرة للحدود من خلال تقديم الدعم اللازم لإعداد المشاريع، وتيسير الحصول على التمويل، وتوفير المساعدة التقنية (CRIDF, 2018). وثمة مثال آخر هو مبادرة البحوث المناخية من أجل التنمية في أفريقيا، التي تسعى إلى معالجة الفجوة المستمرة بين البيانات المناخية وصنع القرار في جميع أنحاء المنطقة (Conway et al., 2015) من خلال تعزيز الروابط بين الباحثين الأفريقيين في مجال علوم المناخ وواضعي السياسات في أفريقيا (UNECA/ACPC, 2019).

ومن الممكن أن تولى إدارة الموارد المائية في سياق تغير المناخ أولوية على صعيد الاستراتيجيات الرئيسية، بما فيها خطط التكيف، وخطط التنمية الاقتصادية الوطنية، والمساهمات المحددة وطنياً، على النحو الذي يتبين من استعراض أكثر تعمقاً لثلاثة بلدان، هي الكاميرون في وسط أفريقيا وغانا في غرب أفريقيا وكينيا في شرق أفريقيا

(الجدول 10.1). ففي البلدان الثلاثة جميعاً، تعطى الأولوية لإدارة الموارد المائية في المساهمات المحددة وطنياً أو في خطط التكيف مع تغير المناخ أو في أطر التخطيط. والمهم في الأمر أن تغير المناخ من حيث صلته بالمياه معترف به أيضاً كمسألة شاملة لعدة قطاعات في المساهمة المحددة وطنياً المقدمة من الكاميرون وفي إطار خطة التكيف الوطنية في غانا – لا باعتباره أحد الشواغل المتعلقة بقطاع المياه فقط، بل باعتباره أمراً يهم اقتصاد البلد ككل. كذلك تربط غانا وكينيا بين تغير المناخ وإدارة الموارد المائية في خططهما الإنمائية الوطنية، على الرغم من استمرار معالجتهما عموماً كقطاعين أو موضوعين منفصلين.

غير أن المستويات المتواضعة لتطبيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية في البلدان الثلاثة جميعها تشير إلى التحديات المقبلة التي تكتنف اتباع نهوج متعددة القطاعات ومتكاملة إزاء المناخ والمياه والتنمية. ومن دواعي القلق أن المياه لا تحظى بالاهتمام الكافي الذي يتجاوز مجرد الإشارة الموجزة إليها، بوصفها عنصراً للربط مع المناخ في سياق التعاون العابر للحدود، في خطط التنمية الوطنية أو المساهمات المحددة وطنياً أو خطط العمل الوطنية، على الرغم من السياق الهام للأنهار والبحيرات المشتركة في جميع البلدان الثلاثة.

10.3.3 فرص التعجيل بالعمل في مجال المياه والمناخ على الصعيدين الوطني والإقليمي

إن قائمة السياسات والإجراءات المتعلقة بالتكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره التي تشمل الجوانب الخاصة بالمياه هي قائمة طويلة. وهي تشمل ما يلي: دعم القدرة على الصمود أمام حالات الجفاف والفيضانات من خلال الاستثمار في بناء وتحسين قدرة مرافق إمدادات المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية على الصمود أمام تغير المناخ (Oates et al., 2014) ؛ وتوسيع نطاق الحماية الاجتماعية واستحداث منتجات مالية، من قبيل التأمين (New Climate Economy, 2018)؛ وتعزيز المساواة بين الجنسين في استخدام الموارد المائية وإدارتها (Das, 2017)؛ والنهوض بتوافر المياه للزراعة من خلال طرق تشمل جمع المياه والفَرش الواقي وتقليل الحراثة في نظم الزراعة البعلية (Keys and Falkenmark, 2018).

ويقتضي إيجاد الفرص لتحويل هذه الأولويات من قائمة بالأمنيات إلى إجراءات عملية إيلاء اهتمام وثيق لديناميات الاقتصاد السياسي. فكثيراً ما تكون لهذه الديناميات أبعاد وطنية وإقليمية تحدد حيز التعاون في بناء المؤسسات والمعلومات والاستثمار. وعلى سبيل المثال، يمكن للتكامل الإقليمي في مجال الطاقة من خلال مجمعات الطاقة أن يقلل من بعض أوجه الضعف المناخية فيما يتعلق بالطاقة الكهرمائية في الجنوب الأفريقي وشرق أفريقيا، مما يسمح بالتبادل التجاري عبر المجمعات وتنويع مزيج طرق توليد الطاقة داخلها. وتكتسي الطاقة أهمية سياسية فيما يتعلق بتحقيق طموحات العديد من البلدان الأفريقية من حيث التحول الاقتصادي. فالطاقة يمكن أن توفر حافزاً لتشجيع التعاون الإقليمي لمواجهة التحديات المتعلقة بالمسائل التي تنطوي على ترابط بين المياه والطاقة والمناخ، وربما تفتح أبواباً للاستثمار في مجمعات الطاقة الإقليمية والآليات المؤسسية لتجارة الطاقة. وسيتعين التعامل مع تحديات الاقتصاد السياسي التي تعترض هذه الحلول، بما يشمل السياسات الوطنية الرامية إلى تحقيق السيادة في مجال الطاقة، والمصالح الراسخة، وأوجه انعدام الكفاءة في احتكارات الدولة، ونقص الاستثمار على مدى سنوات في معظم البلدان (Conway et al., 2017).

وستتوافر دائماً فرص يمكن فيها دفع التعاون الإقليمي من خلال البيان الواضح لجدوى التكامل. وأمام البلدان مجال لتقاسم المخاطر المالية للجفاف مع جيرانها عن طريق مجمعات التأمين الإقليمية مثل المجمع الذي أنشأه المرفق الأفريقي لمواجهة المخاطر، وهو وكالة متخصصة تابعة للاتحاد الأفريقي، تضم بين أعضائها كينيا وغانا و31 دولة أخرى. وفي الوقت نفسه، تبين تجارب البلدان التي تشملها العينة أهمية الجمع بين الإجراءات على كل من الصعيد الإقليمي والوطني وأهمية تسلسلها. ويتعين دعم آلية التأمين الإقليمية من خلال نظم تنشأ على المستوى القطري لتوجيه المدفوعات للمحتاجين – مثل نظم الحماية الاجتماعية التي يمكن أن تحول المدفوعات إلى المزارعين أو الرعاة الفقراء، قبل أن يضطروا إلى بيع أصولهم في حالة الجفاف (New Climate Economy, 2018). ولكي تكون هذه النظم قابلة للاستمرار على المدى الطويل، يلزم أن يكون أعضاء مرفق التأمين موزعين جغرافياً ومناخياً بما يكفي لانتفاء احتمال أن تنشأ حالات الجفاف في جميع البلدان في آن واحد.

وعلى الصعيد دون الإقليمي، هناك أيضاً فرص لتحسين التعاون عبر أحواض الأنهار. وتشارك غانا والكاميرون وكينيا، فضلاً عن بلدان أفريقية أخرى، في مشاريع دولية يُضطلع بها في الأحواض العابرة للحدود، بما في ذلك في أحواض نهري النيجر وفولتا وبحيرة فيكتوريا (الجدول 10.1)، على الرغم من قلة الإعراب في استراتيجياتها الوطنية المتعلقة بالمناخ والتنمية الاقتصادية عن الاهتمام الصريح بالعمل المتعلق بالمياه والمناخ ذي الطابع العابر للحدود. وهذا يبرز الدور الهام الذي تؤديه المنظمات الإقليمية والمعنية بالأحواض بوصفها جهات ميسرة ومنفذة لإجراءات التكيف المتصلة بالمياه. وهو يشير أيضاً إلى احتمال أن يصبح التعاون عبر الحدود بشأن تغير المناخ حافزاً لتعزيز البعد المائي للخطط الوطنية المتعلقة بالمناخ والاقتصاد (World Bank, 2017c).

الجدول 10.1 لمحة قطرية عن أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى: كيفية معالجة مسألة تغير المناخ المتصل بالمياه من حيث الاستراتيجية والتنفيذ

البلد	مؤشر تطبيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية (UN Environment, 2018)	المستوى	الخطة الوطنية	المساهمات المحددة وطنياً	خطة التكيف	أمثلة على الإجراءات الإقليمية/العابرة للحدود المتعلقة بالمياه – المناخ
الكامرون	34 (متوسط منخفض)	وطني	تشير الوثيقة الاستراتيجية للنمو والعمالة (2010-2020) (Republic of Cameroon, 2009a) مرة واحدة إلى تغير المناخ؛ ويتمثل محور التركيز فيما يتعلق بالمياه في مسألة المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية. وتشير الاستراتيجية الطويلة الأجل، وهي رؤية عام 2035، إلى أن 'مكافحة آثار تغير المناخ' ستكون محور تركيز المرحلة الثانية (2007-2020)، التي تركز على الغابات والتصحر والمسطحات المائية الإقليمية (Republic of Cameroon, 2009b).	تتضمن المساهمة المحددة وطنياً إشارة إلى برنامج قطاعي مخصص للمياه يركز على مختلف جوانب تغير المناخ المتصلة بالمياه (مثل المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية، وإدارة الموارد، والفيضانات، والنظم الإيكولوجية، ونوع الجنس)؛ كذلك يشار إلى المياه في برامج الزراعة والصناعة، وفي برنامج شامل لبيانات الأرصاد الجوية المائية.	تبين خطة الكامرون الوطنية للتكيف مع تغير المناخ (2015) (Republic of Cameroon, 2015) بمزيد من التفصيل مشاريع وبرامج التكيف المذكورة في المساهمة المحددة وطنياً.	يهدف مشروع ''التنمية المتكاملة من أجل زيادة القدرة على الصمود أمام تغير المناخ في المناطق الريفية في حوض النيجر''، الذي يموله مرفق البيئة العالمية، وينفذه مصرف التنمية الأفريقي وتتولى إنجازه سلطة حوض النيجر، إلى زيادة الأمن المائي والقدرة على الصمود أمام تغير المناخ في الحوض، بطرق منها حفز التعاون بين دول متعددة لتحقيق التوازن بين الاستخدامات المتضاربة للمياه، مع مراعاة تقلب المناخ وتغيره.
		عابر للحدود	تشمل رؤية عام 2035 تعزيز المشاريع الإقليمية في حوضي نهر النيجر وبحيرة تشاد كأولوية للمرحلة الثانية (2020-2027) في إطار المحور 3.2 'تكثيف مكافحة تغير المناخ' (Republic of Cameroon, 2009b).	لا يوجد ذكر.	ثمة تنويه بالمنظمات العابرة للحدود (حوضا نهر النيجر وبحيرة تشاد)، ولكن لا يبدو أن الأنشطة تتصل بإدارة المياه العابرة للحدود.	
غانا	49 (متوسط منخفض)	وطني	المجال 2 (من أصل 5 مجالات) من البرنامج المنسق لسياسات التنمية الاقتصادية والاجتماعية للفترة 2017-2024 مكرس للبيئة والهياكل الأساسية والمستوطنات البشرية. وثمة اعتراف بأن تقلب المناخ وتغيره يشكلان تحديين هامين بالنسبة للأراضي الرطبة وإدارة الموارد المائية. وتشمل الاستجابات ذات الأولوية إدماج تخطيط الموارد المائية في التخطيط الإنمائي الوطني ودون الوطني.	تشكل الإدارة المتكاملة للموارد المائية أحد الإجراءات المحددة في مجال السياسة العامة (من بين 7 إجراءات)، ويقابلها برنامج عمل واحد مناظر (من بين 11 برنامجاً) في إطار الهدف المتعلق بالتكيف في المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً الخاصة بغانا.	يشير إطار خطة التكيف الوطنية (2018) (EPA/NDPC/Ministry of Finance of Ghana, 2018) إلى أن المياه يُنتظر أن تكون واحدة من مجموعات التخطيط الأربع الشاملة لعدة قطاعات (إلى جانب الصحة والهياكل الأساسية والصلة بين الأراضي والطاقة والزراعة). كذلك حدد تقييم أجري لجوانب الضعف المياه بوصفها قطاعاً ذا أولوية.	يهدف مشروع 'التكامل بين إدارة الفيضانات والجفاف والإنذار المبكر من أجل التكيف مع تغير المناخ في حوض نهر فولتا'، الذي تنفذه المنظمة العالمية للأرصاد الجوية ويموله صندوق التكيف العالمي، إلى مساعدة بنين وبوركينا فاسو وتوغو وغانا وكوت ديفوار ومالي على تنفيذ تدابير منسقة ومشتركة لتحسين خطط الإدارة الحالية على الصعد المحلي والوطني والإقليمي.
		عابر للحدود	لا يوجد ذكر.	لا يوجد ذكر.	لا يوجد ذكر.	
كينيا	53 (متوسط مرتفع)	وطني	تحدد الخطة المتوسطة الأجل (2018-2022) (Republic of Kenya, 2018) تغير المناخ وإدارة مخاطر الكوارث بوصفهما مجالين من المجالات المواضيعية الثلاثة؛ ويُنظر في إدارة الموارد المائية على حدة (في إطار البيئة والمياه والصرف الصحي والتنمية الإقليمية). ومن المسلم به أن تغير المناخ يشكل تحدياً عاماً رفيع المستوى يعترض تحقيق هذا الهدف.	تشمل المخاطر المناخية الرئيسية المحددة حالات الجفاف والفيضانات. وتشمل استراتيجيات التكيف ذات الأولوية تعميم مراعاة التكيف مع تغير المناخ في قطاع المياه عن طريق تنفيذ الخطة الرئيسية الوطنية للمياه (2014) (Ministry of the Environment of the Republic of Kenya, 2013).	تشمل الإجراءات 'تعميم مراعاة التكيف مع تغير المناخ في قطاع المياه' عن طريق تعزيز رصد الموارد المائية، وإجراء التقييمات ووضع خطط الإنذار المبكر، وتعزيز كفاءة استخدام المياه. ويُنظر أيضاً في آثار تغير المناخ المتصلة بالمياه في إطار الصحة والطاقة.	يدعم مشروع 'التكيف مع تغير المناخ في حوض بحيرة فيكتوريا'، الذي يموله صندوق التكيف، وتتولى إنجازه لجنة حوض بحيرة فيكتوريا وينفذه برنامج الأمم المتحدة للبيئة، المؤسسات الرامية إلى إدماج القدرة على الصمود أمام تغير المناخ في إدارة مستجمعات المياه العابرة للحدود، ضمن أنشطة أخرى.
		عابر للحدود	ثمة إشارة إلى مشروع رئيسي بشأن المياه العابرة للحدود (المفاوضات والاستعراض وتنفيذ الأطر القائمة). ولا توجد صلة صريحة لهذا المشروع بتغير المناخ. وترد مبادرات التكيف عبر الحدود في إطار المجال المواضيعي 'تغير المناخ'.	لا يوجد ذكر.	تشمل الإجراءات المتعلقة بالمياه إجراءات فرعية متوسطة الأجل لتعزيز التعاون في مجال إدارة الموارد المائية العابرة للحدود.	

المصدر: المؤلفون

10.4 أوروبا والقوقاز وآسيا الوسطى – منظور اللجنة الاقتصادية لأوروبا

10.4.1 الآثار المتصلة بالمياه التي يخلفها تغير المناخ على القطاعات وأهداف التنمية المستدامة

تشير التوقعات المناخية إلى تزايد التهطال في شمال أوروبا وتناقصه في جنوب أوروبا. ومن المتوقع حدوث زيادة ملحوظة في درجات الحرارة القصوى المرتفعة، وحالات الجفاف المتعلقة بالأرصاد الجوية، وظواهر التهطال الشديد، ولكن مع وجود اختلافات عبر أوروبا. ودرجة انعدام اليقين أعلى في آسيا الوسطى، في ظل التباين في الاتجاهات التاريخية بين الأمكنة وعدم الاتساق في التغيرات المتوقعة لكل من التهطال وحالات الجفاف بدرجاته. وتسلط الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ الضوء على التحديات المتزايدة التي تكتنف الري والطاقة الكهرمائية والنظم الإيكولوجية والمستوطنات البشرية في منطقة أوروبا (الأهداف 2 و7 و11 و15 من أهداف التنمية المستدامة) (IPCC, 2014a). كذلك يشكل احتمال أن تضخّم الفيضانات وحالات الجفاف، على حد سواء، من التحديات الصحية، مثل الأمراض المتصلة بالمياه، مسألة رئيسية بالنسبة لهذه المنطقة (الهدف 3 من أهداف التنمية المستدامة) (UNECE/WHO Regional Office for Europe, 2011).

وكما هو الحال في مناطق أخرى، فإن آثار تغير المناخ المتصلة بالمياه تتشابك أيضاً مع العوامل المحركة وعوامل الضغط الاجتماعية والاقتصادية والسياسية الهامة إقليمياً. وأهم أمر بالنسبة لمنطقة اللجنة الاقتصادية لأوروبا هو ارتفاع مستوى التنمية وتصاعده في كثير من الأحواض. فبالنسبة للري، على سبيل المثال، يعني ذلك أن الطلب سيزداد، ولكن الإمكانات ستكون مقيدة، لا بانخفاض الجريان السطحي فحسب، وإنما أيضاً بزيادة الطلب من القطاعات الأخرى (IPCC, 2014a). ويمكن للعوامل المحركة الأخرى ذات الأهمية الإقليمية أن تيسر التكامل بين المناخ والمياه – ومن أمثلة ذلك الحافز السياسي القوي نسبياً الذي توفره عضوية الاتحاد الأوروبي والتشجيع الناتج عن ذلك على الامتثال للتوجيهات الإطارية المتعلقة بالمياه والفيضانات (الإطار 10.1).

10.4.2 إجراءات الاستجابة على صعيد السياسات: التقدم المحرز والتحديات الماثلة

تتألف المنطقة أساساً من اقتصادات متقدمة، تتسم عموماً بمستويات عالية من تطبيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية (الشكل 10.1). غير أن الأمر ليس كذلك بالنسبة للجميع. فعند إلقاء نظرة أعمق على ثلاثة بلدان متوسطة الدخل، هي أوكرانيا وجمهورية مقدونيا الشمالية وكازاخستان (الجدول 10.2) – يتبين، أولاً، أن هذه البلدان قد صنفت بنفسها التقدم الذي أحرزته في تطبيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية على أنه "منخفض" أو "منخفض متوسط"، مما يشير إلى الحاجة إلى تحسين السياسات والمؤسسات والأدوات الإدارية المتعلقة بالمياه والنهوض بالموارد المائية كأساس لإدارة الاستجابات المناخية وآثارها من خلال المياه. وثانياً، فإن الاستراتيجيات المناخية والاقتصادية في أوكرانيا وكازاخستان لا تتناول على وجه التحديد الصلات بين تغير المناخ والمياه. وفي حين أن تحسين إدارة المياه معترف به كأحد الأولويات في خطط التنمية الوطنية للبلدان الثلاثة جميعاً، فلا يربط صراحة بين تلك المسألة وتغير المناخ سوى جمهورية مقدونيا الشمالية.

والمساهمات المحددة وطنياً الخاصة بجمهورية مقدونيا الشمالية هي أيضاً الوحيدة التي تشير إلى قضايا المياه، وتحديداً الطاقة الكهرمائية. ويعزى جزئياً هذا النقص في التركيز على المياه في المساهمات المحددة وطنياً إلى أن تلك المساهمات في جميع البلدان الثلاثة تركز على مسألة التخفيف – فأوكرانيا وكازاخستان، على وجه الخصوص، لديهما انبعاثات عالية من غازات الدفيئة. وتتسم البلاغات الوطنية بمزيد من التفصيل بصفة عامة، وهي تعالج قضايا المياه في جمهورية مقدونيا الشمالية وكازاخستان بشكل أكثر استفاضة. وعلى الرغم من عدم تحديد خطة تكيف منفصلة على الصعيد الوطني في أي من البلدين، فقد وُضع مفهوم للتكيف في أوكرانيا، يتضمن عدة تدابير تتعلق بالمياه.

وعلاوة على ذلك، تحاول كازاخستان وأوكرانيا معالجة المناخ والمياه بوصفهما مسألتين متكاملتين على الصعيد الإقليمي، داخل الأحواض العابرة للحدود. ونهر دنيستر هو واحد من أكبر الأحواض في أوكرانيا وهو أكبرها في جمهورية مولدوفا، حيث يوفر المياه لعدد كبير من السكان ويدعم مجموعة واسعة من الصناعات، بما في ذلك إنتاج الأغذية والحراجة وإنتاج الطاقة الكهرمائية. وفي عام 2015، وقّع ممثلون حكوميون رفيعو المستوى من جمهورية مولدوفا وأوكرانيا على إطار استراتيجي للتكيف مع تغير المناخ، وضعه ممثلون من الخبراء بالتشاور مع السلطات المعنية بالبيئة والمياه والسلطات القطاعية من كلا البلدين، بدعم من لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا ومنظمة الأمن والتعاون في أوروبا. ويحدد الإطار الاستراتيجي مجالات العمل المشترك على مستوى الحوض التي تتطلب التعاون عبر الحدود. وجرى بيان هذه التدابير بمزيد من التفصيل وتقييمها مالياً في خطة تنفيذ الإطار الاستراتيجي، وقد نُفذ بعضها بالفعل. ولم تؤد هذه الأنشطة إلى زيادة القدرة على التكيف في الحوض فحسب، بل عززت أيضاً التعاون في مجال المياه العابرة للحدود على نطاق أوسع، بتيسير بدء نفاذ معاهدة حوض نهر دنيستر العابر للحدود في عام 2017 وإنشاء لجنة دنيستر في عام 2018.

الجدول 10.2 لمحة قطرية عن أوروبا والقوقاز وآسيا الوسطى: كيفية معالجة مسألة تغير المناخ المتصل بالمياه من حيث الاستراتيجية والتنفيذ

البلد	مؤشر تطبيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية (UN Environment, 2018)	المستوى	الخطة الوطنية	المساهمات المحددة وطنياً	خطة التكيف	أمثلة على الإجراءات الإقليمية/العابرة للحدود المتعلقة بالمياه – المناخ
كازاخستان	30 (منخفض)	وطني	ترد تحديات المياه والاستجابات في مجال السياسات في استراتيجية عام 2050، ولكن ليس في سياق تغير المناخ (Republic of Kazakhstan, 2012).	تركز المساهمات المحددة وطنياً على مسألة التخفيف. ولا يرد ذكر للموارد المائية. ويتناول البلاغ الوطني الأخير (VII, 2017) على نطاق واسع الآثار المتصلة بالمياه وخيارات التكيف (Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan/ UNDP in Kazakhstan/GEF, 2017).	يجري وضع خطة وطنية للتكيف. وكما سلفت الإشارة، تم تحديد إجراءات التكيف المتصلة بالمياه في البلاغ الوطني.	تقوم لجنة المياه في تشو – تالاس وفريقها العامل المكرس المعني بالتكيف مع تغير المناخ والبرامج الطويلة الأجل، بدعم من اللجنة الاقتصادية لأوروبا وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي ومنظمة الأمن والتعاون في أوروبا، بإدماج مسألة التكيف مع تغير المناخ في عمليات التخطيط في الحوض الذي تتقاسمه كازاخستان وقيرغيزستان (انظر الإطار 10.2).
		عابر للحدود	يُعترف بالمياه كمسألة جيوسياسية في استراتيجية عام 2050، ولكن ليس في سياق تغير المناخ.	يشار في البلاغ الوطني السابع (2017) إلى التشريعات والتعاون عبر الحدود كتدبير للتكيف.	لا توجد خطة للتكيف حتى الآن.	
جمهورية مقدونيا الشمالية	22 (منخفض)	وطني	ثمة اعتراف بتزايد التعرض للكوارث الناجمة عن تغير المناخ. وتتصل معظم الاستجابات ذات الأولوية بالمياه، ويشمل ذلك وضع نظام متكامل لإدارة المياه من خلال وكالة مخصصة للمياه، ووضع خطط للحماية من الفيضانات، ونظم للإنذار المبكر.	تركز المساهمات المحددة وطنياً على مسألة التخفيف. ويشار إلى الطاقة الكهرمائية الصغيرة والكبيرة في إطار تدابير التخفيف. ويدرس البلاغ الوطني الثالث (2014) بالتفصيل آثار تغير المناخ على المياه والقدرة على التكيف وتدابير التكيف في قطاع المياه. وتمثل إدارة الموارد المائية المتكاملة الشاملة لعدة قطاعات التي تركز على الأحواض أولوية شاملة (Ministry of Environment and Physical Planning of the Republic of Macedonia, 2014).	يجري وضع خطة وطنية للتكيف. وحسبما سلفت الإشارة، تم تحديد إجراءات التكيف المتصلة بالمياه في البلاغ الوطني.	تتعاون مقدونيا الشمالية مع جيرانها لضمان الإدارة المستدامة لحوض درين بدعم من الشراكة العالمية للمياه، واللجنة الاقتصادية لأوروبا، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي. وتتوقع البلدان المتشاطئة أن يشكل تغير المناخ مسألة شاملة وتحاول أخذه في الاعتبار عند معالجة مسائل من قبيل تدهور نوعية المياه، وتقلب النظام الهيدرولوجي، وتدهور التنوع البيولوجي، ونقل الرواسب.
		عابر للحدود	يشار إلى الأنهار العابرة للحدود (مثل فاردار)، ولكن ليس إلى أبعاد إدارة المياه العابرة للحدود.	لا يرد ذكر في المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً. ويشار إلى إمكانية التعاون عبر الحدود بشأن التكيف في حوض نهر سترومیكا.	لا توجد حتى الآن خطة للتكيف.	
أوكرانيا	49 (متوسط منخفض)	وطني	تشكل مسألة الإدارة المستدامة للمياه ومسألة منع تغير المناخ والصمود أمامه مجالات عمل منفصلة ذات أولوية في إطار الخطة الحكومية للأعمال ذات الأولوية حتى عام 2020. ولا يبدو أنه يجري النظر صراحة في الروابط بين المناخ والمياه، على الرغم من أن الإجراءات ذات الأولوية المتعلقة بتغير المناخ والتكيف معه تشمل تقييمات لأوجه الضعف في مختلف القطاعات (Cabinet of Ministers of Ukraine, 2017).	لا يرد ذكر للمياه في المساهمات المحددة وطنياً. ويركز أحدث بلاغ وطني (VI, 2013) على مسألة التخفيف. وهو يشير إلى المياه، ولكن ليس إلى الموارد المائية (Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, 2013).	يُتوخى في مفهوم تنفيذ السياسات الحكومية المتعلقة بتغير المناخ حتى عام 2030 (2016) وخطة عمله (2017) وضع سياسات وخطط قطاعية للتكيف تغطي الإدارة المتكاملة للموارد المائية، والحد من مخاطر الكوارث، والقطاعات المتصلة بالمياه، ويجرى في إطار ذلك المفهوم وخطة عمله إدراج تدابير التكيف في خطط إدارة أحواض الأنهار (Cabinet of Ministers of Ukraine, 2016).	أدى جزئياً وضع جمهورية مولدوفا وأوكرانيا لإطار استراتيجي للتكيف مع تغير المناخ، بدعم من اللجنة الاقتصادية لأوروبا ومنظمة الأمن والتعاون في أوروبا، إلى تيسير دخول معاهدة دنيستر حيز النفاذ في عام 2017 وإنشاء لجنة دنيستر في عام 2018. وترى اللجنة مسألة التكيف مع تغير المناخ كجزء من خطة إدارة الحوض العابر للحدود، كما تتوخى حدوث ذلك من خلال الحد من مخاطر الكوارث الناجمة عن الفيضانات وحالات الجفاف، وتنفيذ تدابير التكيف.
		عابر للحدود	توضع قضايا المياه العذبة العابرة للحدود في الاعتبار من خلال تطبيق نهج التركيز على الأحواض في الإدارة المتكاملة لموارد المياه	لا يرد ذكر لقضايا المياه العابرة للحدود في المساهمات المحددة وطنياً، ولا في أحدث بلاغ وطني.	لا توجد إشارة صريحة.	

المصدر: المؤلفون.

الإطار 10.2 الدروس المستفادة من إدماج التكيف مع تغير المناخ في عمليات التخطيط في حوض تشو – تالاس في كازاخستان وقيرغيزستان

يشكل نهرا تشو وتالاس المصدرين الرئيسيين للمياه اللازمة لأغراض الزراعة، وهما يدعمان سبل عيش أكثر من ثلاثة ملايين شخص في كازاخستان وقيرغيزستان. وحوض تشو–تالاس معرض بشدة لتغير المناخ، مع احتمال زيادة الجفاف وانخفاض في توافر المياه بصفة عامة (UNECE/UNDP, 2018).

وبدأت الأنشطة الأولية للتكيف مع تغير المناخ في الحوض في عام 2010 بوضع نماذج لآثار تغير المناخ وتقييم مستوى الضعف، ثم جرى تفصيل ذلك في مجموعة من تدابير التكيف مع تغير المناخ، تغطي قضايا تتفاوت من نوعية المياه إلى الرصد والتثقيف. وتم تقييم هذه التدابير كذلك على أساس تكلفتها/فعاليتها وأدمجت في تحليل تشخيصي عابر للحدود وبرنامج عمل استراتيجي. وسيصبح برنامج العمل الاستراتيجي، عند الموافقة عليه، الوثيقة الرئيسية للإدارة العابرة للحدود في هذا الحوض، مما ييسر شؤون التعاون والتخطيط والتمويل والتنفيذ. وتشمل الدروس المستفادة من هذه العملية ما يلي:

- تؤدي الهيئات المشتركة دوراً حاسماً في التكيف مع تغير المناخ في الأحواض العابرة للحدود. وقد أتاحت لجنة ثنائية مشتركة لمياه تشو – تالاس مناقشة المشاكل وإيجاد الحلول.
- يمكن لاستراتيجيات التكيف عبر الحدود أن تدعم التكيف الوطني والاستراتيجيات القطاعية والمساهمات المحددة وطنياً، والعكس صحيح. فعلى سبيل المثال، وُضعت خطط قطاعية للتكيف مع تغير المناخ بغرض الحد من مخاطر الكوارث والحراجة والتنوع البيولوجي والزراعة والموارد المائية في قيرغيزستان بالتنسيق مع أنشطة التكيف العابر للحدود في حوض تشو – تالاس (واستكملتها هذه الأنشطة).
- يمكن دعم الوثائق الاستراتيجية بالتنفيذ الواضح لتدابير التكيف. فإعادة التحريج والتوعية العامة والري المستدام على أرض الواقع في قيرغيزستان تكمل إدماج تغير المناخ في التحليل التشخيصي العابر للحدود وبرنامج العمل الاستراتيجي.
- يساعد إشراك أصحاب المصلحة المحليين في مناقشة تدابير التكيف على التواصل مع صانعي القرارات على الصعيدين الوطني والعابر للحدود، بالنظر إلى أن تنفيذ تدابير التكيف كثيراً ما يتم على المستوى المحلي.

وفي حالة كازاخستان، في الوقت ذاته، جرى التمكين من التخطيط للتكيف مع تغير المناخ في حوض نهري تشو – تالاس، المشترك مع قيرغيزستان، من خلال الحرص على تيسير الأنشطة وتسلسلها، ودعم عملية وضع السياسات بتدابير تكيف ملموسة على أرض الواقع، وإشراك أصحاب المصلحة المحليين كطريق للتأثير على صانعي القرار الوطنيين (الإطار 10.2).

غير أن هذه الأمثلة لا تمثل بالضرورة منطقة اللجنة الاقتصادية لأوروبا ككل. وتبيّن التقارير الوطنية عن التعاون عبر الحدود بموجب اتفاقية المياه (UNECE, 2018b) أنه في أقل من ثلث الاستجابات، أُدرج التكيف مع تغير المناخ باعتباره مجالاً من مجالات التعاون في إطار أنشطة الهيئات المشتركة والترتيبات التنفيذية العابرة للحدود. وفي الوقت نفسه، تواتر إدراج إدارة مخاطر الفيضانات والجفاف (فيما يصل إلى 85 في المائة من الاستجابات) كمجال للتعاون، سواء في إطار الهيئات المشتركة أو الترتيبات التنفيذية العابرة للحدود. ورغم أن الظواهر المناخية القصوى الأخيرة كانت، بالتالي، محل تركيز في إطار التعاون عبر الحدود، فإن هناك مجالاً لزيادة التركيز على التكيف في كثير من الأحواض.

10.4.3 فرص التعجيل بالعمل في مجال المياه والمناخ على الصعيدين الوطني والإقليمي

تشمل الإجراءات الرئيسية الرامية إلى زيادة فعالية التكيف والمزيد من القدرة على التصدي للظواهر القصوى في المنطقة، سواء داخل فرادى البلدان أو في الأحواض العابرة للحدود، ما يلي: الإدارة المتكاملة للموارد المائية، بما في ذلك عبر الحدود القطرية؛ وتعزيز كفاءة استخدام المياه واستراتيجيات توفير المياه (IPCC, 2014a)؛ ورصد كمية المياه ونوعيتها، ورصد الكوارث، وتبادل البيانات بشأنها كأساس لاستراتيجيات وخطط وتدابير التكيف مع تغير المناخ؛ وتحسين الاتساق بين تدابير التكيّف مع تغير المناخ والحد من مخاطر الكوارث المرتبطة بالمياه (UNECE/UNDRR, 2018)؛ وترجمة الاستراتيجيات والاتفاقات إلى ممارسات عملية من خلال الإجراءات التقليدية والمبتكرة، بما في ذلك الحلول المستمدة من الطبيعة (UNECE/INBO, 2015)؛ واجتذاب التمويل من مصادر متعددة (مثل المصادر الدولية والوطنية والخاصة) والجمع بينها، لأغراض منها التكيف مع تغير المناخ في الأحواض العابرة للحدود (World Bank, 2019).

ومهما كانت هذه الوصفات صالحة، فإنها تظل مجرد قائمة أمنيات لكثير من بلدان المنطقة. ويمكن أن تكون تكاليف التكيف في قطاع المياه في منطقة اللجنة الاقتصادية لأوروبا مرتفعة. فقد كشف تقييم تكاليف التكيف، الذي أُجري في إطار استراتيجيات وخطط التكيف لأحواض مختارة (أحواض أنهار تشو – تالاس، ودنيستر، ونيمان)،

أن التكاليف التقريبية للتكيف فيما بين القطاعات المتصلة بالمياه بلغت نحو 200 مليون يورو لكل منها (UNEP/UNECE, 2015; UNECE, 2017; ENVSEC/UNECE/OSCE, 2017). غير أن الفجوة التمويلية يمكن أن تكون أقل أيضاً، بالنظر إلى أن المنطقة غنية نسبياً وأن التكاليف مشمولة جزئياً بالفعل بالبرامج والمشاريع القطاعية ذات الصلة (أو ستكون كذلك).

وهذا يشير إلى توافر فرصة سانحة أوجدها تنوع الاقتصادات في المنطقة. وفيما يتعلق بالتكامل بين مسائل المياه والمناخ، يمكن في الأحواض العابرة للحدود تقاسم المساعدة التقنية والمالية بين البلدان الواقعة عند أعلى المجرى أو أسفله، بحيث تتجه من البلدان المشاطئة الأثرى إلى الأفقر. فعلى سبيل المثال، يشترك في حوض الدانوب بعض من أغنى بلدان أوروبا وكذلك بعض من أفقرها. واللجنة الدولية لحماية نهر الدانوب هي، في هذا السياق، رائدة بين لجان أحواض الأنهار العابرة للحدود في التصدي لتغير المناخ. وقد وُضعت الاستراتيجية الأولى للتكيف مع تغير المناخ في حوض الدانوب في عام 2012. وبناء على ذلك، أدمجت اللجنة بشكل كامل قضايا التكيف المناخي في خطط إدارة حوض الدانوب ومخاطر الفيضانات في عام 2015. وفي عام 2018 تم تحديث الاستراتيجية، بما شمل استعراض قاعدة المعارف وإجراء مشاورات مع أصحاب المصلحة وبذل الجهود اللازمة، بحيث تعكس الاستراتيجية أحدث ما وصل إليه العلم، فضلاً عن الصكوك التشريعية والسياساتية الناشئة على مستوى الاتحاد الأوروبي وعلى الصعيد القطري. وتشجيعاً على إدماج التكيف مع تغير المناخ في عمليات التخطيط المتصلة بحوض الدانوب، جعلت اللجنة مسألة التكيف مع تغير المناخ مسألة إلزامية يجب إدراجها في الخطط المستكملة لإدارة حوض الدانوب ومخاطر الفيضانات. وتشجع الاستراتيجية أيضاً إجراءات التعاون المتعدد الأطراف والعابر للحدود في سياق التكيف مع تغير المناخ (ICPDR, 2019)، وهي بمثابة مرجع مشترك لواضعي السياسات الوطنية من البلدان التي تمر بمراحل مختلفة من مراحل التنمية.

ومع ذلك، وحتى في الحالات التي تتوافر فيها الأموال، فإن إدارة المياه العابرة للحدود يمكن أن تكون صعبة من الناحية السياسية. وهذا يشير إلى ضرورة إيجاد مدخل سياسي واضح يمكن من خلاله بناء التعاون. وفي بعض الحالات، يمكن أن يكون تغير المناخ نفسه العامل الذي يتيح الفرصة للتعاون في مجال الإدارة العابرة للحدود – كما كان الحال فيما يتعلق بنهر دنيستر.

10.5 أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي – منظور اللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي

10.5.1 الآثار المتصلة بالمياه التي يخلفها تغير المناخ على القطاعات وأهداف التنمية المستدامة

تتعرض منطقة أمريكا اللاتينية والكاريبي بالفعل للضرر الشديد من جراء التغيرات في تقلب المناخ والظواهر الجوية القصوى. ويُلاحظ في أمريكا الجنوبية والوسطى حدوث تغيرات في تدفق المجاري المائية وتوافر المياه ومن المتوقع أن تستمر هذه التغيرات، لتؤثر سلباً في المناطق المعرضة للخطر بالفعل. وفي أمريكا الجنوبية، سيغير تراجع الغلاف الجليدي في الأنديز من توزيع التدفق الموسمي المجاري المائية. وتتوقع الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بقدر كبير من الثقة أن يزداد النقص في إمدادات المياه في المناطق شبه القاحلة الضعيفة أصلاً، مع انخفاض التهطال وزيادة البخر والنتح، مما يؤثر على المدن وتوليد الطاقة الكهرمائية والزراعة (الأهداف 11 و7 و2 من أهداف التنمية المستدامة) (IPCC, 2014a). ومن المتوقع أيضاً تزايد الجفاف في أمريكا الوسطى والمكسيك، وإن كانت الثقة في ذلك أقل بالنسبة لجنوب هذه المنطقة دون الإقليمية. وفي منطقة البحر الكاريبي دون الإقليمية، من المتوقع أن يزداد خطر الجفاف، لا سيما إذا ارتفعت درجات الحرارة بأكثر من 1.5 درجة مئوية. وتواجه جزر الكاريبي أيضاً تهديدات ناجمة عن ارتفاع مستوى سطح البحر، ومنها الملوحة والفيضانات والضغط على النظم الإيكولوجية (الهدف 14 من أهداف التنمية المستدامة) (IPCC, 2018b).

ويندرج التوسع العمراني السريع والتنمية الاقتصادية وانعدام المساواة ضمن الأسباب الاجتماعية – الاقتصادية الرئيسية التي تُجهد نظم المياه في أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي، التي تتعرض بدورها لآثار تغير المناخ المتصلة بالمياه. ويسهم الفقر المستمر في معظم بلدان المنطقة في زيادة خطر التعرض لعواقب تغير المناخ. وينجم عن عدم المساواة الاقتصادية أيضاً عدم مساواة في الحصول على المياه وخدمات الصرف الصحي، والعكس صحيح. ولزيادة مخاطر الأمراض المنقولة بالمياه مع تغير المناخ (IPCC, 2014a) أثر أكبر على الفقراء (الهدفان 1 و3 من أهداف التنمية المستدامة). وثمة حاجة إلى المياه، في مواجهة أولويات التنمية الاقتصادية، من أجل تلبية الاحتياجات القطاعية (المحلية والزراعية والمتعلقة بالطاقة) واحتياجات النظم الإيكولوجية، مما يطرح تحديات مستمرة أمام الإدارة المستدامة للموارد المائية. وتلبي بلدان أمريكا الجنوبية والوسطى 60 في المائة من طلبها على الطاقة من خلال الطاقة الكهرمائية، بينما يشكل تغير استخدام الأراضي بغرض إنتاج الأغذية والطاقة الأحيائية في الوقت نفسه ضغطاً على الموارد المائية (الهدف 15 من أهداف التنمية المستدامة) (IPCC, 2014a). ويعيش أكثر

من 80 في المائة من سكان المنطقة في المناطق الحضرية (UNDESA, 2019)، وترتبط حالات الجفاف بانخفاض العمالة وانخفاض دخول الأيدي العاملة في مدن أمريكا اللاتينية (الهدفان 8 و11 من أهداف التنمية المستدامة) (Desbureaux and Rodella, 2019). ويشتد الضعف أمام آثار تغير المناخ المتصلة بالمياه في المناطق الريفية، حيث تحد العوامل المناخية من الخيارات الاقتصادية وتفضي إلى الهجرة إلى الخارج. فعلى سبيل المثال، تزامنت الزيادة الكبيرة في عدد الغواتيماليين الذين كانوا يسعون للوصول إلى الولايات المتحدة الأمريكية في عام 2014 مع بداية ظروف الجفاف المتصلة بالنينيو في الممر الجاف لأمريكا الوسطى (Steffens, 2018). ومن المتوقع أن يؤدي تغير المناخ إلى تكثيف مخاطر الجفاف هنا، مما يجبر المزيد من الأسر الريفية الفقيرة على الهجرة إلى خارج المنطقة (الهدف 10 من أهداف التنمية المستدامة) (UNECLAC, 2018).

10.5.2 إجراءات الاستجابة على صعيد السياسات: التقدم المحرز والتحديات الماثلة

يبين تقييم أكثر تعمقاً لثلاثة بلدان من مختلف أنحاء المنطقة، وهي شيلي في جنوب أمريكا الجنوبية، وغواتيمالا في أمريكا الوسطى، وغرينادا في منطقة البحر الكاريبي (الجدول 10.3) – بعض أوجه التقدم المحرز والتحديات المتبقية التي تواجه بلدان اللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي في التصدي عن طريق المياه لتغير المناخ. وتكشف الاستراتيجيات المناخية للبلدان – التي تتضح من خطط التكيف والمساهمات المحددة وطنياً عن بعض النوايا الإيجابية. فعلى سبيل المثال، هناك اعتراف في المساهمات المحددة وطنياً لشيلي وغواتيمالا بالآثار المتصلة بالمياه وتدابير الاستجابة في قطاعات متعددة. ويهدف برنامج العمل 3 (من أصل 12 برنامجاً) المنصوص عليه في خطة التكيف الوطنية لغرينادا إلى إنشاء "هيكل لإدارة المياه يراعي اعتبارات المناخ"، اعترافاً بالحاجة إلى التنمية المؤسسية عبر نظم التخطيط والسياسات والمعلومات، إلى جانب الهياكل الأساسية.

وتميل خطط التنمية الوطنية للبلدان المختارة إلى الاعتراف بآثار تغير المناخ المتصلة بالمياه، وفي بعض الحالات بأهمية إدارة المياه بالنسبة للتنمية الاقتصادية. غير أنها لا تعالج صراحة مسألتي إدارة المياه وتغير المناخ بوصفهما قطاعين مترابطين يتطلبان استجابات متكاملة. وعلاوة على ذلك، وعلى الرغم من معالجة قضايا المياه في الاستراتيجيات المناخية للبلدان على نحو يشمل عدة قطاعات، فإن وتيرة التقدم الذي أحرزته تلك البلدان في تنفيذ الإدارة المتكاملة للموارد المائية تشير إلى أنه ستكون هناك تحديات في إدماج العمل المتعلق بالمياه وبالمناخ في الممارسة العملية. وتُقيّم البلدان الثلاثة جميعاً تطبيقها للإدارة المتكاملة للموارد المائية على أنه "منخفض" في إطار تقييم خط الأساس للهدف 6.5.1 من أهداف التنمية المستدامة، مثلها في ذلك مثل نصف البلدان تقريباً في مختلف أنحاء المنطقة (الشكل 10.1).

ومن حيث الجوانب العابرة للحدود، لا تتناول أي من الاستراتيجيات الثلاث التي تم بحثها بالنسبة لشيلي وغواتيمالا المياه بوصفها عنصراً دولياً للربط مع المناخ عبر الأحواض العابرة للحدود (ليس في غرينادا أحواض عابرة للحدود).

10.5.3 فرص التعجيل بالعمل في مجال المياه والمناخ على الصعيدين الوطني والإقليمي

يحدث تغير المناخ في بلدان عديدة في المنطقة على خلفية ارتفاع مستويات التنافس بين القطاعات على المياه، الذي يشمل التنافس بين المناطق الحضرية، وقطاعي الطاقة والزراعة، واحتياجات النظام الإيكولوجي. ولذلك يتعين على هذه البلدان أن تتجنب خطر الاستجابات غير المتكيفة. وقد وُجد من خلال نمذجة الالتزامات الخاصة بالمساهمات المحددة وطنياً في الأرجنتين والبرازيل وكولومبيا والمكسيك أن تعهدات التخفيف يمكن أن تؤدي إلى تفاقم النزاعات المتعلقة باستخدام الطاقة والمياه والموارد الأرضية – ويرجع ذلك أساساً إلى زيادة الطلب على المياه لتوليد الكهرباء وري المحاصيل والكتلة الأحيائية (Da Silva et al., 2018). وتشكل العلامات الناشئة على تكامل السياسات عبر الأهداف المتعلقة بالمياه والمناخ وغيرهما من أهداف التنمية المستدامة في البلدان المدرجة في الجدول 10.3 خطوة أولى نحو إدارة المفاضلات. غير أن بطء خطى التقدم في تنفيذ الإدارة المتكاملة للموارد المائية يشير إلى ضرورة تجديد الجهود. وفي هذا الصدد، حققت اللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي والوكالة الألمانية للتعاون الدولي بعض النجاح في استخدام أُطر الصلة بين المياه والطاقة والغذاء كمدخل إلى الحوار المتعلق بالسياسات في المنطقة – على سبيل المثال في مساعدة واضعي السياسات في كوستاريكا على معالجة التضاربات القائمة منذ وقت طويل بين الاستخدامات المختلفة، مثل الطاقة الكهرمائية والري في حوض نهر ريفينتازون (Jouravlev, 2018).

وستحتاج بلدان المنطقة أيضاً إلى إيجاد أموال إضافية لإحراز تقدم نحو تحقيق أهدافها المتعلقة بالمياه، مع ضمان توافر ما يكفي من المياه لتحقيق أهدافها الإنمائية الأخرى، وذلك بالتزامن مع تكييف نظمها وهياكلها الأساسية المتصلة بالمياه مع التغيرات المناخية. ويمكن لتقييمات السياسات المتعلقة بتغير المناخ، التي يشترك في دعمها صندوق النقد الدولي والبنك الدولي، أن تساعد البلدان على إدارة الإجراءات التي تتخذها للتصدي لتغير المناخ من خلال منظور الاقتصاد الكلي والشؤون المالية. ويشير تقييم أجري مؤخراً للسياسات المتعلقة بتغير المناخ في

الجدول 10.3 لمحة قطرية عن أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي: كيفية معالجة مسألة تغير المناخ المتصل بالمياه من حيث الاستراتيجية والتنفيذ

البلد	مؤشر تطبيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية (UN Environment, 2018)	المستوى	الخطة الوطنية	المساهمات المحددة وطنياً	خطة التكيف	أمثلة على الإجراءات الإقليمية/العابرة للحدود المتعلقة بالمياه – المناخ
شيلي	23 (منخفض)	وطني	تحدد 'خطة شيلي لعام 2030' برنامجاً للإصلاح والعمل يشمل القوانين والخطط والبرامج وغيرها من المبادرات من أجل تحقيق الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة. ويُعترَف فيه بالآثار القائمة لتغير المناخ، بما في ذلك من حيث ندرة المياه (ChileAgenda2030, n.d.).	تركز إجراءات التخفيف في المساهمات المحددة وطنياً على تنفيذ خطة التكيف الوطنية وسبع خطط قطاعية (تشمل خطة تتعلق بالمياه؛ كما يشار إلى وجود خطة للغابات والزراعة تركز على إدارة المياه)	تعترف خطة التكيف الوطنية بالآثار المتصلة بالمياه، ولا سيما الآثار الواقعة على مزارعي مناطق الأراضي الجافة من خلال استخدام الموارد المائية وإدارتها؛ وبدور النظم الإيكولوجية في المرتفعات العالية في ضمان إمدادات المياه. وهناك اعتراف بالإعتماد المتعدد القطاعات على الموارد المائية، وأشير إلى قطاعات أخرى، منها الهياكل الأساسية والتنمية الريفية والطاقة، كمداخل استراتيجية لتحسين الإدارة المتكاملة للموارد المائية (Ministry of Environment of Chile, 2014).	لا يشار إلى أي مشاريع حالية لإدارة المياه العابرة للحدود تنطوي على بُعد قوي يتعلق بتغير المناخ. وقد أيَّد صندوق التكيف مفهوم مشروع إقليمي للحد من مخاطر الكوارث، وهو مشروع 'تعزيز القدرة على التكيف لدى مجتمعات الأنديز من خلال الخدمات المناخية'، الذي يدعم مجتمعات الأنديز في بيرو وشيلي وكولومبيا. وتتضمن وثيقة هذا المشروع عنصراً يتعلق برصد المناخ والتنبؤ به وصنع القرارات المتعلقة به على الصعيدين الإقليمي والوطني.
		عابر للحدود	لا يوجد إشارة صريحة.	لا يوجد إشارة صريحة.	لا يوجد إشارة صريحة.	
غرينادا	25 (منخفض)	وطني	تعترف استراتيجية النمو والحد من الفقر للفترة 2014–2018 بأوجه الضعف إزاء تغير المناخ وغيره من العوامل، كما تعترف، في هذا السياق، بالحاجة إلى أن يشمل جدول أعمال الإدارة البيئية في البلد الإدارة المتكاملة للمناطق الساحلية وحماية النظم الإيكولوجية للمياه العذبة، ضمن أمور أخرى (Government of Grenada, 2014).	تشمل إجراءات التكيف تحسين إدارة الموارد المائية، التي يُعترف بها كعنصر حاسم في التنمية الطويلة الأجل لغرينادا. ويشار إلى المياه أيضا بوصفها القطاع الشامل المهيمن في تقييم الاحتياجات التكنولوجية لغرينادا.	تشير خطة التكيف الوطنية إلى تقييم لجوانب الضعف في قطاع المياه. وهي تشمل أيضاً إجراءات بشأن إنشاء هيكل لإدارة المياه تُراعى فيه مسألة المناخ، إلى جانب أهداف لتحسين الآليات المؤسسية لتخطيط الموارد المائية وإدارتها واستخدامها بكفاءة. كذلك يرد ذكر المياه في إطار إجراءات الزراعة والنظم الإيكولوجية (Government of Grenada, 2017).	لا توجد أحواض عابرة للحدود. ويشمل مشروع قطاع المياه القادر على الصمود أمام تغير المناخ في غرينادا، الذي يموله الصندوق الأخضر للمناخ وتنفذه الوكالة الألمانية للتعاون الدولي ومصرف غرينادا للتنمية ووزارة المالية والطاقة والتنمية الاقتصادية والتخطيط والتجارة في غرينادا، عنصراً إضافياً، تموله الحكومة الألمانية، للتعلم والتكرار والمحاكاة على الصعيد الإقليمي.
		عابر للحدود	لا توجد أحواض عابرة للحدود.	لا توجد أحواض عابرة للحدود.	لا توجد أحواض عابرة للحدود.	
غواتيمالا	25 (منخفض)	وطني	تتضمن 'خطة التنمية الوطنية الخاصة بغواتيمالا' (K'atun 2032) أهدافاً منفصلة لتغير المناخ (التكيف والتخفيف) وإدارة الموارد المائية. ويشار إلى الإدارة المتكاملة للموارد المائية فيما يتعلق بالغابات والطاقة والمياه، ويعترف بأنها أمر أساسي للتنمية الوطنية المستدامة (National Council of Urban and Rural Development, 2014).	يُعترف بآثار تغير المناخ المتصلة بالمياه، ومسألة الإدارة المتكاملة للموارد المائية مدرجة ضمن الإجراءات ذات الأولوية من أجل تعزيز التكيف مع تغير المناخ. وفي إطار التخفيف، يُعترف أيضا بالإدارة المتكاملة للموارد المائية في إطار قطاعي الزراعة والنفايات.	لا توجد خطة وطنية للتكيف. وتتضمن خطة العمل الوطنية لتغير المناخ (2016) فصلاً عن التكيف. ويشار إلى الإدارة المتكاملة للموارد المائية بوصفها دعامة رئيسية. وتشمل أهداف العمل ذات الصلة زيادة فرص الحصول على مياه الشرب، ومعالجة مياه الصرف، ومراقبة النوعية والكمية في أحواض الأنهار، والحماية المستدامة للمناطق/الأحواض المعرضة للآثار المناخية، والنص على أدوات تنفيذية في قانون جديد للمياه (National Council on Climate Change, 2016).	لا يشار إلى أي مشاريع حالية لإدارة المياه العابرة للحدود ذات بُعد قوي يتعلق بتغير المناخ. وغواتيمالا جزء من المشروع الإقليمي المسمى 'مبادرة الاستثمار الإنتاجي للتكيف مع تغير المناخ'، الذي يموله الصندوق الأخضر للمناخ ويشترك معه في التمويل مصرف أمريكا الوسطى للتكامل الاقتصادي الذي يتولى تنفيذ المشروع. ويهدف هذا المشروع إلى زيادة قدرة المشاريع البالغة الصغر والصغيرة والمتوسطة الحجم في بلدان أمريكا الوسطى على الصمود، عن طريق إزالة الحواجز التي تحول دون الحصول على الخدمات المالية وغير المالية (بما في ذلك الحصول على المياه).
		عابر للحدود	يشار إلى أهمية التعامل مع المساحات العابرة للحدود، بما في ذلك مستجمعات المياه الاستراتيجية، بغية ضمان توافر سبل عيش مستدامة للسكان.	لا يوجد إشارة صريحة.	لا يوجد إشارة صريحة.	

المصدر: المؤلفون

غرينادا إلى أن الحكومة بحاجة إلى تحسين وضعها المالي وخفض مستويات الديون واحتياجاتها التمويلية، من خلال إجراء مزيد من الإصلاحات لقانون المسؤولية المالية. ومن شأن ذلك بدوره أن يوفر حيزاً أكبر للاستثمار المتصل بالمناخ، على سبيل المثال الاستثمار في الهياكل الأساسية القادرة على الصمود. وثمة مجال أيضاً لتحسين سياسات غرينادا وأطرها القانونية من أجل جذب الاستثمار الخاص إلى القطاعات ذات الصلة بالتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره (IMF, 2019)، بما في ذلك المياه.

وعلى الصعيد الإقليمي، تدل قلة الإشارات الصريحة إلى قضايا المياه والمناخ العابرة للحدود في الاستراتيجيات المناخية والإنمائية في شيلي وغواتيمالا على وجود صعوبات أوسع نطاقاً فيما يتعلق بالتعاون في مجال المياه العابرة للحدود في أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي – على أقل تقدير عند مقارنتها بمؤشر التنمية المستدامة 6.5.2. وتشير التقديرات المستمدة من تقييم خط الأساس 6.5.2 إلى أن المناطق المشمولة بترتيبات تشغيلية للتعاون في مجال المياه لا تزيد عن ربع مناطق الأحواض العابرة للحدود (الأنهار أو البحيرات أو طبقات المياه الجوفية).[33] ولا يوجد سوى بلد واحد، هو إكوادور، لديه اتفاقات معمول بها لجميع أحواضه العابرة للحدود (UNECE/UNESCO/UN–Water, 2018).

ويشير تقييم خط الأساس نفسه إلى الفرص المتاحة للجمع بين الجهود المبذولة لتعزيز التعاون عبر الحدود وبين القضايا الأخرى، بما في ذلك تغير المناخ، مما يساعد على حفز الحوار وضمان الحفاظ على أوجه التآزر. وقد حققت بلدان أمريكا الوسطى بالفعل بعض النجاح في إدراج ترتيبات التعاون في مجال المياه العابرة للحدود في معاهدات أوسع نطاقاً، مثل المعاهدات المتعلقة بحماية البيئة. ومن الأمثلة على ذلك الترتيبات القائمة بين السلفادور وغواتيمالا وهندوراس، وبين غواتيمالا والمكسيك (UNECE/UNESCO/UN–Water, 2018). ويشير التقدم المحرز في استخدام تغير المناخ كمدخل للتعاون الأوسع نطاقاً عبر الحدود، مثل التعاون في حوض نهر دنيستر الذي أبرز في الفرع السابق، إلى وجود إمكانات مماثلة في منطقة اللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي.

10.6 منطقة آسيا والمحيط الهادئ – منظور اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ

10.6.1 الآثار المتصلة بالمياه التي يخلفها تغير المناخ على القطاعات وأهداف التنمية المستدامة

تتباين التوقعات الخاصة بآثار تغير المناخ المتصلة بالمياه تبايناً كبيراً، كما أن الثقة فيها ضعيفة، على النطاق دون الإقليمي في منطقة آسيا والمحيط الهادي (IPCC, 2014a). وتتقاطع آثار تغير المناخ المرتبطة بالمياه مع اتجاهات اجتماعية اقتصادية أخرى تؤثر في نوعية المياه وكميتها، ومنها التصنيع (الذي يعيد بلورة الطلب القطاعي على المياه ويزيد التلوث)، والنمو السكاني، والتوسع العمراني السريع. وقد زاد التوسع العمراني من التعرض للأخطار الطبيعية المتصلة بالمياه مثل الفيضانات (UNESCAP/UNESCO/ILO/UN Environment/FAO/UN–Water, 2018).

والمنطقة معرضة بشدة للكوارث الناجمة عن المناخ والظواهر الجوية القصوى، التي تثقل كاهل الفئات الفقيرة والضعيفة بشكل غير متناسب (الهدف 1 والهدف 11 من أهداف التنمية المستدامة) (UNDRR/UNFCCC/UN Environment Regional Office for Asia and the Pacific, 2019). ففي آب/أغسطس 2017 وحده، أثرت الأمطار الموسمية الشديدة على 40 مليون شخص في بنغلاديش ونيبال والهند، مما أودى بحياة ما يقرب من 1 300 شخص ووضع 1.1 مليون شخص في مخيمات الإغاثة. ويمكن أن تكلف الفيضانات منطقة جنوب آسيا ما يصل إلى 215 بليون دولار أمريكي سنوياً بحلول عام 2030 (UNESCAP/ADB/UNDP, 2018). ومن المتوقع أيضاً أن تلوث الفيضانات مصادر المياه، وتدمر مراكز توزيع المياه ومرافق الصرف الصحي، وبالتالي تشكل تحدياً أمام حصول الجميع على خدمات المياه والصرف الصحي المستدامة (الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة) (UNESCAP/UNESCO/ILO/UN Environment/FAO/UN–Water, 2018).

وسيؤدي تغير المناخ والطلب المتزايد على المياه إلى الضغط على موارد المياه الجوفية في المنطقة، حيث يتأثر توافر المياه السطحية بزيادة تقلب المناخ. ويمكن أن يزداد استخدام المياه الجوفية في المنطقة بنسبة 30 في المائة بحلول عام 2050 (ADB, 2016). وقد أدت بالفعل زيادة الطلب على الري إلى إجهاد شديد للمياه الجوفية في بعض المناطق، ولا سيما في اثنتين من "سلال الغذاء" الرئيسية في آسيا – وهما سهل شمال الصين وشمال غرب الهند (الهدف 2 من أهداف التنمية المستدامة) (Shah, 2005).

33 تخص التقديرات 12 بلداً (إكوادور وباراغواي والبرازيل وبنما وبيرو والجمهورية الدومينيكية والسلفادور وشيلي وفنزويلا وكولومبيا والمكسيك وهندوراس).

10.6.2 إجراءات الاستجابة على صعيد السياسات: التقدم المحرز والتحديات الماثلة

يبين تقييم أكثر تعمقاً لثلاثة بلدان من مختلف أنحاء المنطقة، وهي إندونيسيا وبنغلاديش والصين – اختلاف درجات التقدم المحرز في معالجة تغير المياه والمناخ بطريقة متكاملة (الجدول 10.4). وتقيّم إندونيسيا وبنغلاديش التقدم الذي أحرزتاه في تنفيذ الإدارة المتكاملة للموارد المائية تقييماً أقل من تقييم الصين. واستنتاجاً من خطة بنغلاديش للتنمية الوطنية ومساهماتها المحددة وطنياً وخططها الخاصة بالتكيف، يبدو أنها قد قطعت شوطاً بعيداً نسبياً في ضمان معالجة المياه وتغير المناخ باعتبارهما عاملين متآزرين. كذلك يُعترف بقضايا المياه في استراتيجيات المناخ في إندونيسيا والصين، وإن كانت المعالجة المتكاملة للمياه والمناخ أقل وضوحاً في خططهما للتنمية الوطنية منها بالنسبة لبنغلاديش.

ولم يحدد التحليل المكتبي لهذا الفصل أي مبادرات عابرة للحدود ذات بُعد قوي يتعلق بتغير المناخ في البلدان الثلاثة المشمولة بالعينة، وإن كان ذلك قد يتفق مع وجود فجوة أوسع نطاقاً فيما يتعلق بالإبلاغ عن التعاون عبر الحدود في مختلف أنحاء منطقة آسيا (UNECE/UNESCO/UN–Water, 2018). وترد قضايا المياه العابرة للحدود بإيجاز في خطط التنمية الوطنية لبنغلاديش والصين، ولكنها لم تحدد في استراتيجياتهما المناخية.

10.6.3 فرص التعجيل بالعمل في مجال المياه والمناخ على الصعيدين الوطني والإقليمي

على المستوى الوطني، تشمل الأولويات المحددة ما يلي: تعزيز إدارة المياه وإنتاجية المياه لإدارة التنافس بين الاحتياجات المائية للزراعة والطاقة والصناعة والمدن والنظم الإيكولوجية (ADB, 2016; IPCC, 2014a)؛ وتعزيز الحلول المستمدة من الطبيعة التي يمكن أن تحد من الانبعاثات وتزيد من القدرة على الصمود (IPCC 2018b)؛ وإدماج تغير المناخ والحد من مخاطر الكوارث في الدورة الكاملة للمشاريع والسياسات (UNDRR/UNFCCC/UN Environment Regional Office for Asia and the Pacific, 2019).

ويمكن أن يكون لتغير المناخ أثر سلبي على التكامل المطلوب بين صنع السياسات وتنفيذها، مما يضيف إلى انعدام اليقين والتعقيد، ويزيد من صعوبة تحقيق هذه الأولويات. غير أن تغير المناخ يمكن أن يساعد أيضاً في الحفز على إجراء إصلاحات للسياسات تستجيب للضغوط الأوسع نطاقاً الواقعة على المياه، وأن يتيح فرصاً للعمل بشأن هذه الأنواع من التحديات التي طال أمدها في مجال إدارة المياه. ومن الأمثلة على ذلك سهل شمال الصين، وهو أحد أهم مناطق زراعة الأغذية في الصين، وموطن لأكثر من 400 مليون شخص (Kang and Eltahir, 2018). ففي هذا السياق يبرر خطر تغير المناخ جزئياً اتخاذ إجراءات متضافرة للتصدي لانخفاض مستويات المياه الجوفية، على الرغم من أن الدافع المباشر للتغيير هو الري المكثف. وفي مقاطعة هيبي، على سبيل المثال، يجري قياس عمليات سحب المياه قياساً غير مباشر عن طريق استهلاك الطاقة (عدادات الكهرباء المركبة على المضخات)؛ وتُستخدم نماذج هيدروجيولوجية جديدة للتنبؤ باستجابة شبكة المياه الجوفية للتغيرات في عمليات السحب وهطول الأمطار والظروف المناخية الأطول أجلاً؛ وتستخدم الحوافز الاقتصادية والتنظيمية لجعل عمليات السحب تتماشى (تدريجياً) مع كميات المياه المتوقع توافرها. وليست لجميع الإجراءات شعبية لدى المزارعين، ولكن تغير المناخ يوفر أساساً منطقياً محايداً من الوجهة السياسية لدفع الحوار والإصلاح في مجال سياسات المياه (Li et al., 2018).

> ***غير أن تغير المناخ يمكن أن يساعد أيضاً في الحفز على إجراء إصلاحات للسياسات تستجيب للضغوط الأوسع نطاقاً الواقعة على المياه، وأن يتيح فرصاً للعمل بشأن هذه الأنواع من التحديات التي طال أمدها في مجال إدارة المياه***

وكما هو الحال في مناطق أخرى، سيساعد التعاون بين البلدان على دفع الإجراءات الوطنية وتعزيزها. ففي مجال الاستثمار، يلزم استثمار إضافي يتراوح تقديره ما بين 21 و47 بليون دولار أمريكي حتى عام 2030 لإكساب الهياكل الأساسية للمياه والصرف الصحي قدرة على الصمود أمام تغير المناخ في جميع أنحاء منطقة آسيا والمحيط الهادئ. ولكنَّ الكثير من البلدان، بما فيها الدول الجزرية الصغيرة النامية وأقل البلدان نمواً، لا تواجه نقصاً في التمويل فحسب، بل تواجه أيضاً صعوبة في الحصول على الأموال واجتذابها. وستحتاج هذه البلدان إلى دعم لزيادة درجة استعدادها للاستثمار، وذلك مثلاً للمساعدة في إعداد مجموعة من المشاريع القابلة للتمويل. ويمكن أن تأتي هذه المساعدة من منظمات دولية وإقليمية ولكن يمكن تعزيزها كذلك من خلال التبادلات بين البلدان في منطقة آسيا والمحيط الهادئ (UNDRR/UNFCCC/UN Environment Regional Office for Asia and the Pacific, 2019).

وثمة حاجة ماسة إلى التعاون الإقليمي في مجال الاستثمار والمعلومات، وكذلك في المجالات المؤسسية، من قبيل الحوكمة والقدرات والشراكات، في الأحواض العابرة للحدود في آسيا. فهذه الأحواض تواجه تحديات هائلة ناجمة عن التنمية – بما في ذلك التحضر والطاقة الكهرمائية والتلوث – وعن تغير المناخ.

الإطار 10.3 تغير المناخ – تعقيد التعاون عبر الحدود وحفزه في منطقة الميكونغ

يشهد حوض نهر الميكونغ جهوداً نشطة تهدف إلى وضع تدابير عابرة للحدود للتصدي لتغير المناخ، ولا سيما في الحوض السفلي. ففي هذا السياق تفرض التغيرات الكبيرة في الهياكل الأساسية وفي النواحي الاجتماعية والاقتصادية بالفعل ضغوطاً هائلة، ويشمل ذلك السدود التي تعطل التدفقات البيئية، فضلاً عن هجرة الأسماك (Evers and Pathirana, 2018). وبالإضافة إلى ذلك، يتسبب تأثير النينيو وتغير المناخ في تقصير موسم الرياح الموسمية. وفي عام 2019، انخفضت مستويات المياه إلى أدنى مستوى لها منذ 100 عام، وإن شكلت أيضاً القرارات المتخذة بشأن إدارة المياه عند أعلى المجرى، بما في ذلك الاحتفاظ بالتدفقات من أجل الطاقة الكهرمائية، عاملاً أدى إلى تفاقم الوضع (Lovgren, 2019).

وفي حوض الميكونغ السفلي، وضعت البلدان الأعضاء في لجنة نهر الميكونغ – تايلاند وجمهورية لاو الديمقراطية الشعبية وفيتنام وكمبوديا – استراتيجية وخطة عمل الميكونغ للتكيف مع تغير المناخ (MRC, 2018). وتحدد الاستراتيجية، باعتبارها مثالاً على التكيف مع تغير المناخ، يوفر محور تركيز وعاملاً تمكينياً للتعاون عبر الحدود في مجال المياه، سبع أولويات استراتيجية، تشمل ما يلي: تعميم مراعاة تغير المناخ في السياسات والخطط والبرامج الوطنية والإقليمية؛ ودعم الحصول على التمويل لأغراض التكيف؛ وتعزيز الشراكات والتعاون على الصعيد الإقليمي والدولي بشأن التكيف (MRC, 2018).

وسيكون تنفيذ إجراءات التكيف الكامل عبر الحدود على نهر الميكونغ أمراً صعباً. فالصين، التي تشكل أراضيها حوالي خُمس حوض نهر الميكونغ والتي تسهم بنسبة 16 في المائة من تدفقات الحوض، ليست عضواً في لجنة نهر الميكونغ، مثلها في ذلك مثل ميانمار، التي تمثل أيضاً حصة صغيرة من الإقليم ومن التدفقات (Evers and Pathirana, 2018). ولدى جميع البلدان طموحاتها الإنمائية التي لها ما يبررها، والتي لا غنى لها عن المياه. وفي حين أن أمن الطاقة كثيراً ما يشكل اعتباراً رئيسياً بالنسبة للبلدان التي تطور مواردها من الطاقة الكهرمائية، فإن التخفيف من الانبعاثات يمكن أن يستخدم أيضاً لتبرير التطورات في مجال الطاقة الكهرمائية، مما يوضح الكيفية التي يمكن بها لتغير المناخ أن يعقّد المفاضلات القائمة في مجال إدارة المياه. وعلاوة على ذلك، فإن رأي العلم بشأن فوائد وتكاليف الطاقة الكهرمائية المتصلة بالمناخ غير مؤكد: فقد تبين أن انبعاثات غازات الدفيئة من الطاقة الكهرمائية المولدة في نهر الميكونغ تتباين بشدة (Räsänen et al., 2018)، وكذلك تتباين الآثار المتوقعة لتغير المناخ على إنتاج الطاقة الكهرمائية، من خلال التغيرات في الجريان السطحي (MRC, 2018). وينبغي معالجة أوجه انعدام اليقين هذه على النحو المناسب من خلال تقييم الخيارات المتاحة تقييماً سليماً وقوياً، وهو ما يجب أن يتضمن أيضاً قيمة خدمات النظم الإيكولوجية والأنواع التي تعتمد على النهر وتدفقاته الطبيعية. بيد أن الجهود التي تبذلها لجنة نهر الميكونغ والبلدان الأعضاء في مجال التكيف مع تغير المناخ هي بداية هامة، وتوفر إشارة لزيادة التعاون بشأن تغير المناخ في الأحواض العابرة للحدود في جميع أنحاء آسيا.

وعلى سبيل المثال، تضم بنغلاديش أكبر منطقة دلتا في العالم. وهي تقع عند التقاء ثلاثة أنهار عالمية رئيسية تستنزف الأراضي في بوتان والصين ونيبال والهند، ولكنها لا تحتوي إلا على 7 في المائة من مساحة مستجمعات المياه في هذه الأحواض (Rasheed, 2008). وتسلم خطة التنمية الوطنية الحالية بأنه لا يمكن لبنغلاديش أن تضطلع ببرامج مجدية لتنمية الموارد المائية بمفردها وتهدف إلى إبرام اتفاقات جديدة عابرة للحدود (الجدول 10.4). ولكن لم يتم حتى الآن التوصل إلى اتفاق لتقاسم المياه إلا فيما يتعلق بواحد فقط من أنهارها العابرة للحدود البالغ عددها 57 نهراً – وهو نهر الغانج، المشترك مع الهند (UN Environment, 2017). وقد أُحرز مزيد من التقدم في معالجة قضايا المناخ المتصلة بالمياه في حوض نهر الميكونغ، الذي يُتوقع أن يكون موطناً لعدد قدره 83 مليون شخص بحلول عام 2060 (MRC, 2016). ويبين ذلك أن تغير المناخ يشكل محور تركيز للتعاون الإقليمي، وإن كان يوضح أيضاً أن تغير المناخ يمكن أن يزيد من تعقيد الإدارة المتكاملة، وذلك مثلاً لأنه يوجِد مقايضات إضافية تتعلق بالطاقة الكهرمائية (الإطار 10.3).

الجدول 10.4 لمحة قطرية عن منطقة آسيا والمحيط الهادئ: كيفية معالجة مسألة تغير المناخ المتصل بالمياه من حيث الاستراتيجية والتنفيذ

البلد	مؤشر تطبيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية (UN Environment, 2018)	المستوى	الخطة الوطنية	المساهمات المحددة وطنياً	خطة التكيف	أمثلة على الإجراءات الإقليمية/العابرة للحدود المتعلقة بالمياه – المناخ
بنغلاديش	50 (متوسط منخفض)	وطني	تتضمن الخطة الخمسية السابعة (2016-2020) استراتيجيات منفصلة للزراعة والموارد المائية، والتنمية المستدامة، والبيئة، وتغير المناخ. وثمة اعتراف بأن تغير المناخ هو أحد التحديات العشرة التي تواجه قطاع المياه وأحد الاستراتيجيات الفرعية الأربع عشرة للمياه. ويُعترف، في سياق خطة الدلتا لفترة المائة عام، بأن بناء مجتمع قادر على الصمود أمام تغير المناخ باعتباره تحدياً أول بالنسبة لقطاع المياه (Government of the People's Republic of Bangladesh, 2015). كذلك أُدمجت أدوات لتقصّي تغير المناخ في خطط التنمية السنوية.	تشتمل المساهمات المحددة وطنياً على هدف للتكيف يضم 10 مجالات عمل رئيسية، منها 8 مجالات تتعلق بقضايا إدارة المياه، وإن كانت الروابط المائية لا تُذكر دائماً صراحة. وتشمل هذه المجالات الأمن الغذائي، وإدارة الكوارث، وإدارة المناطق الساحلية، والأعمال المجتمعية لحفظ الأراضي الرطبة والمناطق الساحلية.	كانت بنغلاديش من أوَّل أقل البلدان نمواً التي قدمت برنامج عملها الوطني للتكيف في عام 2005. وتم تحديث البرنامج في عام 2009. وتمت الموافقة على استراتيجية وخطة عمل بنغلاديش بشأن تغير المناخ في عام 2009، واستمر العمل بهما حتى عام 2018. ولمعظم البرامج ذات الأولوية البالغ عددها 44 برنامجاً صلات مباشرة أو غير مباشرة بإدارة المياه. وهي تشمل تحسين المحاصيل، وإدارة الجفاف، وإدارة الكوارث، وإدارة الهياكل الأساسية والمعارف (Ministry of Environment and Forests of Bangladesh, 2009). ويجري الآن وضع خطة وطنية للتكيف.	لا يشار إلى أي مشاريع حالية لإدارة المياه العابرة للحدود تنطوي على بُعد قوي يتعلق بتغير المناخ. وبنغلاديش طرف في معاهدة تقاسم مياه الغانج (1996) المبرمة مع الهند، التي تهدف إلى ضمان التدفق في نهر الغانج في موسم الجفاف (Government of the Republic of India/ Government of the People's Republic of Bangladesh, 1996). وفي إطار النظام الأساسي للجنة الأنهار المشتركة بين الهند وبنغلاديش (1972)، اتُّخذت كذلك ترتيبات بين بنغلاديش والهند بشأن الحد من مخاطر الكوارث المتصلة بالمياه، بما في ذلك تبادل البيانات عن الفيضانات المتعلقة بالأنهار العابرة للحدود. بيد أنه لا توجد اتفاقات لتقاسم المياه بالنسبة للأنهار الأخرى العابرة للحدود البالغ عددها 56 نهراً، بخلاف نهر الغانج.
		عابر للحدود	تُبرز الخطة الوطنية فكرة أن بنغلاديش تعتمد على البلدان المشاطئة العليا في تنمية الموارد المائية بشكل مُجدٍ وشامل. وقد اعتزمت بنغلاديش الدخول فوراً في اتفاقات مع البلدان المشاطئة لتقاسم مياه الأنهار الدولية، وتبادل البيانات، وتخطيط الموارد، والإدارة الطويلة الأجل للموارد المائية، في ظل الظروف العادية والطارئة. ويشار صراحة إلى الروابط القائمة مع الظواهر المائية القصوى الحالية، ولكن ليس تغير المناخ.	لا توجد إشارة صريحة.	لا توجد إشارة صريحة.	
الصين	75 (مرتفع)	وطني	في الخطة الخمسية للصين (2016-2020)، تتمثل إحدى الأولويات في تعزيز الأمن المائي، بطرق من بينها استخدام الموارد المائية على نحو أكثر كفاءة. وتحدد الوثيقة مشاريع الأمن المائي التي تساهم جميعها في 'النظم الشاملة لمكافحة الفيضانات والتخفيف من آثارها'. وتشمل مجالات التدخل الأخرى حماية الموارد المائية ومكافحة تلوث المياه من خلال الإدارة المتكاملة للموارد المائية.	تشكل الموارد المائية مجالاً رئيسياً من مجالات التركيز المتعلقة بالتكيف، حيث سيقتضي تعزيز القدرة على الصمود أمام تغير المناخ تخصيص الموارد المائية على نحو أمثل مع تنفيذ أكثر اللوائح صرامة لإدارة المياه.	يشار في الاستراتيجية الوطنية للتكيف إلى إدارة الموارد المائية كمجال ذي أولوية. ويجري تعزيز مجموعة متنوعة من استراتيجيات الحفظ والإصلاح الإيكولوجي والاستخدام، من أجل مساعدة قطاع المياه على التكيف والقيام في الوقت نفسه بإدارة الطلبات المعقدة (National Development and Reform Commission, 2013).	لا يشار إلى أي مشاريع حالية لإدارة المياه العابرة للحدود تنطوي على بُعد قوي يتعلق بتغير المناخ. وتتعاون الصين مع الأطراف في اتفاق ميكونغ (الإطار 10.3)، ولكنها هي نفسها ليست طرفاً في الاتفاق. وقد بدأت بشكل منفصل خطى التعاون فيما يتعلق بنهري لانكانغ وميكونغ مع البلدان المشاطئة الخمسة الأخرى في نهر الميكونغ. وتشير خطة العمل الخمسية للتعاون فيما يتعلق بنهري لانكانغ وميكونغ (2018-2022) إلى تغير المناخ بإيجاز في إطار 'التعاون الأمني غير التقليدي' 'والموارد المائية'.
		عابر للحدود	تعترف الخطة الوطنية بالطموح الهادف إلى الاضطلاع بخطوات مخطط لها تخطيطاً جيداً لتنمية وتسخير مياه أحواض الأنهار العابرة للحدود، وتوثيق عرى التعاون في مجال المياه عبر الحدود مع البلدان المجاورة.	لا توجد إشارة صريحة.	لا توجد إشارة صريحة.	
إندونيسيا	48 (متوسط – منخفض)	وطني	تعترف الخطة الاستراتيجية الخمسية لإندونيسيا (RPJMN 2015-2019) بتغير المناخ باعتباره تهديداً شاملاً لعدة قطاعات. ويمثل الأمن المائي هدفاً ذا أولوية. وتنص الوثيقة على الأنشطة الرامية إلى تحسين حفظ مستجمعات المياه، وتوافر المياه، وإمكانية الحصول على مياه الشرب وخدمات الصرف الصحي (Republic of Indonesia, 2014a). ويجري حالياً وضع الخطة الاستراتيجية الخمسية لإندونيسيا د للفترة 2020-2024.	يُعترَف بأن الأمن المائي شرط تمكيني للقدرة على الصمود أمام تغير المناخ. وتشير المساهمات المحددة وطنياً إلى تعزيز العمل بشأن الإدارة المتكاملة لمستجمعات المياه من أجل إيجاد القدرة على الصمود من الناحية الاقتصادية، فضلاً عن قدرة النظم الإيكولوجية والمسطحات الطبيعية على الصمود.	تشمل خطة التكيف الوطنية الإندونيسية (RAN-API, 2014)، ضمن الاستراتيجيات الرئيسية، إدارة نوعية المياه ومكافحة تلوث المياه، والتوفير في الاستهلاك وإدارة الطلب على المياه، واستخدام الموارد المائية بطريقة عادلة وفعالة ومستدامة (Republic of Indonesia, 2014b).	لا يشار إلى أي مشاريع حالية لإدارة المياه العابرة للحدود تنطوي على بُعد قوي يتعلق بتغير المناخ.
		عابر للحدود	لا يوجد إشارة صريحة.	لا يوجد إشارة صريحة.	لا يوجد إشارة صريحة.	

المصدر: المؤلفون

10.7 غرب آسيا وشمال أفريقيا – منظور اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

10.7.1 الآثار المتصلة بالمياه التي يخلفها تغير المناخ على القطاعات وأهداف التنمية المستدامة

يتراوح مستوى التعرض لآثار تغير المناخ ما بين معتدل إلى شديد على صعيد المنطقة، حيث يتزايد تدريجياً بصفة عامة من الشمال إلى الجنوب. وهذه نتيجة جديرة بالذكر تم التوصل إليها في إطار المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية، وهي مثال هام على تقييم الأثر وجوانب الضعف في المنطقة، مع التركيز بقوة على الآثار المتصلة بالمياه. وتشير التوقعات التي خلصت إليها المبادرة إلى انخفاض كبير في اتجاهات التهطال في جميع أنحاء المنطقة حتى نهاية القرن. وتتطابق الاتجاهات المتعلقة بالجريان السطحي والبخر والنتح بوجه عام مع الاتجاهات المتعلقة بالتهطال، وإن حدّت ندرة المياه في بعض المناطق من ظاهرة البخر والنتح. وقد أخذت درجات الحرارة في المنطقة العربية في الارتفاع، ومن المتوقع في ظل سيناريو ارتفاع الانبعاثات أن تستمر في الزيادة حتى نهاية القرن لتتجاوز مستوياتها السابقة للحقبة الصناعية بما يتراوح بين 4 و5 درجات مئوية (UNESCWA et al., 2017; FAO/GIZ/ACSAD, 2017).

وتوجد المناطق الأكثر عرضة لتغير المناخ في القرن الأفريقي ومنطقة الساحل والطرف الجنوبي الغربي من شبه الجزيرة العربية. وتشكل هذه مناطق حرجة بالنسبة للتكيف، بغضّ النظر عن القطاع الذي تجري دراسته أو السيناريو المناخي المتوقع، وهي تضم العديد من أقل البلدان نمواً في المنطقة. ومع أن مدى تعرض هذه المناطق لتغير المناخ يختلف فيما بينها، فإن جميعها ذات قدرة منخفضة على التكيّف. وحتى في المناطق التي يُتوقع أن تشهد زيادات في التهطال وارتفاعاً معتدلاً في متوسط درجات الحرارة – كما هو الحال في معظم أنحاء القرن الأفريقي – فإن انخفاض مستويات القدرة على التكيف يجعل الناس معرضين بشدة للخطر. واستناداً إلى التغير المتوقع في توافر المياه والقدرة على التكيف، تتمثل المناطق الأكثر ضعفاً فيما يتعلق بالمياه في أعالي وادي النيل، والطرف الجنوبي الغربي من شبه الجزيرة العربية، والطرف الشمالي من القرن الأفريقي (UNESCWA et al., 2017).

ويُضاف إلى التحديات الكبيرة المتعلقة بتغير المناخ وتدني القدرة على التكيّف ديناميات اجتماعية – اقتصادية وسياسية معقدة، تؤثر في المياه على المستويات الإقليمية والوطنية ودون الوطنية. وما فتئت العوامل المتمثلة في تسييس الموارد المائية واستخدامها كسلاح، والنزوح، وتدهور البنية التحتية الخاصة بالمياه، تشكل تحديات رئيسية تواجهها البلدان المتأثرة بالنزاعات (UNESCWA/IOM, 2017; UNESCWA, 2018). ولا تزال أوجه التفاوت في الحصول على الموارد المائية والسيطرة عليها قائمة، وبخاصة عبر المناطق الحضرية والريفية وبين الجنسين (UNESCWA/BGR, 2013; UNESCWA, 2018). فجميع الدول العربية تقريباً تعتمد بشدة على بعضها البعض، ذلك أنها تعتمد في كثير من الأحيان على موارد المياه السطحية والجوفية المشتركة العابرة للحدود وذات الأهمية الاستراتيجية. وهذا يضاعف من التحديات التي تكتنف التوصل إلى سياسة متسقة ومتكاملة للمياه على الصعيد الوطني (UNESCWA et al., 2017).

وتهدد آثار تغير المناخ المتصلة بالمياه، التي تتفاقم بفعل هذه التحديات الأخرى في مجال إدارة المياه، تحقيق العديد من أهداف التنمية المستدامة بجانب الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة. فعلى سبيل المثال، ذكر البنك الدولي أن غرب آسيا وشمال أفريقيا هما المنطقتان اللتان تواجهان أكبر التهديدات الاقتصادية الناجمة عن ندرة المياه التي تتفاقم بفعل تغير المناخ – وهو ما ستصل تكلفته إلى 6 في المائة من الناتج المحلي الإجمالي بحلول عام 2050 (الهدف 8 من أهداف التنمية المستدامة) (World Bank, 2016a). وفي قطاع الزراعة، يوجد أكثر من نصف المساحة السطحية لنظم الأراضي الزراعية الرئيسية في المنطقة العربية في الفئتين الأشد ضعفاً وفقاً لتقييم المبادرة الإقليمية، وتتمثل المناطق الأكثر ضعفاً في وادي النيل، والطرف الجنوبي الغربي من شبه الجزيرة العربية، وحوض دجلة–الفرات، والأجزاء الغربية من شمال أفريقيا. كذلك ستهدد التغيرات المشتركة في درجات الحرارة والتهطال والبخر والنتح قاعدة الموارد الغذائية للماشية، وقد تتسبب في انهيار بعض الأرصدة السمكية، وتؤدي إلى خفض إنتاجية الغابات (الهدف 2 من أهداف التنمية المستدامة) (FAO/GIZ/ACSAD, 2017). ويمكن أن تزيد التغيرات في درجة الحرارة من خطر الإصابة ببعض الأمراض المتصلة بالمياه، بما في ذلك الإسهال وداء البلهارسيا. وقد تنشأ أيضاً أوجه ضعف جنسانية في الحالات التي تتحمل فيها النساء والأطفال عبء المهام المنزلية المتصلة بالمياه (الهدفان 3 و5 من أهداف التنمية المستدامة) (UNU-INWEH, 2017).

10.7.2 إجراءات الاستجابة على صعيد السياسات: التقدم المحرز والتحديات الماثلة

ويبين تقييم أكثر تعمقاً لثلاثة بلدان من مختلف أنحاء المنطقة – وهي الأردن وتونس وموريتانيا – التزاماً بإدماج التحديات المناخية المتصلة بالمياه في وثائق الاستراتيجيات الرئيسية (الجدول 10.5). فخطة التنمية الوطنية الأردنية تعترف بآثار تغير المناخ المتصلة بالمياه باعتبارها خطراً على التنمية، في حين تمتاز المساهمات المحددة

الجدول 10.5 لمحة قطرية عن غرب آسيا وشمال أفريقيا: كيفية معالجة مسألة تغير المناخ المتصل بالمياه من حيث الاستراتيجية والتنفيذ

البلد	مؤشر تطبيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية (UN Environment, 2018)	المستوى	الخطة الوطنية	المساهمات المحددة وطنياً	خطة التكيف	أمثلة على الإجراءات الإقليمية/العابرة للحدود المتعلقة بالمياه – المناخ
الأردن	63 (متوسط مرتفع)	وطني	يُعترف في وثيقة الأردن 2025 بالفجوة القائمة بين إمدادات المياه والطلب عليها كتحد رئيسي يتفاقم بسبب تغير المناخ. وتركز الخطط على إيجاد إمدادات جديدة وبديلة، وعلى إدارة الطلب، ولكنها لا تشير صراحة إلى تغير المناخ. ويشار إلى كفاءة استخدام الطاقة ومصادر الطاقة المتجددة كوسائل لخفض التكاليف.	تتضمن المساهمات المحددة وطنياً إجراءات للتخفيف تتصل بالمياه، تشمل كفاءة استخدام الطاقة ومصادر الطاقة المتجددة في قطاع المياه. وتشمل إجراءات التكيف المتعلقة بالمياه إدارة الطلب ورصد الموارد المائية. ويشار إلى المياه أيضاً في إطار إجراءات الزراعة والتكيف الاجتماعي والاقتصادي.	تشير المعلومات المتاحة عن خطة التكيف الوطنية (قيد الإعداد) إلى أنه سيتم النظر في مجموعة من آثار تغير المناخ المتصلة بالمياه، بما في ذلك التصحر، ونقص المياه، والتغيرات في كثافة هطول الأمطار، وحالات الجفاف. وستكون المياه أحد القطاعات الستة ذات الأولوية التي يجرى تناولها.	يجري تناول الآثار المتصلة بالمياه الناجمة عن النزوح عبر الحدود في إطار المنحة الخاصة بصياغة مشروع صندوق التكيف، 'زيادة قدرة المشردين على الصمود أمام تحديات المياه المتصلة بتغير المناخ في المستوطنات الحضرية المضيفة'.
		عابر للحدود	لا يوجد إشارة صريحة.	لا يوجد إشارة صريحة.	خطة التكيف الوطنية الكاملة غير متاحة بعد.	
موريتانيا	45 (متوسط منخفض)	وطني	حُدد تغير المناخ بوصفه أحد المخاطر الرئيسية الثلاثة التي تهدد تنفيذ استراتيجية النمو المتسارع والرخاء المشترك في موريتانيا، للفترة 2016-2030. وهي تتضمن تفاصيل محدودة عن اتجاهات وإسقاطات تغير المناخ، وعن مشاريع وبرامج محددة متصلة بالمياه، باستثناء الزراعة. وينصب التركيز على تطوير وإصلاح البنية التحتية للري (Ministry of Economy and Finance of Mauritania, 2017).	ثمة إشارة إلى الآثار الواقعة على الموارد المائية. وحوالي نصف أنشطة التكيف، البالغ عددها 19 نشاطاً الواردة في المساهمات المحددة وطنياً، يتعلق بالمياه، بما في ذلك المرافق الصحية، ورسم خرائط الموارد، والرصد عن بعد، ومشاريع الهياكل الأساسية (سواء المشيدة، مثل تحلية المياه وإمدادات المياه، أو الطبيعية مثل إصلاح الأراضي الرطبة).	يسلط البرنامج الوطني للتكيف مع تغير المناخ (2004) الضوء على الإدارة المتكاملة للموارد المائية بوصفها 'حلاً مناسباً' للتكيف مع تغير المناخ. وترد أنشطة التكيف ذات الأولوية في قطاع المياه بشكل مفصل وهي تتصل بالمعارف الخاصة بالموارد المائية، ونشر الري بالتنقيط، واستخدام بوابات إبطاء الفيضانات، وتركيب مضخات الري الكهربائية والتدريب عليها، وإدارة المياه الجوفية، ورصد الضغط المائي، ورصد نوعية المياه (Islamic Republic of Mauritania, 2004).	يهدف مشروع تنمية القدرة على الصمود إزاء تغير المناخ في حوض نهر السنغال الممول من مرفق البيئة العالمية، الذي ينفذه البنك الدولي وتنجزه منظمة تنمية نهر السنغال، إلى تعزيز إدارة الموارد المائية العابرة للحدود في الحوض من خلال التعزيز المؤسسي، وتوليد المعارف ونشرها، وتجريب البرامج المتعلقة بالتكيف مع تغير المناخ والإدارة المتكاملة للمياه. ويعمل المشروع في السنغال وغينيا ومالي وموريتانيا.
		عابر للحدود	هناك إشارة عابرة إلى أهمية نهر السنغال ومنظمة تنمية نهر السنغال في سياق التكامل الإقليمي للطاقة ومصائد الأسماك والمجاري المائية، ولكن ليس في سياق التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره، على وجه التحديد.	اعتُرف بأن تغير المناخ يشكل تحدياً متفاقماً لمصائد الأسماك على نهر السنغال، ولكن لم يرد ذكر لإجراءات للاستجابة تتخذ عبر الحدود.	يشار بإيجاز إلى نهر السنغال ومنظمة تنمية نهر السنغال فيما يتعلق ببعض الأنشطة. ولا تقدم أي تفاصيل عن التحديات أو الاستجابات في مجال إدارة المياه العابرة للحدود.	
تونس	55 (متوسط مرتفع)	وطني	يُعترف في *خطة التنمية للفترة 2016-2020*(*) بأن تغير المناخ يشكل تحدياً شاملاً، ولكن لا يشار إليه على وجه التحديد في الأهداف والإصلاحات والمشاريع المتصلة بالمياه، التي تندرج تحت عنوان الاقتصاد الأخضر.	تركز إجراءات التكيف في مجال المياه على نقل مياه الصرف المعالجة وإعادة استخدامها، وتأمين إمدادات المراكز الحضرية الكبيرة. وترد إجراءات أخرى متصلة بالمياه في إطار الزراعة والنظم الإيكولوجية والصحة والسياحة. ويقدم البلاغ الوطني الثالث (2019) مزيداً من التفاصيل (Ministry of Local Affairs and Environment of Tunisia/GEF/UNDP, 2019).	خطة التكيف الوطنية الكاملة غير متاحة بعد. ويقدم البلاغ الوطني الثالث مزيداً من التفاصيل عن مبادرات التكيف المتصلة بالمياه في قطاع المياه، وفي قطاعات مختلفة أخرى.	يموَّل مشروع التعاون الإقليمي في قطاع المياه في المنطقة المغاربية من قبل وزارة التعاون الاقتصادي والتنمية الألمانية، وتضطلع به الوكالة الألمانية للتعاون الدولي مع مرصد الصحراء الكبرى والساحل. وهو يهدف إلى تحسين إدارة الموارد المائية في تونس والجزائر والمغرب من خلال منابر التعاون الإقليمي وتبادل المعلومات. وقد ركز مشروع التعاون الإقليمي في قطاع المياه في المنطقة المغاربية على المياه وتغير المناخ، وشمل ذلك عقد حلقة دراسية عن هذا الموضوع في تشرين الأول/أكتوبر 2019.
		عابر للحدود	لا يوجد إشارة صريحة.	لا يوجد إشارة صريحة.	خطة التكيف الوطنية الكاملة غير متاحة بعد.	

(*) تم استعراض نسخة موجزة باللغة الفرنسية من خطة التنمية التونسية (Republic of Tunisia, 2016) (Le Plan de Développement 2016-2020).

المصدر: المؤلفون

وطنياً الخاصة بالأردن بأنها تشتمل على إجراءات للتخفيف تتصل بالمياه، بدلاً من مجرد التعامل مع المياه كمسألة متعلقة بالتكيف. وتعطي المساهمات المحددة وطنياً الخاصة بموريتانيا الأولوية لإجراءات التكيف المتصلة بالمياه، وكما سلفت الإشارة، فإن برنامج عملها الوطني للتكيف يشدد على أهمية الإدارة المتكاملة للموارد المائية كحل من حلول التكيف. وتشير المساهمات المحددة وطنياً لكل من تونس والأردن إلى الإجراءات المتصلة بالمياه المتخذة في قطاعات أخرى، إلى جانب قطاع المياه، فيما يشكل اعترافاً ضمنياً بمساهمتها في أهداف التنمية المستدامة الأخرى. غير أن الأمثلة تشير أيضاً إلى بعض الثغرات. فلم يرد في خطط التنمية الوطنية لتونس وموريتانيا ذكر لأهمية إدارة المياه في التصدي لتغير المناخ. وعلى الرغم من التركيز على الإدارة المتكاملة للموارد المائية والتدابير المؤسسية ذات الصلة في برنامج عمل موريتانيا الوطني للتكيف، فإن المساهمات المحددة وطنياً لا تعطي أولوية صريحة للتعزيز المؤسسي لأغراض إدارة المياه. ويشير مستوى تنفيذ الإدارة المتكاملة للموارد المائية في البلدان الثلاثة جميعها إلى ضرورة اتخاذ إجراءات هامة لتحسين إدارة المياه كأساس لإدارة آثار تغير المناخ. وجاء تقييم تونس والأردن الذاتي للتقدم الذي أحرزتاه في مجال التنفيذ 'متوسط مرتفع'، أما تقييم موريتانيا الذاتي فكان 'متوسط منخفض' (UN Environment, 2018).

والإشارة، خارج الصعيد الوطني، إلى قضايا المياه العابرة للحدود في سياق تغير المناخ محدودة، على الرغم من أهميتها بالنسبة للبلدان قيد النظر. فعلى سبيل المثال، تتوقع النماذج الموضوعة في إطار المبادرة الإقليمية ظروفاً أكثر جفافاً بكثير في حوض مجردة الذي تتقاسمه الجزائر وتونس، مع زيادة في حالات الجفاف الشديد والمفرط، في ظل سيناريو الانبعاثات المرتفعة. ويساهم نهر مجردة في توفير المياه لنصف سكان تونس ويدعم الأمن الغذائي. وفي الوقت نفسه، يعاني كلا البلدين من الآثار المترتبة على استخدام هذا المورد المشترك لأغراض التنمية، بما في ذلك الخطط الرامية إلى توسيع نطاق الطاقة الكهرمائية، ومعالجة المسائل الصعبة أصلاً المتعلقة بالترسيب والتلوث. ولن تكون أي خطة للتكيف مكتملة تماماً دون بناء تعاون عابر للحدود في حوض مجردة.

غير أن البلدين الآخرين قد شرعا في بعض المشاريع الإقليمية التي تسعى إلى الاستفادة من دور المياه بوصفها "عنصراً للربط بالمناخ". ومن الأمثلة على ذلك مشروع تنمية القدرة على الصمود أمام تغير المناخ في حوض نهر السنغال، الذي يهدف إلى تعزيز إدارة المياه عبر الحدود في الحوض، بما في ذلك من خلال التكيف مع تغير المناخ في السنغال وغينيا ومالي وموريتانيا جميعاً. وثمة مثال آخر الهدف منه هو التصدي لتحديات المياه المتصلة بتغير المناخ التي تواجه النازحين في المستوطنات الحضرية المضيفة في الأردن، مع التسليم بأن المياه تعمل أيضاً بوصفها "عنصراً للربط بالمناخ" في إطار نزوح البشر (الجدول 10.5).

10.7.3 فرص التعجيل بالعمل في مجال المياه والمناخ على الصعيدين الوطني والإقليمي

في المشاورة الإقليمية التي عقدت بشأن تغير المناخ في إطار المنتدى العربي للتنمية المستدامة لعام 2019 والمنتدى السياسي الرفيع المستوى المعني بالتنمية (UNESCWA, 2018)، حدد أصحاب المصلحة الإقليميون الكثير من الأولويات والفرص المتصلة بالمياه، بما في ذلك ما يلي:

- **تحقيق التنمية الحضرية المستدامة**، لضمان إمدادات المياه والصرف الصحي ومعالجة مياه الصرف، وإدارة مخاطر الفيضانات في إطار مناخ متغير؛
- **تعزيز البيانات والبحوث والابتكارات**، بما في ذلك التنبؤات المناخية الموسمية ودون الموسمية على الصعيد الإقليمي، والبحوث المتعلقة بالزراعة المكيفة مناخياً، وتطوير أدوات ومقاييس رصد التكيف واستخدامها؛
- **زيادة قدرة المجتمعات الضعيفة** المعرضة للفيضانات والجفاف والمهددة بانعدام الأمن الغذائي على الصمود، وذلك بطرق من بينها استخدام آليات الحماية الاجتماعية، مثل التأمين القائم على مؤشرات الطقس والتنويع الاقتصادي؛
- **تحقيق التكامل على صعيد السياسات** بين قضايا التخفيف والتكيف والتنمية المستدامة، وبين المناخ والصلة التي تربط المياه والغذاء والطاقة؛ وتعميم مراعاة تغير المناخ في الاستراتيجيات والسياسات والبرامج الوطنية؛ وإنفاذ السياسات (مثل سياسات الكفاءة في استخدام المياه)؛
- **زيادة فرص الحصول على التمويل**، بما في ذلك عن طريق صناديق المناخ الدولية ومن خلال تطوير الأسواق المحلية والمنتجات الاستثمارية، مثل سندات الصكوك الخضراء،[34] مع تقديم الدعم المناسب للقدرات اللازمة لوضع مشاريع استثمارية مقبولة مصرفياً.

34 الصكوك هي سندات بدون فوائد تدر عوائد للمستثمرين دون انتهاك مبادئ الشريعة الإسلامية (World Bank, 2019).

وعلى الرغم من أن هذه الأولويات تشير إلى وسائل التنفيذ، فإن أصحاب المصلحة على الصعيد القطري سيتعين عليهم اغتنام الفرص المتاحة في مجال الاقتصاد السياسي الوطني لتحويلها إلى إجراءات، بدءاً من المجالات التي يمكن فيها إثبات الفوائد المشتركة لمعالجة المياه والمناخ معاً بسهولة نسبية، وعرض البراهين التي يمكن أن تقنع الآخرين. وفيما يتعلق بموضوع الاستثمار، تقدم تجربة الأردن في مجال إدارة مياه الصرف مثالاً على ذلك، ينطوي على آثار تغطي العديد من الأولويات المذكورة أعلاه. فعلى صعيد زيادة فرص الحصول على التمويل من أجل التصدي لتغير المناخ المتصل بالمياه، تبين مبادرات الأردن الرامية إلى اجتذاب التمويل المختلط لمياه الصرف أن الدعم العام والدولي المستهدف يمكن أن يتيح للمستثمرين من القطاع الخاص تحقيق عائد على الاستثمار في مشاريع إعادة استخدام المياه وكفاءة استخدامها.

وكانت محطة الخربة السمراء لمعالجة مياه الصرف مصممة في البداية في عام 2003 لمعالجة مياه الصرف لما عدده 2.3 مليون نسمة في عمان وتوفير مياه الصرف المعالجة لأغراض الري في المنطقة المحيطة. ثم أصبح من الضروري توسعة المحطة بسبب النمو السكاني السريع وتدفق اللاجئين. واكتملت تلك العملية في عام 2015، باستخدام 223 مليون دولار أمريكي من التمويل المختلط المقدم من الحكومة الأردنية (9 في المائة)، ومؤسسة التصدي لتحديات الألفية (42 في المائة)، وتمويل بالديون الخاصة والأسهم (49 في المائة). وإلى جانب توفير التمويل الدولي الذي يعالج "الفجوة المتعلقة بالجدوى" بالنسبة للمستثمرين من القطاع الخاص، عملت مؤسسة التصدي لتحديات الألفية أيضاً كجهة استشارية في مجال المعاملات في إطار إعداد المشروع (World Bank, 2016c)، مما يؤكد مرة أخرى أهمية تقديم المنظمات الدولية أو الإقليمية الدعم من أجل إعداد المشاريع. وكانت ندرة المياه والنمو السكاني الحاليان، وليس تغير المناخ، هما الدافع الأصلي في هذا الصدد (World Bank, 2016c). غير أن المصرف الأوروبي للإنشاء والتعمير والاتحاد الأوروبي اتفقا في عام 2018 على دعم عملية توسعة إضافية لسعة المحطة، بهدف تحقيق منافع مشتركة متعددة، هي: زيادة قدرة المجتمعات المحلية على الصمود، واستعادة الطاقة من الحمأة المعالجة واستعادة تدفقات المياه (وبالتالي زيادة أمن الطاقة والتخفيف من آثار تغير المناخ)، وتلبية الاحتياجات الإضافية الناجمة عن أزمة اللاجئين السوريين (Zgheib, 2018). ويمكن في جميع بلدان اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا أن يكون تغير المناخ حافزاً إضافياً للتمويل المختلط الموجه للاستثمار في إعادة استخدام المياه وكفاءتها (لا سيما في الحالات التي من المتوقع أن تزداد فيها ندرة المياه) وفي استعادة الطاقة من مياه الصرف.

وفي ظل الفرص المتاحة على الصعيد الإقليمي، تشدد الوثيقة الختامية للمشاورة الإقليمية لعام 2019 (UNESCWA, 2018) على الفرص المتاحة للمنتديات الإقليمية المعنية بالتوقعات المناخية لتعزيز التفاعل بين القطاعات المعرّضة للتأثر بتغيّر المناخ ومقدمي خدمات المعلومات المتعلقة بالمناخ. ويبين هذا أهمية موضوع المعلومات، وتشكل المبادرة الإقليمية في حد ذاتها مثالاً إيجابياً يشار إليه في الوثيقة. وعلى الرغم من أن الوثيقة الختامية لا تشير إلى آثار تغير المناخ المتصلة بالمياه على نطاق الأحواض العابرة للحدود، فإن معالجة هذه المسألة ستكون لها أهمية حاسمة بالنسبة لبلدان اللجنة، بما في ذلك فيما يتعلق بطبقات المياه الجوفية العابرة للحدود التي يعتمد عليها الكثيرون (UNECE/UNESCO/UN–Water, 2018).

10.8 خاتمة: تعزيز العمل في مجال المياه والمناخ من خلال التعلم والتعاون الإقليميين

استُعرضت في هذا الفصل المساهمات المحددة وطنياً التي تخص 80 بلداً في مختلف أنحاء اللجان الإقليمية التابعة للأمم المتحدة. وتم تحليل خمسة عشر بلداً بمزيد من التعمق، وشمل ذلك أيضاً استراتيجيات التنمية وخطط التكيف الوطنية. ويؤدي هذا التحليل إلى آثار واضحة فيما يتعلق بصياغة الاستراتيجيات، وسد الفجوة بين الاستراتيجية والتنفيذ، وتقع المهام على عاتق أصحاب المصلحة على كلا الصعيدين الوطني والإقليمي.

وتظهر ثلاث ثغرات واضحة في المساهمات المحددة وطنياً وغيرها من الاستراتيجيات التي تم النظر فيها – وهي أمور يسهل نسبياً معالجتها بنجاح في الجولة القادمة من المساهمات. فأولاً، كثيراً ما تُصاغ المخاطر والاستجابات المناخية التي للمياه دور فيها على أنها قضايا تخص قطاع المياه، وليس تحديات شاملة لعدة قطاعات يغطي نطاقها مختلف أهداف التنمية المستدامة – وتؤثر على مجالات مثل الزراعة والطاقة والصحة والصناعة والمدن والنظم الإيكولوجية. وثانياً، يُغفَل دور المياه في التخفيف، على الرغم من الحاجة إلى إدارة المفاضلات المتصلة بالمياه في إطار خيارات التخفيف (مثلاً في مجال تنمية الطاقة الكهرمائية)، وإلى استغلال المنافع المشتركة، مثل خفض الانبعاثات من خلال معالجة مياه الصرف (عن طريق الغاز الحيوي)، أو تدابير كفاءة استخدام المياه. والثغرة الثالثة والأهم، من المنظور الإقليمي، هي دور المياه باعتبارها عنصراً للربط مع قضايا المناخ، سواء في الأحواض العابرة

للحدود أو في المجتمعات المحلية التي تربط بينها المناخات المشتركة. وسيعاد أيضاً بشكل هام تشكيل مسائل الهجرة والطاقة وتدفقات الأغذية بفعل آثار تغير المناخ المتصلة بالمياه.

وإلى جانب هذه الثغرات، تشير دروس أخرى إلى الطرق التي يمكن بها للاستراتيجيات أن ترسي الأساس بشكل أفضل للاستفادة من العلاقة بين المياه والمناخ *في الممارسة العملية* – أي أن يكون الهدف هو تأمين التمويل والانتقال إلى التنفيذ. فعلى سبيل المثال، لا تزال بعض البلدان بحاجة إلى مقاومة إغراء أن تولي الأولوية في مساهماتها المحددة وطنياً للهياكل الأساسية المكلفة كوسيلة لاجتذاب التمويل الدولي المتعلق بالمناخ، دون أن يقابل ذلك تعزيز المؤسسات وإصلاحها. ويمكن لكثير من البلدان أيضاً أن تستفيد على نحو أفضل من استراتيجيات المياه القائمة عند صياغة استراتيجياتها المناخية، بالنظر إلى أن المناخ يتفاعل دائماً مع العديد من العوامل المحركة وعوامل الإجهاد التي يعرفها بالفعل القائمون على إدارة المياه. كذلك ينبغي أن تبرز بدائل التدابير الخاصة بالهياكل الأساسية وجانب العرض ومكملاتها، بما في ذلك إدارة الطلب والحلول المستمدة من الطبيعة، بقوة أكبر في الجهود الرامية إلى إدارة تقلب المناخ وتغيره من خلال المياه – ليس فقط في الخطط المناخية ولكن أيضاً في خطط استخدام الأراضي والتنمية الحضرية وخطط أحواض الأنهار (Browder et al., 2019). وأخيراً، يلزم تحسين دقة ونوعية مقترحات المشاريع في المجال المائي – المناخي إذا أريد للتمويل المتعلق بالمناخ أن يتدفق بالأحجام اللازمة للتصدي للتحديات المقبلة (انظر الفصل 12).

ويشكل ضمان صياغة العمل المتعلق بالمياه والمناخ الصياغة المناسبة في المساهمات المحددة وطنياً، وفي خطط التكيف الوطنية، وفي الاستراتيجيات الاقتصادية والقطاعية الوطنية، خطوة أولى حاسمة، ولكن الفجوة بين الاستراتيجية والتنفيذ لا يمكن سدها بالكلمات وحدها. وأظهر استعراض عام 2018 للمؤشرين 6.5.1 و6.5.2 من مؤشرات أهداف التنمية المستدامة أن العديد من البلدان قد عملت جاهدة على تنفيذ الإدارة المتكاملة للموارد المائية (حتى في ظل افتراض ضمني بثبات المناخ) وإبرام اتفاقات مع جيرانها لتنظيم إدارة الأحواض العابرة للحدود. ويزيد الإلحاح الذي يفرضه تغير المناخ من الحاجة إلى التعجيل بالتنفيذ على كلا الجبهتين– لتجنب سوء التكيف وللاستفادة من المنافع المشتركة للتخفيف والتكيف على حد سواء.

رغم أن المستوى الوطني سيظل مفيداً في التصدي لتغير المناخ، فإن النهوج الإقليمية لدعم النَقلات المفضية إلى التحول في التنفيذ على الصعيد الوطني يمكن أن تؤدي دوراً حاسماً

ورغم أن المستوى الوطني سيظل مفيداً في التصدي لتغير المناخ، فإن النهوج الإقليمية لدعم النَقلات المفضية إلى التحول في التنفيذ على الصعيد الوطني يمكن أن تؤدي دوراً حاسماً. وتبرز هنا ثلاثة مجالات هامة، هي: تحسين التعاون والتنسيق بين **المؤسسات** المسؤولة؛ وضمان استناد الإجراءات إلى **معلومات** وأدلة سليمة؛ وزيادة فرص الحصول على كل من التمويل العام والخاص **للاستثمار** في الأنشطة المتعلقة بتعزيز القدرة على الصمود أمام تغير المناخ.

وفيما يتعلق **بالمؤسسات**، تبين أن تغير المناخ يوفر مدخلاً إلى الحوار والتعاون الإقليميين في مجال المياه، سواء على مستوى المشاريع أو الاستراتيجيات (على سبيل المثال في أحواض تشو – تالاس والميكونغ والنيجر وفولتا وفيكتوريا) أو، في أقوى صورهما، في مجال الحفز على إبرام اتفاقات وإقامة مؤسسات أوسع نطاقاً عبر الحدود، كما هو الحال في حوض الدنيستر.

وللمنظمات الإقليمية دور واضح هنا في التكليف بجمع **المعارف والمعلومات** المتعلقة بالمناخ والمياه ونشرها. وتشير أيضاً المبادرتان اللتان تم تسليط الضوء عليهما في هذا الفصل، وهما المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية ومبادرة بحوث المناخ من أجل التنمية، إلى فوائد إشراك العلماء وتشجيع استفادة واضعي القرارات الرئيسيين من المعلومات منذ البداية، ضماناً لأن ترتكز الجهود المبذولة على سياقات صنع القرار على الصعيدين الوطني والإقليمي، وأن تستخدم بالفعل المعلومات المناخية المتاحة فيما يتصل بالمياه. وما فتئ التعاون بشأن تبادل المعلومات يوفر منذ وقت طويل دعامة هامة للتعاون الأوسع نطاقاً بشأن القضايا العابرة للحدود – كما هو الحال على سبيل المثال فيما يتعلق بالتعاون بين بنغلاديش والهند بشأن الفيضانات – ومن المحتمل أن يزيد تغير المناخ من حتمية ذلك التعاون.

وفيما يتعلق **بالاستثمار**، يتسم التعاون الإقليمي بشأن قضايا تغير المناخ المتصلة بالمياه بأهمية خاصة لأنه يمكن أن يتيح فرصاً لوفورات الحجم، لا سيما عندما يستفيد من الأولويات السياسية والاقتصادية المشتركة. ويعمد مرفق تنمية الهياكل الأساسية القادرة على الصمود أمام تغير المناخ في الجنوب الأفريقي إلى استهداف مبادرات المناخ والمياه في الأحواض العابرة للحدود للسماح بذلك، ومساعدة البلدان في إعداد المشاريع وتحديد خيارات التمويل القابلة للاستمرار. وتوفر الأحواض العابرة للحدود وحدة طبيعية لتشجيع التعاون بين الدول الأكثر ثراء والأشد فقراً في أحواض الأنهار، كما هو الحال في نهر الدانوب، مما قد ييسر تدفقات الاستثمار فضلاً عن المساعدة التقنية. ومرة أخرى، فإن وجود واجهة تفاعل قوية بين المستويين الإقليمي والوطني أمر حيوي. وتبين آلية التأمين ضد الكوارث السيادية التي أنشأها المرفق الأفريقي لمواجهة المخاطر أن المبادرات الإقليمية لتيسير التمويل تكون أكثر فعالية عندما تكون مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالنظم الوطنية – وتحديداً، في هذه الحالة، نظم الحماية الاجتماعية التي يمكن أن توجّه مدفوعات التأمين إلى المجتمعات المحلية المتضررة من الجفاف. وأخيراً، وإلى جانب تيسير سبل الحصول على التمويل الدولي المتعلق بالمناخ وتوفير هذا التمويل، يمكن للمنظمات الإقليمية والدولية أن تساعد البلدان على إجراء إصلاحات مالية وتحسين جدارتها الائتمانية، والنهوض بالبيئة المحلية لتمويل الهياكل الأساسية للمياه القادرة على الصمود أمام تغير المناخ – كما يتضح من تقييمات السياسات المتعلقة بتغير المناخ التي أجراها البنك الدولي وصندوق النقد الدولي.

وكما أن تقديم فرادى البلدان لمساهمات محددة وطنياً جديدة ومستكملة يشكل فرصة سانحة على الصعيد الوطني، فإن هناك نقاط دخول محددة للعمل على الصعيد الإقليمي في جميع هذه المجالات الثلاثة. وتتمثل إحدى هذه النقاط في إصلاح منظومة الأمم المتحدة الإنمائية وانعكاساته على الصعيد الإقليمي، وهي انعكاسات مستمرة وتهدف إلى استخدام القدرات والموارد الإقليمية على نحو أكثر اتساقاً وأفضل تنسيقاً من أجل دعم الأولويات الوطنية (ECOSOC, 2018). ومن نقاط الدخول الأخرى المنتديات الإقليمية والأفرقة التفاوضية العاملة في إطار المفاوضات والعمليات الدولية المتعلقة بالمناخ، مثل أسابيع المناخ الإقليمية التي تعقد سنوياً بموجب اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ في أفريقيا وأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي ومنطقة آسيا والمحيط الهادئ، والتي يمكن أن تسلط الضوء على دور المياه باعتبارها عنصراً للربط على الصعيد الإقليمي بين المناخ والتنمية (UN–Water, 2019).

وما لم يحدث توسع كبير في اتباع النهوج الإقليمية للتصدي لتحديات المياه المتصلة بالمناخ، لن تتحقق الأهداف المترابطة لاتفاق باريس وإطار سنداي وخطة عام 2030.

11

إدارة المياه من أجل إيجاد القدرة على الصمود أمام تغير المناخ

إضراب الشباب العالمي من أجل المناخ، في مارس/آذار 2019 في سيدني (أستراليا).

برنامج الأمم المتحدة الإنمائي | ماريان كيلين

معهد ستوكهولم الدولي للمياه | ماغي وايت

مع مساهمات مقدمة من: جون ماثيوز وأليكس مورونر وإينغريد تيمبو (تحالف التكيف العالمي للمياه)؛ وستيفانو بورشي (الرابطة الدولية لقانون المياه)؛ ونيل دهوت وتوماس فان واينبرغ (منظمة أكوافيد: الاتحاد الدولي للمؤسسات الخاصة للإمداد بالمياه)؛ وياسمينة رايس الفيني (الشبكة الدولية لتنمية القدرات من أجل الإدارة المستدامة للمياه– برنامج الأمم المتحدة الإنمائي)؛ وأنجالي لوهاني وجوشوا نيوتن (الشراكة العالمية للمياه)؛ ويوشيوكي إيماموا ومامورو مياموتو (المركز الدولي لإدارة شؤون المخاطر المتعلقة بالمياه)؛ وإيدي مورز وفانيسا غيديس دي أوليفيرا وسوزان شماير (معهد التعليم في مجال المياه)؛ وكارلوس كاريون كريسبو وماريا تيريزا غوتييريس (منظمة العمل الدولية)؛ وريبيكا ويلينغ (الاتحاد الدولي لصون الطبيعة والموارد الطبيعية)؛ وديانا سوهارديمان (المعهد الدولي لادارة المياه)؛ وريو هادا ومادوكا ساجي (مفوضية الأمم المتحدة لحقوق الإنسان)؛ وأليخاندرو خيمينيس وبيرجيتا ليس ليمير وبانشالي سايكيا وروث ماثيوز (معهد ستوكهولم الدولي للمياه)؛ وفرانشيسكا برناردیني وسونيا كوبيل (اللجنة الاقتصادية لأوروبا)؛ وأليس أوريلي وتيلز كارفالهو ريسندي (البرنامج الهيدرولوجي الدولي – اليونسكو)؛ وتمارا أفيلان وأنجيلا هان وستيفان هلسمان وسابرينا جولي كيرشكي (معهد جامعة الأمم المتحدة للإدارة المتكاملة لتدفقات المواد والموارد)؛ ودومندا بيريرا (الشبكة الدولية المعنية بالمياه والبيئة والصحة التابعة لجامعة الأمم المتحدة)؛ وأماندا لوفين وراكيا تيرنر (منظمة WaterLex)؛ وليزلي بوريس (منظمة Water.org)؛ وليندسي آلداكو– مانر وباسل ضاهر وسيباستيان ويليمارت وجوليان شيلينغر (برلمان الشباب العالمي للمياه)

يوجز هذا الفصل الوسائل القانونية والمؤسسية والسياسية لدعم التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره، وتعزيز القدرة على الصمود، والحد من أوجه الضعف من خلال إدارة المياه على نحو أكثر شمولاً، ولا سيما على الصعيد القطري.

11.1 مقدمـــة

يدعو هذا الفصل إلى أهمية الحوكمة الرشيدة وإدارة الموارد المائية على نحو أكثر عدلاً وشمولاً في ظل الضغوط المتزايدة الناجمة عن تغير المناخ. ومع زيادة أمد الجفاف وندرة المياه، قد يثبت عدم كفاية الإصلاحات التقنية وزيادة الإمدادات. وبدلاً من ذلك، ينبغي العمل، من خلال نُهوج تشاركية وعادلة وشفافة، على زيادة الكفاءة في استخدام المياه (وإعادة استخدامها)، وتوخي مزيد من الإنصاف في عمليات تقاسم منافع استخدامها. ويشدد الفصل على أهمية ما يلي:

- الإرادة السياسية والقيادة والعمل – التي قد تتزايد في مجال المناخ، بفضل أسباب ليس أقلها القوة الفاعلة لشباب العالم.
- الطبيعة الشاملة للمياه والمناخ على نطاق الاقتصاد بأكمله. ولا بد من معالجة المفاضلات والمصالح المتضاربة على جميع المستويات من أجل تفاوض على حلول تمتد عبر القطاعات. وقد يلزم وضع تكامل السياسات وتنسيقها في موقع مركزي.
- المشاركة والشفافية يمكن أن تساعدا على كفالة الشمول والشرعية في صنع القرار عن طريق السماح بالاستفادة من المنظورات المختلفة. وتتيح الاتفاقات الأوسع نطاقاً القبول اللازم من أجل زيادة فعالية التنفيذ واتخاذ إجراءات جماعية لتحقيق الأهداف المرجوة.
- الفقر وعدم المساواة يتسببان في تفاقم الضعف أمام الصدمات والضغوط، بما في ذلك أزمات المياه المتصلة بالمناخ. فزيادة المساواة في العمل المتعلق بالمياه/المناخ (بشكل أعمّ) لا تساعد على تخفيف حدة الفقر فحسب، بل تبني أيضاً القدرة على الصمود أمام آثار تغير المناخ وأمام الأزمات اليومية.

11.2 إدماج الشواغل المتعلقة بتغير المناخ في إدارة المياه

ينبغي أن تعالج عمليات التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره التفاعلات القائمة بين الطاقة والأراضي والمياه والتنوع البيولوجي التي أخذت درجة تعقيدها تتزايد (IPCC, 2014d)، مما يضيف المزيد من التعقيد إلى مجال إدارة الموارد المائية. وتنطوي أيضاً عمليات التخفيف من آثار تغير المناخ من خلال إدارة المياه على قدر من السياسة، حيث إن هناك العديد من المفاضلات والمصالح المتضاربة في كثير من الأحيان فيما يتعلق بإدارة الموارد.

11.2.1 التكامل والشمول في إدارة المياه

يتعلق التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره بالعمل على أرض الواقع، مثلهما في هذا مثل إدارة المياه. وتُشكّل القواعد والعلاقات الاجتماعية، أي إطار الحوكمة، نوعية هذا العمل واتجاهه. وتحدد إدارة شؤون المياه *"من يحصل على المياه ومتى يحصل عليها وبأي قدر"* (UNDP–SIWI WGF, 2015, p. 4; Iza and Stein, 2009).

وقد كان من الواضح منذ فترة طويلة أن الحكومات وحدها غير قادرة على تحمل المسؤولية الكاملة عن "توفير" خدمات المياه للجميع، ولا سيما في البيئات المنخفضة الدخل (Franks and Cleaver, 2007; Jiménez and Pérez–Foguet, 2010)، وأنه يلزم اتباع نهج أوسع نطاقاً يشمل "المجتمع بأسره". وفي حين أن الحكومات هي العناصر المحركة الرئيسية لوضع السياسات واللوائح، فإن من يضطلع بتوفير خدمات المياه فعلياً هو، على نحو متزايد، الجهات الفاعلة من غير الدول (Finger and Allouche, 2002; Kjellén, 2006). وقد دفع هذا الاتجاه إلى استخدام مصطلح "الحوكمة" بدلاً من "الحكومة".

وتعزز أيضاً المنافسة المتزايدة على الموارد المائية أهمية الحوكمة في إدارة المياه وإعادة استخدامها (Niasse, 2017). ومع تزايد المنافسة وما ينتج عن ذلك من ضغط على الموارد المائية، تستدعي الطريقة التي يتم بها تخصيص المياه في المجتمع "إعادة التفاوض". ووفقاً لهال وآخرين (Hall et al. (2014))، ينطوي التكيف مع التقلب الهيدرولوجي على مسائل تتعلق بالمؤسسات والهياكل الأساسية والمعلومات. وهناك حاجة إلى وجود المؤسسات لكي تضطلع بتخطيط ووضع أدوات قانونية واقتصادية لإدارة المخاطر وتقاسمها.

إن السياسات المناخية، التي جرى العرف بأن تشرف عليها وزارات البيئة التي كثيراً ما تكون سلطتها محدودة، قد أخذت تتجه بصورة متزايدة نحو شغل مواقع أكثر مركزية وتأثيراً

وتتطلب كل من إدارة المناخ وإدارة المياه آليات للإشراف والتنسيق. ومن المهم، وإن لم يكن من اليسير بأي حال من الأحوال، أن يكون لدى هذه الهيئات نظرة شاملة لضمان التكامل الضروري للقضايا والتنسيق بين الجهات الفاعلة. وقد يمثل التشتت على صعيد القطاعات والمنافسة بين الدوائر البيروقراطية صعوبات كبيرة تعيق تحقيق التكامل بين مختلف الصعد (Koch et al., 2006; Lebel et al., 2011). وهذا يتطلب: (1) زيادة مشاركة الجمهور في مناقشة مخاطر المناخ وإدارتها؛ (2) بناء القدرات فيما يتعلق بالتكيّف على مستويات متعددة (انظر، على سبيل المثال، Cap–Net UNDP/UNITAR/REDICA/WMO/UN Environment–DHI/IHE–Delft, 2018)؛ (3) إعطاء الأولوية للحد من المخاطر التي تهدد الفئات الضعيفة اجتماعياً (انظر الفرع الأخير من هذا الفصل) (Tompkins and Adger, 2005; Oliveira, 2009; Lebel et al., 2011; Ayers et al., 2014; Coirolo and Rahman, 2014).

وبالنسبة للسلطات الوطنية والمحلية، لا غنى عن النهوض بالحوكمة من أجل إدارة الموارد المائية بطريقة تعزز القدرة على الصمود أمام تغير المناخ. وتقتضي الحوكمة الرشيدة الالتزام بمبادئ حقوق الإنسان، التي تشمل الفعالية والاستجابة والمساءلة؛ والانفتاح والشفافية؛ والمشاركة في أداء وظائف الحوكمة الرئيسية المتعلقة بالسياسات والترتيبات المؤسسية؛ والتخطيط والتنسيق؛ والتنظيم والترخيص (UNECE, 1998; OECD, 2015). وتوفر الإدارة المتكاملة للموارد المائية عملية تتيح إشراك الجهات المعنية على صعيد المجتمع، وقطاع الاقتصاد، وقطاع البيئة، من أجل تحقيق تكامل حقيقي (Cap–Net UNDP/UNITAR/REDICA/WMO/UN Environment–DHI/IHE–Delft, 2018).

11.2.2 الإدارة المتكاملة للموارد المائية من أجل إيجاد القدرة على الصمود أمام تغير المناخ

تشهد الدعوة إلى الأخذ بالإدارة المتكاملة للموارد المائية، الواردة في خطة عام 2030، في إطار الغاية 6.5 من أهداف التنمية المستدامة، بتأثير المياه في جميع قطاعات المجتمع. ومع تزايد المنافسة على المياه المتاحة، وزيادة تقلبها وصعوبة التنبؤ بها بسبب تغير المناخ، تصبح عملية الإدارة المتكاملة للموارد المائية من أجل تخصيص المياه وتحقيق الكفاءة في استخدامها أشدَّ أهمية من أي وقت مضى. ومع ذلك، لا يوجد حل سحري، كما يصعب التغلب على التشتت القائم على الصعيد القطاعي (Smith and Jønch Clausen, n. d.). وتستند الإدارة المتكاملة للموارد المائية إلى عمليات أصحاب المصلحة المتعددين، في اتساق كامل مع الاتجاه المجتمعي الأعم الذي تبديه الحكومات (منفردة) إزاء مسألة الحوكمة (التي تشمل جميع قطاعات المجتمع). ويوفر هذا مجموعة متنوعة من وجهات النظر ومن الأفكار المحسنة والمبتكرة ومن استراتيجيات التكيف، وإن كان لا يعالج بالضرورة اختلالات القوى بين المصالح المختلفة. وتشكل مشاركة أصحاب المصلحة التزاماً من التزامات حقوق الإنسان، ومن شأنها أيضاً أن تعزز شرعية العملية والخيارات الناتجة عنها (Saravanan et al., 2009; Schoeman et al., 2014). كذلك من شأن تعميم مراعاة المنظور الجنساني – وهو جزء لا يتجزأ من الإدارة المتكاملة للموارد المائية – أن يؤدي إلى تحسين عمليات الإدارة المتكاملة للموارد المائية ونتائجها. وحسب ما هو مبين أدناه، تعتمد العمليات المناخية أيضاً بشكل متزايد على مشاركة الشباب ومطالباتهم.

ويشير بتروورث وآخرون (Butterworth et al. (2010)) إلى أن الحل العملي للمشاكل يمكن أن يكون مدخلاً مفيداً للإدارة المتكاملة للموارد المائية. فمع زيادة مشاركة المهنيين من خارج قطاع المياه (أي صناع القرار خارج قطاع

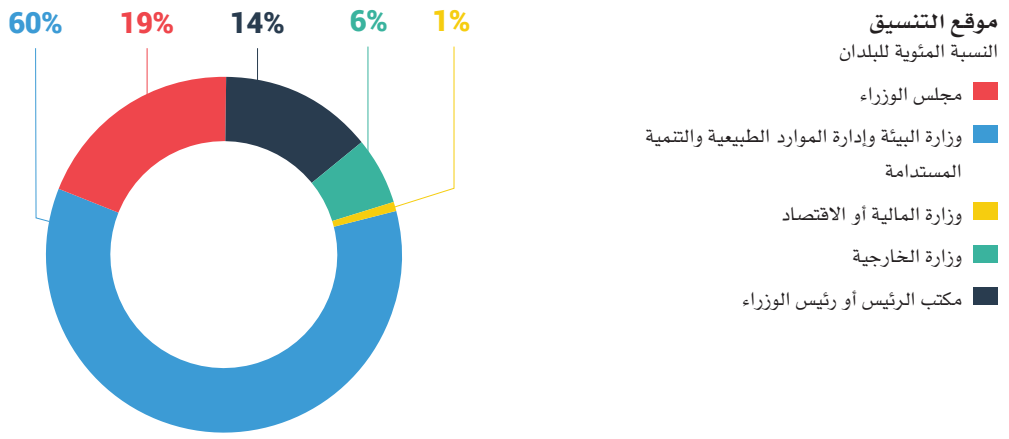
المياه)، تزداد إمكانية المشاركة المثمرة في التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه (Smith and Jønch Clausen, 2018; n. d.). ويساعد التعاون عبر الحدود أيضاً على تقاسم تكاليف وفوائد التكيف وزيادة كفاءة وفعالية التكيف في الأحواض بشكل عام (UNECE/INBO, 2015).

11.2.3 الربط بين سياسات المياه وتغير المناخ على الصعيد القطري

تحتل المساهمات المحددة وطنياً موقعاً مركزياً في اتفاق باريس باعتبارها وسيلة لتحقيق أهدافه الطويلة الأجل (انظر الفرع 2.1.2). وتجسد تلك المساهمات الجهود التي يبذلها كل بلد لخفض الانبعاثات والتكيف مع آثار تغير المناخ. ومطلوب من جميع الأطراف أن تقدم الجولة التالية من المساهمات المحددة وطنياً (الجديدة أو المستكملة أو المعززة) بحلول عام 2020 وكل خمس سنوات بعد ذلك.

وتم في عام 2019، من خلال تحليل مشترك أجراه برنامج الأمم المتحدة الإنمائي واتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، قياس التقدم القطري المحرز في إنشاء هياكل الحوكمة اللازمة للنجاح في تنفيذ تدابير التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه. وكانت هناك آلية تنسيق قائمة لدى ما يقرب من 90 في المائة من البلدان التي شملتها الدراسة الاستقصائية. وتوجد في 80 في المائة من البلدان آلية للحوكمة من أجل التنسيق بين الجهات غير الحكومية في المجتمع وإشراكها. وعلاوة على ذلك، فإن السياسات المناخية، التي جرى العرف بأن تشرف عليها وزارات البيئة التي كثيراً ما تكون سلطتها محدودة، قد أخذت تتجه بصورة متزايدة نحو شغل مواقع أكثر مركزية وتأثيراً. وفي حين أن 60 في المائة من أعمال التنسيق التي توجه تنفيذ المساهمات المحددة وطنياً تظل مسؤولية وزارات البيئة أو إدارة الموارد الطبيعية، فإن الجهة التي قامت بتنسيق تنفيذها في أكثر من ثلث البلدان التي شملتها الدراسة الاستقصائية كانت إما مجلس الوزراء أو مكتب الرئيس أو رئيس الوزراء (UNDP/UNFCCC, 2019) (الشكل 11.1).

الشكل 11.1 موقع آلية التنسيق المعنية بتنفيذ المساهمات المحددة وطنياً



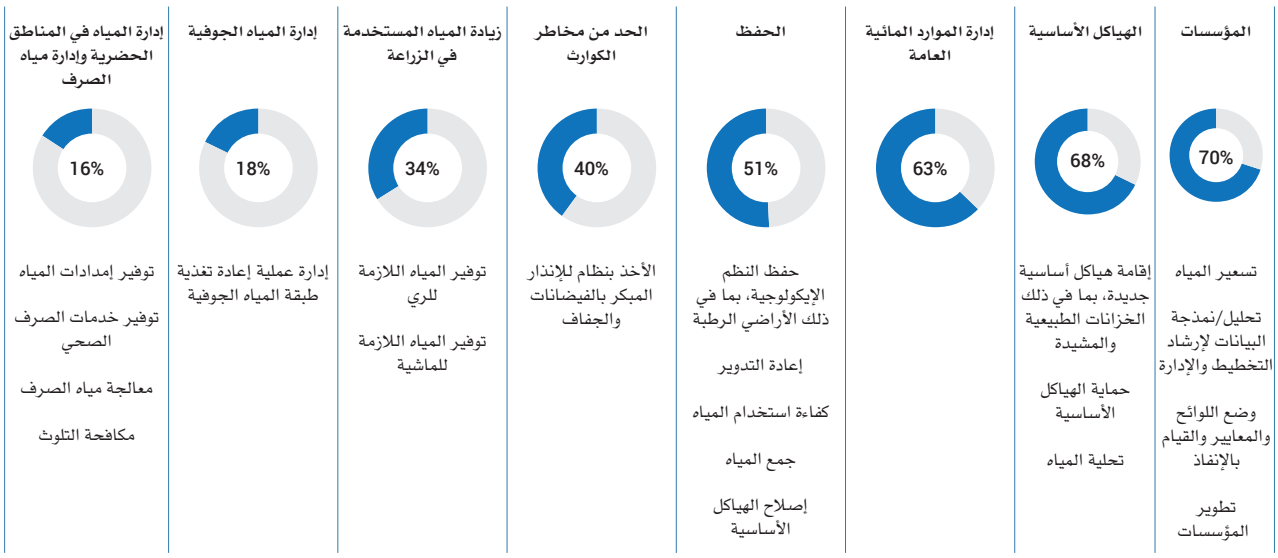
المصدر: برنامج الأمم المتحدة الإنمائي/اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNDP/UNFCCC (2019, p. 27)).

وقد تم تسليط الضوء على الصلة بين تغير المناخ وأولويات التنمية في الوثيقة التي أُعدت في عام 2016 في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ وجمعت فيها الآثار الإجمالية لعدد قدره 161 مساهمة معتزمة محددة وطنياً.[35] "*ويشمل ذلك تدابير التكيف التي تنطوي على منافع مشتركة بالنسبة للتخفيف*" في مجال الإدارة المتكاملة لموارد المياه، مثل حماية مستجمعات المياه، وإدارة مياه الصرف ومياه العواصف، وحفظ المياه، وإعادة التدوير، وتحلية المياه (UNFCCC, 2016, p. 75)، وتبرز المياه في هذا السياق باعتبارها مجالاً رئيسياً لإجراءات التكيف (انظر الشكل 2.3). ويوفر اشتمال عناصر التكيف على أنواع مختلفة من الإجراءات المتصلة بحماية الموارد المائية دعماً لفكرة أن "الأمن المائي" يمثل أولوية إنمائية رئيسية بالنسبة لمعظم الأطراف (UNFCCC, 2016).

وفي حين يعرض ثلثا البلدان مجموعة عامة من المشاريع المتعلقة بالمياه في مساهماتها المعتزمة المحددة وطنياً، فإن بلداً واحداً فقط من كل عشرة بلدان يشير إلى ما يمكن أن يسمى اقتراح مشروع مفصل، وقد نشأت هذه المشاريع المفصلة إما عن عمليات تخطيط محلية بشأن المياه أو عن مقترحات سابقة لتمويل أنشطة متعلقة بالمناخ. وخلصت دراسة استقصائية أجريت مؤخراً من منظور المياه للمساهمات المحددة وطنياً المقدمة من

35 حُوِّلت المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً إلى مساهمات محددة وطنياً عند التصديق على اتفاق باريس.

الشكل 11.2 الإجراءات ذات الأولوية الواردة في المساهمات المحددة وطنياً فيما يتعلق بالتكيف في مجال المياه



المصدر: الشراكة العالمية للمياه (GWP (2018b, fig. 4, p. 5)).

80 بلداً إلى أن أكثر من 70 في المائة من فرادى الإجراءات المائية المقرر اتخاذها فيما يتعلق بالتكيف تنطوي على شكل من أشكال أدوات الإدارة أو الحوكمة، في حين أشار 63 في المائة إلى ضرورة الإدارة العامة لموارد المياه (GWP, 2018b) (الشكل 11.2). كذلك وجد التقرير أنه يمكن مواصلة استكشاف الخيارات "التحوطية" – وهي تدابير معقولة في حد ذاتها بغض النظر عن أنماط الطقس في المستقبل.

وبصورة أعم، لا بدّ، لكي تنفذ البلدان الالتزامات المتفق عليها دولياً، من اعتماد قانون وطني يتماشى مع الالتزامات الدولية أو تحديث القانون القائم بحيث يتماشى مع تلك الالتزامات (Burchi, 2019). ويمثل التنظيم المحلي لتنمية الموارد المائية واستخدامها وحفظها وحمايتها الركيزة الأساسية لإدارة المياه، وهو الأداة الرئيسية لتنفيذ المساهمات المحددة وطنياً بموجب اتفاق باريس.

ويشار إلى الخطوات العملية المتخذة لتحقيق أهداف التخفيف والتكيف الواردة في المساهمات المحددة وطنياً من خلال إجراءات التخفيف الملائمة على الصعيد الوطني وخطط التكيف الوطنية. وتساعد عملية خطط التكيف الوطنية البلدان، وبالذات أقل البلدان نمواً، على وضع خطط متوسطة وطويلة الأجل للتكيف مع المناخ، تتجاوز برامج العمل الوطنية للتكيف الأقرب إلى الطابع العاجل أو القصير الأجل. وتركز بعض البلدان على النهج المنطلق من القاعدة، وتصل به إلى المستوى المحلي عند وضع خطة عملها المحلية للتكيف (Dazé et al., 2016). وقد جمعت بوتان بين الأمن المائي المحلي والتخطيط الطويل الأجل للتكيف مع تغير المناخ (الإطار 11.1).

وتراعي العملية التدريجية لتنفيذ برامج العمل الوطنية للتكيف، المبينة في دليل التكيف مع تغير المناخ والإدارة المتكاملة للموارد المائية (Cap–Net UNDP/UNITAR/REDICA/WMO/UN Environment–DHI/IHE–Delft, 2018, p. 45) استراتيجيات التصدي القائمة على المستوى الشعبي وتبني عليها لتحديد الأنشطة ذات الأولوية، بدلاً من التركيز على النمذجة القائمة على السيناريوهات لتقييم أوجه الضعف والسياسات الطويلة الأجل في المستقبل على مستوى الدول. وينبغي أن تتضمن برامج العمل الوطنية للتكيف أيضاً لمحات موجزة عن المشاريع أو الأنشطة الرامية إلى تلبية الاحتياجات الأكثر إلحاحاً واستعجالاً لأقل البلدان نمواً الأطراف في اتفاقية المناخ الإطارية على صعيد التكيف (McGray et al., 2007).

ويُقدم الدعم للتخطيط الطويل الأجل الذي يجري من خلال خطط التكيف الوطنية عن طريق ملحق تلك الخطط المتعلق بالمياه الذي تم تحديثه مؤخراً. وينظر للمياه في هذا الملحق باعتبارها وسيلة لتحقيق غاية: فهي من المدخلات ذات الأهمية الحاسمة في التنمية الاقتصادية، وأمن سبل العيش، والاستدامة البيئية. ويُنظر فيه للموارد المائية بصفة عامة على أنها تشمل إمدادات المياه إلى جانب جميع القطاعات المتصلة بالمياه مثل الزراعة والطاقة والنقل والصحة العامة وإدارة مخاطر الكوارث (GWP, 2019b). وهناك أكثر من 90 دولة نامية في مراحل مختلفة من مراحل إعداد خطط التكيف الوطنية، وقدمت تلك الخطط رسمياً 13 دولة منها (UNDP/UNFCCC, 2019). ويقترح في الموقع الخاص باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC (n.d.b)) أن تكون عملية خطط التكيف الوطنية *"مستمرة وتدريجية ومتكررة"* وأن تتبع *"نهجاً قطرياً ومراعياً للاعتبارات الجنسانية وتشاركياً وشفافاً تماماً"*.

الإطار 11.1 برنامج العمل الوطني للتكيف من أجل تحقيق الأمن المائي المحلي في بوتان

تتفاقم أوجه الضعف والتحديات التي تواجهها المجتمعات المحلية في بوتان بفعل التهديدات الناجمة عن المناخ، التي تتراوح بين الفيضانات المفاجئة والانهيالات الأرضية وحرائق الغابات وحالات نقص المياه الموسمية. ونظراً للأدوار التقليدية للجنسين، يقع على عاتق المرأة بشكل غير متناسب عبء ازدياد ندرة المياه وصعوبة الحصول عليها.

وبهدف إيجاد حلول مستدامة، قامت حكومة بوتان، بدعم من برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، بوضع برنامج العمل الوطني للتكيف في البلد وتنقيحه ليشمل الأخطار الناشئة الجديدة. وبتمويل من مرفق البيئة العالمية – صندوق أقل البلدان نمواً، مكنت مشاريع التكيف مع تغير المناخ المجتمعات المحلية/مجتمعات الشعوب الأصلية من بناء القدرة على الصمود. وأدى تحسين إمكانية الحصول على المياه الجارية وتشييد وحدات تخزين المياه الخرسانية إلى تعزيز الأمن المائي. كذلك أدى تشكيل مجموعات من مستخدمي المياه إلى زيادة قدرة المجتمعات المحلية على حماية مصادر المياه، وفي الوقت نفسه تعزيز الترابط المجتمعي.

الصورة: © Sonam Phuntsho/UNDP Bhutan (2018).

وتعطي بوتان أولوية للتخطيط الطويل الأجل للتكيف مع تغير المناخ بهدف تجميع أدلة أنجع ومبررات أقوى للاستثمار بهدف توسيع نطاق التكيف.

المصدر: مقتطف من Phuntsho et al. (2019).

11.3 مشاركة الجمهور في وضع جدول الأعمال وصنع القرار والرصد

إن تغير المناخ يغير بشكل أساسي الطريقة التي يجب أن تدار بها شؤون المياه. فقد دأب القائمون على إدارة المياه على التنبؤ بمدى توافرها في المستقبل استناداً إلى اتجاهاتها التاريخية، ولكن مع تأثير درجات الحرارة المتصاعدة على جميع جوانب الدورة الهيدرولوجية (Rodell et al., 2018)، لم تعد خطوط الأساس التاريخية في كثير من الحالات مؤشراً موثوقاً به لمدى توافر المياه (Milly et al., 2008).

وحتى مع تزايد تطور النماذج، لا يمكن التنبؤ بثقة بتأثيرات المناخ على مستوى أحواض الأنهار أو البحيرات أو طبقات المياه الجوفية. ويؤكد هذا المستوى أو العمق الجديد من عدم اليقين أنه لا يمكن التعامل مع التخطيط باعتباره حلاً تقنياً أو معادلة يتعين حلها. والواقع أن البحوث المتعلقة بحوكمة المياه قد أبرزت الدور الهام للمشاركة في معالجة قضايا المياه المعقدة (Von Korff et al., 2010; Bryson et al., 2012; Kirschke and Newig, 2017). وحسب ما تم تأكيده أعلاه، فإن التحول النموذجي من فكرة الحكومة إلى الحوكمة يبعد عملية صنع القرار عن أن تكون مركزة في أيدي الخبراء في مجال إدارة المياه أو الموارد الطبيعية وحدهم. ويربط المبدأ 10 من إعلان ريو بشأن البيئة والتنمية (UNGA, 1992) بين الحقوق البيئية وحقوق الإنسان، مؤكداً على ضرورة مشاركة المواطنين في القضايا البيئية. ويرسي هذا المبدأ ثلاثة حقوق أساسية، هي: توافر إمكانية الحصول على المعلومات وإمكانية المشاركة العامة وإمكانية اللجوء إلى القضاء، باعتبار هذه الحقوق ركائز أساسية للحوكمة البيئية السليمة.

وبصرف النظر عن القاعدة العلمية التي ينبغي أن تتوافر في جميع النُهوج المتعلقة بإدارة المخاطر والنظم الإيكولوجية، فإن الإدارة المرنة للمياه والإدارة المتكاملة للموارد المائية لهما أيضاً جذور راسخة في النهج القائم على أصحاب المصلحة المتعددين، الذي يشمل المواطنين والقطاع الخاص والمجتمع المدني في عملية حوكمة المياه (Saravanan et al., 2009; Schoeman et al., 2014). ويُقترح زيادة مشاركة عامة الناس في إدارة مخاطر المناخ بوصف هذه المشاركة وسيلة لبناء القدرات المتعلقة بالتكيّف على مستويات متعددة، ولتفادي المآزق المؤسسية، ولإعطاء الأولوية للحدّ من المخاطر التي تتعرض لها الفئات الضعيفة اجتماعياً (Ayers et al. 2014; Coirolo and Rahman, 2014; Lebel et al. 2011; Oliveira, 2009; Tompkins and Adger, 2005). ويتطلب ذلك إدماج نهج ينطلق من القاعدة إلى القمة في عمليات التخطيط لأحواض الأنهار ضماناً لإدماج الآراء المتنوعة للمجتمعات المحلية بشأن مخاطر المناخ والتكيف معه، وارتباط ذلك بتوليد الدخل وتوفير سبل العيش. وفي الوقت نفسه يجب أيضاً إتاحة المعلومات والبيانات العلمية على المستوى المحلي وإدراجها ضمن المعلومات المستخدمة في عمليات اتخاذ القرارات المحلية التي تضطلع بها الجهات المعنية المتعددة.

وقد أدت وسائل الاتصال الجديدة، التي تيسرها تكنولوجيا المعلومات ووسائل التواصل الاجتماعي، إلى تمكين المواطنين من جمع المعلومات والاحتفاظ بها (انظر الفصل 13)، والعمل كمراقبين لصانعي القرارات التي تخصهم. كذلك أدت قناة الاتصال الجديدة نسبياً هذه إلى إفساح المجال أمام "العلم التشاركي" من خلال توليد المعارف وتبادلها. ويشير العلم التشاركي بشكل عام إلى مشاركة المواطنين في المشاريع العلمية، ولا سيما في توليد البيانات (Conrad and Hilchey, 2011; Jollymore et al., 2017). وتشمل الأمثلة الحديثة على ذلك تقييم تنوُّع المحاصيل في المزارع باستخدام العلم التشاركي القائم على الاستعانة بمجموعة كبيرة من المصادر الخارجية، وإسناد مهام تجريبية صغيرة للمزارعين المتطوعين في أنحاء العالم (Van Etten et al., 2019)، أو استخدام الهواتف المحمولة للاحتفاظ بمعلومات عن مواقع مراكز توزيع المياه ووظائفها ونوعيتها. بيد أن جمع بيانات سليمة علمياً عن نوعية المياه عملية صعبة تتطلب التمويل الواجب والتدريب والتحفيز وتزويد المواطنين بالتعقيبات (Conrad and Hilchey, 2011; Jollymore et al., 2017; Kim et al., 2018).

ومع أن الحكومات تظل هي المسؤولة عن ريادة التدابير الوطنية للتخفيف من عواقب تغير المناخ والتكيّف معه وعن حوكمة المياه، فإن عملية التغيير تتم دائماً في إطار عمل مشترك. وتماشياً مع مفهوم الحوكمة، قد يأتي من يقودون أو يحفزون العمل، أي "عوامل التغيير"، من أماكن مختلفة كثيرة – فقد يكونون داخل الحكومة أو في قطاعات أخرى. ويسلط الفرع التالي الضوء على المبادرات التي اتخذتها مجموعة متنوعة من التجمعات، مثل الشباب والمدن والقطاع الخاص والشعوب الأصلية، والتي يمكن أن تساعد بطرق مختلفة على دفع عملية التكيف مع تغير المناخ أو التخفيف من آثاره أو المشاركة في الاضطلاع بها، باعتبارها في بعض الأحيان مبادرات رائدة.

11.3.1 عوامل التغييـــر

ثمة دلائل عديدة تشير إلى تزايد اهتمام الشباب بتغير المناخ. وفي الوقت الذي يجري فيه العمل في جميع أنحاء العالم للشروع في تغيير السياسات والدفع من أجل اتخاذ إجراءات، بدأت الأجيال الشابة في تغيير مسار الأحداث. ففي آذار/مارس 2019، قام الطلاب في جميع أنحاء العالم بتنفيذ الإضراب العالمي للشباب من أجل تغير المناخ، حيث احتشدوا من خلال وسائل التواصل الاجتماعي، وتغيبوا عن الفصول الدراسية للاحتجاج على تقاعس الحكومات عن التصدي للاحترار العالمي. وكانت تلك الاحتجاجات من بين أكبر الإجراءات الدولية حتى الآن، وشملت حوالي 1.4 مليون طالب وطالبة وشاب وشابة في أكثر من 120 بلداً (Leach, 2019)، مما دفع صناع القرار إلى التجاوب. وخلال قمة الأمم المتحدة للعمل المناخي في أيلول/سبتمبر 2019، غادر الشباب والكبار المدارس وأماكن العمل في أكثر من 150 بلداً للانضمام إلى مسيرات إضرابات المدارس المسماة "أيام الجمعة المخصصة لمستقبل المناخ". ورغم أن هذه الحركة قد بدأت على يدي غريتا ثونبرغ،[36] وهي مراهقة سويدية، فقد تحولت إلى حركة عالمية. فعلى سبيل المثال، خلال الأسبوع الأفريقي للمناخ الذي نُظم في أكرا، في آذار/مارس 2019، قامت عدة مجموعات شبابية، من مختلف أنحاء أفريقيا، تحت قيادة حركة البيئة الشبابية الغانية، بمسيرة سلمية في الشوارع توجهت إلى مركز المؤتمرات حيث كان قادة الحكومات وواضعو السياسات منخرطين في المناقشات. وكانت الرسالة التي حملتها لافتات الشباب بسيطة: لقد عقدت بالفعل محادثات كثيرة، والآن حان وقت العمل بشأن تغير المناخ.

ويجري أيضاً تعبئة الشباب ودعمهم من خلال عدة شبكات تركز على المياه، مثل برلمان الشباب العالمي للمياه، وشبكة الشباب المعنية بالمياه، وحلول الشباب لقضايا المياه. ويحاول الكثيرون ربط المبادرات المحلية بالتوعية والتوصيات المتعلقة بالسياسات.

كذلك أصبحت المدن رائدة في مجال العمل المناخي في كثير من البلدان. وهناك العديد من الشبكات أو المبادرات التي تحفز أعضاءها على العمل، مثل المجلس الدولي للمبادرات البيئية المحلية – الحكومات المحلية من أجل الاستدامة، وشبكة فريق قيادة المدن الأربعين المعني بالمناخ المؤلفة من مدن كبرى ملتزمة بالتصدي لتغير المناخ، وشبكة 100 مدينة قادرة على الصمود، التي كانت مؤسسة روكفلر رائدة لها. ويستند جانب كبير من الإجراءات فيما يبدو إلى المعارف المحسنة: فقد خلص استعراض أجراه ماكدونالد وشيمي (McDonald and Shemie (2014)) لأكثر من 2 000 من مستجمعات المياه و530 مدينة إلى أن المدن التي أجرت تقييمات لمخاطر المياه أكثر احتمالاً من غيرها لأن تقوم باتخاذ إجراءات، وأن أكثر هذه الإجراءات شيوعاً هو الحد من التسرب في إمدادات المياه. ويتجلى ذلك في الترتيب الذي وضعه مؤخراً للمدن الرائدة من حيث الإجراءات البيئية مشروع الكشف عن الكربون– الكشف، الرؤية، العمل (CDP, n. d.). ومن الأمثلة على الإجراءات التي تم اتخاذها إصلاح مواضع تسرب المياه من أجل معالجة الجفاف، الذي ركّزت عليه تايبيه، مقاطعة تايوان الصينية (Scott, 2019). وبالنظر إلى أن تغير المناخ يكشف عن الأخطار الكامنة التي تهدد المياه في المناطق الحضرية، فهو يحفز المدن على اتخاذ هذا النوع من التدابير التحوطية (Kjellén, 2019).

36 "لأكثر من 30 عاماً كان العلم واضحاً وضوح الشمس. فكيف تجسرون على الاستمرار في إشاحة النظر عنه، وتأتون إلى هنا قائلين إنكم تفعلون ما يكفي، في حين أن السياسة والحلول اللازمة لا تزال غائبة عن الأفق ... وإذا اخترتم الفشل كما أرى فلن نسامحكم أبداً ولن نسمح لكم بالإفلات من هذا. فنحن نرفض أن يتجاوز الأمر هذا المكان وهذا التوقيت. وقد أخذ العالم يستيقظ. والتغيير قادم، شئتم أم أبيتم." – غريتا ثونبرغ، متحدثة أمام قمة الأمم المتحدة للعمل المناخي لعام 2019 (Thunberg, G. 2019).

كذلك قطعت بعض الشركات الكبرى التزامات بالحد من بصمتها المائية وما تصدره من انبعاثات غازات الدفيئة لكي تسهم في خفض الإجهاد المائي والتصدي لتغير المناخ (انظر الفصل 7). وفيما يتعلق بتعامل الشركات مع المياه، وجد التقرير العالمي عن المياه لعام 2018 الذي أعده مشروع الكشف عن الكربون أنه على الرغم من زيادة الوعي بالمخاطر المتعلقة بالمياه والأهداف التي تقضي بالحد من سحب المياه، فقد زادت عمليات السحب المبلغ عنها ذاتياً زيادة كبيرة في السنوات الأخيرة، لا سيما بين شركات الأغذية والمشروبات والزراعة والتصنيع واستخراج المعادن في آسيا وأمريكا اللاتينية (CDP, 2018).

وفي المملكة المتحدة، عملت شركات المياه وجهات التنظيم والأكاديميون والمنظمات غير الحكومية معاً لوضع إطار تخطيط طويل الأجل للموارد المائية. وأشارت النتائج إلى أن إنجلترا وويلز قد تواجهان، في غضون 50 عاماً، حالات جفاف أطول مدة وأكثر تواتراً وأشد حدة مما كان يُعتقد سابقاً. وقد أدَّت هذه الدراسة إلى اتباع نهج أكثر اتساماً بالطابع الاستراتيجي لتأمين إمدادات المياه من خلال الموازنة بين تعزيز الهياكل الأساسية للإمدادات وإدارة الطلب (Water UK, 2016).

وفي حين أن معظم قطاعات المجتمع تحتاج إلى أن تعيد توجيه ذاتها في مواجهة تغير المناخ، فإن الشعوب الأصلية، التي كثيراً ما تعيش في بيئات هامشية ومحفوفة بالتحديات، تنفذ بالفعل ما يمكن تسميته باستراتيجيات التخفيف والتكيف كجزء من إدارة الموارد الطبيعية التقليدية أو الموروثة عن الأجداد. فلدى الشعوب الأصلية خبرات ثبتت جدواها على مر الزمن ومعارف قيّمة يمكن استخدامها للتكيف مع الاحترار العالمي والتخفيف من آثاره. ومن هذه الخبرات والمعارف الإجراءات التقليدية للتصدي للجفاف والكوارث الأخرى، أو احتجاز الكربون (على سبيل المثال، الحفاظ على الغابات) (Kelles–Viitanen, 2018). ويشير تشانزا ودي ويت ((Chanza and De Wit (2016 وغيرهما كثيرون إلى وجوب أن يستفاد من معارف الشعوب الأصلية بشكل أكثر فعالية بكثير في إدارة المناخ.

11.3.2 صنع القرار في ظل عدم اليقين

"الإدارة التكيفية" هي عملية منظمة لصنع القرار في مواجهة عدم اليقين، تهدف إلى إدارة عدم اليقين في إدارة الموارد الطبيعية والنظم الإيكولوجية (Allen and Stankey, 2009; Holling, 1978). وهي تطبق بصورة متزايدة على إدارة الموارد المائية (Pahl–Wostl et al., 2010; Schoeman et al., 2014). ومع أن الحوكمة وصنع القرار في ظل ظروف من عدم اليقين ليسا بالأمر الجديد، فإن تغير المناخ يمثل طيفاً جديداً من أوجه عدم اليقين: هو"عدم اليقين العميق" بدلاً من "المخاطر المعروفة" (World Bank, 2016a). والحفاظ على المرونة في ترتيبات وأطر الحوكمة على مر الزمن أمر بالغ الأهمية لمواجهة المستويات المرتفعة من عدم اليقين المناخي.

وتتمثل إحدى طرق التعامل مع عدم اليقين في إعطاء الأولوية للتدابير "التحوطية"، أي تطبيق سياسات واتخاذ إجراءات معقولة في حد ذاتها. ويشمل ذلك تدابير زيادة الكفاءة مثل إصلاح مواضع التسرب في شبكات المناطق الحضرية وضمان وصول المياه الموجودة في شبكات الري إلى المحاصيل فعلاً. وتساعد هذه التدابير على الحد من الهدر وتوفير الموارد، بغضّ النظر عن تغير المناخ أو أنماط الطقس في المستقبل.

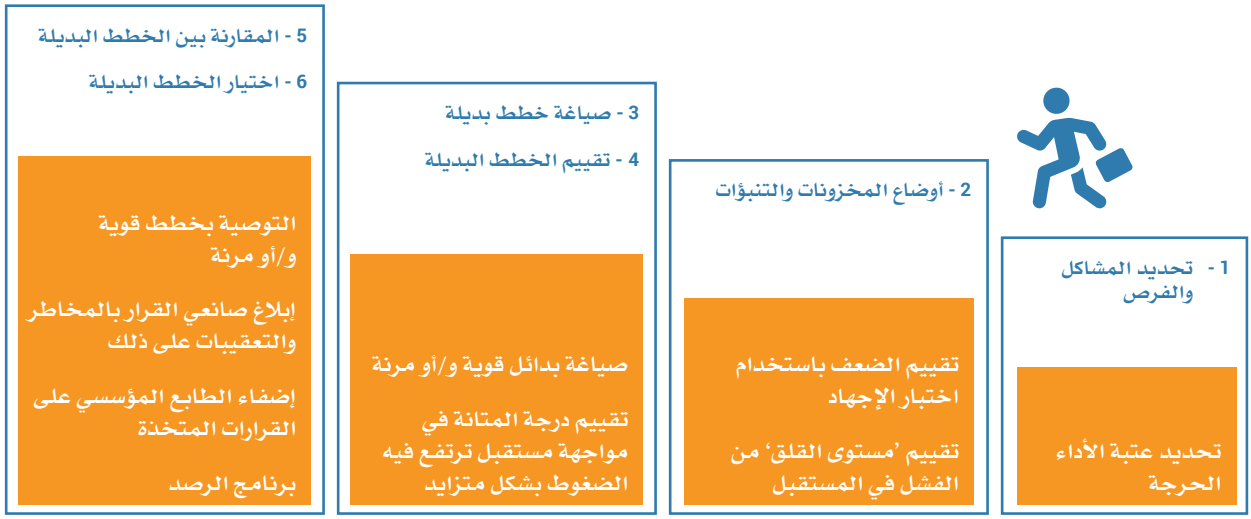
وتشكل نُهوج تقييم المخاطر المنطلقة "من القاعدة إلى القمة" جيلاً جديداً من المنهجيات التي تتعامل مع عملية صنع القرار في ظل عدم اليقين. وهي مصممة لضمان اتخاذ قرارات قوية ومرنة ومحددة السياق في مجال إدارة المياه (Brown et al., 2011; Wilby, 2011; Haasnoot et al., 2015). وتركز هذه النهوج بقوة على تجنب الفشل المزمن في أداء الشبكات (Mendoza et al., 2018). ولا غنى عن مشاركة أصحاب المصلحة في وقت مبكر من أجل إيجاد حلول واستجابات في مجال السياسات تكون أكثر شمولاً وأيسر في تنفيذها في نهاية المطاف وتلقى قبولاً أفضل (OECD, 2015)، مما يكفل إدماج السياقات المحلية إدماجاً كاملاً في العملية. ومن الأمثلة على ذلك التحليل المتدرج للقرارات المستنيرة المتعلقة بالمخاطر المناخية (الشكل 11.3) (Mendoza et al., 2018).

وتكامل البيانات وتحليلها أمران مهمان ويلزم تعزيزهما من أجل المساعدة في الحد من مخاطر وآثار الكوارث المتصلة بالمياه، بما في ذلك الفيضانات والانهيالات الأرضية وحالات الجفاف، التي يعتمد التنبؤ بها اعتماداً كبيراً على العلم والتكنولوجيا لأغراض الإنذار المبكر. وعلاوة على ذلك، يلزم إدماج البيانات الهيدرولوجية في التحليلات الاجتماعية والاقتصادية، ذلك أن السلوك والقدرة على الصمود يعتمدان إلى حد كبير على هوية من يمكنه الوصول إلى الموارد المختلفة والسيطرة عليها (WRG/UNDP, 2019 2030).

ومن الأمثلة على النهوج المتعددة التخصصات التي تربط العلم والتكنولوجيا بالمجتمع وضع منهاج العمل المتعلق بالقدرة على الصمود فيما يتصل بقضايا المياه والكوارث، وهو مشروع عالمي تروّج له المبادرة الدولية المعنية بالفيضانات.[37] ومن الجهود الأخرى الرامية إلى تعزيز إمكانية الوصول إلى المعلومات المجتمعية المتصلة بالمياه

37 www.ifi-home.info.

الشكل 11.3 مهام تحليل القرارات المستنيرة المتعلقة بالمخاطر المناخية ضمن إطار تخطيطي نموذجي



ملاحظة: تبيّن المربعات الزرقاء خطوات أطر التخطيط الشائعة؛ وتظهر المربعات البرتقالية خطوات تحليل القرارات المستنيرة المتعلقة بالمخاطر المناخية.

المصدر: Mendoza et al. (2018, fig. 01, p. 30).

بوابة بيانات الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة الخاصة بآلية الأمم المتحدة للمياه[38] وأطلس المخاطر المتعلقة بالمياه الخاص بمنصة بيانات أكويداكت (Aqueduct)، وهو أداة عالمية لرسم خرائط المخاطر المتعلقة بالمياه تساعد الشركات والمستثمرين والحكومات وغيرهم من المستعملين على إدراك المواضع التي تنشأ فيها المخاطر والفرص المتعلقة بالمياه في مختلف أنحاء العالم وكيفية ذلك.[39]

11.4 الحد من الضعف وتعزيز القدرة على الصمود عن طريق مكافحة الفقر وعدم المساواة

يؤثر تغير المناخ على البلدان والسكان المحليين بصور متباينة، تبعاً لثروتهم ومركزهم الاجتماعي وعوامل أخرى تؤثر على قدرتهم على التكيف (Eakin and Luers, 2006; UNDP, 2019). ويتعين أن تميز الاستراتيجيات بين مختلف الفئات والطبقات الاجتماعية وأن تولي اهتماماً خاصاً للمهمشين بالفعل (Mobjörk et al., 2016). والواقع أن حدوث الأزمات المفاجئة أو التدريجية يميل إلى تعزيز أوجه الضعف والانكشاف أمام المخاطر وأوجه عدم المساواة القائمة بالفعل (Schaar, 2018).

ويترابط الفقر والتمييز والضعف ترابطاً وثيقاً وعادةً ما تتداخل هذه المسائل. وقد تعاني النساء والفتيات المنتميات إلى أقليات عرقية أو اللواتي يعشن في المناطق النائية أو المحرومة أنواعاً متعددة من الاستبعاد والاضطهاد. وعندما تحل الكوارث، يمكن أن تتفاقم أوجه عدم المساواة هذه، ويزيد احتمال تضرر الفقراء منها عن غيرهم. ومن المرجح أن يتكبد الفقراء أيضاً خسائر تفوق نسبياً خسائر غيرهم (Hallegatte et al., 2016)، حيث تؤثر الأبعاد الجنسانية وأبعاد القوة على إجراءات التصدي للكوارث.[40] فعلى سبيل المثال، خلصت الدراسات المتعلقة بالمنظور الجنساني المستمدة من بوتان إلى أن نظم الإنذار المبكر لا تصل إلى المرأة في كثير من الأحيان، ويرجع ذلك جزئياً إلى المعايير الثقافية التي تقيد حريتها في التنقل واتخاذ القرارات المستقلة، إذ يتعين عليها انتظار الحصول على إذن من الرجل قبل الإجلاء (Shrestha et al., 2016; Davison, 2017). وفي سياقات أخرى، قد يتأثر نجاح عمليات الإجلاء بمسائل من قبيل إمكانية الحصول على مركبة.

وكثيراً ما يتسبب الوجود الثقافي والجغرافي للشعوب الأصلية على اختلاف العصور وطوال فترة الاستعمار في وضعها في مواقف عدائية مع القوى الفاعلة السياسية والاقتصادية المهيمنة والتيار الرئيسي للمجتمع والسياسة (WWAP, 2019). وهذا التاريخ يمكن أن يؤدي إلى التمييز. وكثيراً ما يُغفل أمر الشعوب الأصلية في قرارات

38 www.sdg6data.org/.

39 www.wri.org/our-work/project/aqueduct/about.

40 وجد هاليغات وآخرون (Hallegatte et al. (2016)) أن عوامل مثل انخفاض معدلات الإلمام بالقراءة والكتابة، وارتفاع معدلات الإعالة، وضعف هياكل الإسكان تزيد من ضعف الأشخاص المتضررين من الجفاف في المناطق الريفية في الهند، في حين أن عوامل مثل إمكانية الوصول إلى الشبكات الاجتماعية والخدمات الأساسية كالمياه والصرف الصحي والصحة والتعليم من شأنها أن تؤدي دوراً هاماً في الحد من هذا الضعف.

الإطار 11.2 إدارة مستجمعات المياه في إطار الحد من مخاطر الكوارث – إصلاح منحدرات أحواض غونابيف، هايتي

في أعقاب الإعصار جين، في عام 2004، عملت منظمة العمل الدولية وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي وبرنامج الأغذية العالمي بشكل وثيق مع حكومة هايتي بشأن برنامج لإيجاد فرص العمل في غوناييف. وأوجد البرنامج فرص عمل من خلال أنشطة حماية البيئة. وأسهم الحوار المجتمعي وتنمية القدرة المؤسسية للجهات الفاعلة المحلية والمجتمعية في الحد من آثار تحات الأراضي وارتفاع الضغط الديمغرافي على البيئة.

واستفاد أكثر من 50 000 أسرة معيشية من الأنشطة الكثيفة العمالة مثل إقامة مشاتل الأشجار، وبناء خنادق مقاومة للتآكل، وتعزيز الجسور. وتحديداً، تم زرع 210 000 شتلة من الأشجار على المنحدرات، وزرع 630 000 شتلة عشبية في الخنادق المقاومة للتآكل.

وأثبت المشروع أن استخدام التقنيات القائمة على الموارد المحلية والتعاقد مع المجتمع المحلي يمكن أن يحول دون زيادة تدهور مستجمعات المياه المتآكلة. كذلك ساعد التعاقد مع المجتمع المحلي على توضيح الأدوار والمسؤوليات، وإنشاء القدرات التقنية اللازمة لحماية البيئة على نطاق أوسع، وتعزيز التعاون بين العمال والمنظمات المحلية واتحاداتها والسلطات المحلية والإدارات التقنية الإقليمية.

ساهمت به منظمة العمل الدولية.

تخصيص المياه وقد تُهمّش في النظم التقليدية لإدارة المياه وتتأثر بشكل غير متناسب بالنزاعات المتعلقة بالمياه (Barber and Jackson, 2014). وكثيراً ما ترتبط الشعوب الأصلية بنظمها الإيكولوجية بروابط ثقافية قوية، وتعتمد في سبل عيشها على الموارد الطبيعية المتجددة التي تتعرض للخطر بسبب تقلب المناخ والظواهر المناخية المتطرفة (ILO, 2017).

ويمكن أيضاً أن يساعد اعتماد نهج قائم على حقوق الإنسان إزاء التنمية على تحقيق العدالة المناخية فيما يتعلق بالمياه. وهذه النهوج هي جوهر الحوكمة الرشيدة، فهي تتيح لأصحاب المصلحة المعنيين فرصاً للتعبير عن مصالحهم والتأثير على جدول الأعمال ونتائج المناقشات. ويوفر النهج القائم على حقوق الإنسان آليات لضمان إدماج جميع الناس في عملية الاتصال وتمكنهم من المشاركة في التصدي الجماعي للأسباب الجذرية للضعف (Cap–Net UNDP/WaterLex/UNDP–SIWI GWF/Radica, 2017; Cap–Net UNDP/UNITAR/REDICA/WMO/ UN Environment–DHI/IHE–Delft; 2018). فالتنمية وإدارة المياه والتعرض لتغير المناخ كلها مترابطة، و"يمكن *للسياسات الحصيفة في مجال إدارة المياه أن تفعل الكثير لضمان النمو، مما يجعل الناس أكثر ثراء وبالتالي أكثر قدرة على الصمود أمام ضغوط المناخ*" (World Bank, 2016a, p. 14). ويمكن أن يساعد تكوين الثروة في صفوف المحتاجين إليها على الحد من الضعف العام في المجتمع، بما يشمل آثار تغير المناخ المتصلة بالمياه.

فالأصول التي يمتلكها الفقراء، مثل منازلهم أو حيواناتهم أو محاصيلهم، أقل مقاومة لآثار الكوارث. وعلاوة على ذلك، فإنها قد تمثل مجموع ثروة الأسرة المعيشية الفقيرة، لأن احتمال امتلاك الأسر المعيشية الفقيرة لمدخرات مالية أو لسبل للحصول على الائتمان أقل من غيرها. وهذه الاختلافات في درجة التعرض للمخاطر والضعف إزاءها تؤدي بالكوارث الطبيعية إلى زيادة عدم المساواة وقد تسهم في الفصل الضار بين النمو الاقتصادي والحد من الفقر (Hallegatte et al., 2016). والفقراء معرضون بشكل غير متناسب لخطر التغير البيئي، لأنهم يميلون إلى التعويل بشكل مباشر وبقدر أكبر على النظم الإيكولوجية، فهم يعتمدون على سبيل المثال على الزراعة البعلية أو على جمع النباتات والحيوانات البرية (McGranahan et al., 1999). وما لم تؤخذ هذه الظروف الاجتماعية – الاقتصادية في الاعتبار بشكل كامل، قد تقل بشدة فعالية سياسات التكيف.

ومن الاعتبارات الهامة في الحد من التعرض للأخطار المتصلة بالمياه التي يسببها المناخ أن يُنظر إلى المخاطر والتحديات ودرجة التعرض وأوجه الضعف في مجملها. وينتقد ويزنر وآخرون ((Wisner et al. (2003, p. 4) "الفصل المصطنع" بين المخاطر الناجمة عن الأخطار الطبيعية والأخطار العديدة الكامنة في الحياة "العادية". وفي هذا الصدد، تذكرنا وكالة التقييم البيئي الهولندية ((PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2018) بالفرق في حجم الآثار الناجمة عن مختلف أنواع الكوارث والآثار اليومية لعدم كفاية فرص الحصول على خدمات المياه والصرف الصحي. فالتعرض يومياً لنقص خدمات المياه والصرف الصحي يقتل عدداً من الناس – معظمهم من الأطفال – أكبر بكثير من العدد الذي تقضي عليه النزاعات والزلازل والأوبئة مجتمعة. وهذا يدل على أهمية الجمع بين التنمية والعمل الإنساني، وذلك مثلاً بالجمع بين المساعي الرامية إلى توفير سبل العيش والرامية إلى الوقاية من مخاطر الكوارث، على النحو المبين في الإطار 11.2.

ولإدارة المياه دور هام في تعزيز القدرة على الصمود أمام تغير المناخ من خلال التخفيف من حدة الفقر. وتساعد سياسات المياه التي تتيح مزيداً من سبل الحصول عليها لاستخدام الفقراء لا على الحد فقط من الفقر وعدم المساواة، وإنما أيضاً من الضعف، عن طريق زيادة القدرة على الصمود أمام تغير المناخ. ويمكن تعزيز التدابير "التحوطية" هذه من خلال اتباع نهج شامل إزاء إدارة المناخ والمياه، مما يسمح لأصوات الفئات المحرومة بالتأثير على جدول الأعمال والقرارات. ولا غنى لتحقيق ذلك عن الإرادة السياسية والعزم. ولا غنى عن المشاركة والشفافية لضمان سير الإجراءات في الاتجاه الصحيح والإسهام في بلوغ الأهداف المتفق عليها.

12

التمويل المتعلق بالمناخ: الاعتبارات المالية والاقتصادية

منظر جوي لإحدى محطات معالجة الصرف الصحي في فروتسواف (بولندا).

البنك الدولي | شانا إدبرغ وديبغو خوان رودريغيز
مع مساهمات مقدمة من: فرانشيسكا برنارديني، وسونيا كوبل، وهانا بلوتينكوفا (اللجنة الاقتصادية لأوروبا)؛ وكيارا كريستينا كولومبو ودانييل غايلارد – بيتشر (المجلس العالمي للمياه)؛ وتود غارتنر (معهد الموارد العالمية)؛ وأمارناث جيريراج (المعهد الدولي لإدارة المياه)؛ وميريلين هيدغر (معهد تنمية الموارد الطبيعية الخارجية)؛ وماريان كيلين (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي)؛ وجون ماثيوز وأليكس مورونر (تحالف التكيف العالمي للمياه)؛ وليزلي بوريس (منظمة Water.org)

يتناول هذا الفصل الحالة الراهنة لتمويل قضايا المياه والمناخ، وتكاليف التقاعس عن العمل مقابل فوائد العمل، وعدة طرق للوصول إلى تدفقات التمويل المتعلق بالمناخ لتحسين إدارة المياه فضلاً عن إمدادات المياه وخدمات الصرف الصحي، مع التخفيف من آثار تغير المناخ و/أو التكيف معه على نحو متضافر.

12.1 لمحة عامة

إدارة الموارد المائية حالياً ينقصها التمويل وتحتاج إلى مزيد من الاهتمام من جانب الحكومات. فتغير المناخ، على النحو المبين في الفصول السابقة، يهدد إدارة الموارد المائية، ويزيد من خطر الظواهر المتصلة بالطقس، ويؤثر على توافر خدمات المياه والصرف الصحي ونوعيتها في جميع أنحاء العالم. بيد أنه يتيح أيضاً فرصة لما يلي: الاستفادة من آليات التمويل المتعلق بالمناخ لتوفير تمويل إضافي لتحسين إدارة المياه، ومن ثم تحسين إمكانية الحصول على المياه المأمونة والصرف الصحي من خلال إجراءات تخفف أيضاً من آثار تغير المناخ و/أو تزيد من القدرة على الصمود أمامها، وهو كثيراً ما يوفر منافع مشتركة أخرى في نفس الوقت.

إدارة الموارد المائية حالياً ينقصها التمويل وتحتاج إلى مزيد من الاهتمام من جانب الحكومات

ويتيح تزايد الاهتمام العالمي بتغير المناخ فرصة لم يسبق لها مثيل لكي تحتل مسألة المياه موضعاً بارزاً ضمن جهود تمويل التنمية المستدامة. فمن شأن ربط المياه بتغير المناخ أن يتيح للمجتمع الدولي حشد موارد إضافية لمعالجة التداخل الواسع بين التحديات المناخية وتحديات المياه، وبالتالي تحسين احتمالات تحقيق الأهداف العامة لإدارة المياه على النحو المبين في الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة.

12.2 السبب في الربط بين تمويل المياه والمناخ

12.2.1 حالة تمويل المياه

لا تكفي مستويات التمويل الحالية لبلوغ هدف المجتمع الدولي المتمثل في تعميم توفير المياه والصرف الصحي وإدارتهما إدارة مستدامة، المنصوص عليه في الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة. وفي سبيل تحقيق أول غايتين من غايات الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة – أي حصول الجميع على خدمات المياه المأمونة والصرف الصحي والنظافة الصحية بحلول عام 2030 – يجب أن تصل الاستثمارات الرأسمالية إلى 114 بليون دولار أمريكي سنوياً. وهذا يبلغ حوالي ثلاثة أضعاف المستويات السنوية الحالية للاستثمار الرأسمالي في المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية. وبالإضافة إلى التدفقات الأولية من رأس المال الوافد، هناك حاجة إلى موارد كبيرة لتشغيل وصيانة الهياكل الأساسية للمياه والصرف الصحي والحفاظ على التغطية الشاملة. وهذه التكاليف متكررة وستفوق التكاليف الرأسمالية بقدر يتفاوت من 1.4 إلى 1.6 مرة بحلول عام 2029 (Hutton and Varughese, 2016).

ولا تشمل النفقات المذكورة أعلاه الغايات الأكثر تكلفة، وهي الغايات من 6.3 إلى 6.6 من الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة، التي تشمل تحسين نوعية المياه، وزيادة نسبة مياه الصرف المعالجة، وزيادة كفاءة استخدام المياه، وتطبيق الإدارة المتكاملة لموارد المياه، وحماية النظم الإيكولوجية المتصلة بالمياه وإصلاحها. وهي كذلك لا تشمل صراحة التكنولوجيات القادرة على الصمود أمام تغير المناخ. وبالتالي، سيكون *"من المستحيل تقريبا"* بلوغ الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة، بدون زيادة كبيرة في مستويات الاستثمار في المياه (Fonseca and Pories, 2017, p. 8).

12.2.2 العمل الوقائي يؤدي إلى وفورات

من الواضح أن الاستمرار في العمل كالمعتاد – أي تجاهل المخاطر المناخية وعدم زيادة الاستثمار في المياه – من شأنه أن يشكل خطراً يهدد بوضوح فرص تحقيق الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة، وأن يكون له أيضاً أصداء أوسع نطاقاً. وبالنظر إلى أن المياه عامل حاسم من عوامل الإنتاج في العديد من القطاعات، فإن زيادة ندرة إمدادات

المياه وضعفها من شأنهما أن يهددا سبل العيش في جميع أنحاء العالم. ويمكن أن تؤدي الخسائر المتصلة بالمياه إلى دفع بعض المناطق إلى *"نمو سلبي مستمر،"* مع تعرض معدلات النمو في بعض المناطق لخطر الانخفاض بنسبة 6 في المائة من الناتج المحلي الإجمالي بحلول عام 2050 (World Bank, 2016a, p. vi). وهذه التغييرات ستثقل كاهل الأسر المعيشية الفقيرة أكثر من غيرها.

وبالتالي، عند النظر في تكلفة تمويل الهياكل الأساسية للمياه، من الضروري أيضاً تقييم *"مخاطر الوضع / الافتراضي المتمثل في عدم تمويل الهياكل الأساسية"* (WWC, 2018, p. 15). ومن ثم، فإن الإجراءات الوقائية يمكن أن يكون لها عائد إيجابي على الاستثمارات في شكل تجنب وقوع الخسائر في المستقبل (الإطار 12.1)، إلى جانب تحسين الممارسات الحالية لإدارة المياه في الوقت نفسه. ولكن لكي يحدث ذلك، سيلزم للقائمين على إدارة المياه أن يدرجوا بصورة مناسبة أعمال التخطيط وتصميم الاستثمار في الأساليب التحليلية التي تسمح بالتحديد السليم للمخاطر وأوجه عدم اليقين المناخية وغير المناخية. وبالتالي، فمن الضروري إعطاء الأولوية لاستراتيجيات التكيف والاستثمارات التي يمكن أن تتيح إدارة تلك المخاطر وأوجه عدم اليقين.

12.2.3 الربط بين المياه والتمويل المتعلق بالمناخ

إذا كان التمويل الحالي للمياه غير كاف، وكانت زيادة تمويل المياه توفر فوائد محتملة كبيرة، فما الذي يمكن عمله لزيادة فرص الحصول على التمويل وتحقيق تلك الفوائد؟ ورغم أن إدارة المياه تتطلب مزيداً من الاهتمام من المصادر التقليدية، مثل التمويل الحكومي وتمويل التنمية، فإن الإجابة قد تكمن أيضاً في إضافة التمويل المتعلق بالمناخ. وتشير مبادرة سياسات المناخ إلى أن التمويل المتعلق بالمناخ قد ازداد في السنوات الأخيرة، من 360 بليون دولار أمريكي في عام 2012 إلى مبلغ تتراوح تقديراته بين 510 بلايين و530 بليون دولار أمريكي في عام 2017. ومن أصل المبلغ المستثمر في عام 2016، وهو 455 بليون دولار أمريكي، تم توجيه 11 بليون دولار أمريكي لإدارة المياه ومياه الصرف في إطار التكيف مع المناخ، و0.7 بليون دولار أمريكي لإدارة المياه ومياه الصرف في إطار التخفيف من آثار تغير المناخ. وهذا يعني أن ما وُجّه مباشرة في عام 2016 إلى إدارة المياه لا تزيد نسبته عن 2.6 في المائة من التمويل المتعلق بالمناخ، حتى وإن كان ذلك قد لا يضع في الحسبان المشاريع المتصلة بالمياه المضطلع بها في قطاعات أخرى، مثل إدارة مخاطر الكوارث؛ والزراعة والحراجة واستخدام الأراضي وإدارة الموارد الطبيعية؛ وحماية السواحل؛ وغير ذلك من القطاعات (CPI, 2018). وقد ينبغي أن يتوخى أنصار المشاريع المتعلقة بالمياه زيادة حصة قطاع المياه في تمويل الأنشطة المتعلقة بالمناخ وتأكيد الصلات الموجودة بين قطاع المياه وسائر القطاعات المرتبطة بالمناخ من أجل ضمان قدر أكبر من التمويل لإدارة المياه.

قد ينبغي أن يتوخى أنصار المشاريع المتعلقة بالمياه زيادة حصة قطاع المياه في تمويل الأنشطة المتعلقة بالمناخ وتأكيد الصلات الموجودة بين قطاع المياه وسائر القطاعات المرتبطة بالمناخ من أجل ضمان قدر أكبر من التمويل لإدارة المياه

12.2.4 تمويل التخفيف مقابل التكيف

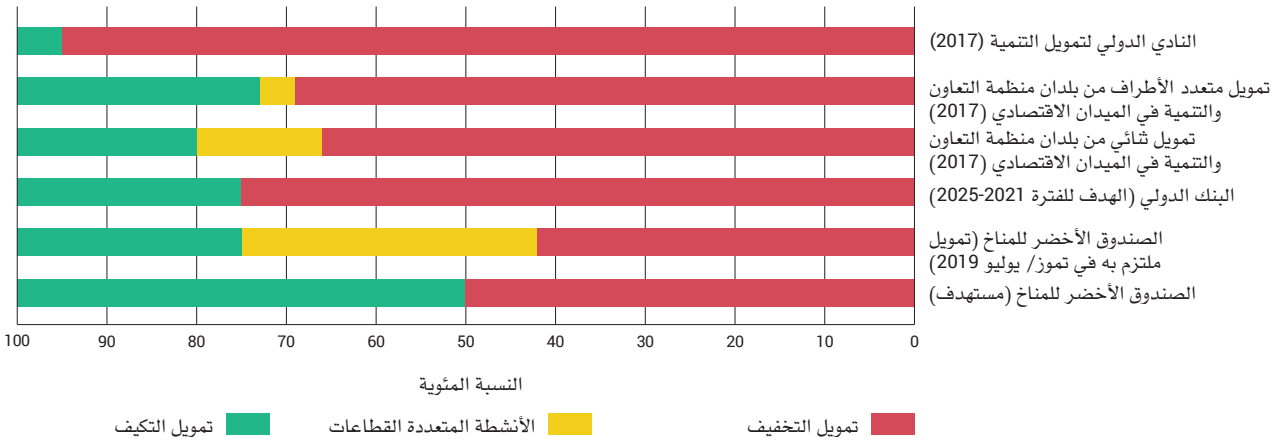
ثمة اتجاهان واعدان من شأنهما أن يساعدا مشاريع المياه في الحصول على التمويل المتعلق بالمناخ. ويتمثل الاتجاه الأول في تزايد الاعتراف بإمكانات التخفيف التي تنطوي عليها مشاريع المياه والصرف الصحي. وقد يكون هذا الاتجاه مفيداً بوجه خاص، إذ أن الأموال المخصصة لأنشطة التخفيف قد شكلت 93.8 في المائة من التمويل المتعلق بالمناخ في عام 2016، لكن المشاريع الخاصة بالمياه لم تمثل إلا أقل من واحد في المائة من هذا المجموع

الإطار 12.1 تجنب خسائر الفيضانات في المكسيك

ثمة مثال على الخسائر التي يمكن تجنبها عن طريق العمل الوقائي مستمد من ولاية تاباسكو المكسيكية. فقد تكبدت الدولة عند وقوع فيضان كبير في عام 2007 أضراراً وخسائر كبيرة تصل إلى 2.9 بليون دولار أمريكي. وأدى ذلك الفيضان بالحكومة الاتحادية وحكومات الولايات إلى تصميم خطة هيدروليكية متكاملة. وكان الهدف من الخطة هو تنفيذ مجموعة من الحلول التي تضمن سلامة السكان، وعدم توقف الأنشطة الاقتصادية، واستقرار النظم الإيكولوجية عند وقوع الفيضانات. وبلغت تكلفة الاستثمارات الهيكلية (إقامة الحواجز والتعزيزات) والاستثمارات غير الهيكلية (وضع نظم الإنذار المبكر، وخرائط المخاطر، وبناء القدرات) نحو 750 مليون دولار أمريكي، ونُفذت الخطة بين عامي 2008 و2010. وبعد ثلاث سنوات من فيضانات عام 2007، غمرت السيول تاباسكو بمستوى أكبر من ذي قبل. ولكن هذه المرة، أدت التدابير التي اتخذت في إطار الخطة الهيدروليكية المتكاملة إلى الحد بدرجة كبيرة من مستوى الأضرار والخسائر التي لحقت بالدولة. وكانت الأضرار والخسائر في عام 2010 في حدود 585 مليون دولار أمريكي، أي أقل بنسبة 80 في المائة عن عام 2007. وكانت فوائد تدابير الحد من مخاطر الكوارث المنفذة في عام 2010 أعلى بثلاث مرات من تكلفتها.

المصدر: World Bank (2017 d).

الشكل 12.1 نسبة تمويل التخفيف إلى تمويل التكيف، حسب المصدر



المصدر: المؤلفون، استناداً إلى بيانات من البنك الدولي (World Bank (2018b))، والنادي الدولي لتمويل التنمية (IDFC (2018))، ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD (2018))، والصندوق الأخضر للمناخ (Green Climate Fund (n.d.)).

(CPI, 2018). وقد تكون هناك إمكانات كبيرة غير مستغلة في الربط المتعمد بين المياه والتخفيف، مما قد يؤدي إلى اجتذاب المزيد من التمويل لتحقيق أهداف إدارة المياه. غير أن إمكانات التخفيف التي تنطوي عليها خيارات إدارة المياه قد أخذت تحظى بالاعتراف على نحو متزايد.

ويمكن أن يكون لمرافق المياه ومياه الصرف آثار كبيرة على الطاقة، وبالتالي فإن زيادة كفاءة استخدام كل من المياه والطاقة، واستعادة الطاقة والمياه والمغذيات من مجاري مياه الصرف تنطوي على إمكانات كبيرة بالنسبة لمسألة التخفيف (الإطار 12.2؛ وانظر أيضاً الفصلين 3 و9). وتشمل الحلول الأخرى ذات الفوائد في ميداني المياه والمناخ، على حد سواء، الزراعة التجديدية، والهياكل الأساسية الخضراء، وإصلاح النظم الإيكولوجية، وغير ذلك من المبادرات المبتكرة مثل "الفلوتوفولتايكس" – وهي ألواح شمسية تطفو على الخزانات وتوفر طاقة نظيفة وتمنع في نفس الوقت فقدان المياه من خلال التبخر.

أما الاتجاه الثاني فيتمثل في تزايد التركيز على تمويل التكيّف مع تغير المناخ. وعادة ما يميل التمويل المتعلق بالمناخ بشدة نحو التخفيف من آثار تغير المناخ بدلاً من التكيف معه، ولكن هذا قد بدأ يتغير في الآونة الأخيرة (الشكل 12.1). ويستهدف الصندوق الأخضر للمناخ (انظر الفرع 12.5.1) تمويل التخفيف بنسبة 50 في المائة والتكيف بنسبة 50 في المائة، وخصص البنك الدولي 50 بليون دولار أمريكي للتكيف على مدى السنوات الخمس المقبلة، وتشمل معايير التصديق على سندات المناخ وجود استثمارات في مجال القدرة على الصمود (Tall and Brandon, 2019). وبفضل هذه التطورات، سيزيد الممارسون في مجال المياه الذين يدمجون تحليلات تتعلق بتغير المناخ في تخطيط مشاريعهم من فرصهم في الحصول على التمويل المتعلق بالمناخ، سواء كان ذلك للتخفيف من آثار تغير المناخ أو التكيف معه.

وتمثل إدارة مخاطر الكوارث نسبة تقل قليلاً عن 14 في المائة من التمويل المتعلق بالمناخ الموجه نحو التكيف في عام 2016، أي حوالي 3 بلايين دولار أمريكي (CPI, 2018).

12.3 الاعتبارات الاقتصادية لمشاريع المياه والمناخ

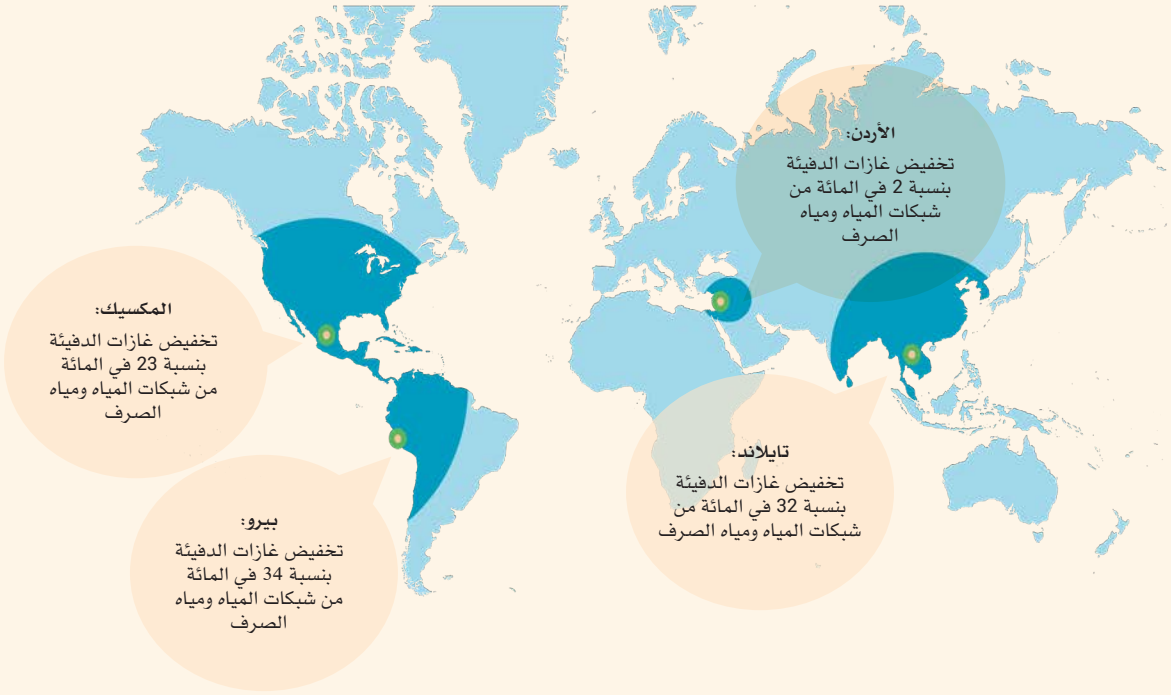
12.3.1 قيمة المياه

للمياه قيمة بالغة. وتتجاوز قيمة الحصول على المياه المأمونة وخدمات الصرف الصحي والنظافة الصحية بكثير الثمن المدفوع لتلقيها، فهي تشكل مساهمة حيوية في الاقتصادات المزدهرة والمجتمعات المستقرة والسكان الأصحاء. ولا غنى عن المياه لبقاء الإنسان، وهي عنصر ضروري في إنتاج الأغذية والطاقة، وهي من العناصر المساهمة في خدمات النظم الإيكولوجية التي تحافظ على جميع أشكال الحياة على الأرض وكذلك من العناصر المتلقية لهذه الخدمات. ولهذه الأسباب، فإن *"المياه هي العملة المشتركة التي تربط بين كل أهداف التنمية المستدامة تقريباً"* (World Bank, 2016a, p. vi). وبالنظر إلى زيادة ندرة المياه وتقلب إمداداتها بسبب تغير المناخ، فإن *" إدارة المياه ستكون أمراً حاسماً في تحديد ما إذا كان العالم سيحقق أهداف التنمية المستدامة"* (World Bank, 2016a, p. vi). وللمياه أيضاً قيمة اجتماعية وثقافية ودينية غير ملموسة، وهي لا تقدر بثمن بالنسبة لكرامة الإنسان. وهي استحقاق واجب لجميع الناس.

الإطار 12.2 أنشطة التخفيف في مجال المياه ومياه الصرف

تولى مشروع شركات المياه ومياه الصرف للتخفيف من آثار تغير المناخ، الذي تموله الحكومة الألمانية وتنفذه الوكالة الألمانية للتعاون الدولي والرابطة الدولية للمياه، استحداث تكنولوجيات للحد من غازات الدفيئة في المرافق العامة في الأردن وبيرو وتايلاند والمكسيك. وتشمل هذه التدابير الحدّ من استهلاك الطاقة، واستعادة الطاقة والمغذيات، وإعادة استخدام المياه، والحدَّ من فقدان المياه. كذلك وضع المشروع أداة تقييم ورصد أداء الطاقة وانبعاثات الكربون لمساعدة مرافق المياه ومياه الصرف على تقييم انبعاثات غازات الدفيئة وفرص التخفيف، وهو يعاون البلدان على تحسين الإطار التنظيمي والمؤسسي والمالي لإدماج إجراءات تخفيض الانبعاثات في قطاع إمدادات المياه والصرف الصحي. وقد أتاحت هذه التدابير للمرافق المتأثرة خفض آلاف الأطنان من الانبعاثات مقدَّرة بمكافئ ثاني أكسيد الكربون مع تحقيق وفورات مالية وتحسين نوعية الخدمات أيضاً في نفس الوقت.

الشكل تقديرات التخفيضات في غازات الدفيئة في إطار المشاريع التجريبية لشركات المياه ومياه الصرف للتخفيف من آثار تغير المناخ بحلول عام 2018



المصدر: WaCCliM (2017a; 2017b).

وتُبذل جهود متواصلة لقياس قيمة المياه. وقد أصدر الفريق الرفيع المستوى المعني بالمياه منشوراً بعنوان *مبادئ بشأن تقييم المياه* يضم إرشادات لتخصيص خدمات المياه وإدارتها وتسعيرها، مع مراعاة الأبعاد العديدة المختلفة للقيمة التي تتسم بها المياه (HLPW, 2018b). وتندرج مسألة تقدير قيمة المياه، جنباً إلى جنب مع تعزيز الحوكمة والقدرة المؤسسية، ضمن أهم الخطوات المؤدية إلى التنمية المستدامة للموارد المائية (Garrick et al., 2017).

ولا تقتصر قيمة المياه على قيمة واحدة، بل ولا يقتصر قياس قيمتها على طريقة واحدة. غير أن هناك عدة مشاريع وجهود للنمذجة توضح الفوائد الكبيرة التي تعود من تحسين إدارة المياه في سياق تغير المناخ. فعلى سبيل المثال، تشير تقديرات البنك الدولي إلى أن تحسين إدارة الموارد المائية يمكن أن يعجل بالنمو في بعض مناطق العالم بنسبة 6 في المائة (World Bank, 2016a). ويمكن أيضاً لمختلف سياسات التكيف المناخي المتصلة بالمياه أن توفر منافع مشتركة من قبيل إيجاد فرص العمل، وتحسين الصحة العامة، وتعزيز المساواة بين الجنسين، وخفض نفقات الأسر المعيشية، وعزل الكربون.

12.3.2 قابلية مشاريع المياه للتمويل

على الرغم من أن التمويل المتعلق بالمناخ آخذ في الازدياد، فإن الطلب عليه آخذ في الازدياد أيضاً، ومستويات التمويل الحالية ليست كافية بعد لتلبية الحاجة. ويمكن أن يكون الحصول على التمويل للأنشطة المتعلقة بالمناخ أمراً شاقاً وينطوي على منافسة شرسة، وبخاصة فيما يتعلق بمشروعات المياه المعقدة التي قد تتجاوز الحدود

الوطنية. ويجب على الممارسين أن يضمنوا أن المشروع "قابل للتمويل"، أو من المحتمل أن يتلقى التمويل على أساس تصميم المشروع وأهدافه وموجز بيانات المخاطر، والبيئة التمكينية الخاصة به، إلى جانب عوامل أخرى. فمشروعات المناخ القابلة للتمويل المصرفي هي تلك التي لها *"صلة جلية بآثار تغير المناخ، ولديها دراية بإجراءات التمويل وتتقيد بها تقيداً صارماً"*، ولها أحياناً مصادر تمويل إضافية (World Bank, 2019, p. 11).

وتختلف قابلية المشروع لتلقي التمويل المتعلق بالمناخ اختلافاً طفيفاً عن قابليته لتلقي التمويل المتعلق بالتنمية بوجه عام. وعلى المشاريع التي تأمل في استخدام التمويل المتعلق بالمناخ أن تعالج بوضوح أسباب و/أو عواقب تغير المناخ لكي تُعتبر مشاريع قابلة للتمويل. كذلك يجب أن تبين مشاريع التكيف وإيجاد القدرة على الصمود الكيفية التي سيتصدى بها المشروع المعني للآثار المناخية المتوقعة في منطقة المشروع ويقوم بمعالجتها. ويجب دعم هذه الروابط بأدلة علمية، من قبيل البيانات المناخية. ويطلب أيضاً الممولون المعنيون بالمناخ، مثل الصندوق الأخضر للمناخ، من جميع المشاريع معالجة الأبعاد الجنسانية لتغير المناخ وتعميم مراعاة اعتبارات المساواة بين الجنسين في دورة المشاريع. وكما هو الحال بالنسبة لتمويل التنمية، يجب في جميع المشاريع أن تُحترم حقوق الإنسان، بما في ذلك الحق في المشاركة.

وعلاوة على ذلك، ومن أجل زيادة فرص الحصول على التمويل المتعلق بالمناخ، ينبغي لمقترحي المشاريع أن يبحثوا عن مصادر التمويل الأكثر توافقاً معها وأن يوائموا بين خطط مشاريعهم ومعايير وأهداف الممول. كذلك ينبغي أن تتماشى مقترحات المشاريع مع السياسات والخطط ذات الصلة القائمة بالفعل، مثل الاستراتيجيات الإنمائية الوطنية، أو خطط التكيف الوطنية، أو خطط الاستثمار والإدارة في أحواض الأنهار. والمشاريع التي تنشر معلومات عن المخاطر وتتصدى لها وتحقق فوائد مشتركة في مجالات أخرى، من قبيل الصحة، تعدُّ أيضاً مشاريع أكثر قابلية للتمويل.

وللمنظمات المعنية بالأحواض دور هام تؤديه في الأحواض العابرة للحدود لأنها يمكن أن تحقق فوائد إضافية في نفس الوقت الذي تنفذ فيه مشاريع متعددة البلدان. غير أن العديد من تلك المنظمات يعاني من أجل الحصول من مصادر مختلفة على الأموال اللازمة للتكيف مع تغير المناخ (UNECE/INBO, 2015). ويكتسي فهم وإدارة المخاطر والتعقيدات الخاصة لمشاريع أحواض الأنهار العابرة للحدود أهمية حاسمة في إعداد مقترحات المشاريع القابلة للتمويل التي تجتذب شركاء التمويل من القطاعين العام والخاص. ويبين مثال حوض النيجر (الإطار 12.3) أن تجميع المشاريع، وهو عملية علمية وتخطيطية صارمة، والمشاركة المبكرة لأصحاب المصلحة والمانحين، من الأمور التي تمكّن منظمات أحواض الأنهار من جمع أموال كبيرة للتكيف مع تغير المناخ (World Bank, 2019).

ويمكن أن يساعد التفكير في مشاريع المياه من حيث قابليتها للتمويل من جانب الممولين في مجال المناخ على المواءمة بين الأهداف المتعلقة بالمناخ والمتعلقة بالمياه ورأب الفجوات في تمويل المشاريع. غير أنه من المهم ملاحظة أن المشروع القابل للتمويل لن يجتذب بالضرورة التمويل المتعلق بالمناخ لمجرد أنه مشروع جيد. ويجب على واضعي المشاريع أن يقضوا وقتاً في تكوين العلاقات، والإلمام جيداً بالمشهد العام لتمويل المناخ، والترويج لفوائد النهج الذي ينتهجونه.

ويجب على واضعي المشاريع أن يقضوا وقتاً في تكوين العلاقات، والإلمام جيداً بالمشهد العام لتمويل المناخ، والترويج لفوائد النهج الذي ينتهجونه

الإطار 12.3 تجميع المشاريع في الأحواض الأفريقية العابرة للحدود

توجد في حوض النيجر تسعة بلدان مشاطئة، وهو موطن لما عدده 112 مليون شخص يعتمدون اعتماداً كبيراً على الموارد الطبيعية التي يوفرها. وستقوم تلك البلدان التسعة وسلطة حوض النيجر بإعداد وتنفيذ خطة الاستثمار لتعزيز القدرة على الصمود إزاء تغير المناخ، التي تشمل استثمارات *"تستهدف الضعف أمام الإجهاد المائي، والتقلب، والتربة، والأراضي، وتدهور النظم الإيكولوجية، وتعزيز القدرة على الصمود."* وقد اقتُبست هذه التدابير من الخطة التشغيلية لسلطة حوض النيجر، وخطط التكيف الوطنية للبلدان وبرامج عملها الوطنية للتكيف، والمقترحات القطرية. ومن المتوقع أن تبلغ تكلفة الخطة 3.11 بلايين دولار أمريكي، وستمولها البلدان الأعضاء في سلطة حوض النيجر والبنك الدولي ومصرف التنمية الأفريقي وبعض المصادر الخاصة.

وتجميع المشاريع وسيلة لتجنب سوء التكيف والعواقب السلبية التي يمكن أن تنجم عن النظر في جزء واحد فقط من النظام الإيكولوجي المترابط للحوض. ويمكن له أيضاً أن يعزز كفاءة استخدام الموارد وفعاليتها من حيث التكلفة. فعلى سبيل المثال، يمكن لجهود إعادة التحريج في أعلى المجرى أن تحسن نوعية المياه وتحد من مخاطر التعرية والفيضانات في أسفل المجرى.

المصدر: World Bank (2019, p. 25).

12.3.3 الاستراتيجيات المناصرة للفقراء في مجال تمويل قضايا المناخ والمياه

إن الأشخاص الذين يعيشون في فقر هم الأكثر عرضة لآثار تغير المناخ وانعدام الأمن المائي. وبالتالي يجب أن تُدمج في الخطط والمشاريع المتعلقة بالمياه والمناخ استراتيجيات متباينة تراعي احتياجات الفئات المهمشة من حيث القدرة على التصدي. والأشخاص الذين يعيشون تحت خط الفقر واحتياطاتهم المالية منخفضة هم الأقل استعداداً للتكيف مع الظواهر المناخية الشديدة مثل الفيضانات المفاجئة أو حالات الجفاف الطويلة الأمد. ويلزم للخطط المناخية الشاملة، ولا سيما تلك التي تجري مناقشتها لاحقاً في هذا الفصل، والتي تتضمن الجهود الوطنية للتخفيف والتكيف إلى جانب مشاريع أكثر تحديداً لإدارة المياه، أن تتضمن هياكل تمويل يمكن أن تساعد السكان المعرضين للخطر على التعافي من هذه الظواهر المناخية الحادة. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يكون الحصول على التمويل عنصراً حاسماً في استراتيجيات التخفيف والتكيف، مما يسمح للأشخاص ذوي الدخل المنخفض بالاستثمار في التكنولوجيات القادرة على الصمود أمام تغير المناخ، مثل جمع مياه الأمطار.

12.4 أنواع الاستثمارات المناخية الموجهة لمشاريع المياه

12.4.1 الاستثمارات التي لا خطر فيها أو القليلة الخطر

إن الآثار المناخية ليست دائماً مؤكدة، ولا سيما على المستوى الجزئي. وعلى الرغم من استمرار المعارف العلمية وعمليات وضع النماذج المناخية التنبؤية في التحسن، فلا بدّ في الوقت نفسه من اتخاذ قرارات تساعد المجتمعات المحلية على التأهب والتكيف. وتشكل الاستثمارات التي لا خطر فيها أو القليلة الخطر أحد إجراءات التصدي لعدم اليقين هذا.

والاستثمارات التي لا خطر فيها هي استثمارات مفيدة بغضّ النظر عن الآثار المناخية – فهي توفر فوائد حتى في غياب تغير المناخ، كما تغطي مجموعة من المخاطر المناخية المحتملة. أما الاستثمارات القليلة الخطر، "*فقد تتسبب في تكلفة إضافية للتعويض عن مخاطر تغير المناخ، ولكن هذه التكاليف ضئيلة مقارنةً بالفوائد التي تتحقق من تجنب التكاليف في المستقبل*" (GWP–Caribbean/CCCCC, 2014, p. 1). وتزيد هذه المشاريع من القدرة على الصمود. وهي أيضاً تميل إلى تحقيق منافع مشتركة لقطاعات متعددة وأصحاب مصلحة متعددين، وتتسم بمرونة داخلية تتيح إدخال تعديلات عليها في المستقبل، وتقلل إلى أدنى حد من المفاضلات.

ويمكن أن تشمل التدخلات التحوطية المتعلقة بالمياه وتغير المناخ جمع مياه الأمطار، والإدارة المستدامة للمياه الجوفية، وتكنولوجيات الري الجزئي، وإعادة استخدام مياه الصرف، وتحسين تخزين المياه (Vermeulen et al., 2013). وكذلك يُعتبر أي تدخل ينهض بمستوى الكفاءة والحفظ، عن طريق الحد من حالات التسرب مثلاً، من الخيارات القليلة الخطر أو التحوطية. وترتبط هذه التدخلات أيضاً بالتخفيف والتكيف على حد سواء، لأن الكفاءة والحفظ كلاهما يحد من استخدام الطاقة ويزيد من توافر المياه.

12.4.2 التمويل المستند إلى النتائج في مجال المناخ

التمويل المستند إلى النتائج في مجال المناخ هو نوع من الاستثمار "*يصرف فيه المستثمر أو المانح الأموال للمتلقي عند تحقيق مجموعة متفق عليها مسبقاً من النتائج* [المتعلقة بالتخفيف أو التكيف]، *على أن يكون تحقيق هذه النتائج موضعاً لتحقق مستقل*" (World Bank, 2017d, p. 1). ويمكن استخدام هذا التمويل بمفرده أو جنباً إلى جنب مع التمويل المسبَق، ويمكن تعميمه على مستويات مختلفة ومع مختلف الكيانات المعنية بالمشاريع.

وهناك عدة سبل مختلفة للتعامل مع التمويل القائم على النتائج في مجال المناخ، ولكن هذه الطريقة في التمويل يمكن أن تحسّن القدرة على الرصد والإبلاغ والتحقق، وتعزز المؤسسات المحلية، وتعبئ القطاع الخاص، وتنشئ أو تعزز الأسواق لتحقيق نتائج فيما يتعلق بالمناخ. وقد اتجهت معظم الاستثمارات المستندة إلى النتائج حتى الآن إلى مشاريع التخفيف من آثار تغير المناخ، لأن انبعاثات الكربون مؤشر محدد جيداً وقابل للقياس، ولكن هذا النوع من التمويل يمكن استخدامه أيضاً لأهداف التكيف مع تغير المناخ. وفي هذا الصدد، يمكن لآليات المناخ الجديدة المستندة إلى النتائج أن تستهدف الحلول المستمدة من الطبيعة، حيث يتوقع أن تكون الفجوة التمويلية فيها أكبر (WWC/GWP, 2018). ويمكن للمشاريع التي تجد أوجها للتآزر بين أهداف إدارة المياه والتخفيف من آثار تغير المناخ أو التكيف معه أن تستفيد من هذه الطريقة الواعدة في التمويل.

12.5 استخدام التمويل المتعدد الأطراف في مجال المناخ لأغراض المياه

توجد ثلاث مؤسسات تمويلية متعددة الأطراف لتمويل المشاريع المناخية والبيئية على وجه التحديد، وهي: الصندوق الأخضر للمناخ، ومرفق البيئة العالمية، وصندوق التكيف. وبالإضافة إلى ذلك، بدأت المصارف الإنمائية في إعطاء الأولوية لتغير المناخ وإدماجه في أنشطتها الإنمائية، وبعضها لديه صناديق خاصة بالمناخ. ويمكن للقائمين على إدارة المياه أن يستعينوا بهذه الصناديق، التي قدمت في عام 2016 تمويلاً قدره 51 بليون دولار أمريكي، أو 11 في المائة من مجموع التمويل المتعلق بالمناخ (CPI, 2018).

12.5.1 الصندوق الأخضر للمناخ

أنشئ الصندوق الأخضر للمناخ كآلية تمويل منبثقة من اتفاق باريس من أجل مساعدة البلدان النامية على التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه. وحتى عام 2019، تلقّى الصندوق تعهدات بقيمة 10.3 بلايين دولار أمريكي، من أصل المبلغ المستهدف، وهو 100 بليون دولار أمريكي سنوياً، والتزم الصندوق بتقديم نحو 5 بلايين دولار أمريكي من ذلك المبلغ لمشاريع مناخية معتمدة (الإطار 12.4). وعلى الرغم من أن معظم المجالات التي تغطيها تلك المشاريع تنطوي نتائجها وأولوياتها الاستثمارية، إن لم تكن كلها، على عنصر إدارة المياه، فإن أوضح مجال للنتائج بالنسبة للمياه هو مجال الصحة والغذاء والأمن المائي، الذي يندرج في إطار التكيف (Green Climate Fund, n.d.).

12.5.2 مرفق البيئة العالمية

يقدم مرفق البيئة العالمية منحاً لعدة أنواع من المشاريع البيئية، بما في ذلك التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه. وهو يعمل أيضاً كآلية مالية لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. وقد موَّل منذ إنشائه في عام 1992 ما يقرب من 1 000 مشروع للتخفيف من آثار تغير المناخ و330 مشروعاً للتكيف. وثمة مشروع اضطلع به مؤخراً ينطوي على فوائد مناخية ومائية على حد سواء "*قد ساعد على توليد أدوات لتقييم آثار تراجع الأنهار الجليدية وإدماج اعتبارات تغير المناخ في التخطيط الاستراتيجي*"، و"*عالج قضايا إنمائية مُلحَّة تتعلق بإمدادات المياه أو الري في إكوادور وبوليفيا وبيرو*" (GEF, n.d.).

12.5.3 صندوق التكيف

أنشئ صندوق التكيف أصلاً بموجب بروتوكول كيوتو وهو يمول مشاريع تساعد البلدان النامية على التكيف مع تغير المناخ. ويدعم الصندوق أكثر من 80 مشروعاً للتكيف منذ عام 2010 وخصص 564 مليون دولار أمريكي لأنشطة التكيف مع تغير المناخ والقدرة على الصمود (Adaptation Fund, 2019). وخلال مؤتمر الأمم المتحدة الرابع والعشرين المتعلق بتغير المناخ في كانون الأول/ديسمبر 2018، قررت البلدان الأطراف أن يخدم صندوق التكيف اتفاق باريس ابتداءً من عام 2019. وتشكل إدارة المياه أحد قطاعات مشاريع الصندوق، كما يقبل الصندوق مقترحات المشاريع العابرة للحدود.

> ***قد وضع عدد من مصارف التنمية المتعددة الأطراف مبادئ توجيهية لإدماج التحليلات المتعلقة بالمناخ في التخطيط وتصميم الاستثمارات***

12.5.4 مصارف التنمية

يشكل تغير المناخ تهديداً لأهداف التنمية ومكافحة الفقر، في حين أن العمل في مجال المناخ يمكن أن يحقق منافع مشتركة بالنسبة للتنمية والإنصاف. ولهذه الأسباب، التزم البنك الدولي في مؤتمر الأطراف في دورته الرابعة والعشرين بمضاعفة استثماراته في مجال المناخ إلى 200 بليون دولار أمريكي في الفترة من 2021 إلى 2025 من أجل دعم البلدان التي تتخذ إجراءات طموحة في مجال المناخ (World Bank, 2018b). وسيخصص من هذا المبلغ 50 بليون دولار أمريكي لتمويل التكيف. ويقوم البنك الدولي بمواءمة عملياته ومقاييسه الداخلية

الإطار 12.4 الصندوق الأخضر للمناخ وإدارة المياه في سري لانكا

سيؤدي مشروع تابع للصندوق الأخضر للمناخ في سري لانكا إلى تحسين نظم الري في القرى الواقعة في المجتمعات المحلية الضعيفة وتعزيز الممارسات الزراعية الذكية مناخياً في ثلاثة من أحواض الأنهار. وسيعزز ذلك المشروع أيضاً إدارة إمدادات المياه القادرة على الصمود أمام تغير المناخ، كما سيعزز التنبؤ بالمناخ والتنبؤ الهيدرولوجي من أجل تحسين إدارة المياه والنهوض بالقدرة على التكيف. ويوفر عنصر الزراعة الذكية مناخياً فوائد من حيث التكيف مع المناخ والتخفيف من آثاره، على حد سواء، مع الحفاظ على المياه وحماية مصادر مياه الشرب أيضاً.

المصدر: Green Climate Fund (2018).

للنظر في المخاطر والفرص المناخية، ويقيّم عملياته من حيث آثار المناخ والمنافع المشتركة. وبالتالي، فمن المفيد للقائمين على إدارة المياه الذين يأملون في الحصول على أموال من البنك الدولي أن يدمجوا مسألة التخفيف من آثار تغير المناخ و/أو التكيف معه في خططهم (World Bank/IFC/MIGA, 2016).

وقد وضع عدد من مصارف التنمية المتعددة الأطراف مبادئ توجيهية لإدماج التحليلات المتعلقة بالمناخ في التخطيط وتصميم الاستثمارات. وعلاوة على ذلك، قامت مصارف التنمية المتعددة الأطراف أيضاً، على مدى السنوات القليلة الماضية، بصياغة مذكرات توجيهية لمساعدة الأفرقة التنفيذية على التحرك نحو حافظات استثمارات ذكية مناخياً وتعظيم النتائج المترتبة على كل استثمار من الاستثمارات فيما يتعلق بالتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره.

ولدى مصارف التنمية الإقليمية أيضاً مبادرات بشأن تغير المناخ يمكن للممارسين في مجال المياه الاستفادة منها. فقد التزم أعضاء النادي الدولي لتمويل التنمية، وهو شبكة عالمية تضم 23 مصرفاً وطنياً وإقليمياً للتنمية، بتقديم 196 بليون دولار أمريكي للتمويل المتعلق بالمناخ في عام 2017، وذلك أساساً للتخفيف من آثار تغير المناخ. ومن أصل مبلغ 10 بلايين دولار أمريكي مخصص للتكيف مع المناخ، وجهت نسبة 58 في المائة إلى أنشطة "الحفاظ على المياه (التي تشمل إدارة مستجمعات المياه، وجمع مياه الأمطار، وإصلاح شبكات توزيع المياه). وقدم نادي التنمية الدولي 72 في المائة من التزاماته المتعلقة بالتمويل الأخضر (بما في ذلك التمويل المتعلق بالمناخ وغيره من أشكال التمويل البيئي) إلى منطقة شرق آسيا والمحيط الهادئ، في حين حصل الاتحاد الأوروبي على 14 في المائة منه، وحصلت أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي على 6 في المائة. وكانت الالتزامات المتعلقة بالتمويل الأخضر الموجهة لأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وجنوب آسيا وأوروبا الشرقية وآسيا الوسطى والشرق الأوسط وشمال أفريقيا أصغر حجماً، حيث تراوحت ما بين 1 و3 في المائة لكل منطقة (IDFC, 2018).

12.6 استخدام التمويل الوطني في مجال المناخ لأغراض المياه

12.6.1 التمويل الثنائي المتعلق بالمناخ

توجد مبادرات لتمويل المناخ أو وكالات للتنمية ذات أهداف مناخية في العديد من البلدان والمناطق، بما في ذلك الاتحاد الأوروبي وألمانيا (الإطار 12.5) واليابان وبلدان الشمال الأوروبي وسويسرا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية وأبو ظبي وغيرها. وهناك أيضاً صناديق إقليمية ووطنية للمناخ في البلدان النامية، مثل صندوق الأمازون، وصندوق بنغلاديش الاستئماني لتغير المناخ، والصندوق الأخضر في جنوب أفريقيا، والصندوق الاستئماني للجنوب الأفريقي (ACT Alliance, 2018).

ونما إجمالي التمويل العام الثنائي المقدم من البلدان المتقدمة إلى البلدان النامية في مجال المناخ من 22.5 بليون دولار أمريكي في عام 2013 إلى 27 بليون دولار أمريكي في عام 2017 (OECD, 2018). وكما هو الحال بالنسبة لمعظم ممولي قضايا المناخ، فإن المصادر الثنائية تمول في المقام الأول أنشطة التخفيف (66 في المائة من التمويل الثنائي في عام 2017) مقارنة بأنشطة التكيف (21 في المائة)، والأنشطة الشاملة لعدة قطاعات أكثر شيوعاً بين المصادر الثنائية (14 في المائة في عام 2017) منها بين المصادر المتعددة الأطراف (4 في المائة) (OECD, 2018).

12.6.2 التمويل الوطني ودون الوطني المتعلق بالمناخ

في ظل إدماج المساهمات المحددة وطنياً في اتفاق باريس الخاص بكل بلد في خطط الإنفاق الحكومي، قد يشكل الإنفاق المحلي من جانب الحكومات الوطنية مصدراً متنامياً لتمويل المناخ. وتشير التقديرات التي تم التوصل إليها في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ إلى إنفاق 232 بليون دولار أمريكي من التمويل العام المحلي سنوياً في عامي 2015 و2016، منها 157 بليون دولار أمريكي سنوياً في البلدان النامية و75 بليون دولار أمريكي في البلدان المتقدمة. غير أن *"البيانات الشاملة عن الإنفاق المحلي المتعلق بالمناخ ليست متاحة*

الإطار 12.5 التمويل الثنائي المتعلق بالمناخ من أجل إدارة المياه في أوغندا وبيرو ونيبال

من الأمثلة على مشاركة قطاع المياه في مشروع ثنائي بشأن المناخ مثال حدث في أوغندا وبيرو ونيبال بين عامي 2011 و2016. فقد مولت المبادرة الدولية للمناخ التي تنفذها الحكومة الألمانية برنامج التكيف القائم على النظم الإيكولوجية العالمية في الجبال، ونفذه برنامج الأمم المتحدة للبيئة وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي والاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة والموارد الطبيعية مع شركاء من الحكومات المحلية. وشملت أنشطة البرنامج إصلاح النظم الإيكولوجية وإدارتها، وإدارة مغذيات التربة، وحفظ المياه وإدارتها، وتدابير الري. وساعدت هذه التدابير على تأمين إمدادات المياه وبناء القدرة على الصمود أمام حالات الجفاف في مناطق المشاريع الثلاث، من بين فوائد أخرى.

المصدر: UNDP (2015).

بسهولة، كما أن هذه البيانات لا تُجمع بانتظام أو تستخدم فيها منهجية متسقة" (UNFCCC, 2018, p. 62). وإذا تمكن القائمون على إدارة المياه من المواءمة بين مشاريعهم والمساهمات المحددة وطنياً لبلدانهم، فقد يتمكنون من الوصول إلى هذه المصادر المحلية لتمويل قضايا المناخ. ولكن بدون بيانات شاملة، من الصعب استخلاص استنتاجات يمكن أن توجه جهود التمويل في مجال المياه والصرف الصحي.

كذلك يمكن لمؤسسات التمويل المحلية على الصعيد الوطني أن تقدم التمويل المتعلق بالمناخ. ففي أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي، تشكل مصارف التنمية الوطنية "الفعل"، مثل مصرف التنمية البرازيلي، "*أكبر مصدر وحيد للتمويل العام المتعلق بالمناخ في الأسواق المحلية*" (NRDC, 2017, p. 4).

وقد بدأت عدة بلدان وولايات قضائية دون وطنية في السنوات الأخيرة في إنشاء مصارف للاستثمار الأخضر، تُعرف أيضاً باسم المصارف الخضراء. وهذه المصارف الخضراء "*هي مؤسسات مالية متخصصة تستمد رأسمالها من مصادر عامة، وتركز على الصعيد المحلي، تنشأ خصيصاً لحشد رأس المال الخاص*" للاستثمارات المناخية والبيئية (NRDC, 2017, p. 1). وفي حين أن المصارف الخضراء قد أنشئت في بادئ الأمر بشكل حصري تقريباً في بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، فإن الجهود المبذولة حالياً آخذة في توسيع نطاق هذا النموذج ليشمل بلدان أمريكا اللاتينية وأفريقيا وآسيا (Green Bank Network, 2018). ومع بدء المصارف الخضراء في الانتشار، قد يرغب مديرو مشاريع المياه في رصد هذا المجال للوقوف على فرص التمويل في المستقبل.

12.7 مصادر التمويل البديلة

12.7.1 التمويل المقدم من القطاع الخاص

كان التمويل المقدم من القطاع الخاص يشكل أغلبية تدفقات التمويل المتعلق بالمناخ (54 في المائة، أو 230 بليون دولار أمريكي) في عام 2016، وجاء معظمه من واضعي المشاريع (CPI, 2018). ويمكن أن تشمل المصادر الأخرى للتمويل الخاص أسواق الكربون، أو الاستثمار الأجنبي المباشر، أو التأمين، أو المؤسسات المالية التجارية. وقامت المصارف الإنمائية المتعددة الأطراف بتعبئة مبلغ تقديره 15.7 بليون دولار أمريكي من التمويل الخاص (UNFCCC, 2018). ولكن مصادر ووجهات التمويل الخاص ليست موثقة توثيقاً جيداً.

ويشكل سوق السندات الخضراء أحد المصادر الناشئة للتمويل الخاص التي قد تكون مفيدة للممارسين في مجال المياه. وتوفر السندات الخضراء وسندات المناخ، التي بدأ استخدامها في عام 2007، "*فرصاً عالمية مهمة لتعبئة رأس المال على نطاق واسع لجهود إنشاء الهياكل الأساسية المنخفضة الكربون القادرة على الصمود أمام تغير المناخ والجهود الإنمائية*" (World Bank, 2018c). وقد نمت سوق السندات الخضراء بسرعة، من 3.4 بلايين دولار أمريكي في عام 2012 إلى 168 بليون دولار أمريكي في عام 2018. وفي إطار معيار سندات المناخ، وهو برنامج لوضع العلامات شبيه ببرنامج إصدار شهادات التجارة المنصفة، صدرت معايير الهياكل الأساسية للمياه (الإطار 12.6) من أجل التصديق على السندات المتصلة بالمياه من حيث استيفائها لمعايير انخفاض الكربون والقدرة على الصمود أمام تغير المناخ في إدارة المياه (Climate Bonds Initiative, 2018).

الإطار 12.6 معايير الهياكل الأساسية للمياه المتعلقة بسندات المناخ

يستند إصدار شهادات استيفاء معايير الهياكل الأساسية للمياه بموجب معيار سندات المناخ إلى عنصرين:

التخفيف: عدم زيادة انبعاثات غازات الدفيئة من مشاريع المياه والامتثال لخطوط الأساس المعتادة أو استهداف خفض الانبعاثات على مدى العمر التشغيلي لأصول أو مشاريع المياه.

التكيف والقدرة على الصمود: اتسام الهياكل الأساسية للمياه والنظام الإيكولوجي المحيط بها بالقدرة على الصمود في مواجهة تغير المناخ وتمتعها بقدرة كافية على التكيف من أجل التصدي لمخاطر تغير المناخ. وعلى الجهات المصدرة لتلك السندات، إثباتاً لذلك، أن تتناول الأمور التالية:

أ- **التخصيص**: كيفية تقاسم المياه من جانب المستخدمين داخل حوض معين أو طبقة معينة من طبقات المياه الجوفية.

ب - **الحوكمة**: ما إذا كان سيجري التفاوض رسمياً على المياه وحوكمتها وكيفية ذلك.

ج - التشخيص **التقني**: ما إذا كان سيجري معالجة التغيرات في النظام الهيدرولوجي بمرور الزمن وكيفية ذلك.

د - **بالنسبة فقط للهياكل الأساسية القائمة على الطبيعة والهجينة**: ما إذا كان لدى الجهات المصدرة فهم كاف للآثار الإيكولوجية في موقع المشروع وخارجه، مع قدرة مستمرة على الرصد والإدارة.

هـ - **تقييم خطة التكيف**: التحقق من اكتمال آليات المواجهة لمعالجة أوجه الضعف المناخية المحددة.

المصدر: مقتبس من Climate Bonds Initiative (2017, p. 1).

وفي عام 2018، تم إطلاق الشراكة العالمية للسندات الخضراء من أجل الإسراع بإصدار السندات الخضراء. وتعتزم الشراكة وضع مجموعات أدوات للشركات والكيانات دون الوطنية والمجموعات الأخرى المهتمة بإصدار سندات خضراء، حتى يتمكن القائمون على إدارة المياه من الاستفادة من تلك الموارد عند صدورها (World Bank, 2018c). وهناك أيضاً أنواع أخرى من السندات البيئية الناشئة، مثل سندات الكوارث، وسندات الأثر البيئي، وسندات القدرة على الصمود.

12.7.2 الشراكات بين القطاعين العام والخاص

تشكل الشراكات الذكية مناخياً القائمة بين القطاعين العام والخاص طريقة أخرى محتملة لتلبية الاحتياجات التمويلية للاستثمار في الهياكل الأساسية للمياه القادرة على الصمود في مواجهة تغير المناخ. وقد عرّف المرفق الاستشاري للهياكل الأساسية المشتركة بين القطاعين العام والخاص تغير المناخ بأنه أولوية استراتيجية للسنوات المالية 2018–2022. وسيركز المرفق على مبادرات تغير المناخ وسيدمج الأنشطة المناخية في الأعمال التي يضطلع بها في مجال المساعدة والمعارف التقنية (Suriyagoda, 2017). وسيقوم الصندوق الاستئماني لتغير المناخ من أجل الهياكل الأساسية التابع للمرفق الاستشاري بتعزيز النماذج الذكية مناخياً والبيئات التمكينية للشراكات الذكية مناخياً بين القطاعين العام والخاص. وتمثل إمدادات المياه وخدمات الصرف الصحي أحد القطاعات المدرجة في المبادرات البرنامجية التي يعتزم الصندوق اتخاذها.

ومع أن تغير المناخ لا يؤدي حالياً دوراً هاماً في الشراكات بين القطاعين العام والخاص، فإن قيام البنك الدولي والمرفق الاستشاري بتعميم مسألة تغير المناخ في مبادراتهما وأنشطتهما المعرفية سيحدد اتجاهات الهياكل الأساسية في المستقبل، وهو مجال آخر يمكن للقائمين على إدارة المياه رصده.

12.7.3 التمويل المختلط

التمويل المختلط *"يدمج أنواعاً مختلفة من التمويل في مشروع أو صندوق واحد"* (World Bank, 2019, p. 24). ويمكن أن يكون للتمويل المختلط أثر استقطابي من خلال استخدام القروض التساهلية (أي القروض المقدمة بأسعار أقل من السوق) أو المنح من أجل زيادة قدرة المشاريع على اجتذاب المصادر التقليدية لرأس المال، ويمكن أن يساعد مقترحي المشاريع على إدارة المخاطر على نحو أفضل. وقد بدأت عدة مصارف إنمائية وصناديق مناخية وصناديق ثنائية في استخدام هذا النموذج لاجتذاب التمويل التجاري ودعم المشاريع التي يحتمل أن يكون لها أثر كبير وإن كان عليها أن تتغلب على بعض الحواجز لكي تكون قابلة للاستمرار تجارياً.

وتميل معايير الصندوق الأخضر للمناخ وغيره من المصادر البارزة للتمويل المناخي المتعلقة بقابلية التمويل إلى استبعاد المشاريع الصغيرة النطاق على المستوى دون الوطني. ولمعالجة هذه الفجوة التمويلية، تعمل منظمة مناطق العمل المناخي R20 ومؤسسة بلوأورتشارد للتمويل، منذ أوائل عام 2019، على إنشاء صندوق دون وطني للمناخ في أفريقيا. وسيستفيد الصندوق من التمويل المختلط لتمويل مشاريع الهياكل الأساسية دون الوطنية ذات الآثار المناخية الإيجابية في الأسواق الناشئة (R20 For Climate Action, 2018). وبالنسبة لواضعي مشاريع المياه، ولا سيما في أفريقيا، قد يكون ذلك مصدراً للتمويل ينبغي رصده التماساً للفرص في المستقبل.

ويجب إيلاء اهتمام خاص للبلدان المنخفضة الدخل، لأن *"البلدان التي هي في أمس الحاجة إلى الاستثمار كثيراً ما يُنظر إليها على أنها محفوفة بالمخاطر ولديها مشاكل تتعلق بالحوكمة"*. ولم يتدفق إلى البلدان المنخفضة الدخل

منظر جوي لمحطة شانجي لمعالجة مياه الصرف (سنغافورة).

سوى 3.6 في المائة من التمويل الخاص الذي تمت تعبئته باستخدام التمويل المختلط في الفترة 2012–2015 (Hedger, 2018b, p. 6).

12.8 خاتمة

إن الاهتمام المتزايد بالتمويل المتعلق بالمناخ، فضلاً عن تنوع مصادره وأدواته ومقاصده، كلها أمور تجعله فرصة جذابة لمقترحي مشاريع المياه والمنظمات التي تأمل في بلوغ الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة. ويكمن التحدي الذي يواجه تلك المنظمات في أن تتوافر لديها القدرة على الربط بين المياه والمناخ، وعلى الوصول إلى هذا التمويل.

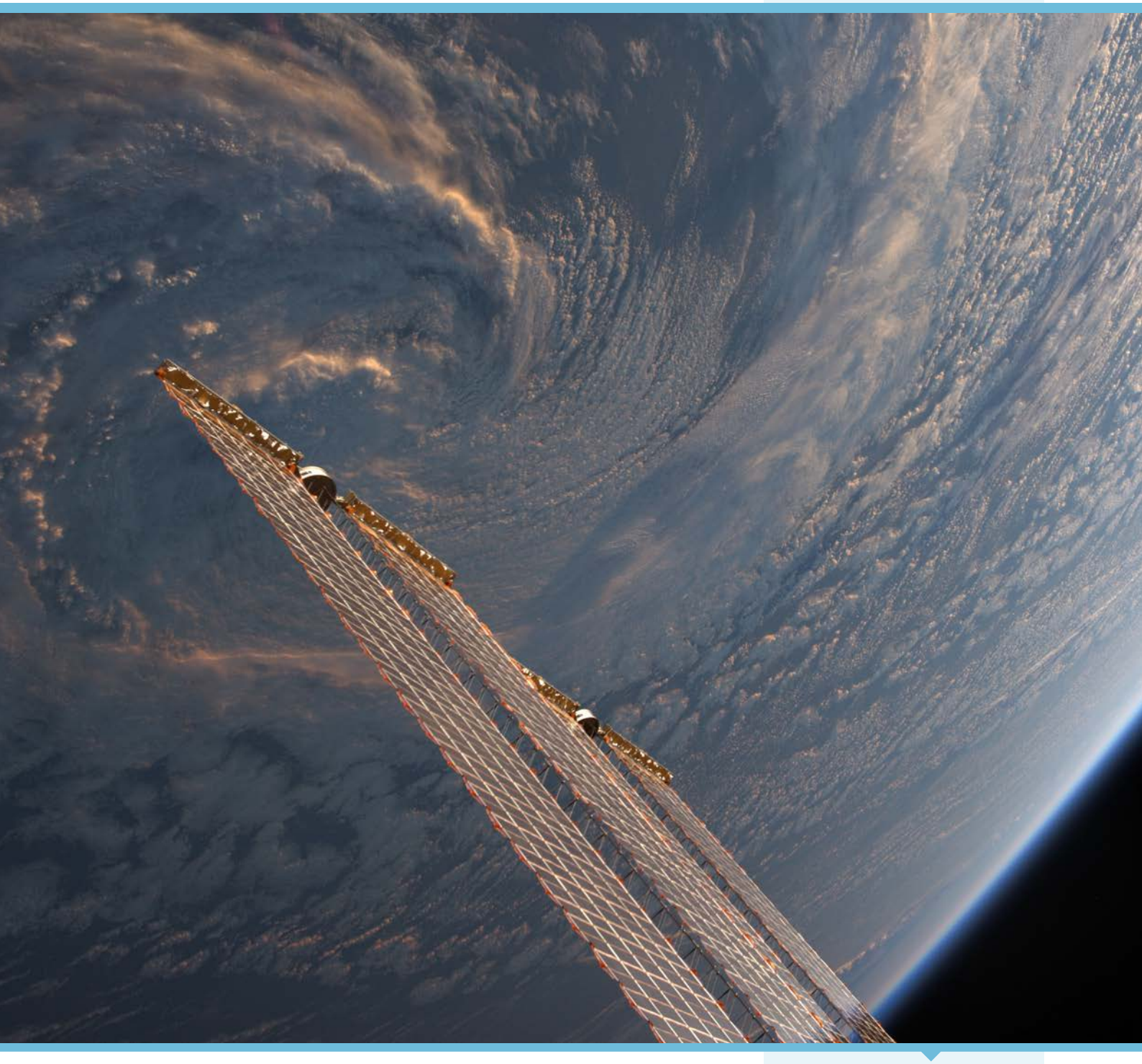
وبالنظر إلى أن معظم الممولين في مجال المناخ يمولون في المقام الأول أنشطة التخفيف، فإن المواءمة بين أهداف تنمية الموارد المائية والتخفيف من آثار تغير المناخ قد تتيح فرصاً مباشرة للتمويل في المستقبل أكثر من الفرص التي تتيحها أنشطة التكيف. وحتى الآن، كانت الصلة بين إدارة المياه وأنشطة التكيف أكثر وضوحاً وأيسر في تنميتها من أنشطة التخفيف. غير أن إمكانات التخفيف التي تنطوي عليها مختلف أنشطة إدارة المياه قد أخذت تحظى بالاعتراف على نحو متزايد. وينبغي أن تكون الحلول السياساتية والتقنية التي توائم بين أهداف إدارة المياه وأهداف التخفيف من آثار تغير المناخ موضوعاً متنامياً للبحوث وتبادل المعارف، من أجل مساعدة الممارسين في مجالي المناخ والمياه، على حد سواء، على الاستفادة من هذه الصلات.

وهيكل التمويل المتعلق بالمناخ هو هيكل معقد وآخذ في التطور. وتتعدد الآليات والمؤسسات والبرامج والأنشطة القائمة في هذا المجال على مختلف المستويات. ولهذا السبب، فإن زيادة التنسيق فيما بين هذه الجهات الفاعلة من شأنها أن تقلل إلى أدنى حد من الازدواجية وأوجه عدم الكفاءة، وأن تيسر سبل الحصول على التمويل. وسوف تتمثل مصادر النمو المحتملة لتمويل قضايا المناخ في المؤسسات الوطنية التي تأمل في تمويل مساهماتها المحددة وطنياً، وفي الصندوق الأخضر للمناخ الذي يسعى إلى أن يبلغ مستوى تمويله 100 بليون دولار أمريكي سنوياً. وتندرج المصارف الخضراء، والسندات الخضراء، وصناديق المناخ دون الوطنية، والشراكات بين القطاعين العام والخاص ضمن المجالات الناشئة الأخرى الجديرة بالرصد التماساً لفرص تمويل قضايا المناخ في المستقبل.

غير أنه لا بد من الإشارة إلى نقص التمويل الموجه لإدارة المياه والإجراءات المتعلقة بالمناخ على حد سواء. وعلى الرغم من أن التمويل المتعلق بالمناخ آخذ في الازدياد، فإنه ليس بالوفرة اللازمة للتصدي لتغير المناخ (CPI, 2018). وثمة منافسة شديدة على التمويل المتعلق بالمناخ، حيث لا يوجد ما يكفي للجميع. ولذلك، قد لا يكون كافياً، لتحقيق كل من الأهداف المناخية والمائية، أن يجري تشجيع أوجه التآزر بين المياه والمناخ ومساعدة العاملين على تنمية الموارد المائية في الحصول على التمويل المتعلق بالمناخ. وقد يكون من الضروري أيضاً إجراء تغييرات هيكلية، مثل إعطاء المياه أولوية أعلى في إطار صناديق المناخ، وتصميم آليات للربط بين الدوائر المعنية بالمياه والمناخ، وتحديد استراتيجيات لتوفير التمويل المختلط للبلدان التي هي في أمس الحاجة إليه. ويمكن للممارسين في مجال المياه أن يصبحوا دعاة لقضايا المناخ أيضاً، وأن يشجعوا على زيادة التمويل اللازم للتصدي لتغير المناخ. وبما أن المياه تربط بين جميع أهداف التنمية المستدامة وأن تغير المناخ يشكل خطراً يهدد تحقيق تلك الأهداف، فمن الأهمية بمكان التخطيط والاستثمار في الإدارة المستدامة للمياه التي تجمع على نحو سليم بين القدرة على الصمود في مواجهة تغير المناخ والصلابة في مواجهة احتمالات المستقبل المتعددة.

13

الابتكار التكنولوجي ومعارف المواطنين



عاصفة عند الغسق.

البرنامج الهيدرولوجي الدولي - اليونسكو | يوسف الفيلالي-مكناسي وكلوي ماير
الشبكة الدولية المعنية بالمياه والبيئة والصحة التابعة لجامعة الأمم المتحدة | حامد محمود
مع مساهمات مقدمة من: يوشيوكي إيمامورا وتوشيو كويكي (المركز الدولي لإدارة شؤون المخاطر المتعلقة بالمياه)؛ وأوتا وين (معهد التعليم في مجال المياه)؛ وسارانتويا زانداريا (البرنامج الهيدرولوجي الدولي-اليونسكو)

يسلط هذا الفصل الضوء على التحديات والفرص الناشئة عن تعزيز البحث والابتكار والعلم دعماً لاتخاذ القرارات المستنيرة.

13.1 مقدمة

إن تغير المناخ يشكك في قدرتنا، كمجتمعات، على التنبؤ بالاضطرابات وتوقعها واستيعابها. فهو، بعبارة أخرى، يتحدانا أن نطوّر آليات للحد من عدم اليقين، والتخفيف من حدة المخاطر، وتحسين القدرة على الصمود، من أجل التكيف مع البيئة المتغيرة. ويتيح تحسين إدارة المياه، حسب ما ورد في الفصول السابقة، عدة فرص من حيث التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره. وتتمثل التحديات على صعيد الابتكار التكنولوجي، وإدارة المعارف، والبحوث وتنمية القدرات، في تعزيز استحداث أدوات ونهوج جديدة من خلال عمليات البحث والتطوير المتقدمة، كما تتمثل بنفس الدرجة من الأهمية في تسريع تطبيق المعارف والتكنولوجيات الموجودة في جميع البلدان والمناطق. بيد أن هذه الإجراءات وحدها لن تسفر عن النتائج المرجوة ما لم تواكبها برامج للتوعية والتثقيف وتنمية القدرات، بهدف نشر هذه المعارف على نطاق واسع والحفز على استيعاب التكنولوجيات الجديدة والقائمة. فالوصول إلى المعارف والمعلومات أمر أساسي، ولجميع الأشخاص الحق في الاستفادة من العلم وتطبيقاته (UNGA, 1966, article 15).

ويمكن لمختلف تدابير التكيف والتخفيف أن تعزز قدرة نظم إدارة المياه على الصمود في مواجهة تغير المناخ، وأن تنهض بالأمن المائي، مما يسهم مباشرة في تحقيق التنمية المستدامة. ولا يمكن لهذه التدابير أن تكون فعالة وراسخة إلا إذا كانت تعزز التفاعل ما بين المعارف المتعلقة بالمناخ والمتعلقة بنظم وخدمات والمياه، وتحدد الاحتياجات والممارسات والأولويات والتحديات والثغرات. ويواجه صانعو السياسات والعلماء التحدي المتمثل في تقييم وقياس التغير وعواقبه المحتملة. ويمكن أن يعوق عدم اليقين بشأن مدى آثار تغير المناخ على إدارة الموارد المائية والمجتمعات بوجه عام القدرة على تنفيذ تدابير التكيف بنجاح في إطار التنمية الوطنية وإطار خطط وسياسات حماية البيئة. وثمة تحد آخر ينبع من أن التكيف والتخفيف يتطلبان الأخذ بنُهوج متعددة التخصصات ومتعددة القطاعات ومتعددة الأبعاد، وهي بدورها تقتضي وضع إطار مشترك. ولذلك فإن من الضروري اتباع نُهوج واستخدام أدوات وأساليب متعددة التخصصات.

وقد ثبت أن العلم والتكنولوجيا والابتكار محركات رئيسية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية، مما يحدث تحولات في إدارة الموارد المائية وحوكمتها بوتيرة لم يسبق لها مثيل. ويمكن أن يسهم إدماج سياسات العلم والتكنولوجيا والابتكار في استراتيجيات تنمية الموارد المائية، فضلاً عن الجمع بينها وبين التغييرات المؤسسية والتنظيمية، مساهمة قيمة في زيادة الكفاءة، وتحسين القدرة على الصمود، وتعزيز الانتقال إلى الاستدامة داخل قطاع المياه وخارجه. وتتيح هذه الإنجازات فرصاً واستجابات جديدة لدعم سلامة عمليات اتخاذ القرار في مجال إدارة الموارد المائية وحوكمتها مع التقليل إلى أدنى حد من أثر تغير المناخ. ويوفر الابتكار أدوات تكنولوجية أيسر تكلفة وأكثر كفاءة، ويتيح المجال لتنفيذها، وهو في الواقع أمر أساسي لترجمة المعارف العلمية والدراية التكنولوجية المتصلة بالمياه إلى عمليات وخدمات ووظائف مفيدة.

13.2 الابتكار التكنولوجي

تتطور العلوم والتكنولوجيات والابتكارات بسرعة، وهي مستمرة في دعم عدد من أنشطة إدارة الموارد المائية، بما في ذلك (1) التقييم والرصد الشاملان للموارد المائية والعمليات الهيدرولوجية؛ (2) حفظ الموارد المائية واستعادتها وإعادة استخدامها؛ (3) تكييف الهياكل الأساسية؛ (4) خفض التكاليف في عمليات المعالجة والتوزيع؛ (5) تحقيق الكفاءة في إيصال إمدادات المياه واستخدامها؛ (6) توفير سبل الحصول على مياه الشرب المأمونة وخدمات الصرف الصحي. وقد أدت عدة ابتكارات في قطاع المياه على مدى السنوات الماضية إلى تعميق فهمنا للتحديات المتصلة بالمناخ، ووفرت سبلاً جديدة للتكيف بطريقة مرنة مع تغير المناخ وللتخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة. وترد بعض هذه الابتكارات في هذا الفرع.

وتولّد تكنولوجيات **رصد الأرض** والفضاء بيانات ومعلومات عن الطقس والمناخ وتطور الموارد المائية على مختلف المستويات. ويمكن أن تساعد المراقبة الأرضية بالسواتل في تحديد الاتجاهات المتعلقة بالتهطال والبخر والنتح والثلج والغطاء الجليدي وذوبانه، وكذلك الجريان السطحي والتخزين. فعلى سبيل المثال، يتم الحصول على معلومات عن التغيرات في تخزين المياه البرية، بما في ذلك في طبقات المياه الجوفية، من خلال تحليل تباين الجاذبية الذي تقوم به البعثة الساتلية لتجربة قياس تغيرات الجاذبية الأرضية وتأثيرها على المناخ التي تديرها الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء في الولايات المتحدة والمركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي. وقد سجلت تجربة قياس تغيرات الجاذبية الأرضية منذ إطلاقها في عام 2002، زيادة قدرها ثلاثة أضعاف في كتلة الجليد المفقودة في المناطق القطبية والجبلية. ولوحظ أيضاً في إطار التجربة أن 13 من أكبر 37 طبقة مياه جوفية برية قد تعرضت لخسارة جماعية كبيرة، تَسبَّب فيها كل من التغير المتصل بالمناخ والضغط البشري المنشأ (Tapley et al., 2019).

كذلك ساعدت الإنجازات المتحققة في مجال تكنولوجيات السواتل على مدى العقود الماضية على تحسين فهم آثار تغير المناخ على نوعية المياه من خلال رصد النظم الإيكولوجية النهرية والبحرية والساحلية بمستويات عالية من الدقة (Skoulikaris et al., 2018). فعلى سبيل المثال، يساعد الرصد الساتلي للبارامترات البيئية، مثل التعكُّر، والجزيئات الصلبة المعلقة، والكلوروفيل-أ، والمواد العضوية المذابة، ودرجة حرارة سطح الماء، على تحديد المناطق التي يحتمل أن تتأثر بالمغذيات وتكاثر الطحالب (UNESCO–IHP, 2018).

ويمكن أيضاً أن يكون الاستشعار عن بعد الذي يجري عن طريق السواتل أداة قوية للرصد. ومع أن الاستشعار عن بعد يمكن أن يكشف عن عمليات وسِمات واسعة النطاق لا يمكن ملاحظتها بسهولة بالأساليب التقليدية، فإن درجة الاستبانة الزمنية والمكانية قد لا تكون مناسبة تماماً للتطبيقات الصغيرة الحجم وتحليل البيانات. ومع ذلك، يمكن للاستشعار عن بعد، المدعوم بالإحصاءات الوطنية، وعمليات الرصد الميدانية ونماذج المحاكاة العددية، أن يسهم في التقييم الشامل لآثار تغير المناخ المتصلة بالمياه، وأن يدعم، بالتالي، عمليات اتخاذ القرارات المتعلقة بتدابير الاستجابة التي يمكن اتخاذها فيما يتصل بالتكيف.

قد أدى توافر شبكات الإنترنت العالية السرعة والتغطية العالمية والحوسبة السحابية وتعزيز قدرات التخزين الافتراضي إلى تيسير التطورات الرئيسية

ويمكن **لتكنولوجيات الاستشعار المتقدمة** أن تدعم الإدارة الذكية للمياه، ولا سيما عن طريق التمكين من الرصد على الإنترنت وفي الوقت الحقيقي لتوافر المياه ونوعيتها. وقد استُحدثت أجهزة لاسلكية للاستشعار بغرض رصد استهلاك المياه، وأخذت تُستخدَم بشكل متزايد وبصورة مجمعة للتمكين من قياس المياه عن بعد. ففي أليكانتي، إسبانيا، ساعد القياس الذكي لبيانات استهلاك المياه على تلبية الاحتياجات من المعلومات عن الإمدادات والاستخدام النهائي، مما أسهم في تحقيق أهداف الإدارة الحضرية المستدامة للمياه في المدينة (March et al., 2017). ولا غنى عن رصد نوعية المياه في مختلف مراحل عمليات معالجة مياه الصرف من أجل ضمان إعادة استخدامها بشكل آمن في الأغراض المختلفة، مما يساعد على الحد من الإجهاد المائي بشكل عام (انظر الإطار 3.2). وهذا الرصد حيوي أيضاً للكشف عن التسربات الكيميائية أو الانسكابات المسببة للتلوث في الوقت المناسب، وكذلك لتحليل فعالية تدابير إزالة التلوث.

وقد أدى توافر شبكات الإنترنت العالية السرعة والتغطية العالمية والحوسبة السحابية وتعزيز قدرات التخزين الافتراضي (أي خدمات النسخ الاحتياطي والتخزين السحابية ذات الوظائف المتعددة) إلى تيسير التطورات الرئيسية التي نشأت فيما يتعلق **بتكنولوجيات المعلومات والاتصالات** على صعيد الحصول على البيانات (Skoulikaris et al., 2018). كذلك بدأت تظهر تكنولوجيات جديدة، مثل إنترنت الأشياء والبيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي، إلى جانب تطبيقات متنوعة تتعلق بالحد من عدم اليقين، والتخفيف من المخاطر، وتحسين القدرة على الصمود في مواجهة تغير المناخ.

وترسي إنترنت الأشياء مفهوماً للحوسبة ترتبط فيه الأشياء المادية الموجودة في الحياة اليومية بالإنترنت و/أو ببعضها البعض، مكوّنةً شبكة من الأجهزة المترابطة التي يمكنها التواصل ونقل البيانات دون الحاجة إلى تدخل بشري. ومع تزايد أهمية إدارة فقدان المياه في ظل تزايد عدد المناطق المتأثرة بالإجهاد المائي، يمكن لإنترنت الأشياء المستخدمة في إطار المدن الذكية أن تجمع البيانات الهامة المتصلة بالمياه اللازمة لتعزيز نظم إدارة المياه، وأن تسهم في توفير المياه. فعلى سبيل المثال، قامت لجنة المرافق العامة في سان فرانسيسكو في الولايات المتحدة الأمريكية بإقامة واحد من أكبر البرامج التجريبية لعدادات المياه الذكية، حيث تم تجهيز 178 000 عداد للمياه بأجهزة استشعار ذكية لتسجيل استهلاك المياه كل ساعة. وترسل البيانات تلقائياً، أربع مرات في اليوم، عبر شبكة لاسلكية، وتُستخدم للكشف عن التسربات في شبكة الإمداد بالمياه وكذلك لتحليل أنماط استهلاك المياه

(San Francisco Water Power Sewer, n.d.). وفي المناطق الريفية، يمكن لإنترنت الأشياء أن تحسن كفاءة استخدام المياه في الري من خلال أجهزة الاستشعار التي ترسل بيانات عن أحوال الطقس ورطوبة التربة إلى شبكة الري من أجل تحقيق الأداء الأمثل للري.

وتفحص تحليلات البيانات الكبيرة كميات كبيرة من البيانات للكشف عن الأنماط المستترة والارتباطات وتوفير رؤى أخرى. ويمكن أن تساعد التطبيقات الخاصة بتحليلات البيانات الضخمة في اكتساب المعارف من خلال معالجة مجموعة المعلومات والبيانات التي تتدفق بصورة مستمرة بشأن بالمياه، من أجل استخراج المعلومات والرؤى العملية لأغراض تحسين إدارة المياه. فعلى سبيل المثال، تعاونت الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء ووكالة التنمية الدولية التابعة للولايات المتحدة في مشروع سيرفير – ميكونغ لوضع أداة لتحليل تاريخ الفيضانات، تحلل الصور الساتلية الملتقطة من عام 1984 إلى عام 2015 باستخدام أدوات وتقنيات تحليل البيانات الضخمة، من أجل توفير الأنماط التاريخية للمياه السطحية عبر النطاقات المكانية (SERVIR–Mekong, n.d.). وتقدم هذه الخدمة معلومات مخصصة فيما يتعلق بالمناطق المعرضة للفيضانات (مثل تواتر دورات الفيضانات الموسمية) إلى بلدان منطقة ميكونغ السفلى، وتدعم الجهود الأخرى المبذولة للتأهب للكوارث في منطقة ميكونغ الكبرى.

وتتيح البيانات الضخمة أيضاً إمكانية إدماج بيانات إضافية في البيانات المتصلة بالمياه، مثل أنماط التجارة أو استهلاك الكهرباء، مما يوجد فهماً أوسع لتطور العمليات التي تؤثر على الموارد المائية، وبالتالي يؤدي إلى تحسين إدارة المياه في سياق متغير، باستخدام نهج شامل لعدة قطاعات.

ويجري استكشاف مختلف التقنيات والنماذج وخوارزميات التعلم الآلي القائمة على الذكاء الاصطناعي من أجل تحقيق الفعالية في إدارة نوعية المياه، ولا سيما لأغراض محاكاة نوعية المياه والتنبؤ بها ووضع إسقاطاتها، ولإجراء تحليلات إحصائية لبيانات نوعية المياه، ولتحديد مصادر التلوث (Sarkar and Pandey, 2015؛ Sengorur et al., 2015; Srivasta et al., 2018). فعلى سبيل المثال، أجرى محمد وآخرون (Mohammed et al. (2018) تقييماً لاستخدام خوارزميات التعلم الآلي لأغراض التحليل الهادف إلى التنبؤ بنوعية المياه من حيث المستوى الجرثومي (أعداد الكائنات التي تشكل مؤشراً على مستوى وجود البراز في المياه غير المعالجة) في بحيرة ماريدال في النرويج. وقد أخذ الذكاء الاصطناعي يبرز أيضاً باعتباره أحد تكنولوجيات التنبؤ وتحقيق الأداء الأمثل في التنبؤ بكفاءة مختلف تكنولوجيات تحلية المياه (Cabrera et al., 2017)، وتطوير القدرة على الصمود في مواجهة الفيضانات والتأهب لها (Saravi, et al., 2019)، وإدارة طبقات المياه الجوفية (Moazamnia, et al., 2019)، وتحقيق الكفاءة في استخدام المياه (Chen, et al., 2017).

وقد تؤدي أوجه التقدم المحرز في تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي كذلك إلى تعزيز استخدام السواتل ورصد الأرض في إدارة المياه ورصد جودتها، وذلك من خلال التمكين من إجراء عمليات تحليل وتفسير الصور الساتلية والبيانات الجغرافية المكانية وتحسين تلك العمليات، دعماً لعملية صنع القرار أو من أجل التنبؤ بالبارامترات التي تحدد مدى توافر المياه ونوعيتها. (El Din et al., 2017).

13.3 من البيانات إلى صنع القرار: سدُّ الفجوة بين العلم والسياسات

تتألف المعرفة من معلومات في سياق ما، وهي تستند في حد ذاتها إلى بيانات أولية تم تجهيزها وتنظيمها وهيكلتها وعرضها لكي تكون مجدية ومفيدة. وهي تشكل الأساس لعمليات مستنيرة قائمة على العلم لصنع القرار.

13.3.1 إدماج البيانات في عملية صنع القرار

تساعد الأدوات التي تتيحها تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على توليد كمية كبيرة من البيانات عن تغير المناخ، فضلاً عن المعلومات المتعلقة باستجابات التخفيف من آثاره والتكيف معه للأغراض الخاصة بإدارة المياه. غير أن هذه البيانات تحتاج إلى المعالجة والتحليل وإلى العرض بطرق يمكن أن يفهمها ويستخدمها صانعو القرارات. ولا يزال الاستخدام المحدود للمعلومات والمعارف لتوجيه السياسات الخاصة بإدارة الموارد المائية يشكل تحدياً كبيراً للجهات صاحبة المصلحة في قطاع المياه (سواء كانت الحكومات أو العلماء أو القطاع الخاص أو المجتمع المدني، أو ما إلى ذلك). ومن أسباب ذلك نقص الموارد المالية والبشرية، والافتقار إلى الوعي والالتزام من جانب القيادة السياسية، والثغرات في المهارات التقنية، وعدم وجود استراتيجيات وآليات محددة بوضوح لدعم الإدارة العامة للمعارف.

ويمثل التكامل أحد التحديات الرئيسية التي يتعين مواجهتها في المرافق العامة. فقد تكون نظم الحصول على البيانات قديمة أو غير موثقة بما فيه الكفاية، وقد تصدر عنها البيانات بأشكال خاصة، وبالتالي فهي غير متوافقة مع بعضها البعض. ونتيجة لذلك، تنشأ نظم متوازية، لا يمكن أن تُعالج البيانات التي يجمعها كل منها في باقي النظم. ومن الاحتياجات الرئيسية لجميع المجالات المتصلة بالمياه تعزيز التكامل وزيادة تطوير النظم والتفاهم والتعاون بين القطاعات. ويحتاج المهنيون في كل قطاع إلى معرفة المزيد عن طرق التفكير والأساليب المطبقة في القطاعات الأخرى وفهمها، من أجل مواصلة الابتكار بطريقة أكثر تعاوناً وتركيزاً على العمليات.

وعلاوة على ذلك، من الضروري للغاية أيضاً تعزيز تحويل البيانات إلى معلومات وتشجيع نشر المعارف دعماً لعملية صنع القرار (الإطار 13.1). ومن الوسائل لتوسيع نطاق الوصول إلى المعلومات والمعارف والتكنولوجيات تعزيز الانفتاح في المحتوى والتكنولوجيا والعمليات من خلال التوعية ووضع السياسات وبناء القدرات. ويتزايد انتشار البرامجيات الحرة والمفتوحة المصدر في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل التي قد يصعب فيها التغلب على ارتفاع تكاليف ترخيص البرامجيات المدفوعة الثمن. وتسهم هذه الأدوات في زيادة الشفافية والمساءلة في هذا القطاع. وتفيد أدوات التصوير كذلك في تقريب البيانات المتعلقة بتغير المناخ لأذهان صانعي القرارات وتزويدهم بمعلومات واضحة ومباشرة.

13.3.2 العلم التشاركي

في مواجهة تغير المناخ، تمكّن النُهوج الشاملة لجميع مستخدمي المياه كافةً من المشاركة في جمع المعلومات وتبادلها واستخدامها لأغراض التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه. فالعلم التشاركي والاستعانة بمصادر جماعية خارجية، مثلاً، ينطويان على إمكانية الإسهام في نظم الإنذار المبكر، كما أنهما قد يوفران بيانات للتحقق من صحة نماذج التنبؤ بالفيضانات (See, 2019).

وكمثال على ذلك، تشجع البرامجيات الحرة والمفتوحة المصدر لإدارة المعارف على مشاركة المجتمع المدني في جمع المعلومات والتزويد بها واستخدامها. وللوصول إلى المعلومات والمعارف القدرة على تمكين المستعملين، بمن فيهم الشباب والنساء والفئات الأكثر ضعفاً، من إدارة الموارد المائية والمساهمة في اتخاذ قرارات مستنيرة.

العلم التشاركي والاستعانة بمصادر جماعية خارجية، ينطويان على إمكانية الإسهام في نظم الإنذار المبكر، كما أنهما قد يوفران بيانات للتحقق من صحة نماذج التنبؤ بالفيضانات

وإشراك المواطنين في العلوم يسهم في تسريع الاكتشاف العلمي، مع إضفاء طابع ديمقراطي على البحوث في الوقت ذاته، كما يمكن أن يؤدي إلى تحسين قرارات الجهات المعنية أو التأثير عليها (Ryan et al., 2018). وعلى الرغم من أن العلم التشاركي لم يلقَ اعترافاً واسعاً إلا في الآونة الأخيرة، فإن بعض الملاحظات التاريخية وسجلات المعارف التقليدية تعود إلى قرون مضت. فنماذج الطقس والمناخ في الولايات المتحدة الأمريكية ترجع جذورها إلى جهود مبذولة في إطار العلم التشاركي كانت بدايتها في أوائل القرن التاسع عشر (Fiebrich, 2009). ويمكن أن تفيد هذه الملاحظات والسجلات التاريخية المستمدة من المواطنين بشكل خاص في فهم الاتجاهات السائدة والتغيرات التي تطرأ على مدى فترة زمنية أطول. وواقع الأمر أن الأفراد بوسعهم أن يدعموا البحث العلمي من خلال توثيق آثار تغير المناخ، ولا سيما عن طريق رصد وتسجيل التغيرات في النظم الإيكولوجية والظواهر الطبيعية، من قبيل الطقس، والسلوكيات الحيوانية والنباتية، أو انتشار بعض الأنواع. ويمكن للبيانات العلمية التشاركية أيضاً أن تدعم معايرة أجهزة رصد الطقس وجمع البيانات عن الغطاء السحابي ودرجات الحرارة والتهطال من أجل تحسين فهم تباينات المناخ المحلية (Cifelli et al., 2005; Clark et al., 2015; See et al., 2016; Rajagopalan et al., 2017).

وهناك تاريخ طويل لمواطنين قاموا برصد مناسيب المياه في البحيرات والأنهار، وقد أخذت المشاركة في قطاع المياه في الازدياد. ويشمل العلم التشاركي في هذا المجال، على سبيل المثال، رصد نوعية المياه، والحملات الطوعية التي تقوم بها المجتمعات المحلية والمدارس لاختبار نوعية المياه (Jollymore et al., 2017; Carlson and Cohen, 2018). وهناك إمكانية كبيرة لزيادة مشاركة المواطنين في جمع البيانات المتعلقة بالهيدرولوجيا والموارد المائية بسبب توافر أجهزة استشعار غير مكلفة وقوية وتعمل آلياً إلى حد كبير، وتوافر إمكانية الجمع بينها وبين نماذج بيئية قوية لإيجاد أساليب تصوير خصبة وتفاعلية. غير أنه يلزم التصدي لتحديات التنفيذ (Buytaert et al., 2014).

الإطار 13.1 شبكة المعلومات الخاصة بالمياه الرامية إلى نقل المعارف بين العلوم والسياسات

تتضمن المنصة الإلكترونية لنظام البرنامج الهيدرولوجي الدولي لشبكة المعلومات الخاصة بالمياه التابع لليونسكو بيانات عن الموارد المائية يتم توليدها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في قاعدة بيانات تشاركية وتعاونية للانتفاع المفتوح بغرض تعزيز تبادل المعارف وتوفير إمكانية الحصول على المعلومات. والوصول إلى نظام البرنامج الهيدرولوجي الدولي متاح بحرية للجميع، بهدف تشجيع المساهمين على تبادل المعلومات عن المياه. وهو يوفر مجموعات مختلفة من المعلومات المكانية التي يمكن إسقاطها على الخرائط للمزاوجة بين المعلومات وإبراز البيانات الجديدة من خلالها. والشفافية واحترام الملكية مكفولان لأن جميع المعلومات تستفيد من البيانات الوصفية بشكل موحد ومن معرّف كائنات رقمي. وهذا يسمح بتحديد أي مساهمة ونسبتها لصاحبها على وجه الدقة، ويسهل تبادل المعلومات فيما بعد. وتسهم هذه المنصة في سد الفجوة بين بلدان الشمال والجنوب من حيث الوصول إلى المعارف وتبادلها.

وللاطلاع على مزيد من المعلومات عن منصة نظام البرنامج الهيدرولوجي الدولي لشبكة المعلومات الخاصة بالمياه، انظر /ihp-wins.unesco.org.

ويتزايد اعتراف العلماء بأهمية العلم التشاركي والاستعانة بمصادر جماعية خارجية لأغراض جمع البيانات واستعادتها في دراسة تغير المناخ وآثاره. فعلى سبيل المثال، تشمل المشاريع التي يقودها مرصد جبال بيرينيه المعني بتغير المناخ عناصر تهدف إلى إشراك الجمهور من خلال جمع البيانات عن النباتات في النظم الإيكولوجية العابرة للحدود في جبال بيرينيه وعن الإتخام بالمغذيات في أراضي الخث والبحيرات (OPCC, n.d.). ويقوم المجلس البريطاني لبحوث البيئة الطبيعية بتمويل مشروع علمي تشاركي لإنقاذ ورقمنة ما بين مليوني و5 ملايين سجل تاريخي للأرصاد الجوية والطقس جمعتها دوائر الأرصاد الجوية في المملكة المتحدة في الفترة بين عامي 1860 و1880 (NERC, 2019). وقد تثبت فائدة هذه البيانات في وضع النماذج والسيناريوهات المناخية وصقلها.

ويمكن للأفراد أيضاً أن يسهموا في العمل المناخي والتكيف مع المناخ بالقيام بإجراءات طوعية وزيادة الوعي. ومن الأمثلة على ذلك الأدلة الإرشادية للعمل التشاركي فيما يتعلق بتغير المناخ (UNESCO, 2017; Apel et al., 2010) ومشاريع العلم/العمل التشاركي. وقد وضع مشروع اليونسكو "ساند ووتش" (UNESCO, 2017) دليلاً للتكيف مع تغير المناخ والتثقيف في مجال التنمية المستدامة من أجل إشراك طلاب المدارس والمعلمين والمجتمعات المحلية في رصد البيئات الساحلية في الدول الجزرية الصغيرة النامية (مثل تحات الشواطئ، والتلوث، والرواسب، ونوعية المياه، وما إلى ذلك) ووضع نُهوج مستدامة لمعالجتها. ويعزز مشروع "رصد المياه العذبة" لبرنامج رصد الأرض والمشاريع المماثلة مشاركة الجمهور من خلال الاضطلاع بإجراءات عملية في مراقبة نوعية المياه العذبة والتلوث والحياة البرية. ومنذ عام 2012، جمع المشاركون في "رصد المياه العذبة" أكثر من 20 000 عينة لنوعية المياه من أنحاء العالم، ساهم بها المتطوعون والمنظمات البحثية والمدارس في المملكة المتحدة وأوروبا وأفريقيا (EarthWatch Institue, n.d.).

ومن خلال الجمع بين البحث العلمي والتثقيف العام، يعالج العلم التشاركي أيضاً الآثار المجتمعية الأوسع نطاقاً على نحو عميق، وذلك بإشراك عامة الناس في الخبرات البحثية في مختلف مراحل العملية العلمية واستخدام أدوات التواصل الحديثة لإشراكهم (Dickinson et al., 2012)، مما يسهم في سد الفجوة بين العلم والسياسات.

14

المضي قدماً

يشكل هذا الفصل الختامي دعوة عاجلة إلى العمل.

14.1 من التكيف إلى التخفيف

يمكن أن تكون بعض آثار تغير المناخ المتصلة بالمياه الواقعة على الدورة الهيدرولوجية واضحة تماماً، كما يتضح من تزايد تواتر الظواهر القصوى كالعواصف والفيضانات والجفاف وشدتها. ولكن الآثار الشاملة أعمق بكثير. ونظراً إلى أن الأمن الغذائي، وصحة الإنسان، والمستوطنات الحضرية والريفية، وإنتاج الطاقة، والتنمية الصناعية، والنمو الاقتصادي، والنظم الإيكولوجية، تعتمد كلها على المياه فهي بالتالي معرضة للعواقب السلبية لتغير المناخ. وعندما يؤثر تغير المناخ على الموارد المائية والخدمات المتصلة بالمياه، فإنه يحرم الناس من ممارسة حقوقهم في الحصول على مياه الشرب المأمونة وخدمات الصرف الصحي ويهدد سبل العيش، ولا سيما سبل معيشة أكثر النساء والرجال والأطفال في العالم ضعفاً.

وقد جرى بوضوح بيان أوجه الترابط بين المياه وأهداف التنمية المستدامة (United Nations, 2018a 2019 UN–Water, 2019). ومن ثم، فإن عدم التكيّف مع تغير المناخ لا يقوّض تحقيق الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة (الهدف المتعلق 'بالمياه') فحسب، بل يُضِرُّ أيضاً بتحقيق معظم أهداف التنمية المستدامة الأخرى. ويبدو أن هذا، في حد ذاته، كافٍ لجذب اهتمام المجتمعات وصانعي القرار في جميع القطاعات وعلى المستويات الحكومية المناسبة، ولدفع الأوساط المعنيَّة بالمياه وتغير المناخ إلى اتخاذ إجراءات مركزة ومتضافرة أكبر بالتعاون مع القطاعات الأخرى المعتمدة على المياه، ولا سيما من حيث التكيف عبر مجال المياه بكامله.

وليست هذه الدعوة إلى العمل بالأمر الجديد. ففي عام 2003، سعت مبادرة عالمية يُطلق عليها الحوار بشأن المياه والمناخ إلى سد فجوات المعارف والتواصل بين مديري خدمات الإمداد بالمياه وعلماء المناخ، وتعزيز تدابير التكيف المتصلة بالمياه من خلال سلسلة من 18 حواراً بين أصحاب المصلحة المتعددين على المستويات الإقليمية والوطنية وعلى صعيد الأحواض، فأبرزت بصورة جماعية ضرورة الاستعداد لآثار تقلب المناخ وللآثار المحتملة لتغير المناخ، والتكيف معها (Kabat and Van Schaik, 2003). وعلى الرغم من اعتراف البعض بهذه الدعوة إلى العمل، ودعوات أخرى مثلها، فإنها لم تلق آذاناً صاغية على نطاق واسع. وبعد ما يقرب من عقدين من الزمن، نضجت البحوث وتراكمت الأدلة إلى درجة جعلت جميع الأوساط العلمية باستثناء قلة قليلة من الأصوات الشاردة تقبل عملية تغير المناخ باعتبارها "أمراً مؤكداً". غير أن الإجراءات الملموسة المتخذة لا تزال على الرغم من ذلك قاصرة إلى حد كبير.

والشيء الوحيد الذي بدأ يتغير *بالفعل* هو إدراك وتفهُّم أن المياه، وعلى وجه التحديد تحسين إدارة المياه، يمكن أن تكون جزءاً هاماً جدا من *الحل اللازم* لمسألة تغير المناخ.

فقد كان هناك اعتقاد راسخ بأن التخفيف من آثار تغير المناخ يتعلق أساساً بالطاقة، في حين أن التكيف يتعلق أساساً بالمياه. وعلى الرغم من أن هذا المنظور صحيح إلى حد ما، فهو ينطوي على مبالغة في تبسيط الأمور إلى حد كبير. ومن اللازم، بطبيعة الحال، أن تتكيف إدارة المياه مع تغير المناخ – بدءاً من مواجهة آثار الفيضانات إلى التصدي للإجهاد المائي المتزايد في مجال الزراعة والصناعة والاستخدامات الأخرى. ولكن إدارة المياه يمكن أن تقوم أيضاً بدور هام جداً في التخفيف من آثار تغير المناخ. فحسبما ورد في جميع أجزاء هذا التقرير، يمكن لتدخلات محددة في مجال إدارة المياه، مثل حماية الأراضي الرطبة، والزراعة الحافظة للموارد، وغير ذلك من الحلول المستمدة من الطبيعة، أن تساعد على عزل الكربون في الكتلة الأحيائية والتربة، في حين يمكن أن يساعد تحسين معالجة مياه الصرف على الحد من انبعاثات غازات الدفيئة وإنتاج الغاز الحيوي كمصدر للطاقة المتجددة.

وتحويل هذه المعارف إلى إجراءات عملية أمر ممكن تماماً، ولكن الوصول إلى هذه الغاية سيقتضي اعتماد مجموعة من الاستجابات العملية والفعالة من حيث التكلفة، وتهيئة بيئة تمكينية يمكن من خلالها إحداث تغيير إيجابي يفضي إلى التحول.

14.2 تهيئة بيئة تمكّن من التغيير

14.2.1 الجمع بين العمل المناخي وحوكمة المياه

الماء هو الوسط الذي تعاني المجتمعات من خلاله أشد آثار تغير المناخ. وهذا يجعل الماء وتغير المناخ أمراً يخصّ الجميع. ويسلط الفصل 11 الضوء على أهمية اتباع نهج تشاركي منصف ومتعدد أصحاب المصلحة إزاء حوكمة المياه في سياق تغير المناخ. وبالنظر إلى الطابع المشترك بين مختلف القطاعات الاقتصادية وشرائح المجتمع الذي تتسم به قضايا المياه والمناخ، يلزم معالجة عمليات المقايضة والمصالح المتضاربة على جميع المستويات من أجل التفاهم على حلول متكاملة ومنسقة.

وقد وصف الفصل 2 المياه بأنها "عنصر للربط" بين الالتزامات العالمية المعتمدة في عام 2015: خطة عام 2030 وأهداف التنمية المستدامة، واتفاق باريس بشأن تغير المناخ، وإطار سنداي للحد من مخاطر الكوارث. ويمكن أن يمتد الاعتراف بالدور المركزي للمياه في تحقيق مختلف الاتفاقات الدولية إلى الأولويات الوطنية التي تدعم بدورها الإجراءات المحلية التي تتخذها المجتمعات المحلية وأصحاب المصلحة والمواطنون.

وحسب ما ورد تفصيلاً في الفصل 10، تتيح آليات التعاون على الصعيدين الإقليمي والعابر للحدود (وعلى صعيد الأحواض) فرصاً يمكن أن تزيد من تعزيز وجود عناصر للتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره في التخطيط لتنمية الموارد المائية، والعكس. ويمكن للتعاون الإقليمي وعبر الحدود أن يسمح بتجميع الموارد كما أنه يمكن أن يفيد الكيانات المشاركة من خلال تحسين التواصل والرصد وتبادل البيانات، والتعاون القطاعي، ودعم القدرات، و(ربما) زيادة فرص الوصول إلى آليات التمويل.

14.2.2 توسيع فرص التمويل عن طريق جدول أعمال تغير المناخ

يتبيَّن من دراسة متعمقة للمساهمات المحددة وطنياً المقدمة من البلدان في إطار اتفاق باريس أنها تشتمل على إشارة للمياه في صورة بيانات للسياسة العامة أو خطط عامة، في كثير من الحالات (الفصل 10). غير أنه لا يوجد إلا عدد محدود للغاية من المساهمات التي تشتمل فعلاً على إشارة إلى "العزم" على وضع خطة مياه محددة. وفي حين تعترف غالبية البلدان بالمياه في "حافظة الإجراءات" الواردة في مساهماتها المحددة وطنياً، فإن عدداً أقل يضع تقديرات للتكاليف المتصلة بهذه الإجراءات، وعدداً أقل حتى من ذلك يدرج مقترحات مفصلة لمشاريع متصلة بالمياه.

ويرتبط هذا الوضع مباشرة بالتمويل – وهذه مسألة حيوية للغاية لأن إدارة الموارد المائية وخدمات الإمداد بالمياه والصرف الصحي ما زالت تعاني نقصاً في التمويل لا تخفى شدته على أحد. وعلى الرغم من توافر قدر كبير من التمويل من صناديق تغير المناخ، فإن معظم هذا التمويل يُخصص للتخفيف من آثار تغير المناخ، وبالتالي فلا سبيل للاستفادة منه كمصدر لتمويل المشاريع المتصلة بالمياه. ومع ذلك، فكما ورد في الفصلين 3 و9، فإن هناك عدداً من التدخلات في مجال إدارة المياه يمكن أن يشمل جوانب تتعلق بمسألتي التخفيف والتكيف معاً، بل وهناك عدد يشمل تلك الجوانب بالفعل. ومن شأن ربط المياه بتغير المناخ أن يتيح للبلدان حشد موارد إضافية لمعالجة التداخل الواسع بين التحديات المناخية وتحديات المياه، وبالتالي تحسين آفاق تحقيق الأهداف العامة لإدارة المياه على النحو المبين في الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة.

ونظراً إلى أن الأمن الغذائي، وصحة الإنسان، والمستوطنات الحضرية والريفية، وإنتاج الطاقة، والتنمية الصناعية، والنمو الاقتصادي، والنظم الإيكولوجية، تتوقف كلها على المياه فإنها معرضة للعواقب السلبية لتغير المناخ.

وحسبما ورد تفصيله في الفصل 12، ثمة فرص متزايدة لدمج تخطيط تدابير التكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من وطأته دمجاً حقيقياً وممنهجاً في الاستثمارات القائمة في مجال المياه، مما يجعل هذه الاستثمارات والأنشطة المرتبطة بها أكثر جاذبية لممولي الأنشطة المتعلقة بالمناخ. وعلاوة على ذلك، يمكن أن تسفر مختلف المبادرات المتعلقة بتغير المناخ والمرتبطة بالمياه عن فوائد مشتركة أيضاً من قبيل استحداث فرص العمل، وتحسين الصحة العامة (الفصل 5)، والحد من الفقر (الفصل 11)، وتعزيز المساواة بين الجنسين، وخفض نفقات الأسر المعيشية، واحتجاز الكربون، في جملة فوائد أخرى. وتمثل المستوطنات البشرية (الفصل 8)، والزراعة (الفصل 6)، والطاقة والصناعة (الفصل 7)، والحد من مخاطر الكوارث (الفصل 4) جميعاً قطاعات بالغة الأهمية يمكن فيها تسليط الضوء على الصلة بين المياه والمناخ كجزء من المساهمات المحددة وطنياً. ومن شأن التشديد على أوجه التآزر المحتملة المذكورة في إطار عملية التخطيط، عند الاقتضاء، أن يزيد من "قابلية المشروع المعني للتمويل" عند طرحه على الممولين، ولا سيما عندما يُطرَح في سياق إطار "يركز على النتائج" يتضمن طرائق لإدارة المخاطر وأوجه عدم اليقين المناخية وغير المناخية.

وعلاوة على ذلك، فإن الاستثمار في إدارة المياه يؤتي ثماره من حيث تحسين توافر المياه بالكم والنوعية الكافيين، ومن حيث تجنب التكاليف الناجمة عن الظواهر القصوى (الفصل 12). وبشكل غير مباشر، توفر البيئة الأكثر أمناً من حيث توافر المياه والقدرة على الصمود في وجه الظواهر القصوى حوافز لزيادة الاستثمارات الاقتصادية.

14.2.3 تعزيز المعارف والقدرات والتعاون

رغم الشواهد المتزايدة على أن تغير المناخ يؤثر في دورة الماء على صعيد العالم، فإن التوقعات المتعلقة بعواقب تغير المناخ على نطاقات جغرافية وزمنية أصغر ما زال يشوبها قدر كبير من عدم اليقين (فاتحة التقرير). ومع ذلك، يجب ألا يُنظر إلى عدم اليقين هذا على أنه ذريعة للتقاعس عن العمل. وإنما ينبغي أن يكون بمثابة قوة دافعة لتوسيع نطاق البحوث، والتشجيع على تطوير أدوات تحليلية عملية وتكنولوجيات مبتكرة (الفصل 13)، وبناء القدرات المؤسسية والبشرية اللازمة لتعزيز اتخاذ القرارات المستنيرة والقائمة على العلم، وبالتالي التأهب للبيئة المتغيّرة.

وحسبما هو موضح في الفصل 9، يمكن لمختلف القطاعات وأصحاب المصلحة أن يواجهوا مجموعة متنوعة من التحديات فيما يتعلق بإدارة المياه والتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره. ويمكن أن تؤدي الصلات القوية في كثير من الأحيان عبر "الترابط" بين المياه والمناخ والطاقة والغذاء والبيئة إلى أوجه للتآزر وفوائد متبادلة في بعض الحالات، وأن تفرض في حالات أخرى خيارات صعبة ومقايضات. ولذلك، يلزم اتباع نُهوج مفتوحة ومتعددة التخصصات لكفالة أن تصبَّ مختلف المنظورات والمعارف المستمدة من التخصصات المتباينة في التحليلات وأن يُسترشَد بها في عملية صنع القرار. وتدل أمثلة الزراعة الحافظة للموارد (الفصل 6) والإدارة المستدامة للأراضي (الفصل 9) دلالة واضحة على المدى الذي يمكن به لتقنيات إدارة التربة المطبقة محلياً أن تخلف آثاراً إيجابية على توافر المياه ومراقبة الفيضانات عبر مستجمعات المياه (التكيف)، مع القيام في الوقت نفسه بتعزيز تخزين الكربون في التربة (التخفيف).

وثمة ضرورة لتعزيز التعاون بين الدوائر المعنية بالمياه والمناخ خارج نطاق البحث العلمي. ولا يزال الانفصال واضحاً تماماً على مستوى السياسات العامة أيضاً – وهو أوضح ما يكون في غياب لفظ "المياه" غياباً كاملاً عن اتفاق باريس (UNFCCC, 2015). ومن ناحية، لا بد من أن تولي الدوائر المعنية بتغير المناخ، والمفاوضون المعنيون بالمناخ على وجه الخصوص، مزيداً من الاهتمام لدور المياه وأن تعترف بأهميتها المحورية في التصدي لأزمة تغير المناخ. ومن ناحية أخرى، من المهم بنفس القدر (بل وبدرجة أكبر) أن تركز الدوائر المعنية بالمياه جهودها على التعريف بأهمية المياه سواء من حيث التكيّف مع تغير المناخ أو التخفيف من آثاره، ووضع اقتراحات لمشروعات ملموسة متصلة بالمياه لإدراجها في المساهمات المحددة وطنياً، وتعزيز الوسائل والقدرات اللازمة لتخطيط الأنشطة المتعلقة بالمياه في المساهمات المحددة وطنياً وتنفيذ هذه الأنشطة ورصدها (قبل استعراض عام 2020 للمساهمات المحددة وطنياً وبعده).

نساء من بيرو بالزي الوطني يعبرن سهلاً في الوادي المقدس

14.3 كلمة ختامية

يشكل الجمع بين التكيّف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره، من خلال المياه، اقتراحاً مفيداً للجميع على كافة الأصعدة. أولاً، لأنه يفيد إدارة الموارد المائية ويحسن توفير خدمات الإمداد بالمياه والصرف الصحي. وثانياً، لأنه يساهم مساهمةً مباشرةً في مكافحة أسباب تغير المناخ وعواقبه على السواء، ويشمل ذلك الحد من مخاطر الكوارث. وثالثاً، لأنه يساهم، بصورة مباشرة وغير مباشرة، في تحقيق عدد من أهداف التنمية المستدامة (المتعلقة بالجوع، والفقر، والصحة، والطاقة، والصناعة، والإجراءات المتعلقة بالمناخ وما إلى ذلك – ناهيك عن الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة، أي الهدف الخاص "بالمياه" ذاته) وطائفة كبيرة من الأهداف العالمية الأخرى.

وفي عصر تنتشر فيه مجموعة كبيرة من الدراسات والمقالات "المنذرة بمستقبل مظلم" فيما يخص تغير المناخ وغيره من الأزمات البيئية العالمية، وفي ضوء ما رئي من انتكاسات في الاجتماع الخامس والعشرين للأطراف، يقترح هذا التقرير مجموعة من الاستجابات العملية، على صعيد السياسة العامة والتمويل والعمل الميداني، لدعم أهدافنا الجماعية وتطلعاتنا الفردية من أجل بلوغ عالم مستدام ومزدهر لصالح الجميع.

المراجع

2030 WRG (2030 World Resources Group). 2009. *Charting our Water Future: Economic Frameworks to Inform Decision-making*. 2030 WRG. www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/dotcom/client_service/sustainability/pdfs/charting%20our%20water%20future/charting_our_water_future_full_report_.ashx.

2030 WRG/UNDP (2030 World Resources Group/United Nations Development Programme). 2019. *Gender and Water in Agriculture and Allied Sectors: Case Studies from Maharashtra*. 2030 WRG/UNDP. www.2030wrg.org/wp-content/uploads/2019/02/Gender-Water-Agriculture-Report_Final.-Feb-19.pdf.

Abbott, B. W., Bishop, K., Zarnetske, J. P., Minaudo, C., Chapin, F. S., Krause, S., Hannah, D. M., Conner, L., Ellison, D., Godsey, S. E., Plont, S., Marçais, J., Kolbe, T., Huebner, A., Frei, R. J., Hampton, T., Gu, S., Buhman, M., Sayedi, S. S., Ursache, O., Chapin, M., Henderson, K. D. and Pinay, G. 2019. Human domination of the global water cycle absent from depictions and perceptions. *Nature Geoscience*, Vol. 12, No. 7, pp. 533–540. doi.org/10.1038/s41561-019-0374-y.

ACT Alliance. 2018. *A Resource Guide to Climate Finance: An Orientation to Sources of Funds for Climate Change Programmes and Action*. Geneva, ACT Alliance Secretariat. actalliance.org/wp-content/uploads/2018/06/ENGLISH-quick-guide-climate-finance.pdf.

Adams III, T. E. and Pagano, T. C. (eds.). 2016. *Flood Forecasting: A Global Perspective*. Amsterdam, Elsevier PA. doi.org/10.1016/B978-0-12-801884-2.09999-0.

Adaptation Fund. 2019. *Adaptation Fund Board Approves New Projects and Advances Transition Process to Serve Paris Agreement Smoothly*. Press Release, 21 March 2019. Adaptation Fund website. www.adaptation-fund.org/adaptation-fund-board-approves-new-projects-advances-transition-process-serve-paris-agreement-smoothly/.

ADB (Asian Development Bank). 2016. *Asian Water Development Outlook 2016: Strengthening Water Security in Asia and the Pacific*. Manila, ADB. www.adb.org/publications/asian-water-development-outlook-2016.

Adikari, Y. and Yoshitani, J., 2009. *Global Trends in Water-Related Disasters: An Insight for Policymakers*. Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000181793.

Aggarwal, P. K., Jarvis, A., Campbell, B. M., Zougmoré, R. B., Khatri-Chhetri, A., Vermeulen, S. J., Loboguerrero, A., Sebastian, L. S., Kinyangi, J., Bonilla-Findji, O., Radeny, M., Recha, J., Martinez-Baron, D., Ramirez-Villegas, J., Huyer, S., Thornton, P., Wollenberg, E., Hansen, J., Alvarez-Toro, P., Aguilar-Ariza, A., Arango-Londoño, D., Patiño-Bravo, V., Rivera, O., Ouedraogo, M. and Tan Yen, B. 2018. The climate-smart village approach: Framework of an integrative strategy for scaling up adaptation options in agriculture. *Ecology and Society*, Vol. 23, No.1, p. 14. doi.org/10.5751/ES-09844-230114.

Allen, C. and Stankey, G. H. (eds.). 2009. *Adaptive Environmental Management. A Practitioner's Guide*. Dordrecht, The Netherland, Springer.

Alqaisi, O., Ndambi, O. A., Mohi Uddin, M. and Hemme, T. 2010. Current situation and the development of the dairy industry in Jordan, Saudi Arabia, and Syria. *Tropical Animal Health and Production*, Vol. 42, No. 6, pp. 1063–1071. doi.org/10.1007/s11250-010-9553-y.

Altchenko, Y. and Villholth, K. G. 2015. Mapping irrigation potential from renewable groundwater in Africa – A quantitative hydrological approach. *Hydrology and Earth System Science*, Vol. 19, pp. 1055–1067. doi.org/10.5194/hess-19-1055-2015.

Amarnath, G. 2017. *Investing in Disaster Resilience: Risk Transfer through Flood Insurance in South Asia*. Presentation at the Workshop on Addressing Disaster Risk Specific to South and South-West Asia, 30–31 October 2017, Kathmandu. www.unescap.org/sites/default/files/Session_4_Giriraj_Amarnath_Investing_in_Disaster_Resilience.pdf.

Amarnath, G. and Sikka, A. 2018. Satellite data offers new hope for flood-stricken farmers in India. *Asia Insurance Review*, pp. 80–82.

Amarnath, G., Kalanithy, V. and Agarwal, A. 2017. Satellite imagery+crop insurance=farmers gain. *Geospatial World*, Vol. 7, No. 3, pp. 58–61.

Anaconas, L. 2019. Major crops facing drier conditions without reductions in greenhouse emissions, Major crops facing wetter conditions without reduction in greenhouse emissions. Infographics. International Center for Tropical Agriculture (CIAT). blog.ciat.cgiar.org/dramatic-rainfall-changes-for-key-crops-expected-even-with-reduced-greenhouse-gas-emissions/.

Andrews, M., Berardo, P. and Foster, D. 2011. The sustainable industrial water cycle – A review of economics and approach. *Water Science and Technology: Water Supply*, Vol. 11; No. 1, pp. 67–77. doi.org/10.2166/ws.2011.010.

Angeloudis, A., Ahmadian, R., Falconer, R. A. and Bockelmann-Evans, B. 2016. Numerical model simulations for optimisation of tidal lagoon schemes. *Applied Energy*, Vol. 165, pp. 522–536. doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.12.079.

Ansar, A., Flyvbjerg, B., Budzier, A. and Lunn, D. 2014. Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development. *Energy Policy*, Vol. 69, pp. 43–56. doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.069.

Apel, M., McDonell, L., Moynihan, J., Simon, D. and Simon-Brown, V. 2010. *Climate Change Handbook: A Citizen's Guide to Thoughtful Action*. Contributions in Education and Outreach (CEO) Series. Corvallis (Oreg.), Oregon State University.

APFM (Associated Programme on Flood Management). 2007. *Formulating a Basin Flood Management Plan: A Tool for Integrated Flood Management*. APFM Technical Document No. 6, Flood Management Tools Series. World Meteorological Organization/Global Water Partnership (WMO/GWP). www.apfm.info/pdf/ifm_tools/Tools_Basin_Flood_Management_Plan.pdf.

_____. 2013a. *Risk Sharing in Flood Management*. APFM Technical Document No. 8, Flood Management Tools Series. World Meteorological Organization/Global Water Partnership (WMO/GWP). www.floodmanagement.info/publications/tools/APFM_Tool_08.pdf.

_____. 2013b. *Flood Forecasting and Early Warning*. Technical Document No. 19, Integrated Flood Management Tool Series. World Meteorological Organization/Global Water Partnership (WMO/GWP). www.floodmanagement.info/publications/tools/APFM_Tool_19.pdf.

AQUASTAT. 2010. *Global Water Withdrawal*. AQUASTAT website. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/image/WithTimeNoEvap_eng.pdf.

_____. 2014. Infographics. AQUASTAT website. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). www.fao.org/nr/water/aquastat/didyouknow/index2.stm.

_____. n.d. AQUASTAT – FAO's Global Information System on Water and Agriculture. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). www.fao.org/aquastat/en/.

Asadieh, B. and Krakauer, N. Y. 2017. Global change in streamflow extremes under climate change over the 21st century. *Hydrology and Earth System Science*, Vol. 21, pp. 5863–5874. doi.org/10.5194/hess-21-5863-2017.

Australian Academy of Science. 2019. *Investigation of the Causes of Mass Fish Kills in the Menindee Region NSW over the Summer of 2018–2019*. Canberra, Australian Academy of Science. www.science.org.au/files/userfiles/support/reports-and-plans/2019/academy-science-report-mass-fish-kills-digital.pdf.

Avellán, T. and Gremillion, P. 2019. Constructed wetlands for resource recovery in developing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 99, pp. 42–57. doi.org/10.1016/j.rser.2018.09.024.

Ayers, J., Huq, S., Wright, H., Faisal, A. M. and Hussain, S. T. 2014. Mainstreaming climate change adaptation into development in Bangladesh. *Climate and Development*, Vol. 6, No. 4, pp. 293–305. doi.org/10.1080/17565529.2014.977761.

Bakker, M. H. N. 2009a. Transboundary river floods: Examining countries, international river basins and continents. *Water Policy*, Vol. 11, pp. 269–288. doi.org/10.2166/wp.2009.041.

_____. 2009b. Transboundary river floods and institutional capacity. *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)*, Vol. 45, No. 3, pp. 553–566. doi.org/10.1111/j.1752-1688.2009.00325.x.

Baraer, M., McKenzie, J., Mark, B. G., Gordon, R., Bury, J., Condom, T., Gomez, J. Knox, S. and Fortner, S. K. 2015. Contribution of groundwater to the outflow from ungauged glacierized catchments: A multi-site study in the tropical Cordillera Blanca, Peru. *Hydrological Processes,* Vol. 29, No. 11, pp. 2561–2581. doi.org/10.1002/hyp.10386.

Barber, M. and Jackson, S. 2014. Autonomy and the intercultural: Interpreting the history of Australian Aboriginal water management in the Roper River catchment, Northern Territory. *Journal of the Royal Anthropological Institute*, Vol. 20, No. 4, pp. 670–693. doi.org/10.1111/1467-9655.12129.

Barton, D. 2011. Capitalism for the long term. *Harvard Business Review*, March 2011. hbr.org/2011/03/capitalism-for-the-long-term.

Bastin, J. F., Finegold, Y., Garcia, C., Mollicone, D., Rezende, M., Routh, D., Zohner, C. M. and Crowther, T. W. 2019. The global tree restoration potential. *Science,* Vol. 365, No. 6448, pp. 76–79. doi.org/10.1126/science.aax0848.

Bates, B. C., Kundzewicz, Z. W., Wu, S. and Palutikof, J. P. (eds.). 2008. *Climate Change and Water*. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Geneva, IPCC Secretariat. www.ipcc.ch/publication/climate-change-and-water-2/.

Batisha, A. F. 2012. Hydrology of Nile River basin in the era of climate changes. *Irrigation and Drainage Systems Engineering*, S5:e001.

Beaulieu, J. J., DelSontro, T. and Downing, J. A. 2019. Eutrophication will increase methane emissions from lakes and impoundments during the 21st century. *Nature Communications*, Vol. 10, No. 1375.

Bellprat, O., Lott, F. C., Gulizia, C., Parker, H. R., Pampuch, L. A., Pinto, I., Ciavarella, A. and Stott, P. A. 2015. Unusual past dry and wet rainy seasons over Southern Africa and South America from a climate perspective. *Weather and Climate Extremes*, Vol. 9, pp. 36–46. doi.org/10.1016/j.wace.2015.07.001.

Biofuel. n.d.a. Biofuels, Greenhouse Gases, and other Environmental Impacts. Biofuel website. biofuel.org.uk/greenhouse-gas-emissions.html.

_____. n.d.b. Disadvantages of Biofuels. Biofuel website. biofuel.org.uk/disadvantages-of-biofuels.html.

Birkmann, J. and Von Teichman, K. 2010. Integrating disaster risk reduction and climate change adaptation: Key challenges—scales, knowledge, and norms. *Sustainability Science*, Vol. 5, pp. 171–84. doi.org/10.1007/s11625-010-0108-y.

Blöschl, G., Hall, J., Parajka, J., Perdigão, R. A., Merz, B., Arheimer, B., Aronica, G. T., Bilibashi, A., Bonacci, O., Borga, M., Čanjevac, I., Castellarin, A., Chirico, G. B., Claps, P., Fiala, K., Frolova, N., Gorbachova, L., Gül, A., Hannaford, J., Harrigan, S., Kireeva, M., Kiss, A., Kjeldsen, T. R., Kohnová, S., Koskela, J. J., Ledvinka, O., Macdonald, N., Mavrova-Guirguinova, M., Mediero, L., Merz, R., Molnar, P., Montanari, A., Murphy, C., Osuch, M., Ovcharuk, V., Radevski, I., Rogger, M., Salinas, J. L., Sauquet, E., Šraj, M., Szolgay, J., Viglione, A., Volpi, E., Wilson, D., Zaimi, K. and Živković, N. 2017. Changing climate shifts timing of European floods. *Science*, Vol. 357, No. 6351, pp. 588–590. doi.org/10.1126/science.aan2506.

Blumenfeld, S., Lu, C., Christophersen, T. and Coates, D. 2009. *Water, Wetlands and Forests: A Review of Ecological, Economic and Policy Linkages*. CBD Technical Series No. 47. Montreal, Qué./Gland, Switzerland, Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD)/Secretariat of the Ramsar Convention on Wetlands. www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-47-en.pdf.

Böhlke, J.-K. 2002. Groundwater recharge and agricultural contamination. *Hydrogeology Journal,* Vol. 10, No. 1, pp. 153–179. doi.org/10.1007/s10040-001-0183-3.

Boucher, M., Jackson, T., Mendoza, I. and Snyder, K. 2010. *Public Perception of Windhoek's Drinking Water and its Sustainable Future: A Detailed Analysis of the Public Perception of Water Reclamation in Windhoek, Namibia*. Worcester, Mass., USA, Worcester Polytechnic Institute (WPI). web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-050411-142637/unrestricted/FinalIQPReport.pdf.

Branche, E. 2015. *Multipurpose Water Uses of Hydropower Reservoirs*. Paris/Marseille, France, Électricité de France (EdF)/World Water Council.

Briceño, S. 2015. Looking back and beyond Sendai: 25 years of international policy experience on disaster risk reduction. *International Journal of Disaster Risk Science*, Vol. 6, No. 1, pp. 1–7. doi.org/10.1007/s13753-015-0040-y.

Browder, G., Ozment, S., Rehberger Bescos, I., Gartner, T. and Lange, G. M. 2019. *Integrating Green and Grey: Creating Next Generation Infrastructure*. Washington, DC, World Bank/World Resources Institute (WRI). www.wri.org/publication/integrating-green-gray.

Brown, C., Werick, W., Leger, W. and Fay, D. 2011. A decision-analytic approach to managing climate risks: Application to the upper Great Lakes. *Journal of the American Water Resources Association*, Vol. 47, No.3, pp. 524–534. doi.org/10.1111/j.1752-1688.2011.00552.x.

Bryson, J. M., Quick, K. S., Slotterback, C. S. and Crosby, B. C. 2012. Designing public participation processes. *Public Administration Review*, Vol. 73, No. 1, pp. 23–34. doi.org/10.1111/j.1540-6210.2012.02678.x.

Burchi, S. 2019. The future of domestic water law: Trends and developments revisited, and where reform is headed. *Water International,* Vol. 44, No. 3, pp 258–277. doi.org/10.1080/02508060.2019.1575999.

Burek, P., Satoh, Y., Fischer, G., Kahil, M. T., Scherzer, A., Tramberend, S., Nava, L. F., Wada, Y., Eisner, S., Flörke, M., Hanasaki, N., Magnuszewski, P., Cosgrove, B. and Wiberg, D. 2016. *Water Futures and Solution: Fast Track Initiative (Final Report)*. IIASA Working Paper No. WP-16-006. Laxenburg, Austria, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). pure.iiasa.ac.at/id/eprint/13008/1/WP-16-006.pdf.

Butterworth, J., Warner, J., Moriarty, P., Smits, S. and Batchelor, C. 2010. Finding practical approaches to Integrated Water Resources Management. *Water Alternatives*, Vol. 3, No. 1, pp. 68–81.

Buytaert, W., Cuesta-Camacho, F. and Tobon, C. 2011. Potential impacts of climate change on the environmental services of humid tropical alpine regions. *Global Ecology and Biogeography*, Vol. 20, pp. 19–33. doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00585.x.

Buytaert, W., Zulkafli, Z., Grainger, S., Acosta, L., Alemie, T.C., Bastiaensen, J., De Bièvre, B., Bhusal, J., Clark, J. Dewulf, A., Foggin, M., Hannah, D. M., Hergarten, C., Isaeva, A., Karpouzoglou, T., Pandeya, B., Paudel, D., Sharma, K., Steenhuis, T. S., Tilahun, S., Van Hecken, G. and Zhumanova, M. 2014. Citizen science in hydrology and water resources: Opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development. *Frontiers in Earth Science*, Vol. 2, Article 26. doi.org/10.3389/feart.2014.00026.

Buytaert, W., Moulds, S., Acosta, L., De Bièvre, B., Olmos, C., Villacis, M., Tovar, C. and Verbist, K. 2017. Glacial melt content of water use in the tropical Andes. *Environmental Research Letters*, Vol. 12, No. 11. doi.org/10.1088/1748-9326/aa926c.

C40 Cities. 2018. *Restoring the flow*. C40 Cities website. www.c40.org/other/the-future-we-don-t-want-restoring-the-flow.

Cabinet of Ministers of Ukraine. 2016. *Koncepciya realizaciyi derzhavnoyi polityky u sferi zminy klimatu na period do 2030 roku [Concept of State Climate Change Policy Implementation until 2030].* (In Ukrainian).

_____. 2017. *Medium-Term Government Priority Action Plan to 2020*. assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/625352/ukraine-government-priority-action-plan-to-2020.pdf.

Cabrera, P., Carta, J. A., González, J. and Melián, G. 2017. Artificial neural networks applied to manage the variable operation of a simple seawater reverse osmosis plant. *Desalination*, Vol. 416, No. 15, pp. 140–156. doi.org/10.1016/j.desal.2017.04.032.

Cain, A. 2017. *Water Resource Management under a Changing Climate in Angola's Coastal Settlements*. Working Paper – October 2017. London, International Institute for Environment and Development (IIED). pubs.iied.org/pdfs/10833IIED.pdf.

Calder, R. S. D., Schartup, A. T., Li, M., Valberg, A. P., Balcom, P. H. and Sunderland, E. M. 2016. Future impacts of hydroelectric power development on methylmercury exposures of Canadian indigenous communities. *Environmental Science & Technology*, Vol. 50, No. 23, pp. 13115–13122. doi.org/10.1021/acs.est.6b04447.

Capehart, M. A. 2015. *Drought Diminishes Hydropower Capacity in Western U.S.* Tucson, Ariz., USA, Water Resources Research Center, College of Agriculture & Life Sciences Cooperative Extension, The University of Arizona. wrrc.arizona.edu/drought-diminishes-hydropower.

Cap-Net UNDP/WaterLex/UNDP-SIWI WGF (United Nations Development Programme and Stockholm International Water Institute Water Governance Facility)/REDICA. 2017. *Human Rights-Based Approach to Integrated Water Resources Management: Training Manual and Facilitator's Guide*. Rio de Janeiro, Brazil, Cap-Net UNDP. www.watergovernance.org/wp-content/uploads/2017/01/Cap-Net-WGF-REDICA-WaterLex-2017-HRBA-to-IWRM_Final-Manual.pdf.

Cap-Net UNDP/UNITAR (United Nations Institute for Training and Research)/REDICA/WMO (World Meteorological Organization)/UN Environment-DHI/IHE-Delft (Delft Institute for Water Education). 2018. *Climate Change Adaptation and Integrated Water Resources Management*. Cap-Net UNDP. www.cap-net.org/wp-content/uploads/2019/01/Cap-Net-CCA-and-IWRM.pdf.

Carlson, T. and Cohen, A. 2018. Linking community-based monitoring to water policy: Perceptions of citizen scientists. *Journal of Environmental Management*, Vol. 219, 2018, pp. 168–177. doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.04.077.

Carson, A., Windsor, M., Hill, H., Haigh, T., Wall, N., Smith, J., Olsen, R., Bathke, D., Demir, I. and Muste, M. 2018. Serious gaming for participatory planning of multi-hazard mitigation. *International Journal of River Basin Managemen*t, Vol. 16, No. 3, pp. 379–391. doi.org/10.1080/15715124.2018.1481079.

Carvalho, L., Mackay, E. B., Cardoso, A. C., Baattrup-Pedersen, A., Birk, S., Blackstock, K. L., Borics, G., Borja, A., Feld, C. K., Ferreira, M. T., Globevnik, L., Grizzetti, B., Hendry, S., Hering, D., Kelly, M., Langaas, S., Meissner, K., Panagopoulos, Y., Penning, E., Rouillard, J., Sabater, S., Schmedtje, U., Spears, B. M., Venohr, M., Van de Bund, W. and Lyche Solheim, A. 2019. Protecting and restoring Europe's waters: An analysis of the future development needs of the Water Framework Directive. *Science of the Total Environment*, Vol. 658, pp. 1228–1238. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.255.

CDKN (Climate and Development Knowledge Network). 2012. *Managing Climate Extremes and Disasters in Africa: Lessons from the IPCC SREX Report*. CDKN. cdkn.org/wp-content/uploads/2012/11/SREX-Lessons-for-Africa-revised-final-copy-1.pdf.

CDP. 2016. *Thirsty Business: Why Water is Vital to Climate Action*. 2016 Annual Report of Corporate Water Disclosure. London, CDP. www.cdp.net/en/research/global-reports/global-water-report-2016.

_____. 2017a. *A Turning Tide: Tracking Corporate Action on Water Security*. CDP Global Water Report 2017. London, CDP. www.cdp.net/en/research/global-reports/global-water-report-2017.

_____. 2017b. *The Carbon Majors Database: CDP Carbon Majors Report 2017*. London, CDP. www.cdp.net/en/articles/media/new-report-shows-just-100-companies-are-source-of-over-70-of-emissions.

_____. 2018. *Treading Water: Corporate Responses to Rising Water Challenges*. CDP Global Water Report 2018. London, CDP. www.cdp.net/en/research/global-reports/global-water-report-2018.

_____. n.d. Cities A List. CDP website. www.cdp.net/en/cities/cities-scores#131739b6dfa66af3342e03d72a84af0e.

CEDAW (Committee on the Elimination of Discrimination against Women). 2018. *General Recommendation No. 37 on Gender-Related Dimensions of Disaster Risk Reduction in the Context of Climate Change*. CEDAW/C/GC/37. tbinternet.ohchr.org/Treaties/CEDAW/Shared%20Documents/1_Global/CEDAW_C_GC_37_8642_E.pdf.

CEO Water Mandate. 2014. *Driving Harmonization of Water-Related Terminology*. ceowatermandate.org/disclosure/resources/driving/.

Changnon Jr., S. A. 1987. *Detecting Drought Conditions in Illinois*. Circular No. 169. State of Illinois, Department of Energy and Natural Resources. Champaign, Ill., USA, Illinois State Water Survey. www.isws.illinois.edu/pubdoc/C/ISWSC-169.pdf.

Chanza, N. and De Wit, A. 2016. Enhancing climate governance through indigenous knowledge: Case in sustainability science. *South African Journal of Science*, Vol. 112, No. 3/4. doi.org/10.17159/sajs.2016/20140286.

Chapra, S. C., Boehlert, B., Fant, C., Bierman, V. J., Henderson, J., Mills, D., Mas, D. M. L., Rennels, L., Jantarasami, L., Martinich, J., Strzepek, K. M. and Paerl, H. W. 2017. Climate change impacts on harmful algal blooms in U.S. freshwaters: A screening-level assessment. *Environmental Science & Technology*, Vol. 51, No. 16, p. 8933–8943. doi.org/10.1021/acs.est.7b01498.

Chen, Y., Li, J., Ju, W., Ruan, H., Qin, Z., Huang, Y., Jeelani, N., Padarian, J. and Propastin, P. 2017. Quantitative assessments of water-use efficiency in Temperate Eurasian Steppe along an aridity gradient. *PLOS One,* Vol. 12, No. 7. e0179875. doi.org/10.1371/journal.pone.0179875.

Cheng, L., Abraham, J., Hausfather, Z. and Trenberth, K. E. 2019. How fast are the oceans warming? *Science,* Vol. 363, No. 6423, pp. 128–129. doi.org/10.1126/science.aav7619.

ChileAgenda2030. n.d. *Sobre la Agenda de Desarrollo Sostenible* [About the Sustainable Development Agenda]. www.chileagenda2030.gob.cl/agenda-2030/sobre-la-agenda. (In Spanish.)

Chong, T. Y., Noh, N. B. M., Poh, L. S. and Choong, M. T. J. 2018. A paradigm shift from upstream reservoir to downstream/coastal reservoirs management in Malaysia to meet SDG6. *Hydrolink*, No. 1, pp. 21–25.

CIE (Centre for International Economics). 2014. *Analysis of the Benefits of Improved Seasonal Climate Forecasting for Agriculture.* Canberra, CIE. www.climatekelpie.com.au/Files/MCV-CIE-report-Value-of-improved-forecasts-agriculture-2014.pdf.

Cifelli. R., Doesken, N., Kennedy, P., Carey, L. D., Rutledge, S. A., Gimmestad, C. and Depue, T. 2005. The Community Collaborative Rain, Hail, and Snow Network: Informal education for scientists and citizens. *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 86, pp. 1069–1078. doi.org/10.1175/BAMS-86-8-1069.

City of Cape Town. 2019. *Cape Town Water Strategy: Our Shared Water Future*. resource.capetown.gov.za/documentcentre/Documents/City%20strategies,%20plans%20and%20frameworks/Cape%20Town%20Water%20Strategy.pdf.

Clark, L., Majumdar, S., Bhattacharjee, J. and Hanks, A. C., 2015. Creating an atmosphere for STEM literacy in the rural South through student-collected weather data. *Journal of Geoscience Education*, Vol. 63, No. 2, pp. 105–115. doi.org/10.5408/13-066.1.

Climate Bonds Initiative. 2017. *The Water Criteria: Climate Bonds Standard*. London, Climate Bonds Initiative. www.climatebonds.net/files/files/CBI-WaterCriteria-02L.pdf.

_____. 2018. *Green Bonds: The State of the Market 2018*. London, Climate Bonds Initiative. www.climatebonds.net/resources/reports/green-bonds-state-market-2018.

Closas, A. and Rap, E. 2017. Solar-based groundwater pumping for irrigation: Sustainability, policies, and limitations. *Energy Policy*, Vol. 104, pp. 33–37. doi.org/10.1016/j.enpol.2017.01.035.

Coalition for Inclusive Capitalism. n.d. Coalition for Inclusive Capitalism website. www.inc-cap.com/.

Cogels, F.-X., Fraboulet-Jussila, S. and Varis, O. 2001. Multipurpose use and water quality challenges in Lac de Guiers (Senegal). *Water Science & Technology*, Vol. 44, No. 6, pp. 35–46. doi.org/10.2166/wst.2001.0335.

Coirolo, C. and Rahman, A. 2014. Power and differential climate change vulnerability among extremely poor people in Northwest Bangladesh: Lessons for mainstreaming. *Climate and Development,* Vol. 6, No. 4, pp. 336–344. doi.org/10.1080/17565529.2014.934774.

Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. London/Colombo, Earthscan/International Water Management Institute (IWMI). www.iwmi.cgiar.org/assessment/files_new/synthesis/Summary_SynthesisBook.pdf.

Conrad, C. C. and Hilchey, K. G. 2011. A review of citizen science and community-based environmental monitoring: Issues and opportunities. *Environmental Monitoring and Assessment,* Vol. 176, pp. 273–291. doi.org/10.1007/s10661-010-1582-5.

Conway, D., Van Garderen, E. A., Deryng, D., Dorling, S., Krueger, T., Landman, W., Lankgord, B., Lebek, K., Osborn, T., Ringler, C., Thurlow, J., Zhu, T. and Thurlow, J. 2015. Climate and southern Africa's water–energy–food nexus. *Nature Climate Change,* Vol. 5, No. 9, pp. 837–8460. doi.org/10.1038/nclimate2735.

Conway, D., Dalin, C., Landman, W. A. and Osborn, T. J. 2017. Hydropower plans in eastern and southern Africa increase risk of concurrent climate-related electricity supply disruption. *Nature Energy*, Vol. 2, No.12, pp. 946–953. doi.org/10.1038/s41560-017-0037-4.

Cools, J., Innocenti, D. and O'Brien, S. 2016. Lessons from flood early warning systems. *Environmental Science & Policy*, Vol. 58, pp. 117–122. doi.org/10.1016/j.envsci.2016.01.006.

Corcoran, E., Nellemann, C., Baker, E., Bos, R., Osborn, D. and Savelli, H. (eds.). 2010. *Sick Water? The Central Role of Wastewater Management in Sustainable Development: A Rapid Response Assessment*. United Nations Environment Programme/United Nations Human Settlements Programme/GRID-Arendal (UNEP/UN-Habitat/GRID-Arendal). www.grida.no/publications/218.

Corsi, S. 2019. *Conservation Agriculture: Training Guide for Extension Agents and Farmers in Eastern Europe and Central Asia*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). www.fao.org/3/i7154en/i7154en.pdf.

Coughlan de Perez, E., Van den Hurk, B., Van Aalst, M. K., Amuron, I., Bamanya, D., Hauser, T., Jongma, B., Lopez, A., Mason, S., De Suarez, J. M., Pappenberger, F., Rueth, A., Stephens, E., Suarez, P., Wagemaker, J. and Zsoter, E. 2016. Action-based flood forecasting for triggering humanitarian action. *Hydrology and Earth System Science*, Vol. 20, pp. 3549–3560. doi.org/10.5194/hess-20-3549-2016.

CPI (Climate Policy Initiative). 2018. *Global Climate Finance: An Updated View 2018*. CPI. climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2018/11/Global-Climate-Finance-_-An-Updated-View-2018.pdf.

CRED/UNISDR (Centre for Research on the Epidemiology of Disaster/United Nations Office for Disaster Risk Reduction). 2015. *The Human Cost of Weather Related Disasters 1995-2015*. Geneva/Brussels, CRED/UNISDR. www.unisdr.org/we/inform/publications/46796.

CRIDF (Climate Resilient Infrastructure Development Facility). 2018. *What Services can CRIDF offer you?* CRIDF brief No. 2. Pretoria, CRIDF. cridf.net/RC/wp-content/uploads/2018/04/Extlib10.pdf.

CRS (Congressional Research Service). 2018. *Freshwater Harmful Algal Blooms: Causes, Challenges, and Policy Considerations*. CRS Report prepared for Members and Committees of Congress of the United State of America, R44871. Washington, CRS. crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R44871.

Crump, J. (ed.). 2017. *Smoke on Water – Countering Global Threats from Peatland Loss and Degradation. A UNEP Rapid Response Assessment*. United Nations Environment Programme/United Nations Human Settlements Programme/GRID-Arendal (UNEP/UN-Habitat/GRID-Arendal). www.grida.no/publications/355.

CSAG (Climate Systems Analysis Group). n.d. *Big Six Monitor.* University of Cape Town. cip.csag.uct.ac.za/monitoring/bigsix.html.

Cumiskey, L., Werner, M., Meijer, K., Fakhruddin, S. H. M. and Hassan, A., 2015. Improving the social performance of flash flood early warnings using mobile services. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environmen*t, Vol. 6, No. 1, pp. 57–72. doi.org/10.1108/IJDRBE-08-2014-0062

Cuthbert, M. O., Taylor, R. G., Favreau, G., Todd, M. C., Shamsudduha, M., Villholth, K. G., MacDonald, A. M., Scanlon, B. R., Kotchoni, D. O. V., Vouillamoz, J.- M., Lawson, F. M. A., Adjomayi, P. A., Kashaigili, J., Seddon, D., Sorensen, J. P. R., Ebrahim, G. Y., Owor, M., Nyenje, P. M., Nazoumou, Y., Goni, I., Ousmane, B. I., Sibanda, T., Ascott, M. J., Macdonald, D. M. J., Agyekum, W., Koussoubé, Y., Wanke, H., Kim, H., Wada, Y., Lo, M.-H., Oki, T. and Kukuric, N. 2019. Observed controls on resilience of groundwater to climate variability in sub-Saharan Africa. *Nature*, No. 572, pp. 230–234. doi.org/10.1038/s41586-019-1441-7.

Dam Removal Europe. n.d. *Mapping Dams in European Rivers*. Dam Removal Europe website. damremoval.eu/dam-removal-map-europe/.

Das, M. B. 2017. *The Rising Tide: A New Look at Water and Gender.* Washington, DC, World Bank Group. openknowledge.worldbank.org/handle/10986/27949.

Das Gupta, M. 2013. *Population, Poverty, and Climate Change*. Policy Research Working Paper No. 6631. Washington, DC, World Bank. documents.worldbank.org/curated/en/116181468163465130/Population-poverty-and-climate-change.

Da Silva, S. R. S., McJeon, H. C., Miralles-Wilhelm, F., Muñoz Castillo, R., Clarke, L., Delgado, A., Edmonds, J. A., Hejazi, M., Horing, J., Horowitz, R., Kyle, P., Link, R., Patel, P. and Turner, S. 2018. *Energy–Water–Land Nexus in Latin America and the Caribbean: A Perspective from the Paris Agreement Climate Mitigation Pledges*. IDB Working Paper Series No. IDB-WP-00901. Inter-American Development Bank (IDB). publications.iadb.org/en/energy-water-land-nexus-latin-america-and-caribbean-perspective-paris-agreement-climate-mitigation.

Davison, H. 2017. *Flood Early Warning Systems Leave Women Vulnerable*. GlacierHub website. glacierhub.org/2017/02/09/flood-early-warning-systems-leave-women-vulnerable/.

Dazé, A.; Price-Kelly, H. and Rass, N. 2016. *Vertical Integration in National Adaptation Plan (NAP) Processes: A Guidance Note for Linking National and Sub-National Adaptation Processes*. Winnipeg, Ont., USA, International Institute for Sustainable Development (IISD). www.iisd.org/library/vertical-integration-national-adaptation-plan-nap-processes-guidance-note.

Deemer, B. R., Harrison, J. A., Siyue, L., Beaulieu, J. J., DelSontro, T., Barros, N., Bezerra-Neto, J. F., Powers, S. M., Dos Santos, M. A. and Vonk, J. A. 2016. Greenhouse gas emissions from reservoir water surfaces: A new global synthesis. *BioScience*, Vol. 66, No. 11, pp. 949–964. doi.org/10.1093/biosci/biw117.

De Fraiture, C., Giordano, M. and Liao, Y. 2008. Biofuels and implications for agricultural water use: Blue impacts of green energy. *Water Policy,* Vol. 10, No. S1, pp. 67–81. doi.org/10.2166/wp.2008.054.

De Klein, J. J. M. and Van der Werf, A. K. 2014. Balancing carbon sequestration and GHG emissions in a constructed wetland. *Ecological Engineering*, Vol. 66, pp. 36–42. doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.04.060.

Demir, I., Yildirim, E., Sermet, Y. and Sit, M. A. 2018. FLOODSS: Iowa flood information system as a generalized flood cyberinfrastructure. *International Journal of River Basin Management*, Vol. 16, No. 3, pp. 393–400. doi.org/10.1080/15715124.2017.1411927.

Desbureaux, S. and Rodella, A. S. 2019. Drought in the city: The economic impact of water scarcity in Latin American metropolitan areas. *World Development*, Vol. 114, pp. 13–27. doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.09.026.

De Vries, T. T, Anwar, A. A. and Bhatti, M. T. 2017. Canal operations planner. III: Minimizing inequity with delivery performance ratio relaxation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering,* Vol. 143, No. 9. doi.org/10.1061/(asce)ir.1943-4774.0001218.

Dickinson, J. L., Shirk, J., Bonter, D., Bonney, R., Crain, R. L., Martin, L., Phillips, T. and Purcell, K., 2012. The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. *Frontiers in Ecology and Environment*, Vol. 10, No. 6, pp. 291–297. doi.org/10.1890/110236.

Dieter, C. A., Maupin, M. A., Caldwell, R. R., Harris, M. A., Ivahnenko, T. I., Lovelace, J. K., Barber, N. L. and Linsey, K. S. 2018. *Estimated Use of Water in the United States in 2015*. United States Geological Survey (USGS) Circular No. 1441. Reston, Va., USA. doi.org/10.3133/cir1441.

Dillon, P., Stuyfzand, P., Grischek, T., Lluria, M., Pyne, R. D. G., Jain, R. C., Bear, J., Schwarz, J., Wang, W., Fernandez, E., Stefan, C., Pettenati, M., Van der Gun, J., Sprenger, C., Massmann, G., Scanlon, B. R., Xanke, J., Jokela, P., Zheng, Y., Rossetto, R., Shamrukh, M., Pavelic, P., Murray, E., Ross, A., Bonilla Valverde, J. P., Palma Nava, A., Ansems, N., Posavec, K., Ha, K., Martin, R. and Sapiano, M. 2018. Sixty years of global progress in managed aquifer recharge. *Hydrogeology Journal*, Vol. 27, pp. 1–30. doi.org/10.1007/s10040-018-1841-z.

Dodds, W. K., Bouska, W. W., Eitzmann, J. L., Pilger, T. J., Pitts, K. L., Riley, A. J., Schloesser, J. T. and Thornbrugh, D. J. 2009. Eutrophication of US freshwaters: Analysis of potential economic damages. *Environmental Science and Technology*, Vol. 43, No. 1, pp. 12–19. doi.org/10.1021/es801217q.

Dong, F., Wang, Y., Su, B., Hua, Y. and Zhang, Y. 2019. The process of peak CO2 emissions in developed economies: A perspective of industrialization and urbanization. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 141, pp. 61–75. doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.010.

Doornbosch, R. and Steenblik, R. 2007. *Biofuels: Is the Cure Worse than the Disease?* Round Table on Sustainable Development, 11–12 September 2007, Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). www.oecd.org/sd-roundtable/39411732.pdf.

Drechsel, P., Qadir, M. and Wichelns, D. 2015. *Wastewater: Economic Asset in an Urbanizing World*. Dordrecht, the Netherlands, Springer.

Drechsel, P., Danso, G. K. and Qadir, M. 2018. Growing opportunities for Mexico City to tap into the Tula aquifer (Mexico). M. Otoo and P. Drechsel (eds.), *Resource Recovery from Waste: Business Models for Energy, Nutrient and Water Reuse in Low- and Middle-income Countries*. New York, Routledge, pp. 698-709.

Du Pisani, P., Menge, J., Van der Merwe, B. and Van Rensburg, P. 2018. Papers presented at the 50 Years Direct Potable Reuse Conference, Windhoek. documents.windhoekcc.org.na/

E

Eakin, H. and Luers, A. L. 2006. Assessing the vulnerability of social-environmental systems. *Annual Review of Environment and Resources*, Vol. 31, pp. 365–394. doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144352.

EarthWatch Institute. n.d. *Freshwater Watch: Understanding our Precious Water*. Earthwatch Institute website. earthwatch.org.uk/working-with-business/2-uncategorised/54-freshwater-watch.

EASAC (European Academies' Science Advisory Council). 2018. *Extreme Weather Events in Europe: Preparing for Climate Change Adaptation: An Update on EASAC's 2013 Study*. easac.eu/publications/details/extreme-weather-events-in-europe/.

EC (European Commission). 2018. *Commission Staff Working Document – Evaluation of the EU Strategy on Adaptation to Climate Change – Accompanying the Document: Report from the Commission to the European Parliament and Council on the Implementation of the EU Strategy on Adaptation to Climate Change*. Brussels, EC. ec.europa.eu/info/sites/info/files/swd_evaluation-of-eu-adaptation-strategy_en.pdf.

_____. n.d. *Water Reuse* – An Action Plan within the Circular Economy. European Commission website. ec.europa.eu/environment/water/reuse-actions.htm.

ECOSOC (United Nations Economic and Social Council). 2018. *The UNDS Revamped Regional Approach*. UNDS Repositioning – Explanatory Note #11. New York, ECOSOC. www.un.org/ecosoc/sites/www.un.org.ecosoc/files/files/en/qcpr/11_%20The%20Regional%20Approach.pdf.

Eekhout, J. P. C., Hunink, J. E., Terink, W. and De Vente, J. 2018. Why increased extreme precipitation under climate change negatively affects water security. *Hydrology and Earth System Sciences,* Vol. 22, No. 11, pp. 5935–5946. doi.org/10.5194/hess-22-5935-2018.

Eekhout, J.P.C. and De Vente, J. 2019. Assessing the effectiveness of Sustainable Land Management for large-scale climate change adaptation. *Science of The Total Environment*, Vol. 654, pp. 85–93. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.350.

El Din, E. S., Zhang, Y. and Suliman, A. 2017. Mapping concentrations of surface water quality parameters using a novel remote sensing and artificial intelligence framework. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 38, No. 4, pp. 1023–1042. doi.org/10.1080/01431161.2016.1275056.

Elliott, J., Deryng, D., Müller, C., Frieler, K., Konzmann, M., 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. and Wisser, D. 2014. Constraints and potentials of future irrigation water availability on agricultural production under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 111, No. 9, pp. 3239–3244. doi.org/10.1073/pnas.1222474110.

Ellison, D., Morris, C. E., Locatelli, B., Sheil, D., Cohen, J., Murdiyarso, D., Gutierrez, V., Van Noordwijk, M., Creed, I. F., Pokorny, J., Gaveau, D., Spracklen, D. V., Bargués Tobella, A., Ilstedt, U., Teuling, A. J., Gebrehiwot, S. G., Sands, D. C., Muys, B., Verbist, B., Springgay, E., Sugandi, Y. and Sullivan, C. A. 2017. Trees, forests and water: Cool insights for a hot world. *Global Environmental Change*, Vol. 43, pp. 51–61. doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.01.002.

Elshamy, M. E., Sayed, M. A.-A. and Badawy, B. 2009. Impacts of climate change on the Nile flows at Dongola using statistical downscaled GCM scenarios. *Nile Basin Water Engineering Scientific Magazine*, Vol. 2.

EM-DAT (Emergency Events Database). 2019. The Emergency Events Database. Brussels, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Université catholique de Louvain. www.emdat.be.

Emmerton, R. E., Stephens, E. M., Pappenberger, F., Pagano, T. C., Weerts, A. H., Wood, A. W., Salamon, P., Brown, J. D., Hjerdt, N., Donnelly, C., Baugh, C. A. and Cloke, H. L. 2016. Continental and global scale flood forecasting systems. *Wiley International Reviews: Water*, Vol. 3, pp. 391-418. doi.org/10.1002/wat2.1137.

ENVSEC/UNECE/OSCE (Environment and Security Initiative/United Nations Economic Commission for Europe/Organization for Security and Co-operation in Europe). 2017. *Implementation Plan for the Strategic Framework for Adaptation to Climate Change in the Dniester River*. Geneva/Kiev/Chisinau/Vienna, ENVSEC/UNECE/OSCE. www.osce.org/secretariat/366721?download=true.

EPA/NDPC/Ministry of Finance of Ghana (Environmental Protection Agency of Ghana/National Development Planning Commission of Ghana/Ministry of Finance of Ghana). 2018. *Ghana's National Adaptation Plan Framework*.

Eurostat. 2017. *Farmers in the EU – Statistics*. European Statistical System. ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Farmers_in_the_EU_-_statistics.

Evers, J. and Pathirana, A. 2018. Adaptation to climate change in the Mekong River Basin: Introduction to the special issue. *Climatic Change*, Vol. 149, No. 1, pp. 1–11.

EWEA (The European Wind Energy Association). 2014. *Saving Water with Wind Energy*. EWEA. windeurope.org/about-wind/reports/saving-water-wind-energy/.

Falkenmark, M., Lundqvist, J. and Widstrand, C. L. 1989. Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches. *Natural Resources Forum*, Vol. 13, No. 4, pp. 258–267. doi.org/10.1111/j.1477-8947.1989.tb00348.x.

Famiglietti, J. S. 2014. The global groundwater crisis. *Nature Climate Change*, Vol. 4, pp. 945–948. doi.org/10.1038/nclimate2425.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2002. *The State of Food and Agriculture 2002*. Rome, FAO. www.fao.org/3/y6000e/y6000e00.htm.

_____. 2010. *The Wealth of Waste: The Economics of Wastewater Use in Agriculture*. FAO Water Reports No. 35. Rome, FAO. www.fao.org/3/i1629e/i1629e.pdf.

_____. 2011a. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Managing Systems of Risk*. London/Rome, Earthscan/FAO. www.fao.org/nr/solaw/solaw-home/en/.

_____. 2011b. *Climate Change, Water and Food security*. FAO Water Reports No. 36. Rome, FAO. www.fao.org/3/i2096e/i2096e.pdf.

_____. 2013a. *Coping with Water Scarcity: An Action Framework for Agriculture and Food Security*. FAO Water Reports No. 38. Rome, FAO. www.fao.org/3/a-i3015e.pdf.

_____. 2013b. *Food Wastage Footprint Impacts on Natural Resources: Summary Report*. Rome, FAO. www.fao.org/3/i3347e/i3347e.pdf.

_____. 2014. *Walking the Nexus Talk: Assessing the Water-Energy-Food Nexus in the Context of the Sustainable Energy for All Initiative*. Environment and Natural Resources Management Working Paper No. 58. Rome, FAO. www.fao.org/3/a-i3959e.pdf.

_____. 2015a. *Climate Change and Food Systems: Global Assessments and Implications for Food Security and Trade*. Rome, FAO. www.fao.org/3/a-i4332e.pdf.

_____. 2015b. *The Economic Lives of Smallholder Farmers: An Analysis Based on Household Data from Nine Countries*. Rome, FAO. www.fao.org/3/a-i5251e.pdf.

_____. 2016a. *Global Forest Resources Assessment 2015 – How are the World's Forests Changing?* Second edition. Rome, FAO. www.fao.org/3/a-i4793e.pdf.

_____. 2016b. *The State of Food and Agriculture: Climate Change, Agriculture and Food Security*. Rome, FAO. www.fao.org/3/a-i6030e.pdf.

_____. 2017a. *The Future of Food and Agriculture: Trends and Challenge*s. Rome, FAO. www.fao.org/3/a-i6583e.pdf.

_____. 2017b. *What is Climate-Smart Agriculture? Infographic*. FAO. www.fao.org/3/a-i7926e.pdf.

_____. 2017c. D*oes Improved Irrigation Technology Save Water? A Review of the Evidence*. Discussion paper on irrigation and sustainable water resources management in the Near East and North Africa. Cairo, FAO. www.fao.org/3/I7090EN/i7090en.pdf.

_____. 2018a. *The State of Food and Agriculture 2018: Migration, Agriculture and Rural Development*. Rome, FAO. www.fao.org/3/I9549EN/i9549en.pdf.

_____. 2018b. *2017: The Impact of Disasters and Crises on Agriculture and Food Security*. Rome; FAO. www.fao.org/3/I8656EN/i8656en.pdf.

_____. 2018c. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018: Meeting the Sustainable Development Goal*s. Rome, FAO. www.fao.org/documents/card/en/c/I9540EN/.

_____. 2018d. *Impacts of Climate Change on Fisheries and Aquaculture: Synthesis of Current Knowledge, Adaptation and Mitigation Options*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. Rome, FAO. www.fao.org/3/i9705en/i9705en.pdf.

_____. 2018e. *The State of the World's Forests 2018: Forest Pathways to Sustainable Development*. Rome, FAO. www.fao.org/policy-support/resources/resources-details/en/c/1144279/.

_____. 2019. *FAO Framework on Rural Extreme Poverty: Towards Reaching Target 1.1 of the Sustainable Development Goals*. Rome, FAO. www.fao.org/3/ca4811en/ca4811en.pdf.

_____. n.d.a. *Climate-Smart Agriculture*. FAO website. www.fao.org/climate-smart-agriculture/en/.

_____. n.d.b. *Conservation Agriculture*. FAO website. www.fao.org/conservation-agriculture/en/.

FAO/GIZ (Food and Agriculture Organization of the United Nations/Deutsche Gesellschaft fur Internationale Zusammenarbeit GmbH). 2018. *The Benefits and Risks of Solar-Powered Irrigation: A Global Overview*. Rome, FAO. www.fao.org/3/i9047en/I9047EN.pdf.

FAO/GIZ/ACSAD (Food and Agriculture Organization of the United Nations/Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH/Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands). 2017. *Climate Change and Adaptation Solutions for the Green Sectors in the Arab Region*. FAO/GIZ/ACSAD.

FAO/IFAD/UNICEF/WFP/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/International Fund for Agricultural Development/United Nations Children's Fund/World Food Programme/World Health Organization). 2018. *The State of Food Security and Nutrition in the World: Building Climate Resilience for Food Security and Nutrition*. Rome, FAO. www.fao.org/3/i9553en/i9553en.pdf.

FAO/IWMI (Food and Agriculture Organization of the United Nations/International Water Management Institute). 2018. *More People, More Food, Worse Water? A Global Review of Water Pollution from Agriculture*. Rome/Colombo, FAO/IWMI. www.fao.org/3/ca0146en/CA0146EN.pdf.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)/World Bank Group. 2018. *Water Management in Fragile Systems: Building Resilience to Shocks and Protracted Crises in the Middle East and North Africa*. Cairo. Rome/Washington, DC, FAO/World Bank Group. openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30307.

FAOSTAT. n.d. *Food and Agriculture Data*. FAO. www.fao.org/faostat/en/#home.

Fiebrich, C. A. 2009. History of surface weather observations in the United States. *Earth-Science Reviews*, Vol. 93, No. 3–4, pp. 77–84. doi.org/10.1016/j.earscirev.2009.01.001.

Finger, M. and Allouche, J. 2002. *Water Privatisation: Trans-National Corporations and the Re-Regulation of the Water Industry*. London, Spon Press.

Fitzgerald, S. H. 2018. The role of constructed wetlands in creating water sensitive cities. N. Nagabhatla and C. D. Metcalfe (eds.), *Multifunctional Wetlands: 2018 Pollution Abatement and Other Ecological Services from Natural and Constructed Wetlands. Springer Publications*. Springer International Publishing.

Flörke, M., Schneider, C. and McDonald, R. I. 2018. Water competition between cities and agriculture driven by climate change and urban growth. *Nature Sustainability,* Vol. 1, No. 1, pp. 51–58. doi.org/10.1038/s41893-017-0006-8.

Fonseca, C. and Pories, L. 2017. *Financing WASH: How to Increase Funds for the Sector while Reducing Inequalities*. Position paper for the Sanitation and Water for All Finance Ministers Meeting. Briefing Note. The Hague, the Netherlands, IRC/water.org/Ministry of Foreign Affairs/Simavi. www.ircwash.org/resources/financing-wash-how-increase-funds-sector-while-reducing-inequalities-position-paper.

Foresight. 2011. *Migration and Global Environmental Change: Future Challenges and Opportunities*. Final Project Report. London, the Government Office for Science. assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/287717/11-1116-migration-and-global-environmental-change.pdf.

Franks, T. and Cleaver, F. 2007. Water governance and poverty: A framework for analysis. *Progress in Development Studies*, Vol. 7, No. 4, pp. 291–306. doi.org/10.1177/146499340700700402.

Freyberg, T. 2016. Denmark kick-starts energy-positive wastewater treatment project. *WaterWorld Magazine*, Vol. 32, No. 2. www.waterworld.com/international/utilities/article/16202924/denmark-kickstarts-energypositive-wastewater-treatment-project.

Friedrich, K., Grossman, R. L., Huntington, J., Blanken, P. D., Lenters, J., Holman, K. D., Gochis, D., Livneh, B., Prairie, J., Skeie, E., Healey, N. C., Dahm, K., Pearson, C., Finnessey, T., Hook, S. J. and Kowalski, T. 2018. Reservoir evaporation in the western United States: Current science, challenges, and future needs. *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 99, pp. 167–187. doi.org/10.1175/BAMS-D-15-00224.1.

Funk, C., Davenport, F., Harrison, L., Magadzire, T., Galu, G., Artan, G. A., Shukla, S., Korecha, D., Indeje, M., Pomposi, C., Macharia, D., Husak, G. and Nsadisa, F. D. 2018. Antropogenic enhancement of moderate-to-strong El Niño events likely contributed to drought and poor harvests in southern Africa during 2016. *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 99, No. 1, pp. S91–S95. doi.org/10.1175/BAMS-D-17-0112.1.

Gadédjisso-Tossou, A., Avellán, T. and Schütze, N. 2018. Potential of deficit and supplemental irrigation under climate variability in northern Togo, West Africa. *Water,* Vol. 10, No. 12, pp. 1–23. doi.org/10.3390/w10121803.

Gallego-Sala, A. V., Charman, D. J., Brewer, S., Page, S. E., Prentice, I. C., Friedlingstein, P., Moreton, S., Amesbury, M. J., Beilman, D. W., Björck, S., Blyakharchuk, T., Bochicchio, C., Booth, R. K., Bunbury, J., Camill, P., Carless, D., Chimner, R. A., Clifford, M., Cressey, E., Courtney-Mustaphi, C., De Vleeschouwer, F., De Jong, R., Fialkiewicz-Koziel, B., Finkelstein, S. A., Garneau, M., Githumbi, E., Hribjlan, J., Holmquist, J., Hughes, P. D. M., Jones, C., Jones, M. C., Karofeld, E., Klein, E. S., Kokfelt, U., Korhola, A., Lacourse, T., Le Roux, G., Lamentowicz, M., Large, D., Lavoie, M., Loisel, J., Mackay, H., MacDonald, J. M., Makila, M., Magnan, G., Marchant, R., Marcisz, K., Martínez Cortizas, A., Massa, C., Mathijssen, P., Mauquoy, D., Mighall, T., Mitchell, F. J. G., Moss, P., Nichols, J., Oksanen, P. O., Orme, L., Packalen, M. S., Robinson, S., Roland, T. P., Sanderson, N. K., Sannel, A. B. K., Silva-Sánchez, N., Steinberg, N., Swindles, G. T., Turner, T. E., Uglow, J., Väliranta, M., Van Bellen, S., Van der Linden, M., Van Geel, B., Wang, G., Yu, Z., Zaragoza-Castells, J. and Zhao, Y. 2018. Latitudinal limits to the predicted increase of the peatland carbon sink with warming. *Nature Climate Change*, Vol. 8, No. 10, p. 907–913. doi.org/10.1038/s41558-018-0271-1.

Gan, T. Y., Ito, M., Hülsmann, S., Qin, X., Lu, X. X., Liong, S. Y., Rutschman, P., Disse, M. and Koivusalo, H. 2016. Possible climate change/variability and human impacts, vulnerability of drought-prone regions, water resources and capacity building for Africa. *Hydrological Sciences Journal*, Vol. 61, No. 7, pp. 1209–1226. doi.org/10.1080/02626667.2015.1057143.

Gao, H., Yan, C., Liu, Q., Ding, W., Chen, B. and Li, Z. 2019. Effects of plastic mulching and plastic residue on agricultural production: A meta-analysis. *Science of the Total Environment*, Vol. 651, Part 1, pp. 484–492. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.105.

García, L. E., Matthews, J. H., Rodriguez, D. J., Wijnen, M., DiFrancesco, K. N. and Ray, P. 2014. *Beyond Downscaling: A Bottom-Up Approach to Climate Adaptation for Water Resources Management*. Washington, DC, World Bank Group. openknowledge.worldbank.org/handle/10986/21066.

Gariano, S. L. and Guzzetti, F. 2016. Landslides in a changing climate. *Earth-Science Reviews*. Vol. 162, pp. 227–252. doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.08.011.

Garrick, D. E., Hall, J. W., Dobson, A., Damania, R., Grafton, R. Q., Hope, R., Hepburn, C., Bark, R., Boltz, F., De Stefano, L., O'Donnell, E., Matthews, N. and Money, A. 2017. Valuing water for sustainable development. *Science,* Vol. 358, No. 6366, pp. 1003–1005. doi.org/10.1126/science.aao4942.

Gato, S., Jayasuriya, N. and Roberts, P. 2007. Temperature and rainfall thresholds for base use urban water demand modelling. *Journal of Hydrology*, Vol. 337, No. 3–4, pp. 364–376. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.02.014.

GCA (Global Commission on Adaptation). 2019. *Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilienc*e. Rotterdam/Washington, DC, The Netherlands/USA, Global Center on Adaptation/World Resources Institute (GCA/WRI). cdn.gca.org/assets/2019-09/GlobalCommission_Report_FINAL.pdf.

GEF (Global Environment Facility). n.d. *Climate Change*. GEF website. www.thegef.org/topics/climate-change.

Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. and Tempio, G. 2013. *Tackling Climate Change through Livestock: A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). www.fao.org/3/a-i3437e.pdf.

Gersonius, B., Van Buuren, A., Zethof, M. and Kelder, E. 2016. Resilient flood risk strategies: institutional preconditions for implementation. *Ecology and Society*, Vol. 21, No. 4, p. 28. doi.org/10.5751/ES-08752-210428.

Gheuens, J., Nagabhatla, J. and Perera, E. D. P. 2019. Disaster-risk, water security challenges and strategies in Small Island Developing States (SIDS). *Water*, Vol. 11, No. 4, p. 637. doi.org/10.3390/w11040637.

GIZ/adelphi/PIK (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH/adelphi/Potsdam Institute for Climate Impact Research). Forthcoming. Stop Floating, Start Swimming: Water and Climate Change – Interlinkages and Prospects for Future Action.

Gleeson, T., Wada, Y., Bierkens, M. F. P. and Van Beek, L. P. 2012. Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. *Nature*, Vol. 9, No. 488, p. 197–200. doi.org/10.1038/nature11295.

Golding, B. W. 2009. Long lead time flood warnings: Reality or fantasy? *Meteorological Applications*, Vol. 16, pp. 3–12. doi.org/10.1002/met.123.

Görgen, K., Beersma, J., Brahmer, G., Buiteveld, H., Carambia, M., De Keizer, O., Krahe, P., Nilson, E., Lammersen, R., Perrin, C. and Volken, D. 2010. A*ssessment of Climate Change Impacts on Discharge in the Rhine River Basin: Results of the RheinBlick2050 Project*. CHR report, I-23. Lelystad, The Netherlands, International Commission for the Hydrology of the Rhine Basin. www.chr-khr.org/en/publication/assessment-climate-change-impacts-discharge-river-rhine-basin-results-rheinblick2050.

Gosling, S. N. and Arnell, N. W. 2016. A global assessment of the impact of climate change on water scarcity. *Climatic Change*, Vol. 134, No. 3, pp. 371–385. doi.org/10.1007/s10584-013-0853-x.

Government of Grenada. 2014. *Grenada's Growth and Poverty Reduction Strategy (GPRS), 2014-2018*.

_____. 2017. *National Climate Change Adaptation Plan (NAP) for Grenada, Carriacou and Petite Martinique 2017-2021*. St. George's, Ministry of Climate Resilience, the Environment, Forestry, Fisheries, Disaster Management and Information.

Government of the People's Republic of Bangladesh. 2015. *Seventh Five-Year Plan FY2016–FY2020: Accelerating Growth, Empowering Citizens*. Dhaka, General Economics Division (GED) of Bangladesh Planning Commission. www.unicef.org/bangladesh/sites/unicef.org.bangladesh/files/2018-10/7th_FYP_18_02_2016.pdf.

Government of the Republic of India/Government of the People's Republic of Bangladesh. 1996. *Treaty between the Government of the Republic of India and the Government of the People's Republic of Bangladesh on Sharing of the Ganga/Ganges Waters at Farakka*.

Grafton, R. Q. and Wheeler, S. A. 2018. Economics of water recovery in the Murray-Darling Basin, Australia. *Annual Review of Resource Economics*, Vol. 10, No. 1, pp. 487–510. doi.org/10.1146/annurev-resource-100517-023039.

Grangier, C., Qadir, M. and Singh, M. 2012. Health implications for children in wastewater-irrigated peri-urban Aleppo, Syria. *Water Quality, Exposure and Health*, Vol. 4, pp. 187–195. doi.org/10.1007/s12403-012-0078-7.

Grant, G. E. and Lewis, S. L. 2015. The remains of the dam: What have we learned from 15 years of US dam removals? G. Lollino, M. Arattano and M. Rinaldi (eds.), *Engineering Geology for Society and Territory: River Basins, Reservoir Sedimentation and Water Resources*. Switzerland, Springer International Publishing.

Green Bank Network. 2018. *Green Banks around the Globe: 2018 Year in Review*. Green Bank Network. greenbanknetwork.org/portfolio/2018-year-in-review/.

Green Climate Fund. 2018. *Project FP016*. Green Climate Fund website. www.greenclimate.fund/projects/fp016.

_____. n.d. Green Climate Fund website. www.greenclimate.fund.

Green, T., Taniguchi, M., Kooi, H., Gurdak, J. J., Hiscock, K., Allen, D., Treidel, H. and Aurelia, A. 2011. Beneath the surface of global change: Impacts of climate change on groundwater. *Journal of Hydrology*, Vol. 405, pp. 532–560. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.05.002.

GRIPP (Groundwater Solutions Initiative for Policy and Practice). n.d. *Groundwater-Based Natural Infrastructure (GBNI)*. GRIPP website. gripp.iwmi.org/natural-infrastructure/.

Griscom, B. W., Adams, J., Ellis, P. W., Houghton, R. A., Lomax, G., Miteva, D. A., Schlesinger, W. H., Shoch, D., Siikamäki, J. V., Smith, P., Woodbury, P., Zganjar, C., Blackman, A., Campari, J., Conant, R. T., Delgado, C., Elias, P., Gopalakrishna, T., Hamsik, M. R., Herrero, M., Kiesecker, J., Landis, E., Laestadius, L., Leavitt, S. M., Minnemeyer, S., Polasky, S., Potapov, P., Putz, F. E., Sanderman, J., Silvius, M., Wollenberg, E. and Fargione, J. 2017. Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 114, No. 44, pp. 11645–11650. doi.org/10.1073/pnas.1710465114.

Guo, J., Ma, F., Qu, Y., Li, A. and Wang, L. 2012. Systematical strategies for wastewater treatment and the generated wastes and greenhouse gases in China. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, Vol. 6, No. 2, pp. 271–279. doi.org/10.1007/s11783-011-0328-0.

GWP (Global Water Partnership). 2018a. *Climate Insurance and Water-Related Disaster Risk Management – Unlikely Partners in Promoting Development?* Perspective Paper. Stockholm, GWP. www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/perspective-papers/11_climate_insurance_perspectives_paper.pdf.

_____. 2018b. *Preparing to Adapt: The Untold Story of Water in Climate Change Adaptation Processes*. Stockholm, GWP. www.gwp.org/globalassets/global/events/cop24/gwp-ndc-report.pdf.

_____. 2019a. *Sharing Water: The Role of Robust Water-Sharing Arrangements in Integrated Water Resources Management*. Perspective paper. Stockholm, GWP. www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/perspective-papers/gwp-sharing-water.pdf.

_____. 2019b. *Addressing Water in National Adaptation Plans: Water Supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines*. Second edition. Stockholm, GWP. www.gwp.org/globalassets/global/gwp_nap_water_supplement.pdf.

GWP-Caribbean/CCCCC (Global Water Partnership-Caribbean/Caribbean Community Climate Change Centre). 2014. *Achieving Development Resilient to Climate Change: A Sourcebook for the Caribbean Water Sector*. Information Brief No. 4. GWP-Caribbean, Trinidad and Tobago. cdkn.org/wp-content/uploads/2017/01/Information-Brief-4-WV.pdf.

Haasnoot, M., Schellekens, J., Beersma, J., Middelkoop, H. and Kwadijk, J. C. J. 2015. Transient scenarios for robust climate change adaptation illustrated for water management in the Netherlands. *Environmental Research Letters*, Vol. 10, No. 10. pp. 1–17. doi.org/10.1088/1748-9326/10/10/105008.

Hadjerioua, B., Wei, Y. and Kao, S.-C. 2012. *An Assessment of Energy Potential at Non-Powered Dams in the United States*. Wind and Water Power Program, US Department of Energy. www1.eere.energy.gov/water/pdfs/npd_report.pdf.

Hall, J. W., Grey, D., Garrick, D., Fung, F., Brown, C., Dadson, S. J. and Sadoff, C. W. 2014. Coping with the curse of freshwater variability: Institutions, infrastructure, and information for adaptation. *Science,* Vol. 346, No. 6208, pp. 429–430. doi.org/10.1126/science.1257890.

Hallegatte, S., Bangalore, M., Bonzanigo, L., Fay, M., Kane, T., Narloch, U., Rozenberg, J., Treguer, D. and Vogt-Schilb, A. 2016. *Shock Waves: Managing the Impacts of Climate Change on Poverty*. Washington, DC, World Bank. openknowledge.worldbank.org/handle/10986/22787.

Hamill, A. and Price-Kelly, H. 2017. *Expert Perspective for the NDC Partnership: Using NDCs, NAPs and the SDGs to Advance Climate-Resilient Development*. NDC Partnership. ndcpartnership.org/sites/default/files/NDCP_Expert_Perspectives_NDC_NAP-SDG_full.pdf.

Hanak, E., Lund, J., Dinar, A., Gray, B., Howitt, R., Mount, J., Moyer, P. and Thompson, B. 2011. *Managing California's Water, From Conflict to Reconciliation*. San Francisco, Calif., USA, Public Policy Institute of California.

Hanaki K. and Portugal-Pereira, J. 2018. The effect of biofuel production on greenhouse gas emission reductions. K. Takeuchi, H. Shiroyama, O. Saito and M. Matsuura (eds.), *Biofuels and Sustainability: Science for Sustainable Societies*. Tokyo, Springer.

Haque, M., Rahman, A., Goonetilleke, A., Hagare, D. and Kibria, G. 2015. Impact of climate change on urban water demand in future decades: An Australian case study. *Advances in Environmental Research*, Vol. 43, pp. 57–70.

Hattermann, F. F, Vetter, T., Breuer, L., Su, B., Daggupati, P., Donnelly, C., Fekete, B., Flörke, F., Gosling, S. N., Hoffmann, P., Liersch, L., Masaki, Y., Motovilov, Y., Müller, C., Samaniego, L., Stacke, T., Wada, Y., Yang, T. and Krysnaova, V. 2018. Sources of uncertainty in hydrological climate impact assessment: A cross-scale study. *Environmental Research Letters*, Vol. 13, No. 1, 015006. doi.org/10.1088/1748-9326/aa9938.

Havens, K. E. and Paerl, H. W. 2015. Climate change at a crossroad for control of harmful algal blooms. *Environmental Science and Technology*, Vol. 49, No. 21, pp. 12605–12606. doi.org/10.1021/acs.est.5b03990.

Haynes, K. and Tanner, T. M. 2015. Empowering young people and strengthening resilience: Youth-centred participatory video as a tool for climate change adaptation and disaster risk reduction. *Children's Geographies*, Vol. 13, No. 3, pp. 357–371. doi.org/10.1080/14733285.2013.848599.

Hedger, M. 2018a. *Water, National Determined Contributions (NDCs) and Paris Agreement Implementation*. Report prepared for the Global Water Partnership (GWP). Unpublished.

_____. 2018b. *Climate Change and Water: Finance Needs to Flood not Drip*. London, Overseas Development Institute (ODI). www.odi.org/publications/11220-climate-change-and-water-finance-needs-flood-not-drip.

Hedger, M. and Nakhooda, S. 2015. *Finance and Intended Nationally Determined Contributions (INDCs): Enabling Implementation*. Working Paper No. 425. London, Overseas Development Institute (ODI). www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/10001.pdf.

Hejazian, M., Gurdak, J. J., Swarzenski, P., Odigie, K. and Storlazzi, C. 2017. Effects of land-use change and managed aquifer recharge on hydrogeochemistry of two contracting atoll island aquifers, Roi-Namur, Republic of the Marshall Islands. *Applied Geochemistry,* Vol.80, pp. 58–71. dx.doi.org/10.1016/j.apgeochem.2017.03.006.

Hermann, A., Koferl, P. and Mairhofer, J. P. 2016. *Climate Risk Insurance: New Approaches and Schemes*. Working Paper. Munich, Germany, Allianz. www.allianz.com/content/dam/onemarketing/azcom/Allianz_com/migration/media/economic_research/publications/working_papers/en/ClimateRisk.pdf.

Hettiarachchi, H. and Ardakanian, R. 2016. *Safe Use of Wastewater in Agriculture: Good Practice Examples*. Dresden, Germany, United Nations University Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources (UNU-FLORES). collections.unu.edu/view/UNU:5764.

Hiç, C., Pradhan, P., Rybski, D. and Kropp, J. P. 2016. Food surplus and its climate burdens. *Environmental Science and Technology*, Vol. 50, No. 8, pp. 4269–4277. doi.org/10.1021/acs.est.5b05088.

Hirabayashi, Y., Mahendran, R., Koirala, S., Konoshima, L., Yamazaki, D., Watanabe, S., Kim, H. and Kanae, S. 2013. Global flood risk under climate change. *Nature Climate Change*, Vol. 3, No. 9, pp. 816–821. doi.org/10.1038/nclimate1911.

HLPE (High Level Panel of Experts). 2015. *Water for Food Security and Nutrition: A Report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security*, Rome, HLPE. www.fao.org/3/a-av045e.pdf.

HLPF (The High-Level Political Forum). 2018. *President's Summary of the 2018 High-Level Political Forum on Sustainable Development. United Nations Sustainable Development Goals Knowledge Platform*. sustainabledevelopment.un.org/content/documents/205432018_HLPF_Presidents_summary_FINAL.pdf.

_____. 2019. *Political Declaration of the High-Level Political Forum on Sustainable Development convened under the Auspices of the General Assembly*. A/HLPF/2019/L.1. United Nations General Assembly (UNGA). undocs.org/en/A/HLPF/2019/L.1.

HLPW (The High-Level Panel on Water) 2018a. *Making Every Drop Count: An Agenda for Water Action*. reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/17825HLPW_Outcome.pdf.

_____. 2018b. *Value Water*. sustainabledevelopment.un.org/content/documents/hlpwater/07-ValueWater.pdf.

Ho, M., Lal, U., Allaire, M., Devineni, M., Kwon, H. H., Pal, I., Raff, D. and Wegner, D. 2017. The future role of dams in the United States of America. *Water Resources Research*, Vol. 53, No. 2, pp. 982–988. doi.org/10.1002/2016WR019905.

Hofer, T. and Messerli, B. 2006. *Floods in Bangladesh: History, Dynamics and Rethinking the Role of the Himalayas*. Tokyo, UNU Press/FAO.

Hofstra, N., Vermeulen, L. C., Derx, J., Flörke, M., Mateo-Sagasta, J., Rose, J. and Medema G. 2019. Priorities for developing a modelling and scenario analysis framework for waterborne pathogen concentrations in rivers worldwide and consequent burden of disease. C*urrent Opinion in Environmental Sustainability*, Vol. 36, pp. 28–38. doi.org/10.1016/j.cosust.2018.10.002.

Hogeboom, R. J., Knook, L. and Hoekstra, A. Y. 2018. The blue water footprint of the world's artificial reservoirs for hydroelectricity, irrigation, residential and industrial water supply, flood protection, fishing and recreation. *Advances in Water Resources*, Vol. 113, pp. 285–294. doi.org/10.1016/j.advwatres.2018.01.028.

Holling, C. S. (ed.). 1978. *Adaptive Environmental Assessment and Management*. International Series on Applied Systems Analysis. Chichester, UK, John Wiley & Sons. International Institute for Applied Systems Analysis.

Honer T. 2019. *Windhoek – 50 Years Direct Potable Water Reuse History, Current Situation and Future*. Paper presented at the Water Reclamation and Reuse Symposium. Water Institute of Southern Africa, Johannesburg, South Africa. documents.windhoekcc.org.na/Content/Documents/CoW50yrDPR/Day%201%20-%20PDF/1.%20DPR%2050%20Year%20History%20-%20PvR.pdf.

Hoogeveen, J., Faurès, J. M., Peiser, L., Burke, J. and Van de Giesen, N. 2015. GlobWat – A global water balance model to assess water use in irrigated agriculture. *Hydrology and Earth System Sciences,* Vol. 19, No. 9, pp. 3829–3844. doi.org/10.5194/hess-19-3829-2015.

HRC (Human Rights Council). 2011. *Guiding Principles on Business and Human Rights: Implementing the United Nations "Protect, Respect and Remedy" Framework*. Report of the Special Representative of the Secretary General on the issue of human rights and transnational corporations and other business enterprises, John Ruggie. Seventeenth session, 21 March 2011, A/HRC/17/31. www.ohchr.org/Documents/Issues/Business/A-HRC-17-31_AEV.pdf.

_____. 2018. *Resolution adopted by the Human Rights Council on 5 July 2018. Human Rights and Climate Change*. Thirty-eighth session. A/HRC/RES/38/4. United Nations.

Huang, J., Li, Y., Fu, C., Chen, F., Fu, Q., Dai, A., Shinoda, M., Ma, Z., Guo, W., Li, Z., Zhang, L., Liu, Y., Yu, H., He, Y., Xie, Y., Guan, X., Ji, M., Lin, L., Wang, S., Yan, H. and Wang, G. 2017. Dryland climate change: Recent progress and challenges. *Reviews of Geophysics*, Vol. 55, No. 3, pp. 719–778. doi.org/10.1002/2016RG000550.

Huggel, C., Wallimann-Helmer, I., Stone, D. and Cramer, W. 2016. Reconciling justice and attribution research to advance climate policy. *Nature Climate Change*, Vol. 6, No. 10, pp. 901–908. doi.org/10.1038/nclimate3104.

Hülsmann, S., Harby A., Taylor, R. 2015. *The Need for Water as Energy Storage for Better Integration of Renewables*. Policy Brief No. 01/2015. Dresden, Germany, United Nations University Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources (UNU-FLORES). collections.unu.edu/view/UNU:3143.

Humpenöder, F., Popp, A., Bodirsky, B. L., Weindl, I., Biewald, A., Lotze-Campen, H., Dietrich, J. P., Klein, D., Kreidenweis, U., Müller C., Rolinski, S. and Stevanovic, M. 2018. Large-scale bioenergy production: How to resolve sustainability trade-offs? *Environmental Research Letters*, Vol. 13, No. 2, 024011. doi.org/10.1088/1748-9326/aa9e3b.

Huss, M., Bookhagen, B., Huggel, C., Jacobsen, D., Bradley, R. S., Clague, J. J., Vuille, M., Buytaert, W., Cayan, D. R., Greenwood, G., Marck, B. G., Milner, A. M., Weingartner, R. and Winder, M. 2017. Toward mountains without permanent snow and ice. *Earth's Future*, Vol. 5, pp. 418–435. doi.org/10.1002/2016EF000514.

Hutton, G. and Varughese, M. 2016. *The Costs of Meeting the 2030 Sustainable Development Goal Targets on Drinking Water, Sanitation, and Hygiene*. Washington, DC, International Bank for Reconstruction and Development/Water and Sanitation Program (WSP). www.worldbank.org/en/topic/water/publication/the-costs-of-meeting-the-2030-sustainable-development-goal-targets-on-drinking-water-sanitation-and-hygiene.

IAH (International Association of Hydrogeologists). 2019. *Climate-Change Adaptation & Groundwater*. IAH Strategic Overview Series. iah.org/wp-content/uploads/2019/07/IAH_Climate-ChangeAdaptationGdwtr.pdf.

ICMM (International Council on Mining & Metals). 2013. *Adapting to a Changing Climate: Implications for the Mining and Metals Industry*. London, ICMM. www.icmm.com/en-gb/publications/climate-change/adapting-to-a-changing-climate-implications-for-the-mining-and-metals-industry.

ICPDR (International Commission for the Protection of the Danube River). 2019. *Climate Change Adaptation Strategy*. Vienna, ICPDR. www.icpdr.org/main/activities-projects/climate-change-adaptation.

IDFC (International Development Finance Club). 2018. *IDFC Green Finance Mapping Report 2018*. IDFC. www.idfc.org/wp-content/uploads/2018/12/idfc-green-finance-mapping-2017.pdf.

IDMC (Internal Displacement Monitoring Centre). 2018. *Global Report on Internal Displacement (GRID) 2018*. Geneva, IDMC. www.internal-displacement.org/global-report/grid2018/.

IEA (International Energy Agency). 2012. World Energy Outlook 2012. Paris, OECD/IEA. doi.org/10.1787/weo-2012-en.

_____. 2015. *Energy and Climate Change: World Energy Outlook Special Report*. Paris, OECD/IEA.

_____. 2016. *World Energy Outlook 2016*. Paris, OECD/IEA. www.oecd-ilibrary.org/energy/world-energy-outlook-2016_weo-2016-en.

_____. 2017a. *Tracking Clean Energy Progress 2017*. Paris, OECD/IEA.

_____. 2017b. *CO2 Emissions from Fuel Combustion 2017*. Paris, OECD Publishing. doi.org/10.1787/co2_fuel-2017-en.

_____. 2018. *World Energy Outlook 2018.* Paris, IEA. www.iea.org/weo/water/.

IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis). n.d. *Water Futures and Solutions*. IIASA website. www.iiasa.ac.at/web/home/research/wfas/water-futures.html.

Ikeuchi, K. 2012. *Flood Management in Japan*. River Planning Division, Water and Disaster Management Bureau, Ministry of Land, Infrastructure and Tourism of Japan (MLIT). www.mlit.go.jp/river/basic_info/english/pdf/conf_01-0.pdf.

ILO (International Labour Organization). 2016. *WASH@Work: A Self-Training Handbook.* Geneva, ILO. www.ilo.org/global/docs/WCMS_535058/lang--en/index.htm.

_____. 2017. *Indigenous Peoples and Climate Change: From Victims to Change Agents through Decent Work*. Geneva, ILO. www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---gender/documents/publication/wcms_551189.pdf.

_____. 2019. *Job Creation for Syrian Refugees and Jordanian Host Communities through Green Works in Agriculture and Forestry*. Employment Intensive Investment Programme (EIIP). Geneva, ILO. www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/documents/publication/wcms_661972.pdf.

IMF (International Monetary Fund). 2019. *Grenada Climate Change Policy Assessment*. IMF Country Report No 19/193. Washington, DC, IMF. www.imf.org/en/Publications/CR/Issues/2019/07/01/Grenada-Climate-Change-Policy-Assessment-47062.

Immerzeel, W. W., Van Beek, L. P. H. and Bierkens, M. F. P. 2010. Climate change will affect the Asian water towers. *Science*, Vol. 328, No. 5984, pp. 1382–1385. doi.org/10.1126/science.1183188.

Immerzeel, W. W., Lutz, A. F., Andrade, M., Bahl, A., Biemans, H., Bolch, T., Hyde, S., Brumby, S., Davies, B. J., Elmore, A. C., Emmer, A., Feng, M., Fernández, A., Haritashya, U., Kargel, J. S., Koppes, M., Kraaijenbrink, P. D. A., Kulkarni, A. V., Mayewski, P., Nepal, S., Pacheco, P., Painter, T. H., Pellicciotti, F., Rajaram, H., Rupper, S., Sinisalo, A., Shrestha, A. B., Viviroli, D., Wada, Y., Xiao, X., Yao, T. and Baillie, J. E. M. 2019. Importance and vulnerability of the world's water towers. Nature, Vol. 577, pp. 364–369. doi:10.1038/s41586-019-1822-y.

Independent Group of Scientists appointed by the Secretary-General. 2019. *The Future is Now – Science for Achieving Sustainable Development: Global Sustainable Development Report 2019*. New York, United Nations. sustainabledevelopment.un.org/content/documents/24797GSDR_report_2019.pdf.

IPBES (The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). 2018. *Assessment Report on Land Degradation and Restoration*. Summary for Policy Makers. Bonn, Germany, IPBES Secretariat. www.ipbes.net/assessment-reports/ldr.

_____. 2019. *Report of the Plenary of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on the Work of its Seventh Session*. Addendum: 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.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2012. *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York, Cambridge University Press. www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation/.

_____. 2014a. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge/New York, United Kingdom/USA, Cambridge University Press. www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf.

_____. 2014b. *Annex II: Glossary* [K. J. Mach, S. Planton and C. von Stechow (eds.)]. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, IPCC. pp. 117–130. www.ipcc.ch/report/ar5/syr/.

_____. 2014c. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, IPCC. www.ipcc.ch/report/ar5/syr/.

_____. 2014d. *Summary for Policymakers. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge/New York, UK/USA: Cambridge University Press. www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5_wgII_spm_en.pdf.

_____. 2018a. *Summary for Policymakers. Global Warming of 1.5°C*. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Geneva, IPCC. www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/.

_____. 2018b. *Global Warming of 1.5°C*. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. IPCC. www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/07/SR15_Full_Report_Low_Res.pdf.

_____. 2019a. *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Geneva, IPCC. www.ipcc.ch/srocc/.

_____. 2019b. *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. IPCC. www.ipcc.ch/srccl-report-download-page/.

_____. 2019c. *Summary for Policymakers. Climate Change and Land*. IPCC Special Report. www.ipcc.ch/report/srccl/.

IRENA (International Renewable Energy Agency). 2015. *Renewable Energy in the Water, Energy and Food Nexus*. Abu Dhabi, IRENA. www.irena.org/documentdownloads/publications/irena_water_energy_food_nexus_2015.pdf.

Islamic Republic of Mauritania. 2004. *National Adaptation Programme of Action (NAPA-RIM) to Climate Change*. Nouakchott, Ministry of Rural Development and of Environment, Islamic Republic of Mauritania. www4.unfccc.int/sites/NAPC/Country%20Documents/Parties/mau01e.pdf.

ISO (International Organization for Standardization). 2019. *ISO/DIS 14007: Environmental Management: Guidelines for Determining Environmental Costs and Benefits*. www.iso.org/standard/70139.html.

IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). 2017. *Ecosystem-Based Adaptation*. IUCN Issues Brief. Gland, Switzerland, IUCN. www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/ecosystem-based_adaptation_issues_brief_final.pdf.

_____. 2018. *Drylands and Climate Change*. Issues Brief. IUCN website. www.iucn.org/resources/issues-briefs/drylands-and-climate-change.

Iza, A. and Stein, R. (eds). 2009. *RULE – Reforming Water Governance*. Gland, Switzerland, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). portals.iucn.org/library/efiles/documents/2009-002.pdf.

J

Jiménez, A. and Pérez-Foguet, A. 2010. Building the role of local government authorities towards the achievement of the human right to water in rural Tanzania. *Natural Resources Forum,* Vol. 34, No. 2, pp. 93–105. doi.org/10.1111/j.1477-8947.2010.01296.x.

Jollymore, A., Haines, M. J., Satterfield, T. and Johnson, M. S. 2017. Citizen science for water quality monitoring: Data implications of citizen perspectives. *Journal of Environmental Management*, Vol. 200, pp. 456–467. doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.05.083.

Jones, E., Qadir, M., Van Vliet, M. T. N., Smakhtin, V. and Kang, S. 2019. The state of desalination and brine production: A global outlook. *Science of The Total Environment*, Vol. 657, pp. 1343–1356. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.076.

Jouravlev, A. 2018. *Water, Energy and Food Nexus in America Latina and the Caribbean: Impacts*. Presentation for the 2nd Nexus Dialogues Programme Executive Committee Meeting and Partners Meeting, 1–2 March 2018, Brussels. United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean (UNECLAC). www.cepal.org/sites/default/files/news/files/brussels_01_03_2018_aj.pdf.

K

Kabat, P. and Van Schaik, H. (eds.). 2003. *Climate Changes the Water Rules: How Water Managers can Cope with Today's Climate Variability and Tomorrow's Climate Change*. Delft/Wageningen, The Netherlands, Dialogue on Water and Climate.

Kalra, A., Piechota, T. C., Davies, R. and Tootle, G. A. 2008. Changes in U.S. streamflow and Western U.S. snowpack. *Journal of Hydrologic Engineering*, Vol. 13, No. 3, pp. 156–163. dx.doi.org/10.1061/(ASCE)1084-0699(2008)13:3(156).

Kampschreur, M. J., Temmink, H., Kleerebezen, R., Jetten, M. S. M. and Van Loosdrecht, M. C. M. 2009. Nitrous oxide emission during wastewater treatment. *Water Research*, Vol. 43, No. 17, pp. 4093–4103. doi.org/10.1016/j.watres.2009.03.001.

Kang, S., and Eltahir, E. A. B. 2018. North China Plain threatened by deadly heatwaves due to climate change and irrigation. *Nature Communications*, Vol. 9, No. 2894. doi.org/10.1038/s41467-018-05252-y.

Keddy, P. A. 2010. *Wetland Ecology: Principles and Conservation*. Second Edition. New York, Cambridge University Press.

Kelles-Viitanen, A. 2018. *Custodians of Culture and Biodiversity: Indigenous Peoples take Charge of their Challenges and Opportunities*. International Fund for Agricultural Development (IFAD) Innovation Mainstreaming Initiative/Government of Finland. www.ifad.org/documents/38714170/40861543/custodians_biodiversity.pdf/002993bc-6139-44cf-86a6-07acce712a0d.

Keys, P. W. and Falkenmark, M. 2018. Green water and African sustainability. *Food Security,* Vol. 10, No. 3, pp. 537–548. doi.org/10.1007/s12571-018-0790-7.

Kibret, S., Lautze, J., McCartney, M., Glenn Wilson, G. and Nhamo, L. 2015. Malaria impact of large dams in sub-Saharan Africa: Maps, estimates and predictions. *Malaria Journal,* Vol. 14, No. 339. doi.org/10.1186/s12936-015-0873-2.

Kibret, S., Lautze, J., McCartney, M., Nhamo, L. and Wilson, G. G. 2016. Malaria and large dams in sub-Saharan Africa: Future impacts in a changing climate. *Malaria Journal,* Vol. 15, No. 448. doi.org/10.1186/s12936-016-1498-9.

Kim, J., Kirschke, S. and Avellán, T. 2018. *Well-Designed Citizen Science Projects can Help Monitor SDG 6*. SDG Knowledge Hub, International Institute for Sustainable development (IISD). sdg.iisd.org/commentary/guest-articles/well-designed-citizen-science-projects-can-help-monitor-sdg-6/.

Kirschke, S. and Newig, J. 2017. Addressing complexity in environmental management and governance. *Sustainability*, Vol. 9, No. 6, Art. 983. doi.org/10.3390/su9060983.

Kjellén, M. 2006. *From Public Pipes to Private Hands: Water Access and Distribution in Dar es Salaam, Tanzania*. PhD Thesis. Stockholm, Department of Human Geography. Stockholm University.

_____. 2019. *Climate Change Reveals Underlying Threats to Urban Water*. UNDP website. www.undp.org/content/undp/en/home/blog/2019/climate-change-reveals-underlying-threats-to-urban-water.html.

Klapper, H. 2003. Technologies for lake restoration. *Journal of Limnology*, Vol. 62, No 1s, pp. 73–90. doi.org/10.4081/jlimnol.2003.s1.73.

Klemm, O., Schemenauer, R.S., Lummerich, A., Cereceda, P., Marzol, V., Corell, D., Van Heerden, J., Reinhard, D., Gherezghiher, T., Olivier, J., Osses, P., Sarsour, J., Frost, E., Estrela, M. J., Valiente, J. A. and Fessehaye, G.M. 2012. Fog as a fresh-water resource: Overview and perspectives. *Ambio*, Vol. 41, pp. 221–234. doi.org/10.1007/s13280-012-0247-8.

Koch, I. C., Vogel, C. and Patel, Z. 2006. Institutional dynamics and climate change adaptation in South Africa. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, Vol. 12, No. 8, pp. 1323–1339. Doi.org/10.1007/s11027-006-9054-5

Koech, R. and Langat, P. 2018. Improving irrigation water use efficiency: A review of advances, challenges and opportunities in the Australian context. *Water*, Vol. 10, No. 12, Art. 1771. doi.org/10.3390/w10121771.

Kölbel, J., Strong, C., Noe, C. and Reig, P. 2018. *Mapping Public Water Management by Harmonizing and Sharing Corporate Water Risk Information*. Technical Note. World Research Institute (WRI). www.wri.org/publication/mapping-public-water.

Konecny, K., Ballhorn, U., Navratil, P., Jubanski, J., Page, S. E., Tansey, K., Hooijer, A., Vernimmen, R. and Siegert, F. 2016. Variable carbon losses from recurrent fires in drained tropical peatlands. *Global Change Biology,* Vol. 22, No. 4, pp. 1469–1480. doi.org/10.1111/gcb.13186.

Koohafkan, P., Salman, M. and Casarotto, C. 2011. *Investments in Land and Water*. State of Land and Water Resources (SOLAW) Background Thematic Report No. 17. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org/fileadmin/templates/solaw/files/thematic_reports/TR_17_web.pdf.

Kressig, A., Byers, L., Friedrich, J., Luo, T. and McCormick, C. 2018. *Water Stress Threatens Nearly Half the World's Thermal Power Plant Capacity*. WRI website. www.wri.org/blog/2018/04/water-stress-threatens-nearly-half-world-s-thermal-power-plant-capacity.

Kundzewicz, Z. W. and Schellnhuber, H. J. 2004. Floods in the IPCC TAR Perspective. *Natural Hazards*, Vol. 31, No. 1, pp. 111–128. doi.org/10.1023/B:NHAZ.0000020257.09228.7b.

Lahnsteiner, J. and Lempert, G. 2007. Water Management in Windhoek, Namibia. *Water Science & Technology*, Vol. 55, No. 1-2, pp. 441–448. doi.org/10.2166/wst.2007.022.

Laugier, M. C., Means III, E. G., Daw, J. A. and Hurley, M. 2010. Climate change and adaptation in southern California. C. Howe, J. B. Smith and J. Henderson (eds.), *Climate Change and Water: International Perspectives on Mitigation and Adaptation*. American Water Works Association (AWWA)/IWA Publishing.

Law, Y., Ye, L., Pan Y. and Yuan, Z. 2012. Nitrous oxide emissions from wastewater treatment processes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, Vol. 367, No. 1593, pp. 1265–1277 doi.org/10.1098/rstb.2011.0317.

Law, I., Menge, J. and Cunliffe, D. 2015. Validation of the Goreangab reclamation plant in Windhoek, Namibia against the 2008 Australian Guidelines for water recycling. *Journal of Water Reuse and Desalination*, Vol. 5, No. 1, pp. 64–71 doi.org/10.2166/wrd.2014.138.

Leach, B. 2019. *School Strike for Climate #FridaysForFuture*. Climate Museum UK website. climatemuseumuk.org/2019/07/10/school-strike-for-climate-fridaysforfuture/.

Lebel, L., Manuta, J. B. and Garden, P. 2011. Institutional traps and vulnerability to changes in climate and flood regimes in Thailand. *Regional Environmental Change*, Vol. 11, No. 1, pp. 45–58. doi.org/10.1007/s10113-010-0118-4.

Leonard, G. S., Johnston, D. M., Paton, D., Christianson, A., Becker, J. and Keys, H. 2007. Developing effective warning systems: Ongoing research at Ruapehu volcano, New Zealand. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Vol. 172, No. 3–4, pp. 199–215. doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2007.12.008.

Li, W. W., Yu, H. Q. and Rittmann, B. E. 2015. Reuse water pollutants. *Nature News*, Vol. 528, No. 7580, p. 29–31. doi.org/10.1038/528029a.

Li, Y., Kinzelbach, W., Hou, J., Wang, H., Yu, L., Wang, L., Chen, F., Yang, Y., Li, N., Li, Y., He, P., Jäger, D., Henze, J., Li, H., Li, W. and Hagmann, A. 2018. *Strategic Rehabilitation of Overexploited Aquifers through the Application of Smart Water Management: Handan Pilot Project in China*. Deajeon, Republic of Korea, K-water. www.iwra.org/wp-content/uploads/2018/11/5-SWM-China-final.pdf.

Lin, P., He, Z., Gong, Z. and Wu, J., 2018. Coastal Reservoirs in China. *Hydrolink*, No. 2018-1, pp. 6–9.

Liu, J., Xiang, C., Shao, W. and Luan, Y. 2016. Sponge city construction in Xiamen, China. *Hydrolink*, No. 2016-4. doi.org/10.3390/w9090594.

Lopez-Gunn, E., Zorrilla, P., Prieto, F. and Llamas, M. R. 2012. Lost in translation? Water efficiency in Spanish agriculture. *Agricultural Water Management*, Vol. 108, pp. 83–95. doi.org/10.1016/j.agwat.2012.01.005.

Lovgren, S. 2019. *Mekong River at its Lowest in 100 Years, Threatening Food Supply*. National Geographic website. www.nationalgeographic.com/environment/2019/07/mekong-river-lowest-levels-100-years-food-shortages/.

Lyons, S. 2015. The Jakarta floods of Early 2014: Rising risks in one of the world's fastest sinking cities. IMO (International Organization for Migration), *The State of Environmental Migration 2015 – A Review of 2014*. IOM. publications.iom.int/fr/books/state-environmental-migration-2015-review-2014.

Maktabifard, M., Zaborowska, E. and Makinia, J. 2018. Achieving energy neutrality in wastewater treatment plants through energy savings and enhancing renewable energy production. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, Vol. 17, pp. 655–689. doi.org/10.1007/s11157-018-9478-x.

Manfreda, S., McCabe, M. F., Miller, P. E., Lucas, R., Madrigal, V. P., Mallinis, G., Dor, E. B., Helman, D., Estes, L., Ciraolo, G., Müllerová, J., Tauro, F., De Lima, M. I., De Lima, J. L. M. P., Maltese, P., Francs, F., Cayon, K., Kohv, M., Perks, M., Ruiz-Pérez, G., Su, Z., Vico, G. and Toth, B. 2018. On the use of unmanned aerial systems for environmental monitoring. *Remote Sensing*, Vol. 10, No. 4, Art. 641. doi.org/10.3390/rs10040641.

March, H., Morote, Á. F., Rico, A.-M. and Saurí, D. 2017. Household smart water metering in Spain: Insights from the experience of remote meter reading in Alicante. *Sustainability*, Vol. 9, No. 4. doi.org/10.3390/su9040582.

Marence, M., Tesgera, S. L. and Franca, M. J. 2018. Towards the circularization of the energy cycle by implementation of hydroelectricity production in existing hydraulic systems. S. Barchiesi, C. Carmona-Moreno, C. Dondeynaz and M. Biedler (eds.), *Proceedings of the Workshop on Water-Energy-Food-Ecosystems (WEFE) Nexus and Sustainable Development Goals (SDGs)*. JRC Conference and Workshops Reports. Brussels, European Commission (EC), pp. 25–31.

Matthews, J. H., Timboe, I., Amani, A., Bhaduri, A., Dalton, J., Dominique, K., Fletcher, M., Gaillard-Picher, D., Holmgren, T., Leflaive, X., McClune, K., Mishra, A., Koeppel, S., Kerres, M., Krahl, D., Kranefeld, R., Panella, T., Rodriguez, D., Singh, A., Tol, S., White, M., Van de Guchte, C., Van Weert, F., Vlaanderen, N. and Yokota, T. 2018. *Mastering Disaster in a Changing Climate: Reducing disaster through resilient water management*. Global Water Forum website. globalwaterforum.org/2018/12/02/mastering-disaster-in-a-changing-climate-reducing-disaster-risk-through-resilient-water-management/.

McDonald, R. and Shemie, D. 2014. *Urban Water Blueprint: Mapping Conservation Solutions to the Global Water Challenge*. The Nature Conservancy/C40 Cities Climate Leadership Group/International Water Association. www.iwa-network.org/wp-content/uploads/2016/06/Urban-Water-Blueprint-Report.pdf.

McGill, B. M., Altchenko, Y., Hamilton, S. K., Kenabatho, P. K., Sylvester, S. R. and Villholth, K. G. 2019. Complex interactions between climate change, sanitation, and groundwater quality: A case study from Ramotswa, Botswana. *Hydrogeology Journal,* Vol. 27, No. 3, pp. 997–1015. doi.org/10.1007/s10040-018-1901-4.

McGranahan, G., Lewin, S., Fransen, T., Hunt, C., Kjellén, M., Pretty, J., Stephens, C. and Virgin, I. 1999. *Environmental Change and Human Health in Countries of Africa, the Caribbean and the Pacific*. Stockholm, Stockholm Environment Institute (SEI). mediamanager.sei.org/documents/Publications/Risk-livelihoods/environmental_change_human_health_africa.pdf.

McGranahan, G., Balk, D. and Anderson, B. 2007. The rising tide: Assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment and Urbanization*, Vol. 19, No. 1. doi.org/10.1177/0956247807076960.

McGray, H., Hammill, A. and Bradley, R. 2007. *Weathering the Storm: Options for Framing Adaptation and Development*. Washington, DC, World Resources Institute. pdf.wri.org/weathering_the_storm.pdf.

McKinsey & Company. 2018. *Decarbonization of Industrial Sectors: The Next Frontier*. McKinsey & Company. www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/Sustainability/Our%20Insights/How%20industry%20can%20move%20toward%20a%20low%20carbon%20future/Decarbonization-of-industrial-sectors-The-next-frontier.ashx.

McMichael, A. J., Campbell-Lendrum, D., Kovats, S., Edwards, S., Wilkinson, P., Wilson, T., Nicholls, R., Hales, S., Tanser, F., Le Sueur, D., Schlesinger, M. and Andronova, N. 2004. Global climate change. M. Ezzati, A. D. Lopez, A. Rodgers and C J. L. Murray (eds.), *Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors*. Geneva, World Health Organization (WHO), pp. 1543–1650. apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42792/9241580348_eng_Volume1.pdf;jsessionid=50DC4781DE24E85BD82C9F800690877F?sequence=1.

Meera, P., McLain, M. L., Bijlani, K., Jayakrishnan, R. and Rao, B. R. 2016. Serious game on flood risk management. N. R. Shetty, L. M. Patnaik, N. H. Prasad and N. Nalini (eds.) *Emerging Research in Computing, Information, Communication and Applications*. New Delhi, Springer.

Mekonnen, M. M. and Hoekstra, A. Y. 2012. A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, Vol. 15, No. 3, pp. 401–415. doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8.

_____. 2016. Four billion people facing severe water scarcity. *Science Advances*, Vol. 2, No. 2. doi.org/10.1126/sciadv.1500323.

Mendoza, G., Jeuken, A., Matthews, J. H., Stakhiv, E., Kucharski, J. and Gilroy, K. 2018. *Climate Risk Informed Decision Analysis (CRIDA): Collaborative Water Resources Planning for an Uncertain Future*. Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265895.

Metzger, E., Owens, B., Reig, P., Wen, W. H. and Young, R. 2016. *Water-Energy Nexus: Business Risks and Rewards*. Washington, DC, World Resources Institute. www.wri.org/publication/water-energy-nexus.

Mgbemene, C. A., Nnaji, C. C. and Nwozor, C. 2016. Industrialization and its backlash: Focus on climate change and its consequences. *Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 9, No. 4, pp. 301–316. doi.org/10.3923/jest.2016.301.316.

Miletto, M., Caretta, M. A., Burchi, F. M. and Zanlucchi, G. 2017. *Migration and its Interdependencies with Water Scarcity, Gender and Youth Employment*. World Water Assessment Programme. Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). unesdoc.unesco.org/images/0025/002589/258968E.pdf.

Miletto, M., Pangare, V. and Thuy, L. 2019. Tool 1 – Gender-Responsive Indicators for Water Assessment, Monitoring and Reporting. World Water Assessment Programme Toolkit on Sex-Disaggregated Water Data. Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367971.

Miller, D. and Hutchins, M. 2017. The impacts of urbanisation and climate change on urban flooding and urban water quality: A review of the evidence concerning the United Kingdom. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, Vol. 12, pp. 345–362. doi.org/10.1016/j.ejrh.2017.06.006.

Milly, P. C. D., Dunne, K. A. and Vecchia, A. V. 2005. Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature*, Vol. 438, No. 7066, pp. 347–350. doi.org/10.1038/nature04312.

Milly, P. C. D., Betancourt, J., Falkenmark, M., Hirsch, R. M., Kundzewicz, Z. W., Lettenmaier, D. P. and Stouffer, R. J. 2008. Stationarity is dead: Whither water management? *Science*, Vol. 319, No. 5863, pp. 573–574. doi.org/10.1126/science.1151915.

Min, S. K., Zhang, X., Zwiers, F. W. and Hegerl, G. C. 2011. Human contribution to more-intense precipitation extremes. *Nature*, Vol. 470, No. 7334, pp. 378–381. doi.org/10.1038/nature09763.

Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine. 2013. *National Communication (NC): NC 6*. unfccc.int/documents/198421.

Ministry of Economy and Finance of Mauritania. 2017. *SCAPP 2016-2030 : Stratégie de Croissance Accélérée et de Prospérité Partagée, Volume 2 : Orientations Stratégiques & Plan d'actions 2016-2020* [SCAPP 2016-2030: Strategy for Accelerated Growth and Shared Prosperity, Volume 2: Strategic Orientations and Action Plans 2016-2020]. Islamic republic of Mauritania. www.economie.gov.mr/IMG/pdf/scapp_volume_2_-_fr_16-11-2017.pdf. (In French.).

Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan/UNDP (United Nations Development Programme) in Kazakhstan/GEF (Global Environment Facilities). 2017. *Seventh National Communication and Third Biennial Report of the Republic of Kazakhstan to the UN Framework Convention on Climate Change*. Astana, Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan. unfccc.int/sites/default/files/resource/20963851_Kazakhstan-NC7-BR3-1-ENG_Saulet_Report_12-2017_ENG.pdf.

Ministry of Environment and Forests of Bangladesh. 2009. *Bangladesh Climate Change Strategy and Action Plan 2009*. Dhaka, Ministry of Environment and Forests, Government of the People's Republic of Bangladesh.

Ministry of Environment and Physical Planning of the Republic of Macedonia. 2014. *Third National Communication on Climate Change*. Skopje, Ministry of Environment and Physical Planning. unfccc.org.mk/content/Documents/TNP_ANG_FINAL.web.pdf.

Ministry of Environment of Chile. 2014. *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático* [National Plan for Climate Change Adaptation]. Government of Chile. www4.unfccc.int/sites/NAPC/Documents/Parties/Chile%20NAP%20including%20sectoral%20plans%20Spanish.pdf.

Ministry of Local Affairs and Environment of Tunisia/GEF (Global Environment Facilities)/UNDP (United Nations Development Programme). 2019. *Tunisia's Third National Communication as Part of the United Nations Framework Convention on Climate Change*. unfccc.int/sites/default/files/resource/Synth%C3%A8se%20Ang%20Finalis%C3%A9.pdf.

Ministry of the Environment of the Republic of Kenya. 2013. *The National Water Master Plan 2030*. The Republic of Kenya. wasreb.go.ke/national-water-master-plan-2030/.

Moazamnia, M., Hassanzadeh, Y., Nadiri, A. A., Khatibi, R., Sadeghfam, S. 2019. Formulating a strategy to combine artificial intelligence models using Bayesian model averaging to study a distressed aquifer with sparse data availability. *Journal of Hydrology*, Vol. 571, pp. 765-781.
doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.02.011.

Mobjörk, M., Gustafsson, M.-T., Sonnsjö, H., Van Baalen, S., Dellmuth, L. M. and Bremberg, N. 2016. *Climate-Related Security Risks. Towards an Integrated Approach*. Solna/Stockholm, Sweden, Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI)/Stockholm University. www.sipri.org/publications/2016/climate-related-security-risks.

Mohammed, H., Longva, A. and Seidu, R. 2018. Predictive analysis of microbial water quality using machine-learning algorithms. *Journal of Environmental Research, Engineering and Management*, Vol. 74, No. 1, pp. 7–20. doi.org/10.5755/j01.erem.74.1.20083.

Molle, F. and Tanouti, O. 2017. Squaring the circle: Agricultural intensification vs. water conservation in Morocco. *Agricultural Water Management*, Vol. 192, pp. 170–179. doi.org/10.1016/j.agwat.2017.07.009.

Molle, F. and Wester, P. (eds). 2009. *River Basin Trajectories: Societies, Environments and Development*. Wallingford, UK, Centre for Agriculture and Bioscience International. www.iwmi.cgiar.org/Publications/CABI_Publications/CA_CABI_Series/River_Basin_Trajectories/9781845935382.pdf.

Moomaw, W. R., Chmura, G. L., Davies, G. T., Finlayson, C. M., Middleton, B. A., Natali, S. M., Perry, J. E., Roulet, N. and Sutton-Grier, A. E. 2018. Wetlands in a changing climate: Science, policy and management. *Wetlands*, Vol. 38, No. 2, pp. 183–205. doi.org/10.1007/s13157-018-1023-8.

Moran, E. F., Lopez, M. C., Moore, N., Müller, N. and Hyndman, D. W. 2018. Sustainable hydropower in the 21st century. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America*, Vol. 115, No. 47, pp. 11891–11898. doi.org/10.1073/pnas.1809426115.

MRC (Mekong River Commission). 2016. *Integrated Water Resources Management-Based Basin Development Strategy 2016–2020 for the Lower Mekong Basin*. Vientiane, MRC. www.mrcmekong.org/assets/Publications/strategies-workprog/MRC-BDP-strategy-complete-final-02.16.pdf.

_____. 2018. *Mekong Climate Change Adaptation Strategy and Action Plan*. Vientiane, MRC. www.mrcmekong.org/assets/Publications/MASAP-book-28-Aug18.pdf.

Mukherji, A., Chowdhury, D. R., Fishman, R., Lamichane, N., Khadgi, V. and Bajracharya, S. 2017. *Sustainable Financial Solutions for the Adoption of Solar Powered Irrigation Pumps in Nepal's Terai*. International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD) Research Highlight. Kathmandu, ICIMOD. lib.icimod.org/record/32565/files/icimodWLE2.pdf.

MunichRe, NatCatSERVICE. 2019. *NatCatService*. Natural catastrophe statistics online. MunichRE website. www.munichre.com/en/reinsurance/business/non-life/natcatservice/index.html.

Muthuwatta, L., Amarasinghe, U. A., Sood, A. and Surinaidu, L. 2017. Reviving the "Ganges Water Machine": Where and how much? *Hydrology and Earth System Science*, Vol. 21, pp. 2545–2557. doi.org/10.5194/hess-21-2545-2017.

NAS (National Academy of Science). 2016. *Attribution of Extreme Weather Events in the Context of Climate Change*. Washington, DC, The National Academies Press. doi.org/10.17226/21852.

National Council of Urban and Rural Development. 2014. *Plan Nacional de Desarrollo K'atun: Nuestra Guatemala 2032* [K'atun National Development Plan: Our Guatemala 2032]. Guatemala. www.undp.org/content/dam/guatemala/docs/publications/undp_gt_PND_Katun2032.pdf. (In Spanish.)

National Council on Climate Change. 2016. *Plan de acción nacional de cambio climático. En cumplimiento del Decreto 7-2013 del Congreso de la Republica* [National Climate Change Action Plan. In Accomplishment of Decree 7-2013 of the Congress of the Republic]. Guatemala. (In Spanish.)

National Development and Reform Commission of China. 2013. *The National Plan for Addressing Climate Change (2013–2020)*.

NERC (Natural Environment Research Council). 2019. *Citizen Scientists Needed to Unearth Historic Weather Records to Help Predict Future Climate*. NERC website. nerc.ukri.org/press/releases/2019/11-citizen/.

Newborne, P., and Dalton, J. 2016. *Water Management and Stewardship: Taking Stock of Corporate Water Behaviour*. Gland/London, Switzerland/UK, International Union for the Conservation of Nature/Overseas Development Institute (IUCN/ODI). portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-069.pdf.

New Climate Economy. 2018. *Unlocking the Inclusive Growth Story of the 21st Century: Accelerating Climate Action in Urgent Times*. Washington, DC, New Climate Economy. www.newclimateeconomy.report.

Newman, J. P., Maier, H. R., Riddell, G. A., Zecchin, A. C., Daniell, J. E., Schaefer, A. M., Van Delden, H., Khazai, B., O'Flaherty, M. J. and Newland, C. P. 2017. Review of literature on decision support systems for natural hazard risk reduction: Current status and future research directions. *Environmental Modelling & Software*, Vol. 96, pp. 378–409. doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.06.042.

New South Wales Government Department of Planning and Environment. 2017. *State Significant Development Assessment, Springvale Water Treatment Project (SSD 7592)*. New South Wales Department of Planning and Environment. majorprojects.planningportal.nsw.gov.au/prweb/PRRestService/mp/01/getContent?AttachRef=SSD-7592%2120190227T234230.096%20GMT.

Niasse, M. 2017. *Coordinating Land and Water Governance for Food Security and Gender Equality*. Technical Committee (TEC) Background Papers No. 24. Stockholm, Global Water Partnership (GWP). www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/gwp-tec-no-24_web.pdf.

Northrop, E., Biru, H., Lima, S., Bouye, M. and Song, R. 2016. *Examining the Alignment between the Intended Nationally Determined Contributions and Sustainable Development Goals*. Working Paper. Washington, DC, World Resources Institute (WRI). www.wri.org/publication/examining-alignment-between-intended-nationally-determined-contributions-and-sustainable.

NRDC (Natural Resources Defense Council). 2017. *National Development Banks and Green Investment Banks: Mobilizing Finance in Latin America and the Caribbean toward the Implementation of Nationally Determined Contributions*. NRDC. www.nrdc.org/sites/default/files/national-development-banks.pdf.

O

Oates, N., Ross, I., Calow, R., Carter, R. and Doczi, J. 2014. *Adaptation to Climate Change in Water, Sanitation and Hygiene – Assessing Risks, Appraising Options in Africa*. London, Overseas Development Institute (ODI). www.odi.org/publications/8154-adaptation-climate-change-water-sanitation-and-hygiene-assessing-risks-appraising-options-africa.

OCCIAR (Ontario Centre for Climate Impacts and Adaptation Resources). 2015. *Climate Change Impacts & Adaptation in Ontario: Industry*. OCCIAR. www.climateontario.ca/doc/RACII/National_Assessment_Syntheses/SummarySheets/Chapter5-Industry.pdf.

ODI/ECDPM/GDI (Overseas Development Institute/European Centre for Development Policy Management/German Development Institute). 2012. *The 2011/2012 European Report on Development – Confronting Scarcity: Managing Water, Energy and Land for Inclusive and Sustainable Growth*. European Union (EU).

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). 2008. *Gender and Sustainable Development: Maximising the Economic, Social and Environmental Role of Women*. Paris, OECD Publishing. doi.org/10.1787/9789264049901-en.

_____. 2012. *OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction*. Paris, OECD Publishing. www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264122246-en.pdf?expires=1576513787&id=id&accname=ocid177643&checksum=E5D1E6D4DB78962941DAA08F2B58D805.

_____. 2015. *OECD Principles on Water Governance*. Adopted by the OECD Regional Development Policy Committee on 11 May 2015. Welcomed by Ministers at the OECD Ministerial Council Meeting on 4 June 2015. www.oecd.org/cfe/regional-policy/OECD-Principles-on-Water-Governance.pdf.

_____. 2018. *Climate Finance from Developed to Developing Countries: Public Flows in 2013-17*. Paris, OECD Publishing. www.oecd.org/environment/cc/Climate-finance-from-developed-to-developing-countries-Public-flows-in-2013-17.pdf.

OECD/FAO (Organisation for Economic Co-operation and Development/Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2018. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2018–2027*. Paris/Rome, OECD Publishing/FAO. doi.org/10.1787/agr_outlook-2018-en.

_____. 2019. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2019–2028*. Paris, OECD Publishing. doi.org/10.1787/agr_outlook-2019-en.

Ohara, M., Nagumo, N., Shrestha, B. B. and Sawano, H. 2018. Evidence-based contingency planning to enhance local resilience to flood disasters. J. Abbot and A. Hammond (eds.), *Recent Advances in Flood Risk Management*. IntechOpen. www.intechopen.com/books/recent-advances-in-flood-risk-management/evidence-based-contingency-planning-to-enhance-local-resilience-to-flood-disasters.

Okaka, F. O. and Odhiambo, B. D. O. 2018. Relationship between flooding and out break of infectious diseases in Kenya: A review of the literature. *Journal of Environmental and Public Health*. doi.org/10.1155/2018/5452938.

Oliveira, J. A. P. 2009. The implementation of climate change related policies at the subnational level: An analysis of three countries. *Habitat International*, Vol. 33, No. 3, pp. 253–259. doi.org/10.1016/j.habitatint.2008.10.006.

OPCC (Pyrenees Climate Change Observatory) n.d. *Citizen Science*. OPCC website. www.opcc-ctp.org/en/contenido/citizen-science.

Otoo, M., Lefore, N., Schmitter, P., Barron, J. and Gebregziabher, G. 2018. *Business Model Scenarios and Suitability: Smallholder Solar Pump-Based Irrigation in Ethiopia. Agricultural Water Management – Making a Business Case for Smallholders*. Research Report No. 172. Colombo, International Water Management Institute (IWMI). doi.org/10.5337/2018.207.

Owain, E. L. and Maslin, M. A. 2018. Assessing the relative contribution of economic, political and environmental factors on past conflict and the displacement of people in East Africa. *Palgrave Communications*, Vol. 4, Art. 47. doi.org/10.1057/s41599-018-0096-6.

Oxfam International. n.d. *Empowering Women Farmers to End Hunger and Poverty*. Oxfam International website. oxf.am/2zibDck.

Oxford Business Group. 2014. *The Report: Qatar 2014*. Oxford Business Group. oxfordbusinessgroup.com/qatar-2014-0.

Pahl-Wostl, C., Kabat, P. and Moltgen, J. (eds). 2010. *Adaptive and Integrated Water Management: Coping with Complexity and Uncertainty*. Berlin/New York, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Pappenberger, F., Hannah, C., Dennis, P., Fredrik, W., David, R. and Jutta, T. 2015. The monetary benefit of early flood warnings in Europe. *Environmental Science & Policy*, Vol. 51, pp. 278–291. doi.org/10.1016/j.envsci.2015.04.016.

Parker, D. J. and Priest, S. J. 2012. The fallibility of flood warning chains: Can Europe's flood warnings be effective? *Water Resources Management*, Vol. 26, No. 10, pp. 2927–2950. doi.org/10.1007/s11269-012-0057-6.

Paul, L. and Pütz, K. 2008. Suspended matter elimination in a pre-dam with discharge dependent storage level regulation. *Limnologica*, Vol. 38, No. 3–4, pp. 388–99. doi.org/10.1016/j.limno.2008.07.001.

PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. 2014. *Towards a World of Cities in 2050: An Outlook on Water-Related Challenges*. Background report to the UN-Habitat Global Report. The Hague, The Netherlands, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. www.pbl.nl/en/publications/towards-a-world-of-cities-in-2050-an-outlook-on-water-related-challenges.

_____. 2018. *The Geography of Future Water Challenges*. The Hague, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2018-the-geography-of-future-water-challenges-2920_2.pdf.

Pelto, M. 2016. Alpine glaciers and ice sheets. J. Blunden and D. S. Arndt (eds.), S*tate of the Climate in 2015. Special Supplement to the Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 97, No. 8, pp. S23–S24. doi.org/10.1175/2016BAMSStateoftheClimate.1.

Pepin, N., Bradley, R. S., Diaz, H. F., Baraer, M., Caceres, E. B., Forsythe, N., Fowler, H., Greenwood, G., Hashmi, M. Z., Liu, X. D., Miller, J. R., Ning, L., Ohmura, A., Palazzi, E., Rangwala, I., Schöner, W., Severskiy, I., Shahgedanova, M., Wang, M. B., Williamson, S. N. and Yang, D. Q. 2015. Elevation-dependent warming in mountain regions of the world. *Nature Climate Change*, Vol. 5, No. 5, pp. 424–430. doi.org/10.1038/nclimate2563.

Perera, D., Seidou, O., Agnihotri, J., Rasmy, M., Smakhtin, V., Coulibaly, P. and Mehmood, H. 2019. *Flood Early Warning Systems: A Review of Benefits, Challenges and Prospects*. UNU-INWEH Report Series No. 08. Hamilton, Ont., United Nations University Institute for Water, Environment and Health (UNU-INWEH). inweh.unu.edu/flood-early-warning-systems-a-review-of-benefits-challenges-and-prospects/.

Perry, C., Steduto, P., Allen, R. G. and Burt, C. M. 2009. Increasing productivity in irrigated agriculture: Agronomic constraints and hydrological realities. *Agricultural Water Management*, Vol. 96, No. 11, pp. 1517–1524. doi.org/10.1016/j.agwat.2009.05.005.

Person, M., Wilson, J. L., Morrow, N. and Post, C. E. A. 2017. Continental-shelf freshwater water resources and improved oil recovery by low-salinity waterflooding. *American Association of Petroleum Geologists (AAPG) Bulletin*, Vol. 101, No. 1, pp. 1–18. doi.org/10.1306/05241615143.

Phuntsho, S., Dorji, U. and Smith, K. J. 2019. *Coming to Grips with Water: How Bhutan is Overcoming Water Challenges Magnified by the Onset of Climate Change*. Exposure Story. Climate Adaptation UNDP website. United Nations Development Programme (UNDP). undp-adaptation.exposure.co/coming-to-grips-with-water.

Piao, S., Ciais, P., Huang, Y., Shen, Z., Peng, S., Li, J., Zhou, L., Liu, H., Ma, Y., Ding, Y., Friedlingstein, P., Liu, C., Tan, K., Yu, Y., Zhang, T. and Fang, J. 2010. The impacts of climate change on water resources and agriculture in China. *Nature*, Vol. 467, pp. 43–51. doi.org/10.1038/nature09364.

Picek, T., Čížková, H. and Dušek, J. 2007. Greenhouse gas emissions from a constructed wetland—Plants as important sources of carbon. *Ecological Engineering*, Vol. 31, No. 2, pp. 98–106. doi.org/10.1016/j.ecoleng.2007.06.008.

Pischke, F. and Stefanski, R. 2018. Integrated drought management initiatives. D. Wilhite and R. Pulwarty, *Drought and Water Crises: Integrating Science, Management and Policy*, Second Edition. Boca Raton, Calif., USA/London/New York, CRC Press.

Pittock, J. and Hartmann, J. 2011. Taking a second look: Climate change, periodic relicensing and improved management of dams. *Marine and Freshwater Research*, Vol. 62, pp. 312–320. doi.org/10.1071/MF09302.

Poff, N. L., Brinson, M. M. and Day Jr, J. W. 2002. *Aquatic Ecosystems and Global Climate Change: Potential Impacts on Inland Freshwater and Coastal Wetland Ecosystems in the United States*. Prepared for the Pew Center on Global Climate Change. www.pewtrusts.org/-/media/legacy/uploadedfiles/wwwpewtrustsorg/reports/protecting_ocean_life/envclimateaquaticecosystemspdf.pdf.

Polade, S. D., Pierce, D. W., Cayan, D. R., Gershunov, A. and Dettinger, M. D. 2014. The key role of dry days in changing regional climate and precipitation regimes. *Scientific Reports*, Vol. 4, Art. 4364, pp. 1–8. doi.org/10.1038/srep04364.

Pories, L. 2016. Income-enabling, not consumptive: Association of household socio-economic conditions with safe water and sanitation. *Aquatic Procedia*, Vol. 6, pp. 74–86. doi.org/10.1016/j.aqpro.2016.06.009.

Post, V., Groen, J., Kooi, H., Person, M. and Ge, S. 2013. Offshore fresh groundwater reserves as a global phenomenon. *Nature*, Vol. 504, pp. 71–78. doi.org/10.1038/nature12858.

PPIC Water Policy Center. 2018. *Storing Water*. California's Water Briefing Series. Public Policy Institute of California (PPIC) Water Policy Center. www.ppic.org/wp-content/uploads/californias-water-storing-water-november-2018.pdf.

Pritchard, H. D. 2019. Asia's shrinking glaciers protect large populations from drought stress. *Nature*, Vol. 569, No. 7758, pp. 649–654. doi.org/10.1038/s41586-019-1240-1.

Pugh, T. A. M., Lindeskog, M., Smith, B., Poulter, B., Arneth, A., Haverd, V. and Calle, L. 2019. The role of forest regrowth in global carbon sink dynamics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America*, Vol. 116, No. 10, pp. 4382–4387. doi.org/10.1073/pnas.1810512116.

Q

Qadir, M. 2018. Addressing trade-offs to promote safely managed wastewater in developing countries. *Water Economics and Policy*, Vol. 4, No. 2, pp. 1–10. doi.org/10.1142/S2382624X18710029.

Qadir, M., Jiménez, G., Farnum, R. L., Dodson, L. L. and Smakhtin, V. 2018. Fog water collection: Challenges beyond technology. *Water*, Vol. 10, p. 372. doi.org/10.3390/w10040372.

Qadir, M., Sharma, B. R., Bruggeman, A., Choukr-Allah, R. and Karajeh, F. 2007. Non-conventional water resources and opportunities for water augmentation to achieve food security in water scarce countries. *Agricultural Water Management*, Vol. 87, No. 1, pp. 2–22. doi.org/10.1016/j.agwat.2006.03.018.

Qadir, M. and Smakhtin, V. 2018. Where the water is. *Project Syndicate* (17 May 2018). www.project-syndicate.org/commentary/tapping-unconventional-freshwater-sources-by-manzoor-qadir-and-vladimir-smakhtin-2018-05?barrier=accesspaylog.

R

R20 for Climate Action. 2018. *Up to USD 1.4 Billion to Finance Clean Infrastructure Projects in Africa*. R20 website. regions20.org/2018/09/28/usd-1-4-billion-finance-clean-infrastructure-projects-africa/.

Rafico, R. 2014. Iceberg media. *International Journal of Communication*, Vol. 8, pp. 2525–2530.

Rajagopalan, P., Santamouris, M. and Andamo, M. M. 2017. Public engagement in urban microclimate research: An overview of a citizen science project. M. A. Schnabel (ed.), *Back to the Future: The Next 50 Years*. Wellington, Architectural Science Association. anzasca.net/wp-content/uploads/2017/11/Back-to-the-Future-The-Next-50-Years.pdf.

Ramsar Convention on Wetlands. 2018. *Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People 2018*. Gland, Switzerland, Ramsar Convention Secretariat. www.global-wetland-outlook.ramsar.org/outlook.

Räsänen, T. A., Varis, O., Scherer, L. and Kummu, M. 2018. Greenhouse gas emissions of hydropower in the Mekong River Basin. *Environmental Research Letters*, Vol. 13, No. 3, 034030. doi.org/10.1088/1748-9326/aaa817.

Rasheed, K. B. S. 2008. *Bangladesh: Resource and Environmental Profile*. Dhaka, A H Development Publishing House.

Rasmussen, P., Sonnenborg, T. O., Goncear, G. and Hinsby, K. 2013. Assessing impacts of climate change, sea level rise, and drainage canals on saltwater intrusion to coastal aquifer. *Hydrology and Earth System Science*, Vol. 17, pp. 421–443. doi.org/10.5194/hess-17-421-2013.

Ray, D. K., Gerber, J. S., MacDonald, G. K. and West, P. C. 2015. Climate variation explains a third of global crop yield variability. *Nature Communications*, Vol. 6, Art. 5989, pp. 1–9. doi.org/10.1038/ncomms6989.

Reinmar, S., Dietrich, K., Schweizer, S., Bawa, K. S., Chopde, S., Zaman, F., Sharma, A., Bhattacharya, S., Devkota, L. P. and Khaling, S. 2018. Progress on integrating climate change adaptation and disaster risk reduction for sustainable development pathways in South Asia: Evidence from six research projects. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 31, pp. 92–101. doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.04.023.

Republic of Cameroon. 2009a. *Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi (DSCE): Cadre de référence de l'action gouvernementale pour la période 2010–2020* [Strategy Document for Growth and Employment: Reference Framework for Government Action in the Period 2010–2020]. Republic of Cameroon. www.undp.org/content/dam/cameroon/docs-one-un-cameroun/2017/dsce.pdf. (In French.)

_____. 2009b. *Cameroun Vision 2035* [Cameroon Vision 2035]. Republic of Cameroon. extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/cmr145894.pdf. (In French.)

_____. 2015. *Plan National d'Adaptation aux Changements Climatiques du Cameroun* [National Climate Change Adaptation Plan of Cameroon]. Republic of Cameroon. www4.unfccc.int/sites/NAPC/Documents/Parties/PNACC_Cameroun_VF_Valid%C3%A9e_24062015%20-%20FINAL.pdf. (in French.)

Republic of Indonesia. 2014a. *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2015-2019* [National Medium Term Development Plan 2015–2019]. extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ins183392.pdf. (In Indonesian.)

_____. 2014b. *National Action Plan on Climate Change*.

Republic of Kazakhstan. 2012. *Strategy "Kazahastan-2050": New Political Course of the Established State*. Address by the President of the Republic of Kazakhstan, Leader of the Nation, N. Nazarbayev. www.akorda.kz/en/addresses/addresses_of_president/address-by-the-

president-of-the-republic-of-kazakhstan-leader-of-the-nation-nnazarbayev-strategy-kazakhstan-2050-new-political-course-of-the-established-state.

Republic of Kenya. 2018. *Third Medium Term Plan 2018–2022. Transforming Lives: Advancing Socio-Economic Development through the "Big Four"*. Nairobi, Government of the Republic of Kenya. planning.go.ke/wp-content/uploads/2018/12/THIRD-MEDIUM-TERM-PLAN-2018-2022.pdf.

Republic of Tunisia. 2016. *Transcription of original title* [Development Plan 2016–2020]. www.mdici.gov.tn/wp-content/uploads/2017/06/Volume_Global.pdf. (In Arabic).

Richey, A. S., Thomas, B. F., Lo, M.-H., Reager, J. T., Famiglietti, J. S., Voss, K., Swenson, S. and Rodell, M. 2015. Quantifying renewable groundwater stress with GRACE. *Water Resources Research*, Vol. 51, pp. 5217–5238. doi.org/10.1002/2015WR017349.

Ringler, C., Choufani, J., Chase, C., McCartney, M., Mateo-Sagasta, J., Mekonnen, D. and Dickens, C. 2018. *Meeting the Nutrition and Water Targets of the Sustainable Development Goals: Achieving Progress through Linked Interventions*. WLE Research for Development (R4D) Learning Series No. 7. Colombo/Washington, DC, International Water Management Institute (IWMI) CGIAR Research Program on Water, Land and Ecosystems (WLE)/The World Bank. doi.org/10.5337/2018.221.

Rodell, M., Famiglietti, J. S., Wiese, D. N., Reager, J. T., Beaudoing, H. K., Landerer, F. W. and Lo, M. H. 2018. Emerging trends in global freshwater availability. *Nature*, Vol. 557, No. 7707, pp. 651–659. doi.org/10.1038/s41586-018-0123-1.

Roidt, M. and Avellán, T. 2019. Learning from Integrated Management Approaches to implement the Nexus. J*ournal of Environmental Management*, Vol. 237, pp. 609–616. doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.02.106.

Rojas, M., Lambert, F., Ramirez-Villegas, J. and Challinor, A. J. 2019. Emergence of robust precipitation changes across crop production areas in the 21st century. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, Vol. 116, No. 14, pp. 6673–6678. doi.org/10.1073/pnas.1811463116.

Rothausen, S. G. and Conway, D. 2011. Greenhouse-gas emissions from energy use in the water sector. *Nature Climate Change*, Vol. 1, No. 4, pp. 210–219. doi.org/10.1038/nclimate1147.

Ruiz, R. 2015. Media environments: Icebergs/screens/history. *Journal of Northern Studies*, Vol. 9, No. 1, pp. 33–50.

Rulli, M. C., Bellomi, D., Cazzoli, A., De Carolis, G. and D'Odorico, P. 2016. The water-land-food nexus of first-generation biofuels. *Scientific Reports*, Vol. 6, Art. 22521. doi.org/10.1038/srep22521.

Ryan, S. F., Adamson, N. L., Aktipis, A., Andersen, L. K., Austin, R., Barnes, L., Beasley, M. R., Bedell, K. D., Briggs, S., Chapman, B., Cooper, C. B., Corn, J. O., Creamer, N. G., Delborne, J. A., Domenico, P., Driscoll, E., Goodwin, J., Hjarding, A., Hulbert, J. M., Isard, S., Just, M. G., Kar Gupta, K., López-Uribe, M. M., O'Sullivan, J., Landis, E. A., Madden, A. A., McKenney, E. A., Nichols, L. M., Reading, B. J., Russell, S., Sengupta, N., Shapiro, L. R., Shell, L. K., Sheard, J. K., Shoemaker, D. D., Sorger, D. M., Starling, C., Thakur, S., Vatsavai, R. R., Weinstein, M., Winfrey, P. and Dunn, R. R. 2018. The role of citizen science in addressing grand challenges in food and agriculture research. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 285, No. 1981. doi.org/10.1098/rspb.2018.1977.

Sadoff, C. and Muller, M. 2009. *Water Management, Water Security and Climate Change Adaptation: Early Impacts and Essential Responses*. Global Water Partnership Technical Committee (GWP TEC) Background papers No. 14. Stockholm, GWP. www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/14-water-management-water-security-and-climate-change-adaptation.-early-impacts-and-essential-responses-2009-english.pdf.

San Francisco Water Power Sewer. n.d. *Water Meter Plumbing Leak Check*. San Francisco Water Power Sewer website. sfwater.org/index.aspx?page=527.

Saravanan, V. S., McDonald, G. T. and Mollinga, P. P. 2009. Critical review of Integrated Water Resources Management: Moving beyond polarised discourse. *Natural Resources Forum*, Vol. 33, No. 1, pp. 76–86. doi.org/10.1111/j.1477-8947.2009.01210.x.

Saravi, S., Kalawsky, R., Joannou, D., Casado, M. R., Fu, G. and Meng, F. 2019. Use of artificial intelligence to improve resilience and preparedness against adverse flood events. *Water*, Vol. 11, No. 5, Art. 973. doi.org/10.3390/w11050973.

Sarkar, A. and Pandey, P. 2015. River water quality modelling using artificial neural network technique. *Aquatic Procedia*, Vol. 4, pp. 1070–1077. doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.135.

Scanlon, B. R. and Smakhtin, V. 2016. Focus on water storage for managing climate extremes and change. *Environmental Research Letters*, Vol. 11, 120208. doi.org/10.1088/1748-9326/11/12/120208.

Schaar, J. 2018. *The Relationship between Climate Change and Violent Conflict*. Green Tool Box/Peace and Security Tool Box: Working Paper 2017. Stockholm, Swedish International Development Cooperation Agency (SIDA). www.sida.se/contentassets/c571800e01e448ac9dce2d097ba125a1/working-paper---climate-change-and-conflict.pdf.

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. and Kabat, P. 2014. Multimodel assessment of water scarcity under climate change. *Proceedings of the National Academy of Science of the United State of America*, Vol. 111, No. 9, pp. 3245–3250. doi.org/10.1073/pnas.1222460110.

Schmitter, P., Kibret, K. S., Lefore, N., Barron, J. 2018. Suitability mapping framework for solar photovoltaic pumps for smallholder farmers in sub-Saharan Africa. *Applied Geography*, Vol. 94, pp. 41–57. doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.02.008.

Schoeman, J., Allan, C. and Finlayson, C. M. 2014. A new paradigm for water? A comparative review of integrated, adaptive and ecosystem-based water management in the Anthropocene. *International Journal of Water Resources Development*, Vol. 30, No. 3, pp. 377–390. doi.org/10.1080/07900627.2014.907087.

Schreiber, L. 2019. *Keeping the Taps Running: How Cape Town Averted 'Day Zero,' 2017–2018*. Innovations for Successful Societies. Princeton University. successfulsocieties.princeton.edu/publications/keeping-taps-running-how-cape-town-averted-day-zero-2017-2018.

Schulte, P. 2018. *The Types of Water Risk: The Many Ways Water Challenges Can Affect Your Business*. The CEO Water Mandate website.

Schwärzel, K., Zhang, L., Strecker, A. and Podlasly, C. 2018. Improved water consumption estimates of black locust plantations in China's loess plateau. *Forests*, Vol. 9, No. 4, pp. 1–21. doi.org/10.3390/f9040201.

Scott, C. A., Vicuña, S., Blanco-Gutiérrez, I., Meza, F. and Varela-Ortega, C. 2014. Irrigation efficiency and water-policy implications for river basin resilience. *Hydrology and Earth Systems Science*, Vol. 18, pp. 1339–1348. doi.org/10.5194/hess-18-1339-2014.

Scott, M. 2019. *Cities Are On The Front Line Of Tackling Climate Change – And They Need To Do More*. Forbes website. www.forbes.com/sites/mikescott/2019/06/05/cities-are-on-the-front-line-of-tackling-climate-change-and-they-need-to-do-more/#39626d8738fb.

Seckler, D., Barker, R. and Amarasinghe, U. 1999. Water scarcity in the twenty-first century. *International Journal of Water Resources Development*, Vol. 15, No. 1–2, pp. 29–42.

See, L. 2019. A review of citizen science and crowdsourcing in applications of pluvial flooding. *Frontiers in Earth Science*. doi.org/10.3389/feart.2019.00044.

See, L., Fritz, S., Dias, E., Hendriks, E., Mijling, B., Snik, F., Stames, P., Vescovi, F. D., Zeug, G., Mathieu, P.-P., Desnos, Y.-L. and Rast, M. 2016. Supporting earth-observation calibration and validation: A new generation of tools for crowdsourcing and citizen science. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, Vol. 4, No. 3, pp. 38–50. doi.org/10.1109/MGRS.2015.2498840.

Sengorur, B., Koklu, R. and Ates, A. 2015. Water quality assessment using artificial intelligence techniques: SOM and ANN—A case study of Melen River Turkey. *Water Quality, Exposure and Health*, Vol. 7, No. 4, pp. 469–490. doi.org/10.1007/s12403-015-0163-9.

Sermet, Y. and Demir, I. 2018. An intelligent system on knowledge generation and communication about flooding. *Environmental Modelling & Software*, Vol. 108, pp. 51–60. doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.06.003.

SERVIR-Mekong. n.d. *Historical Flood Analysis Tool*. United States Agency for International Development/National Aeronautics and Space Administration/ Asian Disaster Preparedness Center (USAID/NASA/ADPC). servir.adpc.net/tools/historical-flood-analysis-tool.

Shah, T. 2005. Groundwater and human development: Challenges and opportunities in livelihoods and environment. *Water, Science & Technology*, Vol. 51, No. 8, pp. 27–37.

_____. 2009. *Taming the Anarchy: Groundwater Governance in South Asia*. Washington, DC/Colombo, Resources for the Future/International Water Management Institute (IWMI). cgspace.cgiar.org/handle/10568/36566.

_____. 2016. *Increasing Water Security: The Key to Implementing the Sustainable Development Goals*. Global Water Partnership Technical Committee (GWP TEC) Background Papers No. 22. Stockholm, GWP. cgspace.cgiar.org/handle/10568/78624.

Shah, T., Rajan, A., Rai, G. P., Verma, S. and Durga, N. 2018. Solar pumps and South Asia's energy-groundwater nexus: Exploring implications and reimagining its future. *Environmental Research Letters*, Vol. 13, No. 11. doi.org/10.1088/1748-9326/aae53f.

Shao, J., Jiang, Y., Wang, Z., Peng, L., Luo, S., Gu, J. and Li, R. 2014. Interactions between algicidal bacteria and the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*: Lytic characteristics and physiological responses in the cyanobacteria. *International Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 11, No. 2, pp. 469–476. doi.org/10.1007/s13762-013-0205-4.

Shrestha, M. S., Goodrich, C. G., Udas, P., Rai, D. M., Gurung, M. B. and Khadgi, V. 2016. *Flood Early Warning Systems in Bhutan: A Gendered Perspective*. ICIMOD Working Paper No. 2016/13. Kathmandu, International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD). lib.icimod.org/record/32377/files/icimodEWS-WP01613.pdf.

Sieber H. U., Socher, M. 2010. Adaption of Operation of Saxon Dams to Changing Developments. 15th German Dam Symposium. *Wasserwirtschaft*, Vol. 100, No. 4, pp. 29–31.

Siebert, S., Henrich, V., Frenken, K. and Burke, J. 2013. *Update of the Global Map of Irrigation Areas to Version 5*. Project report. Rome/Bonn, Germany, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)/Institute of Crop Science and Resource Conservation Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität. doi.org/10.13140/2.1.2660.6728.

Siebert, S., Kummu, M., Porkka, M., Döll, P., Ramankutty, N. and Scanlon, B. R. 2015. Historical Irrigation Dataset (HID). *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 19, pp. 1521–1545. doi.org/10.13019/M20599.

Sit, M. A., Koylu, C. and Demir, I. 2019. Identifying disaster-related tweets and their semantic, spatial and temporal context using deep learning, natural language processing and spatial analysis: A case study of Hurricane Irma. *International Journal of Digital Earth*, pp.1–25. doi.org/10.1080/17538947.2018.1563219.

Sitharam, T. G. 2018. Envisaging a freshwater reservoir in the Arabian Sea to impound the flood waters of Netravati River. *Hydrolink*, No. 2018-1, pp. 18–20.

SIWI (Stockholm International Water Institute). 2018. *How Landscapes and Water Mitigate Climate Change*. Policy brief. Stockholm, SIWI.

_____. n.d. *Key Messages. SIWI at COP24*. SIWI website.

Skoulikaris, C., Filali-Meknassi, Y., Aureli, A., Amani, A. and Jimenez-Cisneros, B. 2018. Information-communication technologies as an Integrated Water Resources Management (IWRM) tool for sustainable development. D. Komatina, *Achievements and Challenges of Integrated River Basin Management*. IntechOpen. doi.org/10.5772/intechopen.74700.

Smith, M. and Jønch Clausen, T. 2018. *Revitalising IWRM for the 2030 Agenda*. World Water Council Challenge Paper for the High-Level Panel on IWRM at the 8th World Water Forum, Brasilia, Brazil. Marseille, France, World Water Council (WWC). www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/Forum_docs/WWC_IWRM-Challenge_Paper.pdf.

_____. n.d. *Integrated Water Resource Management: A New Way Forward*. A Discussion Paper of the World Water Council Task Force on IWRM. Marseille, France, World Water Council (WWC). www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/Initiatives/IWRM/Integrated_Water_Resource_Management-A_new_way_forward%20.pdf.

Smith, P. J., Brown, S. and Dugar, S. 2017. Community-based early warning systems for flood risk mitigation in Nepal. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. 17, No. 3, pp. 423–437. doi.org/10.5194/nhess-17-423-2017.

Sood, A. and Smakhtin, V. 2014. Can desalinization and clean energy combined help to alleviate global water scarcity? *Journal of American Water Resource Association*, Vol. 50, No. 5, pp. 1111–1123. doi.org/10.1111/jawr.12174.

Soriano, E., De Resende Londe, L., Torres di Gregorio, L., Pellegrini Coutinho, M. and Bacellar Lima Santos, L. 2016. Water crisis in São Paulo evaluated under the disaster's point of view. *Ambiente & Sociedade* [Environment & Society], Vol. 19, No.1. doi.org/10.1590/1809-4422asoc150120r1v1912016.

Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., De Vries, W., Vermeulen, S. J., Herrero, M., Carlson, K. M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon, L. J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., Godfray, H. C. J., Tilman, D., Rockström, J. and Willett, W. 2018. Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, Vol. 562, pp. 519–525. doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0.

Srivasta, S., Vaddadi, S. and Sadistap, S. 2018. Smartphone-based system for water quality analysis. *Applied Water Science*, Vol. 8, Art. 130. doi.org/10.1007/s13201-018-0780-0.

Steffens, G. 2018. *Changing Climate Forces Desperate Guatemalans to Migrate*. National Geographic website. www.nationalgeographic.com/environment/2018/10/drought-climate-change-force-guatemalans-migrate-to-us/.

Stone, D., Auffhammer, M., Carey, M., Hansen, G., Huggel, C., Cramer, W., Lobell, D., Molau, U., Solow, A., Tibig, L. and Yohe, G. 2013. The challenge to detect and attribute effects of climate change on human and natural systems. *Climatic Change*, Vol. 121, No. 2, pp. 381–395. doi.org/10.1007/s10584-013-0873-6.

Stuchtey, M. 2015. *Rethinking the Water Cycle.* McKinsey & Company website. www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/rethinking-the-water-cycle?reload.

Su, L., Miao, C., Kong, D., Duan, Q., Lei, X., Hou, Q. and Li, H. 2018. Long-term trends in global river flow and the causal relationships between river flow and ocean signals. *Journal of Hydrology*, Vol. 563, pp. 818–833. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.06.058.

Sugden, F., Maskey, N., Clement, F., Ramesh, V., Philip, A., and Rai, A. 2015. Agrarian stress and climate change in the eastern Gangetic plains: Gendered vulnerability in a stratified social formation. *Global Environmental Change*, Vol. 29, pp. 258–269. doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.10.008.

Suriyagoda, N. 2017. *PPIAF Climate Change Strategy and Business Proposal for FY18-FY22 (English)*. Washington, D.C, World Bank Group. documents.worldbank.org/curated/en/730391496765836681/PPIAF-climate-change-strategy-and-business-proposal-for-FY18-FY22.

Sweden. 2018. *Implementation Brief to HLPF on SDG 6 on Clean Water and Sanitation*. Stockholm, Sweden. www.government.se/49f47b/contentassets/3bef47b49ed64a75bcdf56ff053ccaea/6---clean-water-and-sanitation.pdf.

Tall, A. and Brandon, C. J. 2019. *The World Bank Group's Action Plan on Climate Change Adaptation and Resilience: Managing Risks for a More Resilient Future (English)*. Washington, DC, World Bank Group. documents.worldbank.org/curated/en/519821547481031999/The-World-Bank-Groups-Action-Plan-on-Climate-Change-Adaptation-and-Resilience-Managing-Risks-for-a-More-Resilient-Future.

Tan, A., Adam, J. C. and Lettenmaier, D. P. 2011. Change in spring snowmelt timing in Eurasian Arctic rivers. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, Vol. 116, No. 3D, pp. 1–12. doi.org/10.1029/2010JD014337.

Tänzler, D. and Kramer, A. 2019. *Climate and water: prospects for addressing co-benefits through climate finance*. Berlin, adelphi.

Tao, W. 2015. Comparative analysis of greenhouse gas emission from three types of constructed wetlands. *Forest Research*, Vol. 4, No. 2, e116. doi.org/10.4172/2168-9776.1000e116.

Tapley, B. D., Watkins, M., Flechtner, F., Reigber, C., Bettadpur, S., Rodell, M., Sasgen, I., Famiglietti, J., Landerer, F., Chambers, D., Reager, J., Gardner, A., Save, H., Ivins, E., Swenson, S., Boening, C., Dahle, C., Wiese, D., Dobslaw, H., Tamisiea, M. and Velicogna, I. 2019. Contributions of GRACE to understanding climate change. *Nature Climate Change*, Vol. 9, pp. 358–369. doi.org/10.1038/s41558-019-0456-2.

Tauro, F., Selker, J., Van de Giesen, N., Abrate, T., Uijlenhoet, R., Porfiri, M., Manfreda, S., Caylor, K., Moramarco, T., Benveniste, J., Ciraolo, G., Estes, L., Domeneghetti, A., Perks, M. T., Corbari, C., Rabiei, E., Ravazzani, G., Bogena, H., Harfouche, A., Brocca, L., Maltese, A., Wickert, A., Tarpanelli, A., Good, S., Lopez Alcala, J. M., Petroselli, A., Cudennec, C., Blume, T., Hut, R. and Grimaldi, S. 2018. Measurements and observations in the XXI century (MOXXI): Innovation and multi-disciplinarity to sense the hydrological cycle. *Hydrological Sciences Journal*, Vol. 63, No. 2, pp. 169–196. doi.org/10.1080/02626667.2017.1420191.

Tavakol-Davani, H., Goharian, E., Hansen, C. H., Tavakol-Davani, H., Apul, D. and Burian, S. J. 2016. How does climate change affect combined sewer overflow in a system benefiting from rainwater harvesting systems? *Sustainable Cities and Society*, Vol. 27, pp. 430–438. dx.doi.org/10.1016/j.scs.2016.07.003.

Taylor, R. 2009. Rethinking Water Scarcity: The Role of Storage. *EoS*, Vol. 90, No. 28. doi.org/10.1029/2009EO280001.

Taylor, R. G., Koussis, A. D. and Tindimugaya, C. 2009. Groundwater and climate in Africa—A review. *Hydrological Sciences Journal*, Vol. 54, No. 4, pp. 655–664. doi.org/10.1623/hysj.54.4.655.

Taylor, R., Scanlon, B., Döll, P., Rodell, M., Van Beek, R., Wada, Y., Longuevergne, L., LeBlanc, M., Famiglietti, J., Edmunds, M., Konikow, L., Green, T. R., Chen, J., Taniguchi, M., Bierkens, M. F. P., MacDonald, A., Fan, Y., Maxwell, R. M., Yechieli, Y., Gurdak, J. J., Allen, D., Shamsudduha, M., Hiscock, K., Yeh, P. J.-F., Holman, I. and Treidel, H. 2012. Ground water and climate change. *Nature Climate Change*. Vol. 3, pp. 322–329. doi.org/10.1038/nclimate1744.

Thebo, A. L., Drechsel, P., Lambin, E. F. and Nelson, K. L. 2017. A global, spatially-explicit assessment of irrigated croplands influenced by urban wastewater flows. *Environmental Research Letters*, Vol. 12, No. 7. doi.org/10.1088/1748-9326/aa75d1.

Thomas-Blate, J. 2018. *Dam Good Year for Dam Removal in 2017*. American Rivers website. www.americanrivers.org/2018/02/dam-removal-in-2017/.

Thunberg, G. 2019. If world leaders choose to fail us, my generation will never forgive them. *The Guardian* (23 September 2019). www.theguardian.com/commentisfree/2019/sep/23/world-leaders-generation-climate-breakdown-greta-thunberg.

Timmerman, J. G., Matthews, J., Koeppel, S., Valensuela, D., Vlaanderen, N. 2017. Improving governance in transboundary cooperation in water and climate change adaptation. *Water Policy*, Vol. 19, No. 6, pp. 1014–1029. doi.org/10.2166/wp.2017.156.

Tiwari, V. M., Wahr, J. and Swenson, S. 2009. Dwindling groundwater resources in northern India, from satellite gravity observations. *Geophysical Research Letters*, Vol. 36, L18401. doi.org/10.1029/2009GL039401.

Tompkins, E. L. and Adger, N. 2005. Defining response capacity to enhance climate change policy. *Environmental Science and Policy*, Vol. 8, No. 6, pp. 562–571. doi.org/10.1016/j.envsci.2005.06.012.

Tovar, C., Arnillas, C. A., Cuesta, F. and Buytaert, W. 2013. Diverging responses of Tropical Andean biomes under future climate conditions. *PLOS One*, Vol. 8, e63634. doi.org/10.1371/journal.pone.0063634.

Trenberth, K. E., Dai, A., Van der Schrier, G., Jones, P. D., Barichivich, J., Briffa, K. R. and Sheffield, J. 2014. Global warming and changes in drought. *Nature Climate Change*, Vol. 4, pp. 17–22. doi.org/10.1038/nclimate2067.

Trevino-Garrison, I., DeMent, J., Ahmed, F. S., Haines-Lieber, P., Langer, T., Ménager, H., Neff, J., Van der Merwe, D. and Carney, E. 2015. Human illnesses and animal deaths associated with freshwater harmful algal blooms—Kansas. *Toxins*, Vol. 7, No. 2, pp. 353–366. doi.org/10.3390/toxins7020353.

Trommsdorf, C. 2015. *Can the Water Sector Deliver on Carbon Reduction?* International Water Association (IWA) website. iwa-network.org/can-the-water-sector-deliver-on-carbon-reduction/.

Tubiello, F. N. and Van der Velde, M. 2011. *Land and Water Use Options for Climate Change Adaptation and Mitigation in Agriculture*. State of Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW) Background Thematic Report - TR04A. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org/fileadmin/templates/solaw/files/thematic_reports/TR_04a_web.pdf.

U

UCCRN (Urban Climate Change Research Network). 2018. *The Future We Don't Want*. Technical Report. New York, UCCRN. uccrn.org/the-future-we-dont-want/.

UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). 2016. *Development and Globalization: Facts and Figures 2016*. Geneva, UNCTAD. stats.unctad.org/Dgff2016/DGFF2016.pdf.

UNDESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs – Population Division). 2018. *The World's Cities in 2018*. Data Booklet. New York, United Nations. www.un.org/en/events/citiesday/assets/pdf/the_worlds_cities_in_2018_data_booklet.pdf.

_____. 2019. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. ST/ESA/SER.A/420. New York, United Nations. population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf.

UNDP (United Nations Development Programme). 2011. *Paving the Way for Climate-Resilient Infrastructure: Guidance for Practitioners and Planners*. New York, UNDP. www.uncclearn.org/sites/default/files/inventory/undp_paving_the_way.pdf.

_____. 2013. *Gender and Disaster Risk Reduction*. Gender and Climate Change – Asia and the Pacific Policy Brief No. 3. New York, UNDP. www.undp.org/content/dam/undp/library/gender/Gender%20and%20Environment/PB3-AP-Gender-and-disaster-risk-reduction.pdf.

_____. 2015. *Making the Case for Ecosystem-Based Adaptation: The Global Mountain EBA Programme in Nepal, Peru and Uganda*. New York, UNDP. www.adaptation-undp.org/resources/assessments-and-background-documents/making-case-ecosystem-based-adaptation-global.

_____. 2019. *Human Development Report 2019 – Beyond income, beyond averages, beyond today: Inequalities in human development in the 21st century*. New York, UNDP. hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019.pdf.

UNDP/UNFCCC (United Nations Development Programme/United Nations Framework Convention on Climate Change). 2019. *The Heat is On: Taking Stock of Global Climate Ambition*. NDC Global Outlook Report 2019. New York/Bonn, Germany, UNDP/UNFCCC. www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/environment-energy/climate_change/ndc-global-outlook-report-2019.html.

UNDP-SIWI WGF (United Nations Development Programme-Stockholm International Water Institute Water Governance Facility). 2015. *Water Governance in Perspective – Water Governance Facility 10 Years, 2005–2015*. Stockholm, United Nations Development Programme/Stockholm International Water Institute (UNDP/SIWI).

UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). 2015a. *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030*. Geneva, United Nations. www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf.

_____. 2015b. *Call for Good Practices: Integrating Gender in Early Warning Systems*. UNDRR. eird.org/call-integrating-gender/convocatoria-caribe-centroamerica-eng.pdf.

_____. 2017. *Words into Action Guidelines. National Disaster Risk Assessment: Governance System, Methodologies, and Use of Results*. Geneva, UNISDR. www.unisdr.org/files/52828_nationaldisasterriskassessmentwiagu.pdf.

_____. n.d. Terminology. UNDRR website. www.unisdr.org/we/inform/terminology.

UNDRR/UNFCCC/UN Environment Regional Office for Asia and the Pacific (United Nations Office for Disaster Risk Reduction/United Nations Framework Convention on Climate Change/United Nations Environment Programme Regional Office for Asia and the Pacific). 2019. *SDG Goal Profile: 13, Climate Action: Take Urgent Action to Combat Climate Change and its Impacts*. www.unescap.org/apfsd/6/document/sdgprofiles/SDG13Profile.pdf.

UNECA/ACPC (United Nations Economic Commission for Africa/Africa Climate Policy Centre). 2019. *Climate Research for Development in Africa Programme Strategy (2019–2023)*. Addis Ababa, UNECA/ACPC. www.uneca.org/publications/climate-research-development-africa-programme-strategy-2019%E2%80%932023.

UNECE (United Nations Economic Commission for Europe). 1998. *Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-Making and Access to Justice in Environmental Matters*. Aarhus, Denmark, 25 June 1998. www.unece.org/env/pp/treatytext.html.

_____. 2009. *Guidance on Water and Adaptation to Climate Change*. Geneva, United Nations. www.unece.org/index.php?id=11658.

_____. 2015. *Water and Climate Change Adaptation in Transboundary Basins: Lessons Learned and Good Practice*s. Geneva, United Nations. www.unece.org/index.php?id=39417.

_____. 2017. *Cost-Benefit Analysis of the Adaptation Measures for the Chu-Talas Basin Based on the Consultations with the Chu-Talas Water Commission and its Dedicated Working Groups within the Project Enhancing Climate Resilience and Adaptive Capacity in the Transboundary Chu-Talas Basin*. Unpublished.

_____. 2018a. *A Nexus Approach to Transboundary Cooperation: The Experience of the Water Convention*. Geneva, United Nations. www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/WAT_NONE_12_Nexus/SummaryBrochure_Nexus_Final-rev2_forWEB.pdf.

_____. 2018b. *Progress on Transboundary Water Cooperation under the Water Convention – Report on implementation of the Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes*. New York/Geneva, United Nations. www.unece.org/environmental-policy/conventions/water/envwaterpublicationspub/envwaterpublicationspub74/2018/progress-on-transboundary-water-cooperation-under-the-water-convention/doc.html.

_____. n.d. *Transboundary Cooperation in Chu and Talas River Basin*. UNECE website. www.unece.org/env/water/centralasia/chutalas.html#c65768.

UNECE/INBO (United Nations Economic Commission for Europe/International Network of Basin Organizations). 2015. *Water and Climate Change Adaptation in Transboundary Basins: Lessons Learned and Good Practices*. Geneva/Paris, United Nations/INBO. www.unece.org/index.php?id=39417.

UNECE/UNDP (United Nations Development Programme/United Nations Economic Commission for Europe). 2018. *Transboundary Diagnostic Analysis for the Chu-Talas Basin*. Unpublished.

UNECE/UNDRR (United Nations Economic Commission for Europe/United Nations Office for Disaster Risk Reduction). 2018. *Words into Action Guidelines: Implementation Guide for Addressing Water-Related Disasters and Transboundary Cooperation. Integrating Disaster Risk Management with Water Management and Climate Change Adaptation*. Geneva, United Nations. www.unisdr.org/files/61173_ecemp.wat56.pdf.

UNECE/UNESCO/UN-Water (United Nations Economic Commission for Europe/United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization/UN-Water). 2018. *Progress on Transboundary Water Cooperation: Global Baseline for SDG Indicator 6.5.2*. New York/Paris, United Nations/UNESCO. www.unwater.org/publications/progress-on-transboundary-water-cooperation-652/.

UNECE/WHO Regional Office for Europe (United Nations Economic Commission for Europe/World Health Organization Regional Office for Europe). 2011. *Guidance on Water Supply and Sanitation in Extreme Weather Events*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe. www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0016/160018/WHOGuidanceFVLR.pdf.

UNECLAC (United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean). 2018. *Atlas of Migration in Northern Central America*. Santiago, UNECLAC. www.cepal.org/en/publications/44288-atlas-migration-northern-central-america.

UN Environment. 2017. *Country Questionnaire for Indicator 6.5.1. Degree of Integrated Water Eesources Management Implementation: Bangladesh*. UN Environment. iwrmdataportal.unepdhi.org/IWRMDataJsonService/Service1.svc/getNationalSubmissionFile/Bangladesh.

_____. 2018. *Progress on integrated water resources management. Global baseline for SDG 6 Indicator 6.5.1: degree of IWRM implementation*. Nairobi, UN Environment. www.unwater.org/publications/progress-on-integrated-water-resources-management-651/.

UN Environment/UN-Water. 2018. *Progress on Water-Related Ecosystems – Piloting the Monitoring Methodology and Initial Findings for SDG Indicator 6.6.1*. UN Environment. www.unwater.org/publications/progress-on-water-related-ecosystems-661/.

UNEP (United Nations Environment Programme). 2016. *A Snapshot of the World's Water Quality: Towards a Global Assessment*. Nairobi, UNEP. www.wwqa-documentation.info/assets/unep_wwqa_report_web.pdf.

UNEP/UNECE (United Nations Environment Programme/United Nations Economic Commission for Europe). 2015. *The Strategic Framework for Adaptation to Climate Change in the Neman River Basin*. UNDP. www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2016/wat/04Apr_6-7_Workshop/Strategy_of_Adaptation_to_Climate_Change_ENG_for_print.pdf.

UNEP/UNEP-DHI Partnership/IUCN/TNC/WRI (United Nations Environment Programme/UNEP-DHI Partnership/International Union for Conservation of Nature/The Nature Conservancy/World Resources Institute). 2014. *Green Infrastructure Guide for Water Management: Ecosystem-Based Management Approaches for Water-Related Infrastructure Projects*. UNEP. www.unepdhi.org/-/media/microsite_unepdhi/publications/documents/unep/web-unep-dhigroup-green-infrastructure-guide-en-20140814.pdf.

UNESCAP (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific). 2018. *Population Dynamics, Vulnerable Groups and Resilience to Climate Change and Disasters*. Note by the secretariat. UNESCAP Midterm Review of the Asian and Pacific Ministerial Declaration on Population and Development, Bangkok, 26–28 November 2018. ESCAP/APPC/2018/4. United Nations Economic and Social Council (ECOSOC). www.unescap.org/sites/default/files/ESCAP-APPC-2018-4%20%28EN%29.pdf.

UNESCAP/ADB/UNDP (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific/Asian Development Bank/United Nations Development Programme). 2018. *Transformation towards Sustainable and Resilient Societies in Asia and the Pacific*. Bangkok, UNESCAP/ADB/UNDP. www.unescap.org/publications/transformation-towards-sustainable-and-resilient-societies-asia-and-pacific.

UNESCAP/UNESCO/ILO/UN Environment/FAO/UN-Water (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific/United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization/International Labour Organization/UN Environment/Food and Agriculture Organization of the United Nations/UN-Water). 2018. *SDG Goal Profile – 6: Clean Water and Sanitation. Ensuring Availability and Sustainable MManagement of Water and Sanitation for All*. UNESCAP/UNESCO/ILO/UN Environment/FAO/UN-Water.

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). 2017. *Sandwatch: Adapting to Climate Change and Educating for Sustainable Development*. Paris, UNESCO. unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260715.

UNESCO-IHP (United Nations Educational, Cultural and Scientific Organization-International Hydrological Programme). 2015a. *GRAPHIC Groundwater and Climate Change: Mitigating the Global Groundwater Crisis and Adapting to Climate Change; Position Paper and Call to Action*. Paris, UNESCO. unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235713.

_____. 2015b. *GRAPHIC: Groundwater and climate change; Small Island Developing States (SIDS)*. Paris, UNESCO. unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000242861.

_____. 2018. *The UNESCO-IHP IIWQ World Water Quality Portal – Whitepaper*. UNESCO-IHP/International Initiative on Water Quality (IIWQ) in partnership with EOMap. www.worldwaterquality.org.

UNESCO-IHP/UNEP (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization-International Hydrological Programme/United Nations Environment Programme). 2016. *Transboundary Aquifers and Groundwater Systems of Small Island Developing States: Status and Trends*. Nairobi, UNEP. www.un-igrac.org/sites/default/files/resources/files/TWAP%20Volume%201%20Transboundary%20Aquifers%20and%20Groundwater%20Systems%20of%20Small%20Island%20Developing%20States.pdf.

UNESCWA (United Nations Economic and Social Commission for Western Asia). 2018. *Outcome Document*. Regional Preparatory Meeting on Water Issues for the 2018 Arab Forum on Sustainable Development and High-Level Political Forum. Beirut, 28-29 March 2018. www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/events/files/outcome_document_on_water_issues_for_2018_afsdhlpf_english.pdf.

UNESCWA/ACSAD/FAO/GIZ/LAS/SMHI/UN Environment/UNESCO/UNDRR/UNU-INWEH/WMO (United Nations Economic and Social Commission for Western Asia/Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands of the League of the Arab States/Food and Agriculture Organization of the United Nations/Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH/League of Arab States/Swedish Meteorological and Hydrological Institute/UN Environment/United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization/United Nations Office for Disaster Risk Reduction/United Nations University Institute for Water, Environment and Health/World Meteorological Organization). 2017. *Arab Climate Change Assessment Report – Main Report*. Beirut, UNESCWA. www.unescwa.org/publications/riccar-arab-climate-change-assessment-report.

UNESCWA/BGR (United Nations Economic and Social Commission for Western Asia/Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe). 2013. I*nventory of Shared Water Resources in Western Asia*. UNESCWA/BGR. waterinventory.org/.

UNESCWA/IOM (United Nations Economic and Social Commission for Western Asia/International Organization for Migration). 2017. *2017 Situation Report on International Migration: Migration in the Arab Region and the 2030 Agenda for Sustainable Development*. UNESCWA/IOM. www.unescwa.org/publications/2017-situation-report-international-migration.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2015. *Paris Agreement*. United Nations. unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf.

_____. 2016. *Aggregate Effect of the Intended Nationally Determined Contributions: An Update*. Twenty-second session of the Conference of the Parties. Synthesis report by the Secretariat. FCCC/CP/2016/2. United Nations. unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2016/cop22/eng/02.pdf.

_____. 2017. Report of the Conference of the Parties on its twenty-third session, held in Bonn from 6 to 18 November 2017. Addendum – Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its twenty-third session. Decisions adopted by the Conference of the Parties. FCCC/CP/2017/11/Add.1.

_____. 2018. *2018 Biennial Assessment and Overview of Climate Finance Flows: Technical Report*. Bonn, Germany, UNFCCC.

_____. 2019. *Marrakesh Partnership Work Programme for 2019–2020*. unfccc.int/climate-action/marrakech-partnership-for-global-climate-action.

_____. n.d.a. *Glossary of Climate Change Acronyms and Terms*. UNFCCC website. unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/glossary-of-climate-change-acronyms-and-terms.

_____. n.d.b. *National Adaptation Plans*. UNFCC website. unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/workstreams/national-adaptation-plans.

UNGA (United Nations General Assembly). 1966. *International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights*. United Nations General Assembly resolution 2200A (XXI), 16 December 1966. Treaty Series, vol. 993. United Nations. treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=IV-3&chapter=4&clang=_en.

_____. 1992. *Rio Declaration on Environment and Development*. Rio de Janeiro, 3–14 June 1992, United Nations. sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1709riodeclarationeng.pdf.

_____. 2015. *Resolution Adopted by the General Assembly on 25 September 2015. Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Seventieth session. www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf.

UNGC (United Nations Global Compact)/Goldman Sachs. 2009. *Change is Coming: A Framework for Climate Change — A Defining Issue of the 21st Century*. New York, UNGC. www.unglobalcompact.org/library/126.

UNGC/UNEP (United Nations Global Compact/United Nations Environment Programme). 2012. *Business and Climate Change Adaptation: Toward Resilient Companies and Communities*. New York, UNGC. www.unglobalcompact.org/library/115.

UNGC/UNEP/Oxfam/WRI (United Nations Global Compact/United Nations Environment Programme/Oxfam/World Resources Institute). 2011. *Adapting for a Green Economy: Companies, Communities and Climate Change*. New York, UNGC. www.unglobalcompact.org/library/116.

UNIDO (United Nations Industrial Development Organization). 2017a. *Accelerating Clean Energy through Industry 4.0: Manufacturing the Next Revolution*. Nagasawa, T., Pillay, C., Beier, G., Fritzsche, K., Pougel, F., Takama, T., K., Bobashev, I. Vienna, UNIDO. www.unido.org/sites/default/files/2017-08/REPORT_Accelerating_clean_energy_through_Industry_4.0.Final_0.pdf.

_____. 2017b. *Implementation Handbook for Eco-Industrial Parks*. Vienna, UNIDO. www.unido.org/sites/default/files/files/2018-05/UNIDO%20Eco-Industrial%20Park%20Handbook_English.pdf.

_____. 2019. *Eco-Industrial Parks: Achievements and Key Insights From The Global RECP Programme 2012 – 2018*. Vienna, UNIDO. www.unido.org/sites/default/files/files/2019-02/UNIDO_EIP_Achievements_Publication_Final.pdf.

_____. n.d.a. *Circular Economy*. www.unido.org/sites/default/files/2017-07/Circular_Economy_UNIDO_0.pdf.

_____. n.d.b. *Green Industry Initiative*. UNIDO website. www.unido.org/our-focus/cross-cutting-services/green-industry/green-industry-initiative.

UNIDO/World Bank Group/GIZ (United Nations Industrial Development Organization/World Bank Group/Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH). 2017. *An International Framework for Eco-Industrial Parks*. Washington, DC, World Bank. openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29110.

United Nations, 2018a. *Sustainable Development Goal 6: Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation*. New York, United Nations. www.unwater.org/publication_categories/sdg-6-synthesis-report-2018-on-water-and-sanitation/.

_____. 2018b. *United Nations Secretary-General's Plan: Water Action Decade 2018-2028*. New York, United Nations. wateractiondecade.org/wp-content/uploads/2018/03/UN-SG-Action-Plan_Water-Action-Decade-web.pdf.

_____. 2019. *The Sustainable Development Goals Report 2019*. New York, United Nations. unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019.pdf.

UN News. 2019. *Four Things the UN Chief wants World Leaders to Know, at Key COP24 Climate Conference Opening*. United Nations. news.un.org/en/story/2018/12/1027321.

UN Secretary-General. 2019. *Opening Remarks at Press Encounter at UN Headquarters*. United Nations website. www.un.org/sg/en/content/sg/speeches/2019-08-01/remarks-press-encounter-un-headquarters.

UNU-INWEH (United Nations University Institute for Water, Environment and Health). 2017. *Climate Change Impacts on Health in the Arab Region: A Case Study on Neglected Tropical Diseases*. Regional Initiative for the Assessment of Climate Change Impacts on Water Resources and Socio-Economic Vulnerability in the Arab Region (RICCAR) Technical Report, Beirut, E/ESCWA/SDPD/2017/RICCAR/TechnicalReport.1. digitallibrary.un.org/record/1324395.

UNU-INWEH/UNESCAP (United Nations University-Institute for Water, Environment and Health/United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific). 2013. *Water Security & the Global Water Agenda: A UN-Water Analytical Brief*. Hamilton, Ont., Canada, United Nations University (UNU). collections.unu.edu/eserv/UNU:2651/Water-Security-and-the-Global-Water-Agenda.pdf.

UN-Water. 2013. *What is Water Security?* Infographic. UN-Water website. www.unwater.org/publications/water-security-infographic/.

_____. 2014. International Decade for Action, Water for Life 2005–2015 website. www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml.

_____. 2019. *Climate Change and Water*. Un-Water Policy Brief. Geneva, UN-Water. www.unwater.org/publications/un-water-policy-brief-on-climate-change-and-water/.

USAID (United States Agency for International Development). 2014. *A Review of Downscaling Methods for Climate Change Projections: African and Latin American Resilience to Climate Change (ARCC)*. USAID. www.ciesin.org/documents/Downscaling_CLEARED_000.pdf.

USDA (Unites States Department of Agriculture). 2019. *Farm Labor*. United States Department of Agriculture. www.ers.usda.gov/topics/farm-economy/farm-labor/.

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2012. *Global Anthropogenic Non-CO2 Greenhouse Gas Emissions: 1990 - 2030*. Revised December 2012. Washington, DC, USEPA. www.epa.gov/global-mitigation-non-co2-greenhouse-gases/global-non-co2-ghg-emissions-1990-2030.

_____. n.d. *Understanding Global Warming Potentials*. USEPA website. www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials.

V

Valentine, H. 2017. *Global Potential for Towing Icebergs*. The Maritime Executive. www.maritime-executive.com/editorials/global-potential-for-towing-icebergs.

Van der Hoek, J. P., Duijff, R. and Reinstra, O. 2018. Nitrogen recovery from wastewater: Possibilities, competition with other resources, and adaptation pathways. *Sustainability*, Vol. 10, No. 12, 4605. doi.org/10.3390/su10124605.

Van Etten, J., De Sousa, K., Aguilar, A., Barrios, M., Coto, A., Dell'Acqua, M., Fadda, C., Gebrehawaryat, Y., Van de Gevel, J., Gupta, A., Kiros, A. Y., Madriz, B., Mathur, P., Mengistu, D. K., Mercado, L., Nurhisen Mohammed, J., Paliwal, A., Pè, M. E., Quirós, C. F., Rosas, J. C., Sharma, N., Singh, S. S., Solanki, I. S. and Steinke, J. 2019. Crop variety management for climate adaptation supported by citizen science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 116, No. 10, pp. 4194–4199. doi.org/10.1073/pnas.1813720116.

Van Herk, S., Zevenbergen, C., Gersonius, B., Waals, H. and Kelder, E. 2013. Process design and management for integrated flood risk management: Exploring the multi-layer safety approach for Dordrecht, The Netherlands. *Journal of Water and Climate Change*, Vol. 5, No. 1, pp. 100–115. doi.org/10.2166/wcc.2013.171.

Van Loon, A. F., Gleeson, T., Clark, J., Van Dijk, A. I. J. M., Stahl, K., Hannaford, J., Di Baldassarre, G., Teuling, A. J. Tallaksen, L. M., Uijlenhoet, R., Hannah, D. M., Sheffield, J., Svoboda, M., Verbeiren, B., Wagener, T., Rangecroft, S., Wanders, N. and Van Lanen, H. A. J. 2016. Drought in the Anthropocene. *Nature Geoscience*, Vol. 9, No. 2, pp. 89–91. doi.org/10.1038/ngeo2646.

Van Vliet, M., Wiberg, D., Leduc, S. and Riahi, K. 2016. Power-generation system vulnerability and adaptation to changes in climate and water resources. *Nature Climate Change*, Vol. 6, pp. 375–380. doi.org/10.1038/nclimate2903.

Veolia. 2014. *China's Largest Steelmaker Chooses Veolia for its Industrial Wastewater Treatment Facilities in Tangshan, for 390 Million Euros*. Press Release, 21 October 2014. Veolia website. www.veolia.com/en/veolia-group/media/press-releases/china-s-largest-steelmaker-chooses-veolia-its-industrial-wastewater-treatment-facilities-tangshan-390-million-euros.

Verma, S., Kashyap, D., Shah, T., Crettaz, M. and Sikka, A. 2018. *Solar Irrigation for Agriculture Resilience (SoLAR). A New SDC-IWMI Regional Partnership*. Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC) and International Water Management Institute (IWMI) Discussion Paper No. 3. Colombo, IWMI. www.iwmi.cgiar.org/iwmi-tata/PDFs/iwmi-tata_water_policy_discussion_paper_issue_03_2018.pdf.

Vermeulen, S. J., Challinor, A. J., Thornton, P. K., Campbell, B. M., Eriyagama, N., Vervoort, J. M., Kinyangi, J., Jarvis, A., Läderach, P., Ramirez-Villegas, J., Nicklin, K. J., Hawkins, E. and Smith, D. R. 2013. Addressing uncertainty in adaptation planning for agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 110, No. 21, pp. 8357–8362. doi.org/10.1073/pnas.1219441110.

Von Korff, Y., D'Aquino, P., Daniell, K. A. and Bijlsma, R. M. 2010. Designing participation processes for water management and beyond. Synthesis, part of a special feature on implementing participatory water management: recent advances in theory, practice and evaluation. *Ecology and Society*, Vol. 15, No. 3, pp. 1. doi.org/10.5751/ES-03329-150301.

W

WaCCliM (Water and Wastewater Companies for Climate Mitigation). 2017a. *Our Approach*. WaCCliM website. wacclim.org/our-approach/.

_____. 2017b. *Our Impact*. WaCCliM website. wacclim.org/our-impact/.

Wada, Y. and Bierkens, M. F. P. 2014. Sustainability of global water use: Past reconstruction and future projections. *Environmental Research Letters*, Vol. 9, No. 10, 104003. doi.org/10.1088/1748-9326/9/10/104003.

Wada, Y., Van Beek, L. P. H., Van Kempen, C. M., Reckman, J. W. T. M., Vasak, S. and Bierkens, M. F. P. 2010. Global depletion of groundwater resources. *Geophysical Research Letters*, Vol. 37, No. 20, L20402. doi.org/10.1029/2010GL044571.

Wallis, P. J., Ward, M. B., Pittock, J., Hussey, K., Bamsey, H., Denis, A., Kenway, S. J., King, C. W., Mushtaq, S., Retamal, M. L. and Spies, B. R. 2014. The water impacts of climate change mitigation measures. *Climatic Change*, Vol. 125, No. 2, pp. 209–220. doi.org/10.1007/s10584-014-1156-6.

Wang, A., Lettenmaier, D. P. and Sheffield, J. 2011. Soil moisture drought in China, 1950–2006. *Journal of Climate*, Vol. 24, No. 13, pp. 3257–3271. doi.org/10.1175/2011JCLI3733.1.

Wang, J., Schleifer, L. and Zhong, L. 2017. *No Water, No Power*. Washington, DC, WRI. www.wri.org/blog/2017/06/no-water-no-power.

Wang, X., Daigger, G., Lee, D. J., Liu, J., Ren, N. Q., Qu, J., Liu, G. and Butler, D. 2018a. Evolving wastewater infrastructure paradigm to enhance harmony with nature. *Science Advances*, Vol. 4, No. 8, eaaq0210. doi.org/10.1126/sciadv.aaq0210.

Wang, R. Q., Mao, H., Wang, Y., Rae, C. and Shaw, W. 2018b. Hyper-resolution monitoring of urban flooding with social media and crowdsourcing data. *Computers & Geosciences*, Vol. 111, pp. 139–147. doi.org/10.1016/j.cageo.2017.11.008.

Water Reuse Europe. 2018. *Water Reuse Europe: Review 2018*. www.water-reuse-europe.org/news-events/wre-activities/water-reuse-europe-review-2018/.

Water UK. 2011. *Sustainability Indicators 2010-2011*. London.

_____. 2016. *Water Resources Long Term Planning Framework (2015–2065)*. Technical Report. Water UK. www.water.org.uk/publication/water-resources-long-term-planning/.

Watts, N., Adger, W. N., Ayeb-Karlsson, S., Bai, Y., Byass, P., Campbell-Lendrum, D., Colbourn, T., Cox, P., Davies, M., Depledge, M., Depoux, A., Dominguez-Salas, P., Drummond, P., Ekins, P., Flahault, A., Grace, D., Graham, H., Haines, A., Hamilton, I., Johnson, A., Kelman, I., Kovats, S., Liang, L., Lott, M., Lowe, R., Luo, Y., Mace, G., Maslin, M., Morrissey, K., Murray, K., Neville, T., Nilsson, M., Oreszczyn, T., Parthemore, C., Pencheon, D., Robinson, E., Schütte, S., Shumake-Guillemot, J., Vineis, P., Wilkinson, P., Wheeler, N., Xu, B., Yang, J., Yin, Y., Yu, C., Gong, P., Montgomery, H. and Costello, A. 2018. The 2018 report of the *Lancet* Countdown on health and climate change: From 25 years of inaction to a global transformation for public health. *The Lancet*, Vol. 392, No. 10163, pp. 2479–2514. doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32464-9.

WBCSD (World Business Council for Sustainable Development). 2009. *Water, Energy and Climate Change: A Contribution from the Business Community*. Geneva, WBCSD. www.wbcsd.org/Programs/Food-Land-Water/Water/Resources/A-contribution-from-the-business-community.

_____. 2017. *Business Guide to Circular Water Management: Spotlight on Reduce, Reuse and Recycle*. Geneva, WBCSD. www.wbcsd.org/Programs/Food-Land-Water/Water/Resources/spotlight-on-reduce-reuse-and-recycle.

WEF (World Economic Forum). 2019. *The Global Risks Report 2019*. Fourteenth Edition. Geneva, WEF. www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2019.

Wendland, C., Yadav, M., Stock, A. and Seager, J. 2017. Gender, women and sanitation. J. B. Rose and B. Jiménez-Cisneros (eds.), *Global Water Pathogen Project. Part 1 The Health Hazards of Excreta: Theory and Control*. East Lansing, Mich., USA/Paris, Michigan State University/UNESCO. doi.org/10.14321/waterpathogens.4.

White, M. 2018. *Watering the Paris Agreement at COP24*. Stockholm International Water Institute (SIWI) blog. www.siwi.org/latest/watering-the-paris-agreement-at-cop24/.

WHO (World Health Organization). 2006. *Guideline for Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater in Agriculture and Aquaculture*. Geneva, WHO. apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/78265/9241546824_eng.pdf;jsessionid=1572CFBF92C0231F2700A0EEF7F4ECE8?sequence=1

_____. 2011. *Guidelines for Drinking-Water Quality*. 4th edition. Geneva, WHO. apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950-eng.pdf?sequence=1

_____. 2012. *Global Costs and Benefits of Drinking-Water Supply and Sanitation Interventions to Reach the MDG Target and Universal Coverage*. Geneva, WHO. www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/globalcosts.pdf.

_____. 2014. *Preventing Diarrhoea through Better Water, Sanitation and Hygiene: Exposures and Impacts in Low- and Middle-Income Countries*. Geneva, WHO. apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/150112/9789241564823_eng.pdf?sequence=1.

_____. 2015a. *Sanitation Safety Planning: Manual for Safe Use and Disposal of Wastewater, Greywater and Excreta*. Geneva, WHO. www.who.int/water_sanitation_health/publications/ssp-manual/en/.

_____. 2015b. *WHO UNFCCC Climate and Health Country Profiles – 2015: A Global Overview*. Geneva, WHO. apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/208855/WHO_FWC_PHE_EPE_15.01_eng.pdf?sequence=1.

_____. 2015c. *Operational Framework for Building Climate Resilient Health Systems*. Geneva, WHO. www.who.int/globalchange/publications/building-climate-resilient-health-systems/en/.

_____. 2016. *Sanitation Safety Planning: Manual for Safe Use and Disposal of Wastewater, Greywater and Excreta*. Geneva, WHO. www.who.int/water_sanitation_health/publications/ssp-manual/en/.

_____. 2017. *Climate-Resilient Water Safety Plans: Managing Health Risk Associated with Climate Variability and Change*. Geneva, WHO. www.who.int/globalchange/publications/climate-resilient-water-safety-plans/en/.

_____. 2018a. *Guidelines on Sanitation and Health*. Geneva, WHO. www.who.int/water_sanitation_health/publications/guidelines-on-sanitation-and-health/en/.

_____. 2018b. *COP24 Special Report: Health and Climate Change*. Geneva, WHO. www.who.int/globalchange/publications/COP24-report-health-climate-change/en/.

_____. 2019a. *Safer Water, Better Health: Costs, Benefits and Sustainability of Interventions to Protect and Promote Health*. Geneva, WHO. apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43840/9789241596435_eng.pdf?sequence=1.

_____. 2019b. *Climate, Sanitation and Health*. Discussion Paper. Geneva, WHO. www.who.int/water_sanitation_health/sanitation-waste/sanitation/sanitation-and-climate-change20190813.pdf?ua=1.

_____. n.d. *Universal Health Coverage*. WHO Global Health Observatory (GHO). apps.who.int/gho/portal/uhc-overview.jsp.

WHO/DFID (World Health Organization/United Kingdom Department for International Development). 2009. *Summary and Policy Implications Vision 2030: The Resilience of Water Supply and Sanitation in the Face of Climate Change*. Geneva, WHO. apps.who.int/iris/handle/10665/44172.

WHO/UNICEF (World Health Organization/United Nations Children's Fund). 2015. *Progress on Sanitation and Drinking Water: 2015 Update and MDG Assessment*. Geneva/New York, WHO/UNICEF. www.unicef.org/publications/index_82419.html.

_____. 2017. *Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines*. Geneva/New York, WHO/UNICEF. www.unicef.org/publications/index_96611.html.

_____. 2018. *JMP Methodology: 2017 Updates and SDG Baselines*. washdata.org/sites/default/files/documents/reports/2018-04/JMP-2017-update-methodology.pdf.

_____. 2019. *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2017. Special focus on inequalities*. New York, UNICEF/WHO. data.unicef.org/resources/progress-drinking-water-sanitation-hygiene-2019/.

Wiggins, E B., Czimczik, C. I., Santos, G. M., Chen, Y., Xu, X., Holden, S. R., Randerson, J. T., Harvey, C. F., Kai, F. M. and Yu, L. E. 2018. Smoke radiocarbon measurements from Indonesian fires provide evidence for burning of millennia-aged peat. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 115, No. 49, pp. 12419–12424. doi.org/10.1073/pnas.1806003115.

Wilby, R. L. 2011. Adaptation: Wells of wisdom. *Nature Climate Change*, Vol. 1, No. 6, pp. 302–303. doi.org/10.1038/nclimate1203.

Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clarck, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Sibanda, L. M., Afshin, A., Chaudhary, A., Herrero, M., Agustina, R., Branca, F., Lartey, A., Fan, S., Crona, B., Fox, E., Bignet, V., Troell, M., Lindahl, T., Singh, S., Cornell, S. E., Reddy, K. S., Narain, S., Nishtar, S. and Murray, C. J. L. 2019. Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, Vol. 393, No. 10170, pp. 447–492. doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4.

Winn, P. 2011. T*ech World Still Shudders after Thai Floods*. Public Radio International (PRI) (16 December 2011). www.pri.org/stories/2011-12-16/tech-world-still-shudders-after-thai-floods.

Winsemius, H. C., Jongman, B., Veldkamp, T., Hallegatte, S., Bangalore, M. and Ward, P. 2015. *Disaster Risk, Climate Change, and Poverty: Assessing the Global Exposure of Poor People to Floods and Droughts*. World Bank Policy Research Working Paper No. 7480. Washington, DC, World Bank. documents.worldbank.org/curated/en/965831468189531165/pdf/WPS7480.pdf.

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T. and Davis, I. 2003. *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. Second edition. London, Routledge.

WMO (World Meteorological Organization). 2015a. *Seamless Prediction of the Earth Systems: From Minutes to Months*. Geneva, WMO. public.wmo.int/en/resources/library/seamless-prediction-of-earth-system-from-minutes-months.

_____. 2015b. *WMO Guidelines on Multi-Hazard Impact-based Forecast and Warning Services*. Geneva, WMO. library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=17257#.XfkjgEF7ncs.

_____. 2016. *Use of Climate Predictions to Manage Risks*. Geneva, WMO and World Health Organization (WHO). library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3310.

_____. 2019. *WMO Statement on the State of the Global Climate in 2018*. Geneva, WMO. library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5789.

WMO/GWP (World Meteorological Organization/Global Water Partnership). 2016. *Handbook of Drought Indicators and Indices* (M. Svoboda and B. A. Fuchs). Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series No. 2. Geneva, WMO/GWP. www.droughtmanagement.info/literature/GWP_Handbook_of_Drought_Indicators_and_Indices_2016.pdf.

Wolf, J., Johnston, R., Hunter, P. H., Gordon, B., Medlicott, K. and Prüss-Ustün, A. 2019. A Faecal Contamination Index for interpreting heterogeneous diarrhea impacts of water, sanitation and hygiene interventions and overall, regional and country estimates of community sanitation coverage with a focus on low- and middle-income countries. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, Vol. 222, No. 2, pp. 270–282. doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.11.005.

Wollenberg, E., Richards, M., Smith, P., Havlík, P., Obersteiner, M., Tubiello, F. N., Herold, M., Gerber, P., Carter, S., Reisinger, A., Van Vuuren, D. P., Dickie, A., Neufeldt, H., Sander, B. O., Wassmann, R., Sommer, R., Amonette, J. E., Falcucci, F., Herrero, M., Opio, C., Roman-Cuesta, R. M., Stehfest, E., Westhoek, H., Ortiz-Monastero, I., Sapkota, T., Rufino, M. C., Thorton, P. K., Verchot, L., West, P. C., Soussana, J.-F., Baedeker, T., Sandler, M., Vermeulen, S. and Campbell, B. M. 2016. Reducing emissions from agriculture to meet the 2°C target. *Global Change Biology*, Vol. 22, No. 12, pp. 3859–3864. doi.org/10.1111/gcb.13340.

World Bank. 2016a. *High and Dry. Climate Change, Water and the Economy*. Washington, DC, World Bank. openknowledge.worldbank.org/handle/10986/23665.

_____. 2016b. *Poverty and Shared Prosperity 2016: Taking on Inequality*. Washington, DC, World Bank. openknowledge.worldbank.org/handle/10986/25078. License: CC BY 3.0 IGO.

_____. 2016c. *Blended Financing for the Expansion of the As-Samra Wastewater Treatment Plant in Jordan*. Washington, DC, World Bank. documents.worldbank.org/curated/en/959621472041167619/pdf/107976-Jordan.pdf.

_____. 2017a. *Beyond Scarcity: Water Security in the Middle East and North Africa*. Overview booklet. Washington, DC, World Bank. openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/27659/211144ov.pdf.

_____. 2017b. *Greenhouse Gases from Reservoirs Caused by Biogeochemical Processes*. Washington, DC, World Bank. doi.org/10.1596/29151.

_____. 2017c. *Climate Resilience in Africa: The Role of Cooperation around Transboundary Waters*. Washington, DC, World Bank. openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29388.

_____. 2017d. *Results-Based Climate Finance in Practice: Delivering Climate Finance for Low-Carbon Development*. Washington, DC, World Bank Group. documents.worldbank.org/curated/en/410371494873772578/Results-based-climate-finance-in-practice-delivering-climate-finance-for-low-carbon-development.

_____. 2018a. *Assessment of the State of Hydrological Services in Developing Countries*. Washington, DC, World Bank. www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/state-of-hydrological-services_web.pdf.

_____. 2018b. *World Bank Group Announces $200 Billion over Five Years for Climate Action*. Press Release, 3 December 2018. www.worldbank.org/en/news/press-release/2018/12/03/world-bank-group-announces-200-billion-over-five-years-for-climate-action.

_____. 2018c. *Launch of the Global Green Bond Partnership: Scaling Finance for Subnational and Corporate Climate Action through Green Bonds*. Press Release, 13 September 2018. www.worldbank.org/en/news/press-release/2018/09/13/launch-of-the-global-green-bond-partnership.

_____. 2019. *Financing Climate Change Adaptation in Transboundary Basins: Preparing Bankable Projects*. Water Global Practice Discussion Paper. Washington, DC, World Bank. documents.worldbank.org/curated/en/172091548959875335/Financing-Climate-Change-Adaptation-in-Transboundary-Basins-Preparing-Bankable-Projects

World Bank/IFC/MIGA (World Bank/International Finance Cooperation/Multilateral Investment Guarantee Agency). 2016. W*orld Bank Group Climate Change Action Plan 2016-2020*. Washington, DC, World Bank. openknowledge.worldbank.org/handle/10986/24451.

WRI (World Resources Institute). 2019. WRI Aqueduct website. www.wri.org/aqueduct.

WWAP (World Water Assessment Programme). 2012. T*he United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk*. Paris, UNESCO. www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/WWDR4%20Volume%201-Managing%20Water%20under%20Uncertainty%20and%20Risk.pdf.

_____. 2014. T*he United Nations World Water Development Report 2014. Water and Energy*. Paris, UNESCO. www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2014-water-and-energy/.

_____. 2015. *The United Nations World Water Development Report 2015. Water for a Sustainable World*. Paris, UNESCO. unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf.

_____. 2016. *The United Nations World Water Development Report 2016. Water and Jobs*. Paris, UNESCO. www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2016-water-and-jobs/.

_____. 2017. *The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: The Untapped Resource*. Paris, UNESCO. unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247153.

_____. 2019. *The United Nations World Water Development Report 2019: Leaving No One Behind*. Paris, UNESCO. en.unesco.org/themes/water-security/wwap/wwdr/2019.

WWAP/UN-Water (United Nations World Water Assessment Programme/UN-Water). 2018. *The United Nations World Water Development Report 2018. Nature-Based Solutions for Water*. Paris, UNESCO. unesdoc.unesco.org/images/0026/002614/261424e.pdf.

WWC (World Water Council). 2009. *Vulnerability of Arid and Semi-Arid Regions to Climate Change: Impacts and Adaptive Strategies. Perspectives on Water and Climate Change Adaptation*.

_____. 2018. *Ten Actions for Financing Water Infrastructure*. Marseille, France WWC. www.worldwatercouncil.org/en/publications/ten-actions-financing-water-infrastructure.

WWC/GWP (World Water Council/Global Water Partnership). 2018. *Water Infrastructure for Climate Adaptation: The Opportunity to Scale Up Funding and Financing*. Marseille, France WWC. www.worldwatercouncil.org/en/publications/water-infrastructure-climate-adaptation-opportunity-scale-funding-and-financing.

WWC/OECD (World Water Council/Organisation for the Economic Co-operation and Development). 2015. *Water: Fit to Finance? Catalyzing National Growth through Investment in Water Security*. Report of the High Level Panel on Financing Infrastructure for a Water-Secure World. WWC/OECD. www.worldwatercouncil.org/en/publications/water-fit-finance.

WWF (World Wide Fund for Nature). 2018. *Living Planet Report 2018: Aiming Higher*. Gland, Switzerland, WWF. www.worldwildlife.org/pages/living-planet-report-2018.

Yang, S. and Ferguson, S. 2010. Coastal reservoirs can harness stormwater. *Water Engineering Australia*, Vol. 8, pp. 25–27.

Yeleliere, E., Cobbina, S. J. and Duwieijuah, A. B. 2018. Review of Ghana's water resources: The quality and management with particular focus on freshwater resources. *Applied Water Science*, Vol. 8, Art. 93. doi.org/10.1007/s13201-018-0736-4.

Yuan, X., Wang, L. and Wood, E. F. 2018. Anthropogenic intensification of southern Africa flash droughts as exemplified by the 2015/16 season. *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 99, No. 1, pp. S86–S90. doi.org/10.1175/BAMS-D-17-0077.1.

Zandaryaa, S. and Mateo-Sagasta, J. 2018. Organic matter, pathogens and emerging pollutants. J. Mateo-Sagasta, S. Marjani Zadeh and H. Turral (eds.), *More People, More Food, Worse Water? A Global Review of Water Pollution from Agriculture*. Rome/Colombo, Food and Agriculture Organization of the United Nations/International Water Management Institute (FAO/IWMI), pp. 125–138. www.fao.org/3/ca0146en/CA0146EN.pdf.

Zarfl, C., Lumsdon, A. E., Berlekamp, J., Tydecks, L., and Tockner, K. 2015. A global boom in hydropower dam construction. *Aquatic Sciences*, Vol. 77, No. 1, pp. 161–170. doi.org/10.1007/s00027-014-0377-0.

Zgheib, N. 2018. *EBRD and EU to Support Expansion of As Samra Wastewater Treatment Plant in Jordan*. European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) website article. www.ebrd.com/news/2018/ebrd-and-eu-to-support-expansion-of-as-samra-wastewater-treatment-plant-in-jordan-.html.

Zou, X., Li, Y., Li, K., Cremades, R., Gao, Q., Wan, Y. and Qin, X. 2013. Greenhouse gas emissions from agricultural irrigation in China. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, Vol. 20, No. 2, pp. 295–315. doi.org/10.1007/s11027-013-9492-9.

الأُطر والأشكال والجداول

الأطر

الإطار 1.1 التعاريف. 32
الإطار 2.1 المبادرات الرفيعة المستوى التي أطلقها رؤساء الدول والأمم المتحدة 46
الإطار 2.2 التقدم المحرز في الدورة الرابعة والسبعين للجمعية العامة للأمم المتحدة (أيلول/سبتمبر 2019). 47
الإطار 3.1 الخزانات الساحلية باعتبارها أحد خيارات إمدادات المياه للمدن الساحلية 54
الإطار 3.2 خمسون سنة من الاستصلاح المباشر للحصول على المياه الصالحة للشرب في ويندهوك، ناميبيا 56
الإطار 6.1 الزراعة الذكية مناخياً 83
الإطار 6.2 إبراز الملف المتعلق باستخدام مياه الزراعة في عملية مؤتمرات الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ 86
الإطار 6.3 احتمالات العجز والري التكميلي في ظل تقلب المناخ في منطقة شبه قاحلة: منطقة السافانا في توغو 91
الإطار 6.4 الأخذ بأسلوب الضخ بالاستعانة بالطاقة الشمسية 96
الإطار 7.1 الشركات وتغير المناخ 105
الإطار 7.2 أمثلة على الإدارة الدائرية للمياه في المجال الصناعي 109
الإطار 7.3 المجمعات الصناعية المراعية للبيئة 110
الإطار 8.1 استراتيجية كيب تاون التعاونية للمياه في فترة ما بعد الجفاف 116
الإطار 8.2 تحليل نقص المياه في ساو باولو، البرازيل. 119
الإطار 9.1 الوقود الأحيائي. 122
الإطار 9.2 الكيفية التي يؤثر بها تغير المناخ والإدارة المستدامة للأراضي على توافر المياه. 125
الإطار 10.1 المبادرات المناخية–المائية العابرة للحدود والإقليمية – منظور أوروبي. 132
الإطار 10.2 الدروس المستفادة من إدماج التكيف مع تغير المناخ في عمليات التخطيط في حوض تشو – تالاس في كازاخستان وقيرغيزستان 140
الإطار 10.3 تغير المناخ – تعقيد التعاون عبر الحدود وحفزه في منطقة الميكونغ 146
الإطار 11.1 برنامج العمل الوطني للتكيف من أجل تحقيق الأمن المائي المحلي في بوتان 159
الإطار 11.2 إدارة مستجمعات المياه في إطار الحد من مخاطر الكوارث – إصلاح منحدرات أحواض غوناييف، هايتي . . 163
الإطار 12.1 تجنب خسائر الفيضانات في المكسيك 166
الإطار 12.2 أنشطة التخفيف في مجال المياه ومياه الصرف. 168
الإطار 12.3 تجميع المشاريع في الأحواض الأفريقية العابرة للحدود. 169
الإطار 12.4 الصندوق الأخضر للمناخ وإدارة المياه في سري لانكا 171
الإطار 12.5 التمويل الثنائي المتعلق بالمناخ من أجل إدارة المياه في أوغندا وبيرو ونيبال 172
الإطار 12.6 معايير الهياكل الأساسية للمياه المتعلقة بسندات المناخ. 173
الإطار 13.1 شبكة المعلومات الخاصة بالمياه الرامية إلى نقل المعارف بين العلوم والسياسات. 181

الأشكال

الشكل 1 التفاعلات بين المياه والقطاعات الاجتماعية – الاقتصادية الرئيسية الأخرى المتأثرة بتقلب المناخ وتغيره . . 12
الشكل 2 انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ على الصعيد العالمي (1850–2011) 12
الشكل 3 تزايد مستويات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي. 13
الشكل 4 الحالات الشاذة في متوسط درجة الحرارة العالمية فيما يتعلق بخط الأساس 1850–1900 لمجموعات البيانات الخمس لدرجات الحرارة العالمية 13

الشكل 5 متوسط الإسقاطات باستخدام نماذج متعددة في إطار المرحلة 5 من مشروع مقارنة النماذج المتقارنة 14

الشكل 6 متوسط التغير في متوسطات مجموعة النماذج المتعددة الخاصة بالمرحلة الخامسة من مشروع مقارنة النماذج المتقارنة فيما يتعلق بمدى تواتر الأيام الجافة (أيام/السنة) بحلول الفترة 2060–2089، مقارنة بالفترة التاريخية 1960–1989، باستخدام سيناريو القسر الخاص بمسار التركيز النموذجي 8.5 15

الشكل 7 رسم تخطيطي للدورة الهيدرولوجية العالمية في الأنثروبوسين 17

الشكل 8 الإجهاد المائي الأساسي السنوي 19

الشكل 9 التقلب الموسمي 19

الشكل 10 المحاصيل الرئيسية التي تواجه ظروفاً أكثر جفافاً 21

الشكل 11 المحاصيل الرئيسية التي تواجه ظروفاً أكثر رطوبة 21

الشكل 12 عمليات سحب المياه على الصعيد العالمي طوال القرن الماضي 22

الشكل 13 الكوارث الطبيعية العالمية المرتبطة بالطقس حسب نوع الخطر، 1980–2018 23

الشكل 14 تطور التوازن الكتلي فيما يخص 41 نهراً جليدياً مرجعياً ترصدها الدائرة العالمية لمراقبة الكتل الجليدية . . . 27

الشكل 2.1 الربط بين النقاط 40

الشكل 2.2 الهدف 13 من أهداف التنمية المستدامة: الغايات ذات الصلة بالمياه والمعتمدة على المياه 40

الشكل 2.3 المجالات والقطاعات ذات الأولوية المتعلقة بإجراءات التكيف المحددة ضمن عنصر التكيف في المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً التي تم تقديمها 43

الشكل 2.4 الأخطار المناخية الرئيسية المحددة ضمن عنصر التكيف في المساهمات المعتزمة المحددة وطنياً التي تم تقديمها 43

الشكل 2.5 المياه باعتبارها عنصراً للربط فيما بين الالتزامات العالمية المعتمدة في عام 2015 45

الشكل 3.1 أمثلة على الموارد/التكنولوجيات المائية غير التقليدية 55

الشكل 3.2 استهلاك الكهرباء في قطاع المياه حسب العملية، 2014–2040 58

الشكل 4.1 تقييم المخاطر المناخية من القمة إلى القاعدة في مقابل التقييم من القاعدة إلى القمة 63

الشكل 4.2 الإطار المفاهيمي لخطط التأمين ضد الفيضانات المستندة إلى المؤشرات، من التصميم إلى التنفيذ 65

الشكل 6.1 إجراءات الاستجابة المتعلقة بالمياه المتخذة في مجال الزراعة الذكية مناخياً على المستوى المحلي 89

الشكل 6.2 الانبعاثات من الزراعة والحراجة وغيرهما من أشكال استخدام الأراضي 92

الشكل 6.3 انبعاثات غازات الدفيئة من سلاسل الإمداد بالماشية على الصعيد العالمي 93

الشكل 7.1 الإجهاد المائي والمخاطر التي يتعرض لها قطاع الأعمال 100

الشكل 7.2 فئات آثار تغير المناخ الواقعة على الأعمال التجارية 102

الشكل 7.3 المياه وكثافة الطاقة في الصناعات الرئيسية 104

الشكل 7.4 لمحة إرشادية عن البصمة المائية وكثافة الكربون في إنتاج الطاقة، حسب المصدر 106

الشكل 7.5 الإدارة الدائرية للمياه 108

الشكل 7.6 التكيف مع تغير المناخ والاستراتيجية المؤسسية 111

الشكل 8.1 الأعداد التقديرية والمتوقعة لسكان الحضر في العالم، والمناطق الأكثر تقدماً، والمناطق الأقل نمواً، 1950–2050 113

الشكل 8.2 عدد الأشخاص الذين يعيشون في ظل إجهاد مائي في إطار سيناريو خط الأساس 117

الشكل 9.1 المنافع المشتركة للمشاريع المتصلة بالمياه في حافظة الصندوق الأخضر للمناخ 127

الشكل 10.1 تطبيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية، حسب منطقة اللجنة الاقتصادية الإقليمية التابعة للأمم المتحدة . . 131

الشكل 10.2 إعطاء الأولوية في المساهمات المحددة وطنياً لتعزيز الهياكل الأساسية مقابل التعزيز المؤسسي في مجال المياه 133

الشكل 10.3 الإشارة إلى التخطيط المتعلق بالمياه في المساهمات المحددة وطنياً 133
الشكل 10.4 حافظات مشاريع المياه ومقترحاتها والتكاليف المدرجة في المساهمات المحددة وطنياً 134
الشكل 11.1 موقع آلية التنسيق المعنية بتنفيذ المساهمات المحددة وطنياً 157
الشكل 11.2 الإجراءات ذات الأولوية الواردة في المساهمات المحددة وطنياً فيما يتعلق بالتكيف في مجال المياه 158
الشكل 11.3 مهام تحليل القرارات المستنيرة المتعلقة بالمخاطر المناخية ضمن إطار تخطيطي نموذجي 162
الشكل 12.1 نسبة تمويل التخفيف إلى تمويل التكيف، حسب المصدر 167

الجداول

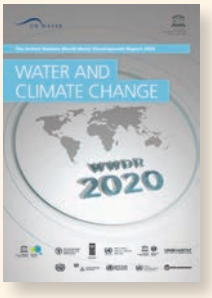
الجدول 3.1 أمثلة على خيارات التكيف مع المناخ فيما يخص نظم محددة من نظم الصرف الصحي 52
الجدول 5.1 الآثار الصحية لخدمات المياه والصرف الصحي غير المأمونة، التي يمكن أن تتفاقم بفعل تغير المناخ 72
الجدول 5.2 عبء المرض الناجم عن عدم كفاية خدمات المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية، لعام 2016 73
الجدول 5.3 الآثار الصحية المترتبة على التعرض لتقلب المناخ وتغيره: المسارات السببية 75
الجدول 5.4 التدابير الرئيسية للتكيف والتخفيف منظمة حسب عناصر النظام الصحي الأساسية 78
الجدول 6.1 تصنيف آثار المناخ على إدارة المياه في النظم الزراعية الرئيسية 84
الجدول 7.1 الطلب الصناعي على المياه، حسب القارة، لعامي 2010 و2050 (سيناريو منتصف الطريق) 99
الجدول 7.2 أمثلة على الآثار التي تخلفها المياه على إنتاج الطاقة 101
الجدول 7.3 مخاطر تغير المناخ بالنسبة لبعض قطاعات الأعمال التجارية الرئيسية 103
الجدول 10.1 لمحة قطرية عن أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى: كيفية معالجة مسألة تغير المناخ المتصل بالمياه من حيث الاستراتيجية والتنفيذ 137
الجدول 10.2 لمحة قطرية عن أوروبا والقوقاز وآسيا الوسطى: كيفية معالجة مسألة تغير المناخ المتصل بالمياه من حيث الاستراتيجية والتنفيذ 139
الجدول 10.3 لمحة قطرية عن أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي: كيفية معالجة مسألة تغير المناخ المتصل بالمياه من حيث الاستراتيجية والتنفيذ 143
الجدول 10.4 لمحة قطرية عن منطقة آسيا والمحيط الهادئ: كيفية معالجة مسألة تغير المناخ المتصل بالمياه من حيث الاستراتيجية والتنفيذ 147
الجدول 10.5 لمحة قطرية عن غرب آسيا وشمال أفريقيا: كيفية معالجة مسألة تغير المناخ المتصل بالمياه من حيث الاستراتيجية والتنفيذ 149

مراجع الصور

الموجز التنفيذي	الصفحة x	© piyaset/iStock/Getty Images
فاتحة	الصفحة 10	© MP cz/Shutterstock.com
الفصل 1	الصفحة 28	© Janisbija/Shutterstock.com
	الصفحة 29	© Fernando.RM/Shutterstock.com
الفصل 2	الصفحة 38	© Drop of Light/Shutterstock.com
الفصل 3	الصفحة 48	© Julio Ricco/Shutterstock.com
	الصفحة 59	US EPA (وكالة حماية البيئة الأمريكية)
الفصل 4	الصفحة 60	© Ihor Serdyukov/Shutterstock.com
	الصفحة 68	© Moses.Cao/Shutterstock.com
الفصل 5	الصفحة 70	© Farizul Hafiz Stock/Shutterstock.com
	الصفحة 79	© Space_krill/Shutterstock.com
الفصل 6	الصفحة 80	© A'Melody Lee/World Bank, www.flickr.com, Creative Commons (CC BY-NC-ND 2.0)
الفصل 7	الصفحة 98	© Avigator Photographer/iStock/Getty Images
الفصل 8	الصفحة 112	© Sakaret/Shutterstock.com
الفصل 9	الصفحة 120	© Tofan Singh Chouhan/Shutterstock.com
	الصفحة 126	© nofilm2011/Shutterstock.com
الفصل 10	الصفحة 128	© Ryan Fletcher/Shutterstock.com
الفصل 11	الصفحة 154	© Holli/Shutterstock.com
الفصل 12	الصفحة 164	© Mariusz Szczygiel/iStock/Getty Images
	الصفحة 174	© TY Lim/Shutterstock.com
الفصل 13	الصفحة 176	NASA, www.flickr.com, Creative Commons (CC BY-NC 2.0)
الفصل 14	الصفحة 182	© chaiyon021/iStock/Getty Images
	الصفحة 204	© handynyah/iStock/Getty Images

ISBN 978-92-3-100309-7
© UNESCO 2019
204 pages
Price: EUR 45.00

التقرير العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2019 بالألوان الكاملة، مع الأطر، والأشكال، والخرائط، والجداول، والملاحظات، والصور، والمراجع، وقائمة الاختصارات والتسميات المختصرة، فضلاً عن تصديرين بقلم كل من المديرة العامة لليونسكو أودري أزولاي، ورئيس آلية الأمم المتحدة للمياه ورئيس الصندوق الدولي للتنمية الزراعية جيلبير ف. أونغبو



ISBN 978-92-3-100371-4
© UNESCO 2020
236 pages
Price: EUR 45.00

التقرير العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2020، بالألوان الكاملة، مع الأطر، والأشكال، والخرائط، والجداول، والملاحظات، والصور، والمراجع، وقائمة الاختصارات والتسميات المختصرة، فضلاً عن تصديرين بقلم كل من المديرة العامة لليونسكو أودري أزولاي، ورئيس آلية الأمم المتحدة للمياه ورئيس الصندوق الدولي للتنمية الزراعية جيلبير ف. أونغبو

لتحميل نسخة من التقرير والمنشورات المرتبطة به بصيغة PDF، والطبعات السابقة من التقرير العالمي عن تنمية الموارد المائية والمواد الإعلامية، يرجى زيارة الموقع التالي: www.unesco.org/water/wwap

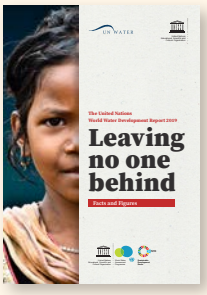
المحتويات الأساسية على ذاكرة USB: التقرير العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2020، والموجز التنفيذي بتسع لغات، وحقائق وأرقام بخمس لغات، والطبعات السابقة من التقرير العالمي عن تنمية الموارد المائية

منشورات مرتبطة بالتقرير

الموجزالتنفيذي للتقرير العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2019

12 صفحة

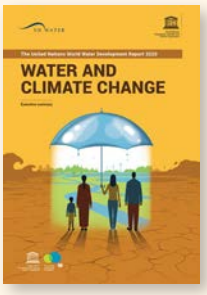
متاح باللغات الإسبانية والألمانية والإنجليزية والإيطالية والبرتغالية والروسية والصينية والعربية والفرنسية والكورية والهندية



حقائق وأرقام من التقرير العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2019

12 صفحة

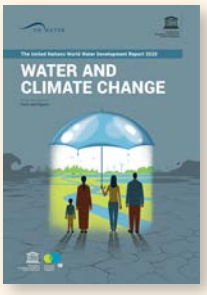
متاح باللغات الإسبانية والإنجليزية والإيطالية والبرتغالية والفرنسية



الموجزالتنفيذي للتقرير العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2020

12 صفحة

متاح باللغات الإسبانية والألمانية والإنجليزية والإيطالية والبرتغالية والروسية والصينية والعربية والفرنسية والكورية والهندية



حقائق وأرقام من التقرير العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2020

16 صفحة

متاح باللغات الإسبانية والإنجليزية والإيطالية والبرتغالية والفرنسية

لتحميل نسخ من هذه الوثائق، يرجى زيارة الموقع التالي: www.unesco.org/water/wwap.

منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة
البرنامج العالمي لتقييم الموارد المائية

تنسق آلية الأمم المتحدة للمياه بين الجهود التي تبذلها الكيانات التابعة للأمم المتحدة والمنظمات الدولية العاملة في مجال القضايا المتعلقة بالمياه والصرف الصحي. وتسعى اللجنة من خلال ذلك إلى زيادة فعالية الدعم المقدَّم للدول الأعضاء فيما يخص جهودها الرامية إلى التوصل إلى اتفاقات دولية بشأن المياه والصرف الصحي. وتستند منشورات آلية الأمم المتحدة للمياه إلى التجارب والخبرات الفنية المتوافرة لدى أعضاء اللجنة وشركائها.

تقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية

تقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية هو التقرير الرئيسي للجنة فيما يتعلق بقضايا المياه والصرف الصحي، ويركز على موضوع مختلف كل عام. وتنشر اليونسكو هذا التقرير باسم لجنة الأمم المتحدة المعنية بالمياه، ويتولى تنسيق أمور إعداده وإصداره برنامج اليونسكو العالمي لتقييم الموارد المائية. ويتيح التقرير فهماً متعمقاً للاتجاهات الرئيسية المتعلقة بحالة مرافق المياه العذبة والصرف الصحي واستخدامها وإدارتها، استناداً إلى العمل الذي يقوم به أعضاء آلية الأمم المتحدة للمياه وشركاؤها. وهذا التقرير، الذي يصدر بالاقتران مع اليوم العالمي للمياه، يزود صانعي القرارات بالمعارف والأدوات اللازمة لوضع وتنفيذ سياسات مستدامة فيما يتصل بالمياه. وهو يطرح كذلك أفضل الممارسات والتحليلات المتعمقة حفزاً للأفكار والإجراءات من أجل تحسين الإدارة في قطاع المياه وخارجه.

التقرير الجامع لعام 2018 عن الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة الخاص بالمياه والصرف الصحي

نُشر التقرير الجامع لعام 2018 عن الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة الخاص بالمياه والصرف الصحي في حزيران/يونيو 2018 قبلَ انعقاد المنتدى السياسي الرفيع المستوى المعني بالتنمية المستدامة، الذي أجرت فيه الدول الأعضاء استعراضاً متعمقاً للهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة. ويقدم التقرير، الذي يمثل موقفا مشتركاً من أسرة الأمم المتحدة، إرشادات لفهم التقدم المحرز على الصعيد العالمي بشأن الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة وأوجه الترابط بينه وبين غيره من الأهداف والغايات.

تقارير مؤشرات الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة

توضح هذه المجموعة من التقارير التقدم المحرز نحو تحقيق الغايات المحددة في إطار الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة باستخدام المؤشرات العالمية لأهداف التنمية المستدامة. وتستند التقارير إلى البيانات القطرية، التي تضطلع بتجميعها والتحقق منها وكالات الأمم المتحدة التي تعمل بمثابة جهات راعية لكل مؤشر.

تقرير آلية الأمم المتحدة للمياه عن التحليل العالمي والتقييم العالمي لخدمات الصرف الصحي ومياه الشرب

تتولى منظمة الصحة العالمية إعداد هذا التقرير وإصداره باسم لجنة الأمم المتحدة المعنية بالموارد المائية. ويقدم التقرير تحديثاً شاملاً لأطر السياسات، والترتيبات المؤسسية، وقاعدة الموارد البشرية، وتدفقات التمويل الدولية والوطنية لدعم الصرف الصحي ومياه الشرب. وهو إسهام جوهري في أنشطة شراكة "الصرف الصحي والمياه للجميع".

التقرير المرحلي لبرنامج الرصد المشترك بين منظمة الصحة العالمية واليونيسيف لإمدادات المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية

يرتبط هذا التقرير بآلية الأمم المتحدة للمياه ويعرض نتائج الرصد العالمي للتقدم المحرز نحو الانتفاع بمياه الشرب المأمونة والميسورة التكلفة، والمرافق الصحية وخدمات النظافة الصحية الكافية والمنصفة. ويستند الرصد إلى نتائج الدراسات الاستقصائية للأسر المعيشية وعمليات التعداد التي تدعمها عادةً مكاتب الإحصاءات الوطنية وفقاً للمعايير الدولية، ويستفيد بصورة متزايدة من مجموعات البيانات الإدارية والتنظيمية الوطنية.

موجزات السياسات والتحليلات

تقدّم موجزات السياسات التي تصدرها لجنة الأمم المتحدة المعنية بالمياه توجيهات قصيرة ومفيدة في مجال السياسات العامة بشأن أكثر المسائل المتصلة بالمياه العذبة إلحاحاً، تستفيد فيها من الخبرة المشتركة لمنظومة الأمم المتحدة. وتقدم الموجزات التحليلية تحليلاً للقضايا الناشئة ويمكن أن تصلح أساساً لإجراء مزيد من البحوث والمناقشات والتوجيه في مجال السياسات العامة في المستقبل.

منشورات آلية الأمم المتحدة للمياه المعتزم إصدارها في عام 2020

- موجز السياسات الصادر عن آلية الأمم المتحدة للمياه بشأن اتفاقيات المياه
- موجز تحليلي لآلية الأمم المتحدة للمياه بشأن الموارد المائية غير التقليدية
- موجز تحليلي للجنة الأمم المتحدة المعنية بالمياه بشأن كفاءة استخدام المياه

تقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية هو التقرير الرئيسي الذي تصدره آلية الأمم المتحدة للمياه بشأن قضايا المياه والصرف الصحي، وهو يركز في كل عام على موضوع مختلف. وتتولى اليونسكو نشر التقرير، باسم الآلية، ويضطلع برنامج اليونسكو العالمي لتقييم الموارد المائية بتنسيق عملية إعداده وإصداره. ويوفر التقرير رؤية متعمقة بشأن الاتجاهات الرئيسية المتعلقة بحالة المياه العذبة وخدمات الصرف الصحي واستخدامها وإدارتها، بالاستناد إلى العمل الذي يقوم به أعضاء آلية الأمم المتحدة للمياه وشركاؤها. والتقرير، الذي يصدر بالاقتران مع اليوم العالمي للمياه، يزود صانعي القرار بالمعارف والأدوات اللازمة لصياغة وتنفيذ سياسات مستدامة بشأن المياه. وهو يطرح كذلك أفضل الممارسات والتحليلات المتعمقة حفزاً للأفكار والإجراءات من أجل الارتقاء بالإدارة في قطاع المياه وغيره من القطاعات.

وتبين طبعة عام ٢٠٢٠ من التقرير العالمي عن تنمية الموارد المائية، التي تحمل عنوان "المياه وتغير المناخ"، الروابط البالغة الأهمية التي تربط بين المياه وتغير المناخ في سياق برنامج التنمية المستدامة الأعمّ. ويقدم التقرير، الذي تدعمه أمثلة من جميع أنحاء العالم، وصفاً لكل من التحديات التي يفرضها تغير المناخ والفرص التي يتيحها، ويعرض إجراءات يمكن اتخاذها على صعيد الاستجابة - من حيث التكيف والتخفيف وتحسين القدرة على الصمود - من خلال تعزيز إدارة الموارد المائية، وتخفيف المخاطر المتعلقة بالمياه، وتحسين سبل حصول الجميع على إمدادات المياه وخدمات الصرف الصحي بطريقة مستدامة. وهو يتناول العلاقات المتداخلة بين المياه والناس والبيئة والاقتصاد في ظل مناخ متغير، ويوضح الكيفية التي يمكن بها لتغير المناخ أن يكون حافزاً إيجابياً على تحسين إدارة المياه وحوكمتها وتمويلها من أجل إيجاد عالم مستدام ومزدهر للجميع.

ويقدم التقرير مساهمة لقاعدة المعارف المتعلقة بتغير المناخ تركز على المياه وتستند إلى الحقائق. وهو مكمِل للتقييمات العلمية القائمة ومصمَّم لدعم الأطر السياسية الدولية، بهدف مساعدة الأوساط المعنية بالمياه على التصدي للتحديات التي يطرحها تغير المناخ، وإطلاع الأوساط المعنية بتغير المناخ على الفرص التي يوفرها تحسين إدارة المياه من حيث التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره.

مؤسسة سلطان بن عبد العزيز آل سعود الخيرية
Sultan Bin Abdulaziz Al-Saud Foundation

صدر هذا المنشور باللغة العربية بفضل المساهمة السخية التي قدمتها مؤسسة سلطان بن عبد العزيز آل سعود الخيرية – المملكة العربية السعودية.

قامت بتمويل هذا المنشور حكومة إيطاليا ومنطقة أومبريا.

منطقة أومبريا