



# الاستفادة من أفضل الممارسات والابتكارات والتكنولوجيات لتوجيه العمل المناخي، وبناء نُظُم زراعية مرنة ومستدامة





ازدهار البلدان كرامة الإنسان



## رؤيتنا

طاقات وابتكار، ومنطقتنا استقرار وعدل وازدهار

## رسالتنا

بشَقف وعزم وعَمَل: نبتكر، ننتج المعرفة، نقدّم المشورة،  
نبني التوافق، نواكب المنطقة العربية على مسار خطة عام 2030.  
يداً بيد، نبني غداً مشرقاً لكلّ إنسان.

---

# الاستفادة من أفضل الممارسات والابتكارات والتكنولوجيات لتوجيه العمل المناخي، وبناء نُظُم زراعية مرنة ومستدامة

---

© 2022 الأمم المتحدة  
حقوق الطبع محفوظة

تقتضي إعادة طبع أو تصوير مقتطفات من هذه المطبوعة الإشارة الكاملة إلى المصدر.

توجه جميع الطلبات المتعلقة بالحقوق والأذون إلى اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، البريد الإلكتروني: [publications-escwa@un.org](mailto:publications-escwa@un.org).

النتائج والتفسيرات والاستنتاجات الواردة في هذه المطبوعة هي للمؤلفين، ولا تمثل بالضرورة الأمم المتحدة أو موظفيها أو الدول الأعضاء فيها، ولا ترتب أي مسؤولية عليها.

ليس في التسميات المستخدمة في هذه المطبوعة، ولا في طريقة عرض مادتها، ما يتضمن التعبير عن أي رأي كان من جانب الأمم المتحدة بشأن المركز القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو لسلطات أي منها، أو بشأن تعيين حدودها أو تخومها.

الهدف من الروابط الإلكترونية الواردة في هذه المطبوعة تسهيل وصول القارئ إلى المعلومات وهي صحيحة في وقت استخدامها. ولا تتحمل الأمم المتحدة أي مسؤولية عن دقة هذه المعلومات مع مرور الوقت أو عن مضمون أي من المواقع الإلكترونية الخارجية المشار إليها.

جرى تدقيق المراجع حيثما أمكن.

لا يعني ذكر أسماء شركات أو منتجات تجارية أن الأمم المتحدة تدعمها.

المقصود بالدولار دولار الولايات المتحدة الأمريكية ما لم يُذكر غير ذلك.

تتألف رموز ووثائق الأمم المتحدة من حروف وأرقام باللغة الإنكليزية، والمقصود بذكر أي من هذه الرموز الإشارة إلى وثيقة من وثائق الأمم المتحدة.

مطبوعات للأمم المتحدة تصدر عن الإسكوا، بيت الأمم المتحدة، ساحة رياض الصلح، صندوق بريد: 11-8575، بيروت، لبنان.

الموقع الإلكتروني: [www.unescwa.org](http://www.unescwa.org).

# تمهيد

تؤثر ظاهرة تغيّر المناخ بشكل مباشر على القطاع الزراعي في المنطقة العربية. وقد انخرطت دول المنطقة في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ وفي اتفاق باريس، حيث وقّعت حتى الآن جميع الدول العربية على الاتفاق ووافقت عليه، باستثناء العراق وليبيا واليمن. والأهم من ذلك أن قطاع الزراعة ومن خلال عمل كورونيڤيا المشترك بشأن الزراعة في عام 2017 بات جزءاً لا يتجزأ من اتفاق باريس للحد من الانبعاثات. أي أن المنطقة العربية تشهد الآن فرصة فريدة من نوعها للحاق بالزخم العالمي وتلبية الدعوة الدولية للعمل نحو التعافي المستدام.

تهدف هذه الوثيقة إلى إرشاد البلدان بشأن فوائد التكيّف والتخفيف من خلال استعمال التكنولوجيا وممارسات تعزيز إدارة المياه والأراضي والإنتاج الحيواني التي يمكن العمل بها من أجل قطاع زراعي أكثر مرونة.

# شكر وتقدير

أَعَدَّ هذا التقرير الدكتور هادي جعفر، رئيس قسم الزراعة في الجامعة الأميركية في بيروت، بالتعاون مع فريق بحثه وفريق من مجموعة تغيّر المناخ واستدامة الموارد الطبيعية في الإسكوا. فريق الإسكوا رأسته رئيسة المجموعة السيدة كارول شوشاني شرفان، وضم السيدة ريم نجاوي، والسيد طارق صادق، والسيدة جولي أبو عرب، والسيدة مايا عطية، والسيدة ليال جدعون. وغطت الحكومة السويدية تكاليف إعداد هذا التقرير عن طريق الوكالة السويدية للتعاون الدولي في مجال التنمية.

# الرسائل الرئيسية

ينبغي للسياسات أن تيسّر التعاون المنسق بين البلدان العربية على المستويات السياسي والمؤسسي والتقني، بما يتيح الاستفادة من المنصات والمعارف القائمة لتقييم ومعالجة أثر التكنولوجيات على قابلية التأثر بتغيّر المناخ، ودراسة قابليتها للتوسع والقدرة على تحمل تكاليفها في مختلف النظم البيئية الاجتماعية والاقتصادية والطبيعية في المنطقة.



ينبغي أن تلائم التكنولوجيات المنطقة و/أو البلد حيث يُقترح العمل بها.



يجب استهداف المستهلكين والمنتجين وأصحاب المصلحة وصناع القرار لبناء قدراتهم من خلال توفير خدمات مكثفة في مجال المعرفة والإرشاد والإدارة والخدمات الإرشادية.



يتيح تغيّر المناخ فرصة واضحة لإعادة النظر في أوجه عدم المساواة بين الجنسين وإشراك الرجال والنساء على السواء في وضع حلول مبتكرة للمشاكل البيئية المشتركة.



# المحتويات

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| تمهيد                                                                               | 3  |
| شكر وتقدير                                                                          | 4  |
| الرسائل الرئيسية                                                                    | 5  |
| مقدمة                                                                               | 9  |
| 1. تعزيز إدارة المياه                                                               | 14 |
| ألف. الأثر على المناخ                                                               | 15 |
| باء. التحول إلى المياه الرقمية                                                      | 17 |
| جيم. دراسة حالة 1 - تطبيق الهاتف المحمول لإدارة المياه - AgSAT                      | 19 |
| دال. دراسة حالة 2 - أنظمة الري الذكية من آلة إلى آلة                                | 21 |
| هاء. دراسة حالة 3 - جمع المياه على نطاق واسع                                        | 22 |
| 2. تعزيز إدارة الأراضي                                                              | 24 |
| ألف. الأثر على المناخ                                                               | 24 |
| باء. الإدارة الذكية مناخياً للتربة لتحسين الأراضي الزراعية                          | 26 |
| جيم. دراسة حالة: الحراثة الحافظة للتربة والزراعة الحافظة للموارد                    | 28 |
| 3. تعزيز الإنتاج الحيواني                                                           | 32 |
| ألف. تأثير تغير المناخ على نظم الثروة الحيوانية                                     | 32 |
| باء. الأثر على المناخ                                                               | 32 |
| جيم. حل ذكي مناخياً لتحسين إنتاجية الثروة الحيوانية                                 | 34 |
| دال. دراسة حالة 1 - استخدام GLEAM (النموذج العالمي للتقييم البيئي للثروة الحيوانية) | 39 |
| هاء. دراسة حالة 2 - التبريد الشمسي للحليب - تونس                                    | 41 |
| الاستنتاجات                                                                         | 43 |
| الحواشي                                                                             | 45 |

## قائمة الجداول

- الجدول 1.** النسبة المئوية للمنطقة العربية مقسمة إلى مجموعات حسب قابلية التأثر بتوافر المياه ..... 15
- الجدول 2.** النسبة المئوية للمنطقة العربية مقسمة إلى مجموعات حسب قابلية التأثر بتوافر المياه للمحاصيل ..... 24
- الجدول 3.** الجدوى الاقتصادية للزراعة الحافظة للموارد كما قيست في محافظتين سورييتين، 2009-2014 ..... 30
- الجدول 4.** التغيرات في الخواص الكيميائية للتربة في الجمهورية العربية السورية على مدى ثلاثة مواسم متتالية (2011-2014) في إطار الزراعة الحافظة للموارد؛ SOM = المواد العضوية في التربة، N = النيتروجين في التربة، P = الفوسفور في جزء في المليون، K = البوتاسيوم في جزء في المليون ..... 30
- الجدول 5.** النسبة المئوية للمنطقة العربية مقسمة إلى مجموعات حسب قابلية التأثر بتوافر المياه للثروة الحيوانية ..... 33

## قائمة الأشكال

- الشكل 1.** متوسط هطول الأمطار السنوي في المنطقة العربية، 1986-2005 ..... 9
- الشكل 2.** متوسط حصص القطاعات من مجموع المياه المسحوبة في المنطقة العربية (بالنسبة المئوية) خلال الفترة 2018-2020 ..... 11
- الشكل 3.** النسبة المئوية للسكان القادرين على الحصول على مياه الشرب في المنطقة العربية ..... 11
- الشكل 4.** متوسط التغيرات في هطول الأمطار السنوي (ملم/الشهر) لمنتصف ونهاية القرن لمجموعة من ثلاثة إسقاطات حسب مسار التركيز التمثيلي 4.5 ومسار 8.5 مقارنة بالفترة المرجعية ..... 12
- الشكل 5.** فهم التفاعلات بين تغير المناخ وتدابير التكيف والتخفيف في قطاع الزراعة، والتكيف مع خصائص النظام الإيكولوجي في مجال إدارة المياه، باللغة الأهمية لمعالجة العلاقة بين تغير المناخ والإنسان ..... 14
- الشكل 6.** توافر المياه - الفترة المرجعية - قابلية التأثر ..... 16
- الشكل 7.** توافر المياه - مسار التركيز التمثيلي 4.5 لمنتصف القرن - قابلية التأثر ..... 16
- الشكل 8.** واجهة AgSAT ولقطات للتطبيق توضح بالتفصيل إجراءات الحصول على النتائج (المصدر: واجهة تطبيق AgSAT) ..... 20
- الشكل 9.** مخطط يبين كيفية عمل نظام ري ذكي من آلة إلى آلة والتحكم به، يُطبق في مركز تطوير البحوث وتمكين المجتمعات المحلية التابع للجامعة الأمريكية في بيروت لبنان والمستخدم لري الزعفران ..... 22
- الشكل 10.** جدوى تشييد سدود تغذية المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية ..... 23
- الشكل 11.** توافر المياه للمحاصيل - الفترة المرجعية - قابلية التأثر ..... 25
- الشكل 12.** توافر المياه للمحاصيل - مسار التركيز التمثيلي 4.5 لمنتصف القرن - قابلية التأثر ..... 25
- الشكل 13.** تكنولوجيايات الإدارة المستدامة للأراضي للتكيف مع تغير المناخ في مجال الزراعة. العديد من هذه الممارسات من شأنه كذلك التخفيف من آثار تغير المناخ ..... 26
- الشكل 14.** الإنتاجية وكفاءة استخدام مياه الأمطار لأربعة أنواع من المحاصيل في إطار الزراعة البعلية في الجمهورية العربية السورية خلال موسم النمو 2008-2009، وفقاً بتأثيرها بالزراعة الحافظة للموارد والزراعة التقليدية للحث ..... 29

- الشكل 15. أثر الزراعة الحافظة للموارد على استهلاك الوقود لثلاثة محاصيل مختلفة في الجمهورية العربية السورية..... 29
- الشكل 16. توافر المياه للثروة الحيوانية - الفترة المرجعية - قابلية التأثير..... 33
- الشكل 17. توافر المياه للثروة الحيوانية - مسار التركيز التمثيلي 4.5 لمنتصف القرن - قابلية التأثير..... 34
- الشكل 18. الرعي بالتناوب بأسلوب فتح البوابات ..... 35
- الشكل 19. مساهمة المنتجات الحيوانية في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (كجم ثاني أكسيد الكربون/كجم من البروتين)..... 37
- الشكل 20. العمل المناخي من أجل الثروة الحيوانية..... 38
- الشكل 21. المدخلات المطلوبة والوحدات الرئيسية وتدفق الحسابات لنموذج GLEAM..... 39
- الشكل 22. تبريد الحليب بالطاقة الشمسية في سيدي بوزيد - تونس ..... 41

## قائمة الأطر

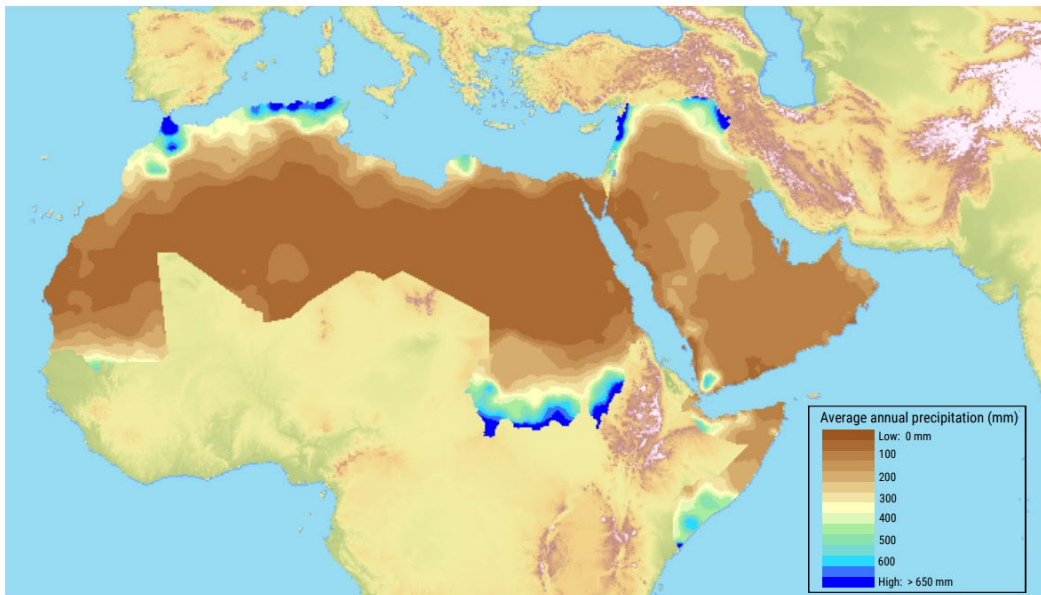
- الإطار 1. الاستشعار في إدارة المياه ..... 18
- الإطار 2. تخفيف الإجهاد الحراري ..... 35
- الإطار 3. مكان دراسة الحالة - منفوليا ..... 40

# مقدمة

ويلقي التوسع العمراني المتزايد ومعدلات النمو السكاني المرتفعة التي يتجاوز متوسطها 2.2 في المائة سنوياً بثقلهما على الموارد الطبيعية بالتزامن مع ارتفاع الطلب على الغذاء. ويشكل النمو السكاني أحد الأسباب الرئيسية لزيادة الطلب على المياه في المنطقة، حيث تضم المنطقة العربية 444.81 مليون نسمة، يشكلون نحو 5.6 في المائة من سكان العالم. ويتركز ثمانون في المائة من سكان المنطقة في ثمانية بلدان هي: الجزائر، والجمهورية العربية السورية، والسودان، والعراق، ومصر، والمغرب، والمملكة العربية السعودية، واليمن. ومن المتوقع أن يصل عدد سكان المنطقة إلى 586 مليون نسمة بحلول عام 2030 و731 مليون نسمة بحلول عام 2050<sup>5</sup>. وفي الوقت نفسه، يتسبب التدهور البيئي وتغيّر المناخ بضغطٍ هائلٍ على

أخفقت الثورة الخضراء في تحقيق أهداف الأمم المتحدة الإنمائية للألفية المتمثلة في خفض نسبة السكان الذين يعانون من الجوع إلى النصف بحلول عام 2015 في المناطق التي تعاني من ندرة المياه، مثل المنطقة العربية. وتتسم معظم هذه المنطقة بمحدودية الأراضي الصالحة للزراعة (أقل من 4.5 في المائة من المساحة الإجمالية في المتوسط)<sup>1</sup>، وقلة موارد المياه المتجددة (أقل من 275 متر مكعب للفرد في السنة في المتوسط)<sup>2</sup> والظروف المناخية شبه القاحلة أو القاحلة. وتشكل الزراعة البعلية ما نسبته حوالي 85 في المائة من الأراضي الصالحة للزراعة، وتتسم الظروف المناخية بتفاوت هطول الأمطار وعدم إمكانية التنبؤ به<sup>3</sup>. ويبلغ متوسط هطول الأمطار السنوي في دول جنوب البحر الأبيض المتوسط أقل من 1,000 ملم، وهو أقل بكثير من إمكانات التبخر (الشكل 1)<sup>4</sup>.

**الشكل 1. متوسط هطول الأمطار السنوي في المنطقة العربية، 1986-2005**



المصدر: - United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA) and others, Arab Climate Change Assessment Report – Main Report, E/ESCWA/SDPD/2017/RICCAR/Report (Beirut, Economic and Social Commission for Western Asia, 2017)

المحاصيل مع تغيّر المناخ. وأحد الأساليب الهامة لتحسين مرونة إنتاج الغذاء قد يتمثل في إدماج التكنولوجيات الجديدة والمتقدمة في سلسلة القيمة. إن الري باستخدام تطبيقات الري الذكية، وتحسين تطبيقات الأسمدة بناءً على الاحتياجات المحلية التي ترصدها أجهزة الاستشعار، وأنشطة الرش الموجهة باستخدام الطائرات بدون طيار، وحصاد المحاصيل الناضجة باستخدام الحصادات الموجهة بالذكاء الاصطناعي كلها أمثلة على الممارسات التكنولوجية الواعدة للحفاظ على الموارد الطبيعية، والحد من الأضرار البيئية، وزيادة المحاصيل.

الموارد الطبيعية اللازمة للزراعة. إن تواضع قاعدة الموارد الطبيعية في المنطقة وضعفها، فضلاً عن تناقص الإنتاجية، يحد بشدة من الإمدادات الغذائية، مما يؤدي إلى الاعتماد الكبير على الواردات ويعرضها لخطر زيادة أسعار الغذاء وتقلبها عالمياً، وغير ذلك من العوامل الخارجية.

التصدي للعديد من هذه التحديات سيتطلب إحداث تغييرات تبدّل من حال الممارسات الزراعية القائمة. فعلى سبيل المثال، من المهم لدى اتخاذ القرارات وإدارة الموارد المائية والزراعية وموارد الأراضي استخدام المعلومات والتكنولوجيات الحديثة بهدف تكييف إنتاج

## نظرة فاحصة في مجموعات البلدان التي تواجه تحديات خطيرة في المنطقة العربية

التحديات البيئية الحرجة التي تهدد استقرار المنطقة على المدى الطويل.

وتواجه المنطقة العربية تحديات خطيرة في ظل العراقيل التي تزيد من تأثيرها بمخاطر تغيّر المناخ. تتعدد هذه العراقيل وقد تشمل عوامل سياسية مثل النزاعات، وعوامل تقنية مثل عدم توافر بنية تحتية كافية لمعالجة مياه الصرف الصحي وتقادم البنية التحتية، وعوامل مؤسسية مثل عدم إنفاذ اللوائح التنظيمية الهادفة إلى الحد من تلوث المياه ومن سوء إدارتها، فضلاً عن العوامل الطبيعية مثل اعتماد الإنتاج الزراعي بشكل أساسي على الأمطار بالإضافة إلى اعتماده في الغالب على موارد المياه الجوفية غير المتجددة، والعوامل السلوكية مثل الإفراط في استخراج الموارد واستخدامها على نحو غير مستدام.

تمتد المنطقة العربية على مساحة تبلغ حوالي 1,2 مليار هكتار، وتشكل حوالي 10 في المائة من إجمالي مساحة الأراضي في العالم<sup>6</sup>. وصُنّفت بلدان المنطقة ضمن خمس مجموعات رئيسية. هذه المجموعات هي مجلس التعاون الخليجي، ويشمل الإمارات العربية المتحدة والبحرين وعمان وقطر والكويت والمملكة العربية السعودية. ومجموعة أقل البلدان العربية نمواً وهي جزر القمر وجيبوتي والسودان والصومال وموريتانيا. والبلدان العربية متوسطة الدخل وهي الأردن وتونس والجزائر ولبنان والمغرب ومصر. والبلدان العربية التي تشهد نزاعات وهي الجمهورية العربية السورية والعراق ودولة فلسطين وليبيا واليمن. وعلى الرغم من التباين ما بين الدول العربية على صعيد الجغرافيا والموارد الطبيعية وعلى مستوى السياسة والدخل، تشترك العديد منها في ذات السياق من ناحية

## الموارد المائية المحدودة

تلك في دول مجلس التعاون الخليجي، حيث تتراوح بين 500 إلى 1700 متر مكعب للفرد في السنة<sup>9</sup>. وكما هو مبين في الشكل 2، يستهلك قطاع الزراعة أكبر كمية من المياه في جميع المناطق الفرعية.

وتسجّل أقل البلدان العربية نمواً والبلدان التي تشهد نزاعات أدنى المستويات في القدرة على الحصول على مياه الشرب المأمونة، ويمثل سكان الريف الفئة الأكثر عرضة للتأثر بذلك. ولا يحصل سوى 52 في المائة من مجموع السكان في أقل البلدان العربية نمواً على مياه الشرب المأمونة (الشكل 3).

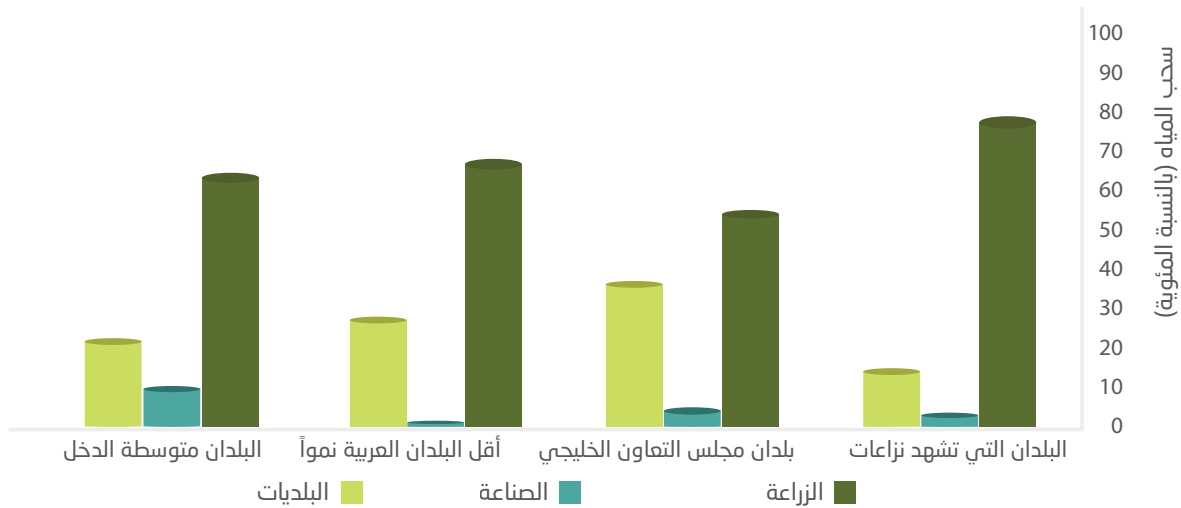
إن 60 في المائة من موارد المياه السطحية في المنطقة مصدرها من خارج حدودها<sup>7</sup>. ونتيجة لذلك، تُعدّ المنطقة العربية واحدة من أكثر مناطق العالم التي تعاني من شح المياه، وتتعرض مصادر المياه العذبة المتجددة فيها إلى مستويات عالية من الإجهاد المائي وذلك بدرجات متفاوتة ضمن مناطقها الفرعية وعبر دولها. وتغلب في ليبيا ودول مجلس التعاون الخليجي مستويات عالية من الإجهاد المائي، وخاصة الإمارات العربية المتحدة والكويت والمملكة العربية السعودية، حيث يتوفر أقل من 500 متر مكعب من موارد المياه العذبة للفرد في السنة<sup>8</sup>. وتقلّ مستويات الإجهاد المائي في لبنان والمغرب وموريتانيا عن

## الموارد الطبيعية المحدودة

بالحصاد وما بعد الحصاد. ونتيجة لذلك، فإن نصيب الفرد من انبعاثات غازات الدفيئة في المنطقة العربية أخذ في الارتفاع. وحتى الآن، تماثل انبعاثات غازات الدفيئة العربية المتوسط العالمي لعام 2013، مع تسجيل أعلى انبعاثات تراكمية في الإمارات العربية المتحدة ومصر والمملكة العربية السعودية. وبالإضافة إلى ذلك، يتسبب القطاع

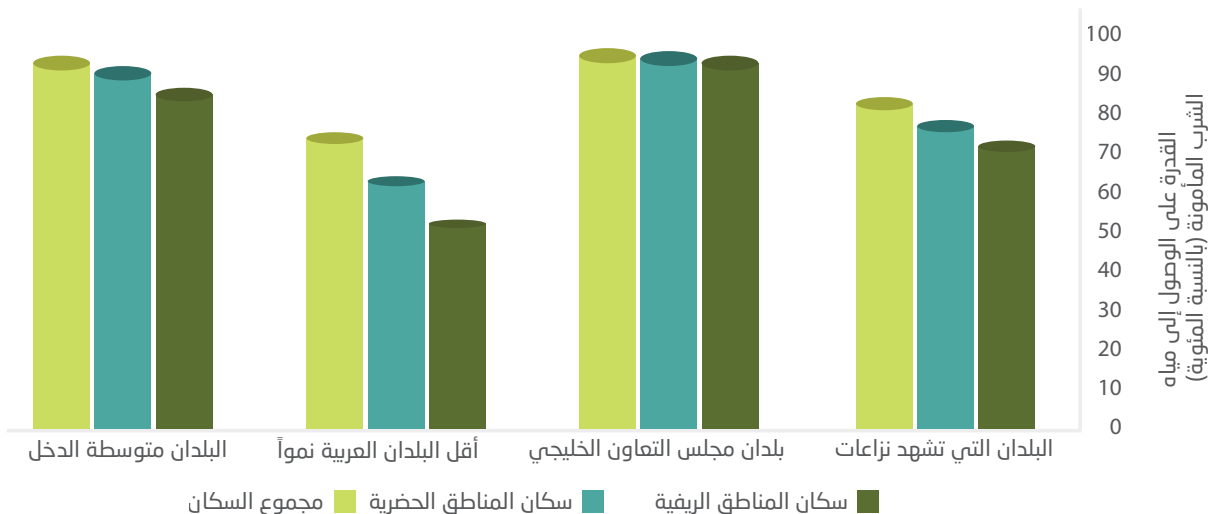
تبلغ نسبة الأراضي الصالحة للزراعة في المنطقة العربية أقل من 5 في المائة، ونظراً للظروف المناخية الجافة يتم اعتماد معظم هذه الأراضي على الري لإنتاج الغذاء<sup>10</sup>. ويتسبب استخدام التكنولوجيات التقليدية القائمة على الوقود بزيادة انبعاثات غازات الدفيئة من خلال استهلاك الطاقة للرش والري وغيرها من الأنشطة الزراعية والممارسات المرتبطة

**الشكل 2. متوسط حصص القطاعات من مجموع المياه المسحوبة في المنطقة العربية (بالنسبة المئوية) خلال الفترة 2018-2020**



المصدر: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), AQUASTAT Core Database, 2020 (accessed on 18 October 2021).

**الشكل 3. النسبة المئوية للسكان القادرين على الحصول على مياه الشرب في المنطقة العربية**



المصدر: FAO, AQUASTAT Core Database, 2020 (accessed on 18 October 2021).

وقد تكلف المنطقة ما بين 6 و14 في المائة من الناتج المحلي الإجمالي بحلول عام 2050<sup>14</sup>.

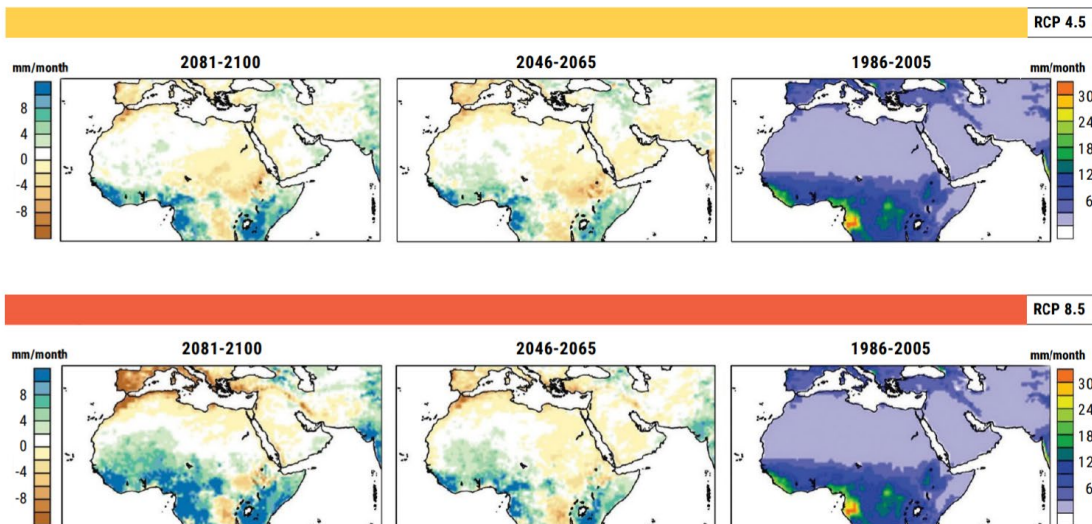
وقد أجبرت الموارد الطبيعية المحدودة الدول العربية، وخاصة دول مجلس التعاون الخليجي، على استيراد أكثر من نصف احتياجاتها الغذائية الأساسية، وتشكل المنتجات الحيوانية النسبة الأكبر من الواردات الغذائية<sup>15</sup>.

إن المنطقة العربية عرضة للتأثر بتغير المناخ نظراً لارتفاع درجات الحرارة فيها أصلاً. وتشير الآفاق المستقبلية إلى أن العديد من البلدان في المنطقة ستعرض إلى زيادة تقديرية في درجة الحرارة في إطار مسار التركيز التمثيلي 4.5 (سيناريو RCP 4.5) بمقدار 1.2 إلى 1.9 درجة مئوية بحلول منتصف القرن، وبمقدار 1.5 إلى 2.3 درجة مئوية بحلول نهاية القرن. وقد ترتفع درجات الحرارة بمقدار 1.7 إلى 2.6 درجة مئوية بحلول منتصف القرن و3.2 إلى 4.8 درجة مئوية بحلول نهاية القرن في إطار سيناريو RCP 8.5<sup>16</sup>. وتقدر التوقعات أيضاً زيادة في حدوث شتى أنواع الظواهر الجوية البالغة الشدة، بدءاً من حرائق الغابات والفيضانات، إلى العواصف الثلجية والجفاف. ومن المتوقع أيضاً أن ينخفض هطول الأمطار السنوي (الشكل 4). بالإضافة إلى ذلك، تسبب عدم الاستقرار السياسي والنزاعات على مدى عدة سنوات في أزمة لاجئين تشمل ما يزيد عن 7.8 مليون شخص<sup>17</sup> يقيم أكثر من ثلثهم في الأردن ولبنان<sup>18</sup> وهو ما تسبب في زيادة الطلب على الموارد الطبيعية المحدودة والخدمات البيئية

الزراعي بأعلى كمية من الانبعاثات في جزر القمر وجيبوتي والسودان والصومال وموريتانيا واليمن، ولكن كمية هذه الانبعاثات أقل بكثير بالمقارنة مع ما تسبب به الزراعة على صعيد العالم من انبعاثات غازات الدفيئة<sup>11</sup>.

لطالما شكّل القطاع الزراعي في البلدان العربية عنصراً هاماً في الاقتصاد وسبل العيش في المنطقة العربية، ولكن بقاءه يعتمد الآن على إجراء تحولات جذرية بسبب نقص المياه، ويهدد هذا الوضع حوالي 70 في المائة من سكان الريف في المنطقة ممن يعتمدون على القطاع الزراعي في معيشتهم، وهو ما يشكل خطراً كبيراً على الاستقرار الاقتصادي والاجتماعي. يضاف إلى ذلك أن 70 في المائة من القطاع الزراعي بعلي، مما يزيد من شدة تأثيره بالظروف المناخية المتغيرة<sup>12</sup>. فالتربة آخذة في التآكل، والمياه الجوفية آخذة في النضوب في العديد من طبقات المياه الجوفية، والمياه السطحية المتجددة آخذة في التراجع من حيث النوعية والكمية. وتهدد الممارسات الزراعية غير المستدامة النظم الإيكولوجية الحرجية الضئيلة أصلاً في المنطقة والتي تغطي أقل من 3 في المائة من الأراضي. ونتيجة لذلك، من المتوقع أن تنخفض القيمة الزراعية بنسبة 20 في المائة بحلول عام 2080<sup>13</sup>، مما سيعرض 5 في المائة من السكان في بعض بلدان العالم العربي لخطر المجاعة. وقد فشلت الجهود المبذولة لزيادة الإنتاجية الزراعية في المنطقة العربية حتى الآن في تحقيق أي نتائج. ومن المتوقع أن يتسبب شح المياه الناجم عن تغير المناخ بخسائر كبيرة،

**الشكل 4. متوسط التغيرات في هطول الأمطار السنوي (ملم/الشهر) لمنتصف ونهاية القرن لمجموعة من ثلاثة إسقاطات حسب مسار التركيز التمثيلي 4.5 ومسار 8.5 مقارنة بالفترة المرجعية**



المصدر: ESCWA and others, Arab Climate Change Assessment Report – Main Report, E/ESCWA/SDPD/2017/RICCAR/Report (Beirut, Economic and Social Commission for Western Asia, 2017).

لتلبية احتياجات العدد المتزايد من السكان. ويتطلب المضي قدماً في التصدي لهذه التحديات اعتماد التكنولوجيات

في إدارة المياه والأراضي والثروة الحيوانية التي يمكن أن تساعد في التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معها.

## الحاجة إلى العمل المناخي من خلال اعتماد التكنولوجيات الملائمة

ولا يزال يتوجب البدء بتطبيق العديد من هذه الحلول أو توسيع نطاقها لزيادة مدى تأثيرها.

من ناحية أخرى، على الرغم من وجود العديد من النُهُج المستدامة لإدارة التربة والأراضي والثروة الحيوانية والمتعددة الفوائد من حيث التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه، ثمة قيود تواجه اعتمادها في السياسات الزراعية. فبالإضافة إلى عدم كفاية اللوائح التنظيمية والعمليات اللازمة لمراقبة عملية إدارة التربة والأراضي، تعوق تنفيذ هذه الحلول الصعوبات التالية: (1) عدم كفاية القدرات التقنية والمعلومات المتعلقة بممارسات الإدارة المستدامة للأراضي والتربة وأثرها على مختلف النُظم الإيكولوجية؛ (2) ونداء نوعية الإرشاد الزراعي في بعض البلدان المتأثرة بالنزاعات؛ (3) وعدم كفاية الموارد المالية في البلدان العربية منخفضة الدخل؛ (4) وعدم تشجيع تنويع المحاصيل لأسباب مختلفة، مثل الصعوبات المرتبطة بالأسواق والإدارة.

ينبغي أن يشمل العمل المناخي في مجالات المياه والأراضي والثروة الحيوانية بناء نُظم تستجيب للمشاكل المحلية الناجمة عن تغير المناخ، مع استنتاجات للمستخدمين المقبلين؛ وإعداد تدابير مؤسسية أو وضع نماذج أعمال لضمان استدامة هذه النُهُج، والتأثير على البيئة الملائمة، بحيث تحظى هذه النُهُج بدعم سياساتي طويل الأجل وتكرّس في أنظمة راسخة، وهو أمر أساسي في هذه العملية.

إن اعتماد النُهُج التي تتسم بالاستخدام المكثف للبيانات والتي توفر مزايا فعلية وواضحة قد يُسهّل على المزارعين اعتماد الحلول المناخية الزراعية العملية. وتتيح هذه النُهُج أيضاً إمكانية الاستفادة من سياسات أكثر استجابة، والحصول على فرص تجارية وعلى الحيز اللازم لتنفيذ المشاريع المجتمعية. بعبارة أخرى، يوفر العمل المناخي القائم على البيانات فرصاً لمختلف الجهات المعنية، وهذا التنوع يجذب مؤسسات متنوعة وقد يضمن دعماً مؤسسياً واسع النطاق. وهذه القدرة على الجذب على نطاق واسع تشكّل عامل نجاح حيويّاً على صعيد العمل المناخي<sup>19</sup>.

وضمن التوازن بين الخصوصية وحقوق ملكية البيانات من جهة وفرص الابتكار التي يوفرها الوصول إلى البيانات من جهة أخرى يعتمد بشكل أساسي على حوكمة البيانات على صعيد التشريعات والمنظمات. إذ أن توفير مساحة للمؤسسات والمنظمات المجتمعية لإنشاء نُظم مترابطة ولا مركزية لإدارة البيانات اللازمة للعمل المناخي الزراعي يتطلب وضع تشريعات استباقية وتوفير الحكومات للدعم والاستثمار.

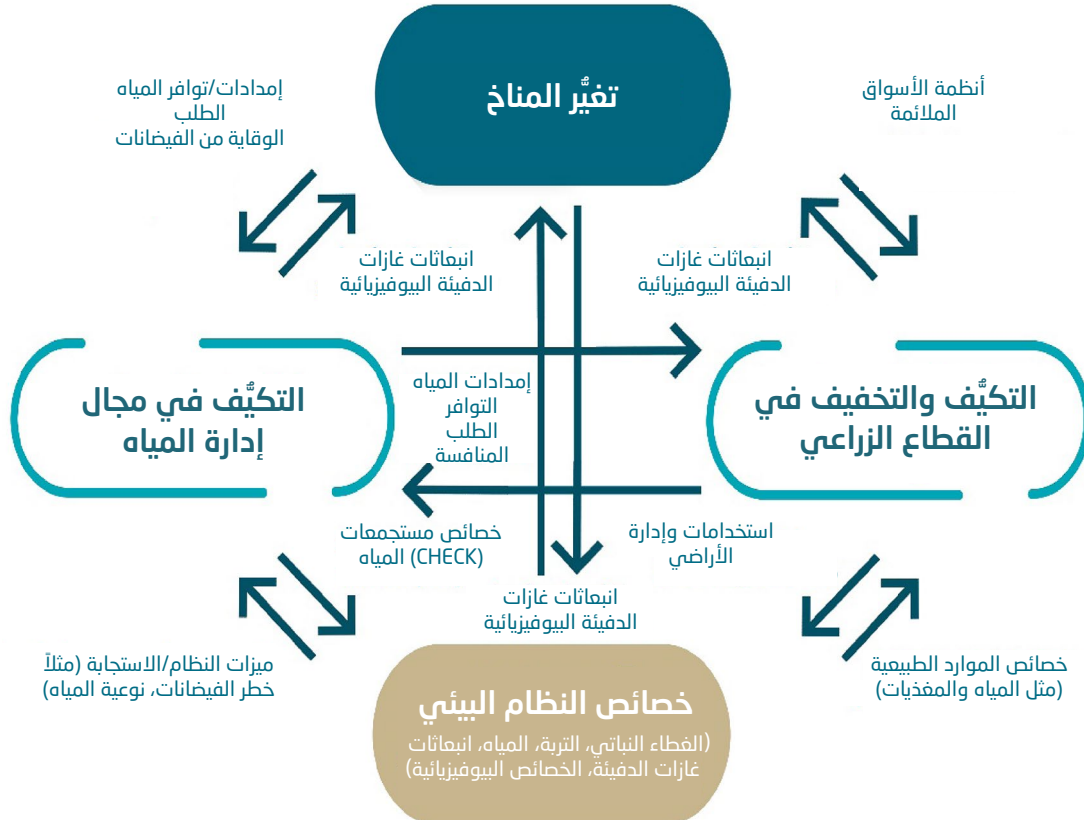
وتأتي التكنولوجيات الرقمية بالكثير من الفوائد التي من شأنها الارتقاء بمستوى إدارة قطاع المياه. ولكن على الرغم من هذه الفوائد، التحديات ما تزال قائمة ولا سيما من ناحية تطبيق هذه التكنولوجيات على نطاق واسع في المنطقة العربية.

# 1. تعزيز إدارة المياه

تعرّض جميع البلدان العربية الساحلية تقريباً، وخاصة بلدان البحر الأبيض المتوسط، لارتفاع منسوب مياه البحر بسبب الاحترار العالمي، مما يزيد من خطر تسرب مياه البحر إلى طبقات المياه الجوفية في هذه المناطق الساحلية. ويبين الشكل 5 التفاعلات بين تغيّر المناخ وممارسات التكيف والتخفيف في إدارة المياه. إن فهم التفاعلات بين تغيّر المناخ وتدابير التكيف والتخفيف في قطاع الزراعة، والتكيف مع خصائص النظام الإيكولوجي في مجال إدارة المياه، أمر بالغ الأهمية لمعالجة العلاقة بين تغيّر المناخ والإنسان.

يتجلّى تغيّر المناخ من خلال توافر الموارد المائية، حيث يتسبب بتفاقم مستويات الإجهاد المائي. ويهدد تكرار حالات الجفاف الإنتاج الزراعي ويؤدي إلى تزايد الطلب على المياه، وهو ما يعني أن معدل توافر المياه في المنطقة العربية يبلغ 600 متر مكعب فقط للفرد سنوياً، وهو أقل من عُشر المتوسط العالمي البالغ 6,500 متر مكعب للفرد سنوياً<sup>20</sup>. ويزيد من حدة ندرة المياه تخصيص نحو 80 في المائة من إجمالي عمليات سحب المياه لقطاع الزراعة<sup>21</sup>، وانخفاض كفاءة الري تقابلها زيادة في الاحتياجات من الطاقة اللازمة لضخ المياه وتحويلها. ويضاف إلى ذلك

**الشكل 5.** فهم التفاعلات بين تغيّر المناخ وتدابير التكيف والتخفيف في قطاع الزراعة، والتكيف مع خصائص النظام الإيكولوجي في مجال إدارة المياه، بالغة الأهمية لمعالجة العلاقة بين تغيّر المناخ والإنسان



المصدر: مقتبس من Pete Falloon and Richard Betts, "Climate impacts on European agriculture and water management in the context of adaptation and mitigation—the importance of an integrated approach", Science of the Total Environment, vol. 408, No. 23, 2010.

## 1. المناطق شديدة التأثير وفق "المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغير المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية" (ريكار)

وتتجلى آثار التغيرات الهيدرولوجية بالنسبة لتدابير التكيف في قطاع الزراعة على شكل انخفاض إمدادات المياه من هطول الأمطار وزيادة الطلب على المياه لأغراض الري في المناطق المتضررة، وهذا من شأنه أن يؤدي إلى زيادة قابلية تأثر الإنتاج. وتتمثل قابلية تأثر تدابير التخفيف الزراعية بالتغيرات الهيدرولوجية على الشكل التالي:

1. انخفاض صافي في الإنتاجية الأولية ومداخلات الكربون وتخزين الكربون فوق سطح الأرض.

2. انخفاض تحلل الكربون في التربة، وتدفق غازات الدفيئة.

3. زيادة في كميات الكربون التي تفقدها التربة عن طريق التعرية بفعل الرياح.

وينبغي أن يسترشد العمل المناخي في المنطقة بقابلية التأثير المتوقعة هذه. كما يتعين السعي إلى فهم الكم الهائل من المعلومات المتاحة من خلال تقارير وبيانات ريكار واستخدامها بشكل أفضل، من حيث تأثيرها على توجيه تدابير التكيف والتخفيف في كل بلد من بلدان المنطقة العربية. وعلى كل بلد أن يركز على معالجة مواطن قابلية تأثره وتحديد أولويات أعماله، مع مراعاة التعقيدات المتأصلة والروابط المتبادلة بين قطاعات المياه والأراضي والثروة الحيوانية في الزراعة.

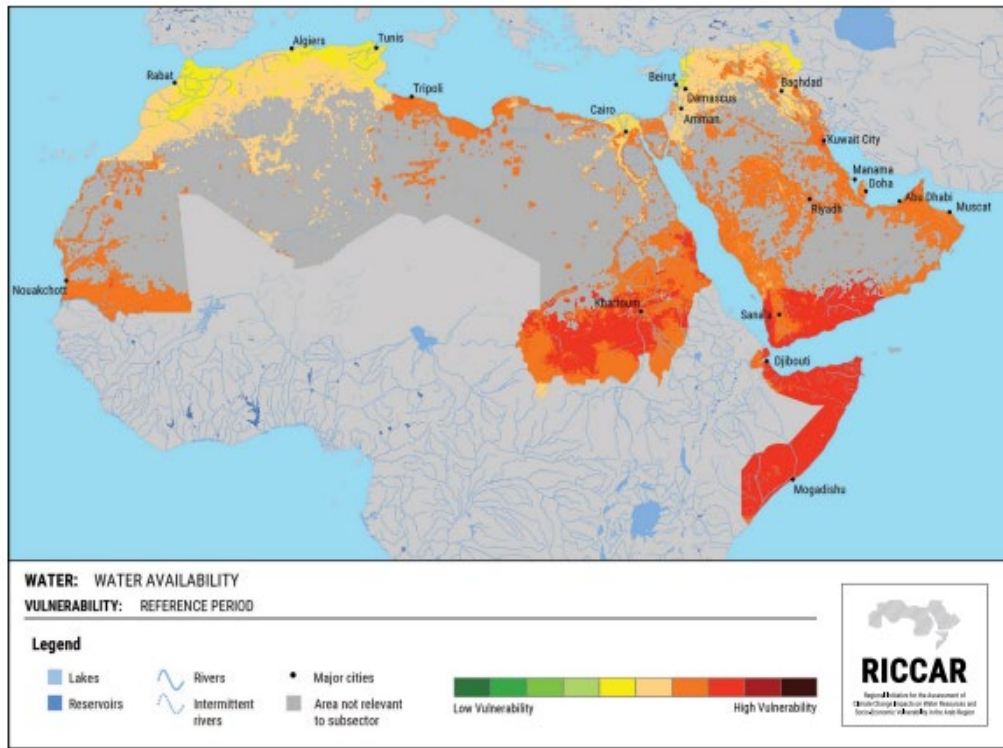
تبين الفترة المرجعية أن 70 في المائة من المنطقة المشمولة بالدراسة تتسم بشدة تأثرها بمدى توافر المياه، بينما تشير المناطق الأخرى إلى مستويات معتدلة من قابلية التأثير. وتتجمع المناطق الأكثر قابلية للتضرر حول جبال مرّة في السودان، وأعالي وادي النيل، ووادي حزموت في جنوب شبه الجزيرة العربية، والقرن الأفريقي. وعلى العكس من ذلك، توجد أدنى مواطن قابلية التأثير في المنطقة العربية في جبال الأطلس والمناطق الساحلية المجاورة لها، والمناطق الساحلية في بلاد الشام، وأعالي بلاد ما بين النهرين (الشكل 6)<sup>22</sup>.

أما بالنسبة للفترات القادمة أو المستقبلية، يُتوقع في منتصف القرن (2046-2065) أن تعاني 43 في المائة (مسار التركيز التمثيلي 4.5) من المنطقة من مستويات عالية من قابلية التأثير (الشكل 7) (الجدول 1). وفي نهاية القرن، ستزداد المناطق الأكثر عرضة للتأثر زيادة طفيفة، حيث ستمثل 48 في المائة (مسار التركيز التمثيلي 4.5) من مساحة المنطقة. وتشمل هذه المواقع وادي النيل الأعلى وجنوب غرب شبه الجزيرة العربية وشمال القرن الأفريقي وذلك بسبب انخفاض قدرتها على التكيف. أما المناطق المتبقية فتظهر مستويات معتدلة من قابلية التأثير. وتشمل المناطق التي تتسم بمستويات منخفضة نسبياً من قابلية التأثير حوض دجلة والفرات ووادي النيل السفلي، بما في ذلك دلتا النيل.

### الجدول 1. النسبة المئوية للمنطقة العربية مقسمة إلى مجموعات حسب قابلية التأثير بتوافر المياه

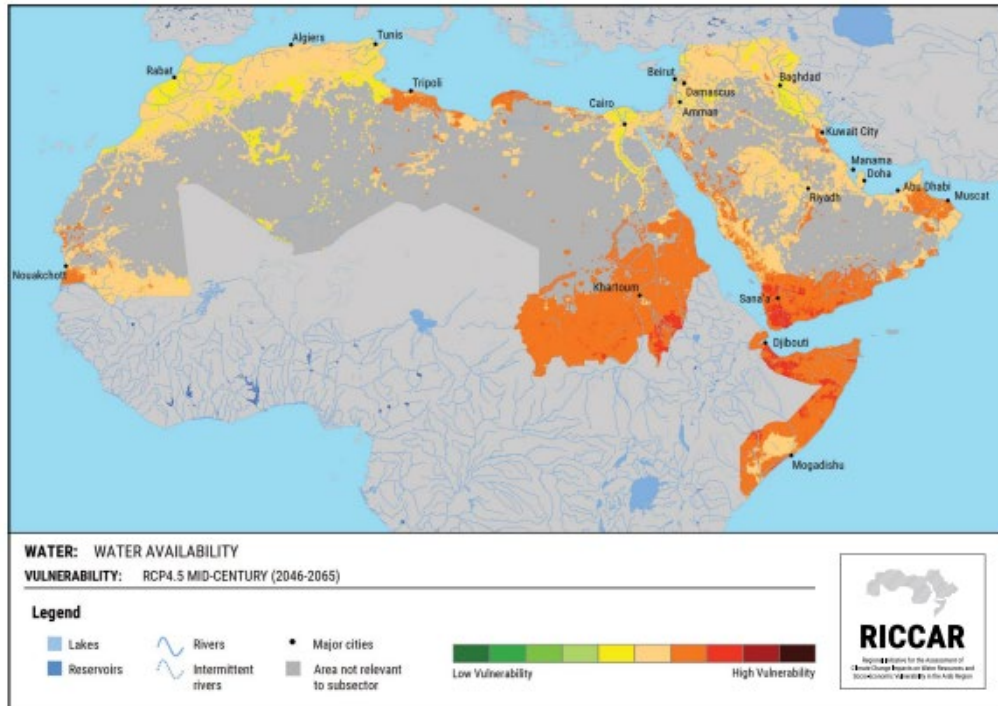
| السيناريو           | قابلية التأثير (النسبة المئوية للمنطقة العربية) |        |        |
|---------------------|-------------------------------------------------|--------|--------|
|                     | متدنية                                          | معتدلة | مرتفعة |
| منتصف القرن 4.5 RCP | 0                                               | 57     | 43     |
| منتصف القرن 8.5 RCP | 0                                               | 48     | 52     |
| نهاية القرن 4.5 RCP | 0                                               | 52     | 48     |
| نهاية القرن 8.5 RCP | 0                                               | 53     | 57     |

الشكل 6. توافر المياه - الفترة المرجعية - قابلية التأثير



المصدر: ESCWA and others, Arab Climate Change Assessment Report – Main Report, E/ESCWA/SDPD/2017/RICCAR/Report (Beirut, Economic and Social Commission for Western Asia, 2017).

الشكل 7. توافر المياه - مسار التركيز التمثيلي 4.5 لمنتصف القرن - قابلية التأثير



المصدر: ESCWA and others, Arab Climate Change Assessment Report – Main Report, E/ESCWA/SDPD/2017/RICCAR/Report (Beirut, Economic and Social Commission for Western Asia, 2017).

## 2. الآثار الناتجة عن اعتماد حلول المياه الرقمية

إن دمج التكنولوجيات الجديدة، مثل حلول المياه الرقمية، مع سلسلة قيمة المياه على كافة المستويات، من مستجمعات المياه إلى البنية التحتية إلى المزارع، يؤدي دوراً مهماً في معالجة المخاطر الإقليمية الكبيرة، ومعالجة ندرة المياه، وفي الوقت نفسه يعزز مرونة المنطقة العربية لتغير المناخ من خلال اعتماد الممارسات المستدامة<sup>23</sup>. ومن شأن هذه التكنولوجيات أن تساعد في:

1. الحد من بصمة المياه والكربون.

2. السيطرة على زيادة تواتر الظروف الجوية القصوى.

3. تحسين القدرة على التكيف من خلال تقييم المخاطر الناشئة والتصدي لها<sup>24</sup>.
4. التقليل من الأضرار البيئية.
5. تحسين إنتاج المحاصيل.
6. الحد من الخسائر الناجمة عن الصدمات المناخية<sup>25</sup>.
7. التقليل من الحاجة إلى الأسمدة، ومطابقة المدخلات مع المردود، إلى جانب التقليل من التكاليف<sup>26</sup>.
8. التقليل من التلوث الناجم عن مصادر غير ثابتة<sup>27</sup>.

## باء. التحول إلى المياه الرقمية

### 1. وصف

وتعمل التقنيات الرقمية على إزالة الحواجز ذات الصلة بالمعرفة والمهارات والتي تحول دون الإدارة الرشيدة للمياه، وذلك من خلال زيادة المستفيدين المحتملين بما في ذلك المزارعين، وسلطات المياه، والخدمات الاستشارية، والوكالات البيئية الإقليمية. وبالإضافة إلى ذلك، تتيح تكنولوجيات المعلومات والاتصالات فرصاً جديدة للتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره عن طريق بناء وتعزيز إمكانية حصول موردي المياه على المعلومات وكذلك المستخدمين لمختلف الاستعمالات.

المياه الرقمية وإنترنت المياه والمياه الذكية كلها مصطلحات تُستخدم لتعريف التحول الذي يحدث حالياً في سبيل إيجاد حلول للتحديات الحرجة المتعلقة بالمياه وذلك من خلال اعتماد حلول مبتكرة تتمثل في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. وتستفيد هذه الحلول من أحدث التقنيات التمكينية، بما في ذلك تطبيقات الهاتف المحمول، والسحابة، وأجهزة الاستشعار الذكية، والطائرات بدون طيار، وأنظمة الكشف في الوقت الفعلي (المركبات الأرضية)، والبنية التحتية الذكية، وأساليب التحليل والبيانات الضخمة.

### 2. التطبيقات

تكشف بشكل استباقي عن الحوادث وتمنعها (مثل انفجارات الأنابيب، وانهيار شبكات المجاري وانسدادها، وما إلى ذلك، باستخدام نُظم سكاذا القائمة على نُظم المعلومات الجغرافية) وأن تتصدى أيضاً لقضايا نوعية المياه، وغير ذلك من تدابير التصدي مما يسمح بتحسين إدارة المياه.

يشمل التطور الذي يطرأ على تكنولوجيات المياه الرقمية قطاعات مختلفة، بدءاً من المنازل (على سبيل المثال، الصنابير الذكية، والري، وما إلى ذلك) ومرافق المياه والصرف الصحي، وصولاً إلى القطاع الزراعي. ويوفر إدماج التكنولوجيات الرقمية في الأنشطة الزراعية الخدمات الإعلامية للمزارعين في الوقت المناسب وبتكلفة منخفضة، ويساعد الهيئات الخاصة والعامّة على تنسيق عمل المرشدين الزراعيين، ويحسن كفاءة استعمال المياه وإنتاجيتها.

يمكن دمج حلول المياه الرقمية في جميع المجالات الرئيسية في الإطار القانوني (الإعلام، والتخطيط، والتوزيع، والحماية، والتكيف). فلا ينبغي بعد الآن التعامل مع التحديات المرتبطة بالمياه إلا من خلال الحلول الرقمية، إذ أن البلدان العربية ستفقد من تدهور مواردها المائية إن استمرت في اعتماد الحلول غير الرقمية. تُستخدَم التكنولوجيات الرقمية في إدارة الموارد المائية من خلال نُظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بعد، وأدوات التصور، وتكنولوجيات الاستشعار، على نطاق الحقول، وعلى مستوى مستجمعات المياه، والمستويات الإقليمية والعالمية.

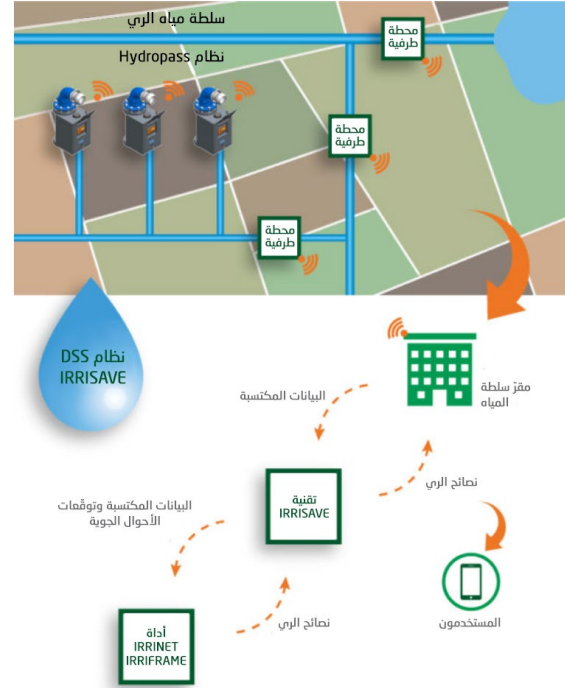
ويُستفاد من البيانات المستشعرة عن بعد في تهيئة القائمين على إدارة الموارد المائية وتقديم المشورة لهم بشأن استراتيجيات التكيف اللازمة للمساعدة في إدارة المياه (الإطار 1). ويمكن لهذه النظم وغيرها من النظم الرقمية أن

## الإطار 1. الاستشعار في إدارة المياه

تحسين استخدام الموارد من خلال مراقبة استخدام المياه من الفضاء (على سبيل المثال استخدام نماذج التبخر والتبخر في تطبيقات الويب).



تفعيل ممارسات الحفظ المناسبة أثناء فترات الجفاف (الرسائل القصيرة، التنبيهات، الإخطارات الفورية، أجهزة مراقبة الجفاف).



المصدر: معلومات جمعها المؤلفون.

حساب متطلبات مياه المحاصيل والتنبؤ بها<sup>29</sup>. والابتكارات مثل تطبيقات الري الذكية<sup>30</sup>، وأنظمة الري القائمة على أجهزة الاستشعار من آلة إلى آلة<sup>31</sup>، وأنظمة الري التي تعمل بالطاقة الشمسية وأجهزة الرصد (أجهزة استشعار التربة والنباتات، ومعلومات الأرصاد الجوية) كلها جوانب للري الدقيق. وهذه الابتكارات تنتمي إلى التكنولوجيات النظيفة الناشئة التي تحظى باهتمام واسع النطاق في المنطقة.

وتعد التكنولوجيات المصممة خصيصاً في مجال "الري الدقيق" (PI)، وتخصيص المياه، والحصاد وإعادة الاستخدام، وأنظمة الإنذار المبكر على رأس أولويات المنطقة<sup>28</sup>. ويمثل الري الدقيق أفقاً جديداً في مجال الاستخدام الفعال للمياه بغض النظر عن أسلوب الري. ومن خلال البيانات التي يتم الحصول عليها من أجهزة الرصد (أجهزة الاستشعار) وأدوات التنبؤ (تنبؤات الطقس)، تساعد هذه الممارسات المبتكرة المستخدمين النهائيين في تحديد وقت ومقدار الري عن طريق

## 3. جدوى الاستعمال

في البلدان العربية في شمال أفريقيا، و61 في المائة في الأردن والجمهورية العربية السورية والعراق ولبنان، و79 في المائة في بلدان مجلس التعاون الخليجي<sup>32</sup>. وفي حين تتوفر البيانات في بعض البلدان (على سبيل المثال: شبكات محطات الأرصاد الجوية عالية الكثافة في الأردن وتونس ولبنان والمغرب)، إلا أن هناك ثغرات في تبادل البيانات والوصول إليها ورصدها بين السلطات وأصحاب المصلحة والمستخدمين النهائيين في بعض بلدان المنطقة العربية.

نظراً للصعوبات الناجمة عن نقص في البنية التحتية أو عمليات الشراء المكلفة للأجهزة، فإن التحول إلى المياه الرقمية غير قادر على بلوغ غايته. فبالإضافة إلى الافتقار إلى إمكانية الوصول إلى الإنترنت في أقل البلدان نمواً (مثل موريتانيا واليمن)، تشمل العوامل الأخرى التي تعيق المنطقة عن اعتماد هذه الابتكارات تحديات مثل ضعف التدريب وانخفاض نسبة اعتماد الهواتف الذكية (بمتوسط 60 في المائة في العالم العربي، مع 45 في المائة في السودان واليمن، و54 في المائة

الأغطية المظلية<sup>33</sup> وأجهزة استشعار رطوبة التربة<sup>34</sup> بالتفاوت المكاني<sup>35</sup>، وذلك يؤثر على موثوقية المعلومات المستخدمة لإدارة الري. على سبيل المثال، يستخدم العديد من المزارعين في المنطقة العربية الري السطحي، وتطبيق ممارسات الري الذكية في ظل هذه الظروف أمر صعب بسبب صعوبة قياس كميات المياه المستخدمة والتحكم بها في هذه الأنظمة، وبسبب الطرق التقليدية في تحويل المياه واستخدامها التي تحكم أنظمة الري السطحي.

**توقيت تقديم المعلومات:** يشكّل تسليم البيانات في الوقت المناسب جانباً أساسياً من عملية اتخاذ القرار، فالمعلومات التي تُرسل في وقت متأخر ليس لها قيمة. ويجب وضع خطط طوارئ للتعامل مع الأعطال في النظام، وقد تشمل هذه الإجراءات توفير المعلومات للمزارعين بشأن ما يجب القيام به في مثل هذه الظروف (تحديد أوقات الري وكمياته بشكل مسبق في حال حصول عطل، واستخدام المعارف القائمة، وما إلى ذلك).

إن تحقيق تكنولوجيات المياه للفائدة المرجوة يرتبط بترجمة بياناتها إلى أفعال. وبالتالي، فإن العناصر التي تميز فعالية حلول المياه الرقمية وتحدد قيمة المعلومات المقدمة هي:

**محتوى البيانات:** ينبغي أن يستفيد مستخدمو المياه الذكية المحتملون من المعلومات المستخرجة لدى اتخاذهم للقرارات، وأن يتصرفوا بناءً عليها. فقيمة البيانات خلاف ذلك ضئيلة. على سبيل المثال، قد لا يكون مجرد توفير بيانات الطقس أو حتى مجرد الإشارة إلى قيم التبخر والنتح كافياً، بل من المهم كذلك تقديم الإرشاد للمزارعين بالنسبة لأوقات تشغيل الري.

**دقة البيانات ومئاتها:** إن متانة البيانات في مواجهة عدم اليقين، ودقة هذه البيانات، من شأنها التقليل من خطر الإخفاق، لأن البيانات غير الدقيقة لن تؤدي إلى أي تغييرات في القرارات التي يتخذها المستفيدون المحتملون والإجراءات التي يقومون بها. فعلى سبيل المثال، لا يزال تأثير نهج الري الدقيق غير واضح بسبب محدودية نشره وتباين دقة أجهزة الرصد المتاحة. بالإضافة إلى ذلك، تتأثر دقة الأجهزة، مثل

## جيم. دراسة حالة 1 - تطبيق الهاتف المحمول لإدارة المياه - AgSAT

### 1. وصف

مراكز الري وواضعي الخطط في مجال المياه على الصعيد الإقليمي في البلدان العربية. وهو متاح على نظامي Android وIOS وأيضاً كتطبيق ويب ([www.AgSAT.app](http://www.AgSAT.app)).

يعتمد تصميم AgSAT على مبدئين رئيسيين. أولاً، يوفر التطبيق بيانات متعلقة بالموقع والمحاصيل والطقس خاصة بكل مستخدم. ثانياً، التطبيق مجاني للاستخدامات غير التجارية، كما أنه سهل الاستخدام، حيث يحدد المستخدم ببساطة الحقل المعني. ويسمح التطبيق للمستخدمين بتحديد حقولهم في أي وقت على خلفية خرائط غوغل. ويوفر التطبيق المعلومات حول الكميات اللازمة من المياه بناءً على حالة الغطاء النباتي للمحاصيل، والظروف الجوية اليوم، ونوع نظام الري (ويستخدم لتقدير كفاءة الري). ويمكن للمستخدمين الذين يرسمون حدود حقولهم تزويد التطبيق بحجم صمام المياه لحقلهم والحصول على انصب وقت للري. عند بدء تشغيل التطبيق، يُطلب من المستخدم منح التطبيق إذنًا لتحديد موقع الجهاز (الشكل 8). بعد ذلك، يمكن للمستخدم ببساطة ترسيم حدود الحقل وحفظ هذه المعلومات بعد أن

**تطبيق للهاتف الذكي يقوم على الاستشعار عن بعد وبيانات الطقس**

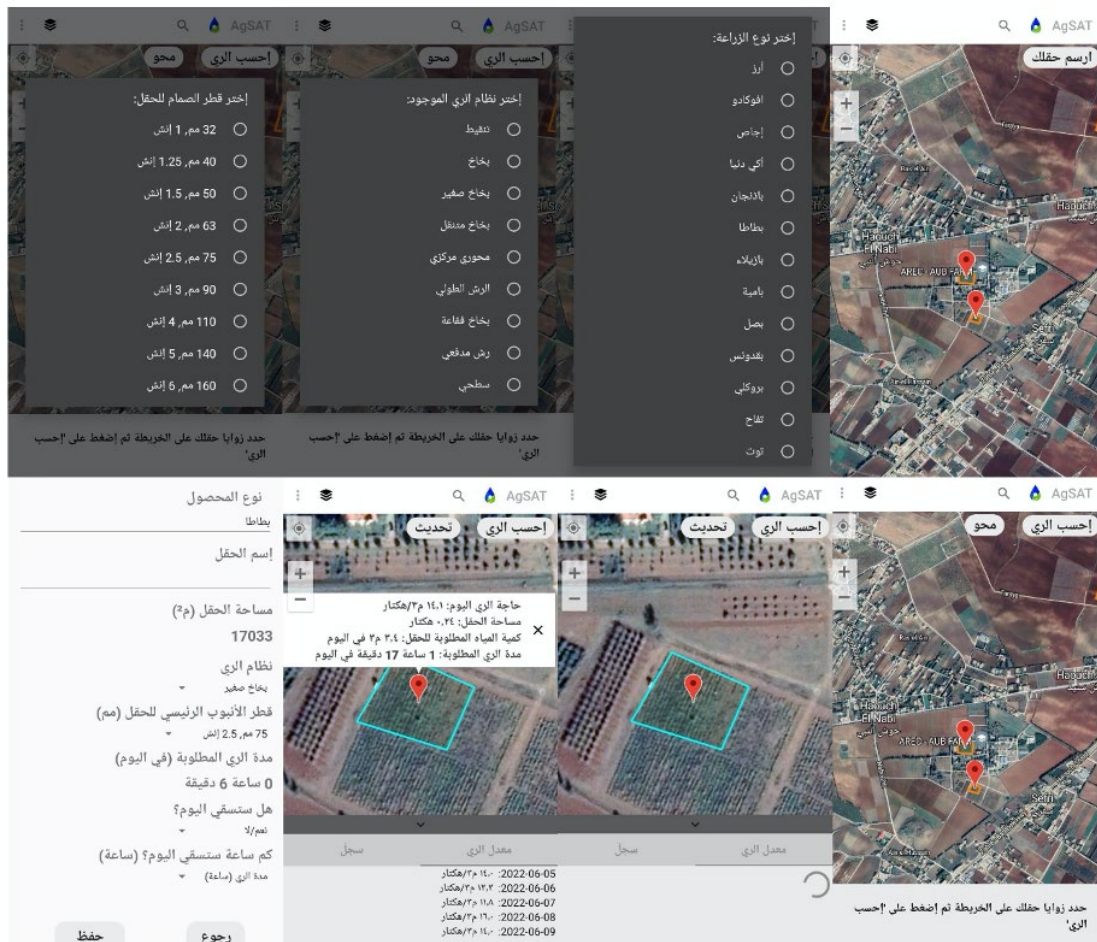
أحد الأمثلة على هذه الأدوات هو استخدام التطبيقات النقالة ومنصات الويب التي تحسب متطلبات الري. مؤخراً، وبدعم من منظمتي Google.org وIHE-Delft (هولندا)، طُوّر تطبيق جديد لنظام أندرويد للهواتف الذكية يحسب التبخر والنتح للمحاصيل في الوقت الفعلي بهدف دعم إدارة الري على نطاق الحقول. التطبيق (المسمى AgSAT) طُوّر في الجامعة الأميركية في بيروت باستخدام غوغل إيرث Google Earth Engine كواجهة خلفية، ويوجد على موقع شبكة التنمية المستدامة StoryMaps. يستخدم تطبيق AgSAT بيانات الأرصاد الجوية لحساب الاحتياجات اليومية من المياه باستخدام طريقة ASCE-Penman-Monteith<sup>36</sup> ومؤشرات الغطاء النباتي<sup>37</sup> بالاستناد إلى صور الأقمار الصناعية لاشتقاق معامل نمو المحاصيل الأساسي Kcb. ويمكن لطريق AgSAT توفير البيانات حول الكميات اللازمة من المياه لجميع أنواع المستخدمين، من المزارعين أصحاب الحيازات الصغيرة إلى

المزارعين على إنتاج المزيد من المحاصيل بكمية أقل من المياه والطاقة، وبالتالي تقليل البصمة البيئية للزراعة. وقد ثبت من تنفيذ حلول الري الذكية في مناطق أخرى من العالم أنها تقلل من استهلاك المياه بنسبة تصل إلى 20 في المائة. ويقترن انخفاض استخدام المياه بانخفاض استهلاك الطاقة، مما ينعكس إيجاباً في الحد من انبعاثات غازات الدفيئة. وأظهرت دراسة حالة في الولايات المتحدة استخدمت في إطارها شركة (HydroPoint) وحدات التحكم في الري القائمة على الطقوس بالشراكة مع مورد الاتصالات (AT&T) توفيراً للطاقة يعادل ما يصل إلى 750 طنّاً مترياً من ثاني أكسيد الكربون سنوياً. ويُعرض تطبيق AgSAT كجزء من مجموعة من القصص المتعلقة بالهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة في الموقع الإلكتروني "أهداف التنمية المستدامة اليوم: المركز العالمي لعرض بيانات أهداف التنمية المستدامة في الوقت الفعلي"<sup>38</sup>.

يطلب منه التطبيق اختيار أنواع المحاصيل ونوع نظام الري وحجم أنبوب الري (للحقول المحددة فقط) من قائمة منسدلة. تظهر علامة تبويب "السجل الزمني" في AgSAT الاحتياجات من الري على مدى خمسة أيام بناءً على التبخر والنتح، ومعامل نمو المحاصيل من صور الأقمار الصناعية السابقة. بمجرد أن يختار المستخدم هذه التفاصيل ويعين زوايا حقله، يجب النقر فوق علامة "حساب التبخر والنتح" لتشغيل طلب في واجهة برمجة التطبيقات بحيث يتم جلب البيانات اللازمة المتعلقة باستخدام الري بالموقع المحدد، مع مراعاة خطوط الطول والعرض وفقاً لخرائط غوغل. وتُعرض نتائج واجهة برمجة التطبيقات التي يحصل عليها المستخدم في نافذة منبثقة مع وصف لكل قيمة. ويمكن للمستخدم الانتقال بين لغتين (العربية والإنكليزية) في علامة تبويب الإعدادات.

ويمكن لصانعي القرار الاسترشاد بتطبيق AgSAT لدى توزيع المياه للزراعة والبستنة. ويمكن للتطبيق أن يساعد

**الشكل 8. واجهة AgSAT ولقطات للتطبيق توضح بالتفصيل إجراءات الحصول على النتائج (المصدر: واجهة تطبيق AgSAT)**



المصدر: <https://play.google.com/store/apps/details?id=app.crop.smartirrigation&hl=en&gl=US>

## 2. أين يمكن استخدام التطبيق؟

يمكن استخدام التطبيق في أي مكان في البلدان العربية يُمارَس فيه الري، وحيث تتوفر تغطية الشبكة الخلوية ويمتلك المزارعون هواتف ذكية. ومن الأفضل استخدامه في الأماكن التي يتم فيها الري بالرش والتنقيط، وللري السطحي على مستوى مركز الإقليم أو سلطة المياه. وبوسع التطبيق إرشاد المزارعين والقائمين على تشغيل المزارع حول احتياجات

## 3. كيفية استعمال التطبيق

يمكن للوزارات والبلديات، والمزارعين، ومهندسي الري، وسلطات المياه، والمؤسسات الزراعية الكبيرة والصغيرة، والمنظمات غير الحكومية، والشركات الزراعية، والمنظمات الرائدة (مثل الإسكوا، والبنك الدولي، وبرنامج الأغذية العالمي وغيرها) استعمال هذا التطبيق. وحالياً، يمكن استخدام التطبيق بحرية للأهداف غير التجارية، ويتوفر عرض توضيحي تدريبي بسيط داخل تطبيق الويب<sup>39</sup>.

## 4. معايير قياس فعالية وملاءمة التكنولوجيا أو الممارسات المقترحة

- قياسات الطاقة (كيلوواط-ساعة لاستهلاك الطاقة في مضخات الري، واستهلاك الديزل في العمليات الآلية المختلفة مثل الحرث والغرس والرش والحصاد).
  - قياسات العائد (ما قبل وبعد التكنولوجيا، والإنتاجية الاقتصادية، والتغيرات في الغلة).
  - الحد من تحويل المياه إلى الزراعة (الأمر الذي يتطلب رصد القياسات في القنوات).
- بالإضافة إلى ذلك، على الرغم من أن الفيضانات أقل انتشاراً في المنطقة، إلا أنها حتى الآن تتسبب بأضرار من التدمير، حيث تسببت في أضرار تزيد قيمتها عن 300 مليار دولار<sup>40</sup>. في السنوات الأخيرة، شهدت المملكة العربية السعودية زيادة كبيرة في كمية الفيضانات وشدها<sup>41</sup>. ولذلك يوصى بأن تستثمر البلدان العربية، بما فيها البلدان الأكثر ثراء، في تكنولوجيات رسم الخرائط والاستشعار عن بعد لتحسين إدارة الكوارث ونظم الرصد المبكر.

لا يزال إدماج الزراعة الرقمية في استراتيجيات وبرامج التنمية الزراعية في بداياته في المنطقة، مع وجود تطبيقات ناجحة على المستوى التجريبي. وتكتسي التدخلات على مستوى السياسات في مجالات الاقتصاد الاجتماعي والبيئة أهمية قصوى على صعيد تعزيز فهم المزارعين للممارسات الرقمية الحالية. ونتيجة لذلك، يمكن وضع لوائح تنظيمية لتحسين فرص حصول المزارعين على القروض والخدمات المالية والنفاز إلى الأسواق. وعلاوة على ذلك، قد تعمل القوانين التي تحد من الاستخدام غير المفيد للمياه بهدف حماية المياه الجوفية في الأماكن التي تعاني من ندرة المياه على تشجيع المزارعين على استخدام الري الدقيق. ويمكن أن يقدّم الاستشعار عن بعد لمعدل التبخر والنتح الفعلي الدلائل على انخفاض استخدام المياه غير المفيدة. والمؤشرات الرئيسية الأخرى التي يمكن أن تساعد في تقييم فعالية هذه التقنيات هي:

- قياسات المياه (الجريان السطحي، مستويات المياه الجوفية، إلخ ...).

## دال. دراسة حالة 2 - أنظمة الري الذكية من آلة إلى آلة

البقاع في لبنان، حيث تم تطبيق النظام بنجاح على مدى موسمين من زراعة محصول الزعتر أو الزوباع (Origanum)<sup>42</sup>.

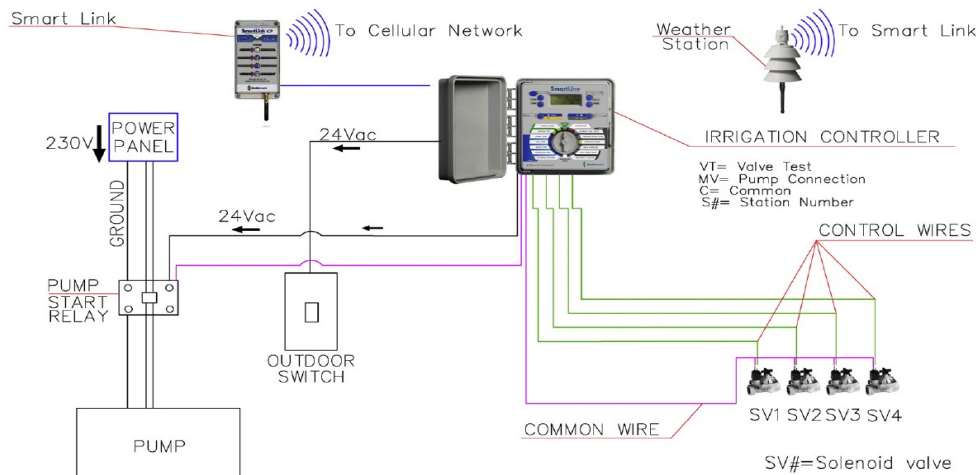
قد تشمل التكنولوجيات الأخرى لإنترنت المياه أنظمة الري الذكية من آلة إلى آلة. وأجريت دراسة تجريبية في سهل

استناداً إلى معادلة هارغريفز (Hargreaves Equation) التي تستخدم قياسات درجة الحرارة في الموقع وخط عرض الموقع، فضلاً عن البيانات التي يُدخلها المستخدمون لتحديد أوقات تشغيل الري استناداً إلى معدل تطبيق نظام الري، ونوع التربة، وانحدار الحقل، وكذلك نوع المحصول/معامل النمو. يمكن للمستخدمين التواصل مع وحدة التحكم عند الحاجة عبر تطبيق جوال يتصل ببطاقة البث الذكية التي تتواصل مع أبراج الاتصالات. ويُشغّل النظام مضخة الري وصمامات الملف اللولبي تلقائياً ثم يغلقها بمجرد الري بالكمية اللازمة، مما يقلل من عدم اليقين بالنسبة للمزارعين والمستخدمين.

هدفت الدراسة إلى اختبار قابلية تطبيق وتشغيل أنظمة الري الذكية والآلية في سياق الاستخدامات الزراعية. بدلاً من أن يقرر المزارع أوقات الري وكميته، يعتمد النظام على مقاسات الحقل التي تسمح ببدء دورة الري وإيقافها آلياً من أجل ري المحصول عند الحاجة وحسب الحاجة. وتتم عملية الري بطريقة آلية وعن بعد استناداً إلى القياسات المحلية للتبخّر والنتح (الشكل 10).

يتألف النظام من وحدة تحكم في الري تتصل لاسلكياً بمحطة رصد جوي صغيرة في الموقع وتستمد منها أوقات تشغيل الري استناداً إلى التبخّر والنتح المرجعي المحسوب

**الشكل 9.** مخطط يبين كيفية عمل نظام ري ذكي من آلة إلى آلة والتحكم به، يُطبّق في مركز تطوير البحوث وتمكين المجتمعات المحلية التابع للجامعة الأمريكية في بيروت لبنان والمستخدم لري الزعر



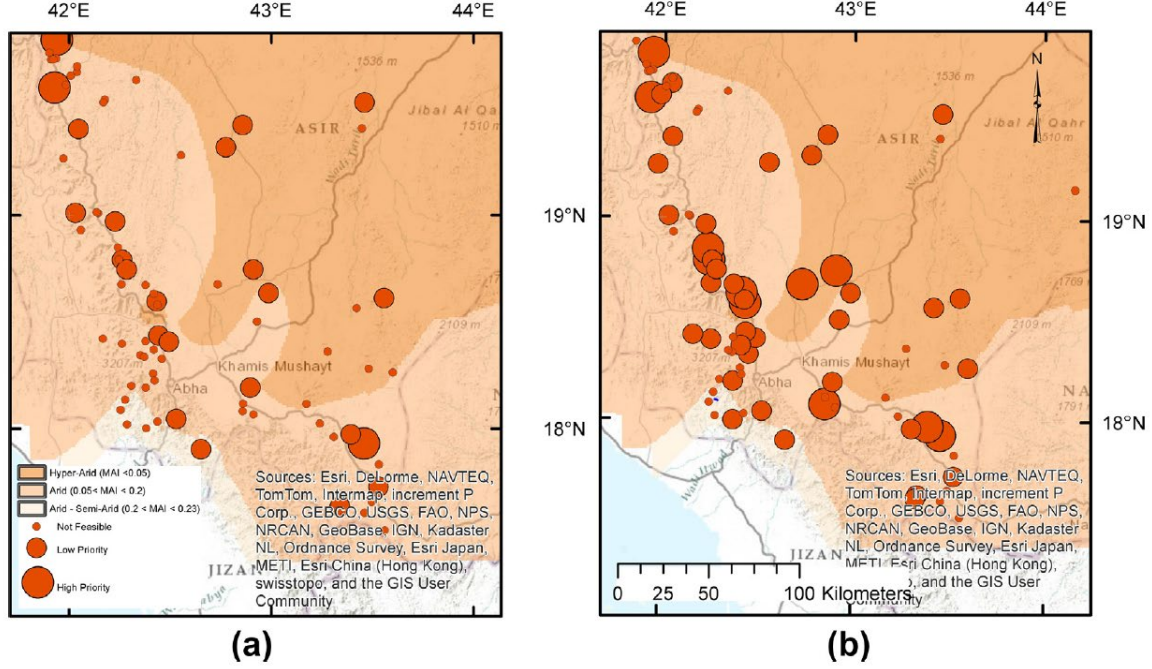
المصدر: Hadi Jaafar and others, "Determining water requirements of biblical hyssop using an ET-based drip irrigation system", Agricultural Water Management, vol. 180, Part A, 2017

## هاء. دراسة حالة 3 - جمع المياه على نطاق واسع

بتزايد حدة أنماط الطقس في المنطقة. وستخزن السدود مياه الفيضانات إلى حين السماح بتدفقها لاحقاً بطريقة خاضعة للسيطرة للمساعدة في إعادة تغذية الآبار الزراعية المستخدمة في مراحل ما بعد الإنتاج، ودعم إمداد المجتمعات المحلية بالمياه. وقد شيدت السدود بعد إجراء دراسة جدوى متأنية أخذت في الاعتبار التكلفة، والموقع، وإمدادات المياه المتاحة، وتواتر الفيضانات، وهيدرولوجيا مستجمعات المياه، وعدد المستفيدين، والعوامل الأخرى ذات الصلة (الشكل 10)<sup>45</sup>. ومن بين 81 سداً مقترحاً، وُجد أن السدود الممكن تشييدها مع مراعاة المعايير المذكورة أعلاه لا تتعدى عشرة سدود. وفي حين أن جمع المياه ليس حلاً سحرياً، إلا أنه يمكن أن يأتي بحلول في حالات وبيئات معينة.

تُبدّل الجهود في بعض البلدان، مثل المملكة العربية السعودية، لتنفيذ تدابير لجمع المياه وإعادة تغذية طبقات المياه الجوفية الآخذة في التراجع. ومن الأمثلة على ذلك مبادرة مشروع سدود منطقة عسير التي أجرتها وزارة الطاقة والمياه بالتعاون مع أمانة عسير<sup>43</sup>، حيث تم بناء العديد من السدود لجمع مياه الفيضانات وإعادة تغذية طبقات المياه الجوفية الضحلة لأغراض الري والاستخدام المنزلي<sup>44</sup>. ومعظم السدود الجاري بناؤها صغيرة (بسعة تخزين أقل من 1 مليون متر مكعب). ولا توجد أنهار في المملكة العربية السعودية، لكن عسير تتلقى أكبر كمية من الأمطار في البلاد. وبفضل تضاريس المنطقة الوعرة ومنحدراتها الحادة، سيساعد بناء السدود لتغذية المياه الجوفية على تقليل الأضرار المرتبطة

الشكل 10. جدوى تشييد سدود تغذية المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية



المصدر: H.H Jaafar, "Feasibility of groundwater recharge dam projects in arid environments", Journal of Hydrology, vol. 512, (May 2014).

## كيفية مساهمة التكنولوجيات الرقمية في العمل المناخي

العوامل التي تساعد في الدفع قدماً بالتكنولوجيات الرقمية بغية التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره في قطاع المياه داخل المنطقة العربية:

- ضرورة تدفق البيانات لتوليد معارف جديدة وإدارة المياه الذكية والقادرة على التكيف.
- ضرورة تحسين انتشار شبكات الهاتف المحمول في جميع أنحاء العالم العربي لتسهيل الاتصالات الرقمية.



نظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بعد، وأدوات التصور، وتكنولوجيات الاستشعار



المصدر: معلومات جمعها المؤلفون.

## 2. تعزيز إدارة الأراضي

انخفاض الغلة الزراعية لأصحاب الأراضي الصغيرة (أقل من 2 هكتار) والذين يفتقرون إلى الموارد بشكل كبير. ويعزى انخفاض غلة المحاصيل إلى تدهور التربة، وهي مشكلة تتفاقم بسبب الممارسة الزراعية الاستخراجية على نطاق واسع، مع الافتقار إلى تدابير لإصلاح التربة. وتعاني التربة في العديد من البلدان العربية من التدهور الشديد بسبب التعرية المتسارعة واستنزاف المواد العضوية والمواد المغذية.

من المتوقع أن يرتفع عدد الأشخاص الذين يعانون من انعدام الأمن الغذائي في المنطقة العربية من 51 مليون شخص في عام 2019 إلى 75 مليون شخص بحلول عام 2030<sup>46</sup>. ويعزى ذلك جزئياً إلى الارتفاع السريع في أسعار القمح والأرز وغيرهما من الأغذية الأساسية، فضلاً عن انتشار النزاعات. ومن المرجح أن تؤدي الآثار المتوقعة المباشرة وغير المباشرة لتغير المناخ في المنطقة إلى تفاقم مخاطر انعدام الأمن الغذائي، مع

### الف. الأثر على المناخ

#### 1. المناطق شديدة التأثير وفق "المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغير المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية" (ريكار): المياه المتوفرة لري المحاصيل

والزيتون، بالإضافة إلى زراعة السافانا المروية والجافة والغابات والمراعي<sup>47</sup>.

أما بالنسبة للفترات القادمة/المستقبلية، من المتوقع أن تشهد الأراضي الزراعية في جميع أنحاء المنطقة مستويات معتدلة إلى مرتفعة من القابلية للتأثر. وفي منتصف القرن، سيكون 50 في المائة (مسار التركيز التمثيلي 4.5) من منطقة الدراسة عرضة للتأثر (الشكل 12)، في حين أن 57 في المائة من المنطقة (مسار 4.5) سيشير إلى شدة قابليته للتأثر مع حلول نهاية القرن (الجدول 2).

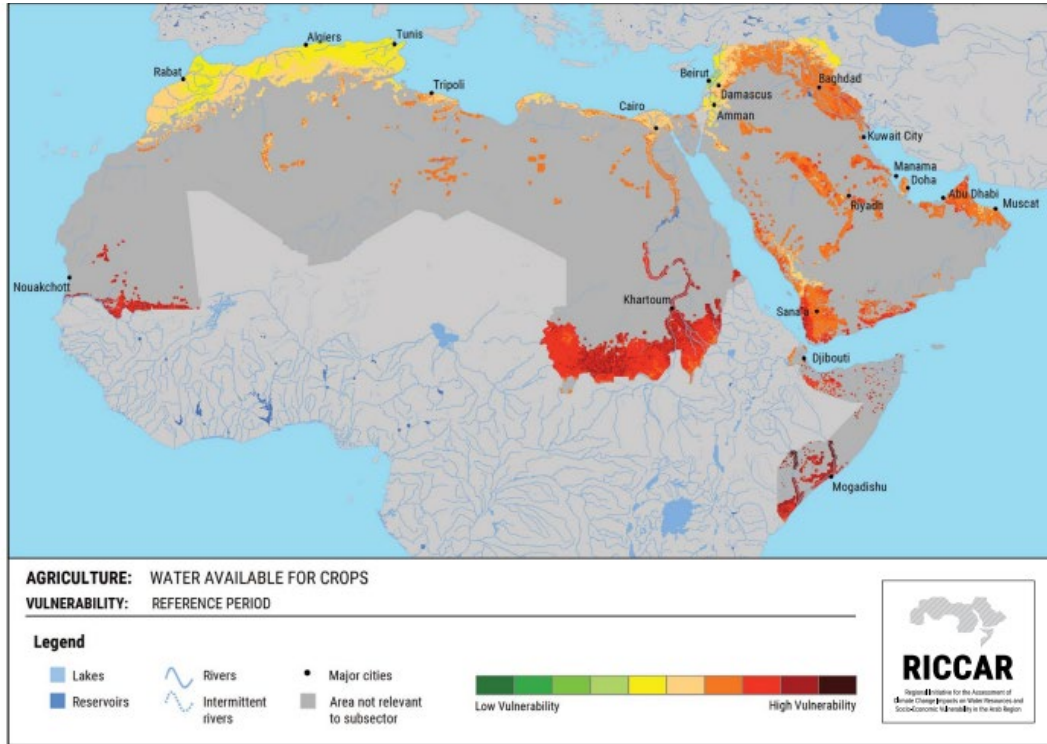
تبيّن الفترة المرجعية اتّسام 63 في المائة من المنطقة بقابلية عالية للتأثر، بينما تشير المناطق الأخرى إلى مستويات معتدلة من قابلية التأثير (الشكل 12). وتتركز المناطق الأكثر قابلية للتأثر في الأراضي الزراعية الواقعة جنوب جبال عسير ومنطقة الساحل ووادي نهري جوبا وشايبيل. وفي المقابل، المناطق ذات القابلية للتأثر المنخفضة نوعاً ما تشمل الأراضي في شمال المغرب العربي وجبال زاغروس وبلاد الشام. وتشمل نُظم الأراضي الزراعية المعرضة لآثار تغير المناخ القمح والذرة والذرة الرفيعة والبطاطس والخضروات

#### الجدول 2. النسبة المئوية للمنطقة العربية مقسّمة إلى مجموعات حسب قابلية التأثير بتوافر المياه للمحاصيل

| السيناريو           | قابلية التأثير (النسبة المئوية للمنطقة العربية) |        |        |
|---------------------|-------------------------------------------------|--------|--------|
|                     | مرتفعة                                          | معتدلة | متدنية |
| منتصف القرن 4.5 RCP | 50                                              | 50     | 0      |
| منتصف القرن 8.5 RCP | 57                                              | 33     | 0      |
| نهاية القرن 4.5 RCP | 57                                              | 43     | 0      |
| نهاية القرن 8.5 RCP | 84                                              | 16     | 0      |

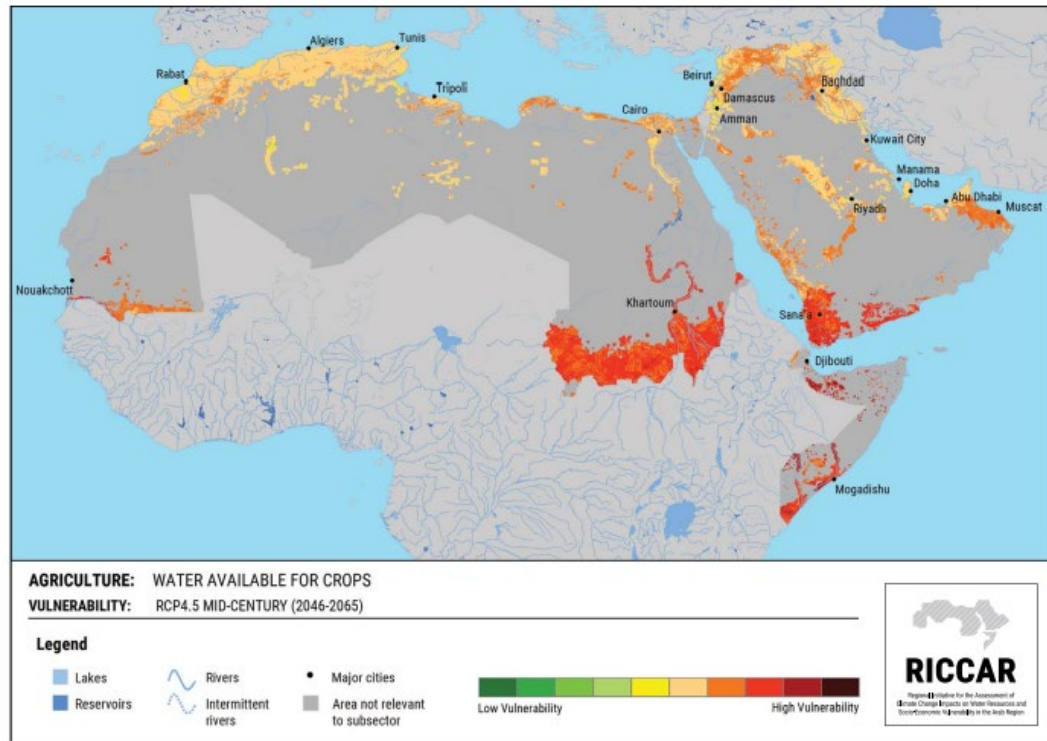
المصدر: ESCWA, Climate Change Adaptation in Agriculture, Forestry and Fisheries Using Integrated Water Resources Management Tools, E/ESCWA/SDPD/2017/Module.2 (Beirut, 2017).

الشكل 11. توافر المياه للمحاصيل - الفترة المرجعية - قابلية التأثر



المصدر: ESCWA and others, Arab Climate Change Assessment Report – Main Report, E/ESCWA/SDPD/2017/RICCAR/Report (Beirut, Economic and Social : المصدر: (Commission for Western Asia, 2017).

الشكل 12. توافر المياه للمحاصيل - مسار التركيز التمثيلي 4.5 لمنتصف القرن - قابلية التأثر



المصدر: ESCWA and others, Arab Climate Change Assessment Report – Main Report, E/ESCWA/SDPD/2017/RICCAR/Report (Beirut, Economic and Social : المصدر: (Commission for Western Asia, 2017).

## 2. تأثير اعتماد حلول إدارة التربة والأراضي

الغلاف الجوي بمعدل صافي يبلغ حوالي 1-2 غيغاطن على مدى 30-50 سنة، ما من شأنه معادلة جزء كبير من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن الأنشطة البشرية<sup>48</sup>.

ويمكن أن تساعد ممارسة الحراثة المراعية للتربة (الحراثة بالحد الأدنى)، والحد من التعرية، والتحكم بحموضة التربة، والمحاصيل المزدوجة، وتناوب المحاصيل، وزيادة مخلفات المحاصيل، والتجليل وغيرها من الممارسات في استعادة مخزون الكربون العضوي في التربة المزروعة. بالإضافة إلى ذلك، يؤدي أسلوب عدم الحراثة إلى خسائر أقل في الغلة ويقلل من انبعاثات غازات الدفيئة بسبب انخفاض استهلاك الطاقة المستخدمة في المكنة، مقارنةً بالممارسات الزراعية التقليدية<sup>49</sup>.

تؤدي معظم نُهج الإدارة المستدامة للأراضي إلى الحفاظ على مخزونات الكربون العضوي في التربة أو تنميتها، وتضافر هذه النُهج لمعالجة التصحر، وتدهور الأراضي، والجفاف، والتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره. يعزز وجود الكربون العضوي في التربة صحة التربة وخصوبتها من خلال زيادة قدرتها على الاحتفاظ بالمياه والمغذيات وتوافرها للنباتات، مما يساهم في القدرة على إنتاج الأغذية، والقدرة على التكيف مع الجفاف، والتكيف مع تغير المناخ، والتنوع البيولوجي. وتشير التقديرات إلى أن تطبيق ممارسات الإدارة المستدامة للأراضي على نطاق واسع في جميع أنواع التربة المدارة في العالم (الأراضي الزراعية المروية والبعلية، والمراعي، والغابات والأحراج) يمكن نظرياً أن ينتج عنها سنوياً إزالة لثاني أكسيد الكربون من

## باء. الإدارة الذكية مناخياً للتربة لتحسين الأراضي الزراعية

### 1. التعريف والوصف

والحفاظ على التنوع البيولوجي للتربة، واستصلاح التربة، والتحكم بالمواد العضوية في التربة، وتحسين استخدام المياه في الزراعة. إحدى الفوائد الهامة لنُهج النُظم المتعددة يتمثل في تطوير نظام زراعي إيكولوجي قوي يأتي بالفوائد على الإنتاجية والأمن الغذائي والاقتصاد والأمن المائي.

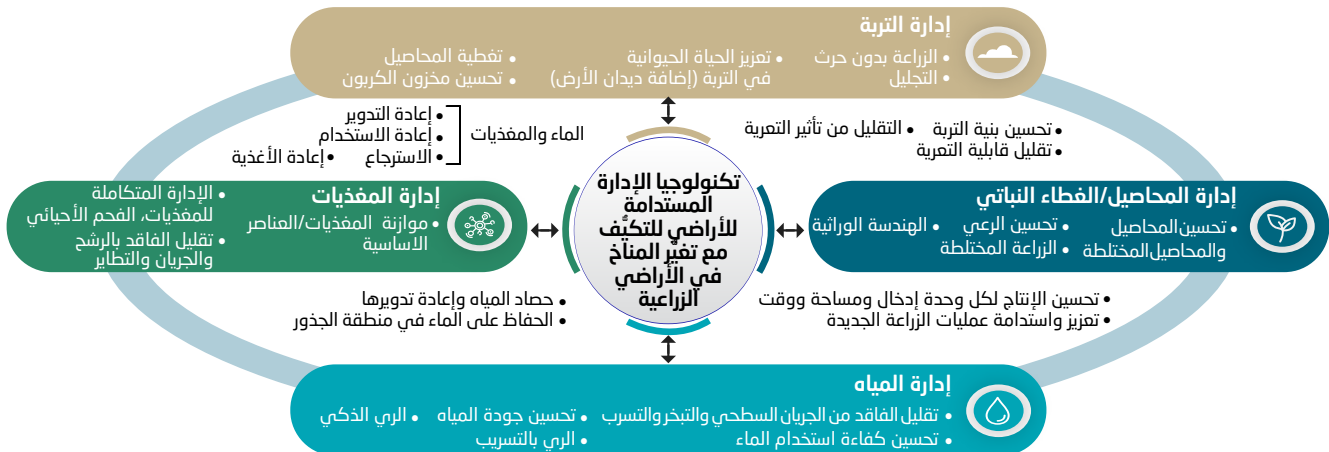
ما من ممارسة واحدة لإدارة ذكية مناخياً للتربة والأراضي يمكنها أن تعمل من تلقاء نفسها على التكيف مع تغير المناخ أو حتى التخفيف من آثاره. بل ينبغي اتباع نهج قائم على النُظم يشمل التربة والمياه والنباتات. ويهدف هذا النهج إلى السيطرة على تعرية التربة (الأمطار والرياح والحراثة)،

### 2. التطبيقات

السائدة تُبرز وجود تعارض بين ارتفاع غلة المحاصيل وانخفاض الأثر على الوظائف البيئية، فمن الضروري تحديد

الإدارة الذكية للأراضي والتربة هي ممارسة خاصة بالسياقات الزراعية المناخية والمجتمعية. وبما أن النماذج الزراعية

**الشكل 13.** تكنولوجيات الإدارة المستدامة للأراضي للتكيف مع تغير المناخ في مجال الزراعة. العديد من هذه الممارسات من شأنه كذلك التخفيف من آثار تغير المناخ



جوانب أخرى مثل مكافحة تعرية التربة، وحماية المياه، وحماية التنوع البيولوجي لضمان إنتاجية التربة، والتقليل من المدخلات الكيميائية، والوظائف الإيكولوجية الحيوية للتخفيف من آثار تغيّر المناخ (الشكل 13).

وفيما يلي النُهج المتبعة للمساعدة في التخفيف من آثار تغيّر المناخ وتكييف إدارة استخدام الأراضي وفقاً لتغيّر المناخ:

الغابات، وتراجع إزالة الغابات من خلال إعادة التشجير، واستهداف المحاصيل ذات المردود الأعلى مع زراعة أصناف زراعية أفضل تكيّفاً مع تغيّر المناخ، وتحسين إدارة الأراضي والمياه من شأنها جميعاً المساعدة على احتجاز الكربون.

**4. إعادة تأهيل الأراضي المتدهورة:** تسهم الممارسات التجديدية مثل زراعة الأشجار، وتشكيل الأراضي (مثل الزراعة الكنتورية باستخدام خنادق التحويل)، والتجليل في إعادة تأهيل الأراضي المتدهورة. وتعمل بلدان أخرى على تقليل الحرث، والتخلص من ممارسة حرق الحقول، وتغيير الممارسات المرتبطة بزراعة الأرز.

**5. تنويع المحاصيل:** يُعَدُّ اختيار الأصناف القادرة على تحمّل الجفاف والملوحة، وتجنّب الزراعة الأحادية المحصول (أي ممارسة تناوب المحاصيل) من الأمور الأساسية لزيادة إنتاجية المحاصيل ومكافحة انخفاض الإنتاجية.

**6. إدارة المغذيات:** تقليل معدلات استخدام الأسمدة، واستخدام الأسمدة النيتروجينية في الربيع بدلاً من الخريف، واستخدام تكنولوجيا المعدلات المتغيرة، واستخدام السماد الطبيعي بدلاً من الأسمدة الاصطناعية.

وفي المناطق ذات المنحدرات الحادة، لم يقدّم الحرث التقليدي أي ميزة اقتصادية ( $FR/PC = 0.93$ ). وفي المواقع التي يزيد فيها المنحدر عن 20 في المائة، تبين أن إعادة التحريج هو الأسلوب الأكثر فعالية ( $FR/PC = 1.49$ )، يليه عدم الحرث ( $FR/PC = 1.41$ ). وصممت دراسة أخرى في بافانيا سيناريوهات لاحتجاز الكربون استناداً إلى دراسة خاصة بكل موقع حول إدارة التربة المتبعة شملت خمسة نُهج لإدارة الأراضي: زراعة محاصيل للتغطية، وتحسين تناوب المحاصيل، والزراعة العضوية، والحراثة الزراعية، وتحويل الأراضي الصالحة للزراعة إلى أراضٍ عشبية. هذه الأنشطة الخمسة أدّت مجتمعةً إلى زيادة سنوية في احتجاز الكربون تتراوح بين 0.3 و0.4 تيراغرام من الكربون العضوي، أو حوالي 1 في المائة

مجموعة من ممارسات إدارة الأراضي السليمة بيئياً. تركز الزراعة المستدامة بشكل رئيسي على زيادة الإنتاجية مع الحد من الآثار السلبية للممارسات الزراعية على المناخ، والتربة، والمياه، والبيئة، وصحة الإنسان. وينبغي مراعاة

**1. السيطرة على تعرية التربة:** تضمن السيطرة على تعرية التربة الحفاظ على صحة التربة، وهي خاصية مهمة لتحسين قدرة التربة على التكيّف. ويمكن اعتماد العديد من الممارسات لمقاومة تعرية التربة، بما في ذلك تحسين الغطاء النباتي، والتقليل إلى أدنى حد من الحراثة أو الزراعة المحافظة، واعتماد الرعي بالتناوب للحفاظ على نوعية المراعي، وزيادة وعورة التربة باستخدام التثؤات والكتل الترابية، وبناء مصدات الرياح.

**2. تحسين كفاءة استخدام المياه الخضراء في الزراعة:** يؤدي استعمال سماد المواد العضوية (الأخضر أو الحيواني) ومخلفات المحاصيل إلى زيادة رشح المياه، وتعزيز قدرة التربة على تخزين المياه، وتقليل تبخر المياه. وتشمل الممارسات الأخرى التي تسهم في تحسين كفاءة استخدام المياه ممارسة حصاد مياه الأمطار، وعدم الحرث، والري الدقيق، وبناء السدود أو السدود الصغيرة وجمع المياه بين الصفوف.

**3. زيادة كمية الكربون المخزّن في التربة:** تساهم إضافة السماد الطبيعي، وتناوب المحاصيل، والزراعة البينية مع البقوليات العازلة للكربون في بناء تربة غنية بالكربون وبالتالي تعزيز خصوبة التربة. وانخفاض معدلات إزالة

### 3. جدوى الاستعمال

تتوقف إمكانية تطبيق التدابير المختلفة للتخفيف من الآثار على العديد من العوامل. فعلى سبيل المثال، وجدت دراسة أجريت في مستجمعات مياه زراعية في جنوب إيطاليا<sup>50</sup> أن الجمع بين الزراعة الكنتورية وإعادة التحريج هو الأكثر فعالية لمكافحة التعرية، يليه عدم الحرث، والزراعة الكنتورية، وإعادة التحريج كل على حدة. وفي المواقع ذات المنحدرات التي تقل عن 20 في المائة، كشف تحليل لنسبة عائدات المزارعين إلى تكلفة الإنتاج ( $FR/PC$ ) أن كلاً من الحراثة التقليدية والزراعة الكنتورية مجدية اقتصادياً، بنسبة 1.12 للأسلوب الأول، و1.11 للأسلوب الثاني. وفي المناطق التي يقل فيها المنحدر عن 20 في المائة، سجّل أسلوب عدم الحرث أعلى تصنيف لنسبة عائدات المزارعين إلى تكلفة الإنتاج ( $FR/PC$ )، بلغ 1.67.

للحراثة الزراعية وتأسيس شبكة من المزارعين والتجارب الميدانية لاستعراض الممارسات المحسنة لإدارة التربة بحيث يمكن اعتمادها على نطاق واسع.

من مخزونات الكربون العضوي الحالية في التربة. ووجدت الدراسة أن التوسع في محاصيل التغطية والحراثة الزراعية هما أكثر الطرق فعالية لزيادة مخزون الكربون العضوي في التربة الزراعية. وتوصي الدراسة بوضع نُظم حوافز جديدة

#### 4. التحديات وملاءمة التدابير

الإدارة المستدامة للأراضي والتربة وأثرها في النُظم الإيكولوجية المختلفة.

3. انخفاض نوعية الإرشاد الزراعي في بعض البلدان المتأثرة بالنزاعات.

4. عدم كفاية الموارد المالية في البلدان المنخفضة الدخل في المنطقة العربية.

5. عدم تشجيع تنويع المحاصيل لأسباب عديدة (الأسواق، صعوبة الإدارة).

لا يزال التشجيع على اعتماد ممارسات الإدارة المستدامة للتربة والأراضي المحددة آنفاً محدوداً على الرغم من فوائدها المتعددة للتخفيف من آثار تغيّر المناخ<sup>51</sup>. وبالإضافة إلى عدم ملاءمة سياسات وآليات تنظيم إدارة التربة والأراضي، تعوق التحديات التالية اعتماد هذه الحلول:

1. الافتقار إلى نهج متعدد التخصصات ومتكامل لتخطيط استخدام الأراضي وإدارة موارد الأراضي.

2. عدم كفاية القدرات التقنية والمعلومات المتعلقة بممارسات

### جيم. دراسة حالة: الحراثة الحافظة للتربة والزراعة الحافظة للموارد

#### 1. وصف

(الحسكة والرقعة) بين عامي 2009 و2014 كجزء من مبادرة تنمية تعاونية بين المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) ومنظمة مكافحة الجوع (ACF) لتعزيز قدرة النُظم الإيكولوجية الزراعية على التكيف مع وطأة الجفاف. قُسمت حقول المزارعين إلى قسمين، أحدهما يستخدم الزراعة الحافظة للموارد والآخر يستخدم نهج الزراعة التقليدية القائمة على حراثة الحفاظ على التربة. بدأت التجارب على القمح والحمص والشعير والعدس في الجمهورية العربية السورية في عام 2009 بهدف تحديد تأثير الحراثة (الزراعة الحافظة للموارد مقابل حراثة الحفاظ على التربة) على أداء وربحية المحاصيل المنتجة. وتم التناوب أربع مرات على زراعة الحقول في إطار دورة زراعية تكررت كذلك أربع مرات، بشكل يضمن زراعة كل محصول في الحقل كل عام.

تقوم الحراثة الحافظة للتربة على زراعة البذور مع التسبب بأقل قدر من الاضطراب للتربة. يغرس المزارعون البذور بآلات متطورة، حيث يُبقون على معظم مخلفات المحاصيل السابقة (القصبات أو القشور والسيقان والأوراق والبذور) تجنباً لخلخلة التربة ولتوفير المواد العضوية والمواد المغذية للتربة. ونظراً لأن التربة تظل مغطاة ببقايا النباتات، تساعد هذه الاستراتيجية على تجنب تعريتها وتحفظ الرطوبة. وتشمل الحراثة الحافظة أسلوبين: الحراثة بالحد الأدنى وعدم الحراثة. في الحراثة بالحد الأدنى، تُستخدم بقايا الحصاد لتثبيت التربة وتُترك بقايا النبات على سطح التربة. وفي أسلوب عدم الحراثة، تُتبع ذات الطريقة، ولكن مع قدر أقل من الاضطراب للتربة وبقايا المحاصيل.

أُجريت عدة تجارب ميدانية على الزراعة الحافظة للموارد في المنطقة الشمالية الشرقية من الجمهورية العربية السورية

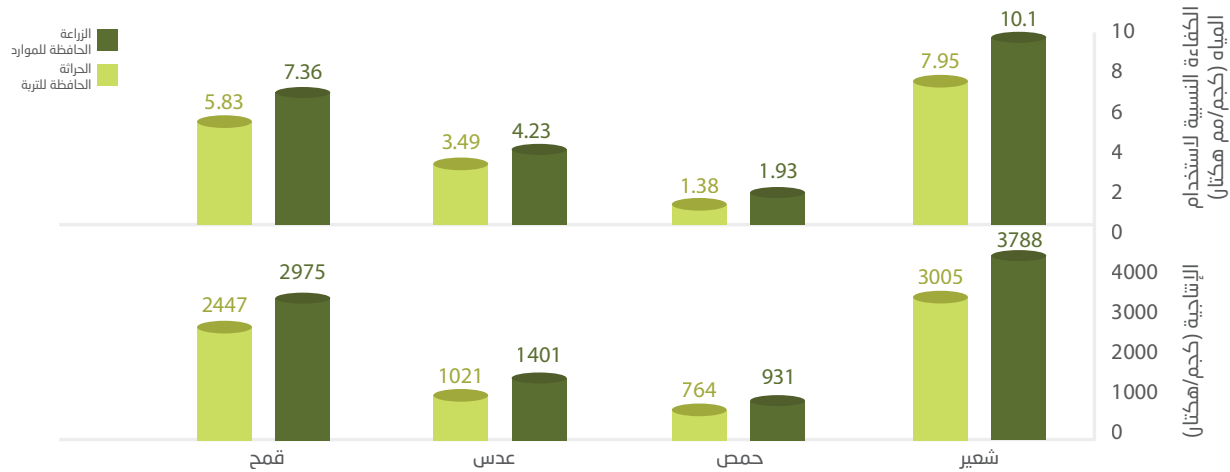
#### 2. الفوائد

- ويؤثر الجفاف والظروف الجافة بشكل أقل على المحاصيل بسبب قدرة المواد العضوية في التربة على الاحتفاظ بالرطوبة وامتصاص المياه وتوزيعها في جميع أنحاء التربة. ويُبقى على بقايا المحاصيل من حصاد العام السابق على سطح التربة.

- يؤدي الإبقاء على بقايا المحاصيل في مكانها إلى تعرض التربة إلى الحد الأدنى من التعرية بسبب الرياح والماء.

- يحسّن وجود المواد العضوية والمواد المغذية من جودة التربة وهو ما ينتج عنه محاصيل أفضل وأكثر إنتاجية.

**الشكل 14. الإنتاجية وكفاءة استخدام مياه الأمطار لأربعة أنواع من المحاصيل في إطار الزراعة البعلية في الجمهورية العربية السورية خلال موسم النمو 2008-2009، وفقاً بتأثيرها بالزراعة الحافظة للموارد والزراعة التقليدية للحرث**



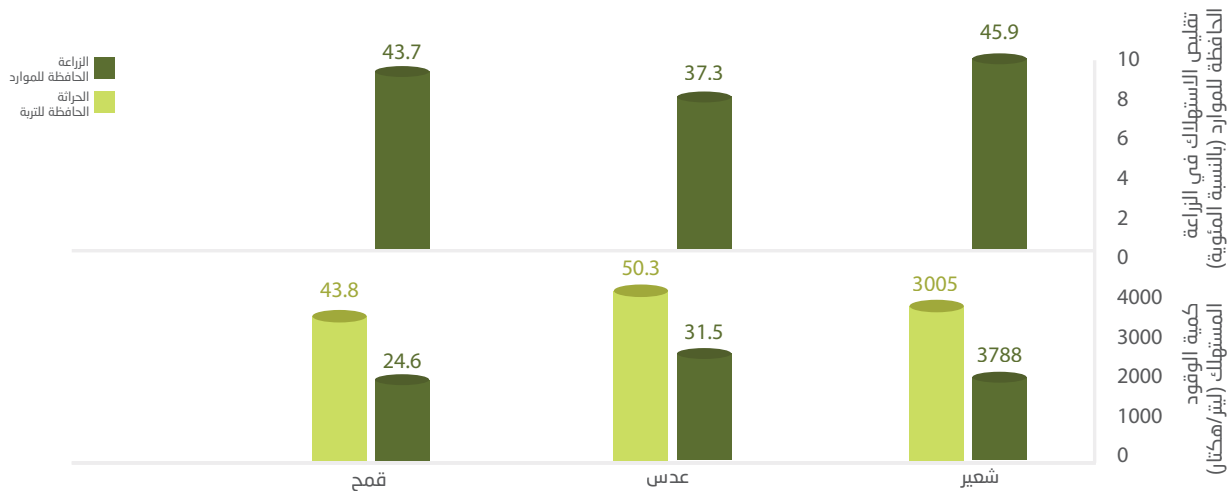
المصدر: I. Bashour and others, "An overview of Conservation Agriculture in the dry Mediterranean environments with a special focus on Syria and Lebanon", AIMS Agriculture and Food, vol. 1, No. 1, 2016.

- الأراضي الزراعية تنبعث منها غازات دفيئة أقل.
- زيادة كفاءة استخدام مياه الأمطار وإنتاجيتها.
- ينفق المزارعون أموالاً أقل على العمالة والوقود لأن الآلات تنتقل مرات أقل عبر الحقول.
- التربة التي لم يتم الإخلال بها تحافظ على مغذيات التربة وتمنع تسربها إلى المياه الجوفية.

### 3. معايير قياس فعالية وملاءمة التكنولوجيا أو الممارسات المقترحة

سبق وأفيد بأن الانخفاض في العمالة يمكن أن يتعدى نسبة 50 في المائة لدى اعتماد الزراعة الحافظة للموارد مقارنة بالحرث التقليدي. وفي تلك الدراسة أيضاً، انخفض متوسط التكاليف في إطار الزراعة الحافظة للموارد على الموارد عنها في إطار الزراعة التقليدية بنسبة تتراوح بين 25 و30 في المائة (الجدول 3). ومن شأن الزراعة الحافظة للموارد توفير

**الشكل 15. أثر الزراعة الحافظة للموارد على استهلاك الوقود لثلاثة محاصيل مختلفة في الجمهورية العربية السورية**



المصدر: I. Bashour and others, "An overview of Conservation Agriculture in the dry Mediterranean environments with a special focus on Syria and Lebanon", AIMS Agriculture and Food, vol. 1, No. 1, 2016.

في تكاليف الطاقة التي بالمقابل ملزمة للحرق في الزراعة التقليدية. وفي حين قد لا يمكن تعميم ما أشارت إليه هذه الدراسة بالنسبة للزيادة في الغلة على دراسات أخرى، تظل الفائدة الصافية من الزراعة الحافظة للموارد أعلى من نظيرتها في الزراعة التقليدية (بالنسبة للمحاصيل المدروسة فيها)، حتى في حال تساوي كمية الغلات.

وقد لوحظ أن المواد العضوية ونيتروجين التربة (الجدول 4) سجّلت تحسّناً، وهو ما يؤدي إلى زيادة احتجاز الكربون وتقليل النيتروجين المطلوب للموسم المقبل. وزادت المواد العضوية بنسبة 10 في المائة، ونيتروجين التربة بأكثر من 30 في المائة، والفوسفور بنسبة 35 في المائة، والبوتاسيوم بنسبة 6 في المائة. ولدى قياس الانخفاض في استهلاك الوقود تبين تحقيق وفورات كبيرة في الطاقة أيضاً (الشكل 15).

#### قياس التحسن في الخواص الكيميائية للتربة:

#### الجدول 3. الجدوى الاقتصادية للزراعة الحافظة للموارد كما قيست في محافظتين سورييتين، 2009-2014

| المحصول | تكاليف الإنتاج - (دولار/هكتار) |                   | عائد الإنتاج - (دولار/هكتار) |                   | نسبة المخرجات/المدخلات  |                   |
|---------|--------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
|         | الزراعة الحافظة للموارد        | الزراعة التقليدية | الزراعة الحافظة للموارد      | الزراعة التقليدية | الزراعة الحافظة للموارد | الزراعة التقليدية |
| الشعير  | 102.1                          | 130.3             | 311.4                        | 237.5             | 3.05                    | 1.82              |
| القمح   | 108.4                          | 141.4             | 337.7                        | 263.8             | 3.11                    | 1.86              |
| العدس   | 119.5                          | 144.9             | 939.1                        | 735.3             | 7.85                    | 5.07              |

**الجدول 4. التغيّرات في الخواص الكيميائية للتربة في الجمهورية العربية السورية على مدى ثلاثة مواسم متتالية (2011-2014) في إطار الزراعة الحافظة للموارد: SOM = المواد العضوية في التربة، N = النيتروجين في التربة، P = الفوسفور في جزء في المليون، و K = البوتاسيوم في جزء في المليون**

| السنة | SOM (في المائة) | N (في المائة) | P    | K     |
|-------|-----------------|---------------|------|-------|
| 2011  | 0.91            | 0.05          | 3.46 | 419.5 |
| 2014  | 1.07            | 0.081         | 5.31 | 445.7 |

المصدر: I. Bashour and others, "An overview of Conservation Agriculture in the dry Mediterranean environments with a special focus on Syria and Lebanon", AIMS Agriculture and Food, vol. 1, No. 1, 2016.

#### 4. أين يمكن استخدام الزراعة الحافظة للموارد؟

تتمثل أحد القيود الرئيسية لاستخدام هذا الأسلوب في الافتقار إلى الآلات المناسبة، وفي المقام الأول بذّارات الزراعة الحافظة للموارد، فضلاً عن التكلفة المفرطة للبذّارات المستوردة. وقد تم التغلب على المشكلة تقريباً في الجمهورية

العربية السورية من خلال تشجيع التصنيع المحلي لبذّارات الزراعة الحافظة للموارد. وبحلول نهاية عام 2011، كان يوجد في شمال شرق البلاد (حلب والقامشلي والحسكة والرقّة) أكثر من عشرة مصنّعين محليين قادرين على تصنيع بذّارات

المطوّلة أحياناً إنتاج القمح، شهد المزارعون في إربد متوسط غلة قمح أكبر بنسبة 16 في المائة من تلك التي تم الحصول عليها باستخدام الطرق التقليدية، نتج عنها عائدات صافية قدرها 296 دولاراً للهكتار الواحد. وبعد أن أظهرت التجارب ارتفاعاً بنسبة 19 في المائة في غلة القمح، يدرس صانعو السياسات المغاربة العمل بالزراعة الحافظة للموارد في إطار حملة وطنية لعكس مسار انخفاض الإنتاج الزراعي وضمان استقرار غلات المحاصيل. في العراق، تطور تنفيذ الزراعة الحافظة للموارد بسرعة مع اقتناع المزارعين بفوائدها، حيث ارتفع من (صفر) 0 هكتار في عام 2007 إلى أكثر من 15,000 هكتار في الوقت الحالي<sup>52</sup>.

جيدة على ذات القدر من جودة البذارات دولية الصنع، ولكن بنصف السعر. وتلقت العديد من البلدان العربية الأخرى، بما في ذلك الأردن وتونس والعراق ولبنان والمغرب، هذه الآلات المصنوعة محلياً. ويدعم المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق القاحلة (إيكاردا) العمل بالزراعة الحافظة للموارد. وتم تطوير بذارات حبوب تُستخدم في الزراعة الحافظة للموارد من خلال مشروع تعاونت فيه إيكاردا بدعم من أستراليا مع ورش عمل محلية في الأردن والعراق والجمهورية العربية السورية. ولم تتجاوز كلفة تصنيع البذارات عُشر سعر الآلات المستوردة، حيث بلغت تكلفتها ما بين 2,000 دولار و6,000 دولار. وفي الأردن، حيث تعرقل فترات الجفاف

### 5. كيفية اعتماد الزراعة الحافظة للموارد

نقل التكنولوجيا إلى المزارعين، وتيسير الوصول إلى المعدات والآلات اللازمة في مجال الزراعة الحافظة للموارد، وتخصيص التمويل الكافي لبرامج البحث والإرشاد لمساعدة المزارعين على تعلم وتطبيق هذا النهج والتكنولوجيا الجديدين من أجل التكثيف المستدام.

يجب الترويج للعمل بالزراعة الحافظة للموارد في الشرق الأوسط على أنها هدف قصير الأمد وطويل الأمد، وعلى الحكومات تضمين مقرر دراسي حول الزراعة الحافظة للموارد في التدريب الإرشادي والتعليم الرسمي. وعليها أيضاً أن تساعد المزارعين على تعلم وتطبيق هذا النهج والتكنولوجيا الجديدين من أجل التكثيف المستدام، وذلك من خلال دعم

بلدان المنطقة العربية مدعوة إلى وضع وتنفيذ سياسات تكفل العمل بتدابير التكثيف مع تغيّر المناخ والتخفيف من آثاره في إدارة الأراضي الزراعية والطبيعية للمساعدة في السيطرة على تعرية التربة، وزيادة كمية الكربون المخزن في التربة، وتحسين كفاءة استخدام رطوبة التربة، والتقليل من تردي الأراضي، وتنويع المحاصيل، والحد من استخدام الأسمدة.

# 3. تعزيز الإنتاج الحيواني

## الف. تأثير تغيّر المناخ على نُظُم الثروة الحيوانية

تطرأ تغيّرات على استهلاك الأعلاف، ونمو الحيوانات، وتكاثرها، ونفوقها، والحفاظ عليها بسبب ارتفاع درجات الحرارة. ويؤدي الإجهاد الحراري إلى تغيّرات في السلوك والتمثيل الغذائي، بما في ذلك انخفاض تناول الأعلاف وبقايا المحاصيل، مما يتسبب في فقدان الحيوانات للوزن والتقليل من إنتاجيتها<sup>56</sup>. وتُسبب الجفاف المستمر في الجمهورية العربية السورية بين عامي 2005 و2010 في فقدان 85 في المائة من الثروة الحيوانية، مما أثر تأثيراً كبيراً على المجتمعات التي تعتمد عليها كجزء أساسي من سُبل عيشها<sup>57</sup>. ولا بد لهذه البلدان من القيام بتدخلات لتحسين قدرة ركائز المياه والأراضي والثروة الحيوانية للنظام الإيكولوجي الزراعي على التكيف.

بالإضافة إلى ذلك، سيكون لتغيّر المناخ تأثير على التركيب الغذائي للمنتجات الحيوانية التي تشكل مصدراً رئيسياً للسعرات الحرارية والبروتينات والمغذيات الدقيقة. إن التكيف مع تغيّر المناخ، وتدابير التخفيف من آثاره، وأطر السياسات المتعلقة به ذات أهمية أساسية لحماية إنتاج الثروة الحيوانية.

في المنطقة العربية يساهم قطاع الثروة الحيوانية في الأمن الغذائي، والتخفيف من حدة الفقر، والتنمية الاقتصادية، ويوفر من 30 إلى 50 في المائة من الناتج الزراعي. إن الممارسات في مجال الثروة الحيوانية أيضاً عرضة للتأثر بتغيّر المناخ بسبب تضائل قاعدة موارد المياه والأعلاف بسبب الجفاف والتصحر وتدهور المراعي. وتقع أشد المناطق تأثراً في وادي النيل وجنوب غرب شبه الجزيرة العربية. الآثار المحتملة لتغيّر المناخ على الثروة الحيوانية طفيفة مقارنة بالمحاصيل الزراعية. أن الأبقار الحلوب هي الأكثر تضرراً لأنها تحتاج كمية أكبر من المياه<sup>53</sup> بمعدل 89 ألف إلى 160 ألف متر مكعب/طن على مدار حياتها<sup>54</sup>، تليها الماعز والأغنام.

تربية الحيوانات في نُظُم إنتاج الأراضي العشبية سيجعلها أكثر تأثراً بتغيّر المناخ من تلك التي تُربى في نظام مختلط. وستنتشر المزيد من الأمراض المنقولة بواسطة النواقل، والطفيليات، والأمراض الجديدة بين الحيوانات مع ارتفاع درجة الحرارة وتغيّر أنماط هطول الأمطار<sup>55</sup> إلى جانب تراجع إمكانية الوصول إلى مياه الشرب وتوافرها. ومن المحتمل أن

## باء. الأثر على المناخ

### المناطق شديدة التأثير وفق "المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية" (ريكار): المياه المتوفرة للثروة الحيوانية

الساحل ومنطقة نهر جوبا. وتنتشر تربية الأبقار والماعز والأغنام في وادي نهر النيل الأزرق، والماعز والأغنام بالقرب من خليج عدن. وفي شرق منطقة الساحل، بما في ذلك وادي نهر النيل الأزرق، لطالما عانت الثروة الحيوانية من ندرة المياه<sup>58</sup>.

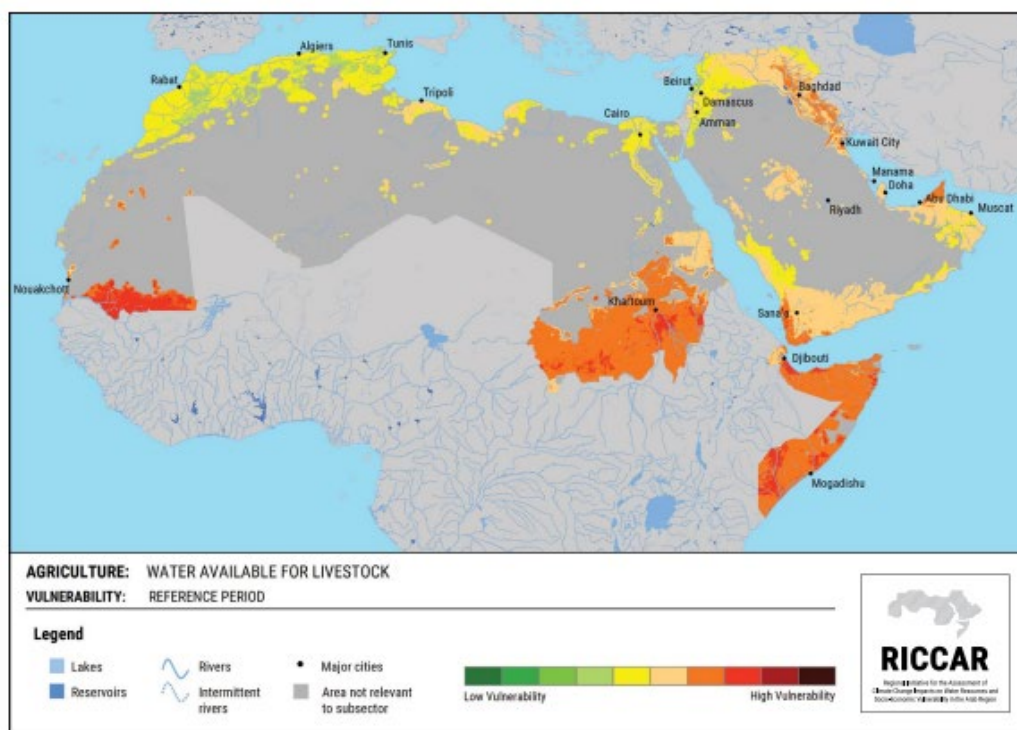
أما بالنسبة للفترات القادمة والمستقبلية، يتوقع أن تتسم قابلية التأثير بتوافر المياه للماشية إما بمستويات شديدة أو معتدلة.

تبين الفترة المرجعية اتّسام 43 في المائة من المنطقة بقابلية عالية للتأثر، بينما تشير النسبة المتبقية إلى قابلية متوسطة (الشكل 16). وتهيمن أعلى نسب شدة التأثير على أجزاء من غرب الساحل الأفريقي، ووادي نهر النيل الأزرق جنوب الخرطوم مباشرة، والمناطق الواقعة داخل حوض نهر جوبا، والمناطق الواقعة على طول ساحل خليج عدن الجنوبي. وتتضرر الجبال بشكل رئيسي في غرب منطقة

تميل الاختلافات بين منتصف ونهاية القرن في إطار مسار التركيز التمثيلي 4.5 إلى أن تكون صغيرة نسبياً، مقارنة بتغيّرات بارزة في إطار مسار 8.5، مما يكشف عن تزايد في قابلية التأثير. وستتأثر الماشية والماعر بشدة بمدى توافر المياه، حيث أن ما يصل إلى 77 في المائة من الماشية و72 في المائة من الماعر موجودة في مناطق ذات قابلية شديدة للتأثر. بيد أن ما يصل إلى 67 في المائة من أعداد الأغنام توجد أساساً في مناطق ذات قابلية تأثر معتدلة (الجدول 5).

وفي منتصف القرن، يتبين اتسام 33 في المائة (مسار التركيز التمثيلي 4.5) من المنطقة بقابلية عالية للتأثر، ترتفع نسبتها إلى 42 في المائة (مسار 4.5) في نهاية القرن (الشكل 16). أما المناطق ذات القدرة العالية على التكيف أقل قابلية للتأثر نسبياً، وهي تتركز في جبال وسهول الأطلس ووسط الصحراء العربية. وتقع المناطق ذات القابلية العالية للتأثر في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، وحوض دجلة والفرات الأعلى، وبلاد الشام وجبال الحجر.

**الشكل 16.** توافر المياه للثروة الحيوانية - الفترة المرجعية - قابلية التأثير



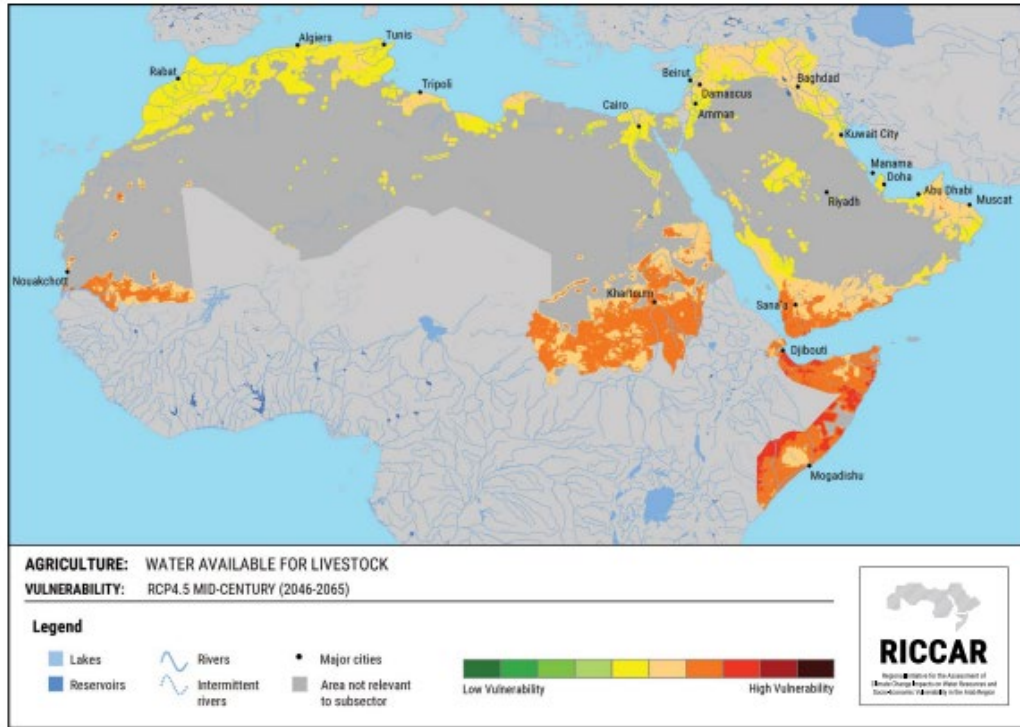
المصدر: ESCWA and others, Arab Climate Change Assessment Report – Main Report, E/ESCWA/SDPD/2017/RICCAR/Report (Beirut, Economic and Social Commission for Western Asia, 2017).

**الجدول 5.** النسبة المئوية للمنطقة العربية مقسمة إلى مجموعات حسب قابلية التأثير بتوافر المياه للثروة الحيوانية

| السيناريو           | قابلية التأثير (النسبة المئوية للمنطقة العربية) |        |        |
|---------------------|-------------------------------------------------|--------|--------|
|                     | مرتفعة                                          | معتدلة | متدنية |
| منتصف القرن RCP 4.5 | 33                                              | 67     | 0      |
| منتصف القرن RCP 8.5 | 45                                              | 55     | 0      |
| نهاية القرن RCP 4.5 | 42                                              | 58     | 0      |
| نهاية القرن RCP 8.5 | 54                                              | 46     | 0      |

المصدر: ESCWA and others, Arab Climate Change Assessment Report – Main Report, E/ESCWA/SDPD/2017/RICCAR/Report (Beirut, Economic and Social Commission for Western Asia, 2017).

## الشكل 17. توافر المياه للثروة الحيوانية - مسار التركيز التمثيلي 4.5 لمنتصف القرن - قابلية التأثير



المصدر: ESCWA and others, Arab Climate Change Assessment Report – Main Report, E/ESCWA/SDPD/2017/RICCAR/Report (Beirut, Economic and Social Commission for Western Asia, 2017).

والعمل وفقاً لذلك، حيث ينبغي استبعاد الأراضي المتدهورة من أنشطة الرعي. كما يجب تعديل تركيبات الأعلاف لتكون أكثر كفاءة في الأنظمة الصناعية. وينبغي البحث عن آليات تبريد موفرة للطاقة بالنسبة للماشية في الأماكن المغلقة كلما أمكن ذلك.

وسيترتب على انخفاض توافر المياه للماشية، ولا سيما في المناطق الجنوبية، فضلاً عن ارتفاع درجات الحرارة ضرورة استخدام نهج جديدة في إدارة الثروة الحيوانية. وتتطلب إدارة أراضي المراعي التقيّد بالقدرة الاستيعابية للأرض، وإعادة حساب عدد رؤوس الماشية التي يمكن رعيها،

## جيم. حل ذكي مناخياً لتحسين إنتاجية الثروة الحيوانية

### 1. التعريف والوصف

من الأراضي والمياه الخضراء (مياه الأمطار أو مياه الجريان السطحي المخزنة داخل منطقة جذور النباتات)، حيث أن النظم الثلاثة (الأرض والمياه والثروة الحيوانية) مترابطة بشكل وثيق.

يزخر قطاع الثروة الحيوانية بالعديد من التكنولوجيات والنهج المتعلقة بالتكيف مع تغيّر المناخ والتخفيف من آثاره، وتشمل هذه جوانب تغذية الحيوانات وصحتها وجيناتها<sup>59</sup>. وبعض تدابير التكيف هذه من شأنها كذلك التخفيف من آثار تغيّر المناخ؛ كما أن بعض الممارسات والتكنولوجيات تعزز إدارة كل

### 2. استراتيجيات التكيف مع تغيّر المناخ

عن الانتقال إلى نظم الزراعة الرعوية هي أكثر تدابير التكيف نجاحاً بين الدراسات التي نُظِرَ فيها.

يبدو أن تنوع الثروة الحيوانية (ضمن الأصناف الحيوانية)، واستخدام أصناف مختلفة من المحاصيل لإنتاج العلف، فضلاً

## الإطار 2. تخفيف الإجهاد الحراري

يمكن تقليل آثار الإجهاد الحراري العالي إلى الحد الأدنى من خلال: (1) تعديل البيئة المحيطة؛ (2) استراتيجيات التغذية والري؛ (3) اختيار الأصناف ذات القدرة على تحمل درجات الحرارة القصوى؛ (4) تغيير أنواع الثروة الحيوانية، مثل تربية الماعز بدلاً من الماشية.

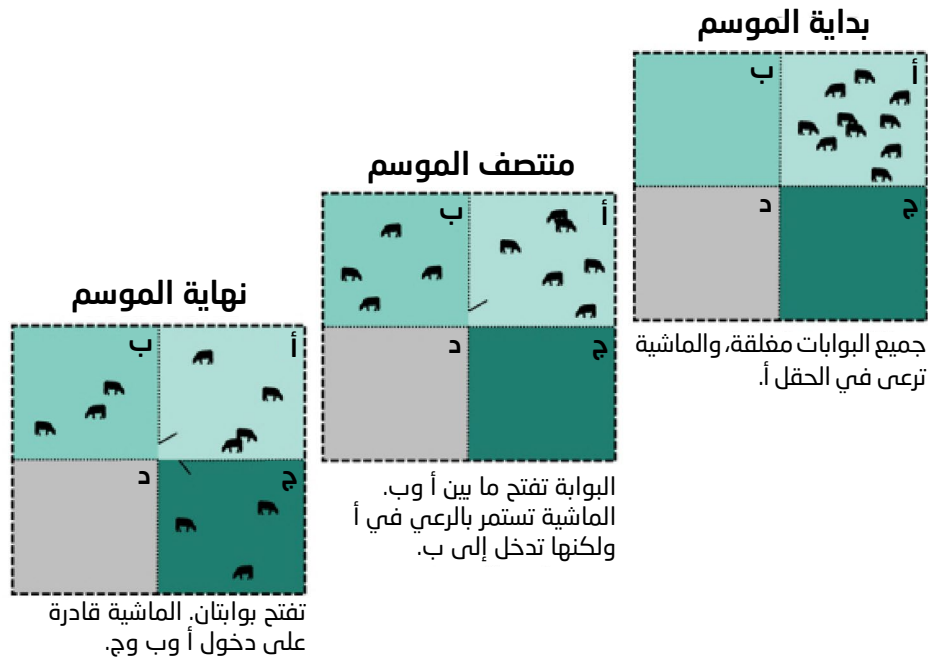
**البيئة:** الاستراتيجيات الرئيسية لتحسين التبادل الحراري بين الحيوان وبيئته هي: (1) كيفية تصميم وبناء مرافق الثروة الحيوانية؛ (2) توفير الظل؛ (3) زيادة التهوية؛ (4) بخاخات الماء، أو الذرات أو التبريد باللبادات الرطبة؛ (5) استخدام رشاشات الماء لترطيب الحيوانات.

المصدر: معلومات جمعها المؤلفون.

**2. تكوين الأعلاف:** قد يؤدي تحسين طرق التغذية كنهج للتكيف إلى تحسين كفاءة إنتاج الماشية بشكل غير مباشر. تعديل محتوى النظام الغذائي وتغيير وقت التغذية و/أو تواترها هي بعض الاستراتيجيات المقترحة للتغذية. وتشمل الأنواع الأخرى أنواع الحراجه الزراعية في النظم الغذائية الحيوانية، فضلاً عن تدريب المزارعين على إنتاج الأعلاف وحفظها لمختلف المناطق الزراعية الإيكولوجية<sup>63</sup>. ويمكن أن تساعد هذه النهج في التخفيف من خطر تغير المناخ من خلال تشجيع زيادة الاستهلاك أو التعويض عن الاستهلاك غير الكافي للأعلاف وتقليل الحمل الحراري المفرط<sup>64</sup>.

**1. نظم إدارة وإنتاج الثروة الحيوانية:** تنوع المحاصيل والثروة الحيوانية، ودمج نظم الثروة الحيوانية مع الحراجه وإنتاج المحاصيل<sup>60</sup>، وتعديل توقيت العمليات الزراعية ومواقعها هي أمثلة على تدابير التكيف التي تتعلق بتغيير نظم الإنتاج والإدارة. وعندما تتعرض الثروة الحيوانية لتحديات تتعلق بدرجات الحرارة وهطول الأمطار، يمكن أن يعزز تنوع الثروة الحيوانية وأنواع المحاصيل من القدرة على تحمل موجات الجفاف والحر، فضلاً عن زيادة إنتاجية الثروة الحيوانية. وعلاوة على ذلك، يساعد تنوع المحاصيل والحيوانات على مكافحة الأمراض وتفشي الحشرات المرتبطة بتغير المناخ<sup>61</sup>. كما ينبغي مراعاة مسألة الإجهاد الحراري (الإطار 2)<sup>62</sup>.

الشكل 18. الرعي بالتناوب بأسلوب فتح البوابات



**1. إدارة المغذيات:** إدارة المغذيات عنصر أساسي في استراتيجيات التكييف. فانبعاثات أكسيد النيتروز تزداد عند استخدام الأسمدة لدى زراعة المحاصيل. ونتيجة لذلك، فإن استراتيجيات التخفيف مثل زيادة كفاءة استخدام النيتروجين، وهندسة النباتات وتعديلها وراثياً، واستخدام الأسمدة العضوية، وفحص التربة بانتظام، والجمع بين البقوليات والأعشاب في مناطق المراعي هي جميعها عناصر قد تساعد على الحد من انبعاثات غازات الدفيئة في قطاع الثروة الحيوانية.

### 3. استراتيجيات التخفيف

**1. إدارة السماد الطبيعي:** معظم انبعاثات الميثان تنتج عن تخزين السماد الطبيعي ومعالجته لاهوائياً. وعلى الرغم من أن السماد الطبيعي الذي يُستخدم في المراعي قد ينتج عنه انبعاثات أكسيد النيتروز، غالباً ما يصعب تطبيق طرق التخفيف بسبب تبعثر السماد في المراعي<sup>65</sup>. ونتيجة لذلك، تشمل معظم استراتيجيات التخفيف تقليل فترة التخزين، وتحسين توقيت استخدام السماد الطبيعي، واستخدام الهاضمات اللاهوائية، وتغطية مرافق التخزين، واستخدام مفرزة لفصل المواد الصلبة، وتغيير نظام تغذية الحيوانات<sup>66</sup>. وينتج الهضم اللاهوائي الغاز الحيوي مع تقليل انبعاثات الميثان<sup>67</sup>. والهاضمات اللاهوائية هي أحواض مائية أو خزانات تبقي السماد الطبيعي في ظروف لاهوائية بحيث يمكن احتجاز الغاز الحيوي وحرقه للكهرباء أو إشعاله للتخلص منه بالكامل. إن تحويل الميثان إلى ثاني أكسيد الكربون من خلال هذه الطريقة يقلل من احتمال انبعاثات غازات الدفيئة، ولكن الهاضمات اللاهوائية لسوء الحظ باهظة الثمن بالنسبة للمنتجين. وتعمل تغطية البرك أو الخزانات أو أحواض الماء، على غرار الهاضمات، على تقليل من الانبعاثات عن طريق احتجاز الميثان والقضاء عليه<sup>68</sup>.

**2. التخمر المعوي:** إن تحسين النظام الغذائي للحيوانات وصفاتها الوراثية ذات أهمية بالغة في تدابير التخفيف نظراً لأن التخمر المعوي يشكل مصدراً رئيسياً لانبعاثات غازات الدفيئة في إنتاج الماشية. غير أن فعالية هذه الاستراتيجيات في خفض الانبعاثات لا تزال غير معروفة، وثمة حاجة إلى دراسة أكثر لممارسات التخفيف من التخمر المعوي ذات الفعالية. ويمكن تقليل انبعاثات الميثان من التخمر المعوي بنسبة 4-5 في المائة لدى زيادة الدهون في النظام الغذائي بنسبة 1 في المائة<sup>69</sup>. ولتجنب انخفاض أداء الماشية، يجب أن يبقى الكرش

**2. إدارة الرعي:** يمكن أن تساعد الحراثة الزراعية (المزج بين زراعة الأشجار إلى جانب المحاصيل والمراعي) في الحفاظ على التوازن بين الإنتاجية الزراعية وحماية البيئة واحتجاز الكربون للتعويض عن ما يتسبب به القطاع الزراعي من انبعاثات. ومن الأمثلة على الممارسات الأخرى في مجال إدارة الرعي عدم تجاوز القدرة الاستيعابية للمراعي من خلال وضع معدل فعال للرعي، والرعي التناوبي (الشكل 18)، واستبعاد المراعي المتدهورة من رعي الماشية.

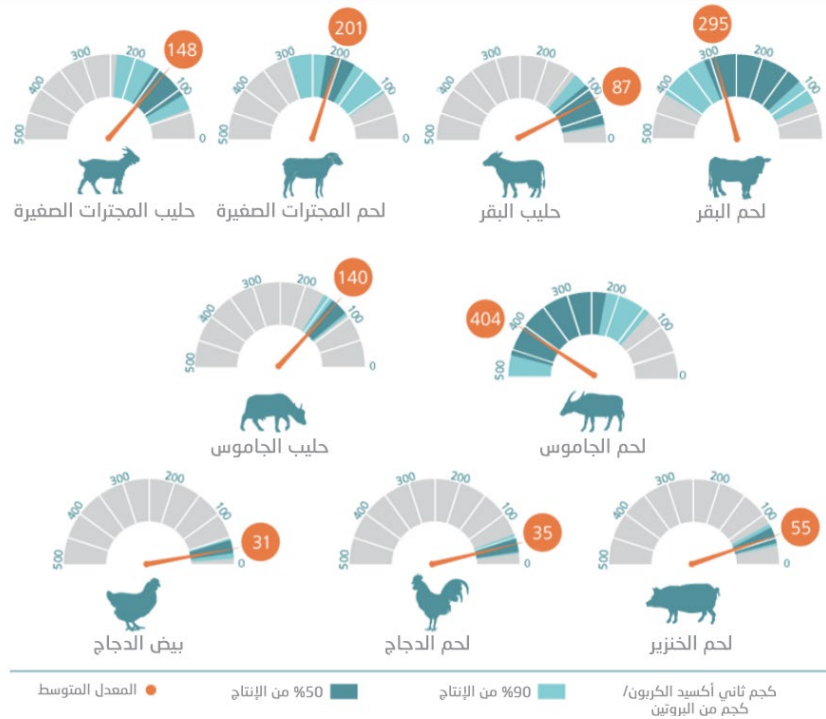
(بطن البقر) على محتوى دهون يقل عن 8 في المائة من المادة الجافة<sup>70</sup>. ويمكن أن تؤدي زيادة محتوى البروتين في الأعلاف إلى تحسين قابلية الهضم مع خفض إجمالي انبعاثات الميثان لكل وحدة من المنتج<sup>71</sup>.

**3. الحراثة الزراعية:** يمكن احتجاز الكربون عن طريق زيادة الأشجار، وتحسين الأنواع النباتية، وزيادة نسبة بذور البقوليات، وإدخال ديدان الأرض وتخصيب المراعي. ويمكن أيضاً تعزيز إنتاجية العشب واحتجاز الكربون في التربة. ومن المفيد كذلك زيادة ضغط الرعي على الأراضي العشبية عندما يكون عدد حيوانات الرعي أقل من المستوى الأمثل.

**4. تغيير مواقع إنتاج الماشية والمحاصيل:** يمكن أن يساعد هذا النهج في منع تعرية التربة مع تحسين الرطوبة والقدرة على الاحتفاظ بالمغذيات. كما يمكن أن يشكل تعديل تناوب المحاصيل وتعديل توقيت عمليات الإدارة نهجاً تكيفياً آخر (مثل الرعي والغرس والرش والري). ويمكن تعديل هذا المؤشر لمراعاة التغيرات في طول موسم النمو، وموجات الحرارة، وتقلب هطول الأمطار<sup>72</sup>. ويمكن لهذه التدابير أيضاً أن تعمل كاستراتيجيات لإدارة الأراضي.

**5. إدارة الأسمدة:** نظراً لأن الأسمدة العضوية لا تتسبب بانبعاث الكثير من أكسيد النيتروجين مثل ما تتسبب به الأسمدة الاصطناعية، فمن شأن زيادة استخدام الأسمدة العضوية تقليل من الانبعاثات<sup>73</sup>. كما أن تكنولوجيا الأسمدة قد تطورت من خلال التحكم في إطلاق العناصر الغذائية من الأسمدة ومنع النترجة لإبطاء تحلل الأسمدة والحفاظ على العناصر الغذائية المتوفرة للنباتات. ويمكن تقليل استخدام النيتروجين الصناعي من خلال دمج البقوليات والأعشاب في المراعي.

**الشكل 19.** مساهمة المنتجات الحيوانية في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (كجم ثاني أكسيد الكربون/كجم من البروتين)



المصدر: FAO, Climate-smart Livestock Production: A Practical Guide for Asia and the Pacific Region (Bangkok, 2021).

كبير من انبعاثات غازات الدفيئة التي يتسبب بها قطاع الثروة الحيوانية، فمن شأن التقليل من استهلاك لحوم البقر لصالح الدواجن، على سبيل المثال، التأثير بشكل فعال على انبعاثات غازات الدفيئة. ويبين الشكل 19 أن منتجات المجترات، ولا سيما اللحوم، تسهم بقدر أكبر بكثير في انبعاثات غازات الدفيئة لكل كيلوغرام من البروتين مقارنة بالحيوانات أحادية المعدة. والمنتجات الحيوانية التي تتسبب بأكثر قدر من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون هي لحوم البقر والجاموس (295 و404 لكل كيلوغرام من البروتين، على التوالي)، تليها اللحوم من المجترات الصغيرة (201 لكل كيلوغرام من البروتين). ويتسبب إنتاج بيض الدجاج بأقل قدر من انبعاثات غازات الدفيئة (31 لكل كيلوغرام من البروتين)<sup>75</sup>.

#### 6. تغيير اتجاهات النظام الغذائي البشري: ركزت غالبية

الدراسات على خفض انبعاثات غازات الدفيئة في سلسلة توريد الثروة الحيوانية. ولكن أجريت أبحاث أقل على الجانب المتعلق بالطلب في استهلاك المنتجات الحيوانية. وقد أظهرت الأبحاث أن لحوم البقر في المنطقة العربية هي أكبر مساهم في إجمالي استهلاك الفرد للمياه الافتراضية (61 في المائة، يليها فروج (دجاج) اللحم (20 في المائة)، والأغنام (17 في المائة). كما ازداد الإنتاج الحيواني بنسبة 50 في المائة في العقد الماضي مقارنة بالعقد السابق<sup>74</sup>. وبناءً عليه فإن الحد من تناول اللحوم قد يقلل بشكل كبير من انبعاثات غازات الدفيئة. وبما أن لحوم البقر هي أقل مصادر البروتين الحيواني كفاءة في استخدام الموارد، وتسهم بقدر

#### 4. الفعالية والملاءمة

المعوي، وتحسين إدارة السماد الطبيعي، والاستخدام الأكثر كفاءة للأسمدة. على سبيل المثال، يمكن احتجاز الكربون عن طريق تقليل إزالة الغابات وإعادة زراعة المناطق التي أزيلت منها الغابات، الأمر الذي يتطلب وضع تشريعات حكومية وإنفاذ القانون.

ستتأثر قدرة المجتمعات المحلية على التكيف مع تغير المناخ والحد من آثاره بظروفها الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، فضلاً عن الموارد المتاحة لها. وتوفير الدعم الحكومي ضروري لضمان جدوى تدابير التخفيف، مثل عزل الكربون، وتحسين النظم الغذائية للحد من التخمر

## 5. تأثير حلول الثروة الحيوانية

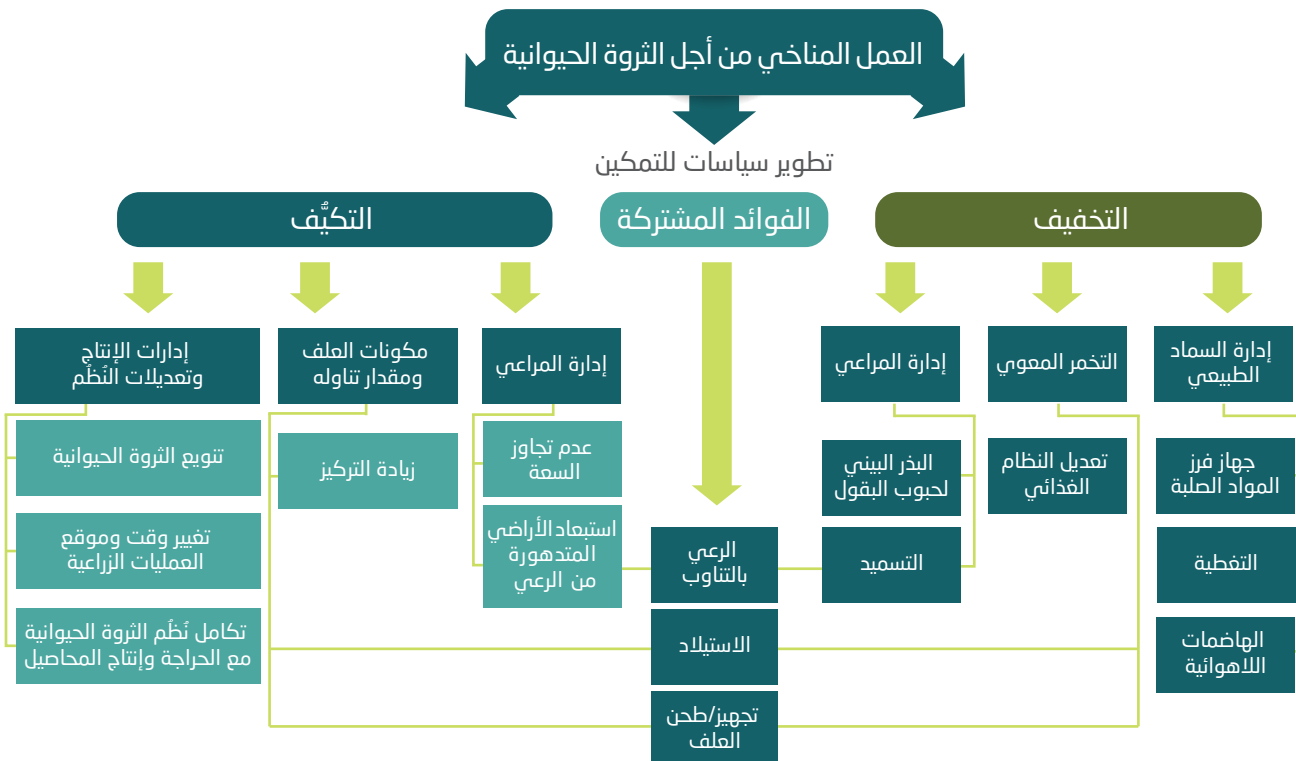
السريعة في التكيف مع تغير المناخ. وتنتج برامج التهجين والبرامج الجينية سلالات قادرة على تحمل الحرارة والأمراض، وتتمتع بسمات إنتاجية أفضل من السلالات الشائعة الأخرى. وقد وجدت العديد من الدراسات أن إضافة حبوب البقوليات لدى غرس البذور زادت من إجمالي احتجاز الكربون في منظومة التربة والنباتات<sup>79</sup>. وفي المقابل، تظهر الدراسات أن البقوليات تزيد من انبعاثات أكسيد النيتروز، غير أن الأدلة متضاربة وهناك حاجة إلى إجراء مزيد من البحوث<sup>80</sup>. ويمكن أن تؤدي التحسينات في إدارة الأعلاف ودمجها مع تقنيات الاستيلاد إلى زيادة كفاءة التغذية من خلال تطوير سلالات تنمو بشكل أسرع، أو قادرة على اكتساب الوزن، أو ذات إنتاجية أسرع. ونتيجة لذلك يمكن أن تؤدي كفاءة الأعلاف إلى زيادة أرباح المزارع وتقليل انبعاثات غازات الدفيئة.

إن إدارة نظام الثروة الحيوانية الذكي مناخياً يساهم في العمل المناخي من خلال تحسين الإنتاجية وكفاءة استخدام الموارد<sup>76</sup>، وهو أمر أساسي لتحسين سُبل العيش الريفية والأمن الغذائي. والحل المقترح المتمثل في تعزيز الإنتاجية في نظم الثروة الحيوانية وضمان بقاء الحيوانات يعني تقليل الحاجة للحيوانات لنفس الكمية من المنتجات، وبالتالي تقليل انبعاثات غازات الدفيئة<sup>77</sup>. كما أن زيادة الإنتاجية من شأنها تقليل من عدد الحيوانات ذات الأداء الضعيف، مما يؤدي إلى زيادة كفاءة غازات الدفيئة على مستوى القطيع.

وتشير التقديرات إلى أن هذا النهج يمكن أن يقلل من انبعاثات غازات الدفيئة بنسبة تتراوح بين 20 و30 في المائة لكل وحدة من المنتجات الحيوانية<sup>78</sup>. تساهم مراقبة الأمراض الحيوانية ووجود نظم للإنذار المبكر والاستجابة

## الشكل 20. العمل المناخي من أجل الثروة الحيوانية

من أجل إجراءات التخفيف/التكيف مع تغير المناخ في العالم العربي على صعيد قطاع الثروة الحيوانية: وضع وتطبيق سياسات من شأنها أن تعزز اعتماد التكنولوجيات التالية:



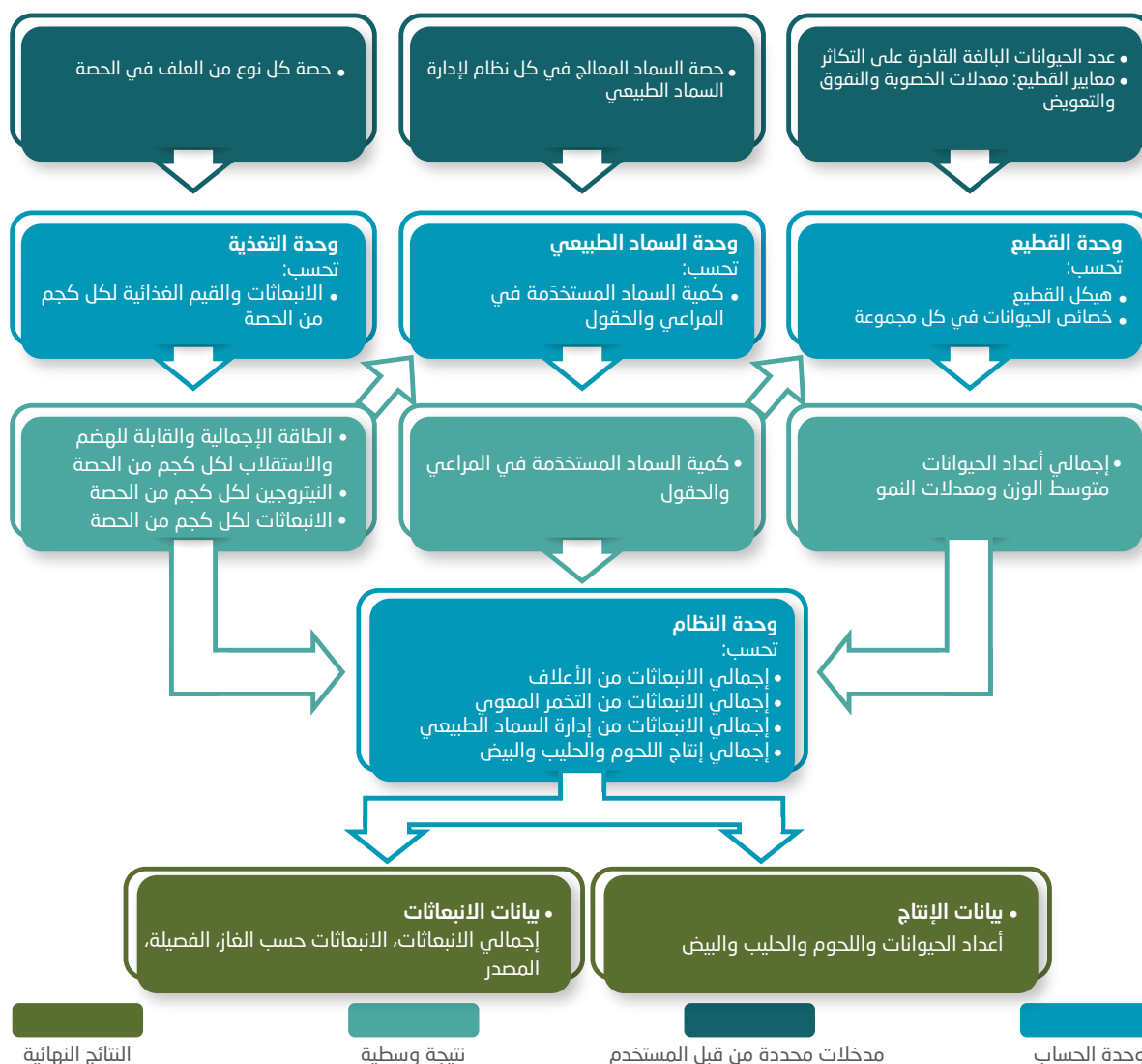
## دال. دراسة حالة 1 - استخدام GLEAM (النموذج العالمي للتقييم البيئي للثروة الحيوانية)

### 1. وصف

وGLEAM هو نظام نمذجة يحاكي تفاعل أنشطة وعمليات الإنتاج الحيواني مع البيئة، ويمكن استخدامه على نطاق محلي وإقليمي ووطني وعالمي. وبمقدور GLEAM تمييز أبرز الخطوات في سلسلة توريد الثروة الحيوانية، بما في ذلك إنتاج الأعلاف وتجهيزها ونقلها؛ وديناميكيات القطيع، وتغذية الحيوانات، وإدارة السماد الطبيعي؛ وتجهيز المنتجات الحيوانية ونقلها. ويتضمن النموذج الآثار الفريدة لكل خطوة، مما يوفر صورة كاملة ومصنّفة عن الإنتاج الحيواني واستهلاك الموارد.

أنشأت منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) نموذج التقييم البيئي العالمي للثروة الحيوانية (MAELG) (OAF, 2020). وMAELG عبارة عن إطار محاكاة قائم على نُظم المعلومات الجغرافية لتحليل تأثير العمليات والأنشطة الفيزيائية الحيوية على طول سلاسل توريد الثروة الحيوانية. الهدف من GLEAM يتمثل في تحديد إنتاج الثروة الحيوانية واستخدام الموارد الطبيعية، فضلاً عن الكشف عن الآثار البيئية للثروة الحيوانية للمساعدة في تقييم سيناريوهات التكيف والتخفيف لزيادة قدرة قطاع الثروة الحيوانية على الصمود.

الشكل 21. المدخلات المطلوبة والوحدات الرئيسية وتدفق الحسابات لنموذج GLEAM



### الإطار 3. مكان دراسة الحالة - منغوليا

منغوليا - يعاني 57.6 في المائة من المراعي المنغولية إلى حد ما من الأضرار. وتعمل منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة في منغوليا على مشروع "تجربة النهج الذكي مناخياً في نُظُم الإنتاج الحيواني" منذ كانون الأول/ديسمبر 2018. ويستخدم المشروع تقنيات ذكية مناخياً للثروة الحيوانية في ثلاثة أبعاد للإنتاج الحيواني. ويتوقع أن تشمل نتائج البحث عرض تقنيات الري بالأعلاف منخفضة الكربون باستخدام الخلايا الكهروضوئية الشمسية، وخفض انبعاثات أكسيد النيتروز من خلال تحسين إدارة السماد الطبيعي، وانخفاض انبعاثات غاز الميثان الناتجة عن التخمر المعوي. خفض الانبعاثات هذا سيعدهم تحسين ممارسات تربية الحيوانات، وتحسين استراتيجيات التغذية، وتحسين التغذية في موسم الجفاف، وتحسين إدارة المراعي بقطعان أصغر حجماً وأكثر إنتاجية.

بعد الانتهاء من المشروع في عام 2021، أظهرت النتائج الأولية لتحليل GLEAM انخفاضاً كبيراً في انبعاثات غازات الدفيئة بلغت في المتوسط 21- في المائة لغاز الميثان، و21- في المائة لثاني أكسيد الكربون، و15- في المائة لإجمالي انبعاثات غازات الدفيئة.

المصدر: (FAO, Climate-smart Livestock Production: A Practical Guide for Asia and the Pacific Region (Bangkok, 2021).

حساب حصص الإعاشة بما يعكس التوافر المحلي لإمدادات الأعلاف. وأدرج نموذج القطيع في نموذج GLEAM، وهو يسمح بتصنيف إحصاءات الثروة الحيوانية وتمثيل التباين في أداء الثروة الحيوانية وإدارتها<sup>81</sup>.

ويتضمن GLEAM الأقسام الخمسة التالية: (أ) وحدة القطيع؛ (ب) وحدة السماد؛ (ج) وحدة التغذية؛ (د) وحدة النظام؛ (هـ) وحدة التخصيص. ويوفّر GLEAM طائفة من المزايا من حيث منهجية النمذجة. ففي الدول الفقيرة، على سبيل المثال، تتيح البيانات الجغرافية عن توزيع الماشية وغلة المحاصيل

## 2. نواتج

- الربط ما بين استخدام الأراضي وتناول الأعلاف.
- إنتاج المنتجات الحيوانية.
- انبعاثات غازات الدفيئة المتولدة في كل مرحلة من مراحل عملية التصنيع.
- النيتروجين المستخدم في كل مرحلة من مراحل عملية التصنيع.
- مقياس للدقة المكانية.
- تنتج عملية محاكاة كاملة ضمن GLEAM عدداً من المخرجات يمكن أن تكون مؤشرات نهائية أو عمليات حسابية وسيطة للإجراءات اللاحقة. وينتج GLEAM 2.0 حالياً المخرجات التالية:
- عدد رؤوس الثروة الحيوانية ونُظُم الإنتاج والتوزيع المكاني؛ وإنتاج السماد الطبيعي وإدارته.
- تناول الأعلاف، وكذلك مزيج وجودة حصص الأعلاف الحيوانية.

## 3. أين يمكن استخدام GLEAM؟

للإنتاج التجاري. كما تم استخدام GLEAM في إنتاج لحوم البقر ذات النوعية المميزة في أمريكا الجنوبية وفي تربية المجترات الصغيرة في غرب أفريقيا. واستُخدم في شرق أفريقيا لإنتاج الألبان المختلطة. ولهذا يمكن اعتماد GLEAM في أي بلد عربي.

تم تصميم GLEAM بحيث يمكن تطبيقه عالمياً في أي نظام للثروة الحيوانية. وتفيد منظمة الأغذية والزراعة بأن ست دراسات حالة واقعية في مواقع ونُظُم مختارة لإنتاج الماشية استُخدمت لبناء نموذج باستخدام GLEAM. وقد استُخدم في جنوب آسيا في إنتاج الألبان المختلطة. وفي شرق وجنوب شرق آسيا، استُخدم أيضاً في تربية الخنازير

#### 4. جدوى الاستعمال

واتسم كل نوع من أنواع الحيوانات والنظم والمناطق التي شملتها الدراسة بإمكانية تخفيف تتراوح بين 14 و41 في المائة. وفي آسيا وأمريكا اللاتينية وأفريقيا، قُدِّر أن نُظْم إنتاج المجترات والخنازير تنطوي على إمكانات قوية مماثلة للتخفيف من آثار تغير المناخ. ومن ناحية أخرى، قد تؤدي الإجراءات النموذجية إلى انخفاض متزامن في الانبعاثات وزيادة في الإنتاج، مما يساعد على تحقيق الأمن الغذائي. كما يأتي GLEAM بالفائدة لدى تقييم إمكانات التخفيف من آثار ممارسات الثروة الحيوانية ذات الصلة بتغير المناخ. ومع أن GLEAM متوفر مجاناً، فإنه مثل جميع الأدوات الأخرى يتطلب التدريب على استخدامه.

استُخدِم نظام GLEAM لتقييم استراتيجيات التخفيف التي اختيرت بناءً على إمكاناتها السابقة للتخفيف، ومدى انطباقها على مناطق جغرافية ونظم محددة، والجدوى الاقتصادية المتوقعة منها وآثارها الإيجابية على الإنتاجية، فضلاً عن المفاضلات المحتملة مع القضايا البيئية الأخرى. وركز التخفيف بشكل رئيسي على تحسين جودة الأعلاف، وإدارة الرعي، والتدابير الصحية الوقائية، وأساليب التربية، وإدارة مخلفات الحيوانات، وكفاءة استخدام الطاقة على مختلف مستويات سلسلة توريد الثروة الحيوانية.

### هاء. دراسة حالة 2 - التبريد الشمسي للحليب - تونس

#### 1. وصف

يتم تصنيع المكعبات الثلجية باستخدام ثلاجة تعمل بالطاقة الشمسية تجمع الطاقة الشمسية من خلال آلية تحكم تكيفية. ويتألف النظام من المكونات التالية: الألواح الكهروضوئية، والبطاريات الصغيرة، ووحدة التحكم التكيفية، ووحدة التحكم في الشحن، وثلاجة صغيرة مع مروحة مدمجة. وهناك 25 علب بلاستيكية للمكعبات الثلجية سعة كل منها لترين (الشكل 22)<sup>82</sup>.

نظام تبريد الحليب بالطاقة الشمسية هو جهاز متطور يستخدم الطاقة المتجددة فقط لتبريد الحليب في المزرعة. يتكون النظام من:

- علب الحليب التقليدية سعة 40 لتر.
- غرفة تبريد بالثلج.
- طبقة عزل قابلة للفصل.

#### الشكل 22. تبريد الحليب بالطاقة الشمسية في سيدي بوزيد - تونس



المصدر: F. Mrabet and others, "Solar Milk Cooling: Study case Sidi Bouzid, Tunisia" (Institute of Agricultural Engineering, Tropical and Subtropical Group, University of Hohenheim, Germany, n.d.).

أساسية لضمان ثباته، ولكنها تستهلك الكثير من الطاقة في صناعة منتجات الألبان.

يمكن للجهاز تبريد 30 لتراً من الحليب باستخدام الثلج كوسيلة تبريد. وهذا يتيح التحكم بعملية تبريد الحليب تجرياً إما في المزرعة أو أثناء النقل. وعملية تبريد الحليب

## 2. جدوى الاستعمال

درجة مئوية، ويتم ضخه على الفور إلى مرافق التبريد وتبريده إلى 4 درجات مئوية. وغالباً ما يرفض المجمع استلام الحليب من بعض المزارع عندما يفسد في الفترة الفاصلة بين حبله ووصوله المجمع. وقد أدى استخدام نظام تبريد الحليب بالطاقة الشمسية إلى تحسينات كبيرة في الظروف الحرارية وجودة الحليب أثناء النقل والتخزين خلال الليل.

تشكل صناعة منتجات الألبان في تونس 11 في المائة من قيمة إنتاج القطاع الزراعي، وتمتاز بدورها الاستراتيجي والمهم. تم اختبار استعمال النظام في سبع مزارع صغيرة في منطقتين: الزيتون والحنية في سيدي بوزيد في تونس، حيث أنشئت واختبرت عشرة أنظمة لتبريد الحليب. ويجمع الحليب مرتين في اليوم في المتوسط، حيث عادة ما يُجلب الحليب إلى مركز التجميع على درجة حرارة 30

## 3. أثر التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه

ساعة)، قد لا يكون من المجدي اقتصادياً استخدام النظام الشمسي لتوفير الطاقة. ولكن عند أخذ انبعاثات الكربون في الاعتبار، سيوفر نظام تبريد الحليب الشمسي 9.7 جرام من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل لتر، بناءً على عامل انبعاثات الكهرباء في البلاد (0.572 كجم من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل كيلوواط ساعة)<sup>83</sup>. وسيأتي النظام بالفائدة في المناطق الريفية في المناطق العربية الأخرى حيث الطاقة باهظة الثمن أو غير متوفرة (مثل الجمهورية العربية السورية ولبنان واليمن).

يصل الحليب إلى مركز التجميع بعد ساعتين، عند درجة حرارة 15 درجة مئوية بدلاً من 30 درجة مئوية، وذلك بفضل تقنية تبريد الحليب بالطاقة الشمسية. الطاقة اللازمة لتبريد لتر واحد من الحليب من 30 درجة مئوية إلى 4 درجات مئوية (بافتراض مضخة حرارية بمتوسط معامل أداء واحد) هي تقريباً 0.03 كيلوواط ساعة (Kwh) لكل لتر. كمية الكهرباء اللازمة لهذا النظام ستنخفض إلى 0.013 كيلوواط ساعة لكل لتر، أي بانخفاض قدره 0.017 كيلوواط ساعة لكل لتر. ونظراً لانخفاض تكلفة الطاقة في تونس (0.06 يورو لكل كيلوواط

## 4. التكلفة وفترة استرداد التكلفة

ويمكن لمجموعة من المزارعين الاشتراك في البراد الشمسي لأنه يتمتع بسعة قصوى تبلغ 60 لتراً في اليوم. وقد يكون كل مزارع قادراً على الحصول على علب الحليب الخاصة به. وسينتج عن ذلك تقاسم نفقات النظام بين صغار المزارعين، وتقصير فترة الاسترداد.

تبلغ التكلفة الإجمالية للنظام حوالي 2,700 يورو. وتبلغ تكلفة لتر واحد من الحليب في تونس 0.25 يورو. ويتم تحديد فترة استرداد كلفة هذا النظام المبتكر من خلال كمية الحليب المبزّد والمباع يومياً. فعلى افتراض أن المبيعات تبلغ 14.5 لتراً في اليوم، فإن فترة الاسترداد ستكون حوالي عامين.

# الاستنتاجات

3. تقديم خصومات وتدريب مجاني على تكنولوجيات البصمة المائية الرمادية والزرقاء اللازمة للأنظمة الزراعية والغذائية على طول سلسلة القيمة بأكملها لتشجيع أتمتة نظام الري.

4. تبادل الدروس والخبرات الفعالة، بما في ذلك تبادل المعارف بين المزارعين.

5. فتح باب التدريب المهني للتكنولوجيات والتطبيقات.

6. تسليط الضوء على التجارب الناجحة والمشاريع الرائدة.

7. دعم برامج البحوث المتعلقة بالتخفيف من آثار تغير المناخ والابتكار وريادة الأعمال الموجهة.

ويلزم أيضاً التصدي للانبعاثات الناجمة عن سلاسل القيمة الأخرى في الزراعة. ومن الأمثلة على ذلك خفض الانبعاثات في مرحلة ما بعد الحصاد أثناء النقل<sup>84</sup>. وأخيراً، لا يزال توسيع نطاق التكنولوجيات في الزراعة يشكل تحدياً في المنطقة العربية. ومن شأن بناء الوعي بين مختلف الفئات، مثل النساء والشباب، أن يضيف قيمة إلى تكنولوجيات التكيّف ويشدد على ضرورة العمل بها لمستقبل الزراعة في هذه المنطقة. وفي هذا الصدد، يكتسي إشراك الشباب، وهم مزارعو المستقبل، في جميع هذه الأنشطة أهمية قصوى. وينبغي النظر في مسؤوليات النساء والرجال، فضلاً عن كيفية تأثرهم بتغير المناخ، لدى وضع خطط التكيّف والتخفيف. ويتيح تغير المناخ فرصة واضحة لإعادة النظر في أوجه عدم المساواة بين الجنسين وإشراك الرجال والنساء على السواء في وضع حلول مبتكرة للمشاكل البيئية المشتركة.

إذا كانت الحكومات العربية راغبة في تناول قضايا تغير المناخ والإنتاج الحيواني بطرق فعالة للتكيّف والتخفيف من حدتها، سيتوجب توسيع نطاق هذه التكنولوجيات من خلال وضع السياسات والتشريعات ذات الصلة. ويمكن أن يساعد فهم وجهات نظر المزارعين وإدماجها في وضع السياسات، على سبيل المثال، في التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيّف معه من خلال تشجيع اعتماد أفضل الممارسات على نطاق أوسع.

نظراً إلى فوائد الزراعة الرقمية للإنتاجية والأمن الغذائي والنمو الاقتصادي والأمن المائي والتخفيف من آثار تغير المناخ، ينبغي لأصحاب المصلحة من البلدان العربية التعاون لتعميم التكنولوجيات الزراعية المبتكرة وتبادل أفضل الممارسات. ولا بد من مواصلة دراسة مدى وحجم مساهمة هذه التكنولوجيات في العالم العربي في تحقيق الاكتفاء الذاتي من الغذاء، فضلاً عن كيف وإلى متى يمكنها أن تساهم في تحقيق رفاه الإنسان.

ثمة حاجة ماسة إلى العمل المناخي للتخفيف من أثر تغير المناخ، وخاصة بالنسبة لقطاع الزراعة، وإحدى الوسائل للعمل بناءً على ذلك تتمثل في استخدام التكنولوجيا المناسبة والميسورة التكلفة والموجهة، ضمن أمور أخرى. غير أن ذلك يتطلب التمويل وبناء القدرات، فضلاً عن توسيع نطاق التجارب الجيدة والإيجابية في صفوف العديد من المزارعين أصحاب الحيازات الصغيرة، وهم الأغلبية في المنطقة.

ويجب استهداف المستهلكين والمنتجين وأصحاب المصلحة وصناع القرار لبناء قدراتهم من خلال توفير خدمات مكثفة في مجال المعرفة والإرشاد والإدارة والخدمات الإرشادية. وتشمل المقترحات المحددة في هذا الصدد، على سبيل المثال، استخدام المعلومات العلمية في الممارسات الزراعية، وهو يوفر حوافز للمزارعين الذين يستخدمون التطبيقات النقالة التي توفر بيانات عن متطلبات الري في الوقت شبه الحقيقي، مثل تطبيق AgSAT.

ومن بالغ الأهمية إدكاء الوعي بالقيمة المضافة لتكنولوجيات التكيّف وتدابير التخفيف من آثار تغير المناخ في الزراعة عبر مختلف المجموعات من خلال الحملات الإعلامية والجلسات التشاورية إن أريد تشجيع اعتمادها. ويمكن تحقيق ذلك على وجه الخصوص من خلال:

1. زيادة فرص حصول صغار المزارعين على خدمات الاستثمار والإرشاد.
2. تحسين كفاءة استخدام مبيدات الأعشاب ومبيدات الآفات.

ومن أجل الحفاظ على نُظُم إنتاج مستدامة، ينبغي أن يتضمن إطار السياسة العامة أيضاً فهماً كاملاً للتكاليف والوقت والجهد المطلوب من المنتج. كما يجب أن تلائم التكنولوجيات المنطقة و/أو البلد حيث يُقترح العمل بها.

وينبغي أن تضطلع السياسات كذلك بتيسير التعاون المنسّق بين البلدان العربية على المستويات السياسي والمؤسسي والتقني، بما يتيح الاستفادة من المنصات والمعارف القائمة لتقييم ومعالجة أثر التكنولوجيات على قابلية التأثير بتغيّر المناخ، ودراسة قابليتها للتوسع والقدرة على تحمل تكاليفها في مختلف النُظُم البيئية الاجتماعية والاقتصادية والطبيعية في المنطقة. وعلى الدول أن تعمل معاً وبشكل فردي لوضع حلول تقنية وإدارية لضمان أفضل تنفيذ لتدابير التكيف مع تغيّر المناخ والتخفيف من آثاره وأكثر هذه التدابير فعالية، لحماية موارد المياه العذبة وضمان استدامة الممارسات المتصلة بالعمل المناخي في قطاعات المياه والأراضي والثروة الحيوانية.

ومن شأن تخصيص موارد مالية كافية للاستثمار في حلول مقاومة لتغيّرات المناخ من أجل سُبل عيش مستدامة أن يجعل السياسات أكثر فعالية وأسهل في التنفيذ. وينبغي للبلدان العربية أن تعمل على وضع خطط وطنية للتكيف مع تغيّر المناخ، فضلاً عن ضرورة الانخراط في الحوارات المتعلقة بالسياسات الوطنية وتعزيزها في سبيل وضع التشريعات واللوائح ذات الصلة. ويتوجب أن تحصل البلدان النامية التي تعاني من الفقر والصراعات وأزمات اللاجئين على المزيد من الموارد المالية من المجتمع الدولي.

بناءً على ما سبق، ينبغي لواضعي السياسات في بلدان المنطقة العربية أن يهيئوا مناخاً يشجع على التكيف والمنعة، وهو ما يمكن تحقيقه من خلال تحسين إمكانية حصول المزارعين على المعلومات والائتمان والأسواق، وسن السياسات واللوائح المناسبة، مع التركيز بشكل خاص على أصحاب الحيازات الصغيرة الذين هم الأكثر عرضة لآثار تغيّر المناخ.

- 1 The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), AQUASTAT Core Database, 2017 (accessed on 15 October 2021).
- 2 The World Bank, "Arable land (% of land area) - Arab World". Available at <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.ARBL.ZS?locations=1A> (accessed on 15 October 2021).
- 3 M. G. Donat and others, "Changes in extreme temperature and precipitation in the Arab region: long-term trends and variability related to ENSO and NAO", *International Journal of Climatology*, vol. 34, No. 3 (March 2014).
- 4 Chris Funk and others, "The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes", *Scientific Data* (December 2015).
- 5 United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA), *The Demographic Profiles of the Arab States 2017* (Beirut 2017).
- 6 FAO, *FAO Statistical Yearbook 2014: Near East and North Africa Food and Agriculture* (Rome, 2014).
- 7 FAO, AQUASTAT Core Database, 2020 (accessed on 18 October 2021).
- 8 ESCWA, *Moving towards Water Security in the Arab Region*, E/ESCWA/SDPD/2019/2 (Beirut, 2019).
- 9 World Bank, "World Development Indicators, 2018", DataBank. Available at <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators> (accessed on 18 October 2021).
- 10 World Bank, "Arable land (% of land area) - Arab World". Available at <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.ARBL.ZS?locations=1A> (accessed on 15 October 2021).
- 11 ESCWA, *Arab Sustainable Development Report 2020* (Beirut, 2020).
- 12 FAO, *The Future of Food and Agriculture. Trends and Challenges* (Rome, 2017).
- 13 United Nations Development Programme (UNDP), *GOAL 13: Climate Action* (New York).
- 14 E. Borgomeo and N. Santos, *Towards a New Generation of Policies and Investments in Agricultural Water in the Arab region: Fertile Ground for Innovation* (Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations; Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI), 2019), p. 124.
- 15 Roya Mourad, H.H Jaafar and Nuhad Dagher, "New estimates of water footprint for animal products in fifteen countries of the Middle East and North Africa, 2010–2016", *Water Resources and Industry*, vol. 22 (July 2019).
- 16 ESCWA and others, *Arab Climate Change Assessment Report – Main Report*, E/ESCWA/SDPD/2017/RICCAR/Report (Beirut, Economic and Social Commission for Western Asia, 2017).
- 17 Internal Displacement Monitoring Centre, *A Decade of Displacement in the Middle East and North Africa Region* (Geneva, 2021).
- 18 Hadi Jaafar and others, "Refugees, water balance, and water stress: Lessons learned from Lebanon", *Ambio*, vol. 49, 2020.
- 19 Marco Verweij and others, "Clumsy solutions for a complex world: the case of climate change", *Public administration*, vol. 84, No. 4, 2006.
- 20 FAO, AQUASTAT Core Database, 2020 (accessed on 20 October 2021).
- 21 Eckart Woertz, "Agriculture and development in the wake of the Arab spring", *International development Policy*, vol. 7, 2017.
- 22 <http://www.riccar.org/>.
- 23 Hadi Jaafar, "Climate change and Sustainable Agriculture in the Mediterranean: Challenges and Prospects", *IAI Research Studies*, vol. 6, No. 55, 2021.
- 24 D. G Hallstrom, "Interannual climate variation, climate prediction, and agricultural trade: the costs of surprise versus variability", *Review of International Economics*, vol. 12, No. 3, 2004.
- 25 Uwe Deichmann, Aparajita Goyal and Deepak Mishra, "Will Digital technologies transform agriculture in developing countries?" *Policy Research Working Paper*, No. 7669 (Washington, D.C., World Bank, 2016).

- 26 E. John Sadler; Robert G. Evans and Carl R. Camp, "Opportunities for conservation with precision irrigation", *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 60, No. 6 (December 2005).
- 27 R. Troy Peters, Kefyalew G. Desta and Leigh Nelson, "Practical use of soil moisture sensors and their data for irrigation scheduling" (Washington State University, 2013).
- 28 Jack Durrell, "Investing in resilience: addressing climate-induced displacement in the MENA region", Discussion Paper (Beirut, Lebanon: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, 2018).
- 29 A Battilani, "Assessment of theoretical boundaries of precise irrigation", deliverable 2.1 of the FP7 FIGARO Project. 2012.
- 30 Hadi Jaafar and Samer A. Kharroubi, "Views, practices and knowledge of farmers regarding smart irrigation apps: A national cross-sectional study in Lebanon", *Agricultural Water Management*, vol. 248, 2021.
- 31 Hadi Jaafar and others, "Determining water requirements of biblical hyssop using an ET-based drip irrigation system", *Agricultural Water Management*, vol. 180, Part A, 2017.
- 32 GSMA Intelligence, *The Mobile Economy - Middle East and North Africa 2020* (2020).
- 33 Georgina Moreno and David Sunding, "Joint estimation of technology adoption and land allocation with implications for the design of conservation policy", *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 87, No. 4, 2005.
- 34 Prasad Thenkabail, Ronald B. Smith, Eddy De Pauw, "Hyperspectral vegetation indices and their relationships with agricultural crop characteristics", *Remote sensing of Environment*, vol. 71, No. 2, 2000.
- 35 C. B Hedley and others, "Key performance indicators for simulated variable-rate irrigation of variable soils in humid regions. Transactions of the ASABE", vol. 52, No. 5, 2009.
- 36 Ivan A. Walter and others, *The ASCE Standardized Reference Evapotranspiration Equation* (American Society of Civil Engineers, 2005).
- 37 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI).
- 38 <https://storymaps.arcgis.com/collections/ec238fcd9f6b464097ab7ee54882cee7>.
- 39 [www.agsat.app](http://www.agsat.app).
- 40 Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, "EM-DAT", International Disaster database. Available at <http://www.emdat.be/database> (accessed on 7 May 2021).
- 41 Tahar Ledraa and Ali Al-Ghamdi, "Planning and management issues and challenges of flash flooding disasters in Saudi Arabia: The case of Riyadh City", *Journal of Architecture Planning*, vol. 32, No. 1.
- 42 Hadi Jaafar and others, "Determining water requirements of biblical hyssop using an ET-based drip irrigation system", *Agricultural Water Management*, vol. 180, Part A, 2017.
- 43 <https://www.spa.gov.sa/549494>.
- 44 H.H Jaafar, "Feasibility of groundwater recharge dam projects in arid environments", *Journal of Hydrology*, vol. 512, (May 2014).
- 45 Ibid.
- 46 FAO and others, *Regional Overview of Food Security and Nutrition in the Near East and North Africa 2020: Enhancing Resilience of Food Systems in the Arab States* (Cairo, 2021). FAO.
- 47 ESCWA, *Climate Change Adaptation in Agriculture, Forestry and Fisheries Using Integrated Water Resources Management Tools*, E/ESCWA/SDPD/2017/Module.2 (Beirut, 2017).
- 48 United Nations Convention to Combat Desertification, *Science-Policy Brief 03 August 2017*.
- 49 Clara Ines Nicholls and Miguel A. Altieri, "Agro-ecological approaches to enhance resilience", *Farming Matters*, vol. 28, No. 14, 2012.
- 50 G. F Ricci and others, "Effectiveness and feasibility of different management practices to reduce soil erosion in an agricultural watershed", *Land Use Policy*, vol. 90 (January 2020).
- 51 Laura Silici, *Agroecology - what it is and what it has to Offer* (London, International Institute for Environment and Development, 2014).
- 52 <https://www.icarda.org/research/innovations/conservation-agriculture>.
- 53 Roya Mourad, H.H Jaafar and Nuhad Daghir, "New estimates of water footprint for animal products in fifteen countries of the Middle East and North Africa, 2010–2016", *Water Resources and Industry*, vol. 22 (July 2019).
- 54 A.K. Chapagain and A.Y. Hoekstra, *Virtual Water Flows Between Nations in Relation to Trade in Livestock and Livestock Products*, Research Report Series, vol. 13 (The Netherlands: UNESCO-IHE, 2003).

- 55 International Fund for Agricultural Development (IFAD), *Livestock and Climate Change* (Rome, 2009).
- 56 Katrien Descheemaeker and others, "Climate change adaptation and mitigation in smallholder crop–livestock systems in Sub-Saharan Africa: A call for integrated impact assessments", *Regional Environmental Change*, vol. 16, 2016.
- 57 Katharina Waha and others, "Climate change impacts in the Middle East and Northern Africa (MENA) region and their implications for vulnerable population groups", *Regional Environmental Change*, vol. 17, 2017.
- 58 ESCWA and others, *Arab Climate Change Assessment Report – Main Report*, E/ESCWA/SDPD/2017/RICCAR/Report (Beirut, Economic and Social Commission for Western Asia, 2017).
- 59 P. K Thornton and others, "The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know", *Agricultural Systems*, vol. 101, No. 3, 2009.
- 60 M. Herrero and others, "Drivers of change in crop–livestock systems and their potential impacts on agro-ecosystems services and human wellbeing to 2030: A study commissioned by the CGIAR Systemwide Livestock Programme", *Technical Report* (Nairobi, Kenya, ILRI, 2012).
- 61 IFAD, *Livestock and climate change, Livestock Thematic Papers* (Rome, 2010). Available at <https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/ifad81.pdf>.
- 62 FAO, *Climate-smart Livestock Production: A Practical Guide for Asia and the Pacific Region* (Bangkok, 2021).
- 63 Ibid.
- 64 David Renaudeau and others, "Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production", *Animal*, vol. 6, No. 5 (May 2012).
- 65 A. Dickie and others, *Strategies for Mitigating Climate Change in Agriculture: Abridged Report*, prepared with the support of the climate and Land Use Alliance Report and Supplementary Materials (Climate Focus and California Environmental Associates, 2014).
- 66 ICF International, *Greenhouse Gas Mitigation Options and Costs for Agricultural Land and Animal Production within the United States*, 2013.
- 67 Pierre J. Gerber and others, "Decision support for spatially targeted livestock policies: Diverse examples from Uganda and Thailand", *Agricultural Systems*, vol. 96, No. 1-3, 2008.
- 68 ICF International, *Greenhouse Gas Mitigation Options and Costs for Agricultural Land and Animal Production within the United States*, 2013.
- 69 Beverley Henry and Richard Eckard, "Greenhouse gas emissions in livestock production systems", *TG: Tropical Grasslands*, vol. 43, No. 4, 2009.
- 70 Kristin E. Hales, David B. Parker and N. Andy Cole, "Potential odorous volatile organic compound emissions from feces and urine from cattle fed corn-based diets with wet distillers grains and solubles", *Atmospheric environment*, vol. 60, 2012.
- 71 ICF International, *Greenhouse Gas Mitigation Options and Costs for Agricultural Land and Animal Production within the United States*, 2013.
- 72 IFAD, *Livestock and climate change, Livestock Thematic Papers* (Rome, 2010). Available at <https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/ifad81.pdf>.
- 73 Eduardo Aguilera and others, "The potential of organic fertilizers and water management to reduce N<sub>2</sub>O emissions in Mediterranean climate cropping systems. A review", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 164, 2013.
- 74 Roya Mourad, H.H Jaafar and Nuhad Daghir, "New estimates of water footprint for animal products in fifteen countries of the Middle East and North Africa, 2010–2016", *Water Resources and Industry*, vol. 22 (July 2019).
- 75 FAO, *Climate-smart Livestock Production: A Practical Guide for Asia and the Pacific Region* (Bangkok, 2021).
- 76 FAO. 2012. *Balanced feeding for improving livestock productivity – Increase in milk production and nutrient use efficiency and decrease in methane emission*, by M.R. Garg. FAO Animal Production and Health Paper No. 173. Rome, Italy. (Also available at <http://www.fao.org/3/i3014e/i3014e00.pdf>).
- 77 CowSignals. 2018. *How can we reduce methane exhaust in the dairy sector?* [online]. [https://www.cowsignals.com/en/blog/how\\_can\\_we\\_reduce\\_methane\\_exhaust\\_in\\_the\\_dairy\\_sector](https://www.cowsignals.com/en/blog/how_can_we_reduce_methane_exhaust_in_the_dairy_sector).
- 78 FAO, *Climate-smart Livestock Production: A Practical Guide for Asia and the Pacific Region* (Bangkok, 2021).
- 79 Richard T Conant and others, "Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis", *Ecological Applications*, vol. 27, No. 2, 2017.
- 80 Philippe Rochette, "No-till only increases N<sub>2</sub>O emissions in poorly-aerated soils", *Soil and Tillage Research*, vol. 101, No. 1-2, 2008.
- 81 M. J. MacLeod and others, "Invited review: a position on the global livestock environmental assessment model (GLEAM)", *Animal*, vol. 12, No. 2, 2018.
- 82 Ibid.
- 83 F. Mrabet and others, "Solar Milk Cooling: Study case Sidi Bouzid, Tunisia" (Institute of Agricultural Engineering, Tropical and Subtropical Group University of Hohenheim, Germany, n.d.).
- 84 Kevin Karl and Francesco Tubiello, "Methods for estimating greenhouse gas emissions from food systems. Part I: domestic food transport", *FAO Statistics Working Paper*, No. 27/21 (Rome, 2021).



أخفقت الثورة الخضراء في تحقيق أهداف الأمم المتحدة الإنمائية للألفية المتمثلة في خفض الجوع إلى النصف بحلول عام 2015 في المناطق التي تعاني من ندرة المياه، مثل المنطقة العربية. وتتسم معظم هذه المنطقة بمحدودية الأراضي الصالحة للزراعة، وضعف موارد المياه المتجددة، والظروف المناخية شبه القاحلة أو القاحلة. وتُلقى معدلات النمو السكاني المرتفعة والتوسع العمراني المتزايد بثقلها على الموارد الطبيعية بالتزامن مع ارتفاع الطلب على الغذاء. إن تواضع قاعدة الموارد الطبيعية في المنطقة وضعفها، فضلاً عن تناقص الإنتاجية، يحدان بشدة من الإمدادات الغذائية، مما يؤدي إلى الاعتماد الكبير على الواردات ويعرضها لخطر زيادة أسعار الغذاء وتقلبها عالمياً، وغير ذلك من العوامل الخارجية.

تهدف هذه الوثيقة إلى إرشاد دول المنطقة بشأن فوائد التكيف والتخفيف المرتبطة بما يمكن تطبيقه من تكنولوجيات وممارسات لتعزيز إدارة المياه والأراضي والإنتاج الحيواني، من أجل قطاع زراعي أكثر مرونة.

