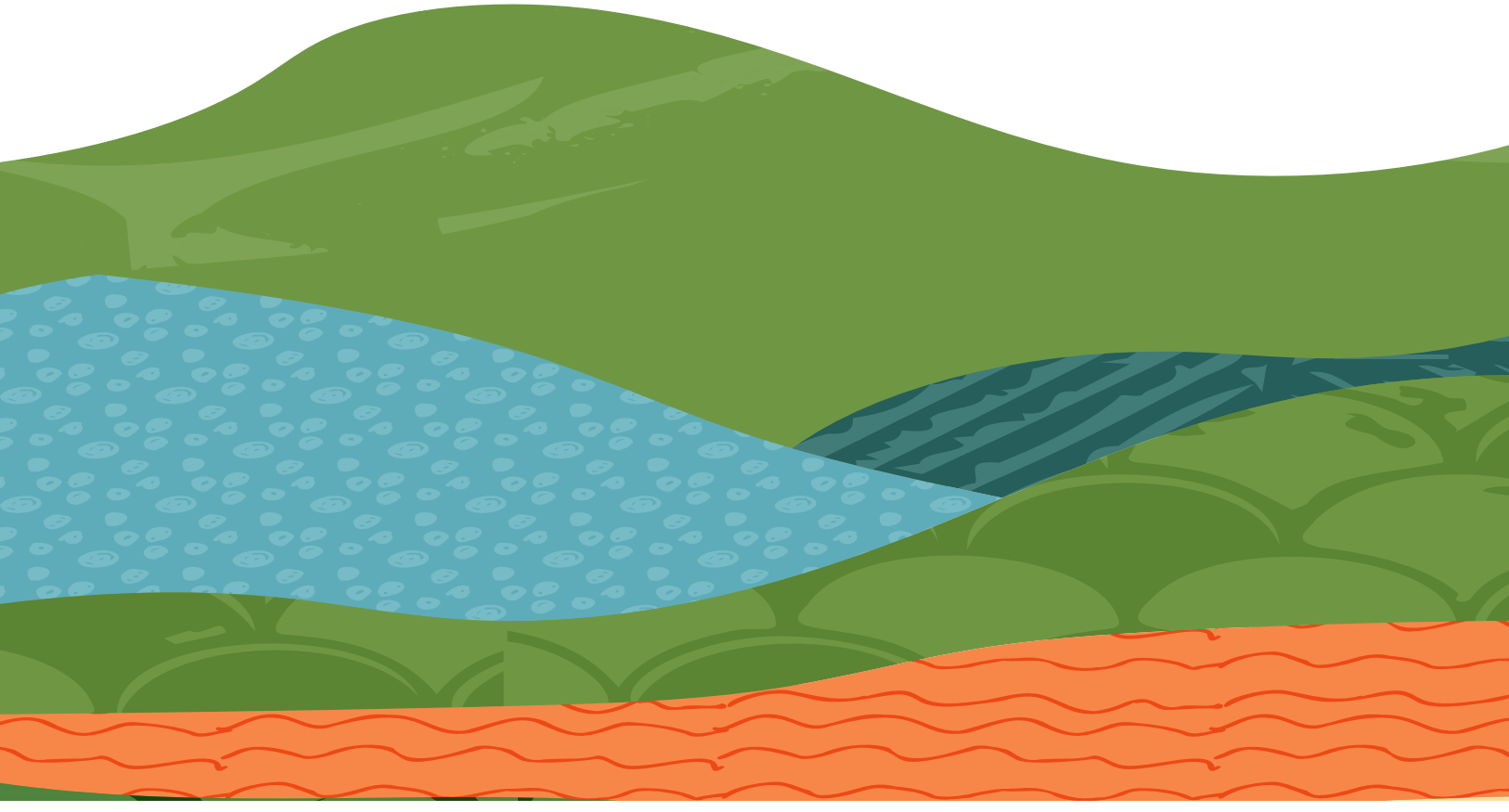
المجلس الوزاري العربي المشترك للمياه والزراعة

المبادئ التوجيهية بشأن تحصيص أفضل للمياه من أجل الزراعة

جامعة الدول العربية



منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة

UNITED NATIONS الاسكوا ESCWA

ازدهارُ البلدان كرامةُ الإنسان

المحتويات

مسرد موجز للمصطلحات الرئيسية 6

الباب الأول

المقدمة 8

1.1 خلفية 8

1.2 تحصيص المياه والزراعة 3

1.3 ما هي الضرورة الملحة بالنسبة للبلدان الأعضاء في جامعة الدول العربية؟ 11

1.4 كيف تُستخدم المبادئ التوجيهية؟ 14

الباب الثاني

الحوكمة الفعالة لتحصيص أفضل للمياه 16

2.1 المقاييس الملائمة 17

2.2 السياسات واللوائح 17

2.3 القيادة والمسؤولية المؤسسية 18

2.4 أدوار محددة وواضحة للقطاع الخاص 20

2.5 حيازة مياه واضحة 22

2.6 دمج أعمال التحصيص في العمليات الروتينية 23

2.7 التنسيق المنتظم بين أصحاب الشأن والمستخدمين 23

الباب الثالث

نحو تحصيص أفضل للمياه من أجل الزراعة 26

3.1 تحصيص المياه المُحسّن بين القطاعات 26

3.1.1 تحصيص المياه السطحية للزراعة 27

3.1.2 تحصيص المياه الجوفية لأغراض الزراعة 28

3.2 تحصيص المياه المحسّن في إطار أنظمة المياه الزراعية 30

3.2.1 التحصيص من أجل تعزيز إنتاجية المياه 32

3.2.2 التأهب لمواجهة تغير المناخ: التعامل مع انخفاض وارتفاع تدفق المياه 33

3.2.3 مستوى إعادة استخدام مياه التصريف مع التأكد من جودة مقبولة للمياه 34
3.2.4 الإدارة المشتركة المتوازنة للمياه السطحية والمياه الجوفية 36
3.2.5 استبدال المياه المرتفعة الجودة بمياه أقل جودة 38
3.2.6 تحسين إمدادات الري وبرامجها الزمنية والامتثال للأنماط الزراعية 39
3.2.7 إدراج المزيد من الاستجابة للطلب 40
3.2.8 تعزيز الاستخدام المتعدد الوظائف للمياه في أنظمة المياه الزراعية 42
3.2.9 إجراءات خاصة لتعزيز الإنصاف 42

الباب الرابع
تنفيذ عملية تحسين تحصيص المياه 44
4.1 استحداث خطة لتحسين تحصيص المياه 45
4.2 إنشاء قاعدة بيانات مشتركة 45
4.3 مشاركة أصحاب العلاقة 48
4.4 خلق الإحساس بالمسؤولية لدى جميع المستخدمين 48

الباب الخامس
وضع الخطط: استخدام الأداة المخصصة لوضع الخطة المتعلقة تحصيص المياه 50
الملحق 1: البيانات الأساسية للمياه على المستوى الوطني 52
الملحق 2: الأداة الخاصة بخطة تحسين تحصيص المياه 55
الملحق 3: استخدام أجهزة استشعار رطوبة التربة لتحسين تحصيص المياه 62

جدول الأشكال

الشكل 1: تحسين تحصيص المياه: ثلاثة مجالات 10

الشكل 2: سحوبات المياه الجوفية كنسبة من استخدام المياه الإجمالي في بعض البلدان العربية (المصدر: النظام العالمي للمعلومات بشأن المياه والزراعة في الفاو، عدة أعوام) 11

الشكل 3: قائمة المراجعة للحوكمة الخاصة بتحسين تحصيص المياه للزراعة (المصدر: مؤلفون) 16

الشكل 4: الأهداف والاستراتيجيات والممارسات في مجال تعظيم تحصيص المياه في أنظمة المياه الزراعية (المصدر: مؤلفون) 31

الشكل 5: الإطار التحليلي لتقييم إنتاجية المياه الاجتماعية 33

الشكل 6: تعظيم التحدي المشترك لإدارة المياه السطحية والجوفية 37

الشكل 7: تعظيم توصيل المياه 39

الشكل 8: أربعة عناصر لتحفيز عملية تغيير تحصيص المياه 44

الشكل 9: ملخص بشأن الأداة الخاصة بخطة تحسين تحصيص المياه. 51

مسرد موجز للمصطلحات الرئيسية

نوع المعالجة	استخدام الكهرباء (كيلو وات في الساعة/ في المتر المكعب)
إنتاجية المياه للمحاصيل	قياس المكاسب الاقتصادية أو الاجتماعية أو البيوفيزيائية الناتجة عن استخدام وحدة المياه في إنتاج المحاصيل
صافي وفورات المياه الفعلية	كمية المياه الناتجة عن الحد من الاستهلاك و/أو الجزء الذي لا يمكن استعادته من التدفقات العائدة، وهو ما يمكن توفيره للاستخدامات البديلة (Future Water 2020)
تحصيص المياه	النظام الرسمي أو غير الرسمي الذي يحدد من يمكنه استخدام الموارد المائية وكيف يستخدمها ومتى وأين (الفاو 2020)
الحوض المائي	مساحة الأرض التي ينتج عنها جميع تدفقات الجريان السطحي عبر سلسلة من الجداول والأنهار وأحياناً البحيرات وتصب في البحر عند مصب نهر واحد أو ما يسمى بالدلتا (الوكالة البيئية الأوروبية). وبالإضافة إلى ذلك، هناك أحواض داخلية تتلاقى في منخفض طبيعي ليس لديه منفذ، وأحواض مياه جوفية مترابطة بشكل وثيق من الناحية الهيدرولوجية. وغالبًا ما يتم تعريف مصالح إدارة الأحواض ضمن التقسيم الإداري داخل البلاد.
حوكمة المياه	الأنظمة السياسية والاجتماعية والاقتصادية والإدارية القائمة التي تؤثر على استخدام المياه وإدارتها (معهد ستوكهولم الدولي للمياه، غير محدد)
إعادة تحصيص المياه	التغيرات التي تُجرى على النظام القائم لتحصيص المياه والتعديلات التي تنتج عنه من حيث من يقوم بتسليم المياه وكيف ومتى وأين، وهو أمر أكثر تعقيداً حيث يبدأ من وضع مبدئي للأمور تترسخ فيه مصالح أعراف متعلقة بإستخدام المياه.
حيازة/حقوق المياه	العلاقة - المحددة على نحو قانوني أو عرفي - بين الأشخاص، باعتبارهم أفراد أو مجموعات، فيما يتعلق بالموارد المائية (منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، 2015).

1. المقدمة

1.1 خلفية

تعرض هذه الوثيقة المبادئ التوجيهية لتحصيص المياه على نحو أفضل من أجل الزراعة، والمكلفة بإجرائها اللجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة بجامعة الدول العربية. تولت منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) ولجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الاسكوا) إعداد هذه المبادئ التوجيهية.

تقدم المبادئ التوجيهية الإرشاد المنتظم لصناع القرار والقائمين على تخطيط الموارد المائية في البلدان العربية بشأن تحسين تحصيص المياه من أجل الزراعة. وتم إعدادها للهيئات الناظمة والممارسين على حد سواء، مثل مدراء أنظمة المياه وصناع السياسات والمزارعين: وذلك بغرض إبراز أهمية آليات تحصيص محسنة للمياه وتقديم الارشادات بشأن كيفية تنفيذ ذلك.

تتضمن المبادئ التوجيهية: (1) تقييم منتظم للتحسينات التي يتم إدخالها على تحصيص المياه من أجل الزراعة؛ (2) مسح للترتيبات اللازمة من أجل الحوكمة بغية تقديم الدعم لتحصيص المياه على نحو أمثل؛ (3) التوجيه بشأن عملية إدخال التغيرات اللازمة. وهو ما تم تسجيله في أداة للخطة، كعامل مكمل لتعزيز تنفيذ هذه المبادئ التوجيهية. [1]

1.2 تحصيص المياه والزراعة

إن تحصيص المياه من صميم حوكمة المياه، لاسيما عند اتخاذ القرار بشأن الأسئلة المتعلقة بمن يحصل على المياه وبأية كمية ومتى والأحوال التي يتم ذلك في إطارها (راجع الإطار 1). تحديد القطاعات (الزراعة والصناعات والمدن والتعدين والبيئة، وما إلى ذلك) وما هو السبيل لحصولها على المياه؟ ما هي الأنظمة وما هو حجم المياه الذي تحصل عليه؟ كيف يتم تحصيص المياه من حيث الوقت والكمية؟ كيف يمكن تضمين

الإطار 1 تعريف تحصيص المياه

تقدم منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (2015)[2] وصفاً لتحصيص المياه كما يلي:

"يحدد تحصيص الموارد المائية من يمكنه استخدام الموارد المائية وكيف ومتى وأين... أغلب أنظمة تحصيص المياه اليوم تحكمها مفاضلات تاريخية وأنماط استخدام ترجع إلى جذور متأصلة منذ عقود أو حتى قرون مضت. ولقد تطورت في الأغلب على نحو تدريجي على مرور الوقت وتقدم مستوى رفيع من الاستقلالية، مما يتضح في القوانين والسياسات، أو حتى في التصميم وقواعد التشغيل للبنية التحتية المائية، مما يعني أن استخدام المياه غالباً ما يكون "مقصوراً" على استخدامات لا تمتلك اليوم نفس القيمة التي عرفتها منذ عقود مضت، مما يحد من القيمة (الايكولوجية أو الاجتماعية الثقافية أو الاقتصادية) التي يحصل عليها الأفراد والمجتمعات من المياه. والتحصيص بالأساس وسيلة لإدارة المخاطر المتعلقة بنقص المياه والفصل بين الاستخدامات المتعارضة. تتكون الترتيبات الخاصة بالتحصيص من مزيج من السياسات والممارسات.

1 استندت صياغة المبادئ التوجيهية إلى مناقشات دورية بشأن بعض الموضوعات مع فريق عمل مشترك من المكتب الاقليمي لمنظمة الأغذية والزراعة واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا والامانة الفنية المشتركة للمجلس الوزاري المشترك بين المياه والزراعة (المنظمة العربية للتنمية الزراعية والامانة الفنية للمجلس الوزاري العربي للمياه). وخلال إعداد الوثيقة، تمت مراجعة المراجع وإجراء مسح الكتروني وإجراء مقابلات مع العديد من الأشخاص المتخصصين في المنطقة. وقامت مجموعة من الخبراء الإقليميين والدوليين بمراجعة مسودة الوثيقة، وإجراء التعديلات اللازمة خلال اجتماع تم تنظيمه لهذا الغرض. تم الانتهاء من الوثيقة بعد إجراء مناقشة مع اللجنة الفنية المشتركة الرفيعة المستوى للمياه - الزراعة في إطار حلقة عمل موسعة وبعد إجراء جولة نهائية للحصول على التعليقات والآراء.

2 منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (2015)، تحصيص الموارد المائية: تقاسم المخاطر والفرص، دراسات منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي بشأن المياه، من منشورات منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، باريس.

جودة المياه في آليات تحصيص المياه؟ وهي كلها أسئلة أساسية. تضع هذه المبادئ التوجيهية الإطار اللازم لإدارة الموارد المائية حيث تحدد كمية المياه الموجهة للزراعة، وتضع أساساً لكيفية تسليم المياه ووضع برنامج للإمدادات والتحكم في التوزيع اليومي للمياه.

وبينما يوجد تحصيص المياه في صميم حوكمة المياه، وربما يكون في قلب المجتمع والاقتصاد بشكل عام، إلا أنه في الأغلب نقطة خفية. ولا يشكل التحصيص الرسمي للمياه في أغلب الحالات موضوعاً للمناقشة، ويتم قبول الممارسات كما هي بدون التخطيط لتحسينها. ولقد أدرجت بعض البلدان مسألة تحصيص المياه في جدول أعمالها، ولكنها تجد صعوبة في تحقيق أي تقدم منتظم. ولا يوجد حتى الآن مركز تميز أو مجموعات من الممارسين. والفرصة المهدرة تكمن في عدم الالتفات إلى تحصيص المياه، مما يعنى في أغلب الأحيان عدم محاولة تغييره بإعتباره "الأمر الواقع". ومن ناحية أخرى، وكما يتضح من هذه المبادئ التوجيهية، توجد فرص عديدة سانحة لتحسين الترتيبات الحالية بشأن تحصيص المياه على نحو كبير، لاسيما بالنسبة لقطاع الزراعة، وإجراء التعديلات التي يمكن أن يكون لها آثار نافعة على استهلاك المياه والأمن الغذائي وخلق الوظائف والقدرة على الصمود أمام تغير المناخ وإنتاجية المياه.

والآن وقد هبطت بلدان عديدة إلى مستوى أسفل خط الإجهاد المائي، تختفي سريعاً فرص تنمية موارد مائية "جديدة" وتتحول ندرة المياه إلى مسألة أمنية أكثر فأكثر، ويحين الوقت لطرح أسئلة حول كيفية تحصيص المياه وتحسينه من أجل ضمان التحصيص المستدام للمياه للزراعة وغيرها من القطاعات، وحول الترتيبات المواتية بشأن حوكمة المياه وطرق التحسين المطلوب اتباعها من أجل التأكد من التنفيذ الفعال للحصص (الكوتة) والقيود المفروضة؟ يسري تحصيص المياه على الانظمة القائمة وعلى الانظمة التي يتم تطويرها حديثاً وعلى المياه التي يتم توفيرها من خلال التدابير الخاصة بكفاءة المياه: كيف يمكن تحقيق أفضل تحصيص للمياه - ولصالح مَن وبأية كميات وبأية طريقة. يسري ذلك على انظمة المياه السطحية والمياه الجوفية على حد سواء.

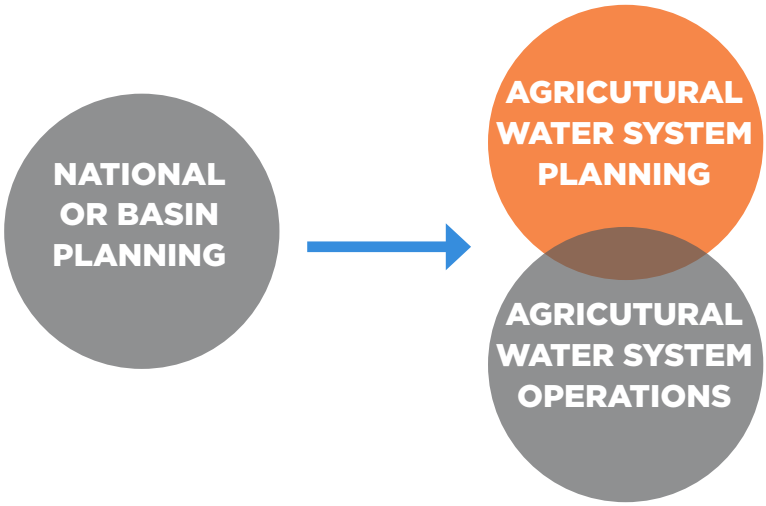
وتحصيص المياه أمر في غاية الأهمية، لاسيما بالنسبة للزراعة. أولاً، يتخطى استخدام المياه في مجال الزراعة، لاسيما لأغراض الري، في جميع البلدان العربية تقريباً، استخدامات المياه القطاعية الأخرى جميعها. حيث تستخدم الزراعة في المتوسط 80 في المائة من أجمالي الموارد المائية بالمنطقة وتمثل الجزء الأكبر المستهلك من الاستخدام بالمقارنة مع القطاعات الاخرى[3] (فورتز، 2017). وهكذا، إن أمكن تحسين إنتاجية المياه وتوفير المياه الجيدة في مجال الزراعة، يمكن تحريرها واستخدامها في ري المساحات البعلية من أجل تعزيز معدلات الإنتاج أو إعادة تحصيصها لأغراض أخرى، مثل الإمداد المنزلي للمياه أو الاستخدام الصناعي أو البيئي (راجع الإطار 2). ثانياً، يتعلق تحصيص المياه ببُعد آخر في مجال الري، حيث لا يعتمد فقط على مَن يحصل على ماذا، بل يعتمد كذلك على كيفية توصيل المياه وتوفيرها للمستخدمين: الكمية والتوقيت والمدة والتسلسل. لابد أن يكون ذلك في أفضل الأحوال نظاماً مرناً ومصمم خصيصاً وفقاً لاحتياجات المحاصيل. وربما تكون هناك احتياجات أخرى من المياه أكثر أهمية، مثل مياه الشرب، خاصةً في السنوات التي يقل فيها هطول المطر. في حالة تعزيز تحصيص المياه، يمكن أن يسهم بشكل كبير في كفاءة استخدام المياه وإنتاجيتها وتعدد وظائفها. إلا أنه بدلاً من تعزيز تحصيص المياه، غالباً ما يفتقد التوافق مع الاحتياجات من حيث الوقت والكميات، مما يؤدي إلى هدر في المياه - مما يشكل فرصة ضائعة. وكالعادة، تتجه جميع الأنظار فيما يتعلق برفع كفاءة استخدام المياه إلى التدابير اللازمة لتعظيم الفائدة الحقلية أو نظم الحوافز الفردية. وعلى الرغم من أهمية ذلك، فإنه يهدر فرصة كبيرة لتحسين تحصيص المياه على مستوى نظام المياه الكلي، بمعنى تنظيم مخصصات المياه من الأعلى.[4]

تتناول هذه المبادئ التوجيهية مناقشة مسألة تحصيص

3 اقتباس من فورتز (2017): "يُعتبر استخدام المياه في الزراعة استهلاكياً؛ بعد التبخر النتحي من خلال النباتات المزروعة، لا يمكن إعادة تدويرها مثل إمدادات المياه للأغراض السكنية أو استخدامها مرتين مثلما يحدث في حالة مياه التبريد في محطات الكهرباء. وبالتالي، فإن حصة الزراعة من استخدام المياه الاستهلاكي تكون أعلى، إذ تدور حول نسبة 92 في المائة".

4 كان هناك اتجاه لتعزيز إدارة أفضل للمياه عن طريق التأثير على سلوك الأفراد المستخدمين للمياه، على سبيل المثال عن طريق رفع تسعيرة خدمات المياه. أما الحجة وراء ذلك، فمفادها أن هذا من شأنه تحفيز مستخدمي المياه على استعمالها بمزيد من الحرص. وهناك مثال آخر يتضح من خلال الجهود المبذولة بغية تعزيز استعمال المياه على نحو أكثر كفاءة على مستوى الحقول، وذلك عن طريق الري الدقيق أو تحسين الممارسات الزراعية في انتاج المحاصيل على سبيل المثال.

الشكل 1. تحسين تحصيص المياه: ثلاثة مجالات2019



المياه من أجل الزراعة: ويتعلق الأمر هنا بمستويين. يتعلق المستوى الأول بتحصيص المياه للزراعة في إطار التحصيص العام لمختلف القطاعات، على المستوى الوطني أو على مستوى الحوض المائي: هل توجد آليات قائمة يمكن بموجبها تحصيص المياه على نحو منظم للقطاعات المختلفة، حيث تندرج الزراعة بينها باعتبارها قطاع أساسي. هل يتم تنفيذ هذه الآليات على نحو فعال؟ هل تظل في حدود الكميات المتاحة والمستدامة؟

أما المستوى الثاني، فيتعلق بتحصيص المياه داخل أنظمة المياه الزراعية: اتخاذ القرار بشأن طبيعة تسليم المياه ومصدرها وكميتها وتوقيت تسليمها. تتعلق بعض هذه القرارات بتخطيط شبكات المياه الزراعية وتصميمها، ويُعنى البعض الآخر منها أكثر بطريقة تشغيل الشبكات (راجع الشكل 1).

توجد مداخل كثيرة لتحسين تحصيص المياه، حيث يمكن تحسين تحصيص المياه في مواقف عديدة على المستوى الأعلى ما بين القطاعات وعلى مستوى أنظمة المياه الزراعية. ولا يوجد ترتيب لتسلسل معين - إذ توجد فرص للقيام بالأمور على نحو أفضل على كل مستوى ولا يتبع بالضرورة ترتيباً معيناً أثناء القيام بذلك.

ويوجد بالفعل الآن أمثلة عملية عديدة بشأن كيفية تعظيم مسألة تحصيص المياه من أجل الزراعة ويمكنها أن تؤدي إلى تحسينات كبيرة على المكاسب الاجتماعية والاقتصادية الناتجة عن المياه وكفاءة استخدامها وعدالة استخدامها ووظائف الاستخدام المتعددة. والمطلوب هو اتباع هذه الأمثلة على نطاق واسع وأن تصبح ممارسة شائعة. على الصعيد البيني للقطاعات، وضعت بعض البلدان على سبيل المثال نظماً لإدارة الأحواض، وبالتالي يتم تحصيص المياه على نحو منتظم للاستخدامات المختلفة في الحوض. وتم وضع قائمة بالأولويات للتأكد من توجيه المياه لأهم الاستخدامات، حيث تأتي الزراعة في مقابل الاستخدامات الأخرى للمياه. كما توجد أمثلة عديدة للفوائد الضخمة الناتجة عن تحسين تحصيص المياه داخل انظمة المياه الزراعية. إذ يمكن أن يؤدي الحد من توصيل مياه الري السطحية على سبيل المثال إلى تشجيع الاستخدام المشترك للمياه السطحية والجوفية في مناطق التحكم في الترع، حيث تكون هذه المياه الجوفية متاحة. تؤدي هذه الممارسة المشتركة إلى تفادي تشبع التربة بالمياه، فيساعد على تعزيز إنتاجية المياه، حيث يصبح استعمال المياه أكثر دقة ويحرر المياه السطحية للأغراض الأخرى. ويوجد مثال آخر يتعلق بمكان ضبط "توقيت" تحصيص المياه، مثل حالة مدة دورة الري، حتى تتسق مع احتياجات المحاصيل المزروعة أو الضبط الكلي لكميات المياه التي يتم

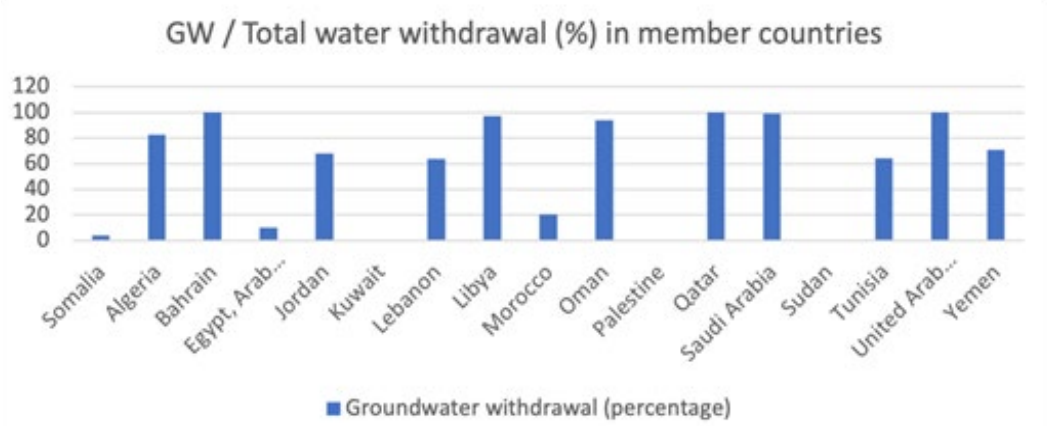
إمدادها لتفادي الري المفرط وتعزيز الإدارة المشتركة للمياه السطحية والجوفية. توجد أمثلة أخرى أساسية وتتعلق بتحويل المياه من مناطق أعالي المجرى إلى المناطق السفلية من أجل تقاسم المياه لأغراض الري والاستخدامات المنزلية على نحو أكثر إنصافاً.

1.3 ما هي الضرورة الملحة بالنسبة للبلدان الأعضاء في جامعة الدول العربية؟

الضرورة الملحة لمراجعة أنظمة تحصيص المياه تقع على رأس أولويات جميع البلدان في جامعة الدول العربية. فالزراعة المروية لها أهميتها في جميع البلدان العربية تقريباً: إذ أنها ركيزة اقتصادية وتُعتبر القطاع الموظف لشريحة كبيرة من اليد العاملة [5] وترتبط على نحو وثيق بالأمن الغذائي والوطني في بلدان عديدة. تُعتبر الزيادة السكانية في شتى بلدان جامعة الدول العربية عالية نسبياً، لتشكل عامل رئيسي لزيادة الطلب من أجل مجاراة احتياجات الإنتاج الغذائي. كما توجد الآثار الناجمة عن تغير المناخ والتي نتج عنها أنماط مناخية غير منتظمة وارتفاع في درجات الحرارة، الأمر الذي يتطلب إصلاح شامل لإدارة المياه في الأنظمة الزراعية.

ويشكل استخدام المياه الجوفية في البلدان العربية تحدياً شديد الأهمية. إذ يرتفع الاعتماد على المياه الجوفية في البلدان العربية بشكل كبير، (في الجزائر والبحرين والأردن ولبنان وليبيا وعمان وقطر والسعودية وتونس والإمارات العربية المتحدة واليمن) راجع الشكل 2. تستخدم المنطقة مياه جوفية أكثر كثيراً مما هو متاح بشكل متجدد. وتتجاوز السحوبات الحدود المستدامة في أغلب البلدان، مما ينتج عنه انخفاض في مناسيب المياه الجوفية وسحب المياه ذات النوعية الرديئة وفقد الرطوبة في طبقات التربة العلوية والتي كان من شأنها تنظيم الحياة البيولوجية والعوامل المناخية المحلية. ولقد استنفذت بعض البلدان مخزونها من المياه الجوفية الأحفورية، ويشيع في بعض البلدان، مثل الأردن، ضخ المياه الجوفية المالحة من عمق 600 متر، ثم معالجتها بالتناضح العكسي لأغراض الزراعة. حيث تُعتبر هذه دلائل بالنسبة للبعض على قرب الاستزاف الكلي ووصف ذلك بالكارثة الوشيكة. وطبقاً للعمل الذي تقوم به الفاو تشير الفرضيات الخاصة بالتقييم المبدئي بشأن تحصيص المياه الجوفية العالمي والتي تنطوي عليها تقديرات الإنتاج الغذائي الطويلة المدى، أن قيام أي دولة باستخدام أكثر من 50 في المائة من المياه الجوفية في الري، يجعل ذلك سحباً للمياه بمعدلات غير مستدامة. وهي مشكلة كبيرة على صعيد استدامة استخدام المياه التي تستلزم اتخاذ تدابير صارمة، ضمن جملة أمور أخرى تتضمن تغيير تحصيص المياه، بما في ذلك وضع حد أقصى لاستخدام المياه الجوفية.[6]

الشكل 2. سحوبات المياه الجوفية باعتبارها نسبة من استخدام المياه الإجمالي في بعض البلدان العربية



المصدر: النظام العالمي للمعلومات بشأن المياه والزراعة بالفاو، سنوات عديدة.

5 لاسيما في موريتانيا والسودان واليمن، حيث تزيد العمالة الزراعية على 40 في المائة من القوة العاملة. وتتراوح بين 18 و35 في المائة في المغرب والجزائر ومصر وسوريا (فورتز، 2017).

6 : سحوبات المياه الجوفية باعتبارها نسبة من استخدام المياه الإجمالي في بعض البلدان العربية

وأمام هذه التحديات، لم تتحسن إدارة أنظمة المياه الزراعية بشكل عام، حيث يقدم الإطار 2 استعراضاً في هذا الشأن. وفي المناطق المروية الحالية، ارتفع استهلاك المياه الفعلي في أغلب البلدان. وواكب إنتاج الكتلة الحيوية من الزراعة الزيادة السكانية في 3 بلدان فقط من إجمالي 19 بلداً. ولقد تحسنت إنتاجية المياه[7] (يتم قياسها من حيث الكتلة الحيوية لكل كمية مياه مستخدمة) في ثلث البلدان فقط، ولكنها ظلت دون تغيير أو تراجعت في النصف الآخر من البلدان. يستعرض الإطار 2 اتجاهات بعض البلدان العربية بناءً على البيانات بواسطة النظام التفصيلي على مدار اثني عشر عاماً للهيئة العالمية لنظام الرأي العام. ويقدم الملحق 1 مجموعة بيانات هامة حول ذلك.

أما فيما يتعلق بإدارة المياه الجوفية على مدار السنوات العشرة الماضية، كانت هناك محاولات لتنظيم التراخيص الخاصة بالمياه الجوفية (الجزائر) وإعادة تغذية المياه الجوفية المستنفذة (تونس) واللوائح الداخلية بشأن المياه الجوفية [8] (الأردن) وعقود المياه الجوفية (المغرب) وتنظيم الاستخدام (سيوة، مصر) أو الإدارة المجتمعية (اليمن)، إلا أنه لم يمكن الاستجابة للتحدي الخاص بإدارة المياه الجوفية إلى حد بعيد وبصورة عامة. وكانت هناك حالات قليلة للغاية شهدت إدارة مناسبة للمياه الجوفية، ولكن كانت هناك دلائل أكثر على نضوبها. وفي بعض البلدان - التي سمحت لها مواردها بذلك، استُبدل إمداد المياه الجوفية في بعض بلدان الخليج بالتحلية. وفي بعض الحالات القليلة، استُبدلت المياه الجوفية بالمياه السطحية المعاد تحصيصها، مثلما حدث في تونس والمغرب، ويقل استخدام المياه العذبة في وادي الأردن بالأردن ويرتفع استخدام المياه العادمة المعالجة نتيجة لسياسات إعادة التحصيص واستبدال المياه التي تم اعتمادها في السنوات العشرة الأخيرة، حيث يُستخدم 125 مليون متر مكعب من المياه العادمة المستصلحة المرتفعة الجودة سنوياً من أجل ترك المياه العذبة لأغراض الاستخدامات المنزلية، ويصاحب هذا التغيير التحول إلى تقنيات ومخططات الري مثل الري بالتنقيط والرشاشات الصغيرة التي نتج عنها تحسن كبير في كفاءة استخدام المياه مع تحقيق نتائج ملموسة على صعيد الإنتاج في مقابل استهلاك المياه.

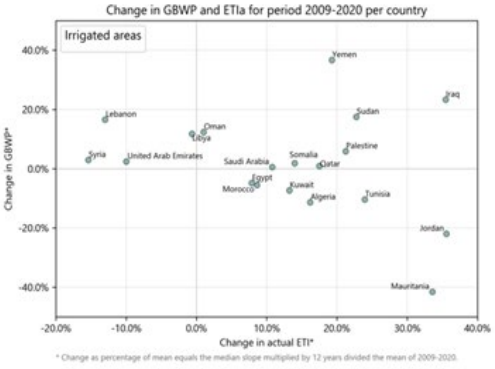
7 وكما يتضح من الجزء 3 من المبادئ، يمكن قياس إنتاجية المياه بطرق مختلفة. فبدلاً من قياس إنتاجية المياه من حيث الكتلة الحيوية المنتجة (وهو أمر ممكن باستخدام الاستشعار عن بعد)، يمكن قياسها بالطريقة الاقتصادية أيضاً. وهو ما يمكن أن يعكس التغيرات التي تطرأ على أنماط الزراعة ويسلم بالانتقال إلى إنتاج يتميز بالقيمة الأكبر. وفي هذه الحالة، أبلى الأردن بلاءً حسناً على سبيل المثال: في عام 2005، استُخدم 1103 متر مكعب من المياه لإنتاج 988 مليون دولار من المنتجات الزراعية. وفي عام 2017، استُخدم 943 متر مكعب من المياه لإنتاج 4252 مليون دولار من المنتجات الزراعية، وهي قفزة كبيرة على صعيد إنتاجية المياه الاقتصادية (اتصال شخصي مع ميسون زوبي)

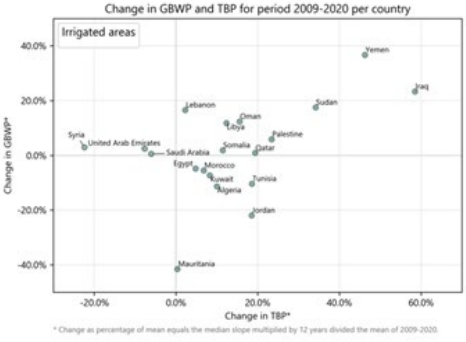
8 اللائحة الداخلية رقم 85 لسنة 2002 بشأن المياه الجوفية وتعديلها في عام 2015.

الإطار 2 : جامعة الدول العربية: الاتجاهات بشأن استهلاك المياه والإنتاج الزراعي وإنتاجية المياه وتغير المناخ 2009-2020

تم إجراء تحليل للبيانات الضخمة للبلدان العربية باستخدام قاعدة بيانات الهيئة العالمية لبحوث الرأي العام على مدار اثني عشر عاماً (2009-2020). تضم قاعدة بيانات الهيئة (1/https://wapor.apps.fao.org/home/WAPOR_2) بيانات تتعلق بمساحة 250 في 250 متر بيكسل لعدد 19 بلد من أصل 22 بلداً في جامعة الدول العربية. وتتوفر البيانات لفواصل زمنية مدتها عشرة أيام على مدار الفترة وتضم بيانات بشأن إنتاج الكتلة الحيوية الإجمالي (يشير إنتاج الكتلة الحيوية الإجمالي إلى الإنتاجية الزراعية) والتبخر النتحي الفعلي (ويشير التبخر النتحي الفعلي إلى استهلاك المياه) والتبخر النتحي المرجعي (وهو يشير إلى الاحتياجات من المياه فيما يتعلق بالمناخ). وهو ما يمكننا من حساب المؤشرات مثل الكتلة الحيوية الإجمالية لإنتاجية المياه (تعكس الكتلة الحيوية الإجمالية لإنتاجية المياه كفاءة الإنتاج). توجد معوقات حتمية أمام استخدام البيانات الساتلية مثل الغطاء السحابي وتصنيف البيكسل، إلا أن البيانات الكبيرة تتسم بالموثوقية المقبولة لاسيما في مجال تحليل الاتجاهات. بالاضافة إلى ذلك ولتعزيز جودة البيانات، أُجريت التحليلات المتعلقة بهذه المبادئ التوجيهية بناءً على جميع المناطق المروية لكل بلد، بمعنى استخدام المناطق المصنفة بوضوح ضمن المساحات المروية على مدار الفترة كلها. الأمر الذي أزال "اللبس" الذي تتسبب فيه المناطق الواقعة على الهامش على سبيل المثال.

تشير التحليلات إلى ما يلي:





- في 15 بلداً من أصل 19، ارتفع استخدام المياه في المناطق المروية، كما يتضح من التبخر النتحي الفعلي. وارتفع كذلك في 12 بلداً بمعدل يزيد عن 10 في المائة. وانخفض استهلاك المياه في 4 بلدان فقط. تضمنت بلدين تشهدان النزاعات والأزمات. وإيجازاً، وبصورة شاملة على مدار الاثني عشر عاماً الأخيرة، يزداد استهلاك المياه داخل أنظمة الري الحالية بدلاً من أن يتناقص. ونظراً لُندرة المياه السائدة بالفعل والتطوير المستمر لانظمة ري جديدة إضافية في بلدان عديدة، يُعتبر ذلك تطوراً مثيراً للقلق بشكل كبير.

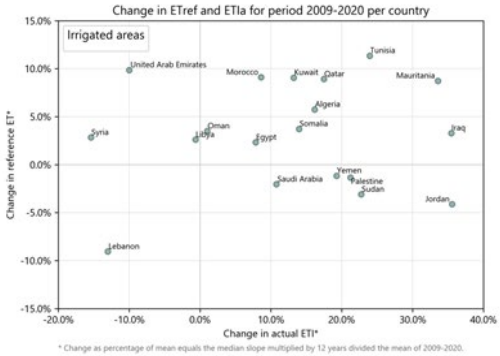
- وكما هو متوقع في حالة زيادة استخدام المياه، ارتفع إنتاج الكتلة الحيوية في المناطق المروية القائمة في 14 من أصل 19 بلداً، حيث بلغت الزيادة في الإنتاج في العادة حوالي 10 في المائة على مدار العقد من الزمان. إلا أنه إذا ما افترضنا أن النمو السكاني في المنطقة على مدار السنوات العشرة بلغ 22,5 في المائة، كان إنتاج الكتلة الحيوية مواكباً للإيقاع و/أو تجاوز النمو السكاني- وبالتالي الطلب المحلي، في 4 بلدان فقط من أصل 19 بلداً.

- ولم تكن التغيرات في إنتاجية المياه بشكل عام في المناطق المروية القائمة في السنوات العشرة الأخيرة متجانسة في البلدان العربية، كما لم يكن هناك اتجاه لتحسين كمية المحاصيل التي يتم إنتاجها مقابل الكمية المحددة من المياه. ازدادت إنتاجية المياه للكتلة الحيوية في ثلث البلدان (7) [9]. وظلت ثابتة في ثلث آخر (7) وانخفضت إنتاجية المياه في الكتلة الحيوية في خمسة بلدان (5).

9 وربما ينتج التغير في الكتلة الحيوية عن تغير خطير في أنماط الزراعة، حيث تختلف الكتلة الحيوية المنتجة من المحاصيل المختلفة. ونظراً للاتجاهات الكبيرة في العموم، لا يوجد ما يشير إلى وجود أثر ضخم نتج عن ذلك.

الإطار 2 : جامعة الدول العربية: الاتجاهات بشأن استهلاك المياه والإنتاج الزراعي وإنتاجية المياه وتغير المناخ 2009-2020

كما تم تحليل الأثر الناتج عن تغير المناخ على مدار الفترة التي يُطلق عليها بالأخص التبخر النتحي المرجعي. وهو ما يقيس "قوة التجفيف" في الغلاف الجوي، حيث أنها تؤثر على نمو النبات. وهي وظيفة تقوم بها درجة الحرارة والرطوبة في الهواء وسرعة الريح. خلال عامي 2019-2020، أصبح المناخ أقل شدة في ستة بلدان، إلا أن التبخر النتحي المرجعي قد ارتفع - كما كان متوقعاً - في 13 بلداً، وبالتالي زاد الطلب على المياه في الغلاف الجوي. وتراوحت الزيادة في العادة ما بين 5 و10 في المائة. وعلى الرغم من ارتفاع هذه النسبة، إلا أنها لا تفسر على نحو كامل الزيادة في استهلاك المياه في المناطق المروية حالياً. في الواقع، زاد استهلاك المياه الفعلي (زيادة كبيرة في الأغلب) في 13 بلداً من أصل 19 في المناطق المروية بما يتجاوز الطلب على المياه في الغلاف الجوي.



1.4 كيف تُستخدم المبادئ التوجيهية؟

يكمن الهدف من المبادئ التوجيهية في وضع تحصيص المياه المحسّن على الخريطة سياسياً ومؤسسياً. وفي وضع يشهد أعلى نسب في نُدرة المياه في العالم وإفراط شديد في استغلال المياه الجوفية ومواصلة ارتفاع الزيادة السكانية وأوجه عدم التيقن المصاحبة لتغير المناخ، ترتفع التكاليف المادية وغير المادية المتعلقة باستمرار التحصيص غير المحسّن على نحو منهجي للمياه وبالتالي تضيع الفرص الناتجة عنه. يعكس التقاعس عن اتخاذ الاجراءات المناسبة عن عدم الشعور بالمسؤولية وربما يؤدي إلى انفصال المياه عن الزراعة على نحو غير منظم.

تناقش هذه المبادئ التوجيهية أربعة مواضيع:

- القسم 1: تعزيز الترتيبات الخاصة بالحوكمة والتي تدعم وتحفز التحصيص الأفضل للمياه من أجل الزراعة
- القسم 2: تعزيز تحصيص المياه من أجل الزراعة - سواء المياه التي يتم تحصيصها لقطاع الزراعة أو تلك التي يتم تحصيصها داخل القطاع الزراعي
- القسم 3: تنفيذ عمليات تغيير تحصيص المياه
- القسم 4: استخدام الأداة المخصصة لوضع الخطة المتعلقة بتحصيص المياه

الغرض من المبادئ التوجيهية توفير التوجيه والقدوة. ولذلك تتضمن العديد من الرسوم البيانية المعلوماتية (انفوجرافيك) والحالات العملية لتحصيص أفضل للمياه في أوضاع جغرافية مختلفة في المنطقة العربية. ونأمل أن تكون حافزاً لإمكانية تحقيق هذا التغيير والثقة في ذلك وأن يكون العائد مرتفعاً. يتعين على كل بلد عضو في المنطقة العربية استكشاف الخيارات وتحديد الأولويات فيما يتعلق بالعمل الفوري والمتوسط الأجل لكل نظام رئيسي للمياه الزراعية.

2. الحوكمة الفعالة لتحصيص أفضل للمياه

إن تحصيص المياه جزء من حوكمة المياه، ولكن غالباً ما نغفل عن التعامل معه، سواء من خلال القرارات الصريحة بشأن كمية المياه المطلوب تحصيصها للزراعة أو تخطيط النظم القائمة وإدارتها أو من حيث تطوير نظم جديدة للمياه الزراعية. يمكن أن تؤدي عوامل مختلفة إلى تعزيز الاهتمام بالتحصيص الأفضل للمياه ودعم تنفيذه. والعوامل الأهم تتضمن الفهم المناسب للموارد المائية المتاحة ومستوى الاستخدام؛ وإدراك اهمية إدراج آليات التحصيص المائي الأنسب في السياسات واللوائح؛ والقيادة المؤسسية؛ والأدوار الشفافة والواضحة للقطاعين العام والخاص؛ والحيازة الواضحة والكاملة للمياه؛ والدمج الروتيني لتحصيص المياه في العمليات والتنسيق المنهجي بين أصحاب الشأن والمستخدمين (الشكل 3). وهي ما نتناوله بالنقاش فيما يلي:

الشكل 3. قائمة المراجعة للحوكمة الخاصة بتحسين تحصيص المياه للزراعة

المصدر: النظام العالمي للمعلومات بشأن المياه والزراعة بالفاو، سنوات عديدة.

2.1 المقاييس الملائمة

المقاييس الملائمة التي تقدم وصفاً للموارد المائية المتاحة والاستخدام الحالي هو الأساس لتحسين التحصيص المائي. يمكن القيام بالكثير من الناحية الفنية وهو أمر ممكن تحقيقه (راجع كذلك القسم 4-2) إلا أن ملاءمة المعلومات المستخدمة إنما هي مسألة أخرى تتعلق، بالحوكمة، من حيث: القدرة على الحصول على البيانات الملاءمة التي تخلو من الاستغلال السياسي، والتخطيط بناءَ على الأرقام الصحيحة والأهداف الكمية، ووجود جماعة من الخبراء والباحثين الذين يقدمون المشورة للمديرين المسؤولين عن المياه وعن صناعة القرار، علماً بأن كل هذه الأمور ليست أمراً مفروغاً منه وبحاجة إلى الاهتمام.

توجد أمثلة على سبيل المثال تُستخدم فيها أرقام غير واقعية بشأن الموارد المائية على المستوى الوطني من أجل وضع استراتيجية وطنية للمياه، إلا أن الأرقام التي تحجب الواقع تعبر عن القصور وعن حالة النضوب. كما توجد أمثلة على القواعد الخاصة بتحصيص المياه والتي تقسم المياه القائمة على أساس الوضع الذي لا يمكن أن يتحقق أبداً. تم التلاعب بمحطات قياس المياه وتعرضت أنظمة سكادا لأعمال تخريب. وعلى الصعيد العام، من الملاحظ أن جمع البيانات الأساسية للمياه في بعض البلدان تحظى بدعم مالي ومؤسسي يتناقص شيئاً فشيئاً. إلا أن الرصد الملاءم وتقصي الآراء جزء من جميع العمليات الواقعية التي تشجع على التحصيص الأفضل للمياه (راجع الباب 4). فالمقاييس الملاءمة توضح الواقع وتؤدي إلى الوثوق في العملية وإلى الفهم المشترك.

2.2 السياسات واللوائح

تنعكس ضرورة إدارة الموارد المائية على النحو الأمثل على السياسات المائية في أغلب البلدان الأعضاء في جامعة الدول العربية. ويتم التسليم بكفاءة استخدام المياه وإنتاجية المياه وحماية الموارد المائية في الاستراتيجيات الوطنية للعديد من البلدان. ويكمن التحدي السائد في ترجمة هذه التطلعات إلى انجازات على أرض الواقع.

تتباين التفاصيل الخاصة بالسياسات من بلد لآخر. يُشار إلى ضرورة إعطاء الأولوية القطاعية لتحصيص المياه في بعض السياسات الوطنية، حيث يتم في بعض الحالات بيان الأولوية بين القطاعات[10] مثل الاستخدام المنزلي والصناعات والبيئة، حيث لا تحظى الزراعة في الأغلب بالتصنيف الأعلى من حيث الأولوية. ويمكن إبراز أهمية قطاع الزراعة للأمن الغذائي الاستراتيجي وخلق الوظائف، إلا أن الزراعة في ذات الوقت تُعتبر المستخدم الأكبر بالمقارنة مع الاستخدامات الأخرى الأعلى قيمة والتي تسبقها على صعيد التحصيص.

يُشار في بعض الدول إلى ضرورة (إعادة) تحصيص المياه وتغيير الأولويات القائمة المشار إليها تحديداً. الأمر الذي يدعو إلى تطوير سياسة صريحة من أجل تعظيم هذا التحصيص. الأردن واحد من البلدان التي قطعت شوطاً كبيراً في هذا المضمار (راجع الإطار 3)، حيث وضعت البلاد سياسة لإعادة تحصيص المياه في العام 2016 ضمن الاستراتيجية الوطنية للمياه. أفضل شيء هو أن السياسة تفرد التحصيص الأفضل للمياه باعتبارها أولوية وتحدد المسؤوليات والغايات، أو حتى تحدد الإجراءات.

ويمكن أن تنعكس الحاجة لتحصيص أفضل للمياه - أو إدارة المياه في العموم - على السياسات الزراعية أو السياسات المتعلقة بمياه الشرب، بما في ذلك على سبيل المثال استبدال المياه عالية الجودة (الملائمة لمياه الشرب) بالمياه الأقل جودة.

10 تنطبق الأولوية كذلك في بعض البلدان أثناء موسم الصيف داخل القطاع الزراعي، ما بين المحاصيل الاستراتيجية وغير الاستراتيجية.

الإطار 3 السياسة الخاصة بإعادة تحصيص المياه في الأردن

الأردن من البلدان الثلاثة التي تشهد أعلى مستوى من نُدرة المياه في العالم - حيث تنخفض توافر المياه إلى مستوى يقل عن 100 متر مكعب للفرد سنوياً. يسهم كل من تغير المناخ وتنمية الموارد المائية العابرة للحدود والسحوبات المفرطة القائمة بالفعل وتدفقات اللاجئين الوافدين في التحديات الحالية والمقبلة الضخمة.

الأردن واحد من البلدان القليلة التي أصدرت سياسة لإعادة تحصيص المياه. إذ أن السياسة الخاصة بإعادة تحصيص المياه والصادرة في عام 2016 إلى جانب سبع سياسات محددة أخرى (منها السياسة الخاصة باستبدال المياه وإعادة استخدامها) جزء من الاستراتيجية الوطنية للمياه 2016-2025.

أشارت السياسة الخاصة بإعادة التحصيص إلى وضع حد أقصى للمخصصات من المياه الجوفية العذبة لأغراض الري في مجال الزراعة في الأراضي المرتفعة وبالتالي خفض السحب من المياه الجوفية.

وسوف تُستبدل المياه السطحية العذبة [11] في شبكات الري بوادي الأردن بالمياه العادمة المعالجة. يمكن التوسع في الزراعة المروية فقط في حالة توفر المياه العادمة المعالجة. يتم التوسع في معالجة المياه العادمة من 135 مليون متر مكعب في 2016 إلى 240 مليون متر مكعب سنوياً بحلول 2025. وتُستخدم المياه العذبة المعاد تحصيصها من الري في إمداد المنازل بالمياه.

ويوضح المبدأ العام عند الوصول إلى أعلى مستوى من تحصيص المياه أن كل محافظة/مقاطعة تقوم باحتجاز المياه المتاحة لديها لاحتياجاتها وحدها، إلا إذا كانت هناك ضرورة خلاف ذلك. وفي هذه الحالة، يتم نقل المياه إلى أقرب محافظة جغرافياً والمحافظة الأكثر احتياجاً، مع مراعاة الاستدامة والجدوى على المدى البعيد وتوفر البنية التحتية والتكلفة.

تضع اللجان المشتركة بين وزارات المياه والري، والبيئة، والزراعة، وغيرها من المؤسسات التي تؤثر أنشطتها على أداء قطاع المياه، خططاً قصيرة وطويلة الأجل من أجل رصد استهلاك المياه وجودتها والآثار المترتبة عليها ومراقبتها.

المصدر: وزارة المياه والري (2016) السياسة الخاصة بإعادة تحصيص المياه. السياسة الخاصة باستبدال المياه وإعادة استخدامها.

2.3 القيادة والمسؤولية المؤسسية

من الضروري تكليف قيادة متمكنة، بما في ذلك القدرة على التنفيذ، إلى جانب أهمية الحصول على الدعم المطلوب من المستوى السياسي، ويُفضل تنظيمها وإعتمادها في إطار مؤسسي واضح المعالم.

تتفاوت المسؤوليات المتعلقة بإدارة المياه من بلد لآخر. تُنشأ مجالس ولجان للأحواض في بعض البلدان، ومن المتوقع أن تقوم بتحقيق التوازن في استخدام المياه بين القطاعات المختلفة. ولا تتخذ البلدان الأخرى مثل هذه الترتيبات. كما تختلف القيادة في إطار منظومة المياه نفسها، حيث تكون إدارة المياه من أجل الزراعة لامركزية بشكل كبير في بعض البلدان، وتحظى شبكات الري الأكبر حجماً في المناطق الأخرى بإدارة منفصلة في ظل رقابة مركزية.

وترتبط فعالية القيادة بشرعية نظام تحصيص المياه. فإذا تم اعتبار القرارات بشأن تحصيص المياه غير معقولة أو تقع تحت تأثير ممارسات الفساد مثلاً، سوف تنعدم الثقة وفاعلية قواعد التحصيص عند صدورها، لأن المستخدمين المختلفين سوف ينتهكونها على الأرجح. وبعبارة أخرى، يجب أن تعزز القيادة شرعية القواعد والاجراءات.

وينبغي الإقرار بعدم وجود رقابة فعالة للدولة على الأجزاء الخاصة بأنظمة إدارة المياه الزراعية ولا يوجد تواصل منتظم بين الدولة ومستخدمي المياه. وينطبق ذلك على وجه الخصوص على استخدام المياه الجوفية. يتعلق ذلك بموارد المياه الجوفية اللامركزية وممارسات المزارعين الذين يقومون بحفر الآبار بدون الحصول على التصاريح اللازمة، وهي ظاهرة شائعة للأسف في

11 المياه العذبة هي مياه خالية نسبياً من الأملاح وغيرها من الملوثات. وينص المؤشر المعتاد على التوصيل الكهربائي (كمؤشر لتركيز الاملاح) بأقل من 1500 مايكرو سيمنس/سنتيمتر.

العديد من البلدان العربية. تشكل الآبار غير المرخصة جزءاً كبيراً من الآبار في العديد من البلدان، مثل اليمن وتونس والأردن وسوريا والمغرب. أحياناً يكون الدافع وراء ذلك سياسات الدولة التي تخلو من الاتساق، مثل دعم تكلفة الطاقة، الأمر الذي يشجع على استخدام المياه الجوفية حتى عند تعرضها لخطر الاستنزاف. يشكل ظهور أنظمة الطاقة الشمسية خطراً آخر على المياه الجوفية المستدامة وكفاءة استخدام المياه. كما توجد رقابة صارمة نسبياً في بعض البلدان، مثل الجزائر، على صعيد إصدار التراخيص لشركات تطوير الآبار و/أو الحفر، إلا أنها تراجعت. وحيث أن إدارة المياه الجوفية لامركزية، غالباً ما تكون الإدارة المشتركة مع مستخدمي المياه الترتيب الأجدى في سياق يشهد نطاقاً واسعاً من الخيارات: تنظيم الاستخدام وتوفير المياه واستبدال الموارد المائية وإعادة تغذية المياه الجوفية على نحو أفضل. ويكمن الهدف في التوصل إلى حزم مجمعة حيث لا يؤدي تنظيم استخدام المياه بالضرورة إلى خفض الإنتاج. يقدم الإطار 4 مثالاً من المغرب. أما الدروس المستفادة من هذه الحالة، فمفادها أن الترتيبات الخاصة بالإدارة المشتركة ربما توفر أفضل أمل، إلا أن التنفيذ يجب أن يكون حقيقياً ويتعدى مجرد الاتفاق على المبادئ ورسم الخطط. كما يجب أن ترتكز الإدارة المشتركة على قيادة مؤسسية وأن تكون قراراتها ملزمة. في حالة تنظيم عمليات حفر الآبار، لا تنبع القيادة من السلطة الفوقية ولكن من دمج السلطة المجتمعية العامة والمحلية.

الإطار 4 العقود الخاصة بالطبقات الحاملة للمياه الجوفية في سوس، المغرب: تجارب الإدارة المشتركة

اعتباراً من عام 2006، بدأت الحكومة المغربية في استخدام العقود الخاصة بالطبقات الحاملة للمياه الجوفية بهدف التحكم في نضوب المياه الجوفية. توضح هذه العقود التدابير المحددة المطلوب تنفيذها للمناطق المعنية والمساهمة التي يقدمها الأطراف الموقعون. تم إبرام أول عقد خاص بالطبقات الحاملة للمياه الجوفية في عام 2006 لمنطقة سوس. تشمل منطقة سوس ماسة-درعة 112 000 هكتار من الأراضي المزروعة. وتهيمن على الزراعة الصادرات الزراعية المجزية من المحاصيل النقدية. وصل الاستهلاك الإجمالي من المياه 551 مليون متر مكعب سنوياً في عام 2003، منها 60 في المائة فقط مشمولة بالتغذية الطبيعية. لتشير النتيجة إلى إفراط في الاستخدام من خلال استنزاف المياه الجوفية الاحفورية غير المتجددة.

كانت العقود الخاصة بالطبقات الحاملة للمياه الجوفية تفاهماً غير ملزماً بين الأطراف أصحاب الشأن والحكومة. حيث أشارت إلى التدابير المطلوب تنفيذها في أنحاء حوض سوس ماسة-درعة، مثل تنفيذ تدابير توفير بدائل من المياه السطحية وإغلاق الآبار. تضمنت الأطراف الموقعة على العقود كلاً من الحكومة الإقليمية وهيئة الحوض المائي وغرف الزراعة واتحاد جمعيات مستخدمي المياه ورابطة شركات حفر الآبار والمكتب الرئيسي للكهرباء ومياه الشرب ومرفق المياه العام والمؤسسات الوطنية للبحث. تمت صياغة العقد باعتباره اتفاقاً إطارياً يتم استكماله بموجب اتفاقات محددة للشراكات. وتولت هيئة الحوض المائي المسؤولية الشاملة للإدارة والتنسيق.

وشابت بعض أوجه الضعف الدخول في حيز التنفيذ، ترتبت جزئياً على طبيعة الاتفاق الطوعي. وتم تجنب بعضاً من أكثر التدابير صعوبة. على سبيل المثال، لم يتم تنفيذ الخطط المتعلقة بتقليص المساحة المزروعة، وخلافاً للأحكام، تم التوصل إلى حل وسط يقضي بتقنين الآبار غير المرخصة. وبدلاً من قيام هيئة الحوض المائي بالتحكم في التوسع في المنطقة الخاضعة لاشرافها، تم تكليفها "برصد" توسيع نطاق المنطقة فقط. وتم تركيب عدادات الآبار على نحو جزئي فقط. ونتيجة لذلك، تباطأت وتيرة الإفراط في الاستخدام، ولكنها لم تختفِ تماماً. واستمرت مستويات المياه في الانخفاض، مع التأثير على المزارعين الأصغر الذين لم يتمكنوا من مواكبة التكلفة المرتبطة بزيادة أعماق الآبار. كان من المقرر توفير التمويل من أجل تنفيذ المشروع (246 مليون دولار أمريكي) من استثمارات الدولة ومن خلال رسوم المياه، إلا أن ذلك لم يتم تنفيذه بشكل كامل.

الإطار 4 العقود الخاصة بالطبقات الحاملة للمياه الجوفية في سوس، المغرب: تجارب الإدارة المشتركة

ويتضح من التحليل الختامي أن العقود الخاصة بالطبقات الحاملة للمياه الجوفية نهج واعد لمنصة تضم مستخدمين متعددين بهدف توحيد الأنشطة المحددة لإدارة المياه الجوفية على أرض الواقع، إلا أن طبيعة العقود الطوعية وتفاوت أهميتها والتركيز بالأحرى على الحلول المتعلقة بالإمداد بدلاً من إدارة الطلب ونقص القدرات المؤسسية (على سبيل المثال من حيث نقص العاملين في هيئة الحوض المائي)، كان لها أثرها المباشر على فعالية التنفيذ. إن المزيد من الالتزام الصارم والقدرة على الإنفاذ على نطاق واسع من شأنهما المساعدة على نجاح النهج الواعد في هذه الحالة.

المصدر: كلوساس وفيلروث (2016)

2.4 أدوار محددة وواضحة للقطاع الخاص

تمتلك الدولة الوطنية أو الإدارة الإقليمية المياه في جميع البلدان تقريباً وفقاً للدستور. ولابد من إنشاء بيئة قانونية وتنظيمية لإقامة علاقة صحيحة بين القطاعين العام والخاص، إذ أن المياه ملكية عامة.

توجد أمثلة عديدة على تحصيص حق استخدام الموارد المائية -المفترض أنها غير مستغلة- للقطاع التجاري، وحيث تُصّدق السياسات على مشاركة المستثمرين من القطاع الخاص في تقديم خدمات المياه الزراعية. أما المنطق المؤيد لذلك، فيقول أنه على عكس الحكومات الوطنية، هذه الأطراف من القطاع الخاص لديها إمكانية الحصول على التمويل اللازم من أجل تنمية هذه الموارد ومن المفترض أن تعمل بكفاءة أفضل. ترتبط هذه الفكرة بمبدأ دابلن الذي ينص على أن "المياه سلعة اقتصادية" [12]. ولم تثبت على الدوام صحة الحجة الخاصة بكفاءة القطاع الخاص، حيث اتضح في مناسبات عديدة أن القطاع الخاص الذي يدفع مقابل الحصول على خدمات المياه لتحقيق كفاءة استخدام المياه لم يحقق الكفاءة المطلوبة. على سبيل المثال، أثناء إجراء المزايدات على حقوق المياه في شيلي، حصلت أطراف عديدة من القطاع الخاص على الموارد المائية، ولم يكن السبب وراء ذلك أنهم أفضل المستخدمين وأكثرهم كفاءة، بل لأن لديهم إمكانية الحصول على رؤوس الأموال ويمكنهم شراء حقوق المياه كاستثمار للمضاربة. أدى نقل حقوق المياه إلى أطراف القطاع الخاص إلى قلة استغلالها وعدم استخدامها بكفاءة.

في البلدان العربية، قامت بعض الدول شديدة الندرة في المياه بالإستثمار في البلدان التي يُفترض أن مواردها المائية غير مستغلة أو غير مستغلة بالكامل. ونضرب أمثلة على مثل هذه الاستثمارات الخاصة بمشروع تنمية الوادي الجديد (أو "توشكى") في مصر ومشاريع عديدة في السودان، مثل مشروع أعالي عطبرة وأبو حمد (كويلريتز 2014).

شهد هذا الاستثمار الخاص نجاحاً أقل مما كان مقرراً في البداية. حيث واجه المشكلات التالية: (1) قصور التخطيط والتنفيذ في حالة الاستثمارات الضخمة؛ (2) عدم إدراك حقوق المياه والأراضي (غير الرسمية) السابقة، بما في ذلك الاستخدامات النهائية؛ (3) قلة الاهتمام بالفوائد المجتمعية مقابل البحث عن إمكانية الحصول على رؤوس الأموال للاستثمارات الخاصة؛ (4) الضعف السياسي المصاحب لتغيير النظام، والذي يتفاقم في الأغلب نتيجة الصفقات التي تنقصها الشفافية ويشوبها عدم التيقن، من حيث من يملك حق التوقيع بالنيابة عن الحكومة الشرعية. كما ركز الاستثمار الخاص كذلك على نحو أكبر على جمع المياه بدلاً من كفاءة استخدامها. يقدم الجدول 1 التوصيات المطلوب اتباعها فيما يتعلق بتحصيص المياه للأطراف من القطاع الخاص من أجل ضمان إتمام الاستثمارات التجارية على نحو آمن.

12 لم تلق الفكرة القائلة أن المياه سلعة اقتصادية نفس القبول لدى الجميع وتعرض مبدأ اعتبار المياه سلعة للنقد الواسع النطاق باعتباره يؤدي إلى عدم التكافؤ، مما يصعب معه عكس اتجاه العمليات وتشجيع الأطراف التي تمتلك رؤوس الأموال على حساب المستخدمين الأقل ثراءً والذين يمكنهم تحقيق فائدة اجتماعية كبيرة من وراء ذلك.

الجدول 1. الممارسات الاحترازية لاستثمارات القطاع الخاص في مجال إدارة المياه الزراعية

الإجراء	استخدام الكهرباء (كيلو وات في الساعة/ في المتر المكعب)
المشاركة مع أصحاب الشأن المحليين	أثناء الإعداد للاستثمارات، يتعين التشاور مع أصحاب المصلحة المحليين حتى تشمل الخطط الاشتراطات المحلية وتصبح ناجعة للطرفين بدلاً من فرضها
سيناريوهات الفائدة والتكلفة	لابد من إجراء التحليل السليم للفوائد والتكاليف القصيرة والطويلة الأجل للفئات المختلفة، لاسيما الحكومة والسكان المحليين والأطراف التجارية في مرحلة مبكرة، بمعرفة طرف مختص معتمد من أجل الإحاطة بمفهوم المشروع الاستثماري.
الإقرار بالاستخدام السابق للأرض	يجب فهم الاستخدامات السابقة للأرض والإقرار بها ويجب اتخاذ قرارات واضحة بشأن كيفية دمج هذه الاستخدامات السابقة للأرض
الإقرار باستخدام المياه في الموقع وفي المناطق السفلية من المجرى	يجب أن تتضمن وثائق الإعداد تقييماً للأثر الناجم عن الاستثمار التجاري على استخدام المياه المحلي وفي المناطق الواقعة أسفل منطقة الاستثمار، وكذلك للمياه الجوفية، والتحقق منها على نحو منفصل.
إجراء تحليل للمخاطر	يمكن أن يعتمد الاستثمار التجاري على الاستثمارات العامة (مراكز التحكم في الري أو خطوط الكهرباء أو ربط الطرق) أو بعض اللوائح الخاصة (تصاريح الاستيراد وتراخيص التصدير). يمكن أن يوضح تحليل المخاطر درجة الوعي بهذه الأنشطة التكميلية.
القيام بترتيبات واضحة وتحظى بالإجماع.	تفسح أحياناً الترتيبات الخاصة بتقاسم الفوائد بشأن الاستثمار التجاري المجال للتأويل والتخمين. يجب الابتعاد عن هذا الغموض قدر الإمكان.
تضمين مقاييس الأداء	يجب إدراج مقاييس الأداء في الاتفاقات المبرمة مع شركة الإدارة من القطاع الخاص فيما يتعلق بخلق الوظائف على سبيل المثال، وكذلك الأثر البيئي والإسهام في تحقيق الأمن الغذائي والاستخدام السليم للمياه. ويُفضل تحديد هذه المقاييس سوياً من أجل ضمان قبولها والالتزام بها. كما توجد ضرورة لتصميم إطار منطقي بشكل تشاركي من أجل تقييم مستوى الإنجازات بموجب حدود كمية ونوعية واضحة.
استبعاد المطالبات المتعلقة بالمسؤولية	بمقتضى الآليات المتعلقة بتسوية النزاعات بين الدولة والمستثمرين أو نظم محاكم المستثمرين، يجوز للمستثمرين التجاريين الأجانب رفع مطالبات ضخمة بناءً على الأرباح الضائعة، عندما لا تكون الدولة قادرة على الوفاء بوعودها. وهو ما يشكل مخاطر كبيرة، لاسيما وأن هذه الآليات القانونية غالباً ما تتباين أنظمتها لصالح المستثمرين الأجانب [13]. لابد من استبعاد هذه المطالبات المتعلقة بالمسؤولية من العقد.

13 تندرج آليات النزاعات المذكورة في العديد من الاتفاقات التجارية الثنائية. وهي مقررة في الأساس لحماية مصالح المستثمرين الأجانب، وتتوفر في الوقت الحالي وثائق كثيرة حول طريقة استعمالها على نحو غير عادل من أجل إيداع مطالبات مالية ضخمة من الدول بسبب عدم قدرتها على الوفاء بالأحكام التعاقدية، أو حتى لو نتج ذلك عن أحوال غير متوقعة. وتنحاز الآليات لمصلحة المستثمرين الأجانب: إذ يمكنها وحدها رفع الدعوى ولا تملك الدول الاستئناف. يتم اختيار المحكمين من مجموعات صغيرة من محامي الشركات الذين يتمتعون بعلاقات وثيقة مع المستثمرين. لا تملك أغلب الدول الإلمام بالآليات المتعلقة بتسوية النزاعات بين الدولة والمستثمرين أو نظم محاكم المستثمرين، على عكس المستثمرين المؤسسيين والمستشارين القانونيين الذين يستخدمونهم. مما أدى إلى تقديم مطالبات بلغت مليارات الدولارات، مما يتعدى قيمة الاستثمارات الأصلية (المقررة)، وغالباً ما تصدر الأحكام لصالح رأس المال الأجنبي. راجع على سبيل المثال: https://www.tni.org/en/topic/investment-protection

2.5 حيازة مياه واضحة

يتم الاعتراف يوماً بعد يوم أن حيازة المياه عامل هام في إدارة الموارد المائية. حيازة المياه - تحديد الحق في المياه للمستخدمين - أساسية كذلك للتوصل إلى تحصيص أفضل للمياه. يمكن تعريف حيازة المياه باعتبارها "العلاقة، سواء المحددة على نحو قانوني أو عرفي [14]، بين الأشخاص، أفراداً أو مجموعات، فيما يتعلق بالموارد المائية" (الفاو 2020). إن لم تكن هذه العلاقة واضحة أو إذا شابها الكثير من الغموض، يكون من العسير تحصيص المياه في المقام الأول. ومن المفيد التفكير في حيازة المياه ضمن "حزم من الحقوق"[15] كما ينص عليها الجدول 2. والعناصر المختلفة في حزم الحقوق، مثل الحق في استبعاد المستخدمين الآخرين المحتملين أو الحق في نقل الملكية، تشكل الترتيبات المتعلقة بتحصيص المياه.

الجدول 2. عناصر حيازة المياه

حقوق الاستخدام	الحق في سحب المياه واستخدامها لأغراض محددة
حقوق الاستبعاد	الحق في منع الغير من حجز الموارد المائية أو سوء استغلالها
الحق في القابلية لنقل الملكية	الحق في البيع أو التأجير أو غيرها من حقوق نقل ملكية المياه
الحوكمة وحقوق الإدارة	سلطة وضع القواعد وتنفيذ هذه القواعد وتسوية النزاعات المتعلقة بالمياه، غالباً في إطار تنظيمي أو سياساتي أوسع. يشمل ذلك حقوق مستخدمي المياه في المشاركة في اتخاذ القرار بشأن تحصيص المياه
الحقوق الإجرائية	الأساس الإجرائي لأصحاب الحقوق بشأن الاستجابة على نحو فعال وحماية حيازة المياه الخاصة بهم، بما في ذلك الحق في الحصول على المعلومات والحق في المشاركة في صناعة القرارات بشأن الحيازة والفرص المتاحة للطعن على القرارات التي تؤثر على حقوق المياه والحقوق في التعويضات
المسؤوليات ذات الصلة	المسؤوليات التي تشكل جزءاً من حزمة الحقوق، مثل دفع الرسوم والصيانة وممارسة الزراعة (حظر بعض المحاصيل على سبيل المثال) والممارسات المتعلقة بإدارة المياه (عدم التلاعب بالمياه أو فرض القيود على جريان المياه)

المصدر: بناءً على الفاو (2020)

14 قد يكون هناك تضارب بين الحقوق القانونية والعرفية للمياه، كما يحدث في بعض المناطق. ويجب تسوية ذلك التضارب حيثما يوجد، من خلال مواءمة الحقوق القانونية والعرفية للمياه. عندئذ يتم إنفاذ الحقوق حيث تتكامل النظم المحلية والسلطات العامة.

15 قد يكون هناك تضارب بين الحقوق القانونية والعرفية للمياه، كما يحدث في بعض المناطق. ويجب تسوية ذلك التضارب حيثما يوجد، من خلال مواءمة الحقوق القانونية والعرفية للمياه. عندئذ يتم إنفاذ الحقوق حيث تتكامل النظم المحلية والسلطات العامة.

غالباً ما يكون نطاق حيازة المياه محدوداً في الكثير من البلدان العربية. وفي حالة حزم الحقوق، يمكن فهم حقوق الاستخدام والاستبعاد جيداً، ولكن غالباً لا تكون حقوق الاستخدام مقننة أو لا يتم تحديثها، مثلما هو الحال في لبنان. أما بقية الحقوق الممكنة في إطار حزم الحقوق، فهي غالباً ما تكون منصوص عليها، إلا أن حقوق الحوكمة والحقوق الإجرائية تحدد العلاقة بين مستخدم المياه الفرد ونظم تحصيص المياه في المجمل. وربما يسهم إصلاح أنظمة حيازة المياه، سواء عن طريق التقنين أو تحديد الاستحقاقات والواجبات على نحو شامل، في تحسين إجراءات تحصيص المياه.

2.6 دمج أعمال التحصيص في العمليات الروتينية

في الحالات المثالية، يدخل تعظيم إجراءات تحصيص المياه ضمن العمليات الروتينية التي تقوم بها الوكالة المعنية بالحوض أو مقدم الخدمات المتعلقة بالمياه الزراعية، إلا أن ذلك لا يحدث غالباً في الواقع. إذ ربما تمتنع الوكالة المعنية بالحوض عن تحصيص المياه للقطاعات المختلفة في إطار أنشطتها المعتادة. وبالمثل، يمكن أن تشتمل المسؤوليات الرئيسية للوكالات المعنية بالري على الصيانة الملائمة للترع ونظم الصرف من أجل تقليل الخسائر والتأكد من التشغيل الملائم وتوصيل المياه وفقاً لترتيبات التحصيص المتفق عليها. وغالباً ما يقل الاهتمام بتعظيم تحصيص المياه على نحو منتظم وإعادة تقييم الوضع لمعرفة من يحصل على أية كميات من المياه ومتى وأين: وهكذا، لا يوجد دافع لتحسين عملية توصيل المياه. وفي إطار نظم الري القائمة على أساس الإمداد على سبيل المثال، والتي تستخدم برامج زمنية لإمداد المياه تم الاتفاق عليها مسبقاً، يسهم تعظيم البرامج الزمنية للتحصيص بانتظام ضمن مهام التشغيل في تحسين إدارة المياه.

2.7 التنسيق المنتظم بين أصحاب الشأن والمستخدمين

التنسيق المنتظم بين القطاعات المختلفة وأصحاب الشأن ضروري من أجل تعزيز تحصيص المياه. وفي هذا السياق يوجد وضعان رئيسيان:

- حيث توجد شركة إدارة قوية في القطاع العام فإنها تحتاج إلى تحقيق الاتساق مع المستخدمين المختلفين، وهو الأمر الشائع بالنسبة لشبكات المياه السطحية.
- حيث توجد سلطة ناظمة، فإنها تحتاج إلى تحقيق الاتساق الوثيق مع المستخدمين المختلفين الذين يتمتعون بنطاق واسع من الاستقلالية، وهو الأمر المعروف في شبكات المياه الجوفية. وفي كلتا الحالتين، من المهم التنسيق مع مستخدمي المياه.

شهدت بلدان عديدة طفرة في تشكيل جمعيات مستخدمي المياه التي تمثل مستخدمي المياه الزراعية وتسهم بالأساس في تحقيق المزيد من التنسيق المنتظم: تجميع مصالح مختلف مستخدمي المياه من الأفراد وخلق تواصل بين شركات إدارة أنظمة المياه والمزارعين. ويختلف وضع جمعيات مستخدمي المياه من بلد لآخر.[16] كان الدافع من إنشاء جمعيات مستخدمي المياه في أغلب الحالات مشروع استثماري أو مبادرة سياساتية. كما كان نفسه من قام بإلغائها في بعض الحالات - مثل السودان في أوائل عام 2010. وتباينت فعالية هذه الجمعيات على صعيد تحصيص المياه، حيث مال بعضها نحو التركيز على أعمال الصيانة، وشارك البعض الآخر في إدارة المياه المحلية. ولكي تصبح جمعيات مستخدمي المياه ذات فعالية، لابد أن تكون جزءاً من الحوكمة الشاملة للمياه وتكون مسؤولة عن إدارة مورد المياه المحلي، بما في ذلك تحصيص المياه على مستوى مسؤوليتها. ويجب أن تقوم الجمعيات بإبلاغ المستفيدين عن قواعد التحصيص وإنفاذها. ويمكن أن تضطلع جمعية

16 توجد اختلافات هامة بين البلدان، من حيث وضع جمعيات مستخدمي المياه وتكوينها، إذ أن جمعيات مستخدمي المياه تتمتع بوضع قانوني مستقل في بعض البلدان، ووضعاً قانونياً مختلفاً في بلدان أخرى حيث يتم تسجيلها كجميعات تعاونية على سبيل المثال أو يتم الاعتراف بها ولكن بدون منحها وضعاً قانونياً رسمياً. وقد تكون جمعيات مستخدمي المياه مترابطة على نحو وثيق مع نظام الحوكمة الرسمي أو قد تكون معزولة ويشغلها بالأساس إدارة الشبكة المحلية الخاصة بها. وتكون العضوية إلزامية في بعض البلدان لجميع مستخدمي المياه في الشبكة، ولا تكون كذلك في حالات أخرى.

مستخدمي المياه بدور فعال في ضبط الأمن على صعيد توزيع المياه والاعلان عن المخالفين على أقل تقدير. وحيث أن العضوية في جمعية مستخدمي المياه جزء من الحوكمة الشاملة للمياه، لابد أن تكون إلزامية وليس إختيارية. ويمكن تعزيز دور هذه الجمعيات في تحسين إدارة المياه بواسطة برامج خاصة تدفع الجمعيات إلى تعظيم إدارة المياه على المستوى المحلي وتقييم أفضل الطرق والمواعيد لتوزيع المياه على المستفيدين. كما تكون اللقاءات بين جمعيات مستخدمي المياه في المناطق المختلفة مفيدة للغاية، لتقوية العلاقات القبلية والجغرافية وكذلك التعامل كشركاء فيما بينهم وليس كمستفيدين فقط من خدمات الري.

لقد تم أنشاء منظمات الأحواض في بعض البلدان العربية، مثل الجزائر، من أجل ضم مجموعة كبيرة من أصحاب الشأن المرتبطين بحوض مائي محدد. قد تتعدى المصلحة استخدام المياه الزراعية لتشمل استخدامات اخرى، إلا أنها تظل الموضوع الأساسي لاستخدام المياه في أحواض عديدة. تحقق منظمات الأحواض الكفاءة اللازمة عندما تحظى بالنفوذ على صعيد تحصيص المياه للمستخدمين/الاستخدامات المختلفة وكذلك على صعيد الموافقة على الخطط والميزانيات الخاصة بأنشطة الحوض على سبيل المثال، وإلا تكون منظمات الأحواض معرضة بالأساس لتكون أجهزة استشارية ذات تأثير محدود.

الإطار 5 إشراك الفئات الخاصة

ربما يكون من المهم إشراك الفئات الخاصة، لاسيما الشباب الذين يشكلون القوة الملهمة في المجتمع. في لبنان والسودان ومصر، تأسست برلمانات المياه للشباب من أجل تقديم منصة ومسار لمشاركة الشباب في إدارة المياه، حيث يمكن أن يتضمن ذلك مناقشات بشأن تحصيص المياه.

3. نحو تحصيص أفضل للمياه من أجل الزراعة

لا يمكن إنكار الضرورة الملحة لتحسين لإدارة المياه في البلدان العربية. حيث أنها أكثر المناطق التي تعاني من الإجهاد المائي في العالم، وسوف يسهم تحصيص المياه من أجل الزراعة بمزيد من التوجيه والتوازن في تحقيق التنمية الوطنية والأمن المائي. تتطلب هذه المبادئ التوجيهية التوافق قدر الإمكان بين نظام تحصيص المياه والأهداف الاستراتيجية الوطنية، كما نلاحظ ذلك في الخطط الوطنية والسياسات الزراعية والمائية وكذلك التقييم الواقعي (وليس السياسي) لتوافر الموارد المائية.

يمكن أن يسهم تحصيص المياه على نحو أفضل في تخفيف حدة الكثير من الضغوط كما يلي:

- التصدي لنُدرة المياه والإفراط في استخدام المياه الجوفية؛
- زيادة الإنتاج الغذائي المستدام في ضوء إحتياجات الأمن الغذائي؛
- إتاحة الفرصة لاستخدام المياه لأغراض غير زراعية في المناطق الزراعية؛
- التعامل مع موجات الجفاف والفيضانات المحتملة؛
- توقع الأثر الناجم عن التغير المناخي والاستفادة من المبادرات الإقليمية المختلفة في هذا الشأن؛
- تحرير المياه عالية الجودة لأغراض أخرى من خلال إتاحة الفرصة للاستفادة بالمياه الأقل جودة في الزراعة والصالحة للاستخدام في الزراعة، طبقاً للقوانين المتبعة ؛
- استحداث المزيد من المرونة وتوجيه الطلب؛[17]
- الإسهام في الاستخدام المستدام للمياه.

وهكذا، يمكن تحقيق أهداف عديدة من خلال تحصيص المياه على نحو أفضل في مجال الزراعة ولابد أن تعكس الاختيارات الأولويات الوطنية. كما يجب أن تتمتع بدرجة من المرونة من حيث إجراء التعديلات في أوقات الأزمات. كما يجب أن تتناسب التحسينات التي يتم إجراؤها مع حدود المتاح من المياه والبنية التحتية والحيازة القائمة مع الأخذ في الاعتبار قدرات التشغيل. وبالرغم من إمكانية تغيير هذه الحدود، يجب أن يكون تحصيص المياه التزاماً متفاعلاً وليس ثابتاً.

وفقاً للشكل 1، يتناول هذا الباب تحصيص المياه على مستويين:

- تحصيص المياه بين القطاعات على المستوى الوطني أو مستوى الحوض المائي
- تحصيص المياه المحسّن في إطار انظمة المياه الزراعية، سواء من حيث التخطيط أو التشغيل.

3.1 تحصيص المياه المُحسّن بين القطاعات

يتيح نظام تحصيص المياه تحديد أولويات استخدام المياه ووضع حد في حالة عدم توافر الموارد المائية أو تعرضها لخطر الاستنفاذ. كما يمكن أن يصبح هذا النظام

17 من غير المقبول زيادة مستوى التوصيل الكهربائي في مياه الشرب عن 800 مايكرو سيمنس/سنتيمتر. غالباً ما يتحدد المقياس الأعلى في مجال الزراعة عند 1500-2000 مايكرو سيمنس/سنتيمتر، إلا أن الترتيبات الخاصة (الزراعة المختلطة والمحاصيل التي تتحمل الأملاح الأجهزة المغنطسية) تسمح بالزراعة عند مستويات أملاح أعلى. وبالمثل، تتمتع ملوثات أخرى بمستويات تحمل أعلى في الزراعة عن البشر أو الحيوانات.

آلية قوية في حالة تنفيذه على نحو فعال، للتعامل مع موجات الجفاف وحالات العجز المائي. وفي كل الاحوال لا يجب أن يبدأ من الصفر، بل يجب أن يأخذ في الاعتبار القوانين القائمة والعادات والممارسات التاريخية والتشاور مع المتضررين على نحو مباشر.

وحيث أن الزراعة هي المستهلك الأكبر للمياه التي تتزايد حدة ندرتها في أغلب البلدان، يحدد تحصيص للمياه بين القطاعات الحدود المتعلقة بحجم المياه التي يمكن استخدامها في الزراعة. يمكن تحديد المخصصات للقطاعات المختلفة على المستوى الوطني أو على مستوى الحوض، ومن المهم ترجمة تلك المخصصات إلى أهداف محددة للنظم المختلفة لاستخدام المياه الزراعية. كما يجب التفكير في تحصيص المياه في إطار سياق أكبر لتحديد كمية الإنتاج الزراعي وما يترتب على ذلك من تحديد الاستخدام المطلوب للمياه الزراعية على المستوى الوطني أو على مستوى الحوض المائي. وفي إطار الخطط المائية يمكن التعامل مع العجز المائي من خلال زيادة استيراد السلع الزراعية الأساسية، إلا أن ذلك من شأنه أن يجعل الدولة أكثر عرضة للتأثر بالتجارة الدولية وامكانية نقص العرض في الاسواق العالمية أو العقوبات المحتملة.

يوجد فرق واضح بين تحصيص المياه بين القطاعات على المستوى الوطني أو مستوى الحوض بالنسبة للمياه السطحية والمياه الجوفية، ويتناول هذا القسم المبادئ التوجيهية المختلفة لكلتا الحالتين.

3.1.1 تحصيص المياه السطحية للزراعة

في حالة تحديد كمية الموارد من المياه السطحية (راجع القسم 2-1)، يمكن تحصيصها لفئات عريضة داخل البلاد -بين القطاعات وبين المناطق الجغرافية-، مما يسمح بالربط بين توافر الموارد المائية والتنمية بشكل عام في البلاد.

يتم تحصيص المياه بين القطاعات على أفضل وجه في حالة اتباع المعايير التالية:

- يوضح التقييم الموثوق الكميات المتاحة من المياه السطحية، وحبذا لو يتم التقييم في الوقت المحدد تقريباً حتى يستجيب التحصيص لحالات العجز المائي الشديد على سبيل المثال.
- يرتبط التحصيص بين القطاعات في مجال الزراعة بوحدات التشغيل الهيدروليكي، مثل شبكات الري أو سعة الخزانات أو الأحواض.
- يُترجم هذا التحصيص بين القطاعات في مجال الزراعة إلى أرقام تشغيلية، مثل الحد الأقصى لحصة الري أو كميات المياه التي يتم تسليمها. ويمكن استكمال ذلك بقيود مفروضة، مثل حظر بعض المحاصيل أو القيود المفروضة على التوسع في منطقة التحكم المروية.
- يتم التحصيص على أساس موسمي أو سنوي، ولكنه يأخذ في الاعتبار التخزين والطلب على المياه لسنوات متعددة.
- يتم تصنيف الاستخدامات المختلفة بناءً على الأولوية، بما في ذلك تحصيص المياه لأغراض استخدامات مختلفة أثناء أوقات العجز.
- من الضروري تحديد الحصة للحالات العادية والطارئة.
- تطوير آليات تشاورية في إطار تحصيص المياه بين القطاعات وبين المناطق، من أجل فهم الاحتياجات المحددة وخلق قبول واسع النطاق.
- وضع آليات التنفيذ الصارمة وتطبيقها في حالة انتهاك قواعد التحصيص.

الإطار 6 الشبكة الوطنية لتحصيص المياه في تونس

تتكون شبكة تحصيص المياه السطحية في تونس من عدد كبير من السدود المتصلة فيما بينها، مما سمح بتحصيص المياه السطحية على المستوى الوطني، بناءً على متطلبات تشغيل جميع الخزانات المتصلة ببعضها. أما المنصة التي يتم تحصيص المياه من خلالها، فهي وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري، بالتشاور مع ممثلي المزارعين في جميع ولايات البلاد، كما توجد مواثيق بشأن تحصيص المياه مُبرمة مع جميع الولايات.

مياه الشرب لها الأسبقية في تحصيص المياه بين القطاعات، بناءً على مجموعة الاجراءات التنظيمية الواردة في "مجلة المياه". حجم المياه المخصصة لمياه الشرب وكذلك المياه الصناعية على سبيل المثال، صغير نسبياً نتيجة صغر حجم الاستهلاك وبسبب قيام المستخدمين بتطوير مصادر إمداد تكميلية.

ويتم تقييم الحجم الإجمالي للمياه المرجح توافرها سنوياً. وهو ما يشكل الأساس لتحصيص المياه بين الولايات المختلفة، وفقاً للمواثيق التي تم إبرامها. ويصل الأمر إلى توزيع العجز على قطاع الزراعة. أما التحدي الرئيسي، فيكمن في كيفية توزيع المياه داخل قطاع الزراعة وفي كل ولاية، وهو التحدي الذي يقوم بالتعامل معه المكتب الزراعي للولاية. بالنسبة لتحصيص المياه عند هذا المستوى، تكون الأفضلية للإبقاء على المحاصيل الشجرية على حساب زراعة المحاصيل السنوية. ويتم تعزيز مجالس المياه الجهوية في كل ولاية.

وحيث كانت هناك سنوات عديدة من حالات الجفاف والتغير المناخي، تتعرض ترتيبات التحصيص القائمة للضغوط. وتطلب بعض المحافظات الغنية بالمياه في جنوب تونس حجز المزيد من المياه حتى يتسنى إجراء المزيد من التنمية فيها. وفي المناطق الساحلية الشمالية، يتعين استبدال المزيد من المياه السطحية بالمياه المعالجة أو بالتحلية. كما يوجد مجال لتحسين أداء منظومة المياه المتكاملة من خلال، بين جملة أمور أخرى، إجراء صيانة أفضل، حيث تعاني الصيانة حالياً في الأغلب من نقص التمويل نتيجة انخفاض رسوم الخدمة المائية بسبب دوافع سياسية. كما تقوم وزارة الزراعة والموارد المائية والصيد باستبدال نظام تحصيص المياه على أساس سنوي بإدارة متعددة السنوات من أجل توزيع فوائض المياه في السنوات المطيرة على السنوات الجافة، وبالتالي يتم التأكد من استمرار تحصيص المياه، دونما اعتبار لمستوى هطول الأمطار في السنة الجارية.

3.1.2 تحصيص المياه الجوفية لأغراض الزراعة

كما أوضحنا آنفاً، فإن وضع المياه الجوفية حرج في العديد من الدول العربية. وهي مشكلة تتعرض للتجاهل بشكل كبير ولا يتم التصدي لها. وفي المقابل، تستمر الحوافز العمومية في دول عديدة مثل دعم تكلفة الطاقة أو معدات الضخ، الأمر الذي يشجع استخراج المياه الجوفية. إلا أن العكس هو المطلوب، وذلك من خلال الحد من استخدام المياه الجوفية. ويؤكد يادا وآخرون (2010) أن نضوب المياه الجوفية عالمياً يصل إلى 39 في المائة من المياه الجوفية المسحوبة، ويعبر هذا الرقم كذلك عن الوضع في البلدان العربية. وفي حال عدم اتخاذ إجراء حيال ذلك، ربما يتم التخلي عن الزراعة وغيرها من الأنشطة المعتمدة على المياه في بعض الأماكن، وتنضب الاحتياطيات الاستراتيجية للأجيال المقبلة، وربما تتغير ايكولوجيا المشهد برمته في بعض المناطق. ولذلك توجد ضرورة ملحة لاتخاذ إجراء في هذا الشأن.

ويختلف تحصيص الموارد الوطنية من المياه الجوفية كثيراً عن المياه السطحية من خلال اختلافان أساسيان: أولاً قيام العديد من الأفراد (صغار المزارعين وكبار المزارعين والمستهلكون على مستوى البلديات وعلى المستوى الصناعي) باستخراج المياه الجوفية في أغلب البلدان. وإن لم يصبح استخدام المياه الجوفية مركزياً، على غرار بعض الانظمة المتبعة في الصين وأسبانيا وبنغلاديش (راجع الإطار 12)، سيتحول تحصيص المياه إلى محاولة تنظيم عدد ضخم من المستخدمين الأفراد. أما الاختلاف الثاني، فيتعلق بامتداد تخزين المياه الجوفية على سنوات عديدة أو حتى عقود أو قرون، كما أن بعض المياه الجوفية أحفورياً وليس متجدداً. كما يتوجب أخذ نوعية المياه الجوفية في الاعتبار لما قد

يكون لها من تأثيرات على التربة وإنتاجية المحصول وجودته. وهكذا، فإن تحصيص المياه الجوفية ليس مجرد تحصيص بين القطاعات، بل بين الأجيال أيضاً، وهنا يصبح التساؤل حول كمية المياه الجوفية التي يجب استخدامها وما هي كمية المياه الجوفية التي يتوجب تركها للأجيال القادمة؟

لذلك، على الرغم من إمكانية تحصيص المياه الجوفية بين القطاعات، بما في ذلك تحديد حصة المياه الجوفية الموجهة للزراعة، تعظم الفائدة عند احتساب كمية المياه الجوفية التي يمكن استخدامها على نحو مستدام في الزراعة وتحديد الأهداف بشأن كيفية التوصل إلى هذا الحد الأقصى. وفي هذا الإطار فإن تخفيض استخدام المياه الجوفية في الزراعة بشكل جذري أصبح ضروري في حالات عديدة.

يمكن اقتباس التعريف الخاص باستخدام المياه الجوفية المستدام من القانون الخاص بالإدارة الحكومية المستدامة لولاية كاليفورنيا، الذي ينص على "إدارة واستخدام المياه الجوفية على نحو يُمكّن الحفاظ عليها أثناء التخطيط للمستقبل وتنفيذه بدون التسبب في نتائج غير مرغوبة". ويمكن تعريف النتائج غير المرغوبة باعتبارها انخفاض مستويات المياه الجوفية على نحو مزمن نتيجة نضوب الإمداد، وانخفاض تخزين المياه الجوفية بشكل خطير وبدون سبب معقول، وتداخل مياه البحار، وتدهور جودة المياه، وهبوط الأراضي، ونضوب المياه السطحية المتصلة بالمياه الجوفية، مما يكون له آثار سلبية خطيرة. كل هذه الآثار السلبية إما يستحيل إصلاحها بموجب إجراءات تعويضية أو يترتب عليها تكلفة باهظة، تتخطى كثيراً تكلفة الجهد المبذول بغية محاولة تفادي وقوعها.

أما المخزونات غير المتجددة أو الأحفورية من المياه الجوفية، فلها حالة خاصة، حيث يتعين اتخاذ قرار واضح وعقلاني بشأن كيفية استخدامها. ولقد استُخدمت المياه الجوفية الأحفورية في الزراعة، في بلدان مثل مصر وليبيا والسعودية، وغالباً ما اتسمت هذه الممارسة بالهدر. وفي بعض البلدان تم اعتماد توجهات يتم بمقتضاها استخدام المياه الجوفية الأحفورية بغية تنمية المناطق الريفية إلى مستويات اقتصادية أفضل تسمح بالتحول إلى انشطة أقل اعتماداً على المياه، إلا أن ذلك لم يتم في الواقع (راجع الإطار 7). وبشكل عام، وبناءً على هذه التجربة السابقة، يُوصى بعدم استخدام المياه الجوفية الأحفورية في الزراعة إلا في حالة وجود خطة تحويلية قوية لهذا الاستخدام. ويمكن أن نقول على سبيل العُرف أن الجيل الواحد يجب ان لا يستخدم أكثر من 5 في المائة من المخزونات المتبقية من المياه الجوفية الأحفورية.

وتوجد هوامش خطأ كبيرة في جميع الحسابات الخاصة باحتياطي المياه الجوفية. وحيث أن المياه الجوفية من الأصول الاستراتيجية للأجيال المقبلة، من المهم اتخاذ الحيطة وتحديد مستوى منخفض بشكل كبير للحد الأقصى المسموح للسحب.

وبناءً على هذا الحد الأقصى، يمكن اتخاذ الإجراء بضبط استخدام المياه الجوفية وتحديد مستوى الحد الأقصى له، بحسب مستوى السحب المستدام لمخزون المياه الجوفية غير الأحفورية والاستخدام المتفق عليه لهذا المخزون.

وعادةً ما يكون خفض السحب تلقائياً، حيث يتوقف إنتاج آبار الري نتيجة جفافها أو لأنها لم تعد ذات جدوى اقتصادية. إلا أنه من الضروري وضع خطة محسوبة من أجل تحقيق التوازن بين استخدام المياه الجوفية وتحقيق هذا الهدف، من خلال الجمع بين عدد من الإجراءات. ويتماشى ذلك مع التوصية الصادرة عن الرؤية الخاصة بحوكمة المياه الجوفية، والتي تم إعدادها بناءً على المشاورة العالمية التي تمت تحت إدارة الفاو ومرفق البيئة العالمية والرابطة الدولية لخبراء الهيدرولوجيا واليونسكو والبنك الدولي: "من أجل إعداد خطط لإدارة المياه في الاحواض الجوفية ذات الأولوية". وتتضح محتويات هذه الخطط لإدارة المياه الجوفية في الإطار 7.

الإطار 7 العناصر الخاصة بخطط لإدارة المياه الجوفية لمستودعات المياه الجوفية ذات الأولوية

- تحديد الحد الأقصى للمياه الجوفية والأفق الزمني اللازم للتوصل للاستخدام المستدام.
- نطاق سليم فنياً واقتصادياً على صعيد الإجراءات الخاصة بإدارة العرض والطلب (بما في ذلك إعادة التغذية) بغية إعادة التوازن في سحوبات المياه الجوفية بما يتوافق مع الحد الأقصى المحدد.
- تحديد الأولويات لاستخدامات المياه بناءً على الأولويات الاجتماعية والاقتصادية.
- وضع أحكام إضافية للحوكمة واستراتيجيات الإدارة، حيث يتم صياغتها بالأساس للموارد من المياه الجوفية غير المتجددة.
- تحديد أدوار أصحاب الشأن والمؤسسات وتحديد كيفية دمج هذه الأدوار في التخطيط والإدارة وكيفية تقديم الدعم للمؤسسات المعنية، بما في ذلك الإدارة المجتمعية للمياه الجوفية المحلية.
- التخطيط لاتخاذ إجراءات إدارة مشتركة في حالات فائض. في المياه الجوفية وبالتالي تشبع التربة بالمياه ووجود مشاكل في تصريف المياه من الأرض.
- الإجراءات الخاصة بالحد من التلوث أو ضبطه في منطقة إعادة تغذية المياه الجوفية التي يتم فيها إدارة مخاطر تدهور جودة المياه الجوفية.
- الإجراءات التنظيمية والحوافز الاقتصادية والتغيرات السياساتية من أجل التصدي للاحتياجات الخاصة بإدارة المياه الجوفية في حدود الإطار القانوني والمؤسسي المحدد - وتكون الأولوية هنا لتحقيق التوازن العملي بين الإدارة من مستوى القاعدة للأعلى ومشاركة أصحاب الشأن من المستوى الأعلى إلى مستوى القاعدة.
- العمل على إقامة الروابط اللازمة مع بقية القطاعات، سواء تخطيط استخدام الأراضي أو توفير الطاقة أو التجارة أو غيرها من السياسات.

المصدر: بناءً على الفاو (2016)، الإطار العالمي للعمل من أجل تحقيق الرؤية الخاصة بحوكمة المياه الجوفية.

3.2 تحصيص المياه المحسّن في إطار أنظمة المياه الزراعية

توضح الأهداف الرئيسية لتحسين تحصيص المياه ضمن انظمة المياه الزراعية في الشكل 4، حيث تتعلق بأهداف لها أهمية خاصة على مستوى التخطيط في مجال أنظمة المياه الزراعية وأهداف تتعلق بتشغيل هذه الانظمة، أثناء وضع الجداول الزمنية للمياه وتوزيعها. كما تتشابك الأهداف المختلفة على مختلف المستويات، من خلال ارتباطها بالمسائل التالية:

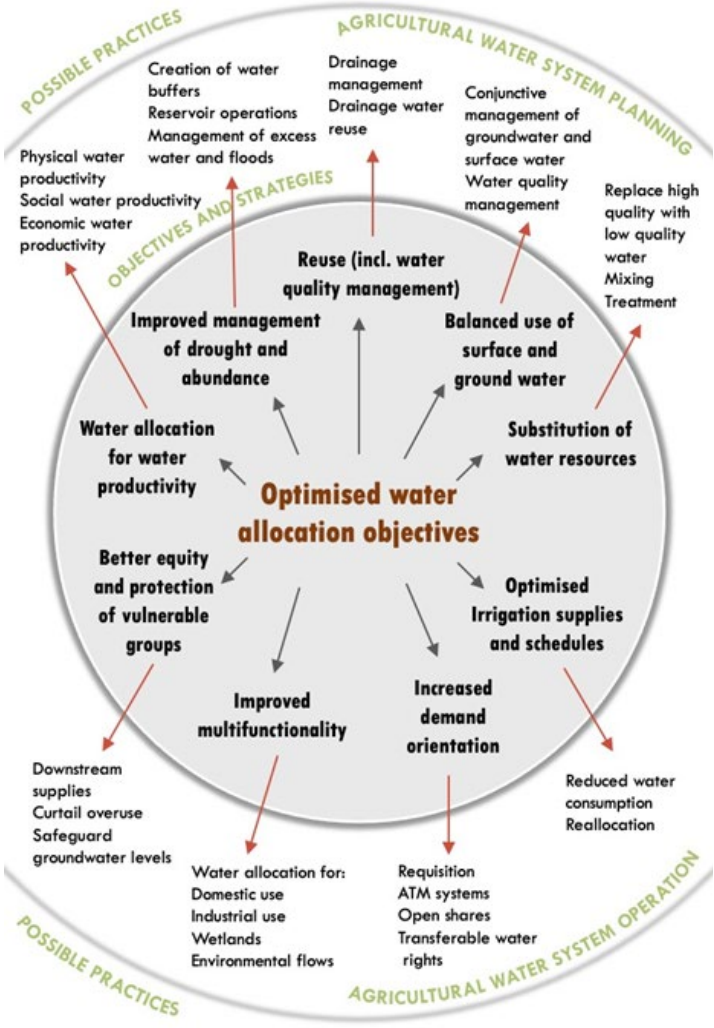
الأهداف المرجوة من تحصيص المياه على مستوى تخطيط النظام

1. تحسين تحصيص المياه بغية تحسين الجوانب المختلفة لإنتاجية المياه.
2. تحسين مستوى التأهب لمواجهة تغير المناخ من أجل التعامل مع الفيضانات وموجات الجفاف.
3. تحسين مستوى إعادة استخدام مياه التصريف عند التأكد من جودة المياه المقبولة.
4. استحداث أقصى مستوى للتوازن المشترك في إدارة المياه بين استخدام المياه السطحية والمياه الجوفية الضحلة بغية تفادي ارتفاع منسوبها وتشكيل برك فوق سطح الارض أو الإفراط في استخدامها.
5. استبدال إمدادات المياه الزراعية بالمياه المعالجة وتحرير المياه العذبة عالية الجودة للاستخدامات ذات الأولوية.

الأهداف المرجوة من تحصيص المياه على مستوى عمليات التشغيل

6. تحسين إمدادات الري والجداول الزمنية وتوافقها مع أنماط المحاصيل الزراعية ومتطلبات المحاصيل من المياه.
7. تحسين توجه الطلب والمرونة في توصيل المياه.
8. تعزيز الاستخدام متعدد الوظائف للمياه في إطار أنظمة المياه الزراعية وحفظ توافر المياه من أجل الاستخدام المنزلي والصناعات والأراضي الرطبة أو الاحتياجات البيئية للمياه.
9. اتخاذ الإجراءات الخاصة بغية استحداث المزيد من العدل فيما يتعلق بالحصول على المياه - مع منح المستخدمين في المناطق السفلية وصغار المزارعين الحصة العادلة من المياه والابتعاد عن تحميلهم الأعباء الناتجة عن المياه الزائدة.
10. رفع قدرات العاملين في الارشاد الزراعي والمزارعين على طرق الحفاظ على مياه الري المختلفة، سواءً على مستوى المزرعة أو نظام الري ككل.
11. دعم الحملات الهادفة إلى رفع إنتاجية الأراضي والمياه.

الشكل 4. الأهداف والاستراتيجيات والممارسات في مجال تعظيم تحصيص المياه في أنظمة المياه الزراعية



المصدر: مؤلفون

3.2.1 التحصيص من أجل تعزيز إنتاجية المياه

يمكن أن يكون تحصيص المياه مفيداً على نحو منهجي في تعزيز كفاءة استخدام وإنتاجية المياه، على سبيل المثال عندما تُخصص المياه لاستخدامات أو مناطق ذات قيمة أعلى في ظل توفر أحوال زراعية مواتية من حيث التربة أو المناخ. وعلاوة على ذلك، يمكن أن يؤثر تحصيص المياه على كيفية تنظيم الجداول الزمنية للري، من خلال تحديد من يحصل على المياه وموعد الحصول عليها وكيفيته. وعند إتساق ذلك مع الأنماط الزراعية المفضلة [18]، سوف يؤدي إلى تعزيز كفاءة استخدام وإنتاجية المياه - إلى جانب إجراءات عديدة أخرى.

إلا أنه يمكن تقديم المزيد فيما يتعلق بإنتاجية المياه أو "محصول من كل قطرة مياه". إذ توجد اعتبارات أخرى كذلك، منها إنتاجية المياه الاقتصادية: ما هي القيمة الاقتصادية الناتجة من زيادة الإنتاج؟ وكذلك الإنتاجية الاجتماعية المياه: من المستفيد من المياه؟

من المنطقي تحليل الفوائد الاجتماعية لتحصيص المياه والإجابة على السؤال المتعلق بالتعرف على المستفيد من المياه، وهو أمر ذا صلة لاسيما فيما يتعلق بالانظمة المستحدثة، بسبب الاختيارات الهامة التي يتم اعتمادها. يوضح الإطار 8 إشكالية الافراط في استخدام المياه الجوفية وما يطرحه من أسئلة هامة حول إنتاجية المياه الاجتماعية.

الإطار 8 الاستغلال المفرط للمياه الجوفية في تونس وتبعاتها الاجتماعية

يمثل الاستغلال المفرط لخزانات المياه الجوفية في تونس قضية مهمة بالرغم من وجود التدابير التنظيمية الحاكمة لذلك. وتشير احدى الدراسات إلى انه يتم استغلال 71 من أصل 273 خزان مياه جوفي بشكل مفرط بنسبة 146 %

(Frija et al. 2014). على سبيل المثال بدأ استخدام المياه الجوفية، في حوض سيسب شمال القيروان في وسط تونس، في الستينيات القرن الماضي لتصبح مصدرا لري 15000 هكتار من الأراضي الزراعية والأنشطة السياحة والمدن الساحلية. وتصل كثافة الآبار إلى 20 بئر / كم مربع في منطقة سيسب(Kacem et al. 2008) . وقد تسبب هذا النمط في الاستخدام إلى الحاجة للتعميق المستمر للآبار (بمعدل انخفاض ما بين 30 سم إلى متر واحد في السنة)، وجفاف 500 بئر سطحي، والتخلي عن مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية المروية، كما أدت إلى زيادة نسبة الملوحة في المياه المستخرجة. ولقد زاد معدل حفر الآبار بعد ثورة 2011 في منطقة الناظور، وتوقفت بعض المندوبيات الجهوية للتنمية الفلاحية (الجهات الحكومية المشرفة على الأنشطة الزراعية محليا) عن توفير المياه للمزارعين خارج الحدود الرسمية للمنطقة للحد من المساحة المروية المسموح بها لكل مزارع من أجل تقليل الضغط على انظمة المياه

(Faysse et al. 2011).

وللاستمرار في ضخ المياه الجوفية تعيّن على المزارعين تعميق آبارهم بشكل دوري (كل 2-3 سنوات) وهو ما صب في مصلحة كبار المستثمرين على حساب صغار المزارعين الذين لا يملكون رأس المال لتعميق آبارهم. ولقد أدى التنافس على مصادر المياه الجوفية إلى توترات بين صغار المزارعين وكبار المستثمرين بالمنطقة، حيث يرى صغار المزارعين حتمية أن تكون لهم أولوية الحصول على المياه نظرا لكون النشاط الزراعي هو مصدر دخلهم الرئيسي وأحيانا الوحيد. وعلى الجانب الاخر يرى المستثمرون أن لهم الأولية في الحصول على المياه الجوفية حيث إن استثماراتهم في أنظمة الري الحديث (الموضعي) لزراعة الأشجار المثمرة يساهم في ترشيد استهلاك المياه بالمقارنة مع المحاصيل الأخرى

(Dugué et al. 2014).

18 ربما يكون من المفيد إجراء تحليل لإنتاجية المياه الاجتماعية للنظر في إسهام تحصيص المياه الزراعية من حيث خلق الوظائف ودخل المزارعين والإسهام في الاقتصاد المحلي والأمن الغذائي. يمثل الشكل 5 إطار لإجراء هذا التحليل، من خلال مراجعة نسب القيم المحصولية الموجهة للعوامل المختلفة ومن يقف وراءها والقيمة التي تمثلها في الاقتصاد المحلي. وعند التعرف على مكان استحداث القيمة المضافة في نظام المياه الزراعية، ومن يستفيد منها وكيفية تعزيزها للاقتصاد في المنطقة، يمكن القيام باختيارات أفضل بشأن تحصيص المياه.

ربما يكون من المفيد إجراء تحليل لإنتاجية المياه الاجتماعية للنظر في إسهام تحصيص المياه الزراعية من حيث خلق الوظائف ودخل المزارعين والإسهام في الاقتصاد المحلي والأمن الغذائي. يمثل الشكل 5 إطار[19] لإجراء هذا التحليل، من خلال مراجعة نسب القيم المحصولية الموجهة للعوامل المختلفة ومن يقف وراءها والقيمة التي تمثلها في الاقتصاد المحلي. وعند التعرف على مكان استحداث القيمة المضافة في نظام المياه الزراعية، ومن يستفيد منها وكيفية تعزيزها للاقتصاد في المنطقة، يمكن القيام باختيارات أفضل بشأن تحصيص المياه.

الشكل 5. الإطار التحليلي لتقييم إنتاجية المياه الاجتماعية

	المصروفات التي يتم إنفاقها على المكون (نسبة من سعر التجزئة)	المستفيد يوضح شركات الإدارة الاقتصادية (صغيرة، كبيرة، محلية، خارجية)	الإسهام في الاقتصاد المحلي - شركات جديدة: هل يمكن إنفاق هذا الدخل الذي تحققه هذه الفئة من المستخدمين في الاقتصاد المحلي
العمل الزراعي			
شركة إدارة المزارع والمياه			
خدمات تقديم المدخلات الزراعية			
الشركات التجارية الزراعية (التجار)			
تجار التجزئة			

3.2.2 التأهب لمواجهة تغير المناخ: التعامل مع انخفاض وارتفاع تدفق المياه

يمكن إعداد الترتيبات الخاصة بتحصيص المياه للانظمة الزراعية على نحو أفضل لمواجهة التغيرات المناخية. وفي الوقت الذي يكون فيه هذا الأمر مفيداً في جميع الأحوال، من المتوقع تذبذب توافر المياه في ظل تغير المناخ، الامر الذي يجعل رفع سعة التخزين في أنظمة الري أكثر ملاءمةً.

كما يترتب على تغير المناخ أثر آخر وهو زيادة الطلب على المياه "الموجودة في الغلاف الجوي" نتيجة ارتفاع درجات الحرارة وزيادة جفاف الهواء وزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الهواء، مما يؤثر على المحاصيل المختلفة بطرق مختلفة. ويمكن للمحاصيل المصنفة بثلاثية الكربون، لاسيما القمح والقطن أثناء الري (في ظل ظروف الوفرة المائية) الاستفادة من ارتفاع مستوى ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. لذلك تصبح الإدارة الجيدة للمياه أمراً ضرورياً للتكيف، من خلال توفير المياه واستغلال إمكانيات المحاصيل ثلاثية الكربون على تحويل التركيز الأعلى لثاني أكسيد الكربون إلى محصول أكبر.

19 بناءً على العمل الذي قام به جيروين فوس وجامعة فاجينجن.

انّ المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية (ريكار)، التي أطلقت عام 2009 تحت رعاية المجلس الوزاري العربي للمياه، تُقيّم آثار تغير المناخ على المياه والقطاعات المعتمدة على المياه في المنطقة. وتستخدم االنمذجة المناخية الإقليمية والهيدرولوجية والتقييم المتكامل لتعزيز تحديد الأولويات وصنع السياسات وإعداد المشاريع المتعلقة بالقضايا الإقليمية والعابرة للحدود. وبناء على ذلك، تم ادراج إسقاطات المنطقة العربية لمنتصف القرن (2046-2065) ونهاية القرن في اطار سيناريو مسارات التركيز التمثيلية RCP 4.5 و RCP 8.5.

المناطق الأكثر قابلية للتأثر هي وادي النيل (لاسيما الأجزاء الشمالية، هذا بالإضافة إلى الأثر الناجم عن ارتفاع منسوب مياه البحر الذي يمكن أن يؤثر على ثلث مساحة الأراضي في دلتا النيل) وحوض دجلة -الفرات (الذي يزيد إجهاده نتيجة التوسع الزراعي) وجنوب منطقة شبه الجزيرة العربية والأجزاء الغربية من شمال أفريقيا وجبال الأطلس. سيزداد التبخر النتحي ويقل جريان المياه، مما يؤدي إلى زيادة حدة نُدرة المياه. وتكون المناطق المروية أكثر عُرضة للتأثر بالتغير المناخي، حيث تقع 85-90 في المائة منها ضمن طبقات التأثر الشديد (اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (إسكوا)) وآخرون 2017). وستتأثر أهم المحاصيل في المنطقة، لاسيما القمح والذرة الرفيعة، بالتغير المناخي بشكل كبير، حيث تقع أغلب مساحاتها ضمن الطبقات الأكثر عُرضة للتأثر.

تم استخدام برنامج محاكاة AquaCrop، والإسقاطات المناخية التابعة لريكار ضمن سيناريوهات مسارات التركيز التمثيلية RCP 4.5 وRCP 8.5 لتقييم أثار تغير المناخ المتوقع على محاصيل ومواقع محددة. كما تمت محاكاة تأثير ارتفاع ثاني أكسيد الكربون على غلة المحاصيل، وهما مجموعتان من التغيرات المتوقعة في تركيز ثاني أكسيد الكربون، لكل سيناريو من سيناريوهات المسارات التركيز التمثيلية RCP. كما تمت ترجمة نتائج التقييم إلى بدائل سياسيات وطنية محددة لتعزيز قدرة قطاع الزراعة على التكيف مع تغير المناخ. وهذا أمر أساسي لتشكيل الاستراتيجيات الزراعية القابلة للتكيف مع التغيرات المستقبلية

لابد من تقوية أنظمة تحصيص المياه للتأهب لمواجهة تغير المناخ، ويتم ذلك بطرق عدة:

1. أولها تخزين المزيد من المياه السطحية. بحسب انظمة المياه الزراعية، يمكن أن يتم ذلك عند رأس نظام الري، على نحو لامركزي داخل الشبكة أو خارجها. ومثال على ذلك عندما يتم بناء منشاءات تفريغ الفيضانات على القنوات والمصارف الرئيسية لتوجيه المياه في أوقات الفيض (مواسم الفيضان أو الفترات التي ينخفض فيها الطلب على المياه) إلى أماكن التخزين الخارجية. ويجب مراعاة جميع الاحتياطات الاجتماعية والبيئية ذات الصلة عند تحديد وبناء منشاءات التخزين الجديدة.
2. أما الطريقة الثانية، فتتعلق بتعظيم الاستفادة من طبقات المياه الجوفية أسفل الانظمة الزراعية من خلال إعادة تغذيتها وتوجيه مسار الفائض من المياه.
3. وبشكل عام، من أجل تعزيز إدارة المياه، وبشكل أكبر بالنسبة للمحاصيل ثلاثية الكربون، يمكن دعم ذلك من خلال آليات تحصيص محسنة لهذه المحاصيل ذات الإمكانيات العالية.
4. الإهتمام بالزراعة المطرية من خلال الري التكميلي الناتج عن حصاد وتخزين المياه واستخدام أنسب طرق الري لتعزيز انتاجية المياه.
5. الإستفادة من نتائج البحوث الخاصة بتأثيرات التغيرات المناخية، بما في ذلك المتعلقة بالتكيف، على الانتاجية والاحتياجات المائية.

3.2.3 مستوى إعادة استخدام مياه التصريف مع التأكد من جودة مقبولة للمياه

في العديد من أنظمة المياه الزراعية، يتم إنتاج مياه الصرف - سواء على نحو دائم نتيجة أعمال الري الضخمة أو بصفة دورية أثناء أوقات الجريان الكبير و/أو انخفاض الطلب. لا يكمن التحدي في إهدار هذه المياه، بل في إعادة استخدام مياه الصرف ودمجها ضمن آليات التحصيص في الأنظمة الزراعية. يمكن القيام بذلك من خلال ربط المصارف بشبكة الترع أو عن طريق ضخ المياه من المصارف.

عادةً ما تكون جودة مياه الصرف أقل من المياه العذبة

في قنوات التوزيع. إذ تحتوي مياه الصرف في العادة على تركيز مرتفع من المواد الكيميائية والزراعية أو الأملاح الممتصة. قد تظهر مشكلة أخرى تتمثل في تصريف النفايات السائلة الصادرة عن الصناعات المحلية والمدن في شبكة الصرف الزراعي المفتوحة. في إطار إعادة استخدام مياه الصرف وخلطها بإمدادات قنوات توزيع المياه العذبة، يكون الحفاظ على جودة المياه أمر هام، لاسيما إذا كانت شبكة القنوات الزراعية هي أيضاً مصدر مياه الشرب، كما يشيع في الكثير من شبكات الري الكبيرة - راجع المثال الخاص بمصر (الإطار 9). وبالمثل، لابد من تفادي تدهور جودة التربة نتيجة تراكم الأملاح (المواد الصلبة المذابة الإجمالية) في التربة. يتطلب ذلك الحرص في وضع استراتيجيات مزج ضمن نظام تحصيص المياه المحسّنة. وهذا الاطار يمكن لمصارف محددة إزالة المياه شديدة التلوث وغير الملاءمة لإعادة استخدامها نحو محطات معالجة خاصة. كما توجد حالة لاستراتيجيات المزج اللامركزية، حيث يتم إعادة الاستخدام اعتباراً من مصارف ثانوية صغيرة وليس من المصارف الرئيسية الأكبر حجماً والتي يمكنها نشر الملوثات على نطاق عريض. ويجب استكمال إعادة استخدام مياه الصرف بالجهود الرامية إلى الحد من أحمال التلوث وتحسين الجودة العامة لمياه الصرف، بالاضافة إلى تشجيع الابحاث الخاصة بمعالجة مياه الصرف لاعادة استخدامها.

الإطار 9 إدارة استخدام مياه الصرف والحفاظ على جودة المياه في مصر

استهلاك مياه الشرب الناتجة عن شبكة الترع في مصر

لقد كان استخدام مياه الصرف جزءاً من استراتيجية إدارة المياه في مصر منذ أكثر من أربعة عقود من الزمان. تم تحديد المقاصد المرجوة من مياه الصرف لتصبح جزءاً من تحصيص المياه لأغراض الزراعة بشكل عام ومستويات ملوحة مقبولة لمياه الصرف. إلى جانب مياه الصرف التي تم إضافتها رسمياً إلى الشبكة بموجب تطوير محطات الخلط، يعيد المزارعون استخدام مياه الصرف على نحو غير رسمي وبكميات ضخمة، لاسيما في شمالي الدلتا، باستخدام مضخات متنقلة في مصارف الحقول والمصارف وفتحات المجاري للشبكة. إلا أن الملوثات تنتشر مع إعادة الاستخدام في أرجاء شبكة المياه بأكملها: كادميوم وجراثيم قولونية وأملاح ومواد كيميائية وزراعية. وحيث أن شبكة الترع هي أيضاً مصدر تغذية الإمدادات بمياه الشرب، تسبب ذلك في إغلاق العديد من محطات خلط الصرف، مما يعادل ثلث سعة إعادة الاستخدام القائمة في المرحلة الواحدة. ولتحسين هذا الوضع، انطلقت أربع مبادرات: الرقابة الأفضل على نقاط التلوث واستكشاف إمكانية إعادة الاستخدام اللامركزي من أجل عزل المناطق الخاصة بإعادة استخدام المياه عالية الجودة عن المناطق شديدة التلوث ووضع استراتيجيات وخطط سليمة للخلط من أجل إعادة تحصيص المياه العذبة التي تم توفيرها في المحطات الفرعية، مع مياه الصرف المعاد استخدامها. - المصدر: فان ستينبرجن وعبد الدايم (2007).

الإطار 9 إدارة استخدام مياه الصرف والحفاظ على جودة المياه في مصر

دراسات حول إعادة استخدام مياه الصرف مع الحفاظ على جودة المياه في مصر

أجريت بحوث متعددة في منطقة النيل عن مشاريع إعادة استخدام مياه الصرف والتي تتناول الكمية والنوعية على حد سواء. وتم تقييم مختلف الاستراتيجيات لاستخدام مياه الصرف الزراعي في الري باستخدام نموذج محاكاة لإدارة المياه في مصر، شمال غرب الدلتا. ولوحظت النتائج المثلى في إطار اعتماد استراتيجيات الري التي تستخدم الري الناقص إلى جانب الصرف الخاضع للتحكم، والاستخدام الدوري لمياه الصرف الزراعي مع المياه العذبة (سنتان من مياه الصرف/ سنتان من المياه العذبة)، والدورات الموسمية لتصريف المياه العذبة ومياه الصرف (Wahba (2016)). ووجدت دراسة حول العلاقة بين كمية إعادة استخدام مياه الصرف في دلتا النيل والتحديات التي تواجهها (المؤشرات) أن المياه العذبة المستخدمة للري هي أفضل مؤشر على استخدام مياه الصرف تليها مساحات مشاريع تحسين الري ومساحات زراعة الأرز. وتبين أن تقليل نسبة المياه العذبة في نظام الري بنسبة 30٪ يقلل من نسبة إعادة استخدام مياه الصرف بنسبة 50٪، بينما تبين أن تقليل مساحة زراعة الأرز بنسبة 30٪ أدى الى تقليل نسبة إعادة استخدام مياه الصرف بنسبة 14.8٪ تقريبا (Ghaffar and Shaban (2013).

وتناولت دراسة أخرى التباين في أنماط إعادة استخدام مياه الصرف من حيث التصريف والملوحة المقابلة لها في دلتا النيل. كما قامت الدراسة بمحاكاة أنماط التصريف المتوقعة في المستقبل مع النظر في مشاريع التوسع في إعادة الاستخدام في المستقبل. وأظهر التحليل اتجاها متزايدا لإعادة استخدام مياه الصرف والملوحة باستثناء الملوحة التي تم قياسها في منطقة دلتا النيل الغربية التي كان اتجاهها متناقصا بنسبة غير ملحوظة. وقد دل ذلك على إمكانية زيادة متوسط التصريف في مناطق شرق ووسط وغرب الدلتا، وهو أمر ممكن محصوبا بزيادة في الملوحة (Shaban (2020)). بالإضافة إلى ذلك، تم تقييم ثلاثة مشاريع مختلفة لإعادة استخدام مياه الصرف في محافظة البحيرة، مصر، استنادا إلى السجلات العينية ومؤشرات جودة المياه. وأكدت النتائج حالة جودة المياه "الفقيرة" و"الهامشية" لمياه الصرف مقارنة بالمعايير المصرية. وعلى هذا النحو، أوصى بإنشاء نظم لمعالجة مياه الصرف ومرافقة مشاريع إعادة استخدام مياه الصرف بتقييم نوعية المياه (Ashour and Zeidan 2021))). وقدمت دراسة أخرى إطارا للأدوات الإحصائية للتحقق من الامتثال لمعايير جودة المياه وتحديد نسب التلوث من المصادر المختلفة، فضلا عن تصنيف حالة جودة المياه باستخدام مصرف حدوس في مصر كمرجع للدراسة.

بشكل عام تبين أن إعادة استخدام مياه الصرف في مصر هي فرصة كبيرة لتحصيص المياه للزراعة طالما يتم استخدام الاستراتيجيات المناسبة للحفاظ على الجودة والكمية المناسبة من مياه الصرف.

3.2.4 الإدارة المشتركة المتوازنة للمياه السطحية والمياه الجوفية

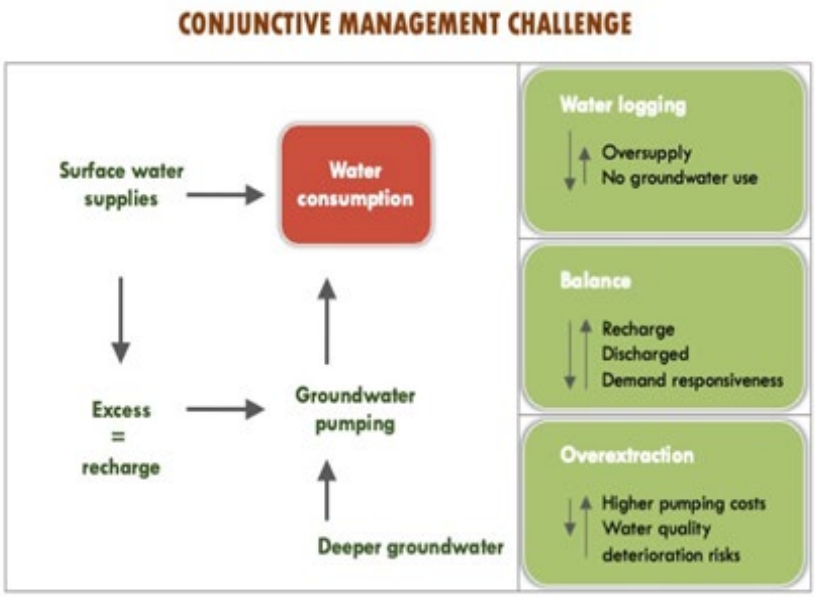
في العديد من أنظمة المياه الزراعية، يوجد مياه جوفية ضحلة أسفل شبكة الترع. في حالة الري المفرط (نتيجة زيادة مخصصات المياه تحديداً)، تقوم مياه النضح الناشئة عن شبكة الري السطحي بإعادة تغذية مورد المياه الجوفية الضحلة. يمكن بعد ذلك (إعادة) استخدام المياه الجوفية الضحلة بغية استكمال الإمدادات السطحية. مما يضيف المرونة إلى شبكة المياه الزراعية، حيث يمكن استخدام المياه الجوفية الضحلة عند الطلب. في شبكات الري الكبيرة، يمكن أن يصل إسهام المياه الجوفية المعاد تدويرها إلى 40 أو 50 في المائة (شاه 2009). كما تنخفض الفواقد من المياه بهذه الطريقة، حيث يُعاد استخدام النضح. [20]

يمكن استخدام مخصصات المياه للزراعة في استحداث أنظمة بأقصى توازن مشترك بين المياه السطحية والجوفية: ضمان مخصصات مياه سطحية كافية لإعادة تغذية مخزون المياه الجوفية الضحلة، ولكن ليس أكثر من اللازم لعدم التشجيع على ضخ المياه الجوفية الضحلة. وهذا هو التحدي الخاص بالإدارة المشتركة.

20 من المهم عند التباحث بشأن وفورات المياه الأخذ في الاعتبار المنظور الشامل. توفر بعض التقنيات المياه - مثل الري بالتنقيط - عن طريق الحد من فواقد التسريب. إلا أن هذا التسريب ليس فقد مائي حقيقي في أنظمة عديدة، لاسيما في حالة وجود مياه جوفية عذبة أسفله، حيث يمكن إعادة استخدامه كمياه جوفية في إطار الإدارة المشتركة. ما يهمنا هو "توفير المياه الإجمالي"، بمعنى توفير المياه على مستوى النظام المائي ككل. وتسري نفس الحجة على تبطين الترع. وهو ما يكون مبرراً عندما تمر الترعة من خلال تربة شديدة التسريب أو على أرض منحدرة في حالة وجود خطر النحر. أما بالنسبة لتوفير المياه، يمكن لتبطين الترع الإضرار بإعادة تغذية المياه الجوفية وتتخلى عن فرص الاستخدام المشترك. في الواقع، يوصى بتبطين الترع فقط في حالة المياه الجوفية المالحة. وفي هذه الحالات، لن يُعاد استخدام المتسرب من المياه السطحية للجوفية.

إذا كانت مخصصات المياه السطحية كبير، يكون الحافز على ضخ المياه الجوفية ضعيفاً ويؤدي إلى الإفراط في إعادة التغذية، مما يتسبب في رفع منسوب المياه الجوفية، وينتج عن ذلك التشبع بالمياه والملوحة (راجع الشكل 6). إذا كانت إعادة التغذية من إمدادات المياه السطحية ضعيفة، قد يكون الاعتماد على المياه الجوفية كبيراً، مما يؤدي إلى خلق توازن سلبي (راجع حالة تادلا، الإطار 10). إن تسهيل الإدارة المشتركة المتوازنة للمياه السطحية والجوفية يعتمد على جودة مخزون المياه الجوفية الضحلة. يوضح الشكل 6 الآلية السببية لإمدادات المياه السطحية التي تؤدي إلى تسريب والذي يعيد تغذية المياه الجوفية التي يمكن إعادة استخدامها والسيناريوهات الثلاثة المحتمل حدوثها. مخزون المياه الجوفية تكون مالحة بطبيعتها في بعض المناطق: وفي هذه الحالات، تصبح الإدارة المشتركة مشكلة.

الشكل 6. تعظيم التحدي المشترك الخاص بإدارة المياه السطحية والجوفية



الإطار 10 تادلا، المغرب: مثال على الإدارة المشتركة

شبكة ري تادلا التي تم تطويرها في الأربعينيات من القرن الماضي هي واحدة من أكبر أنظمة الري في المغرب، حيث تغطي مساحة تزيد قليلاً على 100 ألف هكتار، ويخدمها سدان لتخزين مياه الامطار. كان تحصيص المياه السطحية لشبكة تادلا سخياً لوقت طويل: 840 مليون متر مكعب في عام 1979 على سبيل المثال. إلا أن ذلك لم يكن نعمة، بل أدى إلى الري المفرط وتشبع ملوحة التربة وتشبعها بالماء. وتم التفكير في شبكة صرف لإزالة التسريب الزائد. وتغير كل ذلك أثناء موجة الجفاف (1981-1984) عندما استجاب المزارعون للوضع بإنشاء آبار ضحلة ذات اقطار كبيرة. وتم خفض تحصيص المياه لتادلا بعد موجة الجفاف إلى أقل من النصف - حيث كان يربو على 340 مليون متر مكعب - وتم تطوير تادلا لتصبح شبكة لإدارة المياه المشتركة السطحية والجوفية. وضمن نظام الغمر السائد توجد فواقد كبيرة من خلال التسريب - إلا أنه كان يتم استخدامها لإعادة تغذية مخزون المياه الجوفية أسفل شبكة الري. ولقد أدى ذلك إلى خلق توازن ولكن بعد انخفاض مستوى المياه الجوفية في عام 1992 وتدهور جودة مخزون المياه الجوفية تم تغطية انخفاض الإمدادات بالمياه المسحوبة من المياه الجوفية الأعمق - حيث تم إنشاء آبار بعمق 100 متر وأكثر. من المتوقع الحصول الآن على 25 في المائة من إمدادات الري من هذا المخزون الأعمق (كسليك وآخرون، 2014).

ويتم الدفع بأن الأفضل تحصيص المياه السطحية في انظمة الري الكبيرة على أساس توازن المياه السطحية والجوفية بدلاً من استنادها إلى متطلبات مياه الزراعة. ولا يجب أن يحدث تشبع بالمياه أو تراجع في المياه الجوفية. يمكن تعويض النقص الحالي بالمزيد من حصاد لمياه الأمطار، عن طريق توجيه مسار جريان الأنهار من خلال الترع على سبيل المثال أو عن طريق زيادة إمدادات المياه السطحية القادمة من المصادر الأخرى غير التقليدية.

3.2.5 استبدال المياه المرتفعة الجودة بمياه أقل جودة

غالباً ما تستخدم انظمة المياه الزراعية المياه العذبة عالية الجودة وتُستخدم هذه الإمدادات لأغراض اخرى مثل المياه المنزلية. ربما يكون هناك إمكانية لاستبدال المياه عالية الجودة المستخدمة حالياً في الزراعة بالمياه العادمة المعالجة. وهو على سبيل المثال عنصراً أساسياً في سياسة إعادة تحصيص المياه في الأردن منذ العام 2016، حيث يتم الحصول على إمدادات الري في قناة الملك عبد الله في وادي الأردن من المياه العادمة المعالجة بشكل متزايد، نتيجة ارتفاع القدرة على إنتاج المياه العادمة بجودة قابلة للاستخدام (الإطار 3)، الأمر الذي يتيح تحويل المياه العذبة للإمدادات المنزلية. وفي منطقة قربة من السهل الساحلي لتونس مثال آخر حيث استُبدل جزئياً الاحتياطي من المياه الجوفية عن طريق ضخ المياه العادمة المعالجة. وقد يكون هناك المزيد من الفرص لمثل هذه المنهجية الجديدة في إعادة التحصيص (راجع الإطار 11).

إن جودة المياه العادمة أمر هام يجب أخذه في الاعتبار. وتتراوح مخاطر إعادة استخدام المياه العادمة في الزراعة بين حدوث تغييرات في الخصائص الفيزيوكيميائية/المايكروبيولوجية لوسائط التربة وحدوث آثار على صحة الإنسان. وقد تم إجراء بحوث كثيرة في هذا الشأن تتضمن الفاو (1992)، ومنظمة الصحة العالمية (2006) ووكالة حماية البيئة الأمريكية/ الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (2012) أدلة توجيهية بشأن الاستخدام الآمن للمياه العادمة في الزراعة والتي يجب مراعاتها أثناء الاستفادة من مياه الصرف العادمة ضمن أنظمة تحصيص المياه. توجد جبهة أخرى للتنمية وهي التقييم الكمي للمخاطر المايكروبيولوجية، لاسيما تركيز الديدان الطفيلية (جاراميلو وآخرون، 2017).

الإطار 11 الاستبدال بالمياه العادمة المعالجة: السهل الساحلي في قربة، تونس

يقع السهل الساحلي لمنطقة قربة في شرق منطقة الوطن القبلي، شمال شرقي تونس. وتقدر مساحتها بحوالي 400 كم مربع (40 كم X 10 كم)، ويحدها البحر الأبيض المتوسط على امتداد الحد الشرقي. تتكون جيولوجيا المنطقة بالأخص من الأحجار الرملية والرصيص والطين. وتزايد سريعاً استخدام المياه الجوفية بدءاً من عام 1960، مما أدى إلى جفاف مخزون المياه الجوفية.

ومن أجل إعادة مخزون المياه الجوفية إلى هيئته الأصلية، تم ضخ مرحلة ثالثة من المياه العادمة المعالجة، التي تم الحصول عليها من مستخدمين في المناطق الحضرية ومن الصناعات، إلى الطبقة الحاملة للمياه الجوفية. وكانت السعة المقررة لمرفق معالجة المياه العادمة 7500 متر مكعب في اليوم، ولكن لم يكن متاحاً سوى 20 في المائة فقط من هذه الكمية. وعلى الرغم من ذلك، ساعدت هذه الكمية على استعادة مستويات المياه الجوفية على مدار 3-5 سنوات لتصل إلى 2,7 متر وتحسنت جودة المياه التي كانت تأثرت بتسرب مياه البحر. لم يشمل الأثر النافع كامل سهل قربة وتركز بالقرب من محطات الترشيح والقسم الجنوب شرقي من السهل ولم يشمل كامل المنطقة المستنفدة.

المصدر: https://thewaterchannel.tv/thewaterblog/substitution-preserving-coastal-aquifers-in-korba-tunisia\

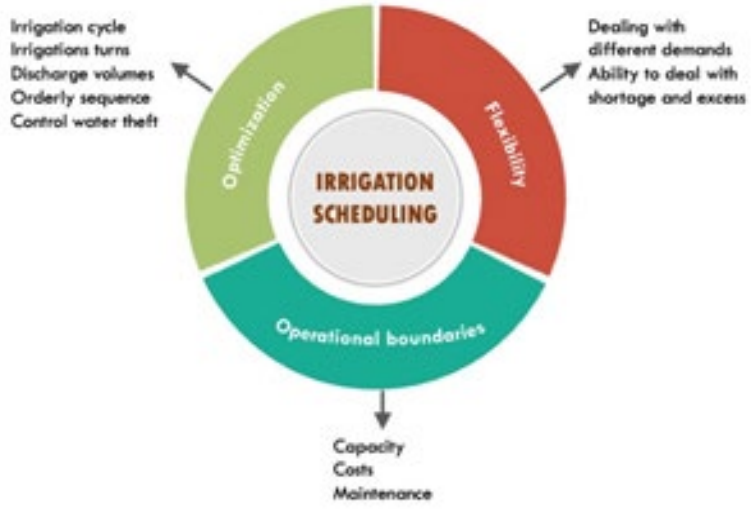
3.2.6 تحسين إمدادات الري وبرامجها الزمنية والامتثال للأنماط الزراعية

يجب أن يتناغم تحصيص المياه مع نمط الزراعة الفعلي أو المفضل. فلا يُعتبر الأمر مشكلة في إطار أنظمة المياه الجوفية لأن الإمداد بالمياه يتم حسب الطلب، ولكن توصيل المياه في إطار الري السطحي يكون أكثر تشدداً وغالباً ما يكون هناك مجال للتحسين من خلال تحسين آليات التحصيص. ليس مستغرباً أن تزيد المياه المخصصة لبعض المناطق كثيراً عما يلزم لزراعة المحاصيل، مما يؤدي إلى التشبع بالمياه (راجع كذلك الإطار 7). وفي حالات أخرى، يكون المخصص غير كافي، مما يجعل من الصعوبة زراعة بعض المحاصيل.

يوجد في الأساس أربعة عناصر يمكن تعظيم تحصيص المياه الزراعية على اساسها، وبما ينعكس على تحديد جدولة الري (راجع الشكل 7: طول دورة الري وحجم المياه الواصلة وطول دورة الري على المستفيدين وترتيب دورة الري.

1. يجب أن تدعم طول دورة الري النمط الزراعي المفضل. إذ تتطلب المحاصيل القصيرة والجذرية، مثل الخضر، الري المتكرر وبالتالي يلزم إجراء دورات ري قصيرة المدة. وتوجد محاصيل أخرى - مثل الحبوب أو المحاصيل الشجرية - التي تتطلب دورات ري طويلة.

الشكل 7. تعظيم عملية توصيل المياه



2. يجب أن يكون حجم المياه التي يتم توصيلها كافياً. إذا كان حجم المياه قليلاً للغاية، يمكن فقدان حصة كبيرة منها نسبياً قبل الوصول إلى حدود الحقول الزراعية. وإذا كان حجم المياه أكبر من اللازم، قد يتعذر التعامل مع تدفقها وقد تؤدي إلى إتلاف المحاصيل.

3. تحدد دورة الري، إلى جانب مدتها وفترة عودتها، كمية المياه المطلوب إمدادها. ويجب أن يتم تنسيق ذلك مع متطلبات المحاصيل للمياه في ظل الأحوال السائدة للمناخ والارتشاح والفواقد في شبكة الري وفي الحقول. لاسيما إذا كان المزارعون قد اعتادوا تحويل المياه بطريقة غير مشروعة، إذ ربما تكون كميات المياه أكبر من اللازم، وهو ما يُعتبر ليس مجرد إهداراً للمياه، بل يكون أيضاً على حساب إنتاج المحاصيل. تجدر الإشارة أن سرقة المياه تُقدر عالمياً بحوالي 30-50 في المائة من جميع المياه المستخدمة (لوخ وآخرون، 2020)، مما يشكل عائقاً كبيراً أمام تنظيم استخدام المياه. وبحسب الظروف المحلية، يمكن النظر في تفعيل الدورة الزراعية من خلال تحديد المحاصيل والمساحات المزروعة، الأمر الذي قد يساهم في تحديد كميات مياه الري وجدولتها زمنياً.

4. وأخيراً، ترتيب دوران الري بين المستفيدين له أهميته. يمكن أن يكون منظماً - من الجزء العلوي إلى الجزء السفلي أو من الجزء السفلي إلى الجزء العلوي. ما يميز الترتيب المنظم في القنوات المائية غير المبطنة، هو فقدان كمية صغيرة من المياه في ترطيب نطاق القناة. لاسيما في القنوات الأصغر حجماً، ويمكن أن تؤدي الأنماط غير المنظمة لتوصيل المياه إلى تكرار ترطيب وجفاف القنوات - وهو ما يمكن أن يشكل فقداً كبيراً للمياه.

الخلاصة أن تناغم مخصصات المياه والبرامج الزمنية لتوصيل المياه، إلى جانب أنماط الزراعة - بالإضافة إلى إجراءات أخرى - يمكن أن يحسّن الإنتاج ويحد من كمية المياه المستخدمة. كما يمكن إضافة بعض المرونة في البرامج الزمنية للري لتصبح الشبكات أكثر استجابة للطلب على المياه (راجع 3-2-7). يجب أن يتم ذلك داخل حدود تشغيل نظام الري - راجع الشكل 7، مثل السعة الطبيعية لشبكة القنوات والمصارف، والحساسية تجاه الصيانة وتكلفة التشغيل، لضخ المياه على سبيل المثال.

في حالة توفير المياه - من خلال التنسيق بين مخصصات المياه أو من خلال إجراءات أخرى لتوفير المياه (مثل تغيير أنماط الزراعة والأصناف المقاومة للجفاف وإدارة المياه في الحقول على نحو أفضل واستخدام تقنيات الري الدقيق وغيرها)، لابد من وجود خطة بشأن مكان استخدام المياه الموفرة. يجب أن تكون هذه الخطط لإعادة التحصيص جزءاً من الاستثمار في كفاءة استخدام المياه. كما يجب توضيح ما يتم عمله بشأن المياه التي تم توفيرها.

3.2.7 إدراج المزيد من الاستجابة للطلب

قد تكون مخصصات المياه في ظل نظام الري السطحي باستخدام الجاذبية متشددة للغاية ولا تتسم البرامج الزمنية لتوصيل المياه بالمرونة. هذا التشدد نفسه قد يتسبب في هدر المياه وضياع الفرص للوصول إلى إنتاجية مياه عالية، حيث لا تتوفر المياه في الوقت وبالكمية اللازمين. ولذلك من المفيد، كلما أمكن، تطبيق آليات الاستجابة للطلب ضمن آليات تحصيص المياه للزراعة.

يمكن القيام بذلك بطرق متعددة ضمن نظام تحصيص المياه. أولاً، يتم إنشاء نظام خاص للطلب على المياه، حيث يتم توفير المياه حسب الطلب. وفي هذه الحالة يقدم مستخدم المياه الطلب من أجل توصيل المياه. وتكون هذه الترتيبات ممكنة في حالة وجود تخزين لامركزي داخل نظام المياه الزراعية. والفرصة الثانية تكون من خلال إنشاء شبكة تحصيص المياه لتقديم حصص خاصة للمياه خارج إطار دورة الري. ويمكن الحصول على هذه الحصص مقابل سعر أعلى [21] ويمكن

21 في بعض أنظمة المياه الزراعية الأصغر، استُخدمت تلك الحصص غير المخصصة كذلك لتوفير المياه لمستخدمي المياه الأكثر ضعفاً. كما يتغلب توفير الحصص الخاصة على مشاكل آليات السوق، من خلال تطبيقة على جزءاً محدوداً من موارد المياه وعلى أساس مؤقت، وبالتالي تجذب الأسعار الواقعية للموارد في إطار سوق منظمة بطريقة سليمة (اتصال شخصي مع فيل ريدل).

أن يسهم ناتج مبيعات هذه الحصص في جمع الأموال لأغراض التشغيل والصيانة. كما يوجد خيار ثالث من خلال تيسير تبادل حصص المياه ما بين المستخدمين المختلفين للمياه. ونوقش هذا الأمر أيضاً ضمن حيازة المياه: الحق في نقل الملكية.

ومن الحالات الخاصة للاستجابة للطلب في مجال استخدام المياه الجوفية، نذكر أنظمة المصارف الآلية للمياه. وهي لم تطبق بعد في البلدان العربية - على حد علمنا - ولكنها قائمة في بعض البلدان، مثل جمهورية الصين الشعبية (راجع الحالة المشار إليها في الإطار 12) وأسبانيا، كما ويطبق أيضاً في قناة باريند في بنغلاديش، في ظل رقابة أقل صرامة من الدولة.

الإطار 12 أنظمة الصراف الآلي لاستخدام المياه الجوفية: نموذج من جمهورية الصين الشعبية

في شبكة كينزو للمياه الجوفية، تخضع الآبار كلها التي يصل عددها إلى 1473 بئراً في المقاطعة إلى نظام تشغيل آلي يقوم المزارعون بتشغيله باستخدام بطاقات فردية ممغنطة. تعتمد كمية المياه التي يمكن استخدامها على حصة يتم تحصيصها سنوياً بناءً على الأرض المملوكة وعدد أفراد الأسرة. في حالة استخدام المياه في حدود الحصة المحددة، يتم فرض سعر الوحدة الأساسي. أما إذا تخطى استخدام المياه هذه الحصة، يتم تطبيق سعر امتيازي. يوجد حد أقصى للحصة (ضعف الكمية الأساسية)، لا يمكن تجاوزه. توجد العديد من هذه الأنظمة العاملة في مناطق شمال الصين الذي تعاني من الإجهاد المائي.

كما يمكن تبادل الحصة على اساس تجاري - بين القرى وبين المزارعين. يتم إرسال المعاملات الخاصة بالبطاقة الممغنطة عن طريق الانترنت إلى مركز المعلومات الرقمية للموارد المائية في مكتب الموارد المائية بالمقاطعة، حيث يقوم هذا المركز بتسجيل عدد الوحدات التي يستهلكها كل مزارع بدقة بناءً على المعاملات التي تمت من خلال بطاقته الممغنطة.

وقد جاءت النتائج رائعة، حيث إن البطاقات الممغنطة مدفوعة مسبقاً، وبالتالي يتم تحصيل التكلفة بالكامل. والأهم هو الأثر المترتب على المياه الجوفية، حيث اختفت تدريجياً بعض المحاصيل عالية الطلب للمياه وأصبحت الإجراءات الخاصة بكفاءة المياه أمراً شائعاً. قبل تطبيق هذا النظام (بتكلفة 251 يورو للهكتار)، كانت مستويات المياه الجوفية في تراجع خطير، وانقلب الأمر حيث زادت المياه الجوفية بما يتراوح بين 1,6 و4,8 متراً في العام. انخفض حجم المياه الجوفية التي يتم استهلاكها على نحو ثابت وتحقق انخفاض بنسبة 40 في المائة خلال فترة خمسة أعوام. بيت القصيد أن الحصص كانت محددة عند المستوى الملائم.

المصدر: البنك الأفريقي للتنمية (2016)

3.2.8 تعزيز الاستخدام المتعدد الوظائف للمياه في أنظمة المياه الزراعية

غالباً ما تقدم أنظمة المياه الزراعية عدة وظائف أخرى، مثل المياه للاستخدام المنزلي والمياه للصناعات والأراضي الرطبة والتدفقات البيئية. لابد من الإقرار بهذه الوظائف المتعددة عندما تحدث ويجب أن تصبح جزءاً من نظام تحصيص المياه مع تحديد حصص للوظائف الأخرى المبينة بوضوح والتي يجب مراعاتها، الأمر الذي لا يحدث دائماً. لا يتم دائماً تسجيل تحصيص المياه للاستخدام المنزلي والصناعي. وبالمثل، قد يتم الإعتراف بحصص المياه للأراضي الرطبة والتدفقات البيئية ولكن أحياناً يتم التضحية بها بسبب نُدرة المياه.

وقد يسري ذلك على أنظمة المياه السطحية والمياه الجوفية على حد سواء. في أنظمة المياه الجوفية الزراعية، قد تخدم خزانات التخزين وخطوط الأنابيب الإضافية الاحتياجات الخاصة بمياه الشرب المنزلية. وفي شبكات القنوات، يمكن الحصول على مياه الشرب مباشرةً من المصارف والترع، أو إذا كان مخزون المياه الجوفية مالحة، يمكن الحصول عليها من العدسات المائية الصغيرة التي نجدها على امتداد الترع ولابد من المحافظة عليها.

وادي قرادة، اليمن: بئر ري عميق يُستخدم أيضاً لإمداد القرية بمياه الشرب (راجع الروابط المنفصلة)

3.2.9 إجراءات خاصة لتعزيز الإنصاف

يمكن تعديل مخصصات المياه أيضاً بغية الإسهام في تحقيق المزيد من الإنصاف في أنظمة المياه الزراعية. نموذج وادي زبيد الموضح في الإطار 13 يقدم مثالاً لتعديل تم إجراؤه على مخصصات المياه من أجل الحصول على إمدادات آمنة لمستخدمي المياه في منطقة أسافل الوادي، بغرض تحسين عملية إعادة التغذية لآبار مياه الشرب أيضاً.

يمكن أن تحقق تحسينات أخرى عديدة يتم إدخالها على مخصصات المياه الفائدة لمستخدمي المياه الأكثر ضعفاً، مثل:

- وجود قنوات إمداد خاصة للمناطق العليا، بغية تفادي الخطر الكبير لسرقة المياه التي تحدث على قنوات الري الطويلة.
- تحصيص المياه للمجتمعات الضعيفة للسكان الأصليين على سبيل المثال في مناطق الرعي، على سبيل الإسهام في تحقيق الإنصاف والسلام.
- إقامة حصص مياه خاصة غير مخصصة تُمنح لأفراد الجماعات الضعيفة.
- الرقابة على الإفراط في استخدام المياه الجوفية، حيث تؤثر المياه الجوفية المتناقصة على صغار المزارعين بشكل أكبر من تأثيرها كبار ملاك الأراضي (راجع أيضاً الإطار 5).

الإطار 13 تغيير مخصصات المياه من أجل تحقيق المزيد من الإنصاف: وادي زبيد في اليمن

مثال حديث لتغيير مخصصات المياه من منطقة تهامة في اليمن. أنظمة المياه الرئيسية هي شبكات الري التي تُغذى من مياه السيول، وهي تحمل مياه الفيضانات القصيرة والتي تعقب هطول الأمطار في المستجمعات المائية العليا. كان يتم تحويل مسار هذه الفيضانات عن طريق السدود الترابية في مجاري الوديان من أجل ري المزارع المجاورة. وادي زبيد هو إحدى الأنظمة الرئيسية ويغطي المزارع على مساحة 15 ألف هكتار. وضعت القواعد الخاصة باستخدام هذه السدود لتحويل مسار المياه في القرن الخامس عشر وكانت تتكون من أوقات محددة لري المناطق المختلفة (الجزء العلوي والوسط والجزء السفلي). كانت القواعد لصالح المناطق الأعلى، حيث استحقت التدفق الأساسي للنهر وكذلك إمكانية تغيير مسار مياه الفيضانات في موسم الأمطار عند حصول الفيضانات. أما الفترة الزمنية المخصصة لمنطقة التحكم السفلية، فلقد كانت في الموسم الجاف حينما تحدث فيضانات قليلة. في الواقع، كان توصيل المياه إلى منطقة التحكم السفلية تعتمد كثيراً على الفيضانات الهاربة الناتجة عن انكسار غير متوقع للسدود الترابية في مناطق التحكم العليا أثناء الفيضانات الشديدة في موسم الأمطار. وكانت حالات توصيل المياه في غير دورها مفيدة للغاية للمنطقة السفلية من الوادي: فهي لا تقتصر على ري الأرض، بل تعيد تغذية آبار مياه الشرب أيضاً.

تغير ذلك كله ما بين عامي 1970 و1979، عندما أنشئت سدود دائمة بديلة للهياكل الترابية التقليدية. وترتب على ذلك أمران. أولهما أن الهياكل الدائمة قد استبعدت هروب مياه الفيضانات في الموسم الرئيسي. وثانياً أن المنشاءات غير المنفذة للمياه قد أعاقت التدفقات الجوفية في الوادي - مما ساعد على تسريع وتيرة جفاف آبار مياه الشرب في المنطقة السفلية للوادي وبالتالي ونتج عن ذلك تصحرها التدريجي.

ثم حدث أمر رائع في عام 2019، في منتصف فترة النزاعات والحرب في اليمن. تغير نظام تحصيص المياه لإعطاء الفرصة لترتيب يضمن المزيد من الإنصاف. وبدلاً من القواعد القائمة على الفترات الزمنية والتي ترجع إلى ستمائة عام مضت، تم التوافق على نظام جديدة لتحصيص المياه. وفي ظل هذا التحصيص، لا يمكن إعادة ري الأرض التي تم ريها من قبل بمياه الفيضان عند حدوث فيضان آخر. بل تُخصص مياه الفيضان التالي للمنطقة التالية وهكذا. كما وُضع حد لعمق المياه عند 40 سنتيمتر وتم تحديد منطقة التحكم بشكل أدق. وجاءت هذه القاعدة الجديدة لصالح المناطق السفلية، وتم تمرير المياه لكامل منطقة التحكم، وأدى ذلك إلى نشر الإنتاج الزراعي على منطقة أوسع نطاقاً، وساعد على استعادة مستويات المياه في الآبار. وكان الدافع الأساسي لهذا التغيير هو المستوى الرفيع للقيادة التي تزعمت التباحث بشأن هذا الترتيب الجديد. وأجريت مناقشات مستفيضة في وادي زبيد مع القادة المحليين. أما نقطة التحول، فكانت عند دعوة سكان المناطق السفلية لزيارة المناطق الأعلى للوادي ليشهدوا الطريقة التي يتم استخدام المياه بموجبها هناك ومناقشة الآثار الناجمة عن ذلك عليهم. وخلال المناقشات التي تمت مع القادة، تم تغيير القواعد القديمة لوضع ترتيب يعتمد على التكافؤ، مما نتج عنه ري كامل منطقة الوادي خلال عامي 2019 و2020 لأول مرة منذ ثلاثين عاماً.

المصدر:

https://thewaterchannel.tv/thewaterblog/a-new-world-more-equity-changing-water-allocation-in-wadi-zabid-yemen/

4. تنفيذ عملية تحسين تحصيص المياه

بينما تناول الباب الثاني ترتيبات الحوكمة المواتية لتحسين نظام تحصيص المياه، وتناول الباب الثالث الترتيبات الفعلية لتحصيص المياه المحسّن، يتناول هذا القسم كيفية تنفيذ هذا التعزيز لتحصيص المياه وكيفية الحصول على عملية فعالة للتغيير. يمكن أن يحدث التغيير على مستويين:

- على مستوى الحوكمة - لوضع النظام الذي يحقق تعظيم لتحصيص المياه أو على الأقل تيّسر تحقيق ذلك (كما أوضحنا في القسم الثاني)؛
- على مستوى تحصيص المياه الفعلي - للحصول على تحصيص المياه المحسّن في شبكات المياه الزراعية الفعلية (كما أوضحنا في الباب الثالث).

في إطار عملية التغيير، تجتمع أربعة عناصر في الحالات المثالية: القيادة اللازمة لتحقيق التغيير والخطة التي تصدر عن القيادة؛ قدر كافي من الإدراك للوقائع المتعلقة بالوضع الحالي والخيارات المتاحة للتحسين؛ مشاركة مجموعة كبيرة من أصحاب الشأن والتي تمثل الكتلة الحرجة للتغيير؛ تولي المستخدمين الفعليين لزمام الأمور، باختلاف فئاتهم للتحقق من البيانات على أرض الواقع وتنفيذ التغيير بأمان.

الشكل 8. أربعة عناصر لتحفيز عملية تغيير تحصيص المياه

أفضل ما يربط كل ذلك معاً هو عملية تقييم التنفيذ ورصد النتائج، حتى يكون هناك آراء وتعليقات لصنع عملية التنقيح والتحسين لنظام تحصيص المياه. عند وضع نظام سليم لتحصيص المياه في ظل قيادة وقواعد وإجراءات واضحة، يصبح تغيير المخصصات أيسر. قد تصبح الضرورة أكبر لإصدار هذه التحديثات الدورية بسبب زيادة نُدرة المياه والضغوط الناتجة عن تغير المناخ.

4.1 استحداث خطة لتحسين تحصيص المياه

لا يتم بشكل عام معالجة تحصيص المياه وإدارتها في حالات عديدة. ومن الشائع وجود مؤتمرات ودراسات تتناول موضوع الإدارة المتكاملة للموارد المائية أو الأمن المائي، ولكن في الغالب لا يحدث التغيير الكبير على أرض الواقع. تقوم المنظمات المسؤولة عن توصيل خدمات المياه بعملها المعهود، ولكن المراجعة المنتظمة وتحسين تحصيص المياه لا يدخلان في العادة ضمن الخطة - بغرض تعظيم الإمداد أو تعظيم الأثر أو الانصاف أو إتاحة الفرصة للاستخدام المتعدد الوظائف أو غير ذلك. فالطريقة التي يتم إمداد المياه بها تعتمد على "الأمر المعهود وما كان يحدث في السابق"، ولا يعتمد الأمر على قرارات تدرك المسؤولية، فلا يحدث أي تعظيم لتحصيص المياه، بل "تضيع المياه في الشقوق".

تناول الباب الثاني ضرورة وجود مسؤولية مؤسسية لتحسين تحصيص المياه وتحديثه، سواء من خلال إضافة المهمة إلى مهام المؤسسات القائمة أو أن يكون ذلك جزءاً من عمل اللجان الخاصة. وعموماً يجب أن يتم ذلك على كلا المستويين: تحصيص المياه للزراعة، في مقابل الاستخدامات الأخرى، والتحصيص الأفضل للمياه داخل الأنظمة الزراعية - سواء من حيث التصميم أو التشغيل. يمكن إجراء تحسينات كبيرة على جميع الأصعدة. ما نحتاجه لتسريع العملية هو وجود قيادة قريبة من مسؤولية التشغيل. ولتصبح إدارة المياه لامركزية، مثلما هو الحال في العديد من البلدان العربية، لابد أن تكون القيادة من المناطق المحلية وليس من المستوى الوطني على سبيل المثال. ويجب أن يكون هناك مناصرين - أشخاص لديهم الدافع القوي لاعتبار تحسين تحصيص المياه مهمة ومؤثرة في حياتهم الشخصية. ويجب منح المساحة اللازمة لهذه القيادة وتشجيعها وتقدير جهودها الخاصة. توجد ضرورة لهؤلاء القادة للتغيير، حيث أنهم: (1) يجمعون أصحاب الشأن المختلفين سوياً؛ (2) يستثمرون في خلق إدراك مشترك قائم على الأدلة؛ (3) يفسحون المجال لمجموعة عريضة من المستخدمين؛ (4) يتصلون بالقيادة الأعلى ويتابعون العمليات؛ (5) يمثلون الثقة اللازمة في السيطرة على العملية. يُفضل أن تعترف القيادة السياسية بتحصيص المياه المحسّن - من خلال التشجيع والتأييد حتى يتم إرساء القاعدة. كما يوجد أثر هام لوجود رعاة متعددين للنجاح: ويكون في هذه الحالة من خلال الدعاية، ولا يقتصر الأمر على النشر الإعلامي ولكن كذلك إبراز الدور الإيجابي للاشخاص المؤثرين. وعند إتمام التحول إلى الترتيبات المحسّنة، يجب مأسسة المسؤولية عند المستوى الاداري الرفيع وكذلك عند مستوى التشغيل (راجع الباب الثاني).

كما يمكن تيسير القيادة في مجال تحصيص المياه عن طريق المناصرة: التوعية بضرورة التغيير على مستويات مختلفة: تغيير الخطاب السائد في إطار البيروقراطية، بين جماعة مستخدمي المياه وغيرهم من أصحاب الشأن. الأمر الذي يخلق مساحة أكبر يمكن في إطارها أن تقوم القيادة السياسية باتخاذ القرارات والإجراءات الصعبة.

4.2 إنشاء قاعدة بيانات مشتركة

يمكن أن تكون قاعدة البيانات المشتركة القوية حافزاً جيداً. لا يوجد في الأغلب استعراض منظم للموارد المائية المتاحة والتدفقات والاستخدامات المختلفة. يتطلب تعظيم تحصيص المياه وجود إدراك واضح بالعمليات المائية للحوض والتدفقات المائية المختلفة ومخزونات المياه وكذلك التفاعل بين استخدام الأراضي أو حجم هذا الاستخدام والأثر الناتج عن استنفاد المياه. تشكل القياسات الدقيقة أساساً للنقاش الواقعي بشأن تحصيص المياه.

تتم أفضل محاسبة للموارد المائية داخل إطار متفق عليه. وقد تم وضع إطار المحاسبة المائية (https://www.wateraccounting.org) بمعرفة منظمات عديدة رائدة في قطاع المياه، مثل الفاو والمعهد الدولي لإدارة المياه ومعهد التعليم المائي. ويتضمن منهجية معيارية كما يلي: (1) صحيفة أساسية للموارد؛ (2) صحيفة خاصة بالتبخر النتحي؛ (3) صحيفة خاصة بالإنتاجية؛ (4) صحيفة خاصة بالسحوبات، حيث تتضمن كل صحيفة مجموعات من المؤشرات التي تلخص الوضع العام للموارد المائية. ومدخلات البيانات متنوعة: نماذج هيدرولوجية ونماذج لتحصيص المياه وكذلك صور بواسطة الأستشعار عن بعد.

إلى جانب خريطة توضح الوضع الحالي والخيارات المحسّنة التي يمكنها تسريع وتيرة اتخاذ القرارات.

وتكشف هذه المنهجية عن الوضع على أرض الواقع فيما يتعلق بتحصيص المياه الحالي على نحو منظم، مما يسمح بالتوعية وبجمع أصحاب الشأن المختلفين حول مائدة الحوار. كما يتم تمكين مسجلي التدفقات المائية - من خلال أنظمة القياس عن بعد - لاسيما عندما تكون البيانات متاحة. ويُفضل أن تكون قواعد البيانات مفتوحة - يمكن للجميع الوصول إليها من أجل التحقق منها - ويتم مشاركتها والتوافق بشأنها على الأقل بين أصحاب الشأن الرئيسيين لضمان تكافؤ الفرص.

ما يهم هو عدم إثارة الغموض من خلال مجموعات البيانات، بل المساعدة على التمكين. من المهم البعد عن تلك النماذج والتحليلات المستخدمة التي تقود إلى اللبس والتعقيد والتي تخلو من الوضوح لأغلب الأشخاص.

تُعتبر أنواع المعلومات الموضحة فيما يلي ذات فائدة للمناقشات المشتركة:

- مخصصات المياه الرسمية إن وجدت.
- أمدادات المياه المقررة والفعلية.
- استهلاك المياه الفعلي.
- الإنتاج الفعلي (بالكتلة الحيوية).
- رطوبة التربة والإجهاد المائي.
- إنتاجية المياه.
- الآثار المترتبة على المناخ.
- التوجهات بالنسبة لما سبق بمرور الوقت.
- الأثر من حيث إنتاجية المياه الاجتماعية

يعتبر الاستشعار عن بعد من الأدوات الفعالة في هذا المجال لأنه يتيح إجراء التحليل الجغرافي للوضع الحالي. كما أن الاستشعار عن بعد له قوته، من حيث المساعدة على إنشاء مجموعات بيانات تاريخية، الأمر الذي يسمح بالتعرف على التوجهات والانحرافات. ويمكنه أيضاً استحداث صور خرائطية وتحليل القياسات المختلفة، مثل - رطوبة التربة والآثار المناخية والمؤشرات المجمعة مثل إنتاجية المياه الزراعية أو الإجهاد المائي الزراعي. ويجب فهم القيود المحيطة بالاستشعار عن بعد أيضاً، المتمثلة في تغيير المحاصيل وتصنيف المحاصيل والغطاء السحابي وصعوبة تصنيف أنماط الزراعة المختلطة وعيوب أدوات القياس. وبالرغم من ضرورة فهم هذه القيود، إلا أنها لا تتعارض مع المساهمة الكبيرة التي تقدمها تقنيات الاستشعار عن بعد.

إن جمع البيانات الحقلية أمر في غاية الأهمية لتعزيز الفوائد من الاستشعار عن بعد وغيره من البيانات. إذ يساعد في التعرف على الوضع على أرض الواقع ويساعد كذلك مستخدمي المياه في المناطق السفلية على التعرف على استخدامات المياه في المناطق العليا والعكس صحيح (راجع الإطار 14) ويسمح بالقيام بحوار حقيقي.

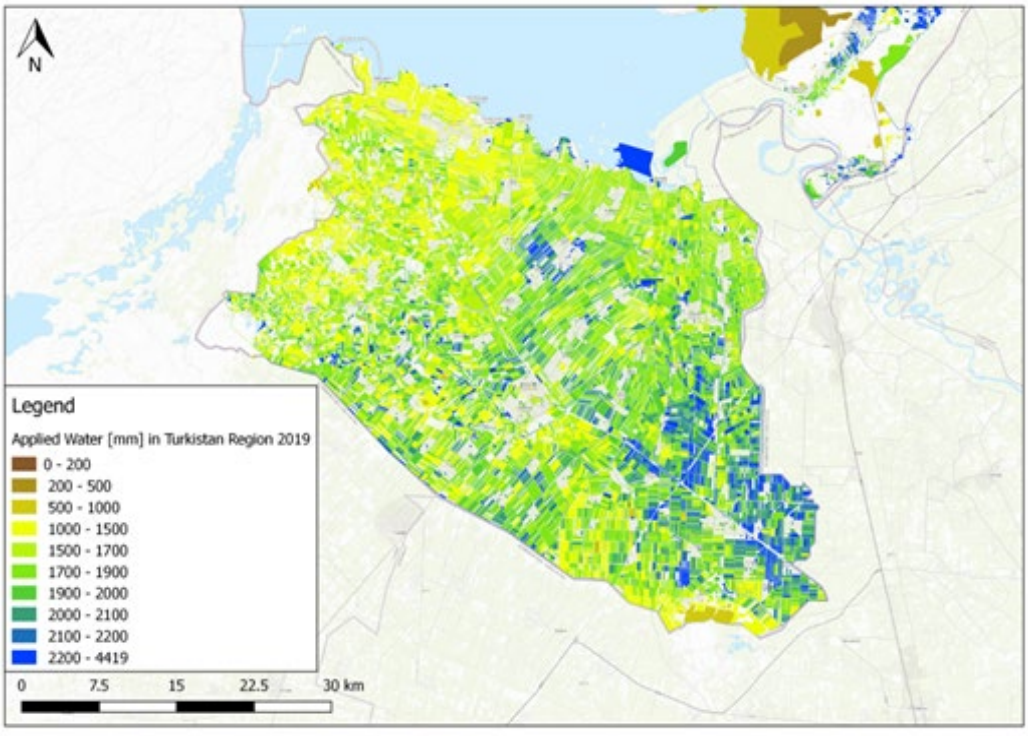
يمكن أن تستفيد أنظمة المياه من استخدام شبكات سكادا الحديثة (للرقابة الإشرافية والحصول على البيانات). تقوم شبكات سكادا بجمع البيانات وتخزينها من واقع نقاط تحكم هامة والبيئات المحيطة بها مباشرةً. وتُعرض البيانات على شبكة تحكم مركزية أو موقع الكتروني وتكون متاحة للفنيين والمدراء، بل ولجمهور عريض من مستخدمي المياه أو للعامة.

الإطار 14 استخدام الخرائط من واقع الاستشعار عن بعد

يقدم الاستشعار عن بعد فرصاً لا مثيل لها لتحليل تحصيص المياه الفعلي وتصوره ومناقشته. وفي ظل وجود البيانات التاريخية، يمكن استحداث سلاسل زمنية تتيح رؤية التغيرات التي تطرأ على الاستخدام. يقدم مقدمي خدمات الاستشعار عن بعد الآن، مثل إيري واتش IrriWatch، مؤشرات عديدة على نطاق الأراضي الفردية، مثل المساحة المروية الصافية والغطاء النباتي وهطول الأمطار والمتطلبات المائية للري والتبخر النتحي والنتح ورطوبة التربة في منطقة الجذور ومياه الري والتبخر النتحي الناتج عن مياه الري والجريان من جراء مياه الري والرشح من منطقة الجذور حتى المنطقة الجوفية وإنتاج المواد الزراعية الجافة. وتكون تكلفة الحصول على هذه المجموعات المعلوماتية منخفضة، لاسيما عند مقارنتها بجمع البيانات الحقلية.

وفيما يلي مثال من شبكة الري في إقليم تركستان (كازاخستان). حيث تمتد القناة الرئيسية من الشرق إلى الغرب. ومن الواضح عدم وجود عدل في مياه الري - حيث تصل كمية المياه في المناطق الأمامية وبعض المناطق الوسطى إلى ضعف كمية المياه (2200 مم) التي تحصل عليها المناطق الخلفية والنائية (أقل من 1000 مم). ولا يمكن أن تتضح تلك الأنماط من خلال القياس التقليدي للتدفقات. إن الميزة في استخدام دقة أقل تكمن في إمكانية تحديد المناطق الرئيسية، مما يجعل المناقشات والتفاهم بين أصحاب الشأن أكثر يُسراً.

المصدر: تحليل نطاق الري الإقليمي لعام 2020 بمعرفة AgriTechHub & IrriWatch



4.3 مشاركة أصحاب العلاقة

من المهم إشراك أصحاب الشأن، والأهم هو إشراك مجموعة كبيرة من أصحاب الشأن في تطوير المنطقة - وألا يقتصر الأمر على الأشخاص الذين يستخدمون الموارد المائية. من المهم على سبيل المثال إشراك الإدارات الحكومة المحلية مثلاً، والشرطة والقيادات التقليدية والعاملين في الحقول الزراعية والعاملين في الري والممثلين عن المجموعات الخاصة - الشباب والنساء أو رواد الأعمال. من المهم عدم استبعاد أي شخص وأن يتم الاعتراف بالقيادة المحلية - راجع كذلك المثال الموضح في الإطار 13. يؤدي ذلك إلى تكوين الكتلة الحرجة لعملية التغيير وحشد الدعم اللازم من أجل التغلب على العقبات.

- وسوف يتعرف أصحاب الِشأن المختلفين على بعضهم البعض ويثمنون المواقف المختلفة (الاستخدام المباشر وأنشطة المتابعة وإدارة الموارد وتنمية المنطقة العامة والاستقرار).
- التفكير في المصالح والمواقف المختلفة والتوافق بشأن ضرورة التحسين والتعظيم.
- خلق تصور مشترك، لاسيما من خلال الخرائط والبيانات، وإتاحة الفرصة للتحقق منها أثناء الزيارات الميدانية.
- استحداث عمليات منظمة مع المجموعات الفرعية المفوضة في القيام بالعمل التفصيلي - وعرضها على المجموعة الأوسع نطاقاً.
- الاستفادة من النشطاء المحليين - غالباً ما يوجد "رواد محليين للتغيير" لديهم القدرة والحافز على بذل الجهد الإضافي لخدمة القضية؛ إذا قبل الجميع ذلك، يجب منح هؤلاء النشطاء الطوعيين المساحة لمتابعة الانشطة.
- رسم خطط للتواصل والاعلام من أجل تبادل التغيير المقرر على نطاق واسع.

حيث أن مقترحات التحصيص الجديد للمياه له أبعاد كثيرة، راجع الباب الثالث، ويُشرك مجموعة كبيرة من أصحاب الشأن، ويدور جدل حول إمكانية تركيز المناقشة بين أصحاب الشأن على وضع خطة لتحصيص المياه لأنظمة المياه الزراعية أو لأجزاء مختلفة منها. وتكون هذه الخطة بمثابة خطوة وسيطة على صعيد بدء العمل - في ظل القيادة العامة للتغيير مع أصحاب الشأن المختلفين المشاركين في التنفيذ.

4.4 خلق الإحساس بالمسؤولية لدى جميع المستخدمين

مستخدمو المياه فئة خاصة من أصحاب الشأن وسوف يؤثر عليهم تغيير تحصيص المياه على نحو مباشر - على الأرجح من خلال توصيل خدمة أفضل. غالباً ما يوجد في إطار أنظمة المياه الزراعية، وبعيداً عن المستخدمين الزراعيين، مجموعة متنوعة من مستخدمي المياه ومستخدمي الخدمات المائية، التي غالباً ما تتراوح بين مياه الشرب للمدن والتجمعات الريفية والصناعات ومصايد الأسماك والمستخدمين لأغراض ترفيهية والرعاة، وكذلك أصحاب البيوت المتضررين من ترشح المياه أو الهبوط الأرضي أو ممن لديهم أملاك تطل على المسطحات المائية. من المهم إشراك كل هذه المجموعات المختلفة من المستخدمين.

وكانت هناك تجربة مشجعة بشأن إجراء مستخدمي المياه تقييماً ذاتياً للوضع المائي، على سبيل المثال من خلال قياس رطوبة التربة وضرورة القيام بعمليات الري بأنفسهم. ولقد ساعد ذلك على تحسين إدارة المزارع ولكن أيضاً على جمع مصالح المزارعين في تحسين تحصيص المياه والبرامج الزمنية للري - راجع الإطار 15. ومتاح الآن مجموعة كبيرة من أجهزة قياس رطوبة التربة - والكثير منها سهل الاستعمال بمعرفة مستخدمي المياه الزراعية. موضح في المرفق 3 قائمة عامة لها.

الإطار 15 استخدام أجهزة استشعار رطوبة التربة في تغيير تحصيص المياه

في برنامج ميداني على مدار عامين، ضم 54 مستخدم للمياه وقادة لمجموعات مستخدمي المياه ومدراء الري، ضمن مخطط الري المتوسط الحجم كوجا (7000 هكتار) في أثيوبيا، تعرفوا على كيفية استخدام أجهزة قياس رطوبة التربة. أتاح لهم ذلك "النظر إلى ما وراء التربة" وتقييم مدى ضرورة ري الأرض أو إذا كانت مروية أكثر من اللازم. وتم عرض أداتين على وجه الخصوص جهاز الكشف عن الرطوبة الأمامي و جهاز استشعار المياه في التربة (كاميليون). الجهاز الأول أبسط - أنبوب مبتكر من البلاستيك يشير للمزارع إلى تراكم المياه الكافية في منطقة الجذور من خلال رفع علامة. ومن خلال وضعه على أعماق مختلفة، يتمكن المزارعون من تقييم العمق الذي حصل على رطوبة "كافية" في التربة. ويتصل جهاز القراءة كاميليون عن طريق الأسلاك بجهاز استشعار رطوبة التربة المركب على أعماق مختلفة، حيث يقوم بترجمة مدى سهولة حصول النبات على المياه إلى لون بسيط: ويعبر اللون الأزرق والأخضر والأحمر عن الرطوبة الشديدة والرطوبة المتوسطة والجفاف، على التوالي.

تعرف المزارعون في المجموعات الخاصة بمستخدمي المياه والبالغ عددها 54 مجموعة على هذه الأدوات وتعلموا كيفية استخدامها. وحيث أن المشروع يستهدف تحسين إدارة المياه الزراعية والعمل الجماعي في إطار مجموعات مستخدمي المياه، لم يحصل كل مزارع على أداة بشكل فردي، حيث تم نشر جامعي بيانات متخصصين للمساعدة في نشر المعلومات بين المزارعين.

وكانت النتائج مذهلة. ففي غضون موسم أو موسمين من التعود على استخدام الأدوات، تمكن المزارعون من تحسين الإدارة المائية في حقولهم. وأدركوا أنهم كانوا يفرطون في الري وأن هذا الاستخدام المفرط للمياه أدى إلى الحد من الغلة بدلاً من زيادتها. قام مستخدمو المياه بتقليل كميات المياه المستخدمة، كما اتفقوا مع هيئة الري في كوجا على تعديل الترتيبات الخاصة بتحصيص المياه. فوفقاً للمساحات، تم الاتفاق على تمديد دورة الري إلى خزانات التخزين المحلية من 8 إلى 11 يوماً، أو من 9 إلى 13 يوماً - مما يقلل استخدام المياه فعلياً بنسبة 35 في المائة. ومع خفض مياه الري، ارتفعت غلة محصول القمح: بمعدل يتراوح بين 10 و20 في المائة، وفقاً لتقديرات المزارعين. أما الإيرادات من حيث إنتاجية المياه أو "المحصول لكل قطرة مياه"، فقد كانت رائعة، حيث تراوحت بين 35 و40 في المائة. وتم استخدام المياه التي تم توفيرها في التوسع في المساحة المزروعة، وكذلك الحد من توصل المياه من عمليات الشبكة الرئيسية إلى أماكن التخزين الليلية.

المصدر:

https://thewaterchannel.tv/thewaterblog/more-crop-per-drop-farmer-learning-and-the-promise-of-improved-water-use-in-agriculture/

5. وضع الخطط: استخدام الأداة المخصصة لوضع الخطة المتعلقة تحصيص المياه

تم جمع التحسينات المختلفة المتعلقة بتحصيص المياه في هذا القسم، ضمن أداة التقييم المعروفة باسم الأداة الخاصة بخطة تحسين تحصيص المياه.

الغرض من هذه الأداة هو تقييم الترتيبات الجارية لتحصيص المياه في أنظمة المياه الزراعية بعينها. وذلك بغرض تحديد التحسينات المطلوبة من حيث الأثر وإمكانية التطبيق وبالتالي وضع خطة عمل. تستند الأداة إلى المبادئ التوجيهية لتحسين تحصيص المياه من أجل الزراعة، كما تناولتها الأبواب السابقة بالنقاش.

يتعلق التقييم بالترتيبات الفعلية لتحصيص المياه التي تمت بالفعل والترتيبات المعنية بالحوكمة التي تؤثر على تحصيص المياه (دون المستوى الأمثل). يساعد تقييم الترتيبات المتعلقة بالحوكمة على تحديد القوى الداعمة للتغيير وكذلك التحسينات الممكنة. ويحدد التقييم الخاص بالترتيب الفعلي لتحصيص المياه التحسينات ذات الأولوية على المدى القصير والمتوسط. يمكن تحديد الأولويات عن طريق الأثر المحتمل وسهولة التطبيق. ويجب التنويه بصعوبة إجراء جميع التحسينات في نفس الوقت. ويوصى بشدة بالتقدم تدريجياً في العمل وتحسين نظام تحصيص المياه على مدار فترة من الزمن، أملاً في خلق حس أقوى بالمسؤولية لدى أصحاب المصلحة بمرور الوقت. ويوصى بشدة كذلك إجراء العملية في بعض أنظمة المياه الزراعية التجريبية في كل بلد، ويتم اختيارها بناءً على نطاق التحسينات الممكنة المطلوب إجراؤها ومصالح مدراء أنظمة المياه المعنيين. من واقع خبرة المساهمين في وضع هذه المبادئ التوجيهية، يمكن إجراء تحسينات كبيرة في جميع أنظمة المياه الزراعية.

يمكن تطبيق أداة التقييم بطرق عدة. ويوصى باستخدامه أولاً مع مجموعة تمهيدية صغيرة تقوم بتحديد الجوانب الأساسية للتحسين في مجال تحصيص المياه والحوكمة. يمكن أن يستند ذلك إلى تقدير الخبراء، إلا أنه يوصى بشدة بالاستفادة من الزيارات الميدانية وتحليل بيانات الاستشعار عن بعد والمقابلات مع أهم الشخصيات (شركات إدارة أنظمة المياه والقادة المزارعين وغيرهم من مستخدمي المياه) أيضاً. يمكن أن يساعد العمل التمهيدي في تحديد النواحي المتعلقة بالتحسينات الواعدة. بعد الانتهاء من ذلك، يمكن إجراء التقييم لتحصيص المياه الحالي مع مجموعة أكبر من أصحاب الشأن، والتركيز على بعض النواحي المتعلقة بالتدخلات والاتفاق بشأن من يتولى زمام القيادة للمضي قدماً وقبل استخدام الأداة الخاصة بالخطة، يوصى كذلك بتنظيم اجتماع للإحاطة مع صناع القرار الرئيسيين لضمان المسؤولية السياسية والمؤسسية الأعلى لعملية التغيير.

نعرض الأداة في هيئة قائمتي مراجعة.[22]

- تتعلق قائمة المراجعة الأولى (أ) بالترتيبات الخاصة بالحوكمة لدعم تحصيص مياه أفضل. وهي تحدد جوانب الدعم لعملية التغيير والتحسينات ذات الأولوية في إطار الترتيبات الخاصة بالحوكمة. يمكن استخدام هذه القائمة على المستوى الوطني وعلى مستوى أنظمة المياه الفردية.
- تقوم القائمة الثانية (ب) بمسح آليات تحصيص المياه الحالية وتحديد التحسينات الواعدة، من حيث الأثر والجدوى. وتحديد أنسب ما تُستخدم فيه على مستوى أنظمة المياه الزراعية الفردية، حيث أنها توضح التحسينات المحددة للغاية.

تتضح النسخة الكاملة من الأداة الخاصة بالخطة مع أسئلة التقييم التفصيلية في الملحق 2. يظهر استعراض سريع في الشكل 9 فيما بعد.

22 يتطلب الوضع المثالي إجراء التحسينات على كلتا الجبهتين، إلا أن ذلك ليس ضرورياً، ويمكن أن تقوم أداة التقييم بتحديد الأهمية الملحّةالملحة والواعدة في نظام تحصيص المياه (القائمة أ) والترتيبات الخاصة بتحصيص المياه (القائمة ب).

قائمة المراجعة أ: تقييم الحوكمة لدعم مخصصات المياه المحسّنة

التقييم	الإجراء/ مجال المشاركة والتفاعل	الأولوية على المدى القصير	الأولوية على المدى المتوسط
القياسات الملائمة			
السياسات واللوائح			
القيادة المؤسسية			
أدوار القطاع الخاص الواضحة بشفافية			
حيازة مياه واضحة			
دمج الأنشطة الروتينية في العمليات			
التنسيق المنتظم بين المستخدمين وأصحاب الشأن			

قائمة المراجعة ب: تقييم مخصصات المياه الحالية وتحديد التحسينات

	التقييم	الإجراء/ مجال للتحسين	الأولوية على المدى القصير	الأولوية على المدى المتوسط
التخطيط على المستوى الوطني أو على مستوى الأحواض المائية	تحصيص المياه السطحية بين القطاعات			
	تحصيص المياه الجوفية بين القطاعات			
تحصيص المياه في نظام تخطيط المياه الزراعة	تحصيص المياه من أجل تعزيز إنتاجية المياه الزراعية			
	القدرة على الصمود مع آثار المناخ: الإدارة المحسّنة أثناء موجات الجفاف والوفرة			
	إعادة استخدام الصرف وإدارة جودة المياه			
	الإدارة المتوازنة للمياه السطحية والمياه الجوفية			
	استبدال الموارد المائية			
تحصيص المياه في تشغيل نظام المياه الزراعة	تعظيم البرامج الزمنية للري وإمداداته			
	تحسين التعامل مع الطلب			
	تعزيز القدرة على القيام بالوظائف المتعددة			
	الإجراءات المتعلقة بتحسين الإنصاف			
	الإجراءات المتعلقة بتحسين الإنصاف			

الشكل 9. ملخص بشأن الأداة الخاصة بخطة تحسين تحصيص المياه

Water Policy Pillars	1. Effective Water Resources management																		
Indicator	annual total renewable water resources		annual per capita total renewable water resources		water stress		gw/sw withdrawal						water dependency ratio		agricultural/total water withdrawal		actual evapotranspiration and interception of irrigated cropland (AETI)		
Source	FAO AQUASTAT Online Database		FAO AQUASTAT Online Database		Aqueduct 3.0 Country Rankings data sets		FAO AQUASTAT Online Database						FAO AQUASTAT Online Database		FAO AQUASTAT Online Database		WaPOR Database		
Definition	total annual actual renewable water resources		total annual actual renewable water resources per inhabitant		water stress measures total annual water withdrawals (municipal, industrial, and agricultural) expressed as a percentage of the total annual available blue water. Higher values indicate more competition among users. [0-1)Low (<10%) [1-2)Low to medium (10-20%) [2-3)Medium to high (20-40%) [3-4)High (40-80%) [4-5]Extremely high (>80%)		proportion fresh groundwater withdrawal/total freshwater withdrawal and fresh surface water withdrawal/total freshwater withdrawal						indicator expressing the percent of total renewable water resources originating outside the country. This indicator may theoretically vary between 0% and 100%. A country with a dependency ratio equal to 0% does not receive any water from neighbouring countries. A country with a dependency ratio equal to 100% receives all its renewable water from upstream countries, without producing any of its own. This indicator does not consider the possible allocation of water to downstream countries.		agricultural/total water withdrawal				
(Colour) coding	red = low, green = high		red = low, green = high		green = low, red = high		red = low, green = high	red = low, green = high	red = low, green = high	red = low, green = high	red = low, green = high		green = low, red = high		red = low, green = high		green = low, red = high		
Unit	10^9m3/yr		m3/capita/yr		0-5 scale		ratio						percentage (%)		percentage (%)		mm/yr		
Member Country (MC)		Year		Year		Year	SW withdrawal (10^9 m3/year)	GW withrawal (10^9 m3/year)	Tot withdrawal (10^9 m3/year)	SW/total withdrawal	GW/total withdrawal	Year		Year		Year	Average 2009-2011	Average 2017-2019	Differnce (%)
Algeria	11.67	2017	282.4	2017	3.69	2010	1.699	8.103	9.802	17.33	82.67	2017	3.60	2017	63.78	2017	843	897	6
Bahrain	0.116	2017	77.7	2017	4.13	2010	0	0.1533	0.1533	0.00	100.00	2017	96.55	2017	33.31	2016	531	527	-1
Comoros	1.2	2017	1474	2017									0.00	2017					
Djibouti			313.5	2017	3.37	2010							0.00	2017					
Egypt, Arab Rep.*	56.8	2017	589.4	2017	3.07	2010	55.5	6.5	64.4	86.18	10.09	2017	98.26	2017	79.16	2017	1309	1413	8
Iraq	89.86	2017	2348	2017	3.13	2010							60.83	2017	91.49	2016	758	835	10
Jordan	0.937	2017	96.58	2017	4.56	2010	0.2888	0.6147	0.9035	31.96	68.04	2016	27.21	2017			464	496	7
Kuwait	0.02	2017	4.834	2017	4.43	2010							100.00	2017			680	812	19
Lebanon	4.503	2017	740.4	2017	4.82	2010	0.396	0.7	1.096	36.13	63.87	2005	0.79	2017	59.54	2005	967	900	-7
Libya	0.7	2017	109.8	2017	4.55	2010	0.17	5.59	5.76	2.95	97.05	2012	0.00	2017	83.19	2012	527	502	-5
Mauritania	11.4	2017	2579	2017	2.14	2010							96.49	2017	90.59	2005	711	876	23
Morocco	29	2017	811.4	2017	3.89	2010	8.251	2.099	10.35	79.72	20.28	2010	0.00	2017	87.79	2010	776	782	1
Oman	1.4	2017	302	2017	4.04	2010	0.102	1.532	1.634	6.24	93.76	2013	0.00	2017	85.84	2013	610	615	1
Palestine	0.837	2017	170.1	2017	2.92	2010							2.99	2017	43.18	2017	507	575	13
Qatar	0.058	2017	21.98	2017	4.97	2010	0	0.2508	0.2508	0.00	100.00	2016	3.45	2017	31.96	2016	693	849	23
Saudi Arabia	2.4	2017	72.86	2017	4.35	2010	0.19	21.01	21.2	0.90	99.10	2017	0.00	2017	82.23	2017	862	1014	18
Somalia	14.7	2017	997.1	2017	1.01	2010	3.167	0.131	3.298	96.03	3.97	2003	59.18	2017			830	942	13
Sudan	37.8	2017	932.6	2017	2.92	2010							96.13	2017	96.21	2011	989	1070	8
Syrian Arab Republic	16.8	2017	919.5	2017	3.64	2010							72.36	2017	87.53	2005	743	587	-21
Tunisia	4.615	2017	400.2	2017	3.67	2010	1.151	2.066	3.217	35.78	64.22	2011	9.10	2017	77.39	2017	691	816	18
United Arab Emirates	0.15	2017	15.96	2017	4.26	2010	0	2.562	2.562	0.00	100.00	2017	0.00	2017	82.84	2005	619	587	-5
Yemen, Rep.	2.1	2017	74.34	2017	3.97	2010	0.987	2.397	3.384	29.17	70.83	2000	0.00	2017	90.74	2005	759	746	-2

* values for total annual renewable water resources and for the surface water withdrawal are provided by the ministry of water resources and irrigation

2. Resilient Water Systems

average annual population affected by floods		water vulnerability to climate change		food vulnerability to climate change		climate change vulnerability and readiness		reference evapotranspiration of rainfed cropland (ET0)			reference evapotranspiration of rainfed cropland (ET0)		
Aqueduct Global Flood Risk Country Ranking		UN-GAIN		UN-GAIN		UN-GAIN		WaPOR Database			WaPOR Database		
a country-wide average flood protection level for each country was assigned based on its income level (World Bank). 1) For low-income countries, it was assumed 10-year flood protection; 2) for lower-middle income countries, it was assumed 25-year flood protection; 3) for upper-middle income countries, it was assumed 50-year flood protection; 4) for high-income countries, it was assumed 100-year flood protection		vulnerbaility measures a country's exposure, sensitivity and capacity to adapt to the negative effects of climate change. This indicator measures overall vulnerability considering the water sector		vulnerbaility measures a country's exposure, sensitivity and capacity to adapt to the negative effects of climate change. This indicator measures overall vulnerability considering the food sector		the ND-GAIN Country Index is composed of two key dimensions of adaptation: vulnerability and readiness. Vulnerbaility measures a country's exposure, sensitivity and capacity to adapt to the negative effects of climate change. ND-GAIN measures overall vulnerability by considering six life-supporting sectors – food, water, health, ecosystem service, human habitat, and infrastructure. Readiness measures a country's ability to leverage investments and convert them to adaptation actions. ND-GAIN measures overall readiness by considering three components – economic readiness, governance readiness and social readiness.							
green = low, red = high		green = low, red is high		red = low, green = high		red = low, green = high		green = low, red = high			green = low, red = high		
number of people		0-1 scale (lower is better)		0-1 scale (higher is better)		0-100 scale (higher is better)		mm/yr			mm/yr		
	Year		Year		Year		Year	Average 2009-2011	Average 2017-2019	Differnce (%)	Average 2009-2011	Average 2017-2019	Differnce (%)
30773	2010	0.355	2017	0.562	2017	45.230	2017	1722	1774	3	1459	1541	5
		0.494	2017	0.420	2017	48.686	2017	2190	2185	0			
		0.115	2017	0.709	2017	39.231	2017						
49	2010	0.042	2017	0.635	2017	38.925	2017						
464825	2010	0.424	2017	0.592	2017	46.140	2017	2375	2452	3			
192341	2010	0.333	2017	0.606	2017	39.833	2017	2495	2513	1	1530	1453	-5
589	2010	0.395	2017	0.522	2017	49.640	2017	1955	1950	0	1868	1950	-2
361	2010	0.402	2017	0.524	2017	50.322	2017	2736	2861	5			
384	2010	0.269	2017	0.483	2017	45.172	2017	1481	1442	-3	1500	1461	-3
4231	2010	0.391	2017	0.445	2017	40.803	2017	2331	2352	1	1758	1867	6
11003	2010	0.437	2017	0.721	2017	36.035	2017	2843	2989	5	2811	2939	4
65186	2010	0.260	2017	0.537	2017	50.808	2017	1650	1719	4	1608	1769	9
390	2010	0.346	2017	0.626	2017	54.725	2017	2341	2405	3			
								1737	1744	0	1729	1739	1
		0.207	2017	0.423	2017	53.024	2017	2380	2581	8			
10372	2010	0.338	2017	0.589	2017	54.286	2017	2665	2604	-2			
102866	2010	0.542	2017	0.724	2017	20.267	2017	2447	2512	3	2470	2385	-4
157916	2010	0.692	2017	0.747	2017	30.421	2017	3126	3016	-4	2770	2644	-5
46246	2010	0.499	2017	0.570	2017	38.970	2017	1845	1848	0	1630	1651	1
8762	2010	0.366	2017	0.514	2017	49.666	2017	1637	1747	7	1418	1546	8
905	2010	0.334	2017	0.532	2017	58.892	2017	2349	2522	7			
16128	2010	0.426	2017	0.733	2017	33.471	2017	2184	2106	-4	2194	2206	1

3. Water Use Efficiency

water use efficiency	gross biomass water productivity of irrigated cropland (GBWP)			total biomass production of irrigated cropland (TBP)			gross biomass water productivity of rainfed cropland (GBWP)			total biomass production of rainfed cropland (TBP)		
FAOSTAT	WaPOR Database			WaPOR Database			WaPOR Database			WaPOR Database		
value added in US dollars per volume of water withdrawn in cubic metres, by all major sectors (based on ISIC categories): agriculture, industry and the service sector. The indicator allows countries to assess to what extent their economic growth depends on the use of their water resources. If the value added of a sector or the whole economy grows more than the relevant water use, the indicator value increases, indicating that water is not a limiting factor for economic growth (i.e., economic growth is decoupled from water use). As such, the water-use efficiency concept differs from the related concept of water productivity, which instead considers the productivity of water used in a given activity as an input to a production.													
red = low, green = high	red = low, green = high			red = low, green = high			red = low, green = high			red = low, green = high		
USD/m3	kg/m^3/yr			ton/ha/yr			kg/m^3/yr			ton/ha/yr		
	Year	**Average 2009-2011**	**Average 2017-2019**	**Differnce (%)**	**Average 2009-2011**	**Average 2017-2019**	**Differnce (%)**	**Average 2009-2011**	**Average 2017-2019**	**Differnce (%)**	**Average 2009-2011**	**Average 2017-2019**	**Differnce (%)**
14.1	2015	1.63	1.54	-6	13.8	13.8	0	2.19	2.08	-5	8.1	8.8	9
73.3	2015	0.94	1.18	25	5.0	6.2	24						
20.4	2000												
4.6	2015	1.35	1.26	-6	17.6	17.8	1						
5.2	2015	0.82	0.97	18	6.2	8.2	32	1.63	1.58	-3	5.3	5.6	5
31.7	2015	1.60	1.33	-17	7.3	6.6	-10	1.38	1.53	11	5.4	6.1	12
70.7	2000	0.86	0.91	5	5.8	7.3	26						
23.3	2015	1.70	1.80	6	16.4	16.2	-1	1.61	1.69	5	11.2	10.6	-6
18.5	2010	1.76	1.76	0	9.2	8.8	-5	1.75	1.91	9	5.3	6.6	24
2	2005	0.66	0.49	-25	4.7	4.3	-8	0.59	0.41	-30	2.1	1.9	-12
7.2	2010	2.06	2.06	0	16.0	16.0	0	2.38	2.35	-1	9.2	9.0	-2
32.3	2000	0.86	0.92	7	5.2	5.7	8						
15.7	2005	1.50	1.43	-4	7.6	8.2	9	1.45	1.46	0	7.1	7.6	8
233.9	2005	0.76	0.83	9	5.3	7.1	33						
27.5	2015	0.88	0.89	1	7.6	9.0	18						
0.1	2000	1.14	1.09	-4	9.4	10.3	10	0.98	1.06	9	3.7	4.3	18
1.6	2010	0.50	0.55	10	4.9	5.8	19	0.57	0.71	25	3.1	4.8	52
2.8	2005	1.31	1.40	7	9.7	8.3	-15	2.02	1.90	-6	7.8	7.7	-1
9	2015	1.79	1.65	-7	12.3	13.5	9	2.14	1.96	-9	9.9	10.6	7
70.1	2005	0.90	0.95	5	5.6	5.6	0						
6.9	2000	0.67	0.90	34	5.1	6.7	32	0.36	0.36	0	0.9	1.2	44

الملحق 2: الأداة الخاصة بخطة تحسين تحصيص المياه

الغرض من هذه الأداة هو تقييم الترتيبات الجارية لتحصيص المياه في شبكات مياه زراعية بعينها. وذلك بغرض تحديد التحسينات الواعدة من حيث الأثر وإمكانية التطبيق وبالتالي وضع خطة عمل. تستند الأداة إلى المبادئ التوجيهية لتحسين تحصيص المياه من أجل الزراعة.

عملية التغيير مأمونة.

نعرض الأداة في هيئة قائمتي مراجعة:

- تتعلق قائمة المراجعة الأولى (أ) بالترتيبات الخاصة بالحوكمة لدعم تحصيص مياه أفضل.
- تساعد قائمة المراجعة (ب) على مسح شبكات تحصيص المياه الحالية وتحديد التحسينات الملموسة.

قائمة المراجعة أ: تقييم الحوكمة لدعم مخصصات المياه المحسّنة

التقييم	الإجراء/ مجال المشاركة	الأولوية على المدى القصير	الأولوية على المدى المتوسط
المقاييس الملائمة			
هل توجد بيانات موثوقة ومقبولة بشكل عام بشأن قياسات المياه الرئيسية، مثل توافر الموارد المائية واستخدام المياه والموارد من المياه الجوفية			
هل تشارك جماعة من الخبراء في المحاسبة المائية			
السياسات واللوائح			
وهي وثائق السياسات أو اللوائح أو القوانين الرئيسية التي تشير إلى (تعظيم) تحصيص المياه، وهل يمكن استخدامها في عملية مراجعة تحصيص المياه الحالي من أجل الزراعة؟			
هل توجد سياسات وعمليات تنظيمية يمكن إضافة تحصيص أفضل للمياه من أجل الزراعة إليها؟			
القيادة المؤسسية			
هل توجد قيادة مؤسسية رسمية لتحصيص المياه المحسّن؟ سواء عن طريق المنظمات أو اللجان/ الهيئات؟ أين تقع هذه المسؤولية السياسية؟ هل يمكن إشراكها وتنشيطها؟			
هل توجد ضرورة ومجال لتعزيز القيادة المؤسسية الرسمية لتحصيص المياه المحسّن؟			

التقييم	الإجراء/ مجال المشاركة	الأولوية على المدى القصير	الأولوية على المدى المتوسط
دوار القطاع الخاص الواضحة بشفافية			
هل تُخصص المياه/ يجري تحصيصها للمستثمرين التجاريين في القطاع الخاص؟ إذا كان الأمر كذلك، هل تضمنت العملية مشاركة أصحاب المصلحة المحليين والإعتراف بالاستخدام السابق للأرض والمياه وتقييم التوازن المائي العام؟ هل هناك مجال لتحسين ذلك؟			
هل تُخصص المياه/ يجري تحصيصها للمستثمرين التجاريين في القطاع الخاص؟ إذا كان الأمر كذلك، هل تضمن العقد تقييماً متبادلاً للمخاطر وترتيب واضح لتبادل المنفعة ومقاييس الأداء والمطالبات بالتنازل عن المسؤولية؟ هل هناك ضرورة ومجال لتحسين ذلك؟			
حيازة مياه واضحة			
هل يتم تسجيل الأحقية في المياه للمستخدمين الزراعيين والإعتراف به/ تقنينه؟ هل هناك مجال لتحسين ذلك؟			
هل يتم تسجيل الأحقية في المياه للمستخدمين غير الزراعيين والإعتراف به/ تقنينه؟			
هل تتضمن حقوق المياه • الحق في الاستخدام • الحق في الإقصاء • الحق في الحوكمة • الحق في الإجراءات • الحق في نقل الملكية • الالتزامات ذات الصلة؟ هل هناك ضرورة ومجال لتحسين ذلك؟			
دمج الأعمال الروتينية في العمليات			
ما هي المنظمات التي تتولى مسؤولية تشغيل تحصيص المياه وتوزيعها؟ هل يدخل التعظيم الدوري لتحصيص المياه وضبطه ضمن صلاحياتهم؟			
هل يمكن تعزيز دورهم على صعيد تحديث تحصيص المياه وتعظيمه؟			

التقييم	الإجراء/ مجال المشاركة	الأولوية على المدى القصير	الأولوية على المدى المتوسط
التنسيق المنتظم بين المستخدمين وأصحاب المصلحة			
هل يوجد تنسيق منظم بين شركات إدارة شبكات المياه ومستخدمي المياه (وغيرهم من أصحاب المصلحة في المياه)؟ هل يدخل (تحسين) تحصيص المياه ضمن الخطة؟			
هل يتم تنظيم مستخدمي المياه بطريقة رسمية؟ ما مدى فعالية هذه المنظمات؟ هل تتولى هذه المنظمات مسؤولية (تحسين) تحصيص المياه؟ هل يمكن تعزيز ذلك؟			
هل يتم تنظيم أصحاب المصلحة في مجالس أو لجان (للأحواض/ مستجمعات المياه)؟ ما مدى فعالية هذه المنظمات؟ هل تتولى هذه المنظمات مسؤولية (تحسين) تحصيص المياه؟ هل يمكن تعزيز ذلك؟			
من يتولى القيادة العامة لشبكات المياه الزراعية؟ هل يمكن تعزيز مشاركته في إطار تحسين تحصيص المياه؟ كيف يتم ذلك؟			

قائمة المراجعة ب: تقييم الأداء الحالي لمخصصات المياه وتحديد التحسينات

تحصيص المياه من أجل تعزيز إنتاجية	التقييم	الإجراء/ مجال للتحسين	الأولوية على المدى القصير	الأولوية في منتصف المدة
هل توجد سبل لزيادة إنتاجية المياه البيوفيزيائية، بمعنى الحصول على المزيد من "المحاصيل لكل قطرة مياه"، سواء "محاصيل أكثر" أو "قطرات مياه أكثر"؟				
ما هي الفوائد الاقتصادية الناتجة عن زيادة إنتاجية المياه - من حيث العوائد الإجمالية وخلق الوظائف والأمن الغذائي؟ ما هي الشبكات التي تعظم إنتاجية المياه الاقتصادية؟				
ما هي الفوائد الاجتماعية المترتبة على زيادة إنتاجية المياه؟ من يحقق الاستفادة وما قدرها - المنتجون، العمال، الموردون، التجار، المصنعون؟ ما هي الشبكات التي تعظم إنتاجية المياه الاجتماعية؟				
الإدارة المحسّنة أثناء موجات الجفاف والوفرة؟	التقييم	الإجراء/ مجال للتحسين		
هل يوجد تخزين في شبكة تحصيص المياه؟ على سبيل المثال في خزان المنبع، أماكن التخزين المحلية، تخزين الترع، الاستخدام المنظم للمياه الجوفية؟ ما هي سعة أماكن التخزين المذكورة من حيث الوقت؟				
كيف يتم إدارة المياه في أوقات العجز والجفاف؟ هل يمكن تعزيز تحصيص المياه في أوقات العجز؟				
كيف يتم إدارة حالات الوفرة/ الفيضانات في إطار شبكات تحصيص المياه؟ أين ينتهي المطاف بالفائض من المياه (سواء أثناء فترات انخفاض الطلب أو زيادة الإمدادات أو هطول الأمطار الشديد)؟ هل يمكن تحقيق استخدام أفضل لهذا الفائض من المياه؟				
هل يوجد مجال لزيادة/ استحداث التخزين في شبكة تحصيص المياه؟				
هل يتم ترتيب أدوار المياه على المستخدمين المختلفين بطريقة منتظمة - من المنبع إلى المصب على سبيل المثال أو من المصب إلى المنبع؟ هل يُفضل إجراء التعديلات؟				
هل توجد طرق أخرى لخفض إمدادات المياه من أجل الري؟				

إعادة استخدام مياه الصرف وإدارة جودة المياه	التقييم	الإجراء/ مجال للتحسين	الأولوية على المدى القصير	الأولوية في منتصف المدة
هل يُعاد استخدام مياه الصرف؟ كيفما؟ هل يكون ذلك/ يمكن أن يكون جزءاً من تحصيص المياه العام؟				
هل يوجد مياه صرف لا يُعاد استخدامها؟ ما هو السبب في ذلك؟ هل يوجد مجال لإعادة استخدامها؟				
هل توجد مشاكل بشأن جودة المياه تؤثر على إعادة استخدام مياه الصرف في الوقت الحالي أو في المستقبل؟ هل يمكن تخفيف وطأة ذلك على سبيل المثال عن طريق الحد من التلوث المحدد أو غير المحدد أو عن طريق عزل المياه الشديدة التلوث؟				
الإدارة المتوازنة للمياه السطحية والمياه الجوفية	التقييم	الإجراء/ مجال للتحسين	الأولوية على المدى القصير	الأولوية في منتصف المدة
هل توجد مناطق تعاني من التشبع بالمياه؟ متى وأين يحدث ذلك؟ كيف يتصل ذلك بشبكة تحصيص المياه، على سبيل المثال في حالة الإمدادات الكبيرة؟ هل يوجد مجال لإجراء التصحيحات/ الخفض في شبكة تحصيص المياه؟				
هل يتم استخدام المياه الجوفية الضحلة؟ كيف تتأثر أنماط استخدام المياه الجوفية بشبكة تحصيص المياه؟ هل يوجد مجال لإجراء المزيد من التعديلات على استخدام المياه السطحية والمياه الجوفية؟				
هل أعمال الري كثيرة نسبياً أم منخفضة؟ هل تم تعديلها من قبل؟ هل هناك مجال لإعادة تعديلها؟				
هل ينتج الإفراط في الاستخدام أيضاً عن تغيير مسارات المياه بدون ترخيص؟ هل هناك طرق للتحكم في ذلك؟				
استبدال الموارد المائية	التقييم			
هل توجد مصادر مياه بديلة (مثل المياه العادمة المعالجة أو مياه العمليات الصناعية) التي يمكنها استبدال المياه السطحية أو المياه الجوفية الحالية؟ هل يمكن أن يكون ذلك ذا فائدة؟				
هل توجد خيارات لخلط المياه القليلة الجودة (المالحة أو الملوثة على نحو معتدل) بطريقة آمنة بالمياه الأعلى جودة من أجل تحسين إمدادات المياه؟		الإجراء/ مجال للتحسين	الأولوية على المدى القصير	الأولوية في منتصف المدة

تعظيم البرامج الزمنية للري وإمداداته	التقييم	الإجراء/ مجال للتحسين	الأولوية على المدى القصير	الأولوية في منتصف المدة
هل يوجد تناغم بين دورات الري الحالية (=مدة أدوار الري) والمحاصيل الرئيسية أو المفضلة؟ إن لم يكن الأمر كذلك، ما هي الطريقة التي يمكن أن تؤدي إلى تحقيق التناغم مع الفواصل الزمنية المفضلة للري (دورات أقصر أو أطول)؟				
هل حجم المياه لكل دور مائي كافي - ليس أكثر أو أقل من اللازم؟ هل يُفضل إجراء التعديلات؟				
هل مدة دور الري الطبيعي كافي - ليست أكثر أو أقل من اللازم؟ هل يُفضل إجراء التعديلات؟				
هل يتم ترتيب أدوار المياه على المستخدمين المختلفين بطريقة منتظمة - من المنبع إلى المصب على سبيل المثال أو من المصب إلى المنبع؟ هل يُفضل إجراء التعديلات؟				
هل توجد طرق أخرى لخفض إمدادات المياه من أجل الري؟				
إذا تم توفير المياه، أين يمكن استخدامها؟				
تعزيز توجيه الطلبات؟	التقييم	الإجراء/ مجال للتحسين	الأولوية على المدى القصير	الأولوية في منتصف المدة
هل توجد مرونة في شبكة تحصيص المياه؟ هل يوجد مجال لاستخدام المزيد من المياه/ المياه الإضافية أو مياه أقل إذا طلب أحدهم ذلك؟				
هل يمكن نقل ملكية حقوق المياه على نحو مؤقت أو دائم ما بين مستخدمي المياه؟ هل يكون ذلك مستحسناً؟				
هل يوجد مجال للحصول على حصص "مفتوحة" في شبكة تحصيص المياه يمكن للأشخاص الأكثر فقراً استخدامها؟				

تعزيز القدرة على القيام بالوظائف المتعددة	التقييم	الإجراء/ مجال للتحسين	الأولوية على المدى القصير	الأولوية في منتصف المدة
هل تُستخدم المياه في الشبكة الزراعية في أغراض أخرى: مياه الشرب، مياه صناعية، التخلص من النفايات السائلة، الأراضي الرطبة، التدفقات البيئية، الإبحار، وما إلى ذلك؟ هل تخضع هذه الاستخدامات للتنظيم؟				
هل يمكن تعزيز الإمداد لهذه الخدمات المائية بالنسبة للاستخدامات الأخرى؟				
الإجراءات الخاصة بالإنصاف وحماية الضعفاء	التقييم	الإجراء/ مجال للتحسين	الأولوية على المدى القصير	الأولوية في منتصف المدة
هل يوجد ظلم كبير في الشبكة؟ هل هذا الظلم جزء من تحصيص المياه القائم أم أنه ناتج عن سوء الإدارة؟ هل يمكن تصحيح ذلك عن طريق تعديل تحصيص المياه أو الطريقة التي تُدار بها الشبكة؟				
هل توجد فئات خاصة من المستخدمين الضعفاء تتطلب المزيد من الحماية؟ هل يمكن توفير عناية خاصة بهذا الأمر عند تحصيص المياه؟				

الملحق 3: استخدام أجهزة استشعار رطوبة التربة لتحسين تحصيص المياه

أجهزة استشعار ترطيب التربة		البيان	سهولة الاستخدام	المساوئ
جهاز الكشف عن الترطيب الأمامي		هو أنبوب مبتكر من البلاستيك يشير للمزارع إلى تراكم المياه الكافية في منطقة التجذر من خلال رفع علامة. ومن خلال وضعه على أعماق مختلفة، يتمكن المزارعون من تقييم العمق الذي حصل على ترطيب "كاف" في التربة.	خطر قليل	
جهاز استشعار ترطيب التربة كاميليون		ويتصل جهاز القراءة كاميليون عن طريق الأسلاك بجهاز استشعار ترطيب التربة المركب على أعماق مختلفة. لقياس حالة المياه في التربة، توضع الأسلاك في الفتحات في جهاز قراءة البطاقة. يتحول زر الضوء الليد للبطاقة إلى اللون الأزرق (مبلل) أو أخضر (رطب) أو أحمر (جاف) لبيان حالة المياه في التربة عند كل موقع.	• الحد من استخدام المياه • زيادة غلة المحاصيل • تعزيز إدارة المياه تؤدي إلى الحد من النزاعات • الحد من فواقد العناصر المغذية في التربة	
جهاز استشعار الإمكانيات المائية	**جهاز قياس الضغط**	يقيس هذا الجهاز ضغط الامتصاص عند طرفه المسامي، في محاكاة للعمل الشاق المطلوب من الجذر القيام به لاستخراج المياه من التربة	• أجهزة قياس الضغط بسيطة وسريعة وغير مكلفة وسهلة الاستخدام. • يمكن استخدام أنواع مختلفة من السوائل، مثل محلول جلايكول الايثيلين للحصول على البيانات أثناء التجميد والذوبان. • يُعتبر جهاز قياس الضغط مثالي للتربة الرملية المزيجية أو التربة الخفيفة القوام • يمكن استخدام جهاز قياس الضغط لجميع المحاصيل البستانية أثناء الري	• ويلزم إجراء الصيانة الدورية حيث أن الاستخدام الطبيعي للجهاز يعمل على تراكم فقاعات الهواء وهو عُرضة للتلف في درجات حرارة التجميد تُقاس إمكانيات المياه في التربة فقط بجوار جهاز قياس الضغط • يتراوح مدى الاستخدام بين ضغط صفر-85 سنتي بار، وبعد ذلك لا يعمل المقياس.
	أجهزة استشعار مصفوفة الحبيبات	تستخدم هذه الأجهزة في تقييم ترطيب التربة بالنسبة لمحاصيل مثل القطن والبصل والبطاطس والمناظر الطبيعية الحضرية والذرة ومحاصيل الخضر المروية بالتنقيط. وهي أجهزة سليمة من حيث الدقة في التربة المتوسطة والناعمة، لأن حجم الجزيئات في التربة تكون مشابهة لحجم مواد النقل التي يتشابه تماسكها مع الرمال الناعمة المغلفة في غشاء مسامي في الجهاز.	• أجهزة استشعار مصفوفة الحبيبات أرخص من أجهزة قياس الضغط وتتطلب صيانة أقل منها. • يمكن أتمتة الري في الحقول. • يحدث تغيير طفيف في أداء جهاز الاستشعار عند تغير درجة حرارة التربة	• ويستجيب بطريقة مختلفة مع أنواع التربة المختلفة • يحدث أحياناً اتصال ضعيف بين التربة وجهاز الاستشعار، مما يمكن أن يتسبب في ارتفاع القراءات التي غالباً ما يُرجح حدوثها في التربة الثقيلة. • وتضعف استجابتها أثناء هطول المطر الخفيف. • وتقل دقتها في التربة الرملية بسبب حجم الجزئيات الكبير

أجهزة استشعار ترطيب التربة		البيان	سهولة الاستخدام	المساوئ
أجهزة استشعار السعة		تقيس أجهزة استشعار السعة ترطيب التربة عند أعماق متعددة وكل 10 سم أو 20 سم، لتتبع حركة المياه من خلال شكل التربة وترطيب التربة النسبي عند كل فاصل.	تعمل أجهزة استشعار السعة على الحد من كمية مياه الري	القراءات ليست حقيقية تماماً يمكن أن يتأثر الجهاز بالأملاح في التربة
مقياس الانكسار		يتكون من شوكتين أو ثلاثة معدنية طولها يتراوح من 5 إلى 30 سم. يتم تركيبه عن طريق حفر حفرة ودفع الشوكات داخل التربة المستقرة	فيقيس الترطيب بدقة شديدة (+/- 2 في المائة) في جميع أنواع التربة.	القراءات ليست حقيقية تماماً يمكن أن يتأثر الجهاز بالأملاح في التربة
مقياس انعكاس التردد		جهاز SMT50 وجهاز VH400 كلاهما أجهزة استشعار ترطيب التربة منخفضة التكلفة ومنتشرة في التطبيقات الاستهلاكية مثل الرقابة على الري.	تعمل أجهزة استشعار السعة على الحد من كمية مياه الري	القراءات ليست حقيقية تماماً يمكن أن يتأثر الجهاز بالأملاح في التربة
وسيط نيوتروني	**عداد لقياس الترطيب النيوتروني**	أداة موثوقة لتحديد المحتوى المائي في التربة		تم وضع القيود على استعماله بسبب استخدامه لمصدر إشعاعي ومتطلبات صيانته وتكلفته
	تخفيف أشعة جاما	يُعتبر التحليل الطيفي لأشعة جاما القريبة بدعم من المعايرة المناسبة وتصحيح الكتلة الحيوية المتزايدة، تقنية فعالة على مستوى الحقل	يمكن استخدامه بمثابة أداة لدعم اتخاذ القرار من أجل وضع البرامج الزمنية الآلية للري