جامعة الدول العربية

التوسع في إعادة استخدام المياه في البلدان العربية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

مسودة تقرير
مقدم إلى اللجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة
اكتوبر 2022

تم إعداد التقرير من قبل المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI) وبمشاركة فنية من منظمة الأغذية والزراعة التابعة للامم المتحدة (الفاو)

الإستنتاجات الرئيسية

- ✓ تواجه المنطقة أزمة مياه حادة، ولم تكن الجهود المبذولة كافية لحل هذه الأزمة.
- ✓ تعد مياه الصرف الصحي جزءًا من المشكلة *وجزءًا* من الحل.
- ✓ يعتبر الاستخدام غير المباشر لمياه الصرف الصحي غير المعالجة حقيقة واقعة في المنطقة، ويُلزَم تقييم المخاطر الصحية والتخفيف من حدتها.
- ✓ لا تعد مياه الصرف الصحي مهدرة إلا إذا قررنا إهدارها، كما إن إمكانية استعادة الموارد من مياه الصرف الصحي البلدية في المنطقة لا تزال غير مستغلة.
- ✓ تحتاج المنطقة إلى تسريع وتيرتها في تحقيق الهدف السادس من أهداف التنمية المستدامة التابعة للأمم المتحدة الذي يتناول استعادة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها، كما تحتاج إلى جعل إعادة استخدام المياه أكثر أمانًا وإنتاجية.
- ✓ تحتاج المنطقة إلى التصدي للتحديات التي تقف عائقًا أمام الإمكانات، ومنها ارتفاع التكاليف، وعدم استرداد التكاليف، والحواجز الثقافية وعدم الثقة، والتجزئة المؤسسية، واللوائح غير السليمة، والافتقار إلى الإرادة السياسية.
- ✓ تحتاج المنطقة إلى التعجيل بتكرار المشروعات الناجحة لإعادة استخدام المياه.
- ✓ تحتاج المنطقة إلى استعادة مياه الصرف الصحي المهدرة وإعادة استخدامها حيثما كان ذلك ممكنا، وإلى جعل إعادة استخدام المياه، وخاصةً الاستخدام غير المباشر، أكثر أمانًا من خلال استخدام أساليب معالجة وممارسات زراعية أفضل.

نبذة عن مشروع إعادة استخدام المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (ReWater MENA)

في عام 2018، شرع المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI) وشركاؤه في مشروع مدته أربع سنوات لتوسيع نطاق إعادة الاستخدام الآمن للمياه في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. ويتناول المشروع العوائق التي تحول دون إعادة الاستخدام في المنطقة ويعزز ممارسات إعادة الاستخدام الآمن التي تحسن سلامة الأغذية، والصحة، وسبل العيش. واستنادًا إلى الخبرة المكتسبة بالفعل من استراتيجيات إعادة استخدام المياه في المنطقة، حدد المشروع الابتكارات الواعدة والنماذج المعتمدة لإعادة الاستخدام بهدف حل العوائق الإدارية السابقة. وتشمل هذه التحديات الحواجز الثقافية، والتجزئة المؤسسية، والنظم غير الملائمة، وعدم وجود نماذج مالية لاسترداد التكاليف. وبإيلاء التركيز على مصر والأردن ولبنان، سهل المشروع المشاركة الشاملة والتشاركية مع الأطراف المعنية لدعم تطوير نتائج المشروع واستيعابها.

1- ملخص تنفيذي

تنتج البلدان العربية في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا[1] (المشار إليها فيما يلي بـ"المنطقة") حوالي 21,5 مليار متر مكعب (BCM) من مياه الصرف الصحي البلدية سنويًا. وشهدت العديد من البلدان تحسن ملموس في معدل معالجة مياه الصرف الصحي. ومع ذلك، تظل حوالي 40٪ من مياه الصرف الصحي المنزلية المنتجة وكمية كبيرة من مياه الصرف الصناعي في المنطقة غير معالجة.

يمكن أن يساعد إعادة استخدام المياه في معالجة مشكلات ندرة المياه في المنطقة، والتي قد تفاقمت بسبب تغير المناخ. كما يمكنها لعب دور مهم في إدارة الموارد المائية للحد من اختلال التوازن الحالي وطويل الأجل بين العرض والطلب. وتكتسي مواجهة هذه التحديات أهمية خاصة عند النظر في زيادة عدد السكان والاتجاهات الحضرية بالمنطقة، مما سيؤدي إلى زيادة استخدام المياه المنزلية.

لا تزال هناك شكوك كثيرة فيما يتعلق بإعادة استخدام المياه. وينصح بشدة المضي قدمًا فيما يتعلق بالسياسات التي تنظر كليًا في التداعيات الاجتماعية، والاقتصادية، والبيئية. كما سيدعم ذلك حكومات البلدان العربية في وضع استراتيجيات وطنية بشأن إعادة استخدام المياه من خلال التحقيق في الوضع الحالي، وتقييم خيارات السياسات في مختلف المجالات، وتقديم التوصيات المناسبة.

يعتمد الاستخدام الناجح والفعال للمياه المعالجة في الزراعة على موثوقيتها، كمًا ونوعًا، باعتبارها مصدر بديل لمياه الري. كما يعتمد على عوامل، مثل وضع معايير وطنية كافية لإعادة الاستخدام؛ وزيادة الوعي العام والمواقف تجاه استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة؛ واستخدامها بفعالية في الزراعة القائمة لكي تحل محل موارد المياه غير المتجددة.

تحتاج المنطقة إلى التغلب على العوامل التي تحد من تجسيد إمكانات إعادة استخدام المياه بالكامل إقليميًا، بما يشمل الحواجز الثقافية وانعدام الثقة؛ والتجزئة المؤسسية؛ وعدم كفاية الأطر التنظيمية؛ والافتقار للتعرفات المناسبة، والحوافز الاقتصادية، والنماذج المالية التي تقوض استرداد التكاليف واستدامة مشروعات إعادة الاستخدام. ويتعين على الحكومات العربية توفير آليات مالية ملموسة لدعم الارتقاء بالاستخدام المستدام للتكنولوجيات غير التقليدية المتعلقة بالمياه.

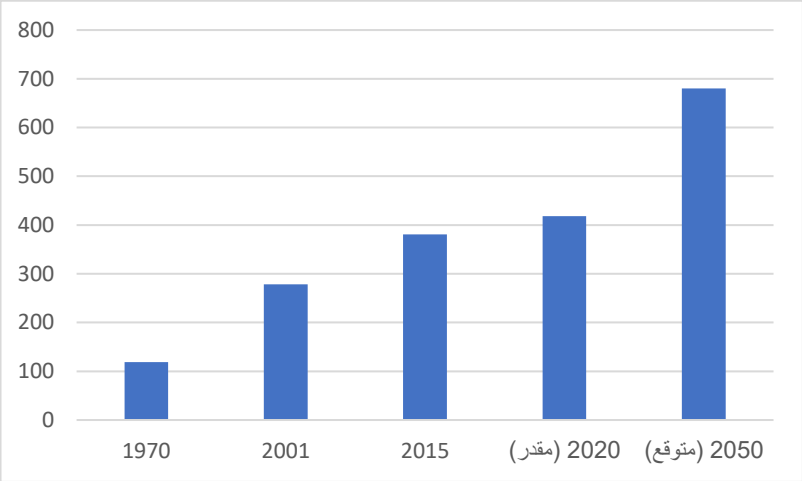
من الضروري تعزيز التعاون الدولي والشراكة متعدد الأطراف المعنية من أجل إزالة تلك الحواجز والحد من مخاطر الاستثمار. وتعد الشراكات بين القطاعين العام والخاص ضرورية للتخفيف من مخاطر الاستثمارات وتقاسم الموارد البشرية، والمالية، والفنية التكميلية لتنفيذ مشروعات المياه غير التقليدية طويلة الأجل. ويُلزَم وجود سياسات سليمة وملائمة وإطار قانوني ومؤسسي مناسب، وذلك لتوفير بيئة تمكينية لاستثمارات القطاعين العام والخاص في قطاع إعادة استخدام المياه. ومن الضروري إدماج فوائد التكاليف واستردادها من أجل استدامة أي مشروع متعلق بإعادة استخدام المياه ، مع أهمية إيلاء اهتمامًا أكبر لدور المرأة في مشروعات إعادة استخدام المياه. كما يُلزم معالجة ضعف الإرادة السياسية في بعض البلدان. وأخيرًا، ينبغي بذل الجهود لتحفيز اعتماد الممارسات المناسبة في المزارع وذلك لإعادة الاستخدام الآمن للمياه.

[1] يشمل هذا الموجز البلدان العربية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا: الجزائر، والبحرين، ومصر، والعراق، والأردن، والكويت، ولبنان، وليبيا، وموريتانيا، والمغرب، وعمان، وفلسطين، وقطر، والمملكة العربية السعودية، والسودان، وسوريا، وتونس، والإمارات العربية المتحدة، واليمن.

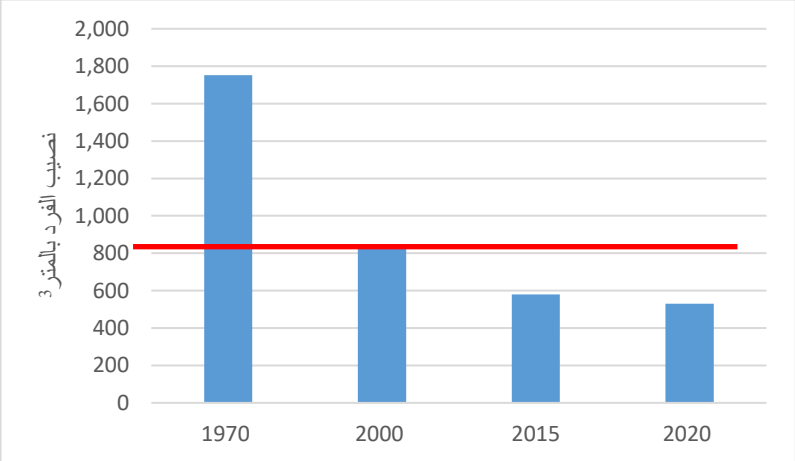
2- النتائج: وضع إعادة استخدام المياه في المنطقة

انخفاض نصيب الفرد من المياه المتوفرة

في العقود القليلة الماضية، شهدت المنطقة أسرع انخفاض عالمي في الموارد المائية المتوفرة في العالم. ومن المتوقع أن يزداد الوضع سوءًا في المستقبل نظرًا للنمو السكاني والاقتصادي وتغير المناخ. فقد ازداد عدد سكان المنطقة من 119 مليون نسمة في عام 1970 إلى ما يقدر بنحو 418 مليون نسمة في عام 2020 (الشكل 1). كما أثر هذا النمو السكاني السريع على انخفاض في نصيب الفرد من المياه. وفي عام 1970، كان نصيب الفرد من سكان المنطقة 1752 متر مكعب من الموارد المائية، ثم انخفض ذلك إلى 530 متر مكعب بحلول عام 2020 (الشكل 2).



الشكل 1: عدد السكان في المنطقة (مليون نسمة).



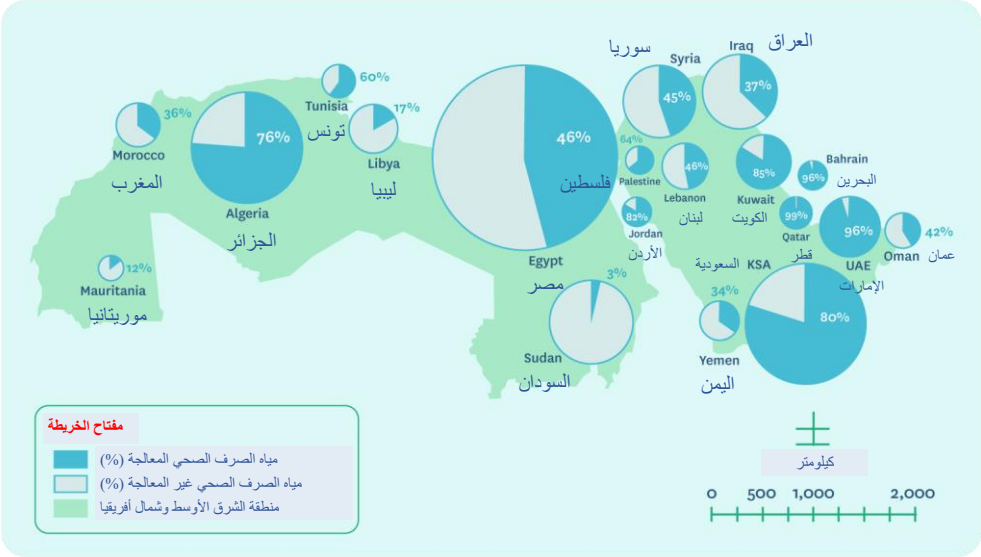
الشكل 2: نصيب الفرد من الموارد المائية في المنطقة.

سيؤثر تزايد ندرة المياه تأثيرًا عميقًا على اقتصادات البلدان العربية وسبل عيش شعوبها. فعلى سبيل المثال، من المتوقع أن تؤدي ندرة المياه إلى خفض متوسط إجمالي الناتج المحلي بنسبة من 6 إلى 14٪ بحلول عام 2050 وخفض الطلب على العمالة بنسبة تصل إلى 12٪.

مياه الصرف الصحي جزء من المشكلة وجزء من الحل

قد تمثل مياه الصرف الصحي مشكلة ، حيث يزداد إنتاج مياه الصرف الصحي بالنمو السكاني، والتحضر، ودخل الفرد. وفي العديد من البلدان العربية، لا يزال أمامنا طريقًا طويلًا يتعين قطعه في معالجة مياه الصرف الصحي للحاق بالإنتاج المتزايد لمياه الصرف الصحي.

تنتج الـ 19 بلدًا التي جرى تحليل بياناتها حوالي 21,5 مليار متر مكعب من مياه الصرف الصحي البلدية سنويًا. وتُظهِر أحدث البيانات أن ما لا يقل عن 40٪ من مياه الصرف الصحي المنزلية المنتجة لا تتم معالجتها بطريقة آمنة ولا تفي بالمعايير الوطنية للتخلص منها. ويختلف الوضع باختلاف البلدان (الشكل 3). يعتبر دخل الفرد مؤشرًا جيدًا لمستوى المعالجة ، حيث تقوم البلدان مرتفعة الدخل، مثل البحرين أو قطر أو الإمارات العربية المتحدة أو المملكة العربية السعودية بمعالجة معظم مياه الصرف الصحي المنزلية المنتجة. وتواجه البلدان منخفضة أو متوسطة الدخل، مثل اليمن، والسودان، وموريتانيا، والمغرب مزيد من التحديات.



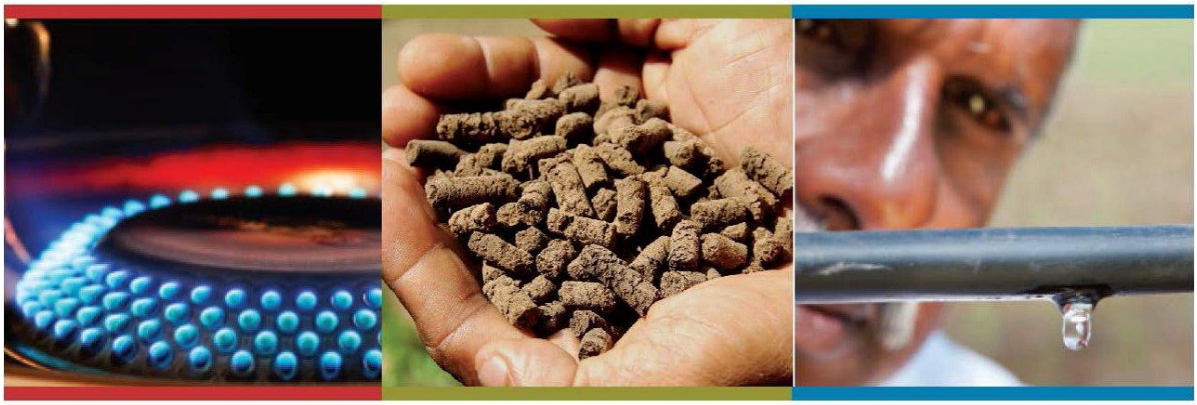
الشكل 3: نسبة مياه الصرف الصحي المنزلية المعالجة بطريقة آمنة في 2020 وفقًا لمنظمة الصحة العالمية (2021).

وفي العديد من البلدان، فاق معدل زيادة مياه الصرف الصحي المنتجة معدل الاستثمار في المعالجة، مما زاد من كميات مياه الصرف الصحي غير المعالجة والملوثة لإمدادات المياه العذبة، الامر الذي يقلل من كمية المياه الآمنة للاستخدام ويؤدي إلى تفاقم ندرة المياه.

ومع ذلك، يمكن أن تكون مياه الصرف الصحي جزءًا من حل أزمة المياه. فلا تعتبر مياه الصرف الصحي ضمن "النفايات"، حيث إنها تحتوي على موارد قيمة. فالمياه من أهم الأصول وأكثرها وفرة في مياه الصرف الصحي التي يمكن استخدامها كبديل للمياه العذبة إذا تمت معالجتها بطريقة صحيحة. وتعد العناصر الاخرى، مثل النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم ذات قيمة في الزراعة وتربية الأحياء المائية. ويمكن استخدام الكربون العضوي المتوفر في مياه الصرف الصحي كمخصب للتربة أو لتوليد الطاقة.

ويمكن للمياه والمحتويات الاخرى المضمنة في مياه الصرف الصحي البلدية المنتجة في الـ 19 بلدًا التي جرى تحليل بياناتها، إذا تم استردادها بالكامل، أن تعمل على ري وتسميد أكثر من 2,6 مليون هكتار. كما سيكون للكربون المضمن في مياه الصرف الصحي المنتجة، إذا تم استرداده في هيئة غاز الميثان، قيمة من السعرات الحرارية لتوفير الكهرباء لملايين الأسر المعيشية.

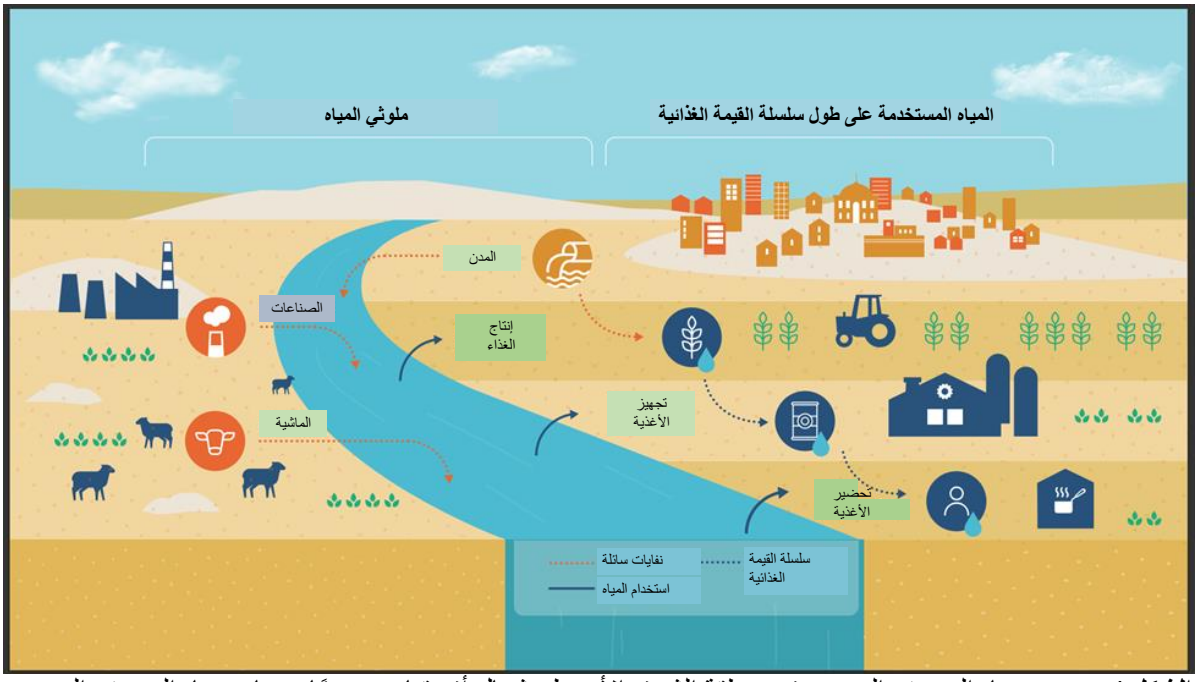
ويجري بالفعل إعادة الاستخدام غير المباشر لجزء من المياه والعناصر الموجودة في مياه الصرف الصحي، وذلك عند تصريف مياه الصرف الصحي المعالجة أو غير المعالجة إلى مصادر ومجاري المياه العذبة حيث تصبح مخففة ويستعملها المستخدمون في المناطق المنخفضة (على سبيل المثال، المزارعون أو الأسر المعيشية أو الصناعات) لاحقًا - عن غير قصد في الأغلب. ولكن يتم فقدان كميات هائلة من مياه الصرف الصحي عند تصريفها في البحار أو بسبب تبخرها على الأرض أو على طول الأنهار دون استخدام منتج.



الاستخدام المباشر وغير المباشر لمياه الصرف الصحي غير المعالجة واقع شائع في المنطقة

تشير التقديرات إلى أن حوالي 36٪ من مياه الصرف الصحي البلدية يعاد استخدامها بشكل غير مباشر، عادةً دون أي معالجة. وفي هذا السياق، تعد إعادة الاستخدام غير المباشر للمياه أكثر أنواع إعادة الاستخدام انتشارًا في المنطقة (فيلبوري (Velpuri) وآخرون 2022). وفي المناطق التي لا تزال كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي فيها غير معالجة بأمان (منظمة الصحة العالمية 2021)، تشكل هذه الممارسة مخاطر صحية على المزارعين والمستهلكين، خاصةً إذا استخدمت هذه المياه لري الخضروات التي تؤكل نيئة.

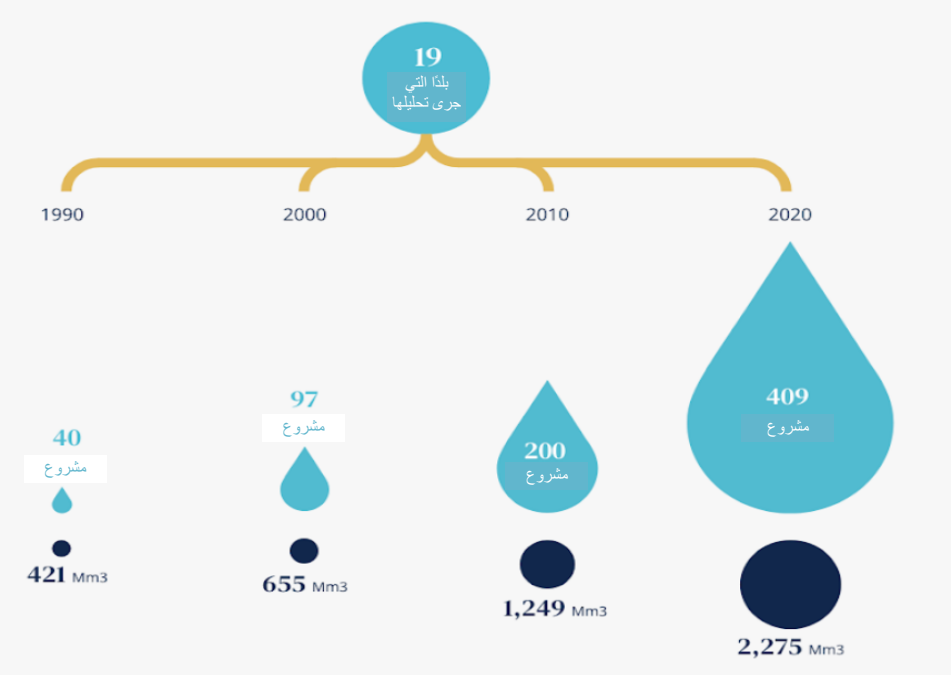
كما أن من الملاحظ استخدام مياه الصرف الصحي غير المعالجة في الزراعة في بعض بلدان المنطقة، على الرغم من عدم معرفة المدى الدقيق لهذه الممارسة. فعلى سبيل المثال، تستخدم مياه الصرف الصحي غير المعالجة في المزارع لأنها أرخص من استخدام المياه الجوفية في الآبار، والتي لا يستطيع المزارعون تحمل تكلفتها. وفي بعض الحالات، يستخدم المزارعون مياه الصرف الصحي من محطات المعالجة غير الفاعلة، مستغلين مياه الصرف التي تم جمعها بالفعل. وفي حالات أخرى، تعتبر مياه الصرف الصحي الوحيدة المتدفقة في قنوات الري في موسم الجفاف وبخاصة في نهايات قنوات الري. وفي بعض الحالات القصوى، يثقب المزارعون خطوط الصرف الصحي أو يسدونها للحصول على مياه الصرف الصحي.



الشكل 4: مصير مياه الصرف الصحي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، موضحًا مصادر مياه الصرف الصحي واستخداماتها على طول سلسلة القيمة الغذائية.

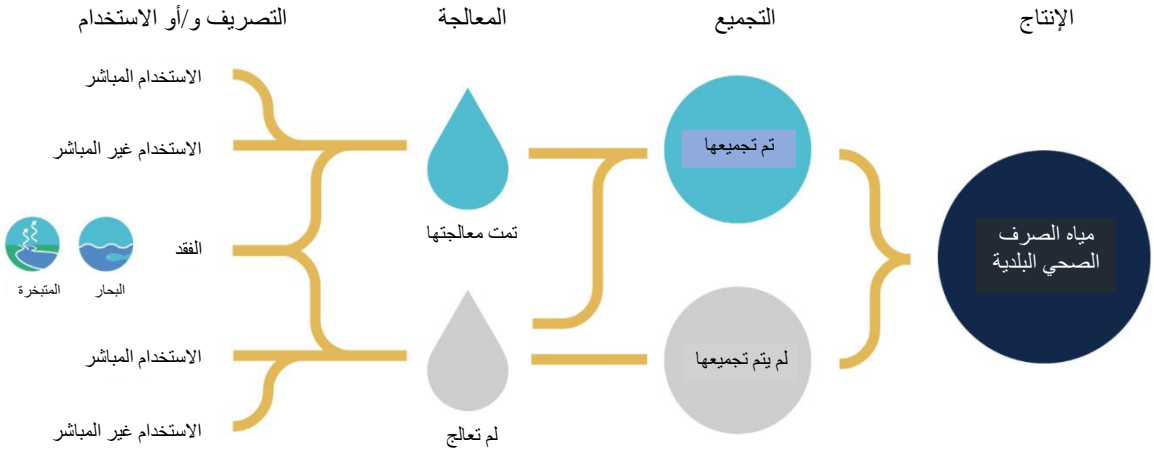
مياه الصرف الصحي لا تعد مهدرة إلا إذا قررنا إهدارها: لا تزال الإمكانات غير مستغلة

وقد تضاعف عدد مشروعات إعادة الاستخدام في المنطقة في كل عقد منذ عام 1990، حيث ارتفع عددها من 40 مشروعًا في عام 1990 إلى أكثر من 400 مشروع في عام 2020 (الشكل 6).



الشكل 6: تضاعف عدد مشاريع إعادة الاستخدام في المنطقة كل عقد منذ عام 1990.

وعلى الرغم من النمو السريع لمشروعات إعادة استخدام المياه في كافة أرجاء المنطقة، إلا أن كمية مياه الصرف الصحي البلدية المعالجة والمعاد استخدامها مباشرة لأغراض مفيدة لا تزال محدودة للغاية في المنطقة. تقع الاستثناءات الرئيسية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية (GCC) ، ولكن توجد كمية كبيرة من مياه الصرف الصحي (المعالجة أو غير المعالجة) التي يتم تصريفها في البيئة التي تتبخر أو ينتهي بها المطاف في البحار دون استخدام منتج (الشكل 5).



الشكل 5: مصير مياه الصرف الصحي البلدية.

ينتهي المطاف لبعض عناصر مياه الصرف دون الاستفادة منها، مثل الأعشاب أو الطحالب الضارة. وتشير التقديرات الأخيرة من فيلبوري وآخرون (2022) إلى أن مياه الصرف الصحي المتبخرة أو المهدرة في البحار قد تصل إلى 54٪ من مياه الصرف الصحي المنتجة في المنطقة، بينما يتم إعادة استخدام الباقي مباشرةً أو غير مباشرةً.

الجدول 1: إنتاج مياه الصرف الصحي، ومعالجتها، وإعادة استخدامها في 19 بلدًا داخل المنطقة في عام 2020 (أو آخر عام متاح)

البلدان	إجمالي مياه الصرف الصحي البلدية المنتجة (مليار متر مكعب)	مياه الصرف الصحي البلدية المعالجة والمعاد استخدامها مباشرة (مليار متر مكعب)	الكمية المعاد استخدامها مباشرة من مياه الصرف الصحي البلدية (٪)	عدد المشروعات التي تتم فيها معالجة مياه الصرف الصحي البلدية وإعادة استخدامها مباشرةً
الجزائر	2,649	0,100	3,8	22
البحرين	0,186	0,045	24	4
مصر	7,196	0,341	4,7	77
العراق	1,232	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
الأردن	0,187	0,071	37,9	25
الكويت	0,666	0,271	40,7	6
لبنان	0,481	0,002	0,4	4
ليبيا	0,514	0,040	7,8	1
موريتانيا	0,138	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
المغرب	0,415	0,076	18,3	22
عمان	0,275	0,079	28,6	30
فلسطين	0,180	0,007	3,7	24
قطر	0,225	0,165	73,6	17
المملكة العربية السعودية	3,144	*0,431	13,7	40
السودان	1,533	0,029	1,9	3
سوريا	1,147	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
تونس	0,254	0,034	13,4	63
الإمارات العربية المتحدة	0,801	0,549	68,6	64
اليمن	0,326	*0,036	11,1	7
المنطقة	21,549	2,275	10,5	409

وإذا تم استرداد مياه الصرف الصحي المهدرة كلها، يمكن للمنطقة إتاحة فرص جديدة مع تعزيز قدرة المنطقة على التكيف مع التغيرات المناخية وتعزيز الأمن الغذائي. إن 10,7 مليار متر مكعب من مياه الصرف الصحي البلدية المتوقع هدرها، إذا تم استردادها بالكامل، قد تعمل على ري حوالي 1,3 مليون هكتار وتسميدها بمعدل تطبيق مرتفع نسبيًا يبلغ 8000 م^3/ هكتار في السنة (ستيدوتو (Steduto) 2012). وفي حال ما تم استرداد 70٪ من المواد العضوية (متطلبات الأكسجين الكيميائية - COD) في هيئة غاز الميثان، يمكن أن توفر الطاقة المولدة الكهرباء لحوالي 4 ملايين أسرة معيشية، أو لكافة محطات معالجة مياه الصرف الصحي في المنطقة ويتبقى فائض لمئات الآلاف من الأسر المعيشية.

المربع 1: أمثلة على استخدامات المياه المسترجعة

يعتبر استخدام المياه المسترجعة للغابات، والزراعة، وتخطيط المناظر الطبيعية، بما يشمل لري المتنزهات والحدائق هو اكثر الاستخدامات شيوعاً. تعد الغابات والزراعة أكثر الاستخدامات السائدة للمياه المستصلحة في مصر وتونس والأردن على سبيل المثال، بينما تعطى الأولوية لري المسطحات الخضراء في بلدان مثل المغرب، والإمارات العربية المتحدة، وعمان، وغيرها من بلدان مجلس التعاون لدول الخليج العربية (GCC).

المربع 2: نبذة تاريخية عن سياسات إعادة استخدام المياه ووضع المبادئ التوجيهية في المنطقة

النتائج الخاصة بكل بلد

وقد ناقش واضعو السياسات وغيرهم من الأطراف المعنية التحديات والنُهُج ذات الأولوية الخاصة بكل بلد فيما يتعلق بإعادة استخدام المياه في المنطقة. وفيما يلي النُهُج الرئيسية المحددة لسبعة بلدان في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا:

- **مصر** – ينبع النهج المتبع في مصر من هيكل حوكمة "من القمة إلى القاع" الذي يركز على تنفيذ المشروعات الوطنية لإعادة استخدام المياه بهدف ضمان توفير مياه الري (أي الإدارة القائمة على العرض).
- **الأردن** – تبنت البلاد نهجًا شبه لامركزي يتضمن القطاع الخاص، من خلال عقود امتياز التصميم-البناء-التشغيل.
- **لبنان** – من الضروري أن يشارك المستخدمين النهائيين، والبلديات، والقطاع الخاص في التنفيذ، والرصد، والتقييم بسبب عدم الاستقرار السياسي والمالي في البلاد.

- **البحرين** – إن البلاد على مشارف تطبيق إعادة استخدام المياه من خلال وضع معايير عملية لإعادة استخدام المياه قائمة على أساس علمي وفقًا للغرض من استخدام المياه المعالجة.
- **سوريا** – على الرغم من عرقلة تنفيذ خطط البلاد الخاصة بإعادة استخدام المياه نتيجة للنزاع المستمر، إلا أنه قد حدث تحولًا نحو معالجة المياه اللامركزية وحلول إعادة الاستخدام للقرى والمدن التي يقل عدد سكانها عن 25,000 نسمة.
- **المغرب** – يعد القطاع الخاص (وخاصة مُلاك ملاعب الغولف) الجهات المستفيدة الرئيسية من إعادة استخدام المياه. ولكن، من غير المسموح إعادة استخدام المياه للزراعة في المغرب.
- **المملكة العربية السعودية** – تتبع المملكة العربية السعودية نهجًا شاملًا في إعادة استخدام المياه لأغراض مختلفة وطنيًا. ويشمل ذلك اعتبار إعادة استخدام المياه على أنها إجراء أساسي في الاستراتيجية الوطنية للمياه التي تهدف إلى تحقيق الأمن المائي وفقًا لرؤية السعودية 2030، كما يتضمن استخدام أطر الحوكمة السليمة بما في ذلك الجوانب التنظيمية والمؤسسية والقانونية للنجاح في تنفيذ إعادة استخدام المياه بمشروعات قابلة للتمويل ومشاركة فعالة للقطاع الخاص.

3- تحديات إعادة استخدام المياه بمعدل أعلى وأكثر أمانًا في المنطقة

في المنطقة، تشكل مياه الصرف الصحي المعالجة موردًا مستمرًا ودائمًا. فتعتمد غالبية الاستراتيجيات والخطط الوطنية للمياه في المنطقة على معالجة مياه الصرف الصحي باعتبارها عنصرًا رئيسيًا في الخطة الوطنية للموارد المائية. ولكن قبل إعداد أي خطة لإعادة استخدام المياه، ينبغي التغلب على العديد من التحديات.

التحديات لإعادة استخدام المياه بمعدل أعلى

القبول الاجتماعي لإعادة استخدام المياه منخفض

يمكن أن يُقَابل إعادة استخدام المياه بالرفض خاصة عندما يؤدي إلى تعرض مباشر محتمل، مثل توجيه المياه المسترجعة للمياه السطحية أو الجوفية بهدف إعادة استخدامها للشرب أو استخدامها داخل الأسرة المعيشية.

ينظر كل من المزارعين والعامة إلى الوجود المحتمل لهذه الملوثات على أنه من المخاطر البيئية أو الصحية أو الزراعية. فحتى في الحالات التي تنخفض أو تنعدم فيها هذه المخاطر، يرتفع المنظور العام للمخاطر وفقًا لشكل المياه المسترجعة، ولونها، ورائحتها، وكما يمكن أن يتأثر بالإشاعات ، والخوف، والمعلومات المغلوطة.

تحديات إعادة استخدام المياه بشكل أكثر أمانا

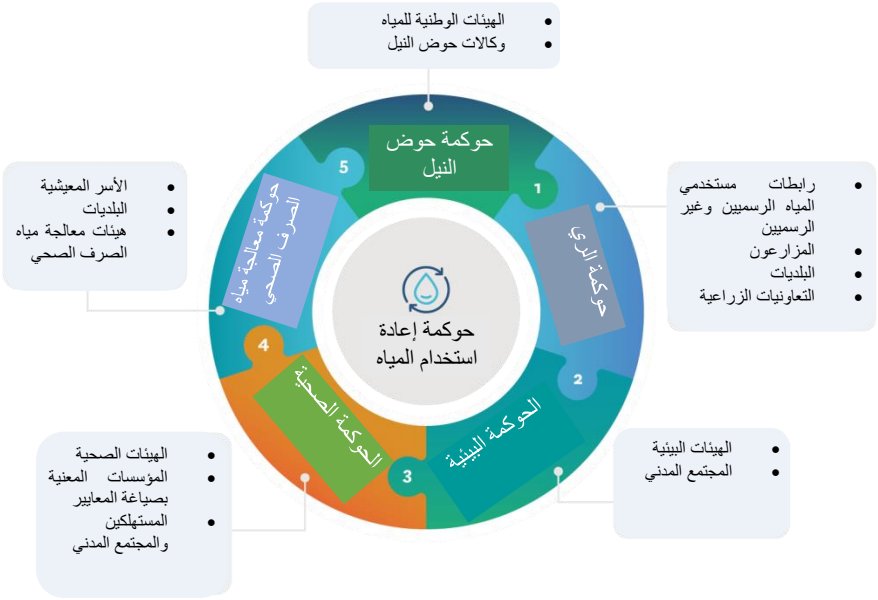
عدم وضوح اللوائح التنظيمية والتنفيذ غير الفعال

في بعض الأحيان تكون لوائح المياه شديدة الصارمة، مما يشكل عائقًا داخليًا أمام الإنتاجية، حيث يحظر أحيانًا استخدام المياه المعاد تدويرها للعديد من المحاصيل النقدية. وفي الوقت نفسه، يتطلب استيفاء المعايير استثمارات باهظة في معالجة مياه الصرف الصحي. وتتجلى هنا أزمة الفعالية والإنفاذ: فالمعايير الصارمة لا تمنع بالضرورة الاستخدام غير الرسمي المباشر وغير المباشر لمياه الصرف الصحي. وغالبًا ما يكون إنفاذ معايير جودة المياه غير فعال مع المزارعين الذين لديهم حوافز ضئيلة أو دعم ضعيف مما يؤثر على إيجاد ممارسات بديلة. ولا تطبق اللوائح إلا على مشروعات إعادة الاستخدام المخطط لها، بينما يظل إعادة الاستخدام غير الرسمي غير معترف به وتُترك المخاطر دون تخفيف. إن بعض البلدان، مثل لبنان، ليس لديها حتى الآن أي لوائح بشأن إعادة استخدام المياه، ونتيجة لذلك لا يوجد إطار قانوني آمن للاستثمارات.

التحديات المتداخلة

التخطيط والحوكمة المجزأة والجزئية

تتداخل العديد من القطاعات في إعادة استخدام المياه، بما تشمل القطاعات الزراعية، والمائية، والصحية، والبيئية وطنيًا ومحليًا. يتطلب تنظيم وإعادة استخدام المياه الزراعية، وتخطيطها، وإدارتها المواءمة بين العديد من عمليات صنع القرار وأنشطتها التي تضطلع بها الأطراف المعنية ذات وظائف وأهداف ومصالح مختلفة وأحيانًا متضاربة (الشكل 7).



الشكل 7: المجموعة الهائلة من الأطراف المعنية المشاركة في حوكمة نظم إعادة استخدام المياه الزراعية.

لا يمكن أن تنجح مشروعات إعادة استخدام المياه إلا إذا كانت مقبولة اجتماعيًا وموثوقة تقنيًا ومربحة للمزارعين. ويتطلب ذلك إقامة روابط وثيقة بين الإدارات المركزية (وشركائها من الجهات المانحة) والأطراف المعنية المحلية من أجل تحليل الممارسات المحلية، وإنشاء البنية التحتية المناسبة، والتفاوض على ترتيبات الإدارة التكيفية.

في بعض البلدان تحد البنية التحتية وسعة مواكبة الأحمال الهيدروليكية وأحمال التلوث من التحديات التشغيلية لقطاع مياه الصرف الصحي البلدية.

عدم اكتمال التحليل الاقتصادي ومحدودية الاستدامة المالية لخيارات معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها
تتطور مشروعات إعادة استخدام المياه بوتيرة بطيئة، ويرجع ذلك جزئيًا إلى عدم اكتمال التحليل الاقتصادي لخيارات معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها، والذي يمكن أن يقدم مبررًا منطقيًا للاستثمار. يظهر نقص في الحوافز الاقتصادية (أو في إزالة الحواجز الاقتصادية) للاستثمار بمجرد تبريره اقتصاديًا. كما يوجد قابلية لمواصلة الاستثمار في التكنولوجيات التقليدية الخاصة بمعالجة مياه الصرف الصحي التي لا تتسم بالفعالية من حيث التكلفة وترتفع تكاليف تشغيلها وصيانتها، مما يؤدي إلى صعوبة استرداد الاستثمارات ويحد من الاستدامة المالية.

وبالإضافة إلى ذلك، يواجه إعداد استراتيجيات إعادة استخدام المياه وتنفيذها في جميع أنحاء المنطقة تحديات بسبب عوامل، مثل الافتقار إلى آليات استرداد تكاليف إعادة استخدام المياه، وانخفاض أسعار مياه الري، والحاجة إلى وضع حوافز مالية لإعادة استخدام المياه الأمنة، وقلة وعي العامة بالفوائد البيئية الملموسة لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها (أوتو ودريشل (Otoo and Dreschel) 2018؛ البنك الدولي 2011).

تحيزات النوع الاجتماعي
لا تشمل خدمات مياه الصرف الصحي والاصحاح شريحة كبير من المجتمع. وتواجه المرأة عقبات كبيرة أثناء عملية التوظيف في مرافق المياه والصرف الصحي. أظهر مسح البنك الدولي لمرافق المياه (2019) على مدار فترة 12 شهرًا أن نسبة الإناث من الموظفين الجدد تصل إلى 20٪ فقط. وتشمل بعض أسباب انخفاض نسبة توظيف النساء التحيزات في عملية التوظيف القائمة على رؤية المجتمع لتناسب بعض الأدوار للذكور وغيرها للإناث. كما أن احتفاظ المرأة بالوظائف في مرافق المياه والصرف الصحي يتأثر بالافتقار إلى السياسات المراعية لفروقات النوع الاجتماعي وإلى بيئة عمل تمييزية.

4- التوصيات: مسار العمل في المستقبل

تعاني المنطقة حاليًا من اختلال خطير في التوازن بين الموارد المائية المتاحة والاحتياجات الزراعية اللازمة لتحقيق الامن الغذائي لسكانها، في حين تشهد مياهها الجوفية استنزافًا وتدهورًا كبيرين. ويمكن أن تؤدي إعادة استخدام هذا المورد المائي غير التقليدي إلى تحسين الوضع بشكل كبير. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تسهم إعادة استخدام هذا المورد في توفير العناصر، وبالأخص النيتروجين والفوسفور، للتربة التي تعاني في معظمها من نقص المغذيات في المنطقة، وبالتالي قد تسهم في تقليل إجمالي الاحتياجات من الأسمدة التجارية، مما سيزيد من العائد الاقتصادي الإجمالي للمزارعين.

توصيات لزيادة إعادة استخدام المياه

اكتساب قبول أوسع

لا تعد الممارسات الجيدة والقدرات الفنية الملائمة وحدها كافية لضمان نجاح تدخلات إعادة استخدام المياه. إن فهم المشكلات والمخاوف ذات الصلة بالتصورات والقبول الاجتماعي ومعالجتها من خلال أنشطة تواصل فعالة تُجرى في الوقت المناسب، وإشراك الأطراف المعنية يمكن أن يساعد بشكل كبير في بناء الثقة وتحسين مبادرات استخدام المياه المسترجعة ودعمها. يقدم هذا الفصل فهمًا أكبر للمشكلات التي تعيق قبول إعادة استخدام المياه في جميع أنحاء المنطقة، والأدوات والاستراتيجيات التي يمكن الاستعانة بها للتغلب عليها.

تبدأ عملية إشراك الجمهور بالاتصال المبكر بالمستخدمين المحتملين، ويمكن أن تتضمن تشكيل لجنة استشارية، وعقد ورش عمل مفتوحة للجمهور حول أسباب إعادة استخدام المياه وفوائدها ومخاطرها. وهكذا سيضمن تبادل المعلومات بين السلطات وممثلي الجمهور مشاركة بواعث القلق التي تشغل الطرفين ومناقشتها بدءًا من الآثار الصحية أو البيئية المتصورة وحتى مسألة انخفاض قيم الحيازات (Crook et al. 1992; Helmer and Hespanhol 1997).

ولكي تنجح مبادرة إعادة استخدام المياه، لا بد من فهم مواقف المجتمع المحلي وتأملها. من الضروري الوضع في الاعتبار الاستجابات الغريزية والعاطفية للناس تجاه "الفضلات البشرية" و"مياه الصرف الصحي". والكثير من الناس يثقون في الإشاعات أو انطباعاتهم الشخصية عن جودة المياه أكثر مما يثقون في الأدلة أو النصائح الطبية والعلمية، فمجرد اتصال المياه بالملوثات قد يؤدي إلى أن يكون من الصعب نفسيًا على الناس قبولها بعد تنقيتها. هناك أيضًا ارتباط بين المعتقدات الدينية واستعداد المستجيبين لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة.

يريد المزارعون والتجار معرفة ما إذا كان استخدام المياه المسترجعة مجديًا من الناحية المالية من وجهة نظرهم. ففي حالة استخدام المياه المعاد تدويرها لأغراض الري، على سبيل المثال، يظل قبول المستهلك (المشتري) للمحاصيل هو المعيار الأكثر أهمية.

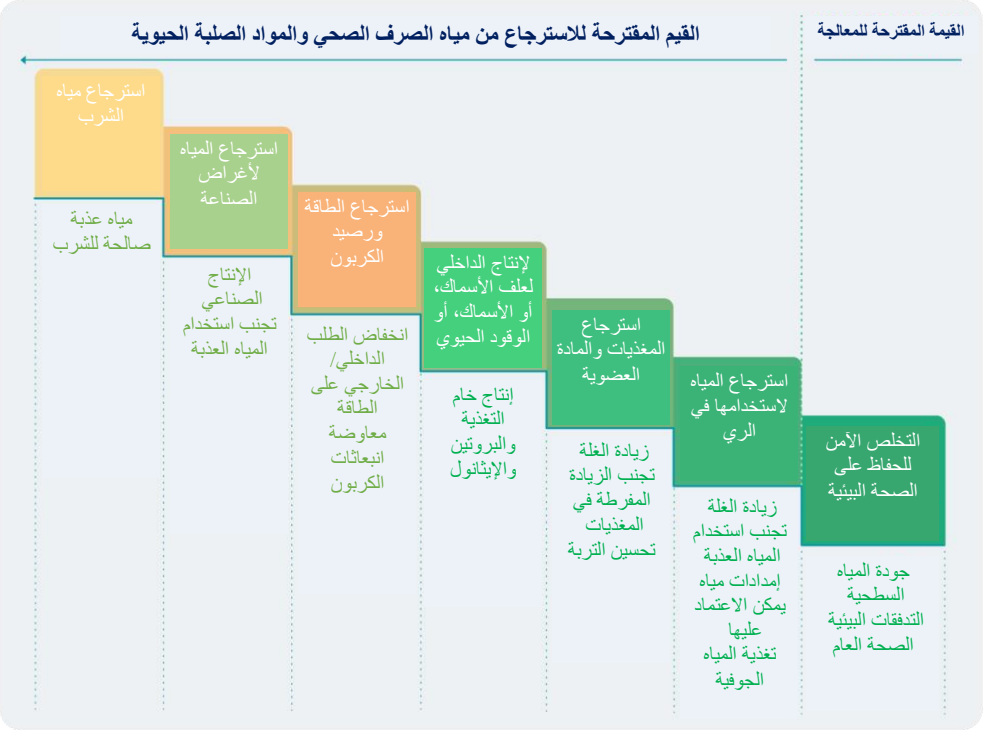
يمكن لمصممي المشروع أن يقوموا بما يلي في سبيل تحسين درجة قبول المياه المعاد استخدامها:

- تشجيع المشاركة العامة ومخاطبة الجمهور
- الانخراط بشكل استباقي في أنشطة التواصل المبكر والمستمر لبناء الثقة
- اختيار الرسائل التي تحتوي على المصطلحات الصحيحة
- التعريف بفوائد إعادة استخدام المياه وكيفية تخفيف مخاطرها
- تأمل بواعث القلق المحتملة المتعلقة بالنواحي الدينية
- تيسير عملية تغيير السلوكيات

تطوير نماذج لإعادة استخدام المياه قابلة للتمويل

يمكن لمشاريع إعادة استخدام مياه الصرف الصحي، إذا ما تم التخطيط لها بشكل كاف وتنفيذها بشكل صحيح، أن توفر فرصًا للاستثمارات المضمونة والمكاسب المجزية ماليًا (الشكل 8). ينبغي أولاً أن تحدد الدراسات المتعلقة بتطوير نماذج إعادة استخدام مياه الصرف الصحي القابلة للتمويل المصرفي، والدراسات التي تركز على إمكانية تنفيذ نماذج إعادة استخدام مياه الصرف الصحي، الأولويات من حيث المنطقة المستهدفة. يعد تحديد الأولويات ضروريًا لتحديد أي من نماذج إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المحتملة وثيق الصلة بالسياق المحلي وله احتمالية نجاح عالية. ولتطوير نموذج لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي قابل للتمويل، يجب على مصممي المشروع اتباع نهج تدرُّجي يتكون من خمس مراحل رئيسية:

- الخطوة 1: تحديد خيارات إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المحتملة.
- الخطوة 2: تطوير نموذج أعمال لكل خيار من خيارات إعادة استخدام مياه الصرف الصحي.
- الخطوة 3: تحديد خيارات ابتكارية للشراكة والتمويل.
- الخطوة 4: تحديد المخاطر والفرص.
- الخطوة 5: وضع خطة التنفيذ.



الشكل 8: سلم الزيادة في القيم المقترحة المتعلقة بإعادة استخدام المياه على أساس زيادة الاستثمارات في جودة المياه و/ أو سلسلة القيمة (Drechsel et al. 2015)

توصيات لإعادة استخدام المياه بشكل أكثر أمانًا

تقييم المخاطر الصحية المرتبطة بإعادة استخدام المياه بشكل غير رسمي وغير مباشر

تدفع ندرة المياه وتلوثها الآلاف من المزارعين في المنطقة إلى استخدام مياه الصرف الصحي الخام أو المخففة (غير المعالجة) للري، مما يؤدي إلى مخاطر صحية وزراعية وبيئية محتملة. ويلزم تقييم هذه المخاطر والتخفيف من حدتها.

تحفيز تبني ممارسات إعادة استخدام المياه الآمنة في المزارع

على المستوى الفني، يجب على مصممي المشاريع مجابهة التحدي المتمثل في رصد عمليات التشغيل والصيانة الرامية إلى الحفاظ على جودة المياه المعاد استخدامها بحيث تكون عند مستوى مقبول. وهذا يستدعي تحفيز اعتماد الممارسات الآمنة لإعادة استخدام المياه في المزارع. ويعني ذلك أنه يجب جعل المياه أكثر أمانًا، ليس فقط باستخدام طرق معالجة أفضل ولكن أيضًا من خلال ممارسات زراعية أفضل من شأنها أن تكون شبكة أمان إضافية يعتمد عليها في حال ثبت أن المعالجة غير كافية.

تسريع معالجة مياه الصرف الصحي لمواكبة النمو في إنتاجها

يجب أن تواكب معالجة مياه الصرف الصحي الإنتاج المتزايد لمياه الصرف الصحي. لقد أعد مشروع إعادة استخدام المياه بالشرق الأوسط وشمال أفريقيا "ReWater MENA" دراسات حالة لتسعة مشاريع ناجحة لمعالجة مياه الصرف الصحي. ويمكن أن تسترشد مشروعات المعالجة المستقبلية بهذه المشاريع النموذجية التي أثبتت نجاحها.

توصيات شاملة لعدة مجالات

تحسين التخطيط والحوكمة

غالبًا ما تكون مشاكل الحوكمة متجذرة في هياكل اجتماعية وسياسية أعمق لا يمكن تغييرها ببساطة من خلال تنفيذ العمليات التشاركية واستخدام أدوات الهندسة الاجتماعية. وتشمل بعض التوصيات الرئيسية في هذا السياق ما يلي:

- ضمان التفاف الأطراف الفاعلة الوطنية الرئيسية حول أهداف واضحة
- إنشاء منصات لأصحاب المصلحة المتعددين والترحيب بالمجتمعات المعرفية
- إجراء عملية تحديد لأصحاب المصلحة
- فهم الأدوار والمسؤوليات والثغرات والتداخلات
- تحليل تأثير أصحاب المصلحة واهتمامهم
- توضيح الأدوار والمسؤوليات في إطار ستة مجالات من مجالات الصلاحية
- إنشاء مؤسسات مركزية للتنسيق والتنظيم
- السماح بالمرونة في آليات التشغيل واسترداد التكاليف
- تمكين أصحاب المصلحة من خلال المعلومات المتاحة حاليًا والنفوذ السياسي
- فهم الحقوق المحلية المتعلقة بالمياه وإعادة التفاوض بشأنها
- ضمان الوصول إلى المعلومات وتبادل البيانات بين أصحاب المصلحة
- خلق مناخ من الثقة والتعاون
- تطوير قدرات المرافق العامة والمؤسسات المحلية
- تعزيز إطار مؤسسي واضح لتمكين القطاع الخاص من المشاركة في تنفيذ عمليات إعادة استخدام المياه.

توسيع نطاق تنفيذ معايير جودة المياه

في حين أن إعادة استخدام المياه توفر فوائد متعددة، إلا أنها تأتي أيضًا مع مخاوف بشأن تأثيرها المحتمل على الصحة والمحاصيل والنظم الإيكولوجية. ولإدارة هذه المخاطر، تصدر الحكومات عادة "معايير" لجودة المياه بموجب لوائح تتمحور حول العديد من معايير وحدود جودة المياه وبروتوكولات الرصد وأفضل الممارسات. تتضمن بعض التوصيات الرئيسية في هذا المجال ما يلي:

- ينبغي لكل بلد أن يوائم المبادئ التوجيهية استنادًا إلى الظروف المحلية وأن يستمد المعايير الوطنية المقابلة لها.
- ينبغي للوكالات البيئية أن ترخص تدابير الرقابة التي تسمح بالتحسين التدريجي لنوعية المياه، وينبغي للبنوك أن تمولها، حتى وإن لم تكن مطابقة للمعايير على الفور.
- ينبغي أن تعكس تكنولوجيات الرقابة الظروف المالية للبلدان. وينبغي دائمًا السعي إلى استخدام التكنولوجيا المناسبة.
- ينبغي أن تكون المعايير قابلة للإنفاذ ومعمول بها. وينبغي أن تكون القيم المعيارية قابلة للتحقيق وأن تسمح بالإنفاذ، استنادًا إلى تدابير الرقابة القائمة والميسورة التكلفة. كما ينبغي أن تكون الوكالات البيئية متطورة مؤسسيًا لإنفاذ المعايير.
- إن الهدف من مكافحة التلوث هو الحفاظ على جودة المسطحات المائية. يجب أن تستند معايير تصريف مياه الصرف إلى أسباب عملية ومبررة، مع افتراض وجود قدرة معينة للمسطحات المائية على تخفيف مياه الصرف أو استيعابها.
- ينبغي أن تعكس قائمة المعايير مستوى الحماية المطلوب للاستخدامات المستهدفة للمياه والقدرات المختبرية والمالية المحلية، دون الإفراط في تلك الحماية أو جعلها مصدر تقييد.
- يتطلب التنفيذ الفعال للمعايير بنية تحتية وقدرة مؤسسية كافية لترخيص الأنشطة الملوِثة وتوجيهها ورصدها والرقابة عليها ولإنفاذ المعايير.
- ينبغي أن يكون صانعو القرار والسكان عمومًا على علم جيد بالفوائد والتكاليف المرتبطة بالحفاظ على نوعية جيدة من المياه، على النحو المحدد في المعايير.

إدماج النُهج الرامية إلى تغيير الأنماط الجنسانية

ينبغي أن تتضمن مشاريع إعادة استخدام المياه نُهج تغيير تهدف إلى معالجة الأسباب الجذرية لعدم المساواة بين الجنسين. وسيساعد ارتفاع مستوى الوعي بقضايا النوع الاجتماعي مديري المشاريع والمنفذين على فهم التعقيدات المحيطة بإعادة استخدام المياه في الزراعة، بحيث يمكنهم على أساس هذا الفهم تصميم أنشطة مستهدفة تلبي احتياجات المجتمع ككل، بما

يشمل الرجال والنساء، وتسهيل قبول هذا المورد المائي الهام واستخدامه. يمكن للنساء اللواتي لديهن معلومات جيدة أن يكن بمثابة قوة دافعة نحو التصدي للحواجز التي تعيق القبول الاجتماعي لإعادة استخدام المياه.

تشمل بعض التوصيات الرئيسية في هذا السياق ما يلي:

- تصنيف جميع البيانات حسب نوع الجنس، وكلما أمكن حسب العمر والوضع الاقتصادي والعرق وعوامل التمييز الاجتماعي الأساسية الأخرى لمراعاة الاختلافات في التحديات والفرص بين مختلف الفئات الاجتماعية.
- يجب ألا تستشار المرأة فحسب، بل يجب أن تكون ممثلة على مختلف مستويات مقدمي الخدمات وأن تسهم في صنع القرار.
- ينبغي تزويد النساء بإمكانية الوصول الكافية والفورية إلى المعلومات الجوهرية، بما في ذلك الإجراءات والبروتوكولات المتعلقة الخاصة بإعادة استخدام المياه من أجل إعطائهن فرصة ليكن جزءًا من عملية تحديد خيارات إعادة الاستخدام المناسبة والبت فيها، وليكن ممتثلات امتثالاً تامًا للقواعد، مما يحميهن وأسرهن وبيئتهن من الأذى.
- يجب تأمل التقاطع بين الأبعاد المختلفة (الثقافة والدين) ومصادر عدم المساواة (الجنس والعرق) التي يمكن أن تفاقم من أوجه عدم المساواة القائمة وتضع فئات معينة من المجتمع في وضع أكثر حرمانًا.

مواجهة الافتقار إلى الإرادة السياسية

تتبع حركة صياغة السياسات في المنطقة إلى حد كبير نهجًا تنازليًا ينطلق من القمة إلى القاعدة. والإرادة السياسية القوية هي أحد العوامل الرئيسية للتمكين من التوسع في إعادة استخدام المياه، وسيلزم تعزيزها إذا أريد إحراز تقدم.

5- الخلاصة

تحتاج البلدان العربية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا إلى استعادة وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المهدرة عندما يكون ذلك ممكنًا وجعل إعادة الاستخدام غير المباشر أكثر أمانًا. وتلتزم هذه البلدان بتحقيق تغطية كاملة للصرف الصحي بحلول عام 2030 كما هو موضح في الهدف 6 من أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (SDGs)، والذي يرمي إلى توفير المياه النظيفة والصرف الصحي للجميع.

ولتحقيق ذلك، تحتاج البلدان العربية إلى التصدي للتحديات التي تعيق إمكانية الاستفادة من فرص إعادة استخدام المياه غير المستغلة. وهذا يعني أولاً معالجة التشرذم المؤسسي وضمان وضوح المسؤوليات والاختصاصات فيما بين السلطات الوطنية والمحلية وأصحاب المصلحة. وسيلزم التصدي للوائح المفرطة في الصرامة والتكاليف الباهظة فيما يخص عمليات معالجة المياه.

وفي نهاية المطاف، فإن العوامل التي ستسهم إسهامًا إيجابيًا في توسيع نطاق مشاريع إعادة استخدام المياه وتكرارها على نحو شامل هي: عمليات أصحاب المصلحة القائمة على المشاركة والتواصل الفعال الذي يحسن المقبولية، والنماذج الاقتصادية والمالية التي تحسن استرداد التكاليف والاستدامة، والسياسات الفعالة والمتناغمة التي تعالج التشرذم المؤسسي، وتعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي في مشاريع وسياسات إعادة استخدام المياه بما يضمن العدالة في المشاركة وتقاسم الفوائد.

6- المرجع الرئيسي

Mateo-Sagasta, J.; El Hamdi M.; AbuZeid K. (eds) 2022. *Water reuse in the Middle East and North Africa: A sourcebook*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.

7- مراجع إضافية

Al-Kharouf, S.; Al-Khatib, I.; Shaheen, H. 2008. Appraisal of social and cultural factors affecting wastewater reuse in the West Bank. *International Journal of Environment and Pollution* 33(1): 3–14.

Crook, J.; Ammermman, D.K.; Okun, D.A.; Matthews, R.L. 1992. *Guidelines for water reuse*. Cambridge, Massachusetts: Camp Dresser and McKee, Inc.

Drechsel, P.; Qadir, M.; Wichelns, D. (eds). 2015. *Wastewater: Economic asset in an urbanizing world*. Springer Dordrecht. 282p. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9545-6

Helmer, R.; Hespanhol, I. (eds.) 1997. *Water pollution control: A guide to the use of water quality management principles*. London: CRC Press. 526p.

Otoo, M.; Drechsel, P. (eds.) 2018. *Resource recovery from waste. Business models for energy, nutrient and water reuse in low- and middle-income countries*. International Water Management Institute (IWMI). Oxon, UK: Routledge – Earthscan. 816p. https://hdl.handle.net/10568/93011

Steduto, P.; Hsiao, T.C.; Fereres, E.; Raes, D. 2012. *Crop yield response to water*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. (Irrigation and Drainage Paper 66). https://www.fao.org/3/i2800e/i2800e00.htm

Velpuri, N.M.; Mateo-Sagasta, J.; Orabi, M. Forthcoming. Spatially explicit wastewater generation and tracking in the MENA region. Science of the Total Environment.

WHO (World Health Organization). 2021. *Country files for SDG 6.3.1. Proportion of wastewater safely treated*. Available at https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water-sanitation-and-health/monitoring-and-evidence/water-supply-sanitation-and-hygiene-monitoring/2021-country-files-for-sdg-6.3.1-proportion-of-water-safely-treated (accessed on April 15, 2022).

World Bank. 2011. *Water reuse in the Arab world: From principle to practice. A summary of proceedings: Expert consultation.* Dubai, UAE.

World Bank. 2019. *Women in water utilities: Breaking barriers*. Washington DC: The World Bank. http://hdl.handle.net/10986/32319

لمزيد من المعلومات حول مشروع ReWaterMENA، تفضلوا بزيارة هذا الرابط: https://rewater-mena.iwmi.org/ أو الاتصال بـ: خافيير ماتيو ساجاستا، قائد مشروع ReWaterMENA (J.Mateo-Sagasta@cgiar.org)

المعهد الدولي لإدارة المياه www.iwmi.org | iwmi-mena@cgiar.org (IWMI)

المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI) هو منظمة دولية للبحث من أجل التنمية تعمل مع الحكومات والمجتمع المدني والقطاع الخاص لحل مشاكل المياه في البلدان النامية وتوسيع نطاق الحلول. ومن خلال الشراكات، تجمع المنظمة بين البحوث المتعلقة بالاستخدام المستدام لموارد المياه والأراضي وخدمات ومنتجات المعرفة مع تعزيز القدرات والحوار وتحليل السياسات لدعم تنفيذ حلول إدارة المياه فيما يتعلق بالزراعة والنظم الإيكولوجية وتغير المناخ والنمو الاقتصادي الشامل. يقع مقر المنظمة في كولومبو، سريلانكا، وتعد أحد مراكز الأبحاث المنضمة للمجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية (CGIAR).