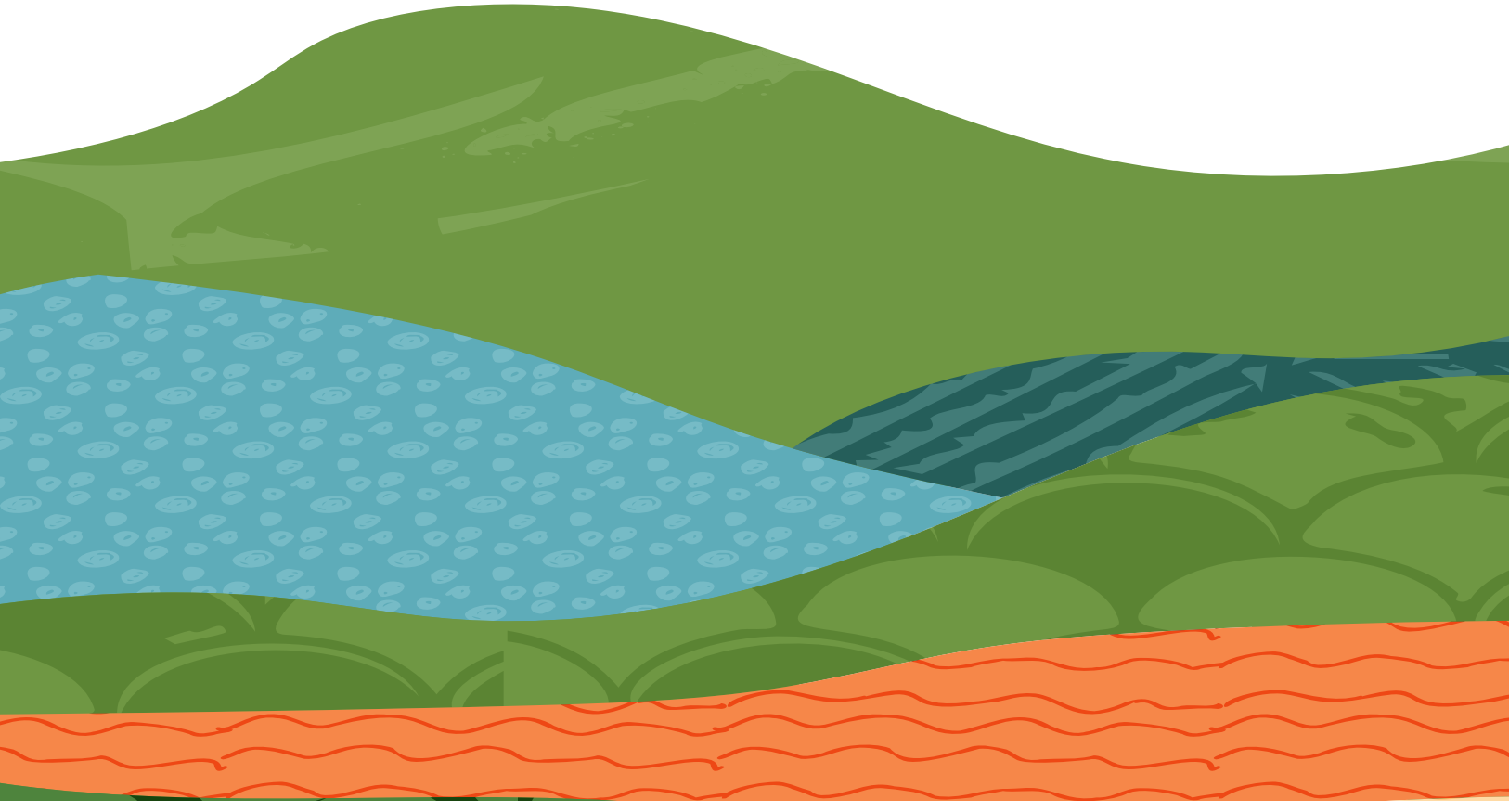
المجلس الوزاري العربي المشترك للمياه والزراعة

ورقة معلومات أساسية عن استخدام موارد المياه غير التقليدية للزراعة في المنطقة العربية

(مياه البحر المحلاة والمياه المالحة والمياه المعاد تدويرها)



منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة

UNITED NATIONS
الاسكوا
ESCWA

ازدهارُ البلدان كرامةُ الإنسان

المحتويات

موضوع التقرير 4

المقدمة والسياق 5

1. توجيه السياسات لمواجهة التحديات المختلفة 8

1.1 التحدي الخاص بالبيانات 8

1.2 القضايا التكنولوجية 9

1.3 التحديات المؤسساتية 11

1.4 وسائل التمويل والاستثمار 14

1.5 القضايا البيئية 17

2. خلاصة 18

3. المراجع 19

موضوع التقرير

تحاول ورقة الإحاطة هذه تحديد وتقديم المشورة للجنة الفنية المشتركة للزراعة والمياه رفيعة المستوى والمجلس الوزاري للمياه بشأن الاتجاهات المختلفة لواضعي السياسات ورسم إشكالات استخدام الموارد المائية الغير التقليدية (تحلية مياه البحر والمالحة والمياه العادمة المعالجة) للزراعة في المنطقة العربية.

ويأخذ في الاعتبار الروابط المتقاطعة بين سياسات المياه والزراعة التي يمكن أن تسهم بشكل كبير في زيادة الإنتاجية الزراعية وتحسين الأمن الغذائي والحفاظ على الموارد المائية.

وتروم وثيقة الإطار هذه إلى تسليط الضوء على التوجهات التي يمكن لصناع القرار أخذها بعين الاعتبار لدمج المياه غير التقليدية في التدبير المستدام لموارد المياه.

تتمثل الأهداف الرئيسية للوثيقة في تحديد العقبات والقيود والفرص والتحديات المستقبلية في التدبير والاستعمال المستدام لموارد المياه الغير التقليدية، كموضوع شامل بين المياه والزراعة، وذلك من أجل استخدام أكثر استدامة لهذه الموارد الغير التقليدية (مثل المياه المحلاة و مياه الصرف الصحي المعالجة، والمياه المالحة) في المنطقة العربية. بالإضافة إلى ذلك، سيقدم التقرير الوضع الراهن لاستخدام موارد المياه غير التقليدية، في أفق تحقيق أهداف التنمية المستدامة. في الواقع، يخفف استخدام المياه غير التقليدية من تحديات الأمن المائي المتزايدة، مثل النمو السكاني وتلوث المياه وتغير المناخ.

واعتبارا للكمية المحدودة من المعطيات والبيانات المندمجة، لا يزال تحديد مدى قدرة هذه الموارد المائية على سد هذه الفجوة على مستويات مختلفة يمثل تحديا ومسألة مشروعة يجب معالجتها.

وفضلا عن ذلك، و رغم المزايا الجلية، فإن إمكانات معظم موارد المياه غير التقليدية غير مستكشفة أو لم تستغل إلى حد كبير بسبب العقبات المختلفة.

ستساعد ورقة الإحاطة هذه اللجنة رفيعة المستوى والمجلس الوزاري العربي للمياه على تقديم التوجيهات للشركاء حول إدماج الأنشطة المتعلقة بموارد المياه غير التقليدية للسنة المقبلة.

وتشمل العناصر الرئيسية التي سيتم تناولها (1) التحدي المتعلق بالمعطيات، بما في ذلك الكشف والولوج إلى مياه ذات نوعية جيدة وبشكل موثوق من أجل التخطيط الملائم والفعال؛ (2) التكنولوجيات الفعالة من حيث التكلفة والمسائل المتعلقة بها؛ (3) التحديات المؤسساتية، بما في ذلك التداخل بين الاختصاصات والتقسيم وقدرات الإطار القانوني والشراكات المبتكرة؛ (4) الافتقار إلى النماذج المالية التي تعمل على تحسين الاستدامة وطرائق الاستثمار من أجل استدامة مشاريع موارد المياه غير التقليدية، وأخيراً (5) القضايا البيئية.

المقدمة والسياق

تخضع معظم الدول العربية لظروف مناخية قاحلة وشبه جافة. وتشكل المنطقة العربية حوالي 6 في المائة من سكان العالم الحاليين، ولكن تتوفر على 1 في المائة فقط من موارد المياه العذبة في العالم. ويبلغ متوسط نصيب الفرد من موارد المياه الزرقاء المتجددة في المنطقة العربية حوالي 575 متر مكعب / للفرد / سنة). وباستثناء موريتانيا، تعاني المنطقة العربية بأكملها من ندرة المياه في إشارة إلى نصيب الفرد، الذي يقل عن حد الندرة الى 1000 متر مكعب / للفرد / السنة (التقرير الثالث عن حالة المياه للمنطقة العربية 2015).ويذهب حوالي 80 في المائة، في المتوسط، من استخدام المياه العذبة في البلدان العربية مباشرة إلى الزراعة.

ويقدر المعهد الدولي لإدارة المياه أن 18.4 مليار متر مكعب من مياه الصرف الصحي الحضرية الغنية بالمغذيات يتم إنتاجها في الدول العربية، والتي يفقد منها ما يصل إلى 50 في المائة دون استخدام منتج والتي أهدرت فرص استعادة الموارد وتحسين سبل العيش والصحة. كما أنه من بين 50 في المائة من المياه المعالجة، يتم إعادة استخدام 22 في المائة بشكل مباشر ويتم إعادة استخدام 28 في المائة بشكل غير مباشر.

(IWMI 2021، مشروع ReWater MENA: إعادة استخدام المياه بشكل أكثر أمانًا في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا الحوار الأول بين العلوم والسياسات. حدث جانبي لمنتدى المياه العربي الخامس، دبي، الإمارات العربية المتحدة).

IWMI 2021, ReWater MENA Project: More and) Safer Water Reuse in the MENA Region First Science-Policy Dialogue. A side-line event to the 5th Arab Water Forum, Dubai, United Arab .(Emirates

وتعتبر ندرة الموارد المائية ومتطلبات حماية البيئة والموارد الطبيعية من العوامل الرئيسية التي تدفع الدول العربية إلى اعتبار المياه غير التقليدية موارد مائية إضافية إلى الخطط الوطنية لتدبير الموارد المائية وذلك لتضييق فجوة العرض والطلب على المياه.

في هذا الصدد، يستوجب نهج مقاربة شمولية جديد ومبتكرة لسد الفجوات التكنولوجية والقيود المادية، والاجتماعية والاقتصادية والمؤسساية، لإطلاق الإمكانات الكبيرة لموارد المياه غير التقليدية نحوالاندماج في الإطار الوطني. ويمكن أن يكون للاستخدام غير التقليدي للمياه فوائد مختلفة لسبل العيش ودعم الأمن الغذائي، ولكنه يشكل مخاطر جسيمة على صحة الإنسان والبيئة إذا لم تؤخذ الضمانات في الاعتبار بشكل صحيح.

ويصل إجمالي موارد المياه غير التقليدية لجميع الدول العربية إلى 73.55 مليار متر مكعب في السنة. ويرجع 40 في المائة تقريبا من هذه الكمية إلى الصرف الزراعي المنتج (PAD) والذي يصل إلى 28.5 مليار متر مكعب / سنويا.

من ناحية أخرى، تمثل مياه الصرف الصحي الحضرية والصناعية المنتجة 24.84 مليار متر مكعب في السنة (34 في المائة). ويرتبط العشر المتبقي من موارد المياه غير التقليدية بمياه التحلية المنتجة (PDW)، حيث تنتج محطات تحلية المياه في جميع البلدان العربية 7.09 مليار متر مكعب في السنة (9 في المائة). وتساوي إجمالي المياه المالحة القابلة للاستغلال، كما ورد في التقرير، 5.73 مليار متر مكعب في السنة، في حين تبلغ المياه الجوفية المعاد تدويرها 7.5 مليار متر مكعب في السنة .أما المياه الجوفية المعاد تدويرها فتصل الى 7.5 مليار متر مكعب / سنة. (التقرير الثالث لحالة المياه للمنطقة العربية 2015. صفحة 50). (3rd State of the Water Report for the Arab Region 2015.

ويبلغ الحجم السنوي لمياه الصرف الصحي المنتجة في العالم حوالي 219.7 مليار متر مكعب، يتم جمع 142.3 مليار متر مكعب منها، ويتم معالجة 129.7 مليار متر مكعب فقط بأمان ويتم إعادة استخدام حوالي 21 في المائة من المياه المعالجة بأمان بشكل رئيسي في الري الزراعي والمناظر الطبيعية وملاعب الغولف.(Qadir et al,. 2020).

ويشار إلى أن يتم الآن سد فجوة توفر المياه تدريجياً عن طريق تحلية مياه البحر، التي لها العديد من المزايا مقارنة بخيارات إمدادات المياه الأخرى لأنها تستغل موردا غير محدود فعليا، ويكون أكثر حصانة إزاء المطالب السياسية أو الاجتماعية من أعمال المنشئات المائية التقليدية. بالإضافة إلى ذلك، فإن مياه البحر المحلاة لا تتأثر لتغير المناخ ويمكن أن تقلل من التوترات بين البلدان التي تكافح من أجل موارد المياه المشتركة . وللتذكير يعيش حوالي 80٪ من سكان المنطقة العربية على بعد 100 كيلومتر من البحر (أفد 2009: تغير المناخ السنوي. تأثير تغير المناخ: الضعف والتكيف - المناطق الساحلية). (AFED 2009: Climate change annual. Impact of Climate Change: Vulnerability and Adaptation – Coastal areas).

إن تحلية مياه البحر والمياه المالحة من العمليات الواعدة من أجل إيجاد حل لمشكلة العجز المائي في العالم، ولقد عرف استخدامها زيادة قدرها 6,8 في المائة سنويا على مدار العقد الماضي. وتبعا للجمعية الدولية لتحلية المياه (IDA)، بلغت الطاقة الإنتاجية لمحطات تحلية المياه في العالم 99.8 مليون متر مكعب/ في اليوم في سنة 2017، بواسطة حوالي 18500 محطة في 150 دولة. وتصل سعة تحلية مياه البحر في العالم إجمالاً نحو 61 في المائة، بينما تصل النسبة المئوية من تحلية المياه المالحة إلى 30 في المائة..(Khaled Elsaida, and al., 2020).

كما تشير التقديرات إلى أن سوق تحلية المياه العالمي سينمو بمعدل 9 في المائة في السنوات القادمة وأن 74 في المائة من هذا النمو سيأتي من أوروبا والشرق الأوسط وأفريقيا (أحمد وآخرون، 2019). حيث تخطط الدول العربية لزيادة طاقة تحلية المياه من 36 مليون متر مكعب في اليوم في سنة 2011 إلى حوالي 86 مليون متر مكعب في اليوم بحلول سنة 2025. وستتم معظم هذه الاستثمارات في دول الخليج والجزائر وليبيا. وتقدر الاحتياجات الاستثمارية لعام 2025 بنحو 38 مليار دولار منها 27 مليار دولار في دول الخليج.

من جانب أخر في العديد من البلدان العربية، تلحق مياه الصرف بالمجاري المائية السطحية لتعويض النقص الوطني في استخدامات المياه الزراعية. حيث تعتمد مصر والعراق بشكل كبير على إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي. هذا العنصر مهم أيضا لسوريا. في الواقع، من إجمالي 28.5 مليار متر مكعب من الصرف الزراعي المنتج، يتم استخدام 66.6 في المائة في كل من مصر والعراق وسوريا.

وللتذكير، تتعلق الدوافع الأساسية لاستخدام المياه غير التقليدية في المنطقة العربية بما يلي:

- النمو السكاني الذي يؤدي إلى زيادة الطلب على المياه في جميع القطاعات، لاسيما الزراعة التي تسهم في الأمن الغذائي.
- تغير المناخ الذي يؤدي إلى انخفاض هطول الأمطار وزيادة الظواهر القصوى (موجات الجفاف والفيضان).
- حماية البيئة (الحد من عبئ تلوث المياه من جميع المصادر) من خلال المعالجة التي توفر المياه لإعادة استخدامها.

أكبر تحدي يتعرض له صناع القرار في الوقت الحالي هو تحقيق الاستخدام الأمثل للمياه الغيرالتقليدية مع ضمان أنها مستدامة بيئيا ومربحة ومقبولة للعموم.

ينطوي استخدام المياه غير التقليدية في الزراعة في المنطقة العربية على تحديات كبرى عديدة، منها: (1) التحدي المتعلق بالبيانات، بما في ذلك الكشف والولوج إلى مياه ذات نوعية جيدة وبشكل موثوق من أجل التخطيط الملائم والفعال؛ (2) التكنولوجيات الفعالة من حيث التكلفة والمسائل المتعلقة بها؛ (3) التحديات المؤسساتية، بما في ذلك التداخل بين الاختصاصات والتقسيم وقدرات الإطار القانوني والشراكات المبتكرة؛ (4) الافتقار إلى النماذج المالية التي تعمل على تحسين الاستدامة وطرائق الاستثمار من أجل استدامة مشاريع موارد المياه غير التقليدية، وأخيراً (5) القضايا البيئية.

وتقتصر هذه التحديات على الفرص المتاحة حاليا لتوسيع نطاق إعادة استخدام المياه غير التقليدية وتسريع وتيرتها في المنطقة. ولذلك، يستعين التقرير بالتجارب في المنطقة مع الاستراتيجيات الحالية المتعلقة باستخدام المياه غير التقليدية، وتحدد المناهج الواعدة المطلوب تعميمها لمعالجة المشاكل الإدارية التي تعيق استخدام المياه غير التقليدية في المنطقة.

وسيسلط هذا القسم التالي الضوء على الاتجاهات المختلفة لصانعي السياسات وكسر القيود أمام استخدام موارد المياه غير التقليدية وتحسين التوازن بين الأمن الغذائي والأمن المائي في المنطقة العربية.

1. توجه السياسات لمواجهة التحديات المختلفة

تواجه المنطقة العربية التحدي المتمثل في معالجة مجموعة واسعة من القضايا المعقدة والمتشابكة المرتبطة بإدارة موارد المياه غير التقليدية، ولا سيما جمع ومعالجة وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي، واعتماد التكنولوجيا والاستثمارات. و الإمداد الغذائي لعدد متزايد من السكان. يهدف هذا القسم إلى معالجة التحديات التي تحد حاليًا من فرص التقييم وتسريع التوسع في إعادة استخدام المياه غير التقليدية في المنطقة العربية.

1.1 التحدي الخاص بالبيانات

بحلول من الضروري جمع البيانات الفنية المتوفرة

إن المعلومات غير كافية عن حالة وضع (DAP)، وإعادة استخدام و/ أو التخلص من المياه قليلة الملوحة والمعاد تدويرها والمحلاة من أشكال مختلفة من المياه غير التقليدية والآثار البيئية والصحية المرتبطة بها، سيحد من أي استراتيجية متينة يتم تطويرها في المنطقة العربية. حتى في الحالات التي تتوفر فيها مثل هذه المعلومات، هناك اختلافات كبيرة في التقييم النوعي والكمي للمياه العادمة بسبب المعايير المختلفة المستخدمة. من الضروري تطوير قاعدة بيانات، لملائمة وتنفيذ شبكة وطنية يمكن للمؤسسة الوطنية الوصول إليها. يجب أن تعكس البيانات مزيدًا من التفاصيل، مثل المناطق الجغرافية، وجودة المياه، والأحجام السنوية، والتي من شأنها أن تساعد في تحديد العبئ في البلد. فيما يتعلق بغايات أهداف التنمية المستدامة (أهداف التنمية المستدامة 2 و 3 و 6)، هناك حاجة إلى جمع بيانات أكثر كفاءة لضمان التقييم المناسب عن تقدم البلد. لا تمتلك بعض البلدان بيانات عن جميع المؤشرات، وبالتالي ينبغي أن تجد مقاربة وأطرا بديلة لجمع البيانات التي تظهر تقدمها نحو الهدف المنشود.

ينبغي تحقيق الانسجام بين البيانات التي يتم جمعها

لا يتيسر دائماً عرض البيانات من جميع البلدان المستهدفة بطريقة منسجمة و موحدة. لذلك، تستطيع المنظمات الدولية أو الإقليمية، بالتعاون مع ممثلي المؤسسات الوطنية التي تضع إطارا لجمع البيانات (البحث المكتبي والدراسات الاستقصائية والمقابلات وما إلى ذلك) وتطوير شبكة محلية لجميع البيانات المتعلقة بالموارد المائية غير التقليدية.

أظهرت المعلومات حول تدفق الصرف الصحي ومستوى المعالجة في المناطق الحضرية والريفية ومعدل معالجة المياه في السيطرة على الاختلافات الكبيرة بين البلدان في المنطقة العربية. بالإضافة إلى ذلك، تستخدم البلدان أيضا مجموعة من خيارات معالجة مياه الصرف الصحي. على سبيل المثال، تتم معالجة معظم المياه المعالجة في دول مجلس التعاون الخليجي عن طريق مبدأ المعالجة البيولوجية بالحمأة المنشطة وعمليات المعالجة الثلاثية، بينما تخضع المياه المعالجة في المغرب وتونس للمعالجة في الأحواض. في بعض الحالات، مثل اليمن والعراق وسوريا، هناك نقص في المعلومات حول وظائف خطط معالجة مياه الصرف الصحي، خاصة أثناء النزاعات أو بعدها، عندما لا تتوفر معلومات عن حالة معدل الصرف الصحي في المناطق الحضرية والريفية. فضلا عن معالجة المياه المنظمة في مختلف القطاعات المستهلكة للمياه.

في مجال تحلية المياه، يوجد عدد قليل جدا من قواعد البيانات، وتقتصر على بعض دول مجلس التعاون الخليجي. هناك القليل من قواعد البيانات حول إمكانية إنتاج واستخدام المياه المالحة في البلدان العربية الأخرى.

ينبغي تطوير نظام للمعلومات المائية

عند تطوير نظام معلومات حول المياه، من المهم إيلاء اهتمام خاص لكل مكون من المكونات الخمسة الرئيسية التالية: الحوكمة، وإنتاج البيانات، والإدارة المتكاملة للبيانات، ومعالجة البيانات وتقييمها ونشر المعلومات.

- **الحوكمة :** في كثير من الحالات، يتطلب إقامة نظام معلومات حول المياه المشتركة والفعالة، تعاونا بين المؤسسات وسياسة بيانات للمياه،لا يمكن تحقيق ذلك بدون إرادة سياسية قوية، مع العلم أن الاستثمارات في مشاركة البيانات وتطوير أنظمة المعلومات بشكل عام لها عائد جيد للغاية من الناحية الاستثمارية.
- **إنتاج البيانات:** يجب تنظيمه على أساس الاحتياجات الحقيقية وإشراك جميع الشركاء، من خلال الجمع بين إجراءات المراقبة التقليدية وبيانات الاستشعار عن بعد وتلك التي يمكن توفيرها في الميدان من خلال الإجراءات التشاركية (التعهيد الجماعي).
- **الإدارة المتكاملة للبيانات:** سواء على المستوى الإقليمي أو الوطني أو الحوض المائي، لا يبدأ إنشاء نظام لتبادل المعلومات أو البيانات من الصفر أبدا، لأن العديد من المؤسسات تنتج البيانات ذات الصلة وتديرها وتتبادلها وتستخدمها بالفعل. هناك حاجة إلى استراتيجية مناسبة قائمة على الجرد، فضلا عن لغة مشتركة لضمان إمكانية مقارنة البيانات، وإجراءات لتطوير قابلية التشغيل البيني بين أنظمة المعلومات الحالية.
- **معالجة البيانات وتقييمها:** تتوفر العديد من الأدوات لمعالجة وتحويل مجموعات البيانات الأولية إلى معلومات يسهل الوصول إليها وفهمها من قبل المستخدمين النهائيين، وذلك بفضل طرق المراقبة ووسيلة التواصل المناسبة.
- **نشر المعلومات:** العديد من القنوات والأدوات الرقمية متوفرة (البوابات وتطبيقات الهواتف الذكية والشبكات الاجتماعية وما إلى ذلك) ويمكن استخدامها كجزء من استراتيجية اتصال مناسبة.

لضمان التدبيرالفعال للمياه، يجب أن يكون مديرو الموارد المائية قادرين على الحصول على بيانات ومعلومات موثوقة وحديثة وفق لاحتياجاتهم وتمكنهم من استخدامها. في كل بلد، تنتج مجموعة من البيانات عادة من قبل مؤسسات مختلفة من خلال عمليات جمع بيانات متعددة، بما في ذلك:

- إعداد برامج المراقبة على المستوى الوطني وعلى مستوى الأحواض المائية والمستوى المحلي.
- عملية المراقبة الذاتية (على سبيل المثال الصناعات من أجل المقذوفات).
- والدراسات الاستقصائية / قوائم الجرد / عمليات التفتيش التي تقوم بها الخدمات الإحصائية أو الخدمات الإدارية المشاركة في تدبير موارد المياه (منظمات الأحواض، الخدمات الحضرية، إلخ).

1.2 القضايا التكنولوجية

ينبغي تطوير وتطويع استخدام التقنيات الملائمة والميسورة التكلفة للغرض المقصود بشأن إعادة استخدام المياه

يجب أن تكون التقنيات المبتكرة ذات كفاءة اقتصادية وقبول اجتماعي واستدامة بيئية. يمكن أن يساعد المزج بين الاعتبارات الاقتصادية والهندسية والبيئية في اختيار أفضل حافظة من المياه التقليدية وغير التقليدية على مستوى الحوض. ويُستحسن تجريب وتطويع تقنية المعالجة وإعادة الاستخدام وفقاً للحالة الظروف المحلية. يجب أن يتضمن اختيار تقنية لمعالجة المياه العادمة تحليلاً لفعالية التكلفة ومقارنتها بجميع البدائل الممكنة، مع الأخذ في الاعتبار إمكانية استخدام الطاقة الشمسية بسبب الدواعي المناخية في هذه البلدان من أجل خفض تكلفة التشغيل بشكل كبير. حيث يكون اختيار التقنية التي يتم تطويعها محلياً وفقاً لاستهلاك الطاقة المحدد، أمراً حاسماً في التحكم في تلك التكاليف. لا توجد تقنية واحدة يمكنها معالجة التحديات المائية بالكامل، ويجب تنفيذ التقنيات مع الآخذ في الاعتبار الاحتياجات والشروط المحلية.

ففي حالة محطة معالجة المياه العادمة في منطقة اكادير مزار، استخدمت تقنية بسيطة للغاية تقوم على تنقية الرمال، حيث كانت المحطة تقع على كثبان رملية. كانت الطريقة في محطة معالجة المياه العادمة

في مزار تتكون من أربع مراحل متتابعة: معالجة مسبقة بالمسح وإزالة الحصى وإزالة الشحوم، ويليها النض اللاهوائي على سبيل المعالجة الأولية، ثم تأتي المعالجة الثانوية بموجب تحلل الترشيح على قاع رملي، والمرحلة الأخيرة معالجة ثلاثية باستخدام الأشعة فوق البنفسجية. ويصل التدفق اليومي إلى 30 000 متر مكعب/ في اليوم، حيث يولد كمية كبيرة من النيتروجين تصل إلى 2,087 طن/ في اليوم ويوفر كميات ضخمة من المياه (Mansir, and Choukr-Allah 2021).

توجد موارد مائية غير تقليدية بحاجة إلى بناء الكفاءات والقدارات من أجل التوصل إلى الجودة المستهدفة. لايزال معدل تدبير المياه العادمة ضعيفاً في بلدان عربية عديدة (اليمن وسوريا والعراق وليبيا ولبنان). يوضح الجدول الإجمالي والنسبة المئوية من المياه العادمة التي يتم جمعها ومعالجتها واستخدامها على نحو آمن في بعض البلدان العربية.

تُستخدم المياه العادمة المعالجة في مصر بالأساس في زراعة أشجار الغابات. تتضمن خطة التشجير المبتكرة زراعة شجرة حب الملوك Jatropha Curcas في صحراء الأقصر، ويتم ريها باستخدام المياه العادمة المعالجة من مدينة الأقصر وتنتج المحاصيل المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي. كما تصل الغلة السنوية للهكتار 5 طن من الحبوب، ويمكنها إنتاج ما يصل إلى 1.85 طن من الزيوت.

Country	Total household wastewater generated (million m³)	Proportion of household wastewater generated – Sewers		Total household wastewater collected (million m³)	Proportion of sewer household wastewater collected		Total household wastewater safely treated (million m³)	Proportion of household wastewater safely treated (%)	
		million m³	%		million m³	%		million m³	%
Algeria	1320.124	1289.761	97.7	1005.499	778.256	77.4	1005.499	766.190	76.2
Bahrain	150.855	137.736	91.3	144.261	144.261	100	144.261	137.913	95.6
Egypt	6800.000	5066.00	74.5	3622.656	2079.405	57.4	3097.078	1409.170	45.5
Iraq	916.077	276.655	30.2	433.799	261.581	60.3	339.753	126.048	37.1
Jordan	267.400	178.891	66.9	219.258	219.258	100	219.258	179.792	82
Kuwait	536.212	536.212	100	536.212	536.212	100	454.171	384.683	84.7
Libya	521.515	400.523	76.8	86.741	13.618	15.7	86.741	14.399	16.6
Morocco	886.84	518.801	58.5	674	370.700	55	289.82	104.625	36.1
Qatar	441.633	441.191	99.9	439.632	437.873	99.6	439.632	437.434	99.5
Saudi Arabia	7721.814	4609.923	59.7	6165.466	6165.466	100	6149.304	4894.846	79.6
Palestine	167.116	95.25612	57	107.556	107.556	100	104.712	65.654	62.7
Tunisia	174.397	104.464	59.9	114.63	113.254	98.8	104.16	62.183	59.7
U. A. Emirates	342.742	336.573	98.2	336.458	336.458	100	328.72	315.243	95.9
Yemen	598.365	314.142	52.5	345.109	265.044	76.8	205.855	70.81412	34.4

ويجب الإشارة إلى أن تقنيات استخدام المياه غير التقليدية تتطور بسرعة كبيرة لذا يجب تعزيز التعاون الدولي والشراكات بين القطاعين العام والخاص من أجل التمكن من تنفيذ مثل هذه التقنيات وتبادل المعرفة.

أما المصادر المائية غير التقليدية الأخرى، والمثيرة للاهتمام بشكل خاص، فهي تحلية مياه البحر والمياه المالحة وتنتشر التحلية في الوقت الراهن بموجب تقنية التناضح العكسي. والسبب وراء انتشار تقنية التناضح العكسي يعود إلى نسبة استهلاكها للطاقة التي تبقى منخفضة كثيراً عن تقنيات التقطير. وقد أثبت التناضح العكسي على مدار العقد المنصرم كفاءته من حيث استهلاك الطاقة بالمقارنة بالعمليات الحرارية للتحلية. وبناءً على العمليات الحالية والحصة في سوق التحلية في العالم واستهلاكها المحدد المعلن للطاقة، فإن التناضح العكسي لمياه البحر يصل إلى 60 في المائة من نسبة الإنتاج في العالم باستهلاك حراري يقدر ب 3.5 كيلو وات في الساعة/ للمتر المكعب بينما تمثل نسبت الإنتاج بالتقنيات الحرارية 40 في المائة با ستهلا ك حراري يقدرب17 كيلو وات في الساعة/ للمتر المكعب (hahzad. 2019)

مؤخراً كانت هناك جهود كثيرة بغية الحد من تكلفة الإنتاج للمياه المحلاة، لاسيما عن طريق:

1. استخدام المزيد من المواد والمعدات الفعالة (الأغشية والمضخات ونظم استعادة الطاقة...).

2. إمداد نظم التحلية بالطاقة المتجددة.
3. اعتماد الأشكال التي تتصل فيها التقنيات الأخرى لمعالجة المياه (الترشيح الفائق والتصفية المصغرة) بالنظم "الكلاسيكية" للتناضح العكسي.
4. تثمين المحاليل الملحية المرفوضة من محطات التحلية. وهكذا، ومن منظور معالجة الأثر السلبي لهذه المحاليل الملحية على البيئة، جاري حالياً تطوير خيارات عديدة لتقييمها : النهج المعني بعدم تصريف السوائل، إنتاج المفاعلات الكيميائية (الكلور والأحماض والقلويات...) والتحكم في الثلوج في البلدان الأكثر برودة.

لذا لابد من إطلاق نهج استباقي من أجل الاستفادة من إمكانيات جميع التقنيات القائمة - وألا يقتصر الأمر تقريباً على التناضح العكسي فقط - وإمكانية اقتران تلك التقنيات بالطاقة المتجددة. لا يوجد تقنية واحدة يمكنها معالجة التحديات المائية بالكامل، ويجب تنفيذ التقنيات مع الآخذ في الاعتبار الاحتياجات والشروط المحلية.

وبالفعل في حالة مياه البحر، يعتبر التناضح العكسي أنسب تقنية، وفي حالة الماء المالح، توجد تقنيات أخرى ناضجة كذلك مثل التحال الكهربائي والتحال الكهربائي العكسي والترشيح النانوي، التي يمكنها التكيف على نحو أفضل. يوجد في الوقت الراهن تقنيات أخرى قيد التطوير مثل التأين السعوي والتناضح الأمامي، التي تنطوي على إمكانيات أداء عالية ويمكن أن تكون ذات أهمية في حالة تحلية الماء المالح.

ولأجل التصدي للتحديات التقنية التي يمكنها عرقلة حشد تحلية مياه البحر والماء المالح في الزراعة، من الضروري وضع استراتيجية بناء على محورين كما يلي:

- إدارة المعرفة، التي يمكنها تيسير نقل سر الصنعة المكتسب في مجال التحلية إلى مستويات مختلفة، بمعرفة أغلب البلدان العربية، في مجال إنتاج مياه الشرب والمياه الصناعية للزراعة.
- الغرض من المراقبة التكنولوجية والبحث والتطوير هو تحقيق الفائدة للبلدان العربية من الابتكارات التكنولوجية في جميع أرجاء العالم واستكشاف الحلول المبتكرة. لابد أن يتضمن الأمر عقد الشراكات مع الجامعات والمراكز البحثية والمراكز المتخصصة في مجال تطويع وتحسين التقنيات التي يتم تنفيذها.

لايزال البحث والتطوير بشأن تعبئة الموارد المائية غير التقليدية متواضعاً في المنطقة العربية، بالمقارنة بالمناطق الأخرى حول العالم والتي يكون لها نفس الاحتياجات، مثل أسبانيا وكاليفورنيا واستراليا؛ إذ لابد من إطلاق نهج أكثر استباقية من أجل الاستفادة من إمكانيات التقنيات القائمة - وألا يقتصر الأمر على التناضح العكسي فقط - وإمكانيات الاقتران بالطاقة المتجددة.

1.3 التحديات المؤسساتية

من الضروري وضع إطار للتوافق مع تحديد واضح للمسؤولية والمساءلة والتطبيق

يتم تنفيذ التشريعات في دول عديدة على نحو ضعيف وغير مرضي بسبب عوامل مختلفة، أكثرها شيوعاً غياب التنفيذ ونقص الموارد (البشرية والهيكلية والمالية) وإجراءات التطبيق البطيئة أو غير المجدية. وفي بعض الدول، توجد وكالات أو منظمات عديدة تتعارض صلاحياتها فيما بينها، وأحياناً ينتج عن ذلك سوء التنسيق أو انعدامه وإصدار القرارات المتضاربة.

تعوق هذه العوامل الإلمام السليم بالمسائل المتعلقة بالإدارة وتؤثر بشكل كبير على تنفيذ القوانين والتدابير (على سبيل المثال، فيما يتعلق بتصريف المياه العادمة غير المعالجة أو الأملاح، مما يتسبب في تلوث البيئة.

يمكن اتباع نموذج الأردن، حيث يعاد استخدام حوالي 09 في المائة من المياه العادمة في الأنشطة الزراعية. وبينما تخضع كل المياه العادمة المعالجة في الأردن لمستويات معالجة ثانوية على الأقل (بالأخص الحمأة النشطة والتطهير باستخدام الكلور)، من أجل حماية كل من البيئة وصحة الإنسان، لابد أن تستوفي المياه العادمة المعاد استخدامها معايير الجودة الإضافية للتصريف. حيث تحظى الأردن ببعض من أكثر التدابير المتقدمة في مجال السلامة والرقابة على مستوى إعادة استخدام المياه العادمة في المنطقة. وقد تم نشر المعيار الأول لإعادة استخدام المياه المعاد تدويرها في عام 1991 (تم وضع المعيار وفقاً للخطوط التوجيهية من منظمة الصحة العالمية) وتم تعديله في عام 6002 (6002/938). تجدر الإشارة إلى أن أغلب المياه المعاد تدويرها تُستخدم على نحو غير مباشر.

وتعتبر هيئة المياه في الأردن هي المسؤولة عن قطاع معالجة المياه العادمة والتنسيق بين الموافق الفردية. بالنسبة لإعادة استخدام المياه العادمة، تم إبرام الاتفاقات بين المزارعين والمرافق ووزارة المياه والري. كما يتعين على المزارعين الحصول على الترخيص من وزارة الزراعة لتوضيح التفاصيل بشأن أنواع المحاصيل المستخدمة وتقنيات الري. و تتولى وزارة الصحة في الأردن وكذلك إدارة الأغذية والأدوية مسؤولية مراقبة جودة المنتجات المعروضة في الأسواق. على الرغم من النجاح الذي حققته الأردن في مبادرة إعادة استخدام المياه العادمة، يجب تحقيق المزيد من التطوير المؤسسي بغية توضيح الأدوار والمسؤوليات وتعزيزها، وتنفيذ المعايير والمساطر ورصد السلامة والعمليات.

وجوب تطوير في نفس الوقت، الاطار السياسي والبرمجة

لابد من تطوير الاطار السياسي والتخطيط التي يمكن للحكومات والبلديات ومجموعات الموارد المائية استخدامها من أجل تطوير السياسات والممارسات المحددة لتطوير المياه العادمة المعالجة كمصدر للمياه في المستقبل للزراعة المسقية. يجب تطوير الأطر باستخدام مبادئ المياه، وينبغي تقييم المياه والمغذيات بطريقة ملائمة بصفتها من الموارد.

من منظور التخطيط، يجب على الحكومات العربية التركيز على التخطيط وفقاً للطلب بشأن مشاريع إعادة الاستخدام". ونقدم مثالاً جيداً على ذلك، ونقصد به الشراكة المغربية بين ملاعب الجولف في أكاديرومراكش ووكالات المياه في هاتين المدينتين التي تمدهما باستمرار بالمياه العادمة المعالجة. هذا الطلب على النفايات السائلة المعالجة مدفوع بندرة المياه في جميع أنحاء مراكش، وارتفاع ملوحة المياه الجوفية في أكادير.

من المهم تطوير بيئة مواتية من خلال السياسات والمساطر

وفي سياق البلدان العربية المختلفة، يظهر التوسع في استخدامات المياه غير التقليدية بوتيرة مختلفة. إلا أنه يحتاج إلى تدابير سياساتية قابلة للتنفيذ، يمكنها تسريع وتيرة استخدام العلم في صناعة السياسات. ولذلك يتعين تهيئة بيئة تمكينية تتيح إجراء التعديلات اللازمة لمعالجة التحديات المختلفة بما في ذلك المالية والقانونية والمتعلقة بالقدرات والسلطة والحوكمة والمركزية في مقابل اللامركزية. كما يتعين تحديد الشروط الإطارية اللازمة لتعديل الوضع بشأن الاستخدام غير التقليدي وتنفيذ الحلول مع توسيع الأثر. أما العوامل الأساسية لدمج ذلك، فهي كما يلي:

- استخدام السياسات والمساطر لها دور قوي في تعزيز تنفيذ التقنيات بشأن استخدام المياه غير التقليدية سواء من خلال مشاريع القطاع العام أو من خلال تمكين القطاع الخاص. فالسياسات الراهنة بشأن استخدام المياه العادمة المعالجة مفتتة للغاية، وغير مكتملة في كثير من الدول، مما يدعو إلى منع تطوير المياه العادمة المعالجة لتصبح إمدادات مياه للزراعة المروية.

إن سوء التنسيق بين السياسات الرامية إلى تكامل الصرف الصحي والتنقية وإعادة الاستخدام وبرامج الاسترداد للمنتجات الثانوية للصرف الصحي (المياه العادمة المعالجة والحمأة) غير متكاملة بما يكفي لتحقيق التخطيط اللازم.

لابد من تطوير أطر السياسات والتخطيط التي يمكن للحكومات والبلديات ومجموعات الموارد المائية استخدامها من أجل تطوير السياسات والممارسات المحددة لتطوير المياه العادمة المعالجة لتصبح وسيلة إمداد بالمياه في المستقبل للزراعة المروية.

يجب صياغة السياسات والأطر التنظيمية بالنسبة لتقنيات المياه الناشئة والمطلوب من المجتمعات اعتمادها على نحو أسرع كثيراً وبطريقة أكثر كفاءة.

هناك حاجة للتغلب على التحدي المتمثل في القبول الاجتماعي والوعي بالمنافع الاقتصادية لموارد المياه غير التقليدية

- التعامل مع المستخدمين النهائيين - إن ضعف القبول الاجتماعي من المستخدمين النهائيين للمياه العادمة المعالجة عائق يجب التغلب عليه. يجب على الحكومات الحفاظ على قنوات التواصل مع المستخدمين النهائيين من أجل معالجة احتياجاتهم وتقديم الدعم اللازم من حيث تعزيز قدرتهم على فهم السياسات وتنفيذها.

بناء جسور الثقة والمساءلة - لابد من الارتقاء بالمسؤولية المشتركة بشأن مشاريع تدبير المياه عن طريق تعزيز التواصل والمشاركة بين جميع الأطراف، بما في ذلك الحكومة والقطاع الخاص والمجتمع المدني والأوساط الأكاديمية والمنظمات الدولية والمراكز البحثية، ضمن غيرها. سوف يضمن ذلك المساءلة الكاملة بشأن الحوكمة المعقدة للمياه غير التقليدية وتحديد الأدوار والمسؤوليات للأطراف. أحياناً تؤدي المساطر الصارمة إلى الحد من قبول المزارعين لاستخدام المياه المعاد تدويرها في مزارعهم (الحالة التونسية، حيث تحظر المساطر استخدام المياه المعاد تدويرها مع محاصيل الخضر (Qadir et al.. 2010).

توجد عوائق اجتماعية تتعلق بشواغل صحية محتملة من جراء استخدام المياه العادة المعالجة وغير المعالجة في الري. إلا أن المساطر الحكومية ومشاركة الأطراف المعنية من شأنها المساعدة في تغيير وجهات النظر السلبية بشأن استخدام المياه غير التقليدية في إنتاج الأغذية.

وتُعتبر التوعية في الدول ومع المستخدمين النهائيين بشأن استخدام المياه غير التقليدية أولوية قصوى. لابد من تغيير العقيدة حتى تؤدي إلى الاقتصاد الدائري. ولذلك، يجب تطوير حملة توعية موجهة شاملة للجميع (الإعلام والمدارس) من خلال حملة إعلامية. هذه الحملات الإعلامية من شأنها توعية صغار المزارعين بشأن إعادة الاستخدام الآمن لتقليل الخوف والتردد الذي يشعر به المزارعون (على سبيل المثال، استخدامات المياه العادمة الخام)، وكذلك المستهلكون.

إن عزوف المزارعين عن استخدام التحلية في الزراعة يبرره ما يلي: (1) تكلفة إنتاج المياه المحلاة؛ (2) جودة المياه المنتجة، حيث يتدنى مستوى معدنيتها، مما يوحي للمزارعين بضرورة استخدام السماد الإضافي؛ (3) مشكلة تصريف الملح.

قد يساعد تطبيق ممارسات التحلية على نطاق أوسع في شتى الأنظمة المائية في ضمان الحصول على إمدادات قادرة على الصمود وتقديم مجموعة من الحلول لمعالجة مسألة نُدرة المياه. ينبغي التعامل مع هذا الاحتمال بواسطة سياسات ومؤسسات داعمة والتمويل المبتكر. على سبيل المثال، وعلى الرغم من وجود الخبرة الدولية بشأن التحلية في مجال إنتاج مياه الشرب، غالباً ما تحتاج المرافق إلى بناء القدرات للقيام بالتحلية من أجل الزراعة، حيث توجد تقنيات كثيرة ومعقدة (مثلا تربية الأحياء المائية وإنتاج النباتات الملحية). يتم إحراز التقدم على صعيد البحوث في مجال استخراج المعادن النادرة من المحلول الملحي وتنطوي على تقنيات حديثة: الأغشية المعززة بالجسيمات النانوية وأغشية المحاكاة البيولوجية والتناضح العكسي، يمكنها الإسهام في استخراج المعادن النادرة من المحلول الملحي. تهدف هذه التقنيات إلى خفض استهلاك الطاقة بنسبة تتراوح بين 02 و53 في المائة، وبالتالي خفض التكلفة الرأسمالية بما يتراوح بين 02 و03 في المائة، مع تعزيز عملية الموثوقية والمرونة وخفض حجم تصريف المحلول الملحي بشكل كبير.

يجب دعم تنفيذ هذه النظم المبتكرة بغية تعبئة الموارد غير التقليدية من أجل الحفاظ على الزراعة، بموجب التوعية والتدريب وبناء القدرات سواء على مستوى مؤسسات التدريب أو بين المزارعين. وهناك ضرورة لوجود المؤهلات التي تتراوح ما بين العالية والمتوسطة من أجل المحافظة على أداء تلك النظم.

على الرغم من الخبرة في هذا المجال، من مجالات التحلية الرامية إلى إنتاج مياه الشرب والمياه الصناعية في البلدان العربية، ولاسيما في بلدان دول مجلس التعاون الخليجي، لا توجد آلية (لوائح، هيكل...) يمكنه تيسير نقل المعرفة اللازمة للوصول إلى استخدام التحلية في الأغراض الزراعية.

- **بناء جسور** الثقة والمساءلة - لابد من الارتقاء بالمسؤولية المشتركة بشأن مشاريع - الاتفاقية تدبير المياه عن طريق تعزيز التواصل والمشاركة بين جميع الأطراف، بما في ذلك الحكومة والقطاع الخاص والمجتمع المدني والأوساط الأكاديمية والمنظمات الدولية والمراكز البحثية، ضمن غيرها. سوف يضمن ذلك المساءلة الكاملة بشأن الحوكمة المعقدة للمياه غير التقليدية وتحديد الأدوار والمسؤوليات للأطراف.

الإطار 1 الأرقام الهامة فيما يتعلق بمحطة تحلية أكادير

تبلغ التكلفة الإجمالية لمشروع محطة تحلية أكادير 4,41 مليار درهم، منها 2,35 مليار درهم لعنصر الري و2,06 مليار درهم لعنصر مياه الشرب. تستخدم هذه المحطة المخصصة لتحلية مياه البحر تقنية التناضح.

تبلغ تكلفة الإنتاج الأولية (المرحلة 1) 275,000 متر مكعب/ في اليوم بمعدل 150,000 متر مكعب/ في اليوم لتلبية الاحتياجات من مياه الشرب في مدينة أغادير وبمعدل دفق 125,000 متر مكعب/ في اليوم لتلبية الاحتياجات من مياه الري لمساحة 15,000 هكتار.

وفي المرحلة الثانية، سوف تصل سعة المحطة القصوى إلى 400,000 متر مكعب/ في اليوم.

يتم تمويل المشروع بموجب الشراكة بين القطاعين العام والخاص:

- القطاع الخاص 2,42 مليار درهم مغربي
- القطاع العام 1,86 مليار درهم مغربي
- المزارعون 120 مليون درهم مغربي

مساهمة المزارعين على أساس نسبة 10,000 درهم مغربي/ للهكتار.

لابد من دمج المؤسسات البحثية والأوساط الأكاديمية ومشاورتها في عمليات اتخاذ القرار في قطاعي المياه والزراعة. وهكذا، يجب أن يتناول البحث بشأن هذا الموضوع بمعرفة الأوساط الأكاديمية، والتحديات الاجتماعية وسياسات الدعم واتخاذ القرار.

بالنسبة للماء االمالح، فالخطوط التوجيهية لها أهمية بالغة في مساعدة الأطراف المعنية والمزارعين على استخدام الماء المالح في الري مع الحفاظ على البيئة وحفظ الموارد الطبيعية وزيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية/ جودتها وتعزيز دخل المزرعة.

يجب توجيه المزيد من الجهد نحو وضع استراتيجيات جديدة للإدارة والزراعة بشأن استخدام المياه المالحة التي تحافظ على إنتاج المحاصيل الزراعية وتحفظ البيئة. ولذلك، من الأهمية بمكان التفكير فيما يلي عند تقييم مدى ملائمة المياه المالحة للري:

- لابد من التعرف على مدى تحمل المحاصيل الزراعية للملوحة.
- لابد من إرساء الممارسات المتعلقة بالإدارة من أجل منع تراكم الأملاح أو تقليله في التربة.
- ينبغي تبني تقنية متطورة للري والصرف، تكون مناسبة لاستخدام المياه المالحة.
- يمكن أيضاً التفكير في استخدام مياه الصرف المالحة لتربية الأسماك والطحالب...

وقد تتضمن مجالات التعاون المحتملة: أنشطة لبناء القدرات وتبادل البيانات والمعلومات وإقامة مراكز معرفية لدعم الأفراد والمنظمات العاملة في مجال تدبير واستغلال الماء المالح.

1.4 وسائل التمويل والاستثمار

تحليل التكاليف والفوائد حسب السياق (بناءً على الظروف الإقليمية الفرعية أو الوطنية)

توجد تكاليف وفوائد مرتبطة بالنظم المحددة لمعالجة المياه العادمة وإعادة استخدامها. هناك ضرورة للتفكير في العوامل الأخرى مثل خيارات المعالجة المركزية واللامركزية ومستويات المعالجة (الأولية والثانوية والثلاثية) والخيارات المقصودة من إعادة الاستخدام

وجمع المياه العادمة والبنية التحتية للنقل المؤدية إلى محطة معالجة المياه العادمة في أماكن تفتقر إلى البنية التحتية المماثلة، والخيارات المتاحة لنقل النفايات السائلة المعالجة إلى أماكن محددة لأغراض إعادة الاستخدام. كما يتعين الأخذ في الاعتبار تكلفة إعادة استخدام المياه بشروط، حيث يتم توقع الاستخدامات الحديثة ونقل إمدادات المياه من مكان إلى مكان آخر محدد. وعند القيام بذلك، يجب أن يأخذ التحليل الاقتصادي في الحسبان التبعات المترتبة على تخصيص المياه العادمة وكذلك بعض القيود المفروضة على اختيار المحاصيل الزراعية، بناء على جودة المياه العادمة المعالجة وكميتها في المشاريع المتوقعة في مجال إعادة الاستخدام.

غالباً ما تكون نظم معالجة المياه العادمة وإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة والتحلية مراعية لرؤوس الأموال وتتطلب شركات إدارة متخصصة باهظة التكلفة؛ يجب أن تحظى هذه النقطة باهتمام خاص عند تطبيق التقنيات الجديدة، مثل المفاعلات الحيوية للأغشية والأكسدة الكيميائية الثلاثية.

آليات التمويل والاستدامة المالية

يعتبر ارتفاع تكلفة الاستثمار المرتبط بشبكات جمع المياه العادمة ومحطات المعالجة القادرة على القيام بمعالجة سليمة، عائقا كبيرا آخر يؤدي إلى عدم التأكد من حيث اعتماد البرامج الشاملة لمعالجة المياه العادمة وإعادة استخدامها. إن إحداث مرافق باهظة التكلفة للتوزيع والتخزين، وبتكاليف متكررة باهظة، من أجل تقديم المياه لأغراض زراعية منخفضة القيمة، ليس مضموناً دائماً إلا إذا كانت هناك فوائد تتحقق لقطاعات أخرى.

يجب أن تقدم الحكومات العربية آليات تمويل ملموسة تدعم الاستخدام المستدام المتزايد لتقنيات المياه غير التقليدية. لأجل إزالة العقبات وخفض مخاطر الاستثمار، لابد من تعزيز التعاون الدولي وبين الأطراف المتعددة.

إن الشراكة بين القطاعين العام والخاص أمر أساسي للتخفيف من وطأة الاستثمارات وتقاسم الموارد البشرية والمالية والفنية التكاملية بغية تنفيذ المشاريع المائية الطويلة الأجل.

لقد أدى نقص الآليات الخاصة باستعادة تكلفة معالجة المياه العادمة إلى انخفاض الطلب على المياه العادمة المعالجة على أساس التكلفة، عند مقارنتها بالمياه العادمة المعالجة أو غير المعالجة التي يتم إمداد المزارعين بها مجانا. تكمن الأسباب في أن المزارعين والأسر على حد سواء لديهم تشكك في جودة المياه العادمة المعالجة، حيث لا يملكون إمكانية الوصول إلى جودة المياه التي يستخدمونها أو وسائل رصدها أو التحقق من جودتها. ويعتبر استرداد التكلفة عنصراً أساسيا في تدبير الموارد المائية المستدامة.

لا يمكن اعتماد سياسات الأسعار اللازمة لتشجيع إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة والمياه المحلاة منفصلة، ومن الضروري العمل على الصعيد العالمي على استرداد تكلفة خدمات المياه. وبوجه عام، فإن تكاليف المياه غير التقليدية هي دالة على :

- التكلفة الرأسمالية لبناء المحطات.
- تكلفة الطاقة المستهلكة في العملية.
- تكاليف التشغيل والصيانة الأخرى: أكبر تكاليف تشغيل أخرى هي العمالة والمواد الكيميائية.

هناك ضرورة للتفكير في الموارد المائية غير التقليدية من وجهة نظر متعددة من حيث الاستخدام والاقتصاد الدائري، والتي يمكنها التعامل مع جميع النواحي البيئية والاجتماعية والاقتصادية.

تعمل التكاليف الإضافية المرتبطة بتحويل جودة المياه المعالجة وتوزيعها ومراقبتها على زيادة التكلفة الإجمالية لإعادة الاستخدام. إن ضعف قدرة المزارعين على سداد التكلفة الحقيقية للمياه المعالجة التي يتم توصيلها على مستوى المزارع، يتطلب تدخل الحكومات من أجل دمج العناصر الخارجية الاجتماعية والبيئية الإيجابية ودعم تكلفة المياه المعاد استخدامها.

وفي حالة التحلية، تكون التكلفة الصافية للمياه المحلاة لأغراض الزراعة هي مجموع تكاليف الطاقة والعمالة والمواد الكيميائية والسداد واستبدال الأغشية والتشغيل والإدارة والصيانة. وبالنسبة للتحلية بواسطة التناضح العكسي لمياه البحر، تكون تكلفة التشغيل حوالي 53.0 - 5.0 يورو/ للمتر المكعب (بدون سداد)، حسب حجم المحطة واستهلاكها والمسافة التي تبعد

مكان الاستهلاك عن محطة التناضح العكسي وضخ المنتج. تتراوح تكاليف المياه ما بين 5 في المائة و52 في المائة من الإنتاج الزراعي الإجمالي.

وحيث يمكن أن تتضمن حسابات التكلفة عدة تكاليف (تكلفة الاستثمار وتكلفة التشغيل وتكلفة الإهلاك وما إلى ذلك) وتظل معتمدة على الشروط المحلية (تكلفة الطاقة وتكلفة العمالة...)، يتطلب الأنصاف عند إجراء المقارنات، والأخذ في الاعتبار الاستهلاك المحدد للطاقة بالنسبة للتقنيات المختلفة. يوضح الجدول فكرة عامة عن الاستهلاك المحدد للطاقة: يقدم الجدول الاستهلاك المتوسط المحدد للطاقة بالنسبة للتقنيات المستخدمة في إنتاج المياه العذبة.

نوع المعالجة	استخدام الكهرباء (كيلو وات في الساعة/ في المتر المكعب)
المياه السطحية التقليدية	0.4 إلى 0.6
تحلية الماء المالح	1.0 إلى 1.8
المياه العادمة المعالجة	0.8 إلى 1.4
تحلية مياه البحر	حتى 4.5

المرجع: فوتشكوف، 2019.

تشجيع الشراكة بين القطاعين العام والخاص من أجل استخدام المياه غير التقليدية

يجب إجراء التقييم الاقتصادي لمشاريع إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة من منظور الحوض الإقليمي، مع عقد المقارنة بين التكاليف والفوائد الاقتصادية. ولأجل خفض المخاطر المرتبطة بالاستثمارات وتقاسم الموارد البشرية والمالية والفنية التكميلية بغية تنفيذ مشاريع مائية طويلة الأمد، هناك ضرورة لتطوير شراكات بين القطاعين العام والخاص. ولذلك، ينبغي تطوير مناهج لتشجيع الاستثمارات الخاصة.

الإطار 2 دراسة حالة

أكادير (المغرب) تخفف من حدة وطأة أزمة الجفاف عن طريق بناء محطة تحلية (لمياه الشرب ومياه الري) تصل طاقة الإنتاج الإجمالية بها مبدئياً إلى 275,000 متر مكعب من المياه المحلاة يومياً. كما يسمح تصميم المشروع بإمكانية التوسع في سعة المشروع لتصل إلى 400,000 متر مكعب/ في اليوم. من المتوقع قيام محطة تحلية مياه البحر المذكورة بتأمين إمدادات مياه الشرب لعدد 2,3 مليون نسمة بحلول عام 2030، 20 في المائة من سكان المناطق الريفية.

يتم تمويل المشروع في إطار الشراكة المبتكرة بين القطاعين العام والخاص، والمشروع هو أول عقد تدبير مُسند بهذه الأهمية بموجب القانون 54-05.

يمكن أن تقوم المؤسسات المالية الدولية (مثل البنك الدولي) بدور كبير في دعم البلدان العربية لجذب الاستثمارات الجديدة من أجل تعزيز إدارة المياه وإطلاق آليات التمويل المبتكرة للمشاريع المائية وتمكين الدول من إطلاق العنان لإمكانياتها من الموارد المائية غير التقليدية.

1.5 القضايا البيئية

حماية جودة الموارد المائية ومنع التلوث: يعتمد هذا الإجراء على معرفة الجودة الحالية لموارد المياه والهدف العام لمنع التلوث. كما تستجيب حالة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في العقبة بشكل كبير للاحتياجات البيئية. تزدهر الحياة البرية جنبا إلى جنب مع المستوطنات حول محطة معالجة مياه الصرف الصحي الطبيعية حيث وجدت الطيور المهاجرة من مختلف الأنواع واحة على طول مسارات هجرة الطيور. الجمعية الأردنية للتنمية المستدامة (DSSJ) لديها موقع في هذه المنطقة لمراقبة الطيور المهاجرة والداجنة التي يزورها العديد من الباحثين وفرق التقصي.

وللسماح باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لدعم الزراعة المروية والمعايير التنظيمية، يستوجب مايلي :

- لابد من تسوية القضايا المتعلقة بتقييم معايير جودة المياه والآثار البيئية المحتملة والقضايا التنظيمية من أجل تشجيع أفضل الممارسات وتنفيذ الموارد المائية غير التقليدية.
- وضع معايير (نوعية المياه بالأساس) من أجل استخدام المياه العادمة المعالجة في إعادة ملئ مستودعات المياه الجوفية التي يمكن بعد ذلك استخدامها في الزراعة السقوية.
- أخد بعين الاعتبار مصادر المياه غير التقليدية من وجهة نظر مختلف الاستخدامات المتعددة و من الاقتصاد الدائري، ويمكن أن تعالج جميع النتائج البيئية والاجتماعية والاقتصادية.
- عادة ما يحتوي المياه المالحة و الصوديوم على أملاح يمكن أن تؤثر سلبا على نمو النبات.خفض إنتاجية ملايين الهكتارات من الأراضي الزراعية. ولاستخدام المياه المالحة أو الصوديوم بنجاح في ري المحاصيل،يتطلب تدبير حذر لتجنب التخفيضات قصيرة الأجل والمحاصيل الزراعية والتخفيضات طويلة الأمد في الإنتاجية.

تحلية مياه البحر والمياه المالحة لها آثار بيئية سلبية، ترتبط بشكل أساسي بإنتاج المياه المالحة. عادة ما يكون معدل تدفق المياه المالحة الناتج عن تحلية مياه البحر من 05 إلى 56 في المائة من معدل صبيب مدخلات المياه المراد تحليتها، مع تركيز مضاعف تقريبا للمياه المالحة الأولي. في حالة المياه المالحة ، يمكن أن يتراوح هذا المنتوج من 5 المائة إلى 03 في المائة تقريبا، بالنسبة للصبيب مدخلات المياه المراد تحليتها حسب جودة المياه وتقنية التحلية المستخدمة.

الطريقة الأكثر شيوعاً في إزالة المياه المالحة هي إعادتها إلى البحر والمحيط في حالة محطات التحلية الساحلية. وفي الحالات التي تبعد فيها محطات تحلية الماء االمالح عن الساحل، تذهب الحلول إلى اعتماد التبخر في أحواض أو إلقائها في البيئة الطبيعية. كما تم تطوير مقاربة جديدة مؤخراً من أجل التعامل مع مشكلة المياه المالحة : (1) قصد استعادة المياه من المياه المالحة؛ (2) استعادة المعادن النادرة المشمولة في المياه المالحة؛ (3) تثمين الملح في الإنتاج الكيميائي؛ (4) تربية الأحياء المائية.

لابد من تسوية المسائل المتعلقة بتقييم معايير جودة المياه والآثار البيئية المحتملة والقضايا التنظيمية من أجل تشجيع أفضل الممارسات وتنفيذ الموارد المائية غير التقليدية.

2. خلاصة

يجب تشجيع استخدام المياه غير التقليدية من قبل الحكومات العربية من خلال اتخاذ الإجراءات اللازمة للتعامل بفعالية مع هذه المشكلة. تنشأ العقبات السياسية من القرارات الصعبة سياسيا مثل: (1) التمويل (ضمان معدل عائد جيد للمستثمرين). (2) الاعتبارات الصحية؛ (3) التصور العام؛ (4) التوافق مع السياسات الأخرى؛ (5) الإطار المؤسساتية والقانوني وتنفيذه.

تسير التقنيات المبتكرة جنبا إلى جنب مع السياسات الجيدة لإيجاد حلول للنقاط المذكورة أعلاه. يجب أن تستشار المطالب السياسة بالمجال العلمي ويجب أن يكمن النموذج الجديد في البحث عن حلول هندسية تتماشى مع السياق البيئي والاجتماعي والاقتصادي المحلي.

غالبا ما تحتوي مياه الصرف الصحي المعالجة على مجموعة متنوعة من الملوثات: الأملاح، المعادن، الفلزات، مسببات الأمراض، الأدوية المتبقية، المركبات العضوية، المركبات المسببة لاضطرابات الغدد الصماء. أي من هذه المكونات يمكن أن يضر بصحة الإنسان والبيئة. وقد يعاني المزارعون من آثار صحية ضارة من ملامسة مياه الصرف الصحي، بينما قد يأكل المستهلكون الخضار والحبوب المروية بمياه الصرف الصحي. على هذا النحو، هناك حاجة لمراجعة المساطر وتعزيز الدعم المالي والحوكمة حول مشاريع إعادة استخدام المياه. التحدي الذي يواجه المسؤولين الحكوميين هو تحديد السياسات التي تسمح للمزارعين زيادة المنافع المستفادة من موارد المياه غير التقليدية مع حماية الصحة العامة والبيئة.

يتطلب تدبير المياه أحدث التكنولوجيات لحماية هذا المورد المحدود وتعزيز الأمن على المدى الطويل، وبناء مستقبل أكثر استدامة لشعوب المنطقة العربية. تعد تقنية تحلية مياه البحر بالتناضح العكسي (ORWS) واحدة من أكثر التقنيات استخداما في دول مجلس التعاون الخليجي، ولكن توسعها محدود بسبب طبيعة التقنية، كثيفة الاستهلاك للطاقة. في الآونة الأخيرة، تم تحسين تقنيات لتقديم نفس النتيجة، وبطاقة أقل وتأثير أقل على البيئة. يمكن استخدام الأملاح المستخرجة في هذه العمليات في الأنشطة الصناعية.

بشكل عام، تدعم الحكومة بقوة استعادة وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي. ومع ذلك، فإن هذه الوسيلة لم يشرع بعد في استخدامها على نطاق واسع. يستمر الري في استخدام المياه الجوفية على الرغم من بذل جهود كبيرة لتزويدهم بمياه الصرف الصحي المعالجة. هناك عدد من القضايا المتعلقة بالقابلية الاجتماعية، والمساطر المتعلقة بخيارات المحاصيل، والاعتبارات الزراعية الأخرى التي تؤثر على هذه القرارات. يعبر مزارعو الأراضي الجافة عن مخاوفهم بشأن الآثار طويلة المدى لمياه الصرف الصحي المالحة على محاصيلهم وتربتهم. بالإضافة إلى ذلك، يرى المزارعون أيضا أن القيود المفروضة على المحاصيل تشكل عقبة لأنهم لا يستطيعون زراعة محاصيل عالية القيمة مثل الخضروات بمياه الصرف الصحي المعالجة.

هنالك حاجة إلى دعم سياسي قوي. في الواقع، تظهر العديد من الأمثلة مثل عمان والمملكة العربية السعودية مدى أهمية خلق بيئة للقطاع الخاص ليكون ناجحا في معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها. تعني البيئة مواتية تغيير الاتفاق، والتنظيم والالتزام السياسي (أحيانًا في شكل مبادرة أو خطة رئيسية). ولا يمكن نقل المسؤوليات ببساطة من القطاع العام إلى القطاع الخاص على أمل تحقيق نتائج إيجابية. بالإضافة إلى ذلك، هناك حاجة لفهم التكلفة الاقتصادية لتوفير مصادر جديدة للمياه من خلال المياه غير التقليدية والتأثير طويل المدى على استدامة الغذاء والماء والبيئة.

3. المراجع

Ahmed. F.E.; Hashaikeh. R.; Diabat. A.; Hilal. N. Mathematical and optimization modelling in desalination: State-of-the-art and future direction. Desalination 2019. 469. 114092.

AFED 2009: Climate change annual. Impact of Climate Change: Vulnerability and Adaptation – Coastal areas.

3rd State of the Water Report for the Arab Region. 2 0 1 5. Page 50).

Khaled Elsaida. M.K.bEnas. T.S.cdMohammad. A.Abdelkareemcde. T.Wilberforcef. A.Olabice environmental impact of desalination technologies : review. Science Direct. 2020).

M.Qadir.P.Drechsel. B.J.Cisneros. Y.Kim. A.Pramanik. P.Mehta. O. Olaniyan. global and regional potential of wastewater as water. nutrient and energysource. https://onlinelibrary.wiley.com/2020.

Mansir. and Choukr-Allah 2021. https://www.mdpi.com/2073954/7/13/4441-/htm

Qadir.M. Akissa Bahri. A. Sato. T. and Al-Karadsheh. E. 2010. Wastewater production. treatment. and irrigation in Middle East and North Africa. Irrig Drainage Syst (2010) 24:37–51. DOI 10.1007/s10795-9081--009y).

Shahzad. Muhammad W. / Burhan. Muham- mad / Ybyraiymkul. Doskhan / Choon Ng. Kim2019: Desalination Processes' Efficiency and Future Roadmap. Entropy 2019. 21. 84.

N. Voutchkov. International symposium on the use of nonconventional waters for achieving food security. November. spain.2019.

UN Habitat and WHO, 2021. Progress on wastewater treatment – Global status and acceleration needs for SDG indicator 6.3.1. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat) and World Health Organization (WHO), Geneva.