IWMI
International Water Management Institute

إعادة استخدام المياه في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

كتاب مرجعي

تحرير:

خافيير ماتيو ساغاستا
(المعهد الدولي لإدارة المياه)

محمد الحمدي
(منظمة الأغذية والزراعة)

خالد أبو زيد
(المجلس العربي للمياه)

بتمويل من

Sweden
Sverige

بدعم فني من

Food and Agriculture Organization of the United Nations

Arab Water Council

إعادة استخدام المياه في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

كتاب مرجعي

تحرير:

خافيير ماتيو ساغاستا
(المعهد الدولي لإدارة المياه)

محمد الحمدي
(منظمة الأغذية والزراعة)

خالد أبو زيد
(المجلس العربي للمياه)

Mateo-Sagasta, J.; Al-Hamdi, M.; AbuZeid, K. (Eds.). 2023. *Water reuse in the Middle East and North Africa: a sourcebook. In Arabic.* Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI). 292p. doi: https://doi.org/10.5337/2023.221

/ إعادة استخدام المياه / الموارد المائية / توافر المياه / ندرة المياه / إدارة مياه الصرف الصحي / محطات معالجة مياه الصرف الصحي / استعادة الموارد / استرداد التكاليف / مياه الصرف الصحي البلدية / معايير جودة المياه / اللوائح / المبادئ التوجيهية / التخطيط / إدارة المخاطر / سياسات المياه / حوكمة المياه / إمدادات المياه / مياه الري / المياه الجوفية / طبقات المياه الجوفية / الوادي / المزارعون / تعميم مراعاة المنظور الجنساني / المساواة بين الجنسين / المرأة / التطوير المؤسسي / المنظمات الحكومية / عمليات أصحاب المصلحة المتعددين / التمويل / نماذج الأعمال / النمو السكاني / التحضر / الهجرة / الصحة / دراسات حالة / الشرق الأوسط / شمال أفريقيا / الجزائر / البحرين / مصر / العراق / الأردن / الكويت / لبنان / ليبيا / موريتانيا / المغرب / عمان / فلسطين / قطر / المملكة العربية السعودية / السودان / الجمهورية العربية السورية / تونس / الإمارات العربية المتحدة / اليمن /

النظام القياسي الدولي لترقيم الكتب (ردمك) 978-92-9090-956-9

حقوق الطبع والنشر © 2023، بواسطة المعهد الدولي لإدارة المياه. جميع الحقوق محفوظة. يشجع المعهد (IWMI) على استخدام مواده بشرط أن يتم الاعتراف به واطلاعه في جميع هذه الحالات (انظر الاستخدام العادل أدناه).

إخلاء المسؤولية: تم إعداد هذا المنشور بعناية. تقع مسؤولية التحرير والتدقيق اللغوي والتخطيط والآراء المعبر عنها وأي أخطاء محتملة على عاتق المؤلفين وليس المؤسسات المعنية. لا تعني الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة على الخرائط تأييدا أو قبولا رسميا من قبل المعهد الدولي لإدارة المياه أو المؤسسات الأخرى المعنية.

الاستخدام العادل: ما لم يذكر خلاف ذلك، أنت حر في نسخ أو تكرار أو إعادة إنتاج وتوزيع أو عرض أو نقل أي جزء من هذا التقرير أو أجزاء منه دون إذن، وإجراء ترجمات أو تعديلات أو أعمال مشتقة أخرى **وفقا للشروط التالية:**

الإسناد: يجب الإشارة إلى العمل وفقا لمعايير الاقتباس الدولية، بينما يجب ألا يشير الإسناد بأي حال من الأحوال إلى تأييد المؤسسات المعنية أو المؤلفين.

الاستخدام غير تجاري: لا يجوز استخدام هذا العمل لأغراض تجارية.

المشاركة على حد سواء: إذا تم تغيير هذا العمل أو تحويله أو البناء عليه، فلا يجوز توزيع سوى العمل الناتج فقط بموجب ترخيص المشاع الإبداعي نفسه أو ترخيص مشابه لهذا الترخيص.

يرجى إرسال التعليقات أو الاستفسارات حول هذا المنشور إلى المحررين وإلى منشورات المعهد بشكل عام إلى mailto:IWMI-Publications@cgiar.org المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI) على عنوان البريد الالكتروني IWMI-Publications@cgiar.org

للاطلاع على جميع منشورات المعهد، يمكنكم زيارة: www.iwmi.org/publications

ملاحظة: جمع هذا الكتاب بيانات من 19 دولة عربية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (وهى الجزائر والبحرين ومصر والعراق والأردن والكويت ولبنان وليبيا وموريتانيا والمغرب وعمان وفلسطين وقطر والمملكة العربية السعودية والسودان وسوريا وتونس والإمارات العربية المتحدة واليمن). من بداية هذا الكتاب إلى نهايته، يشير مصطلحا «منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا» و/ أو «المنطقة» إلى الـ 19 دولة المذكورة فقط.

المحتويات

الاختصارات والمختصرات viii
المحررون x
انتماءات المؤلفين xi
تمهيد xii
شكر وتقدير xiv

القسم 1: تطور وحالة وآفاق إعادة استخدام المياه في منطقة شمال افريقيا والشرق الأوسط

مقدمة 1
خافيير ماتيو ساغاستا

الفصل 1
سياق ودوافع إعادة استخدام المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا 3
نسرين لحام، خافيير ماتيو ساجاستا، محمد عرابي ويوسف بروزيين

الفصل 2
إنتاج مياه الصرف الصحي ومعالجتها وإعادة استخدامها في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: فرص غير مستغلة؟ 15
خافيير ماتيو - ساغاستا، وناغا مانوهار فيلبوري، ومحمد أو. إم. عرابي

الفصل 3
سياسة إعادة استخدام المياه والتطوير المؤسسي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: دراسات حالة من مصر والأردن ولبنان والمملكة العربية السعودية وتونس 43
محمد توفيق، ماري هيلين ناصيف، ألفة محجوب، علاء الدين محمود، غادة كساب، محمد العمير وخايمي هوجستيجر

الفصل 4
تكلفة مشاريع إعادة استخدام المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وآليات استرداد التكاليف 63
سولومي جبريزغابر وثيوفيلوس كودوا وخافيير ماتيو ساغاستا

الفصل 5
معايير ولوائح جودة المياه لإعادة استخدام المياه الزراعية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: من المبادئ التوجيهية الدولية إلى الممارسات القطرية 79
ماري هيلين ناصيف ومحمد توفيق وماري تيريز أبي صعب

القسم 2: المبادئ التوجيهية المواضيعية

مقدمة 106
خافيير ماتيو ساغاستا

الفصل 6
دليل إرشادي لتطوير نماذج إعادة استخدام المياه القابلة للتمويل 109
سولومي جبريزغابر و م. راجي درويش

الفصل 7
المبادئ التوجيهية لتعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي 122
إيفريستو مابيدزا، وبيزايت ديسالين، ومليكة عبد العالي مارتيني، وهبة الحريري

الفصل 8
مبادئ توجيهية لتحسين قبول إعادة استخدام المياه 142
خافيير ماتيو ساغاستا وباي دريشسل

الفصل 9
نحو تخطيط وإدارة أكثر انسجاما لإعادة استخدام المياه الزراعية:
المبادئ التوجيهية والممارسات والعقبات 156
ماري هيلين ناصيف ومحمد توفيق

القسم 3: مجموعة مختارة من حالات إعادة استخدام المياه في منطقة شمال إفريقيا والشرق الأوسط

مقدمة 172
خافيير ماتيو ساغاستا

دراسة الحالة 1: المغرب
محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش والمناظر الطبيعية الحضرية 176
إبراهيم سعودي وعادل الداودي

دراسة الحالة 2: المغرب
محطة معالجة مياه الصرف الصحي بوخلف والمساحات الخضراء في طنجة وإعادة استخدام مياه ملعب الجولف 189
إبراهيم سعودي وتوماس فر وإيمان الحاتمي

دراسة الحالة 4: تونس
محطة صفاقس الجنوبية لمعالجة مياه الصرف الصحي و المنطقة السقوية العمومية الحاجب 200
شكري صفار وابتسام شمتوري

دراسة الحالة 4: تونس
محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وردانين و المنطقة السقوية العمومية 212
شكري صفار وابتسام شمتوري

دراسة الحالة 5: فلسطين
محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا وري نخيل التمر في الضفة الغربية 223
نضال محمود

دراسة الحالة 6: الأردن
محطة تالا باي لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدام مياهه من قبل الفنادق والمنتجعات 236
لؤي فروخ

دراسة الحالة 7: الأردن
محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى ومنطقة ري البرسيم الحجازي في سد الأحمر 245
لؤي فروخ

دراسة الحالة 8: الإمارات العربية المتحدة
محطة الوثبة 2 لمعالجة مياه الصرف الصحي ومخطط الري في أبوظبي 255
محمد داود

دراسة الحالة 9: الإمارات العربية المتحدة
محطة جبل علي لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدام المياه في دبي 268
محمد داود

قائمة الجداول

الجدول 1.1: النمو السكاني والتحضر في بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. 6
الجدول 1.2: نصيب الفرد من الموارد المائية في بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. 8
الجدول 2.1 المتوسط المرجح لتكوين مياه الصرف الواردة في محطات معالجة مياه الصرف البلدية في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا 25
الجدول 2.2 المتوسط المرجح لتركيبة مياه الصرف الصحي الوافدة إلى محطات معالجة مياه الصرف الصحي البلدية في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. 29
الجدول 2.3 إنتاج مياه الصرف الصحي ومعالجتها وإعادة استخدامها في 19 دولة داخل منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في عام 2020 (أو آخر السنة المتاحة). 32
الجدول 2.4 الموارد المضمنة في مياه الصرف الصحي البلدية في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. 34
الجدول 3.1 التطور التاريخي لمعالجة مياه الصرف واستخدامها في مصر. 47
الجدول 3.2 رسم الخرائط المؤسسية للمؤسسات المسؤولة عن أنشطة إدارة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في مصر. 48
الجدول 3.3 التطور التاريخي لقطاع إعادة استخدام المياه في الأردن. 49
الجدول 3.4 رسم الخرائط المؤسسية لوزارة المياه والري (MWI)، المؤسسة المسؤولة عن إدارة مياه الصرف الصحي وأنشطة إعادة استخدامها في الأردن. 50
الجدول 3.5 التطور التاريخي لقطاع إعادة استخدام المياه في لبنان. 52
الجدول 3.6 رسم الخرائط المؤسسية للمؤسسات المسؤولة عن أنشطة إدارة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في لبنان. 53
الجدول 3.7 التطور التاريخي لإعادة استخدام المياه في المملكة العربية السعودية. 55
الجدول 3.8 رسم الخرائط المؤسسية للمؤسسات المسؤولة عن أنشطة إدارة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في المملكة العربية السعودية. 56
جدول 3.9 التطور التاريخي لقطاع إعادة استخدام المياه في تونس. 58
الجدول 3.10 رسم الخرائط المؤسسية للمؤسسات المسؤولة عن أنشطة إدارة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في تونس. 59
الجدول 4.1 التكلفة الاستثمارية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي بنظام المعالجة الثلاثية (دولار أمريكي/م3) 69
الجدول 4.2 التكلفة الاستثمارية والتشغيلية لأنظمة المعالجة المختلفة في مصر. 70
الجدول 4.3 التكلفة التشغيلية لكل وحدة من مياه الصرف الصحي المعالجة بأنظمة المعالجة الثلاثية (دولار أمريكي/ م3). 70
الجدول 4.4 سعر وحجم المياه المستصلحة واسترداد التكاليف التشغيلية من مبيعات المياه. 72
الجدول 4.5 تكلفة إعادة تغذية طبقة المياه الجوفية المدارة لمختلف التكنولوجيات. 74
الجدول 5.1 المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية بشأن الاستخدام الآمن لمياه الصرف الصحي في الزراعة. 84
الجدول 5.2 التحديات والحلول لتطوير وإنفاذ معايير لإعادة الاستخدام الزراعي. 87
الجدول 5.3 التطور التاريخي للوائح جودة إعادة استخدام المياه الزراعية في خمسة بلدان بمنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. 88
الجدول 5.4 فئات «ظروف الاستخدام» في 12 بلدا في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. 92
الجدول 5.5 المعايير والقيود الرئيسية لمكافحة مسببات الأمراض. 96
الجدول 5.6 المحددات الفيزيائية والكيميائية لأفضل فئة من المخلفات السائلة المعالجة في لوائح مختلفة. 97
الجدول 5.7 التصنيف والمعايير الزراعية المعتمدة لتنظيم إنتاج المحاصيل في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. 98
الجدول 6.1 مزايا وعيوب آلية تقاسم التكاليف. 116
الجدول 9.1 الترتيبات المجتمعية المشتركة لإدارة مياه الصرف الصحي وإعادة الاستخدام الموجودة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. 165

جداول دراسات الحالة

الجدول 1.1 التسلسل الزمني لتطور محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش. 178
الجدول 1.2 النصوص التنظيمية المتعلقة باستعادة وإدارة مياه الصرف الصحي في المغرب. 182
الجدول 1.3 التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف. 183
الجدول 1.4 مصادر التمويل 2009-2018. 183
الجدول 1.5 المساهمات في البنية التحتية للمناطق الخضراء وإعادة استخدام بساتين النخيل. 184
الجدول 1.6 مشروع معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش والمساحات الخضراء وملاعب الغولف: تحليل SWOT. 186
الجدول 2.1 النصوص التنظيمية المتعلقة باستعادة وإدارة مياه الصرف الصحي في المغرب. 193
الجدول 2.2 التمويل والآفاق المالية المستقبلية وتكلفة الاسترداد. 195
الجدول 2.3 مشروع إعادة استخدام المياه للمساحات الخضراء وملاعب الجولف في بوخلف ومحطة معالجة مياه الصرف الصحي في طنجة: تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات(SWOT). 197
الجدول 3.1 المناطق المروية واستخدام الأراضي للمزارع التي تخدمها محطة صفاقس الجنوبية للمياه. 203
الجدول 3.2 التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف. 206
الجدول 3.2 التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف. 207
الجدول 3.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي صفاقس الجنوبية المنطقة السقوية العمومية الحاجب: تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات. 210
الجدول 4.1 التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف. 217

الجدول 4.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين و المنطقة السقوية العمومية: تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات 220
الجدول 5.1 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا: ورقة البيانات. 225
الجدول 5.2 النفقات الرأسمالية وتكاليف التشغيل واسترداد التكلفة. 231
الجدول 5.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا وري نخيل التمر في الضفة الغربية: تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات. 233
الجدول 6.1 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في تالا باي: التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف. 241
الجدول 6.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في تالا باي وإعادة استخدام المياه: تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات (SWOT). 243
الجدول 7.1 محطة معالجة مياه الصرف الصحي بوادي موسى. التمويل والنظرة المالية واستعادة التكاليف. 251
الجدول 7.2 حالة إعادة الاستخدام بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى والسد الأحمر: تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات. 253
الجدول 8.1 التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف. 262
الجدول 8.2 محطة الوثبة 2 لمعالجة مياه الصرف الصحي ومشروع إعادة استخدام المياه في أبوظبي: تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات. 266
الجدول 9.1 قدرة المرحلة الأولى والثانية من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي. 270
الجدول 9.2 التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف. 273
الجدول 9.2 التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف (تتمة). 274
الجدول 9.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي وحالة إعادة استخدام المياه في دبي: تحليل لمواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات. 277

قائمة الأشكال

الشكل 2.1 تدفقات مصير مياه الصرف (مقتبس من Mateo-Sagasta and Salian 2012). 20
الشكل 2.2 نصيب الفرد من توليد مياه الصرف البلدية والمنزلية في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. 22
الشكل 2.3 مياه الصرف الصحي المتولدة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا 23
الشكل 2.4 الاتجاهات في توليد مياه الصرف البلدية في بلدان مختارة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. 24
الشكل 2.5 نسبة مياه الصرف الصحي المنزلية المعالجة بأمان في عام 2020 وفقا لمنظمة الصحة العالمية (2021). 28
الشكل 2.6 موقع وتوزيع مشاريع إعادة استخدام المياه العاملة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا اعتبارا من عام 2020 (العدد = 409). 31
الشكل 3.1 سحب المياه حسب القطاع في البلدان الخمسة في عام 2017 (منظمة الأغذية والزراعة 2022أ). 45
الشكل 4.1 التحليل المالي مقابل التحليل الاقتصادي لحلول إعادة استخدام المياه (مقتبس من «Otoo» وآخرين 2016). 66
الشكل 4.2 حصة مكونات التكلفة في إجمالي التكلفة التشغيلية. 70
الشكل 5.1 المحددات الرئيسية المرصودة في المخلفات السائلة المعالجة. 83
الشكل 5.2 أمثلة على خيارات الحد من مسببات الأمراض من خلال مجموعة مختلفة من التدابير الصحية التي تحقق الأهداف الصحية المتمثلة في ≥ 10.6 سنة من سنوات العمر المصححة باحتساب مدد العجز للشخص الواحد في السنة. 86
الشكل 5.3 العتبة الميكروبية والقيود المفروضة على المحاصيل لري المحاصيل الغذائية. 94
الشكل 5.4 العتبات الميكروبية للحدائق العامة وري المناظر الطبيعية. 94
الشكل S2.1 سلسلة قيمة مياه الصرف الصحي والغذاء. 106
الشكل 6.1 سلم مقترحات القيمة المتزايدة المتعلقة بمعالجة مياه الصرف الصحي بناء على زيادة الاستثمارات في جودة المياه و/ أو سلسلة القيمة (Drechsel وآخرون 2015). 112
الشكل 6.2 نهج لتحسين استرداد تكاليف نماذج إعادة استخدام المياه. 116
الشكل 6.3 المحركات «الدوافع» والحواجز الخارجية والداخلية لنماذج إعادة استخدام المياه 118
الشكل 7.1 دورة المشروع في سياق إعادة استخدام المياه. 130
الشكل 7.2 تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي في إعادة استخدام المياه. 135
الشكل 7.3 يظهر سلم مشاركة أرنشتاين مستويات مختلفة من المشاركة المجتمعية. 138
الشكل 8.1 المواقف إزاء خيارات إعادة استخدام المياه في جنوب شرق الولايات المتحدة. 144
الشكل 8.2 استراتيجية المشاركة العامة في إعادة استخدام المياه المخطط لها. 152
الشكل 9.1 مجموعة كبيرة من أصحاب المصلحة المشاركين في حوكمة أنظمة إعادة استخدام المياه الزراعية. 158
الشكل 9.2 رسم الخريطة المؤسسية لأنشطة الحوكمة. 162
الشكل 9.3 أداة تحليلية لتقييم مصالح أصحاب المصلحة وتأثيرهم وعلاقات القوة. 163
الشكل 9.4 تم إعداد لوحة لعب الأدوار لتصميم أنظمة إعادة الاستخدام حول محطات معالجة مياه الصرف بزحلة وعبلة. 167

أشكال دراسات الحالة

الشكل S3.1 تطور إعادة االستخدام المباشر للمياه في منطقة الشرق أألوسط وشمال إفريقيا. عدد مشاريع إعادة االستخدام. 172
الشكل S3.2 حالات مختارة لاستصلاح المياه وإعادة استخدامها المباشر لأغراض إنتاجية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. 174
الشكل 1.1 خريطة توضح محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش ومناطق مشروع إعادة الاستخدام. 177
الشكل 1.2 مشروع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش وإعادة استخدام المياه: رسم تخطيطي. 178
الشكل 1.3 الجهات الفاعلة المؤسسية الرئيسية لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها. 180
الشكل 1.4 أصحاب المصلحة ونموذج الإدارة. 181
الشكل 2.1 خريطة توضح موقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخلف. 190
الشكل 2.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخلف ونظام إعادة استخدام المياه: رسم تخطيطي مبسط. 191
الشكل 2.3 الجهات المؤسسية الفاعلة الرئيسية لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها. 192
الشكل 2.4 نموذج إدارة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخلف ومشروع إعادة استخدام المساحات الخضراء وملاعب الجولف في طنجة. 194
الشكل 3.1 خريطة موقع المنطقة السقوية العمومية الحاجب الحالي. 201
الشكل3.2 خريطة توضح موقع المنطقة السقوية العمومية الحاجب ومحطة معالجة مياه الصرف الصحي صفاقس الجنوبية. المصدر: جوجل إيرث. 201
الشكل 3.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية ونظام إعادة استخدام المياه: مخطط تخطيطي 1. 202
الشكل 3.4 محطة معالجة مياه الصرف الصحي صفاقس الجنوبية، ونظام إعادة استخدام المياه: الرسم التخطيطي 2. 202
الشكل 3.5 إدارة المنطقة السقوية العمومية الحاجب ونموذج أصحاب المصلحة. 205
الشكل 4.1 خريطة موقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين. المصدر: جوجل إيرث. 213
الشكل 4.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين و المنطقة السقوية العمومية: رسم تخطيطي. 214
الشكل 4.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين و المنطقة السقوية العمومية الحاجب: أصحاب المصلحة ونموذج الإدارة. 216
الشكل 5.1 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا: رسم تخطيطي. المصدر: بلدية أريحا 226
الشكل 5.2 موقع أريحا وحدودها متراكبة على خريطة توضح محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا ومنطقة إعادة استخدام المياه. 227
الشكل 5.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا ومشروع ري نخيل التمر في الضفة الغربية: أصحاب المصلحة ونموذج الإدارة. 229
الشكل 5.4 النسبة المئوية للتكلفة التشغيلية للمعالجة بسبب بيع المخلفات السائلة لإعادة استخدامها. 230
الشكل 6.1 خريطة تالا باي، الأردن توضح موقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي. 237
الشكل 6.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي بتالا باي: خريطة الموقع. 238
الشكل 6.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في خليج تالا: رسم تخطيطي لنظام المعالجة وإعادة الاستخدام. 239
الشكل 7.1 خريطة موقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى. المصدر: جوجل إيرث 246
الشكل 7.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى: رسم تخطيطي لعملية المعالجة وإعادة استخدام مناطق التصريف. 247
الشكل 7.3 أصحاب المصلحة ونموذج الإدارة: رسم تخطيطي. 249
الشكل 8.1 عدد سكان منطقة المترو في إمارة أبوظبي (1950-2030). المصدر: مركز الإحصاء- أبوظبي 2021. 256
الشكل 8.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة-2: خريطة الموقع والمخطط العام. 257
الشكل 8.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة -2: الإنتاج 2012-2020. 258
الشكل 8.4 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة -2 ومشروع إعادة الاستخدام: رسم تخطيطي ونموذج إداري. 259
الشكل 8.5 إطار عمل لوائح التحكم في المخلفات السائلة التجارية لإمارة أبوظبي لعام 2010. 260
الشكل 8.6 مخطط توصيف تصريف المخلفات السائلة التجارية في إمارة أبوظبي. 260
الشكل 8.7 هيكل جمع مياه الصرف الصحي المعاد تدويرها ومعالجتها وإعادة استخدامها في الوثبة - 2. 261
الشكل 9.1 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي:خريطة الموقع. 269
الشكل 9.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي:خريطة الموقع. 269
الشكل 9.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي: القدرة السنوية 1990-2019. 270
الشكل 9.4 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي وإعادة استخدام المياه: رسم تخطيطي. 271

الاختصارات

AADC	شركة العين للتوزيع (الإمارات العربية المتحدة)
ABH	وكالة حوض النهر (المغرب)
ACWUA	الجمعية العربية لمرافق المياه (أكوا)
ADC	شركة تطوير العقبة
ADDC	شركة أبوظبي للتوزيع
ADSSC	شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي
AFD	الوكالة الفرنسية للتنمية
ANPE	الوكالة الوطنية لحماية المحيط (تونس)
APDN	وكالة تنمية أقاليم الشمال (المغرب)
ASEZ	منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة
ASEZA	سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة
AWC	المجلس العربي للمياه
BCM	مليار متر مكعب
BOD	الطلب على الأكسجين البيولوجي
CAP	السياسة الزراعية المشتركة
CAPEX	النفقات الرأسمالية
CDR	مجلس الإنماء والإعمار (لبنان)
CE	الاقتصاد الدائري
CEDARE	(سيداري) مركز البيئة والتنمية للمنطقة العربية وأوروبا
CFU	وحدة عد المستعمرات
COD	الطلب على الأكسجين الكيميائي
CRA	وحدة التوعية الزراعية
CRDA	المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية (تونس)
CTV	خلية الإرشاد الفلاحي (تونس)
DALY	سنوات العمر المصححة باحتساب العجز
DGGREE	الإدارة العامة للهندسة الريفية واستغلال المياه (تونس)
DHMPE	مديرية صحة البيئة وحماية البيئة
DO	الأكسجين المذاب
DOE	وزارة الطاقة (الإمارات العربية المتحدة)
EAD	هيئة البيئة- أبوظبي
EC	الموصلية الكهربائية
EC	المفوضية الأوروبية
ECRA	هيئة تنظيم الكهرباء والإنتاج المزدوج – هيئة تنظيم المياه والكهرباء «حالياً» (المملكة العربية السعودية)
EP	الملوثات الناشئة
EPSS	قسم حماية البيئة والسلامة (الإمارات العربية المتحدة)
EWRA	جهاز تنظيم مياه الشرب (والصرف الصحي وحماية المستهلك) المصري
FAO	منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو)
GASTAT	الهيئة العامة للإحصاء في المملكة العربية السعودية
GCC	مجلس التعاون الخليجي
GDA	مجامع التنمية الفلاحية (تونس)
GTA	النهج التحويلية الجنسانية
HACCP	نقطة التحكم الحرجة في تحليل المخاطر
HCWW	الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي (مصر)
ICARDA	المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة
IWMI	المعهد الدولي لإدارة المياه
IWPP	مشروع مستقل للمياه والطاقة
JICA	الوكالة اليابانية للتعاون الدولي
JM	بلدية أريحا
JPTD	مشاريع الأردن للتنمية السياحية
JVA	سلطة وادي الأردن
KSA	المملكة العربية السعودية
LARI	المعهد اللبناني للبحوث الزراعية
MAHRP	وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري (تونس)
MALE	وزارة الشؤون المحلية والبيئة
MARHP	الشرق الأوسط وشمال أفريقيا
MENA	وزارة البيئة والمياه والزراعة (المملكة العربية السعودية)
MEWA	وزارة الموارد المائية والكهربائية (لبنان)
MHER	وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية (مصر)
MHUUC	وزارة الزراعة (فلسطين)
MOA	وزارة التجارة والصناعة (المملكة العربية السعودية)
MoCI	منصة لأصحاب مصلحة متعددين
MSP	وزارة الصحة العامة

MSP	وزارة الصحة العامة
MWI	وزارة المياه والري (الأردن)
N	نيتروجين
NOPWASD	الهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحي (مصر)
OECD	منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي
ONAS	الديوان الوطني للتطهير(تونس)
OPEX	نفقات تشغيلية
P	فسفور
PFU	خطة اتحاد المزارعين الفلسطينيين
PNE	الخطة الوطنية للمياه (المغرب)
PWA	سلطة المياه الفلسطينية
QMRA	التقييم الكمي للمخاطر الميكروبية
RADEEMA	الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش (المغرب)
RSB	مكتب التنظيم والرقابة (الإمارات العربية المتحدة)
RSS	الجمعية العلمية الملكية (الأردن)
RWE	المؤسسة الإقليمية للمياه
SCAD	المركز الإحصائي - أبوظبي
SDG	أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة

SIDA	الوكالة السويدية للتعاون الإنمائي الدولي
SIO	المؤسسة العامة للري (السعودية)
SONEDE	الشركة الوطنية لاستغلال وتوزيع المياه (تونس)
SOP	إجراءات التشغيل الموحد
TSS	إجمالي المواد الصلبة العالقة
TWW	مياه الصرف الصحي المعالجة
UAE	الإمارات العربية المتحدة
UN Water	هيئة الأمم المتحدة للمرأة
UNDP	برنامج الأمم المتحدة الإنمائي
UNEP	برنامج الأمم المتحدة للبيئة
UNESCO	منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو)
UNSTAT	الشعبة الإحصائية بالأمم المتحدة
UN-Water	هيئة الأمم المتحدة للمياه
US EPA	وكالة حماية البيئة الأمريكية
USAID	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية
USDA	وزارة الزراعة بالولايات المتحدة الأمريكية
WAJ	سلطة المياه في الأردن
WHO	منظمة الصحة العالمية
WLE	الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية بشأن المياه والأراضي والنظم الإيكولوجية
WWTP	محطة معالجة مياه الصرف الصحي
	المعهد الدولي للهندسة الهيدروليكية والبيئية
	التصميم المفاهيمي لنظام دعم القرار في حوض النيل

المحررون

خافيير ماتيو ساغاستا هو باحث أول في المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI) حيث يعمل على مكافحة تلوث المياه وإعادة استخدام المياه الآمنة وينسق عمل المعهد بشأن جودة المياه عبر المجموعات البحثية. وقد قاد مشروع ReWater MENA ، وهو مبادرة رئيسية متعددة الشركاء لإعادة استخدام المياه بشكل أكثر أمانا في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، ويقوم بإجراء تقييمات إقليمية وعالمية حول مياه الصرف الصحي وتلوث المياه واستعادة الموارد وإعادة استخدامها مع شركاء الأمم المتحدة. خافيير هو الرئيس المشارك للجنة الاستشارية الفنية للتحالف العالمي لجودة المياه وعضو اللجنة التوجيهية للمبادرة العالمية لمياه الصرف الصحي. قبل انضمامه إلى المعهد، عمل خافيير كمهندس زراعي وعالم بيئي لمراكز أبحاث في الأردن وهولندا، والقطاع الخاص في إسبانيا، ومنظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (الفاو) حيث قام بتنسيق برنامج جودة المياه لشعبة الأراضي والمياه لمدة أربع سنوات، وفي فرق متعددة التخصصات بشكل رئيسي في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وأمريكا اللاتينية وأوروبا وجنوب آسيا.

محمد **الحمدي** هو كبير مسؤولي الأرض والمياه ومدير تنفيذ المبادرة الإقليمية لندرة المياه في المكتب الإقليمي لمنظمة الأغذية والزراعة للشرق الأدنى وشمال أفريقيا. يساهم في جهود منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) لدعم بلدان المنطقة في الإدارة المستدامة للموارد المائية مع التركيز على اتساق السياسات بين القطاعات، وإنتاجية المياه، والمحاسبة المائية، والمياه غير التقليدية، من بين جملة أمور أخرى. قبل انضمامه إلى الفاو، عمل محمد لمدة تسع سنوات في لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) مع التركيز على قضايا المياه والأمن الغذائي. لأكثر من تسع سنوات قبل تعيينه في «الإسكوا»، شغل منصب نائب وزير شؤون المياه في وزارة المياه والبيئة ونائب المدير التنفيذي ورئيس الهيئة الوطنية للمياه والصرف الصحي في الجمهورية اليمنية. محمد حاصل على درجة الدكتوراه في إدارة الموارد المائية من جامعة دلفت للتكنولوجيا وماجستير في الهندسة الصحية من المعهد الدولي للهندسة الهيدروليكية والبيئية (IHE) لعلوم المياه في هولندا.

خالد م. أبو زيد هو المدير الإقليمي للمياه في سيداري ومدير البرامج الفنية وعضو اللجنة التأسيسية ومجلس الإدارة في المجلس العربي للمياه وكذلك محاضر وعضو في عدة جمعيات مهنية عاملة في مجال المياه. تولى قيادة فريق التصميم المفاهيمي لنظام دعم القرار في حوض النيل، وتقارير حالة المياه في الدول العربية، وحالة المياه في دول حوض النيل، وطبقة المياه الجوفية النوبية من الحجر الرملي. قام بإعداد خيارات لسياسة الموارد المائية لعام 2050 لمصر وشارك في إعداد الاستراتيجية الإقليمية لطبقة المياه الجوفية النوبية من الحجر الرملي والنموذج المتكامل لإدارة الموارد المائية في مصر. كان قائد فريق إعداد رؤية واستراتيجية إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في مصر 2030، والخطة الإستراتيجية للإدارة المتكاملة للمياه الحضرية في الإسكندرية 2030. خالد حاصل على درجة البكالوريوس في الهندسة المدنية من جامعة القاهرة، ودرجة الماجستير والدكتوراه في الهندسة المدنية من جامعة ولاية كولورادو. وهو مهندس محترف مسجل و معتمد في إدارة المشاريع.

انتماءات المؤلفين

مليكة عبد العالي مارتيني منظمة الأغذية والزراعة، روما، إيطاليا

ماري تيريز أبي صعب المعهد اللبناني للبحوث الزراعية

هبة الحريري منظمة الأغذية والزراعة (الفاو)، القاهرة، مصر

محمد العمير المؤسسة العامة للري، المملكة العربية السعودية

يوسف بروزيين المعهد الدولي لإدارة المياه، القاهرة، مصر

ابتكار شمتوري هيدروبلانت للاستشارات، تونس

عادل الداودي ريجي الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش (المغرب)

م. راجي درويش الموارد والاقتصاد البيئي، **القاهرة، مصر**

محمد داوود هيئة البيئة- **أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة**

بزايت ديسالين المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا) القاهرة، مصر

بي درشسيل المعهد الدولي لإدارة المياه، كولومبو، سريلانكا

إيمان الحاتمي أميندیس، طنجة، المغرب

توماس فر أميندیس، طنجة، المغرب

لؤي فروخ المنظمة الأردنية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي والنفايات الصلبة

سولومي غيبريزغابر المعهد الدولي لإدارة المياه، أكرا، غانا

مجموعة خايمي هوجستيجر لإدارة الموارد المائية، جامعة فاغينينغين، هولندا

غادة كساب كلية للهندسة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن

ثيوفيلوس كودوا كلية العلوم الأساسية والتطبيقية، جامعة غانا، أكرا، غانا

نسرين لحام المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، جامعة الدول العربية

ألفة محجوب المعهد الوطني للبحوث في الهندسة الريفية والمياه والغابات (INRGREF)، جامعة قرطاج (UCAR)، تونس

علاء الدين محمود قسم العلوم البيئية، مجموعة التكنولوجيا الخضراء، كلية العلوم، جامعة الإسكندرية، مصر

نضال محمود معهد الدراسات البيئية والمائية، جامعة بيرزيت، الضفة الغربية، فلسطين

إيفريستو مابيدزا المعهد الدولي لإدارة المياه، أكرا، غانا

خافيير ماتيو - ساغاستا المعهد الدولي لإدارة المياه، كولومبو، سريلانكا

ماري هيلين ناصيف المعهد الدولي لإدارة المياه، القاهرة، مصر

محمد عمر عرابي المعهد الدولي لإدارة المياه، القاهرة، مصر

شكري صفار هيدروبلانت، تونس

إبراهيم السعودي معهد الزراعة والبيطرة، المغرب

محمد حسن توفيق مجموعة إدارة الموارد المائية، جامعة فاغينينغين، فاغينينغين، هولندا؛ المعهد الدولي لإدارة المياه، القاهرة، مصر

ناغا مانوهار فيلبوري المعهد الدولي لإدارة المياه، كولومبو، سري لانكا

تمهيد

تعتبر منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا[1] جمع هذا الكتاب بيانات من 19 دولة عربية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (وهى الجزائر والبحرين ومصر والعراق والأردن والكويت ولبنان وليبيا وموريتانيا والمغرب وعمان وفلسطين وقطر والمملكة العربية السعودية والسودان وسوريا وتونس والإمارات العربية المتحدة واليمن). من بداية هذا الكتاب إلى نهايته، يشير مصطلحا «منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا» و/ أو «المنطقة» تلك البلدان الـ19 فقط.] أكثر المناطق ندرة في المياه في العالم. وفي الوقت الراهن، يبلغ متوسط توافر الموارد المائية المتجددة للفرد عُشر المتوسط العالمي. يقع اثنا عشر بلدا من أصل خمسة عشر بلدا تعاني من الإجهاد المائي في العالم في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. أصبحت ندرة المياه المتزايدة والتلوث مصدر قلق كبير للدول و الافراد. تخلق أزمة شح المياه منافسة ع بين القطاعات المختلفة وبين البلدان على مصادر المياه المتاحة مما يهدد من الاستقرار الاجتماعي والسلام والنمو الاقتصادي والنظم الإيكولوجية.

من المتوقع أن تتفاقم ندرة المياه نتيجة للنمو السكاني وتغير أنماط الحياة وآثار تغير المناخ في بعض المناطق، وتبحث الحكومات والمنظمات الدولية جميعها عن حلول. وتحتاج البلدان إلى التكيف بشكل عاجل مع هذا الوضع، أحد هذه الحلول الواعدة لزيادة إمدادات المياه هي إعادة الاستخدام الذكي للمياه المعالجة.

يوضح هذا الكتاب تضاعف عدد مشاريع إعادة استخدام المياه (المباشرة) كل عقد منذ عام 1990، ووجود أكثر من 400 مشروع تشغيلي الآن في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. وعلى الرغم من ذلك، فإن إمكانية استعادة الموارد من مياه الصرف الصحي البلدية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا لا تزال غير مستغلة. وعلى الرغم من التقدم المحرز، تتم معالجة وإعادة استخدام 10-11 ٪ فقط من مياه الصرف الصحي البلدية المتولدة في المنطقة بشكل مباشر، في حين يتم إعادة استخدام 36٪ بشكل غير مباشر، معظمها بطريقة غير رسمية وغير آمنة بسبب محدودية معالجة المياه. يتم تصريف ما يقرب من 54٪ من مياه الصرف الصحي البلدية في المحيط أو تبخيرها دون استخدام منتج لتلك المياه.

لا يمكن للمنطقة أن تتحمل هذه الخسارة. حيث أنه يمكن لأعادة أستخدام مياه الصرف الصحي المفقودة، على سبيل المثال، أن يروي ويخصب أكثر من 1.4 مليون هكتار. إن استعادة الكربون المتضمن في مياه الصرف الصحي، إذا تم استرداده في صورة ميثان، يمكن أن توفر الطاقة لملايين الأسر .

تحتاج منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا إلى التغلب على الحواجز التي تحول دون إعادة استخدام المياه بشكل أكثر أمانا وتسريع تكرار التجارب الناجحة. في هذا الكتاب، تم جمع أحدث البيانات المتاحة لمراجعة حالة إعادة استخدام المياه في المنطقة، وتم تقديم توصيات سياسية لمواجهة التحديات التي تعيق إمكانية إعادة استخدام المياه. تم اختيار عدد من حالات إعادة استخدام المياه الناجحة وتحليلها لتشجيع تكرارها.

كما هو موضح في هذا الكتاب، فإن العوامل التي ستساهم بشكل إيجابي في التوسع الشامل وتكرار مشاريع إعادة استخدام المياه المأمونة هي: تبني مبدأ التشاركية في اتخاذ القرار الذي يحسن فرص قبول أعادة استخدام المياة المعالجة لدى أصحاب المصلحة المختلفين؛ وتطوير النماذج الاقتصادية والمالية التي تحسن من استرداد التكاليف والاستدامة؛ والسياسات الفعالة والتوافقية التي تعالج التجزؤ المؤسسي, واللوائح المناسبة ؛ وتدابير السلامة لأعادة أستخدام المياة من المصدر الي المستهلك (من المزرعة إلى الشوكة)؛ وتعميم مراعاة المنظور الجنساني في مشاريع وسياسات إعادة استخدام المياه التي تضمن المشاركة العادلة وتقاسم المنافع.

مارك سميث

[1] جمع هذا الكتاب بيانات من 19 دولة عربية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (وهى الجزائر والبحرين ومصر والعراق والأردن والكويت ولبنان وليبيا وموريتانيا والمغرب وعمان وفلسطين وقطر والمملكة العربية السعودية والسودان وسوريا وتونس والإمارات العربية المتحدة واليمن). من بداية هذا الكتاب إلى نهايته، يشير مصطلحا "منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا" و/ أو "المنطقة" تلك البلدان الـ19 فقط.

المدير العام، المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI)

عبد الحكيم الوعر
المدير العام المساعد والممثل الإقليمي للشرق الأدنى وشمال أفريقيا، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو)

محمود أبو زيد
رئيس المجلس العربي للمياه (AWC)

شكر وتقدير

يستند هذا الكتاب إلى بحث أجري في إطار مشروع ReWater MENA، الذي يقوده المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI) وتموله الوكالة السويدية للتعاون الإنمائي الدولي (سيدا). تم تنفيذ المشروع بالشراكة مع المجلس العربي للمياه (AWC) ومنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) والمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا) والمعهد اللبناني للبحوث الزراعية (LARI) والجمعية العربية لمرافق المياه (ACWUA)، ومركز البيئة والتنمية للمنطقة العربية وأوروبا (CEDARE)، والجمعية العلمية الملكية (RSS) في الأردن.

يود المحررون أن يعربوا عن تقديرهم للمساعدة السخية للغاية التي قدمها كل من أسد سروار قريشي، وباربرا فان كوبن، وبرونو مول، وإدواردو بورغوميو، وإستير نجوغونا مونغاي، وجان دكونها، وليقا رشيد سالي، ومنظور قادر، وميريام أوتو، وألفة محجوب، وبي دريشسل وبيير لويس مايو ويوسف دوغان وزائل سانز أوريارتي في مراجعة فصول مختلفة من هذا الكتاب والتوصية بالتحسينات.

كما يعرب المحررون عن امتنانهم للمشاركة النشطة لمختلف الزملاء الذين جمعوا البيانات والمعلومات الخاصة بهذا الكتاب وتحققوا من صحتها. ومن بين هؤلاء عادل الداودي ريجي، علاء الدين محمود، أنانيا شاه، عمار البلاسمة، بزايت ديسالين، إبراهيم السعودي، شكري صفار، إيفريستو مابيدزا، فضل علي النزيلي، غادة كساب، غادة مصطفى، هنادي بدر، هبة الحريري، ابتسام شمتوري، ابتسام قاضي، إيمان الحاتمي، خايمي هوجستيغر، لؤي فروخ، مها حلالشة، مليكة عبد العالي مارتيني، ماري هيلين ناصيف، ماري تيريز أبي صعب، محمد العمير، محمد داود، محمد حسن توفيق، محمد عرابي، محمد منهل الزعبي، نجا منوهار فيلبوري، نضال محمود، نسرين لحام، ألفة محجوب، باي دريشسل، راجي درويش، رضوان شكر الله، صفاء بيضون، سمير عبد الجبار، سارة دخيل، سيد إسماعيل، سولومي جبرزغابر، صهيب أبو ناصر، ثيوفيلوس كودوا، توماس فر ويوسف بروزين.

وأخيرا، يشكر المحررون مايكل ميجور وكيمبرلي جان فيلوريا وسامانثا كولينز وصمويل ستايسي من Cultivate Communications على دعمهم لتحرير اللغة وتحرير النسخ والتصميم الجرافيكي وتصميم الكتاب. شكرا أيضا لـ Revolve Media لعملهم على بعض الرسومات.

القسم 1

تطور وحالة وآفاق إعادة استخدام المياه في منطقة شمال افريقيا والشرق الأوسط

مقدمة

خافيير ماتيو ساغاستا

يلخص القسم 1 أفضل البيانات المتاحة عن إعادة استخدام المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا[1] تستعرض فصول هذا القسم التحديات والفرص المتاحة للاستفادة من إمكانات إعادة الاستخدام في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. وهو موجه إلى جمهور واسع، بما في ذلك الموظفون العموميون والأكاديميون والطلاب ووسائل الإعلام.

يغطي **الفصل 1** سياق ودوافع إعادة استخدام المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. حيث تعتبر منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا المنطقة الأكثر ندرة في المياه في العالم. وقد أدى النمو السكاني الكبير وارتفاع معدل التحضر والهجرة والتوسع في الري والتكثيف الزراعي إلى زيادة الطلب على المياه في المنطقة. وعلى جانب العرض، تتناقص موارد المياه المتاحة بسبب انخفاض هطول الأمطار والجريان السطحي وزيادة التبخر بسبب تغير المناخ. يحلل الفصل كيف تؤدي هذه الدوافع إلى تفاقم أزمات المياه الإقليمية القائمة بالفعل. كما يوضح كيف يتم اعتماد إعادة استخدام المياه بشكل رسمي وغير رسمي كجزء من الحل. ويختتم بالدعوة إلى تسريع التغيير نحو إعادة استخدام المياه بشكل أكثر أمانا.

يستكشف **الفصل 2** الفرص غير المستغلة لإنتاج مياه الصرف الصحي ومعالجتها وإعادة استخدامها في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. يقدم هذا الفصل مراجعة منهجية ومركبة لتوليد مياه الصرف الصحي البلدية وتكوينها ومصيرها في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بناء على أفضل البيانات المتاحة من مئات المصادر. يقدم الفصل تعريفات وأشكال رئيسية لفهم أفضل للفصول اللاحقة في هذا الكتاب. وينظر هذا الفصل في أبعاد الموارد القيمة المضمنة في مياه الصرف الصحي وامكانية استرداد هذه الموارد لاستخدامات المفيدة. يقدم هذا الفصل أيضاً بعض التفسيرات للحالات التي تكون فيها البيانات ضعيفة أو نادرة.

يقدم **الفصل 3** دراسات حالة من خمسة بلدان في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا لتوضيح سياسة إعادة استخدام المياه وتطوير المشهد المؤسسي في المنطقة. يستكشف هذا الفصل سياسة معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها والمشهد المؤسسي لها في مصر والأردن ولبنان وتونس والمملكة العربية السعودية. ويحلل العناصر الرئيسية التي تساهم أو تعيق تطوير سياسات إعادة استخدام المياه والترتيبات المؤسسية في

[1] جمع هذا الكتاب بيانات من 19 دولة عربية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (وهى الجزائر والبحرين ومصر والعراق والأردن والكويت ولبنان وليبيا وموريتانيا والمغرب وعمان وفلسطين وقطر والمملكة العربية السعودية والسودان وسوريا وتونس والإمارات العربية المتحدة واليمن). من بداية هذا الكتاب إلى نهايته، يشير مصطلحا «منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا» و/ أو «المنطقة» تلك البلدان الـ19 فقط.

البلدان المختارة. وهو يقوم بذلك من خلال ملاحظة المسارات المختلفة التي اتبعتها كل دولة في تطوير قطاع المياه والصرف الصحي على مر السنين. يحلل هذا الفصل المعالم السياسية والمؤسسية الرئيسية بالإضافة إلى التحديات التي شكلت هذا التطور على مر السنين. يبدأ الفصل بتحديد أهم السياسات والإصلاحات المؤسسية (المعالم) التي شكلت مؤسسات وترتيبات إعادة استخدام المياه الحالية، ثم يحلل التفاعلات الحالية والأداء الفعلي للمؤسسات الحكومية المختلفة التي تعمل في هذا القطاع.

يستكشف **الفصل 4** آليات استرداد تكاليف إعادة استخدام المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. ويقوم بتقييم العديد من مشاريع معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا من خلال التركيز على مؤشرات مثل تكاليفها واسترداد تكاليفها أو آليات توليد الإيرادات والتقنيات المرتبطة بها. يعتمد هذا الفصل على البيانات الأولية والثانوية التي تم جمعها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي الحالية (WWTPs) في المنطقة مع مقترحات قيمة متفاوتة لتقدير التكلفة الاستثمارية والتشغيلية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي واسترداد التكاليف التشغيلية من إعادة استخدام المياه.

يدرس **الفصل 5** كيفية تطور معايير ولوائح جودة المياه لإعادة استخدام المياه الزراعية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا من المبادئ التوجيهية الدولية إلى الممارسات القطرية. يحلل الفصل اللوائح والمبادئ التوجيهية الوطنية لإعادة استخدام مياه الري في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا مع التركيز على خمسة بلدان: مصر ولبنان والمغرب والأردن وتونس. وهو يقدم النهج التنظيمية الرئيسية المعتمدة في جميع أنحاء العالم مع التركيز على المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية ومنظمة الأغذية والزراعة (الفاو) التي أثبتت تأثيرها في المنطقة. يستعرض الجزء الثاني من هذا الفصل التطور التاريخي للوائح البلدان ضمن التطور الأكبر لسياسات إعادة استخدام المياه. أما الجزء الثالث فيقارن المعايير الصحية والزراعية والفيزيائية الكيميائية بمختلف المبادئ التوجيهية الدولية وغيرها من اللوائح التنظيمية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، و يسلط الضوء ولكن بشكل جزئي على المعايير الخاصة بصحة الإنسان والقيود المفروضة على الممارسات الزراعية. ويتساءل الجزء الرابع من الفصل نفسه عن تبني (أو عدم تبني) نهج إدارة المخاطر التي يتم الترويج لها دوليا ويكشف عن بعض التحديات التي تحول دون ترجمتها إلى سياسات وممارسات وطنية. ويختتم الفصل باتجاهات مشتركة في تصميم اللوائح النوعية لإعادة استخدام مياه الصرف الزراعي في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ويستخلص توصيات للسياسات المستقبلية والأنشطة البحثية.

الفصل 1

سياق ودوافع إعادة استخدام المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

نسرين لحام، خافيير ماتيو ساجاستا، محمد عرابي ويوسف بروزيين

الرسائل الرئيسية

- في العقود الأخيرة، شهدت منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا أسرع انخفاض عالمي في الموارد المائية المتاحة في العالم، ويبلغ متوسط نصيب الفرد من الموارد المائية المتجددة حاليا 10 مرات أقل من المتوسط العالمي.
- لقد تفاقم هذا الوضع محليا ويحتاج ملايين الأشخاص الذين شردوا داخليا الآن إلى زيادة إمدادات المياه المنزلية.
- من المتوقع أن ينمو عدد سكان منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بسرعة من 381 في عام 2015 إلى 680 مليون نسمة في عام 2050. ومن المتوقع أن يؤدي هذا النمو السكاني، إلى جانب التوسع الحضري السريع والتوسع الزراعي والتكثيف الزراعي وتغير أنماط الاستهلاك، إلى زيادة الطلب على المياه بنسبة ٪50 في عام 2050.
- من المتوقع أن تشهد منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا زيادة في درجات الحرارة بمعدل أكبر من المتوسط العالمي، حيث من المتوقع أن يرتفع متوسط درجات الحرارة بمقدار 4 درجات مئوية على الأقل بحلول عام 2050. حتى لو كان الاحترار العالمي يقتصر على زيادة 2 درجة مئوية. كما أنه من المتوقع أن ينخفض هطول الأمطار في معظم أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بحلول منتصف القرن.
- كما ترجم النمو الديموغرافي والتحضر إلى زيادة في إنتاج مياه الصرف الصحي. مع عدم نمو موازٍ للقدرة على الصرف الصحي ومعالجة مياه الصرف الصحي بنفس المعدل، وبالتالي فإن كمية المياه المستعملة التي يتم تصريفها دون معالجة في البيئة تستمر في نموها في بعض البلدان. تؤدي الكمية المتزايدة من تلوث المياه إلى تفاقم الوضع وتجعل المياه أقل أمانا للاستخدام.
- تدفع ندرة المياه والتلوث آلاف المزارعين في المنطقة إلى اعادة استخدام المياه للري بدون معالجة، مما يشكل مخاطر صحية وزراعية وبيئية محتملة. يجب تقييم هذه المخاطر والتخفيف من حدتها.
- على الرغم من ندرة المياه المتزايدة، فلا تزال كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي (المعالجة أو غير المعالجة) مفقودة في البحر أو تتبخر على الأرض أو عبر الأنهار دون استخدام مفيد، مما يعمل على فقدان فرص لاستعادة الموارد.

1.1. مقدمة

تحتل منطقة[1] الشرق الأوسط وشمال أفريقيا مساحة تقريبية تبلغ 12.5 مليون كيلومتر مربع (كم2)، أي حوالي ٪9.5 من مساحة اليابسة على كوكب الأرض (منظمة الأغذية والزراعة 2022أ).[2] وهى موطن لـ٪5.4 من سكان العالم (البنك الدولي 2022 أ)، تحتوي المنطقة على ٪1 فقط من المياه العذبة المتجددة في العالم (قنديل 2019). تعتبر منطقة

[1] جمع هذا الكتاب بيانات من 19 دولة عربية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (وهى الجزائر والبحرين ومصر والعراق والأردن والكويت ولبنان وليبيا وموريتانيا والمغرب وعمان وفلسطين وقطر والمملكة العربية السعودية والسودان وسوريا وتونس والإمارات العربية المتحدة واليمن). من بداية هذا الكتاب إلى نهايته، يشير مصطلحا «منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا» و/ أو «المنطقة» تلك البلدان الـ19 فقط.

[2] As the rest of the regional figures in this chapter, these figures have been calculated based on data from the 19 analyzed countries.

الشرق الأوسط وشمال أفريقيا أكثر المناطق ندرة في المياه في العالم، حيث يبلغ متوسط نصيب الفرد من الموارد المائية 550 مترا مكعبا (م3)/ فرد/ سنة (منظمة الأغذية والزراعة 2022 ب). هذا الإجمالي هو نصف عتبة 1000م3/ فرد لندرة المياه وأعلى بقليل من عتبة 500 م3/ فرد لندرة المياه المطلقة، وفقا لمؤشر الأمم المتحدة للإجهاد المائي (فراسكاري وآخرون 2018).

أدى النمو السكاني الكبير وارتفاع معدل التحضر والهجرة والتوسع في الري والتكثيف الزراعي إلى زيادة الطلب على المياه في المنطقة. أما على جانب العرض، فموارد المياه المتاحة تتناقص بسبب انخفاض هطول الأمطار والجريان السطحي وزيادة التبخر، والنتح، نتيجة لتغير المناخ (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ 2021).

يحلل هذا الفصل كيف تؤدي هذه الدوافع إلى تفاقم أزمات المياه الإقليمية القائمة بالفعل. كما يوضح كيف يتم اعتماد إعادة استخدام المياه بشكل رسمي وغير رسمي كجزء من الحل. ويختتم بالدعوة إلى تسريع التغيير نحو إعادة استخدام المياه بشكل أكثر أمانا.

1.2. النمو السكاني والتحضر والهجرة وتكثيف الزراعة

منذ عام 2000، شهدت منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا متوسط نمو سكاني بنسبة 1.8٪ سنويا (البنك الدولي 2022ب). ارتفع إجمالي عدد السكان من حوالي 70 مليون في عام 1950 إلى حوالي 418 مليون في عام 2020 (البنك الدولي 2022 أ). ومن المتوقع أن يستمر عدد سكان المنطقة في النمو، ويرجع ذلك جزئيا إلى صغر سن سكانها، حيث تقل أعمار ثلث سكان المنطقة عن 15 عاما. ونتيجة لذلك، فمن المتوقع أن يتضاعف عدد سكان منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بين عامي 2000 و2050.

يقترن النمو السكاني باتجاهات متزايدة في التحضر. عاش حوالي 73٪ من سكان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا (305 مليون نسمة) في المدن في عام 2020، وتضاعفت منذ عام 1960 وتجاوزت المتوسط العالمي البالغ 56٪ (الأمم المتحدة 2018). يبين الجدول 1.1 العلاقة بين النمو السكاني والتحضر في بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، من عام 1970 إلى عام 2050. في بلدان مثل الجزائر والأردن والعراق والمغرب يعيش أكثر من 60٪ من الناس بالفعل في المدن. وباستثناء بعض البلدان، مثل السودان واليمن، شهدت معظم بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا توسعا حضريا واسع النطاق على مدى السنوات ال 30 الماضية، حتى في البلدان التي كان فيها النمو السكاني منخفضا أو معتدلا. ومن المتوقع أن يتسارع نمو التحضر، ومن المتوقع أن يزداد عدد سكان الحضر في المنطقة بنسبة 10٪ في عام 2050، ليصل إلى ما يقرب من 560 مليون نسمة (الأمم المتحدة 2018).

لم يقتصر النمو السكاني في بعض بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا على الزيادات الديموغرافية الطبيعية، بل تأثر أيضا بتدفق نزوح الأشخاص عبر الحدود، بسبب الاضطرابات وسلسلة الصراعات والأزمات الاقتصادية في بلدان مثل سوريا والعراق واليمن ولبنان. ولا يقتصر الأمر على انتقال المواطنين من المناطق الريفية إلى المناطق الحضرية، بل إن اللاجئين من بلدان أخرى ينتقلون أيضا إلى المدن. حيث تتم استضافة حوالي 2.7 مليون لاجئ في مختلف بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، بالإضافة إلى 12.4 مليون نازح داخليا. تؤدي عمليات الانتقال المفاجئة للسكان إلى زيادة الطلب على المياه وتؤثر على نوعية المياه في المجتمعات المضيفة. تفرض الهجرة ضغوطا متزايدة على موارد المياه البلدية لكل من المهاجرين والمجتمعات المضيفة. على سبيل المثال، ساهم اللاجئون السوريون في الأردن في زيادة الطلب على المياه بنسبة 40٪ في المحافظات الشمالية (بورجميو وآخرون 2021). في لبنان، 25٪ من السكان هم لاجئون يحتاجون إلى زيادة إمدادات المياه المنزلية في سياق تكافح فيه السلطات المحلية بالفعل لتوفير المياه لسكانها.

يعد التوسع الحضري ونمو الدخل من الدوافع الرئيسية لتغير نمط الحياة والنظم الغذائية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، مما يساهم بدوره في زيادة الطلب على المياه. على الرغم من استمرار الفقر، حيث يعيش حوالي

٪20 من السكان على أقل من دولارين في اليوم (البنك الدولي 2022ج)، فقد ارتفع متوسط دخل الفرد. وقد أدى هذا الارتفاع في متوسط الدخل إلى تحويل أنماط الاستهلاك والوجبات الغذائية نحو المنتجات كثيفة الاستهلاك للمياه مثل اللحوم ومنتجات الألبان (ماتيو- ساجستا وآخرون 2018). أدى الطلب المتزايد على المنتجات كثيفة الاستخدام للمياه، كما هو الحال في أجزاء أخرى من العالم، إلى زيادة الطلب على الري في العديد من بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا مثل تونس ومصر والمغرب، حيث أن هذه البلدان هي البلدان الرئيسية المصدرة للعديد من الفواكه والخضروات.

القطاع الزراعي هو أكبر مستخدم للمياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا (منظمة الأغذية والزراعة «الفاو» 2022ج). بحلول عام 2050، من المتوقع أن ينتج القطاع الزراعي حوالي ٪100 من الغذاء لضمان الأمن الغذائي، الأمر الذي سيتطلب كميات كبيرة وإضافية من المياه.

الجدول 1.1: النمو السكاني والتحضر في بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

البلد/ المنطقة	السكان (بالمليون)[أ]					سكان الحضر (%)[ب]	
	1970	2001	2015	2020 (تقديري)	2050 (متوقع)	2015	2050 (متوقع)
الجزائر	14.5	31.5	39.7	43.9	66.6	70.8	84.5
البحرين	0.2	0.7	1.4	1.7	2.4	89.0	93.2
مصر	34.5	70.2	92.4	102.3	174.1	42.8	55.6
العراق	9.9	24.2	35.6	40.2	79.2	69.9	80.5
الأردن	1.7	5.2	9.3	10.2	14.2	90.3	95.3
الكويت	0.7	2.1	3.8	4.3	5.4	100	100
لبنان	2.3	4.0	6.5	6.8	6.6	88.1	93.4
ليبيا	2.1	5.4	6.4	6.9	8.8	79.3	88.4
موريتانيا	1.1	2.7	4.0	4.6	9.0	51.1	72.9
المغرب	16.0	29.1	34.7	36.9	47.5	60.8	77.2
عمان	0.7	2.3	4.3	5.1	7.6	81.4	94.9
فلسطين	1.1	3.3	4.5	4.8	10.1	75.4	85.5
قطر	0.1	0.6	2.6	2.9	3.9	98.9	99.7
المملكة العربية السعودية	5.8	21.2	31.7	34.8	46.7	83.2	90.4
السودان	10.3	28.0	38.9	43.8	81.2	33.9	52.6
سوريا	6.4	16.8	18.0	17.5	34.6	52.2	71.9
تونس	5.1	9.8	11.2	11.8	13.9	68.1	80.2
الأمارات العربية المتحدة	0.2	3.3	9.3	9.9	10.3	85.7	92.4
اليمن	6.2	17.9	26.5	29.8	57.9	34.8	57.2
الاجمالي	**119.1**	**278.3**	**380.8**	**418.3**	**680.0**	**71.3**	82.4

المصادر: [أ]الأمم المتحدة 2019؛ [ب]الأمم المتحدة 2018.

تشير التوقعات إلى أن هذه الدوافع ستستمر في العقود المقبلة، مما يزيد من الطلب على الموارد المائية. ومن المتوقع أن تؤدي هذه الاتجاهات في النمو السكاني جنبا إلى جنب مع النمو الاقتصادي إلى زيادة بنسبة ٪50 في الطلب على المياه بحلول عام 2050 (معلا 2018).

1.3. ندرة المياه والإجهاد المائي

إن الإجهاد المائي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، والذي يقاس بسحب المياه كنسبة مئوية من إجمالي توافر المياه العذبة السطحية المتجددة،[3] يعد الاكبر في العالم. في الوقت الحالي، يقل متوسط نصيب الفرد من توافر موارد المياه المتجددة 10 مرات عن المتوسط العالمي (الجدول 1.2) (منظمة الأغذية والزراعة «الفاو» 2022ب). ثمانية بلدان في المنطقة (الكويت والإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية وليبيا وقطر واليمن والجزائر والبحرين)، تستضيف ٪60 من سكان المنطقة، هي ضمن أعلى 10 دول في العالم من حيث مستويات الإجهاد المائي (البنك الدولي 2018). شهدت الموارد المائية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا أسرع معدلات انخفاض عالمية، حيث انخفضت بنحو الثلثين على مدى السنوات الأربعين الماضية (البنك الدولي 2018). إن موارد المياه السطحية في المنطقة ليست فقط الأكثر ندرة، ولكنها أيضا الأكثر تغيرا ولا يمكن التنبؤ بها في العالم. يختلف توافر المياه العذبة السطحية اختلافا كبيرا من سنة إلى أخرى (البنك الدولي 2018).

كما أدى النمو الديموغرافي والتحضر إلى زيادة إنتاج مياه الصرف الصحي. لا تنمو القدرة على الصرف الصحي ومعالجة مياه الصرف الصحي بنفس المعدل في العديد من البلدان، وبالتالي فإن كمية مياه الصرف الصحي التي يتم تصريفها دون معالجة في البيئة تستمر في النمو (منظمة الصحة العالمية 2021).

يؤثر تغير المناخ بشكل عميق على توافر وجودة الموارد المائية في المنطقة، مما يزيد من تفاقم ضعف الأمن المائي في المنطقة (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ 2021). تشكل زيادة درجات الحرارة والتبخر والنتح وانخفاض هطول الأمطار والجريان السطحي الناجم عن تغير المناخ ضغوطا إضافية على الموارد المائية (البنك الدولي 2018).

منذ عام 1960، ارتفعت درجات الحرارة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بنحو 0.3 درجة مئوية في العقد (واها وآخرون. 2017). بشكل عام، تكون النقاط الأشد لارتفاع درجات الحرارة في جنوب مصر وشرق تركيا ومعظم الصحراء الكبرى، حيث ارتفعت درجات الحرارة حتى 4 درجات مئوية لكل العقد (الإسكوا 2019). وحتى لو اقتصر الاحترار العالمي على زيادة بمقدار درجتين مئويتين بحلول عام 2050، فمن المتوقع أن تشهد منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا درجات حرارة تتجاوز هذا التوقع بسبب ظاهرة تضخم الاحترار الصحراوي. ومن المتوقع أن ترتفع درجات الحرارة في المنطقة بما لا يقل عن 4 درجات مئوية بحلول عام 2050 (ويهري وآخرون 2022).

كما انخفضت مستويات هطول الأمطار في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وأصبحت معظم البلدان أكثر جفافا، حيث يقل متوسط هطول الأمطار السنوي عن 350 ملم (الإسكوا 2019). في حين ارتفع متوسط هطول الأمطار العالمي منذ عام 1950، بمعدل زيادة أسرع منذ ثمانينيات القرن العشرين (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ 2021)، من المتوقع أن ينخفض هطول الأمطار في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. ومن المتوقع حدوث انخفاضات كبيرة في جميع أنحاء منطقة البحر الأبيض المتوسط في شمال أفريقيا (المغرب والجزائر وتونس وشمال مصر) وبلاد الشام (لبنان والأردن وسوريا) (الإسكوا 2019).

فعلى سبيل المثال، من المتوقع أن ينخفض هطول الأمطار في الأردن بنسبة ٪30 بحلول نهاية هذا القرن (ويهري وآخرون 2022).

[3] تقاس ندرة المياه المادية من حيث استخدام المياه بالنسبة إلى الهبات الطبيعية للمياه العذبة السطحية الموارد، لذلك فهي لا تلتقط مساهمة إمدادات المياه غير التقليدية أو موارد المياه الجوفية التي قد يكون قد تم تطويرها للتخفيف من الإجهاد المائي.

من المتوقع أن تصبح منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بؤرة عالمية ساخنة للجفاف (دريوش وآخرون 2020) مع انخفاض هطول الأمطار وانخفاض الجريان السطحي وزيادة التبخر بحلول عام 2050 (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ 2021). تشير هذه الاتجاهات إلى آثار مترابطة تؤدي إلى تكثيف ندرة المياه الحالية في المنطقة.

من المتوقع أن تؤدي ندرة المياه المتزايدة إلى انخفاض الناتج المحلي الإجمالي بين 6 إلى 14٪ سنويا بحلول عام 2050، وتقليل الطلب على العمالة بنسبة تصل إلى 12٪ وتؤدي إلى تغييرات كبيرة في استخدام الأراضي، بما في ذلك فقدان الخدمات الهيدرولوجية المفيدة (البنك الدولي 2018، طاهربيور وآخرون. 2020).

الجدول 1.2: نصيب الفرد من الموارد المائية في بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

البلد/ المنطقة	نصيب الفرد السنوي من المياه العذبة المتجددة (م³)			
	1970	2000	2015	2020
الجزائر	763	366	282	276
البحرين	506	158	78	74
مصر	1,593	804	596	584
العراق	8,478	3,604	2,393	2338
الأردن	497	176	96	94
الكويت	23	9	4.931	5
لبنان	1,862	1,077	660	657
ليبيا	301	127	106	105
موريتانيا	9,364	4,104	2,662	2589
المغرب	1,737	985	815	805
عمان	1,803	600	300	290
فلسطين	708	248	176	172
قطر	444	905	21	21
المملكة العربية السعودية	375	110	73	71
السودان	708	NA	926	904
سوريا	2,471	983	982	992
تونس	872	468	404	399
الأمارات العربية المتحدة	453	43	16	16
اليمن	329	114	75	74
الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	1,752	827	561	551

ملاحظات: غير متاح = البيانات غير متوفرة. *المصدر:* منظمة الأغذية والزراعة 2022ب.

بحلول الفترة 2041-2070، يمكن أن تنخفض إعادة تغذية المياه الجوفية بنسبة 30 إلى 70٪ (مقارنة بالفترة 1961-1990). المغرب وتونس معرضان للخطر بشكل خاص بسبب ندرة المياه الموجودة مسبقا والاعتماد الكبير على مصادر المياه الجوفية (البنك الدولي 2018). يمكن أن يؤدي تغير المناخ أيضا إلى تدهور مصادر المياه الجوفية الساحلية المهمة حيث يؤدي ارتفاع مستوى سطح البحر إلى تسرب المياه المالحة إلى طبقات المياه الجوفية العذبة (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ 2021).

1.4. إعادة استخدام المياه كاستجابة لأزمة المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

تجبر ندرة المياه والتلوث آلاف المزارعين في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا على استخدام مياه الصرف الصحي الخام أو المخففة للري. تم الإبلاغ عن استخدام مياه الصرف الصحي الخام في الزراعة في بلدان مختلفة من المنطقة على الرغم من أن النطاق الإجمالي لهذه الممارسة غير معروف. ويعزى نقص البيانات جزئيا إلى الطابع غير الرسمي لمعظم الري بمياه الصرف الصحي أو حتى، في بعض الحالات، إلى نية متعمدة لعدم الكشف عن البيانات. وقد يتم ذلك لأن المزارعين يخشون الصعوبات عند الاتجار بمنتجاتهم أو عندما لا يرغب الممارسون في الاعتراف بما يمكن اعتباره سوء ممارسة.

يحدث الاستخدام المباشر لمياه الصرف الصحي غير المعالجة عندما تكون مصادر المياه البديلة نادرة أو غير متوفرة، أي عادة في المناخات الأكثر جفافا ولكن أيضا في المناخات الأكثر رطوبة في موسم الجفاف. يمكن أن تكون أسباب هذا الاستخدام هي نقص أو انخفاض جودة مصادر المياه البديلة (مثل ملوحة المياه الجوفية)، أو التكاليف التي لا يمكن تحملها للحصول على المياه العذبة (على سبيل المثال، تكاليف ضخ المياه). على الرغم من رفضه رسميا أو عدم قانونيته في معظم البلدان، إلا أن الاستخدام المباشر لمياه الصرف الصحي غير المعالجة هو حقيقة لا تزال تحدث حول البلدات والمدن (رشيد-سالي وجاياكودي 2008).

تحدث إعادة الاستخدام الأكثر شيوعا في الزراعة. على سبيل المثال، تستخدم مياه الصرف الصحي غير المعالجة في المزارع لأنها أرخص من استخدام المياه الجوفية من الآبار، التي لا يستطيع المزارعون دفع تكاليفها. في حالات أخرى، يستخدم المزارعون مياه الصرف الصحي من محطات المعالجة أو المجاري المعطلة، مستفيدين من الموارد التي تم جمعها بالفعل. وفي حالات أخرى، تكون المياه المستعملة هي المياه الوحيدة التي تتدفق في قنوات الري في موسم الجفاف وفي نهايات شبكات الري. في بعض الحالات القصوى، يقوم المزارعون بتمزيق أو سد خطوط الصرف الصحي للوصول إلى مياه الصرف الصحي.

إعادة الاستخدام غير المباشر للمياه هي إلى حد بعيد أكثر أنواع إعادة الاستخدام شمولا في المنطقة (فيلبوري وآخرون. قيد المراجعة). ويحدث هذا النوع من إعادة الاستخدام غير المباشر عندما يتم تصريف مياه الصرف الصحي المعالجة أو غير المعالجة في مجاري المياه العذبة حيث يتم تخفيفها ويتم استخدامها لاحقا-عن غير قصد في الغالب- بواسطة مستخدمي المصب (مثل المزارعين أو الأسر أو الصناعات). في المناطق التي لا يزال فيها جزء كبير من مياه الصرف الصحي غير معالج بأمان (منظمة الصحة العالمية 2021)، تشكل هذه الممارسة مخاطر على المزارعين وعلى المستهلكين، لا سيما إذا تم استخدام هذه المياه لري الخضروات لتؤكل نيئة. بالإضافة إلى ذلك، فإن فرصة بيع المحاصيل في أسواق المواد الغذائية الحضرية تشجع المزارعين على البحث عن مياه الري في محيط المدينة.

تم الإبلاغ عن العديد من الأمثلة للأستخدام غير المباشر لمياه الصرف الصحي غير المعالجة في جميع أنحاء المنطقة. على سبيل المثال، في مصر، يتم تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة في مصرف الرهاوي، الذي ينتهي به

المطاف في فرع رشيد لنهر النيل. وبالمثل، يصب مصرف زركون في ترعة المحمودية. في نهاية المطاف، تستخدم هذه المياه للري (توفيق وآخرون 2021) مثال آخر من أقصى شرق الجزائر. وادي مجردة هو أحد مصادر المياه المستخدمة للري الزراعي في مدينة سوق أهراس (شمال شرق الجزائر). يتلقى الوادي مياه الصرف الصحي المنزلية والصناعية الخام الملوثة، والتي يستخدمها المزارعون لتلبية الاحتياجات المائية لمحاصيلهم (مارمين وآخرون 2020).

لا ينبغي إهمال هذه الحقيقة. يستخدم المزارعون المياه الملوثة للري. يجب تقييم المخاطر (مارا وبوص 2010)، ويجب أن تصبح الممارسة أكثر أمانا. تحتاج الحلول إلى النظر في معالجة مياه الصرف الصحي الفعالة من حيث التكلفة، ولكن ليس ذلك فقط. ان مجموعة من الحلول من المصدر إلى المستهلك يمكن ان تمثل حواجز متعددة أمام المخاطر الصحية (منظمة الصحة العالمية 2006، 2016). يمكن أن تكون الممارسات في المزرعة مثل استخدام الري بالتنقيط أو التوقف عن الري قبل عدة أيام من الحصاد من أجل تحفيز موت مسببات الأمراض فعالة للغاية لضمان سلامة الأغذية (أبي صعب وآخرون. 2022) أن توفر شبكة أمان إضافية في حالة انقطاع معالجة مياه الصرف الصحي أو اختلالها وظيفيا. وبمجرد حصادها، ينبغي عدم إعادة تلويث المنتجات أثناء النقل أو في الأسواق، على سبيل المثال، باستخدام ممارسات غير صحية أو مياه غير مأمونة.

الإطار 1.1 فوائد إعادة استخدام المياه المخطط لها في الزراعة.

إن استعادة الموارد مثل المياه والمغذيات/ الأسمدة والمواد العضوية من مياه الصرف الصحي، لدعم إنتاج الغذاء، يمكن أن يكون لها فوائد لجميع القطاعات المعنية: المدن والزراعة والبيئة.

يمكن للزراعة الاستفادة من إعادة استخدام المخلفات السائلة الحضرية بعدة طرق، أهمها: (أ) تحسين موثوقية إمدادات المياه، (ب) تحسين قدرة التسميد لمغذيات المخلفات السائلة الحضرية و(ج) تقريب الإنتاج الزراعي من مراكز الاستهلاك.

يمكن للمدن أن تستفيد أساسا من إعادة الاستخدام لثلاثة أسباب: (أ) يمكنها تعزيز أمنها الغذائي عن طريق تزويد الزراعة في المناطق المحيطة بالمدن بالمياه والمغذيات؛ (ب) يمكن أن تساهم إعادة الاستخدام بشكل فعال في حل مشكلة معالجة مياه الصرف الصحي الخاصة بتلك المدن وفي إزالة العناصر الغذائية بشكل جزئي، والتي يمكن استخدامها من قبل النباتات بدلا من أن ينتهي بها الأمر في المسطحات المائية التي تسبب إغناء للبحيرات بالمغذيات أو تلوث المياه الجوفية بالنترات؛ و(ج) يمكن أن تزيد من توافر المياه، عندما يتم إعادة استخدام مياه الصرف الصحي للاستخدامات البلدية، أو عندما يتم تبادل المياه المستصلحة بالمياه العذبة بين المدن والزراعة.

يمكن للبيئة، وخاصة النظم الإيكولوجية المائية، الاستفادة من المعالجة الآمنة وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي. يمكن أن تؤدي إعادة الاستخدام إلى تحسين جودة المياه وزيادة توافرها للاستخدامات البيئية. وبالإضافة إلى ذلك، فإن نظم إعادة الاستخدام المرتبطة بالزراعة المحيطة بالمدن والحراجة الزراعية تنطوي على إمكانات عالية لعزل الكربون والتخفيف من آثار تغير المناخ.

من ناحية أخرى، على الرغم من ندرة المياه المتزايدة، لا تزال كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي (المعالجة أو غير المعالجة) تضيع في البحر أو تتبخر على الأرض أو عبر الأنهار دون استخدام مفيد. لا يزال الاستخدام المباشر والمخطط للمياه المعاد تدويرها هامشيا (انظر الفصل 2). إن تسريع التغيير نحو إعادة استخدام المياه بشكل أكثر أمانا له فوائد لجميع القطاعات المعنية (الإطار 1.1) ولكنه سيتطلب صياغة وتنفيذ سياسات مناسبة وفعالة (الإطار 1.2؛ انظر الفصل 3)، بما في ذلك حوافز للاستدامة المالية لمياه الصرف الصحي مشاريع إعادة استخدام العلاج (انظر الفصل 4) واللوائح التي تضمن سلامة إعادة الاستخدام (انظر الفصل 5).

الإطار 1.2 زيادة أهمية معالجة مياه الصرف الصحي في استراتيجيات المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، وفي ظل الوضع الحالي لندرة المياه، والذي من المتوقع أن يزداد سوءا، تشكل مياه الصرف الصحي المعالجة موردا ثابتا ودائما. تعتمد معظم الاستراتيجيات والخطط الوطنية للمياه في المنطقة على معالجة مياه الصرف الصحي كعنصر رئيسي في مزيج الموارد المائية الوطنية للحد من العجز المائي والحفاظ على البيئة الطبيعية ودعم التنمية الاجتماعية والاقتصادية.

في المغرب، ومنذ تنفيذ الخطة الوطنية للصرف الصحي السائل (PNA) في عام 2006 والخطة الوطنية الجديدة المشتركة للصرف الصحي السائل (PNAM) في عام 2019، تم تطوير أكثر من 157 محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي ومعدل ارتفع المعالجة من 7٪ في عام 2006 إلى أكثر من 50٪ في عام 2020 (عالمي وآخرون 2022). تعد إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة جزءا من استراتيجية المياه التي تم إدخالها مؤخرا والمتعلقة بتطوير إمدادات المياه من خلال إبراز قيمة الموارد غير التقليدية. هدف المغرب على المدى البعيد هو إعادة استخدام 300 مليون م3 سنويا بحلول عام 2050، في جميع أنحاء البلاد (إس كيه 2022).

تتكون الركيزة الأولى من الخطة الوطنية للموارد المائية في مصر (2017-2037) من مجموعة من الإجراءات لإدارة جودة المياه، مثل مكافحة التلوث، ومعالجة مياه الصرف الصحي ومياه الصناعة. في عام 2021، أعلن وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية بمصر أن البلاد تقوم ببناء 151 محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي في جميع أنحاء الجمهورية، بسعة 5 ملايين متر مكعب من المياه يوميا (مرسي 2021).

في الأردن، أحد أكثر البلدان ندرة في المياه في العالم، لدى الحكومة استراتيجية وطنية للمياه 2016-2025 والتي تحدد الحجم المستهدف لمياه الصرف الصحي المعالجة بـ 240 مليون م3 سنويا بحلول عام 2025 (وزارة المياه والري 2016).

المراجع

Abi Saab, M.T.; Jomaa, I.; El Hage, R.; Skaf, S.; Fahed, S.; Rizk, Z.; Massaad, R.; Romanos, D.; Khairallah, Y.; Azzi, V.; Sleiman, R.; Abi Saad, R.; Hajjar, C.; Sellami, M.H.; Aziz, R.; Sfeir, R.; Nassif, M.H.; Mateo-Sagasta, J. 2022. هل المياه العذبة والمياه المستصلحة آمنة لري الخضروات؟ أدلة تجريبية من لبنان. المياه 14 (9): 1437. https://doi.org/10.3390/w14091437

Alami, M. 2022. Réutilisation des eaux usées: Un investissement de 2,34 milliards à l'horizon 2027. La Vie Éco. إعادة استخدام مياه الصرف الصحي: استثمار 2.34 مليار بحلول عام 2027. إيكو ليفينج متاح في https://www.lavieeco.com/economie/reutilisation-des-eaux-usees-un-investissement-de-234-milliards-a-lhorizon-2027/ (تم الاطلاع في 31 أغسطس/آب 2022).

Borgomeo, E.; Jägerskog, A.; Zaveri, E.; Russ, J.; Khan, A.; Damania, R. 2021. المد والجزر: المجلد 2. المياه في ظل الصراع في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. واشنطن العاصمة: البنك الدولي. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1746-5

Drechsel, P.; Qadir, M.; Galibourg, D. 2022.. المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية بشأن الاستخدام الآمن لمياه الصرف الصحي في الزراعة: استعراض تحديات التنفيذ والحلول الممكنة في الجنوب العالمي. الماء 14: 864. https://doi.org/10.3390/w14060864

Driouech, F.; ElRhaz, K.; Moufouma-Okia, W.; Khadija, A.; Saloua, B. 2020. تقييم التغيرات المستقبلية للأحداث المناخية المتطرفة في منطقة كوردكس- الشرق الأوسط وشمال إفريقيا باستخدام نموذج المناخ الإقليمي علاء الدين-المناخ. أنظمة الأرض والبيئة 4: 477-492. https://doi.org/10.1007/s41748-020-00169-3

ECP (مدونة الممارسات المصرية) 501. 2015. مدونة الممارسات المصرية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة للأغراض الزراعية. القاهرة، مصر: وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية. (بالعربية).

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا التابعة للأمم المتحدة. 2019. التوجه نحو الأمن المائي في المنطقة العربية. بيروت، لبنان: منشور صادر عن إسكوا (الأمم المتحدة).

منظمة الأغذية والزراعة (الفاو). 2022أ. مساحة الأرض. المتوسط التقديري لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. قاعدة بيانات AQUASTAT. متاح في https://www.fao.org/aquastat/statistics/query/index.html (تم الاطلاع في 05 مارس/آذار 2022).

الفاو. 2022ب. إجمالي نصيب الفرد من موارد المياه المتجددة. المتوسط التقديري لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. قاعدة بيانات AQUASTAT. متاح في https://www.fao.org/aquastat/statistics/query/index.html (تم الاطلاع في 5 مارس/آذار 2022).

الفاو. 2022ج. سحب المياه الزراعية كنسبة مئوية من إجمالي سحب المياه. المتوسط التقديري لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. قاعدة بيانات AQUASTAT. متاح في https://www.fao.org/aquastat/statistics/query/index.html (تم الاطلاع في 08 أغسطس/آب 2022).

Frascari, D.; Zanaroli, G.; Motaleb, M.A.; Annen, G.; Belguith, K.; Borin, S.; Choukr-Allah, R.; Gibert, C.; Jaouani, A.; Kalogerakis, N.; Karajeh, F.; Ker Rault, P.A.; Khadra, R.; Kyriacou, S.; Li, W.-T.; Molle, B.; Mulder, M.; Oertlé, E.; Ortega, C.V. 2018. حلول تكنولوجية وإدارية متكاملة لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة الاستخدام الزراعي الفعال في مصر والمغرب وتونس. التقييم والإدارة البيئية المتكاملة 14 (4): 462-447. https://doi.org/10.1002/ieam.4045

IPCC (الفريق الدولي المعني بتغير المناخ). 2021. ملخص فني. In: Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A.; Connors, S.L.; Péan, C.; Berger, S.; Caud, N.; Chen, Y.; Goldfarb, L.; Gomis, M.I.; Huang, M.; Leitzell, K.; Lonnoy, E.; Matthews, J.B.R.; Maycock, T.K.; Waterfield, T.; Yelekçi, O.; Yu, R.; Zhou, B. (eds.).

تغير المناخ 2021: أساس العلوم الفيزيائية. مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم السادس للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ كامبريدج، المملكة المتحدة: مطبعة جامعة كامبريدج. ص 33-144. معرّف الأغراض الرقمي: 9781009157896.002/10.1017

Kandeel, A. 2019. موارد المياه العذبة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: المخاطر والفرص. معهد الشرق الأوسط.

Mamine, N.; Khaldi, F.; Grara, N. 2020. مسح للجودة الفيزيائية والكيميائية والطفيلية لمياه الصرف الصحي المستخدمة في الري (سوق أهراس، شمال شرق الجزائر). مجلة (إيرانيكا) للطاقة والبيئة11(1): 88-78. https://dx.doi.org/10.5829/ijee.2020.11.01.13

Mara, D.; Bos, R. 2010. تحليل المخاطر وعلم الأوبئة: المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية لعام 2006 بشأن الاستخدام الآمن لمياه الصرف الصحي في الزراعة. كولومبو، سريلانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI).

Mateo-Sagasta, J.; Zadeh, S.M.; Turral, H. 2018. المزيد من الناس، المزيد من الطعام ، مياه أسوأ؟ مراجعة

عالمية لتلوث المياه من الزراعة. روما، إيطاليا: منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) والمعهد الدولي لإدارة المياه. 228ص.

Morsy, A. 2021 مصر تبني 151 محطة مزدوجة وثلاثية لمعالجة مياه الصرف الصحي بتكلفة 32 مليار جنيه. الأهرام أون لاين. متاح على: https://english.ahram.org.eg/NewsContent/1/64/409876/Egypt/Poli-tics-/Egypt-builds--dual,-triple-sewage-treatment-plants.aspx (تم الوصول إليه في 31 أغسطس 2022)

Mualla, W. 2018. إدارة الطلب على المياه أمر لا بد منه في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ... ولكن هل هذا يكفي. مجلة الموارد الجيولوجية والهندسة 6: 59-64.

MWI (وزارة المياه والري). 2016. الاستراتيجية الوطنية للمياه 2016-2025. عمان، الأردن: وزارة المياه والري.

Raschid-Sally, L.; Jayakody, P. 2009. محركات وخصائص زراعة مياه الصرف الصحي في البلدان النامية: نتائج تقييم عالمي. (المجلد 127). كولومبو، سريلانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI).

SK. 2022. Baraka: المغرب تخطط لمعالجة 100 مليون متر مكعب من مياه الصرف الصحي بحلول عام 2027. L'Opinion./ متاح على: https://www.lopinion.ma/Baraka-Le-Maroc-prevoit-le-traitement-de-100-millions-de-m3-des-eaux-usees-d-ici-2027_a26911.html (تم الاطلاع في 31 أغسطس/آب 2022)

Taheripour, F.; Tyner, W.E.; Sajedinia, E.; Aguiar, A.; Chepeliev, M.; Corong, E.; de Lima, C.Z.; Haqiqi, I. 2020. المياه في الميزان: الآثار الاقتصادية لتغير المناخ وندرة المياه في الشرق الأوسط. واشنطن العاصمة: البنك الدولي.

Tawfik, M.H.; Hoogesteger, J.; Elmahdi, A.; Hellegers, P. 2021. تفريغ ترتيبات إعادة استخدام مياه الصرف الصحي من خلال إطار جديد: رؤى من تحليل مصر. ووتر إنترناشيونال 46 (4): 605-625. https://doi.org/10.1080/02508060.2021.1921503

الأمم المتحدة (الأمم المتحدة). 2018. سكان الحضر (٪ من إجمالي السكان). المتوسط التقديري لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية. شعبة السكان. إيجابيات التحضر في العالم: مراجعة 2018. تم الاسترجاع من https://population.un.org/wup/Download/ (تم الاطلاع عليه في 05 مارس 2022).

الأمم المتحدة (الأمم المتحدة). 2019. إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية، شعبة السكان (2019). التوقعات السكانية في العالم 2019، طبعة على الإنترنت. نسخة 1. تم الاسترجاع من https://population.un.org/wpp/Download/ (تم الوصول إليه في 5 مارس 2022).

Waha, K.; Krummenauer, L.; Adams, S.; Aich, V.; Baarsch, F.; Coumou, D.; Schleussner, C.F. 2017. آثار تغير المناخ في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وآثارها على الفئات السكانية الضعيفة. التغير البيئي الإقليمي.

Velpuri, N.M.; Mateo-Sagasta, J.; Mohammed, O.. قيد المراجعة. توليد مياه الصرف الصحي وتتبعها بشكل واضح مكانيا في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. علم البيئة الكلية.

Wehrey, F.; Fawal, N. 2022. الآثار المناخية المتتالية في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: التكيف من خلال الحوكمة الشاملة. CEIP: مؤسسة كارنيغي للسلام الدولي. تم الاسترجاع من https://policycommons.net/artifacts/2267979/cascading-climate-effects-in-the-middle-east-and-north-africa/3027645/ (تم الاطلاع في 18 يوليو/تموز 2022).

البنك الدولي. 2018. ما وراء الندرة: الأمن المائي في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. تقرير التنمية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. واشنطن العاصمة: البنك الدولي. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/27659

البنك الدولي. 2022 أ. إجمالي عدد السكان. النسبة المئوية المقدرة لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. تم الاسترجاع من https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL (تم الوصول إليه في 05 مارس 2022)

البنك الدولي. 2022ب. النمو السكاني (النسبة المئوية السنوية). المتوسط التقديري لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. تم الاسترجاع من https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.GROW (تم الوصول إليه في 05 مارس 2022).

البنك الدولي. 2022ج. مؤشرات التنمية العالمية. منصة الفقر وعدم المساواة. عاش الناس تحت خط الفقر

البالغ 1.90 دولار في اليوم في عام 2018. الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. تم الاسترجاع من .https://data worldbank.org/region/middle-east-and-north-africa (تم الاطلاع في 5 مارس/آذار 2022).

Wehrey, F.; Fawal, N. 2022. الآثار المناخية المتتالية في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: التكيف من خلال الحوكمة الشاملة. CEIP: مؤسسة كارنيغي للسلام الدولي. تم الاسترجاع من https://policycommons.net/artifacts/2267979/cascading-climate-effects-in-the-middle-east-and-north-africa/3027645/ (تم الاطلاع في 18 يوليو/تموز 2022).

منظمة الصحة العالمية. 2006. مبادئ توجيهية للاستخدام الآمن لمياه الصرف الصحي والفضلات والمياه الرمادية. منظمة الصحة العالمية: باريس، فرنسا، 2006؛ المجلد الثاني، 182.

منظمة الصحة العالمية 2016 تخطيط سلامة الصرف الصحي: دليل للاستخدام الآمن والتخلص من مياه الصرف الصحي والمياه الرمادية والفضلات. منظمة الصحة العالمية: جنيف http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/ssp-manual/en/

منظمة الصحة العالمية ملفات قطرية للهدف 6.3.1 من أهداف التنمية المستدامة. نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة بأمان. متاح في 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 (تم الاطلاع في 15 أبريل/نيسان 2022).

الفصل 2

إنتاج مياه الصرف الصحي ومعالجتها وإعادة استخدامها في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: فرص غير مستغلة؟

خافيير ماتيو - ساغاستا، وناغا مانوهار فيلبوري، ومحمد عرابي

الرسائل الرئيسية

- تنطوي إعادة استخدام المياه على إمكانات كبيرة للمساعدة في التغلب على بعض التحديات التي يفرضها الضغط المتزايد على موارد المياه المجهدة بالفعل.
- مياه الصرف الصحي هي المصدر الوحيد للمياه الذي يزداد مع نمو السكان واستخدام المياه. وتنتج منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا[1] حاليا حوالي 21.5 مليار متر مكعب من مياه الصرف الصحي البلدية الغنية بالمغذيات سنويا.
- تعمل العديد من دول الشرق الأوسط وشمال إفريقيا على تحسين معدل معالجة مياه الصرف الصحي بشكل كبير، ومع ذلك، لا يزال حوالي 40٪ من مياه الصرف الصحي المنزلية المنتجة وجزء كبير من مياه الصرف الصناعي في المنطقة دون معالجة. وهو ما يشكل مخاطر جسيمة على صحة الإنسان والنظم الإيكولوجية ويقلل من كمية المياه العذبة الآمنة للاستخدام.
- ضاعفت المنطقة عدد مشاريع إعادة الاستخدام المباشر للمياه كل عقد منذ عام 1990، كما أن إعادة الاستخدام غير المباشر للمياه متكررة. ومع ذلك، فإن ما يصل إلى 54٪ من مياه الصرف الصحي البلدية التي يتم إنتاجها لا تزال غير مستخدمة بشكل جيد. إما يتم تصريفها في البحر أو تتبخر (على الأرض أو على طول الأنهار).
- يمكن لمياه الصرف الصحي المهدرة، إذا تم استردادها، أن تزيد من توافر الطاقة والمغذيات والمياه وتعزز قدرة المنطقة على التكيف مع التغيرات المناخية وتعزيز الأمن الغذائي. ويمكن لمياه الصرف الصحي المفقودة، إذا تم استردادها بالكامل، أن تروي وتخصب أكثر من 1.4 مليون هكتار. الكربون المضمن في مياه الصرف الصحي المتولدة، إذا تم استرداده في شكل ميثان، سيكون له قيمة من السعرات الحرارية لتوفير الكهرباء ل 8 ملايين أسرة.
- تحتاج المنطقة إلى التغلب على العوامل التي تحد من تجسيد إمكانات إعادة استخدام المياه بالكامل على الصعيد الإقليمي، بما في ذلك: الحواجز الثقافية وانعدام الثقة والتفتت المؤسسي، وعدم كفاية الأطر التنظيمية؛ والافتقار إلى التعريفات المناسبة والحوافز الاقتصادية والنماذج المالية، مما يقوض استرداد التكاليف واستدامة مشاريع إعادة الاستخدام.
- تحتاج المنطقة أيضا إلى جهود موحدة لجمع البيانات والإبلاغ عنها عبر قطاعات إعادة الاستخدام الرسمية وغير الرسمية لتوفير معلومات أكثر موثوقية وتحديثا، وهو أمر ضروري لتطوير التشخيص السليم والسياسات الفعالة للاستخدام الآمن والمنتج لهذه الموارد.

[1] جمع هذا الكتاب بيانات من 19 دولة عربية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (وهى الجزائر والبحرين ومصر والعراق والأردن والكويت ولبنان وليبيا وموريتانيا والمغرب وعمان وفلسطين وقطر والمملكة العربية السعودية والسودان وسوريا وتونس والإمارات العربية المتحدة واليمن). من بداية هذا الكتاب إلى نهايته، يشير مصطلحا "منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا" و/ أو "المنطقة" تلك البلدان الـ19 فقط.

2.1. مقدمة

منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا هي المنطقة الأعلى من حيث الإجهاد المائي في العالم. وتتجاوز عمليات سحب المياه العذبة موارد المياه المتجددة في جميع بلدان المنطقة تقريبا. حيث تتسع الفجوة بين العرض والطلب كل عام. وفي الوقت الحالي، يقل متوسط نصيب الفرد من الموارد المائية المتجددة المتاحة (551 م3/ سنة) 10 مرات عن المتوسط العالمي (منظمة الأغذية والزراعة "الفاو" 2020).

منذ عام 2000، شهدت المنطقة سلسلة من الصراعات وحالات الجفاف. وهو ما أدى إلى تشريد عدد كبير من السكان ويحتمل أن تكون له آثار طويلة الأجل على موارد الأراضي والمياه التي تعاني بالفعل من الإجهاد (Taheripour وآخرون 2020). تؤثر مسببات الأمراض بشدة على العديد من الأنهار في المنطقة (برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2016). كما أن حدوث الملوثات الناشئة في المياه هو أيضا مصدر قلق متزايد (Haddaoui و Mateo-Sagasta 2021; Ouda وآخرون 2021). يقلل التلوث بشكل أكبر من كمية المياه الآمنة للاستخدام. تؤثر ندرة المياه والتلوث على مختلف قطاعات الاقتصاد (Fragaszy وآخرون، 2022أ،Fragaszy وآخرون 2022ب)

قد تصبح هذه الضغوط على الموارد المائية والبنية التحتية هيكلية وتتفاقم بسبب النمو السكاني والتغيرات في أنماط استهلاكنا وتغير المناخ. لقد نما عدد السكان والتحضر وسيستمر في النمو. ارتفع عدد السكان الفعلي للمنطقة من 272.2 مليون نسمة في عام 2000 إلى 418.3 مليون نسمة مقدر لعام 2020 (الأمم المتحدة 2019). تستضيف التجمعات الحضرية مثل "القاهرة الكبرى" والرياض ودبي الآن 25.5 و8.6 و4.5 مليون نسمة على التوالي، ومن المتوقع أن تنمو بمعدل سنوي يتراوح ما بين 1.5 و2 ٪ بحلول عام 2030 (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء 2022، الهيئة العامة للإحصاء في المملكة العربية السعودية 2019، GD 2021). كما أدت التغييرات في تناول السعرات الحرارية والوجبات الغذائية إلى زيادة الطلب على تنوع أكبر من الأطعمة، بما في ذلك اللحوم ومنتجات الألبان، التي لها بصمات مائية ضخمة. هو ما قد أدى ذلك إلى زيادة الطلب على المياه لأغراض الري وإنتاج الأغذية (Mateo-Sagasta وآخرون 2018). تشير التوقعات إلى أن هذه الدوافع ستستمر في توسيع فجوة العرض والطلب على المياه في العقود المقبلة.

علاوة على كل هذا، من المتوقع أن ينخفض هطول الأمطار في المنطقة، مع حدوث موجات جفاف أكثر تواترا وشدة، في حين سيزداد التبخر والنتح (Zittis 2018; Babaousmail et al.2022). من المتوقع أن تؤدي ندرة المياه إلى انخفاض الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 6-14 ٪ سنويا بحلول عام 2050 (البنك الدولي 2018). علاوة على ذلك، فمن الممكن لندرة المياه المتزايدة أن تؤدي إلى تقليل الطلب على العمالة بنسبة تصل إلى 12 ٪ وتؤدي إلى تغييرات كبيرة في استخدام الأراضي، بما في ذلك فقدان الخدمات الهيدرولوجية المفيدة (Taheripour وآخرون 2020).

الزراعة هي أكبر مستخدم للمياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وهي معرضة بشكل خاص لتوافر المياه وإمكانية الوصول إليها وجودتها. ومن المتوقع أن ينتج القطاع المزيد من الغذاء لضمان الأمن الغذائي. سيتطلب ذلك كميات كبيرة وإضافية من الماء.

خلص Taheripour وآخرون (2020) إلى أنه "ما لم يتم تعزيز سياسات جديدة وتحويلية لإدارة المياه بشكل مستدام وفعال وتعاوني، فإن ندرة المياه ستؤثر سلبا على الآفاق الاقتصادية للمنطقة وتقوض رأس مالها البشري والطبيعي". تستجيب الحكومات في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا لأزمة المياه هذه من خلال البحث العاجل عن تدخلات لزيادة الأمن المائي من خلال تحسين إدارة المياه، وتضييق الفجوة بين العرض والطلب، ومنع تدهور جودة المياه. وتشمل هذه التدخلات عادة زيادة كفاءة استخدام المياه وإنتاجيتها، وخفض خسائر المياه غير المنتجة في شبكات المياه، وزيادة ميزانية المياه باستخدام مصادر غير تقليدية للمياه، مثل المخلفات السائلة البلدية.

تتكون المخلفات السائلة البلدية في الغالب (99٪) من المياه. يتكون 1٪ المتبقي من مركبات مختلفة بما في ذلك الموارد القيمة مثل النيتروجين والفوسفور. يمكن استرداد هذه الموارد واستخدامها كأسمدة للزراعة، والكربون العضوي الذي يمكن استخدامه كمحسن للتربة أو الطاقة في شكل الميثان. ومع ذلك، فإن هذه المخلفات السائلة تحتوي أيضا على مسببات الأمراض والمواد الكيميائية التي يمكن أن تشكل مخاطر على صحة الإنسان والبيئة. إذا تمت إزالة هذه المخاطر أو السيطرة عليها، يمكن استعادة الموارد المضمنة في مياه الصرف الصحي واستخدامها بفوائد للجميع.

بدلا من فقدان مياه الصرف الصحي التي تم تصريفها في البحر أو تبخرت على الأرض أو على طول الأنهار، يمكننا استعادتها وإعادة المياه الجديدة إلى رصيد المياه. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للزراعة الاستفادة من التدفق المستمر للمياه على مدار السنة، مما يجعل النظم الزراعية أكثر قدرة على الصمود في وجه الجفاف. يمكن إعادة استخدام العناصر الغذائية مثل الفوسفور والنيتروجين كأسمدة .

يمكن للمدن زيادة أمنها الغذائي إذا كانت إعادة استخدام المياه تعزز تطوير الأحزمة الخضراء المنتجة حول المناطق الحضرية. يمكن للمدن أيضا استخدام الزراعة كمعالجة ثلاثية حيث تمتص المحاصيل العناصر الغذائية التي يمكن أن تلوث مصادر المياه التي تتلقاها. وستستفيد البيئة أيضا من الحد من التلوث والحفاظ على المياه العذبة للأغراض البيئية.

تنطوي إعادة استخدام المياه على إمكانات كبيرة للمساعدة في التغلب على بعض التحديات التي يفرضها الضغط المتزايد على موارد المياه المجهدة بالفعل (2017). تنتج مدن منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وبلداتها ملايين الأمتار المكعبة من مياه الصرف الصحي كل عام. يختلف مصير مياه الصرف الصحي هذه اختلافا كبيرا اعتمادا على السياق المحلي: إذا ما كان من الممكن جمع مياه الصرف الصحي أم لا، ومعالجتها أم لا، وأخيرا استخدامها بشكل مباشر أو غير مباشر أو تتبخر أو أن يتم التخلص منها في البحر دون استخدام مفيد (الإطار 2.1؛ الإطار 2.2؛ والشكل 2.1).

الإطار 2.1 ملاحظة حول التعاريف (مقتبسة من ماتيو ساغاستا 2015)

يمكن تعريف **المياه العادمة** أو مياه الصرف على أنها "المياه المستعملة التي يتم تصريفها من المنازل والشركات والصناعة والمدن والزراعة" (Asano وآخرون 2007). وفقا لهذا التعريف، فكما يوجد العديد من استخدامات المياه يوجد العديد من أنواع مياه الصرف الصحي (على سبيل المثال، مياه الصرف الصحي في المناطق الحضرية أو مياه الصرف الصناعي أو مياه الصرف الزراعي). عندما يتم جمع مياه الصرف/ المياه العادمة في مواسير الشبكة البلدية يطلق عليها "الصرف الصحي".

مصطلح "مياه الصرف" كما هو مستخدم في هذا الكتاب هو في الأساس مرادف **لمياه الصرف البلدية**، والتي عادة ما تكون مزيجا من واحد أو أكثر مما يلي: **مياه الصرف المنزلية** التي تتكون من المياه السوداء (من المراحيض) والمياه الرمادية (من المطابخ والاستحمام)؛ والمياه من المؤسسات والمؤسسات التجارية، بما في ذلك المستشفيات؛ والمخلفات السائلة الصناعية داخل المدينة أو البلدة، حيثما وجدت؛ ومياه

الأمطار وغيرها من الجريان السطحي في المناطق الحضرية. لا تشمل مياه الصرف الصحي البلدية مياه الصرف الصناعي (بما في ذلك مياه الصرف الصحي من قطاعات التعدين أو التصنيع أو الطاقة) أو مياه الصرف الزراعي المتولدة والمجمعة خارج المستوطنات البشرية.

يمكن جمع مياه الصرف أو عدم جمعها، معالجتها أو عدم معالجتها، وأخيرا يمكن استخدامها مباشرة أو تصريفها في جسم مائي وإما إعادة استخدامها بشكل غير مباشر في اتجاه مجرى النهر أو فقدانها عندما يتم تصريفها في البحر أو تتبخر دون استخدام مفيد.

جمع مياه الصرف

يمكن جمع مياه الصرف ومعالجتها في الموقع (على سبيل المثال، في خزانات الصرف) أو خارج الموقع (على سبيل المثال، في شبكات الصرف المتصلة بمحطة معالجة). قد يختلف تصميم وحجم نظام الصرف الصحي على نطاق واسع؛ عادة، داخل الخزان هناك ترسيب ومعالجة أولية لمياه الصرف وتتسرب المخلفات السائلة المعالجة جزئيا إلى التربة من خلال حفرة نقع تم تشييدها. من الشائع أيضا في البلدان المتوسطة والمنخفضة الدخل أن هذه الخزانات لا تصمم ولا تتم صيانتها بشكل صحيح وأن المخلفات السائلة يتم تصريفها مباشرة في قنوات مفتوحة. تقوم شبكات الصرف بجمع مياه الصرف من المنازل ولكن أيضا من الأنشطة والصناعات التجارية الأخرى داخل المدن على النحو الموضح أعلاه.

أنواع المعالجة لمياه الصرف

قبل المعالجة، تمر مياه الصرف عادة بالمعالجة المسبقة لإزالة الحصى والشحوم والمواد الصلبة الإجمالية التي يمكنها أن تعيق مراحل المعالجة اللاحقة.

في وقت لاحق، تهدف المعالجة الأولية إلى ترسيب المواد الصلبة العالقة وإزالتها، سواء كانت تلك المواد العالقة عضوية أو غير عضوية. المعالجة الأولية الأكثر شيوعا هي أحواض الترسيب وخزانات الصرف وخزانات إيمهوف "التي تعمل بالترسب أو الإثفال".

في المعالجة الثانوية، تتحلل المواد العضوية القابلة للتحلل والقابلة للذوبان حيث تتم إزالتها بواسطة البكتيريا والأوليات من خلال العمليات البيولوجية (الهوائية أو اللاهوائية). تشمل المعالجات الثانوية النموذجية البحيرات الهوائية والحمأة المنشطة والمرشحات المتقطرة وخنادق الأكسدة وغيرها من العمليات الواسعة مثل الأراضي الرطبة المُنشأة (بفعل الإنسان).

تهدف المعالجة الثلاثية إلى تحسين جودة المخلفات السائلة قبل تصريفها أو إعادة استخدامها ويمكن أن تتكون من إزالة العناصر الغذائية (بشكل رئيسي النيتروجين والفوسفور) أو المركبات السامة أو المواد العالقة المتبقية أو الكائنات الحية الدقيقة (التطهير بالكلورين أو الأوزون أو الأشعة فوق البنفسجية أو غيرها). ومع ذلك، نادرا ما تستخدم هذه المرحلة/المستوى الثالث في البلدان منخفضة الدخل. يمكن أن تشمل عملية المعالجة الثلاثية الترشيح الغشائي (التناضح الجزئي والنانوي والفائق والعكسي)، الترشيح/الاستخلاص الرشحي، والكربون المنشط والتطهير (إضافة الكلور، الأوزون أو الأشعة فوق البنفسجية).

أخيرا، يشير استصلاح المياه إلى معالجة مياه الصرف لجعلها مناسبة للاستخدام المفيد دون أي مخاطر أو بحد أدنى من المخاطر.

الإطار 2.2 أنواع وأمثلة استخدامات المياه المستصلحة (مقتبس من Mateo-Sagasta 2015)

الري الزراعي والحرجي: ري المحاصيل أو الغابات أو الحراجة الزراعية أو المشاتل التجارية.

ري المناظر الطبيعية: إعادة استخدامها للحدائق أو ساحات المدارس أو الفاصل الأوسط بالطرق السريعة أو ملاعب الجولف أو مقابر أو أحزمة خضراء أو سكنية.

الاستخدامات الصناعية: مياه التبريد، تغذية الغلايات، مياه المعالجة أو البناء الثقيل.

تغذية المياه الجوفية: تجديد المياه الجوفية للتحكم في تسرب المياه المالحة أو التحكم في هبوطها.

الاستخدامات الترفيهية: الأنشطة الترفيهية مثل صيد الأسماك أو ركوب القوارب أو الاستحمام أو صنع الثلج.

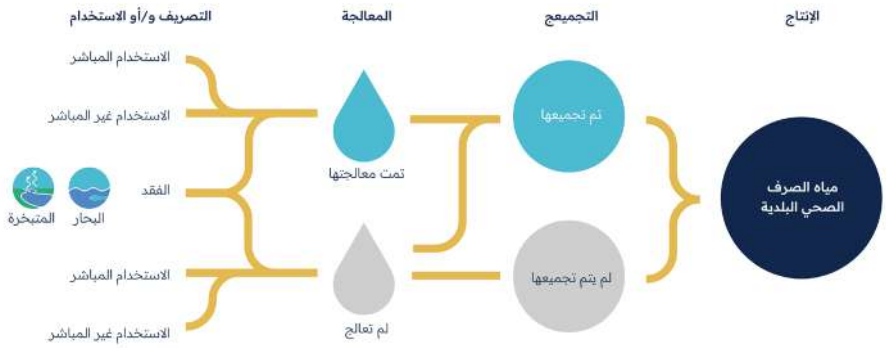
الاستخدامات البيئية: البحيرات والبرك، وتعزيز المستنقعات، وزيادة تدفق الجداول ومصايد الأسماك.

إعادة استخدام مياه الشرب: الزيادة المخطط لها في إمدادات مياه الشرب بالمياه المستصلحة. يمكن أن يكون إعادة استخدام غير مباشر للشرب (على سبيل المثال، من خلال إعادة تغذية المياه الجوفية أو عن طريق مزج خزانات إمدادات المياه مع معالجة مياه الشرب اللاحقة) أو إعادة الاستخدام المباشر للشرب (على سبيل المثال، إمدادات المياه من مواسير إلى مواسير).

الاستخدامات الحضرية غير الصالحة للشرب: جميع الاستخدامات الحضرية الأخرى التي لا تنطوي على إعادة استخدام مياه الشرب أو ري المناظر الطبيعية، مثل الحماية من الحرائق أو تكييف الهواء أو تفريغ محتويات المرحاض.

الاستخدام المباشر لمياه الصرف يعني أن مياه الصرف المعالجة أو غير المعالجة تستخدم لأغراض مختلفة (مثل إنتاج محاصيل أو تربية الأحياء المائية أو الغابات أو الصناعة أو الحدائق أو ملاعب الجولف) دون تخفيف مسبق. عندما يتم استخدامها بشكل غير مباشر، يتم تصريف مياه الصرف أولا في جسم مائي حيث تخضع للتخفيف قبل استخدامها في اتجاه مجرى النهر.

يمكن التخطيط لإعادة الاستخدام أو عدم التخطيط له. تشير إعادة استخدام المياه المخطط لها إلى الاستخدام المتعمد والخاضع للرقابة لمياه الصرف الخام أو المعالجة، على سبيل المثال، للري. يحدث معظم الاستخدام غير المباشر دون تخطيط. قد تكون تغذية طبقة المياه الجوفية استثناء.



الشكل 2.1 تدفقات مصير مياه الصرف (مقتبس من Mateo-Sagasta and Salian 2012).

إن تحسين معالجة مياه الصرف، وزيادة الاستخدام المباشر لمياه الصرف المعالجة، وجعل الاستخدام غير المباشر للمياه الملوثة أكثر أمانا، هي أمور أساسية لمعالجة أزمة المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

يقدم هذا الفصل مراجعة منهجية ومركبة لتوليد مياه الصرف الصحي البلدية وتكوينها ومصيرها في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بناء على أفضل البيانات المتاحة من مئات المصادر. يقدم الفصل أيضا تعريفات وشخصيات رئيسية لفهم الفصول اللاحقة من هذا الكتاب بشكل أفضل. وينظر الفصل أيضا في أبعاد الموارد القيمة المضمنة في مجاري مياه الصرف الصحي ومدى استرداد هذه الموارد حتى الآن للاستخدامات المفيدة. وحيثما تكون البيانات ضعيفة أو شحيحة، تناقش أسباب هذه الثغرات في البيانات.

2.2 إنتاج وتركيبة ومعالجة مياه الصرف البلدية

2.2.1 إنتاج مياه الصرف

مياه Wastewater is a resource that can be mined, and as such, it is important to understand how it is الصرف هي مورد يمكن استخراجه، وعلى هذا النحو، من المهم أن نفهم كيف يتم توزيعها جغرافيا في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. يتم توليد مياه الصرف البلدية حيث يتركز السكان، والتي عادة ما تكون على طول السواحل والأنهار الكبيرة. لا يعتمد إنتاج مياه الصرف البلدية على الكثافة السكانية فحسب، بل يعتمد أيضا على نصيب الفرد من إنتاج مياه الصرف، والذي يعتمد بشكل أساسي على نصيب الفرد من استخدام المياه البلدية، والذي بدوره يرتبط أكثر بدخل الفرد من وفرة الموارد المائية المتجددة الفعلية.

البلدان ذات الدخل المرتفع مثل البحرين أو الكويت، والتي تعاني من ندرة المياه ولكن لديها إمكانية تحمل تكاليف تحلية المياه على نطاق واسع، عادة ما يكون لديها أعلى بكثير توليد مياه الصرف الصحي للفرد مقارنة ببلدان مثل اليمن أو موريتانيا أو السودان أو من البلدان متوسطة الدخل التي تعاني من ندرة المياه حيث تكون تحلية المياه محدودة، مثل الأردن أو المغرب أو تونس (الشكل 2.2).

داخل البلدان، تستخدم المناطق الريفية كميات أقل من المياه للفرد مقارنة بالمناطق الحضرية، وهذا له أيضا تأثير على توليد مياه الصرف للفرد.

يوضح الشكل 2.2 كيف يتم حساب توليد مياه الصرف البلدية للفرد الواحد على أنه إجمالي مياه الصرف البلدية المتولدة في عام 2015 وفقا للمجلس العربي للمياه "(2019) "AWC مقسوما على عدد السكان لكل بلد في عام 2015 وفقا للشعبة الإحصائية بالأمم المتحدة "UNSTAT". تعد كل من المملكة العربية السعودية والكويت استثناء، وقد تم استخلاص بيانات مياه الصرف من الهيئة العامة للإحصاء بالمملكة العربية السعودية "(2020) "GASTAT والإدارة المركزية للإحصاء بدولة الكويت "(2020) "CSB، على التوالي، لأن البيانات من المجلس العربي للمياه (2019) كانت منخفضة بشكل غير واقعي.

يتم حساب نصيب الفرد من توليد مياه الصرف المنزلية في الشكل 2.2 على أنه إجمالي مياه الصرف المنزلية المتولدة في عام 2020 وفقا لمنظمة الصحة العالمية (2021) مقسوما على عدد السكان لكل بلد في عام 2020 وفقا للشعبة الإحصائية للأمم المتحدة. المملكة العربية السعودية وقطر استثناء وتم استخلاص بيانات مياه الصرف الصحي البلدية من الهيئة العامة للإحصاء بالمملكة العربية السعودية (2020) وجهاز التخطيط والإحصاء بقطر "(2019) "PSA على التوالي حيث كانت البيانات من منظمة الصحة العالمية (2021) مرتفعة بشكل غير واقعي بالنسبة للمملكة العربية السعودية ومنخفضة بالنسبة لقطر.

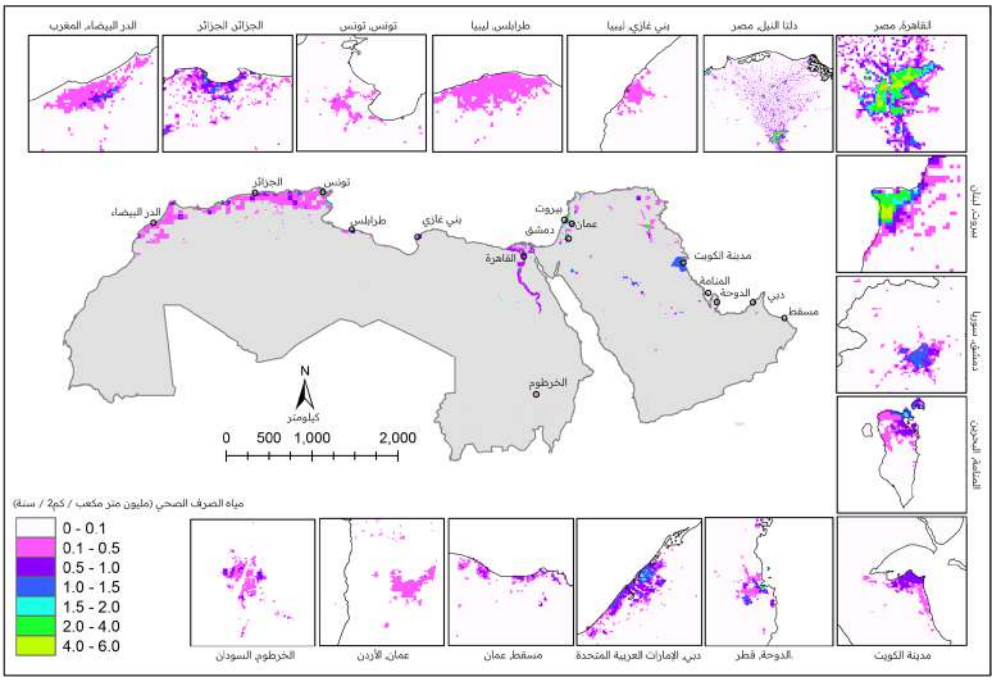
الشكل 2.2 نصيب الفرد من توليد مياه الصرف البلدية والمنزلية في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

بحكم التعريف (انظر الإطار 2.1) يجب أن تكون أرقام مياه الصرف البلدية أكبر من مياه الصرف الصحي المنزلية، ولكن هذا ليس هو الحال دائما في البيانات الموضحة في الشكل 2.2. وقد يكون هذا بسبب اختلاف السنوات مقارنة (2020 للمنزلية و2015 للبلدية) أو بسبب التناقضات المنهجية الأعمق بين المصادر. تجمع كل من منظمة الصحة العالمية (2021) والمجلس الاستشاري المعني بالمياه (2019) البيانات من المصادر الأولية القطرية، التي تميل إلى استخدام منهجيات مختلفة وتعريف المصطلحات بشكل مختلف. وقد يرجع ذلك أيضا إلى أنه في بعض بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، هناك عدد قليل جدا من الصناعات، وخاصة تلك التي تستخدم الكثير من المياه، مثل صناعة النسيج.

يوضح الشكل 2.3 التوزيع المكاني لتوليد مياه الصرف البلدية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا الناتج عن الجمع بين توليد مياه الصرف للفرد والكثافة السكانية بحسب ما يراه جونز "Jones" وآخرون (2021) وفيلبوري "Velpuri" وآخرون. (قريبا).

قدم جونز وآخرون (2021) توزيعا مكانيا صريحا لمياه الصرف العالمية لعام 2015 بدقة خاصة تبلغ 5 دقيقة قوسية (~10 كم). وقد تم تنقيح هذا النهج لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا من خلال تطوير واستخدام نموذج مسار الصرف (فيلبوري وآخرون، قريبا)، الذي يستخدم بيانات من السنة 2015، وتبلغ دقته 1كم، ويميز ويدمج بيانات عن نصيب الفرد من إنتاج مياه الصرف في المناطق الريفية والحضرية.

باستخدام هذه البيانات والأدوات، يمكننا تحديد موقع توليد مياه الصرف بدقة (الشكل 2.3). من الواضح أن المدن هي نقاط تشتد بها معدلات توليد مياه الصرف وتنتج ٪72 من مياه الصرف البلدية في المنطقة (يتم توليد ٪28 الأخرى في المناطق الريفية) (Velpuri et al. forthcoming). ومع ذلك، فإن الأراضي الزراعية ومزارع الأشجار التي تتطلب المياه (كأعلى مستخدمين للمياه المستصلحة في المنطقة) ليست دائما قريبة من المدن، على الرغم من أنها أحيانا تكون في أعلى مواقع توليد مياه الصرف.

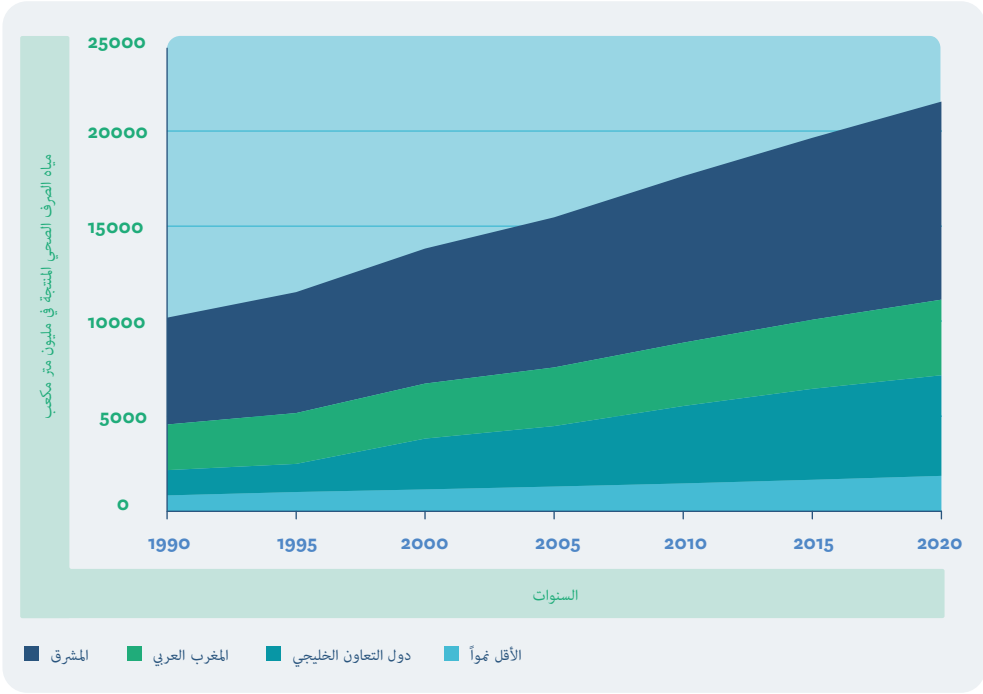


الشكل 2.3 مياه الصرف الصحي المتولدة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

ملاحظات: تظهر الخريطة في المنطقة الوسطى توزيع مياه الصرف الناتجة عن جونز وآخرون 2021. تظهر رؤى التجمعات الحضرية في محيط الخريطة مياه الصرف الناتجة عن نموذج مسار المجاري "SEWAGE-TRACK" (فالبوري وآخرون، 2022).

يشكل هذا تحديات اقتصادية لإعادة الاستخدام لأن ضخ مياه الصرف ذهابا وإيابا إلى ما وراء مسافة أو ارتفاع معين ليس دائما مجديا اقتصاديا. في البلدات والقرى الصغيرة، الأقرب إلى محطات معالجة مياه الصرف أو المحاطة بالأراضي الزراعية، يتمثل التحدي عادة في جمع مياه الصرف في الموقع في خزانات الصرف ذات المعالجة محدودة السعة. تتسرب المخلفات السائلة من خزانات الصرف الصحي إلى المياه الجوفية أو يتم تصريفها إلى قنوات مفتوحة (إذا كانت خزانات الصرف الصحي مغلقة) بمعالجة منخفضة للغاية وإزالة ضعيفة لمسببات الأمراض، مما يحد من إمكانية إعادة الاستخدام الآمن.

عند النظر في الاتجاهات، فإن مياه الصرف هي المصدر الوحيد للمياه الذي يزداد مع نمو السكان ومع زيادة استخدام المياه (الشكل 2.4). يتضح هذا بشكل خاص في بلدان مثل مصر، وهي الدولة الأكثر اكتظاظا بالسكان في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، حيث تشهد الدولة نموا مزدهرا في مناطقها الحضرية، وخاصة في القاهرة وحولها. سيستمر هذا الاتجاه في العقود القادمة ويحتاج قطاع مياه الصرف إلى التكيف للتعامل مع هذا الإنتاج المتزايد لمياه الصرف الصحي. تشير مجموعة متزايدة من الأدلة إلى أن التكاليف الاقتصادية (بما في ذلك التكاليف البيئية والصحية) لتصريف المياه المستعملة في البيئة دون معالجة أعلى من تكاليف إدارتها بشكل صحيح (Hernandez-Sancho وآخرون 2015). ومن منظور التنقيب عن الموارد، فإن نمو إنتاج مياه الصرف ومعالجة مياه الصرف الصحي كأصل اقتصادي (Drechsel وآخرون 2015) توفر فرص لزيادة الفوائد الاقتصادية والاجتماعية في الاقتصاد الدائري. يختلف تكوين مياه الصرف البلدية الخام والموارد المضمنة، أو المخاطر الموجودة فيها، في بلدان مختلفة وفي مدن مختلفة داخل البلدان.



الشكل 2.4 الاتجاهات في توليد مياه الصرف البلدية في بلدان مختارة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

ملاحظات: يشمل المشرق العراق والأردن ولبنان وفلسطين وسوريا ومصر. يشمل المغرب العربي الجزائر وليبيا وموريتانيا والمغرب وتونس. تشمل دول مجلس التعاون الخليجي البحرين والكويت وعمان وقطر والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة. وتشمل أقل البلدان نموا السودان واليمن.

تأتي المياه في مياه الصرف البلدية من المنازل، ومن مياه الأمطار التي تستنزف المدن ومن الصناعات والأنشطة التجارية. معظم العناصر الغذائية في مياه الصرف الصحي تأتي من الفضلات البشرية. يعتمد إفراز العناصر الغذائية للفرد بشكل كبير على الوجبات الغذائية (مثل استهلاك البروتين)، والتي تختلف باختلاف البلد وحالة الثروة والثقافة. معظم العناصر الغذائية في البول. في مياه الصرف، لا يأتي الفوسفور فقط من الفضلات البشرية ولكن أيضا من المنظفات المستخدمة في الغسيل وغسل الأطباق (Mateo-Sagasta 2015).

ونتيجة لتدفقات المواد هذه، يتركز في مياه الصرف البلدية موارد قيمة ولكن أيضاً يتركز فيها مخاطر مثل مسببات الأمراض أو المواد الكيميائية الخطرة (الجدول 2.1؛ الإطار 2.3). عادة ما تأتي مسببات الأمراض في صورة فضلات. تدخل المخاطر الكيميائية إلى مياه الصرف الصحي عن طريق التصريفات من الأنشطة الاقتصادية المتصلة بالصرف، ولكن أيضا عن طريق التنظيف المنزلي أو الأدوية التي يفرزها الناس. يعتمد تركيز هذه الموارد والمخاطر إلى حد كبير على أنماط استهلاك الناس، والوجبات الغذائية، واستخدام المياه المنزلية والبلدية، وهطول الأمطار التي تدخل شبكات الصرف الصحي (التخفيف). يوضح الجدول 2.1 المتوسط المرجح لتركيبة مياه الصرف الصحي الخام في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بناء على بيانات من 166 محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي (WWTPs). تم ترجيح المتوسطات بكميات المياه الوافدة من مياه الصرف الصحي لمحطات المعالجة بحيث يكون تكوين مياه الصرف الصحي الورادة في محطات المعالجة الكبيرة له تأثير أكبر على المتوسطات الوطنية. تظهر البيانات أن مياه الصرف تميل إلى أن تكون أقوى (أي بتركيزات أعلى) في المقاطعات ذات الاستخدام الأقل للمياه البلدية للفرد، مثل الأردن أو موريتانيا.

توفر تركيبة مياه الصرف البلدية معلومات قيمة عن كل من مخاطر وفرص إعادة استخدام المياه. سيأخذ مصممو محطات معالجة مياه الصرف الصحي في الاعتبار تكوين مياه الصرف الصحي وتركيزها عند اختيار التكنولوجيا أو

الجدول 2.1 المتوسط المرجح لتكوين مياه الصرف الواردة في محطات معالجة مياه الصرف البلدية في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

البلد	إجمالي المواد الصلبة الذائبة	الطلب على الأكسجين البيولوجي	الطلب على الأكسجين الكيميائي	النيتروجين الكلي	الفوسفور الكلي	القولونيات البرازية	الموصلية الكهربائية	إجمالي المواد الصلبة الذائبة	عدد محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي جمعت منها البيانات
	(ملجم/لتر)	(ملجم/لتر)	(ملجم/لتر)	(ملجم/لتر)	(ملجم/لتر)	(وحدة عد المستعمرات/ 100 مل)	(ديسيسيمنز/ متر)	(ملجم/لتر)	
الجزائر	357	330	660	23.2	10.0	1.84E+08	2.4	1,642	20
البحرين	179	219	410	NA	NA	NA	NA	NA	1
مصر	243	209	391	40.2	6.4	1.43E+09	1.1	654	13
العراق	230	214	395	NA	NA	NA	1.9	1,379	5
الأردن	628	624	1245	100.0	10.5	2.87E+07	1.4	978	22
الكويت	250	234	431	31.5	21.8	3.41E+07	1.0	645	4
لبنان	412	291	618	63.1	12.0	1.13E+06	1.3	962	15
ليبيا	216	298	431	NA	2.8	NA	2.8	1,664	5
موريتانيا	658	535	1811	NA	NA	NA	2.1	1,506	1
المغرب	475	1354	907	82.7	11.3	7.83E+08	2.7	1,869	9
عمان	420	245	920	87.7	12.0	1.45E+08	1.7	944	7
فلسطين	781	471	951	66.6	10.2	2.22E+06	2.9	2,268	10
قطر	150	178	418	35.0	5.0	5.01E+06	2.0	1,329	2
المملكة العربية السعودية	321	213	413	25.6	13.2	2.54E+06	2.3	1,488	10
السودان	447	411	1076	NA	NA	NA	1.2	709	3
سوريا	539	355	542	46.8	2.5	3.90E+07	2.3	1,701	3
تونس	419	372	899	92.9	12.6	7.93E+06	3.2	2,477	23
الأمارات العربية المتحدة	277	258	589	NA	6.2	NA	3.8	2,108	8
اليمن	444	743	1307	NA	15.0	2.93E+06	2.6	1,899	5
الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	296	285	523	55.2	13.2	7.15E+08	2.5	1,490	166

TSS: إجمالي المواد الصلبة الذائبة، BOD: الطلب على الأكسجين البيولوجي، COD: الطلب على الأكسجين الكيميائي، T-N: النيتروجين الكلي، T-P: الفوسفور الكلي، FC: القولونيات البرازية، EC: الموصلية الكهربائية، TDS: إجمالي المواد الصلبة الذائبة.
المصادر: انظر القائمة الكاملة للمصادر حسب البلد في http://bit.ly/3hsRkDL .

عمليات استعادة الموارد. على سبيل المثال، بالنسبة لمياه الصرف الصحي ذات التركيزات العالية بالمناخات الدافئة، قد يختار مصممو محطة معالجة مياه الصرف الصحي أنظمة لاهوائية تميل إلى إنتاج حمأة أقل لمياه الصرف الصحي وزيادة استرداد الطاقة إلى أقصى حد من خلال توليد الغاز الحيوي.

الإطار 2.3 الملوثات الناشئة (EPs) في مياه الصرف الصحي الخام والمعالجة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا (من Haddaoui و Mateo-Sagasta 2021)

تثير الملوثات الناشئة قلقا متزايدا. فقد تم الإبلاغ عن أن مياه الصرف الصحي البلدية الخام في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تتركز بها مبيدات الآفات مثل الاندوسلفان أو ال دي.دي.تي، والمستحضرات الصيدلانية مثل الأسيتامينوفين، والإيبوبروفين، والباراسيتامول، والنابروكسين، والديكلوفيناك أو كاربامازيبين، وعشرات الملوثات الناشئة الأخرى. تؤدي المعالجة الفعلية المحدودة لهذه المخلفات ومياه الصرف الصحي في العديد من بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا إلى وصول جزء كبير من هذه المخلفات إلى المسطحات المائية، مما يؤدي بدوره إلى زيادة خطر تعرض المصب. حتى في الحالات التي يتم فيها جمع مياه الصرف الصحي ومعالجتها، فإن كفاءة إزالة الملوثات الناشئة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي الحالية محدودة بحسب افضل التقديرات.

تشير البيانات المتعلقة بفعالية إزالة الملوثات الناشئة في محطات المعالجة في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا إلى أن المعالجة الثانوية غير فعالة في الحد من معظم الملوثات الناشئة (على سبيل المثال، المركبات الصيدلانية مثل كاربامازيبين، الإريثروميسين والسلفاميثوكس-أزول). تعمل المعالجة الثلاثية على تحسين التخلص من العديد من الملوثات الناشئة، لكن هذا التحسن غير كاف لبعض الملوثات (مثل التتراسيكلين والسيبروفلوكساسين والأموكسيسيلين).

إن مدى تغطية معالجة مياه الصرف الصحي وأنواع تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي ومياه الشرب في معظم بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بعيد كل البعد عن أن يكون كافيا للتصدي بفعالية للمخاطر البيئية والصحية التي تشكلها الملوثات الناشئة. بالنظر إلى القدرات المالية المحدودة للبلدان متوسطة ومنخفضة الدخل، والفعالية المحدودة لإزالة الملوثات الناشئة عن طريق المعالجات الثلاثية، فليس من العملي ولا من يسر التكلفة أن يتم تعزيز معالجة مياه الصرف باعتبارها الطريقة الوحيدة لمعالجة الملوثات الناشئة المنقولة بالمياه. بدلا من ذلك، نوصي بإعطاء الأولوية لمجموعة أكثر فعالية من حيث التكلفة من الحلول التي تتضمن تغييرا في أنماط الاستهلاك والإنتاج لمنع التلوث من الملوثات الناشئة في المنبع، وتوسيع معالجة مياه الصرف الصحي إلى المدى المطلوب للملوثات التقليدية بما في ذلك مسببات الأمراض، واعتماد ممارسات الري الجيدة والتغطية الشاملة لمعالجة مياه الشرب.

قد لا تعمل المعالجة اللاهوائية على النحو الأمثل مع مياه الصرف الصحي الأضعف تركيزا. يرتبط التأثير عالي التركيز (مثل مياه الصرف الصحي في الأردن أو موريتانيا أو السودان أو اليمن) بانخفاض استهلاك الطاقة وانخفاض التكاليف لكل كيلوغرام من الملوثات التي تمت إزالتها، وبإمكانية استرداد المغذيات العالية في محطات معالجة مياه الصرف الصحي، والتي تعد عوامل حاسمة تؤثر على التقنيات التي سيتم اختيارها. لكن التأثير عالي التركيز يرتبط أيضا بإمكانية انبعاث غازات الدفيئة الأعلى عند إزالة الملوثات (Zhang وآخرون 2020).

2.2.2. معالجة مياه الصرف الصحي

تعتمد إمكانية إعادة استخدام المياه المأمونة على عوامل متعددة تتجاوز موقع وتركيز مياه الصرف الصحي. أحد العوامل الرئيسية التي تحدد إعادة الاستخدام الآمن هو مستوى المعالجة. تدرك البلدان بشكل متزايد الآثار والتكاليف الاقتصادية لمياه الصرف الصحي غير المعالجة وتستثمر في تحسين عمليات جمع مياه الصرف ومعالجتها، على الرغم من ذلك فإن النمو في الاستثمارات والبنية التحتية لا يواكب نمو كميات مياه الصرف الصحي البلدية- في

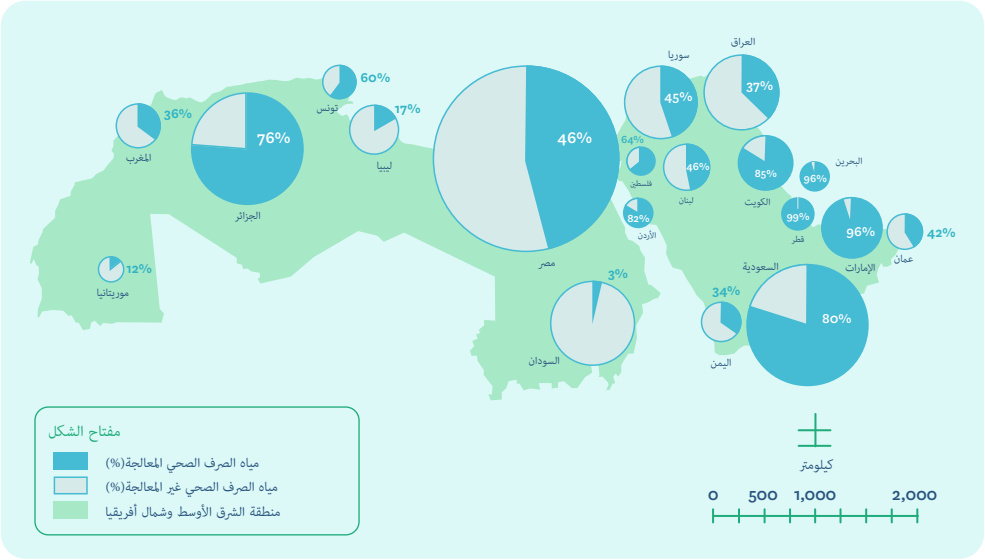
العديد من بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. ونتيجة لذلك، فإن إجمالي كمية مياه الصرف الصحي التي يتم تصريفها دون معالجة للبيئة تستمر في الزيادة في هذه البلدان. على سبيل المثال، في مصر، نمت قدرة معالجة مياه الصرف الصحي البلدية من 3.1 مليار متر مكعب في عام 2000 إلى 5.3 مليار متر مكعب في عام 2020. بينما نمت كمية مياه الصرف الصحي البلدية المتولدة من 4.8 إلى 7.2 مليار متر مكعب في نفس الفترة، مما يعني أن كمية مياه الصرف الصحي غير المعالجة قد نمت من 1.7 إلى 1.9 مليار متر مكعب على الرغم من النمو في قدرة المعالجة (وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية (مصر)2022 واستخبارات المياه العالمية "GWI" 2021). لا تصل كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي إلى محطات المعالجة والعديد من المرافق القائمة محملة فوق طاقتها وتنتج مخلفات سائلة أقل من الجودة المتوقعة. هناك بعض الاستثناءات لهذا الاتجاه خاصة في بعض دول الخليج، حيث زادت قدرة محطات المعالجة أكثر من الإنتاج الفعلي لمياه الصرف الصحي.

منظمة الصحة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية هما القيمان على المؤشر 6.3.1 من أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (SDGs)، والذي يتتبع نسبة تدفقات مياه الصرف الصحي من المنازل والخدمات والمباني الصناعية التي تتم معالجتها بامتثال للمعايير الوطنية أو المحلية. ويشمل المكون المنزلي كلا من مياه الصرف الصحي والحمأة البرازية، المعالجة في الموقع وخارجه، ويتم رصده كجزء من سلسلة الصرف الصحي مع روابط مباشرة بالمؤشر 6.2.1 بشأن الحصول على خدمات الصرف الصحي المدارة على نحو مستدام. عادة ما يتم جمع البيانات الواردة في 6.3.1 من قبل الوزارات والمؤسسات الوطنية المعنية (على سبيل المثال، فيما يتعلق بالمياه أو الصرف الصحي أو البيئة أو الصحة أو الخدمات العامة أو التخطيط أو الإسكان أو البنية التحتية أو الإنتاج)، والمرافق- خدمات الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات ومقدمي الخدمات في الموقع وكذلك المكتب الإحصائي الوطني (المسوح الأسرية وسجلات الأنشطة الاقتصادية).

تظهر أحدث البيانات لعام 2020 في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في إطار رصد أهداف التنمية المستدامة أن حوالي 60٪ من مياه الصرف الصحي المنزلية التي يتم توليدها تتم معالجتها بأمان. ويشمل ذلك مياه الصرف الصحي المنزلية المنقولة عبر المجاري إلى محطة معالجة مياه الصرف الصحي ("مياه الصرف الصحي المعالجة")، والتي يتم إطلاقها في نظام معالجة في الموقع ("معالجة في الموقع") (على سبيل المثال، خزانات الصرف الصحي) حيث يتم تفريغ الحمأة البرازية ونقلها إلى محطة معالجة ("معالجة بالموقع").

ومع ذلك، يتفاوت الوضع تفاوتا كبيرا بين البلدان (انظر الشكل 2.5). دخل الفرد هو مؤشر جيد لمستوى المعالجة. فالبلدان ذات الدخل المرتفع مثل البحرين وقطر والإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية تعالج معظم مياه الصرف الصحي المنزلية المولدة. بينما تواجه الشريحة الدنيا من البلدان متوسطة الدخل مثل اليمن والسودان وموريتانيا والمغرب ومصر المزيد من التحديات. تبرز البلدان ذات الدخل المتوسط الأعلى مثل الأردن ويكون أداؤها أفضل من المتوقع من دخلها، مما يعكس الأولوية العالية نسبيا التي توليها مياه الصرف الصحي والصرف الصحي في جدول أعمال هذه البلدان على الرغم من محدودية الميزانيات بها. إن تأثير الصراع أو الاضطرابات الاجتماعية أو الأزمة الاقتصادية على معالجة مياه الصرف الصحي في بلدان مثل اليمن ولبنان وليبيا والعراق وفلسطين وسوريا غير واضح ولكن من المحتمل جدا أن يحد بشدة من إمكانات المعالجة (Faour و Qadri،Fayad2014 وآخرون و Zolnikov2013).

يوضح الجدول 2.2 المتوسط المرجح لتركيبة مياه الصرف الصحي البلدية المعالجة في 19 دولة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بناء على بيانات من 211 محطة معالجة لمياه الصرف. تم ترجيح المتوسطات بأحجام مياه الصرف الصحي المعالجة في محطات المعالجة بحيث يكون لتركيبة مياه الصرف الصحي في محطات المعالجة الكبيرة تأثير أكبر على المعدلات الوطنية. تعتمد القدرة المتغيرة داخل البلدان وفيما بينها في الغالب على جودة مياه الصرف الصحي الوافدة وعلى المعالجة ومستواها.



الشكل 2.5 نسبة مياه الصرف الصحي المنزلية المعالجة بأمان في عام 2020 وفقا لمنظمة الصحة العالمية (2021).

في المتوسط، تزيل محطات معالجة مياه الصرف الصحي في المنطقة ما بين 85 و90٪ من إجمالي المواد الصلبة العالقة (TSS) والطلب على الأكسجين البيولوجي والكيميائي (BOD ،COD). حيث تتم إزالة حوالي 50٪ من النيتروجين والفوسفور. تتم إزالة القولونيات البرازية في المتوسط في حدود 3 لوج "عدد البكتيريا الموجودة بالعينة/ اللوج بعامل 10)، مع عمليات إزالة أكبر في دول مجلس التعاون الخليجي والأردن وغيرها حيث توجد أجزاء كبيرة من مياه الصرف الصحي المعالجة التي يتم تطهيرها. ومع ذلك، فإن إزالة المواد الصلبة الذائبة والملوحة محدودة ويبلغ متوسطها 12٪ فقط في المنطقة. في كثير من الحالات، تكون إزالة الملوحة سلبية في الواقع، مما يعني أن الملوحة في المخلفات السائلة أعلى منها في الوافدة. وهذا ليس مفاجئا لأن التناضح العكسي والترشيح النانوي فقط (اللذان نادرا ما يتم تنفيذهما في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا لمعالجة مياه الصرف الصحي) يزيلان الأملاح، وفي أنواع أخرى من المعالجات التي يشيع استخدامها في المنطقة، يؤدي فقدان المياه بسبب التبخر أثناء المعالجة إلى زيادة تركيزات الأملاح (Obotey Ezugbe و Rathilal 2020).

عندما يتم تصريف مياه الصرف الصحي المعالجة إلى البيئة، فإن إزالة النيتروجين والفوسفور يساعد على منع إغناء المياه السطحية أو تلوث المياه الجوفية بالنترات. وعند استخدام المخلفات السائلة في الري، فإن إزالة المغذيات ستحد من الإنتاجية إذا كان تركيز المغذيات في مياه الري أقل من الطلب من المحاصيل (Chojnacka وآخرون 2020).

تحد الملوحة من إمكانية إعادة استخدام المخلفات السائلة المعالجة. فتركيزات الأملاح العالية في الري تجعل من الصعب على النباتات امتصاص المياه وتسبب انخفاضا في غلة المحاصيل. يشعر المزارعون في الجزء الشمالي من وادي الأردن بالقلق إزاء الخطط الحكومية لتغيير مصدر الري إلى المياه المستصلحة المخففة من محطة معالجة السمرا، التي تحتوي على مستويات ملوحة أعلى من المياه المستخدمة حاليا (توفيق وآخرون. قيد المراجعة).

المؤشر الأكثر شيوعا لمراقبة ملوحة المياه هو الملوثات الناشئة (EC). يمكن أن تبدأ الأملاح في مياه الري بالتراكم في التربة، مما يمنع النباتات من امتصاص المياه ويؤثر على إنتاجية العديد من المحاصيل وأشجار الفاكهة. محاصيل مثل البصل أو الجزر أو الخس (Shannon و1999 Grieve) أو أشجار الفاكهة مثل الحمضيات (Ruiz وآخرون 1997، وLevy و

Syvertsen 2010) حساسة بشكل خاص للملوحة. المحاصيل الأخرى مثل الهليون أو أشجار الفاكهة مثل التمر أو الفستق أو الرمان أكثر تحملا. يتطلب الري بالمياه قليلة الملوحة تبني ممارسات في المزرعة للتخفيف من مخاطر الزراعة مثل التحول إلى المحاصيل المتحملة للملوحة، واستخدام مياه إضافية كترشيح للكسر وضمان الصرف المناسب.

الجدول 2.2 المتوسط المرجح لتركيبة مياه الصرف الصحي الوافدة إلى محطات معالجة مياه الصرف الصحي البلدية في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

البلد	إجمالي المواد الصلبة الذائبة	الطلب على الأكسجين البيولوجي	الطلب على الأكسجين الكيميائي	النيتروجين الكلي	الفوسفور الكلي	القولونيات البرازية	الموصلية الكهربائية	إجمالي المواد الصلبة الذائبة	عدد محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي جمعت منها البيانات
	(ملجم/لتر)	(ملجم/لتر)	(ملجم/لتر)	(ملجم/لتر)	(ملجم/ لتر)	(وحدة عد المستعمرات/ 100 مل)	(ديسيسيمنز/ متر)	(ملجم/لتر)	
الجزائر	26	27	66	8.5	5.1	6.28E+05	1.9	1,238	22
البحرين	9	2	32	NA	NA	2.21E+03	4.9	3,574	1
مصر	49	48	112	25.6	11.1	2.68E+06	1.1	628	27
العراق	78	53	99	NA	NA	NA	2.1	1,545	9
الأردن	28	19	112	29.6		2.17E+01	2.3	1,025	25
الكويت	6	3	21	5.1	11.3	1.89E+02	1.1	757	4
لبنان	49	37	109	16.0	15.1	8.54E+05	1.2	796	17
ليبيا	10	17	44	NA	0.7	3.00E+02	3.2	1,972	5
موريتانيا	NA	NA	257	NA	NA	1.90E+04	1.9	1,176	1
المغرب	25	18	51	23.4	4.3	5.45E+05	2.1	1,385	8
عمان	28	3	34	8.0	2.6	1.00E+01	1.6	915	11
فلسطين	95	72	232	8.9	3.2	9.68E+04	2.3	1,656	10
قطر	2	2	13	5.9	0.8	0.00E+00	2.1	3,410	3
المملكة العربية السعودية	25	30	66	13.7	4.8	2.12E+02	1.9	1,263	17
السودان	111	59	223	NA	NA	2.40E+03	1.7	1,097	3
سوريا	165	83	140	29.0	1.4	NA	2.2	1,606	3
تونس	54	37	137	27.3	11.7	6.19E+04	4.4	3,005	27
الأمارات العربية المتحدة	5	4	36	10.1	6.3	2.00E+00	3.2	1,697	10
اليمن	194	84	285	NA	6.7	3.87E+06	3.1	2,223	8
الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	38	32	84	21.5	8.3	8.04E+05	2.2	1,337	211

TSS: إجمالي المواد الصلبة الذائبة، BOD: الطلب على الأكسجين البيولوجي، COD: الطلب على الأكسجين الكيميائي، T-N: النيتروجين الكلي، T-P: الفوسفور الكلي، FC: القولونيات البرازية، EC: الموصلية الكهربائية، TDS: إجمالي المواد الصلبة الذائبة.
المصادر: انظر القائمة الكاملة للمصادر حسب البلد في http://bit.ly/3hsRkDL .

2.3. إعادة استخدام المياه الفعلية

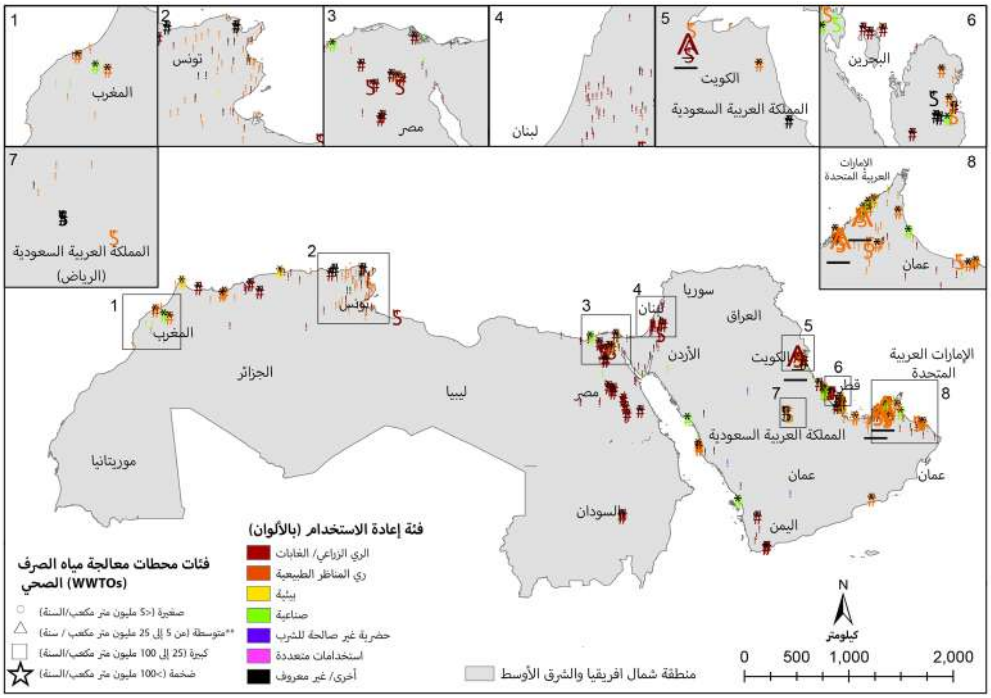
من الصعب وصف الكميات الحالية لإعادة استخدام المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بسبب نقص البيانات الموثوقة والكافية من الإحصاءات الوطنية. لا يستخدم الكثير من المعلومات المتاحة مصطلحات ووحدات موحدة عند وصف إعادة استخدام المياه، مما يجعل من الصعب مقارنة البيانات بين البلدان أو وضع قوائم جرد إقليمية. تشمل أحدث المحاولات وأكثرها شمولا لتجميع البيانات حول توليد مياه الصرف الصحي البلدية ومعالجتها وإعادة استخدامها التقرير الثالث عن حالة المياه في المنطقة العربية الذي أصدره المجلس العربي للمياه (AWC 2019) ببيانات من عام 2015 أو نظام المعلومات العالمي لمنظمة الفاو بشأن المياه والزراعة (AQUASTAT) ببيانات من العديد من بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا ولكن مع عدم وجود بيانات حديثة تقريبا. تحتوي البيانات المبلغ عنها حول إعادة استخدام المياه من قبل هذه المصادر على فجوات كبيرة في البيانات للسنوات الأخيرة وتتضمن في بعض الأحيان بيانات عن إعادة الاستخدام غير المباشر للمياه (أي مياه الصرف الصحي المعالجة التي يتم تصريفها في الأنهار أو قناة الصرف حيث يتم تخفيفها وإعادة استخدامها بشكل غير مباشر في المصب).

أنشأ مشروع ReWater MENA، وهو مشروع إقليمي بقيادة المعهد الدولي لإدارة المياه وبتمويل من الوكالة السويدية للتعاون الإنمائي الدولي (SIDA)، أكبر مخزون من المشاريع على حد علمنا لإعادة الاستخدام المباشر للمياه في المنطقة حتى الآن. هذه هي المشاريع التي يتم فيها استخدام المياه المستصلحة مباشرة لأغراض مختلفة بما في ذلك ري الزراعة والغابات المزروعة، والمناظر الطبيعية (بما في ذلك ملاعب الجولف)، والعمليات الصناعية، والاستخدامات البيئية وغيرها. جمعت قائمة الجرد بيانات لأكثر من 400 مشروع لا تزال قيد التشغيل وتتضمن بيانات عن سنة بدء مشاريع إعادة الاستخدام، والأحجام المعالجة والمعاد استخدامها، ونوع الاستخدام المصنوع من المياه المستصلحة.

استثمرت المنطقة بشكل استباقي في إعادة استخدام المياه في العقود الأخيرة. وفقا لقاعدة بيانات ReWater MENA، حيث تضاعف عدد مشاريع إعادة استخدام المياه كل عقد منذ تسعينات القرن العشرين. في البلدان ال 19 التي تم تحليلها، ارتفع عدد مشاريع إعادة الاستخدام على وجه التحديد من 40 في عام 1990، بإعادة استخدام كمية إجمالية قدرها 0.421 مليار متر مكعب، إلى 97 مشروعا في عام 2000 (و0.655 مليار متر مكعب أعيد استخدامها مباشرة)، و200 في عام 2010 (بـ 1.249 مليار متر مكعب). وأخيرا 409 في عام 2020 (بـ 2.275 مليار متر مكعب). في العقد الماضي، كان النمو في عدد مشاريع الاستخدام المباشر للمياه مرتفعا بشكل خاص في بلدان مثل المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة وقطر وعمان ومصر والجزائر والمغرب.

من الاستخدامات السائدة للمياه المستصلحة هي الحراجة والزراعة والمناظر الطبيعية، بما في ذلك ري المنتزهات والحدائق (انظر الإطار 2.2 للتعاريف). كما هو مبين في الشكل 2.6، فقد استثمرت البلدان المختلفة بشكل مختلف في أنواع مختلفة من إعادة استخدام المياه الغابات والزراعة هي المستخدم المهيمن للمياه المستصلحة، على سبيل المثال، في مصر وتونس والأردن، في حين أن المناظر الطبيعية هي الخيار المفضل في دول مثل المغرب والإمارات العربية المتحدة وعمان ودول مجلس التعاون الخليجي الأخرى. النمط في المناطق الأخرى ليس واضحا جدا، مع وجود حافظة مشاريع أكثر تباينا. هذه الأنماط هي نتيجة لعوامل مختلفة، بما في ذلك التصورات حول إعادة الاستخدام، وجودة المخلفات السائلة، والسياسات والتشريعات المختلفة التي تم تشكيلها في جميع أنحاء المنطقة كما يتم مناقشتها بمزيد من التفصيل في الفصول اللاحقة من هذا الكتاب.

إن وجود مشاريع إعادة استخدام المياه لأغراض أخرى مثل الاستخدام الصناعي أو الاستخدام الحضري غير الصالح للشرب أو تغذية طبقة المياه الجوفية أو استعادة البيئة مبعثرة وأقل تواترا. ومن الأمثلة على ذلك مشروع الشباب للطاقة في السعودية ومجمع جازان للتغويز وإنتاج الطاقة في مصر والمملكة العربية السعودية للأغراض الصناعية (GWI 2021) ومشروع إيميكول ومشروع الخليج الغربي في الإمارات العربية المتحدة وقطر للاستخدام الحضري غير الصالح للشرب (GWI 2021). في القسم 2 من هذا الكتاب، قمنا بتمييز العديد من مشاريع الموارد المائية الرئيسية بالتفصيل من المغرب وتونس والأردن والضفة الغربية والإمارات العربية المتحدة. أنشأ مشروع ReWater MENA، وهو مشروع إقليمي بقيادة المعهد الدولي لإدارة المياه وبتمويل من الوكالة السويدية للتعاون الإنمائي الدولي (SIDA)، أكبر مخزون من المشاريع على حد علمنا لإعادة الاستخدام المباشر للمياه في المنطقة حتى الآن. هذه هي المشاريع التي يتم فيها استخدام المياه المستصلحة مباشرة لأغراض مختلفة بما في ذلك ري الزراعة والغابات المزروعة، والمناظر الطبيعية (بما في ذلك ملاعب الجولف)، والعمليات الصناعية، والاستخدامات البيئية وغيرها. جمعت قائمة الجرد بيانات لأكثر من 400 مشروع لا تزال قيد التشغيل وتتضمن بيانات عن سنة بدء مشاريع



الشكل 2.6 موقع وتوزيع مشاريع إعادة استخدام المياه العاملة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا اعتبارا من عام 2020 (العدد = 409).

ملاحظات: يشير شكل/حجم كل نقطة إلى قدرة محطات معالجة مياه الصرف الصحي المصنفة على أنها صغيرة (N = 312)؛ متوسطة (N = 76)، كبيرة (N = 20) وضخمة (N = 1) ويشير اللون إلى فئة إعادة الاستخدام.

إعادة الاستخدام، والأحجام المعالجة والمعاد استخدامها، ونوع الاستخدام المصنوع من المياه المستصلحة.

استثمرت المنطقة بشكل استباقي في إعادة استخدام المياه في العقود الأخيرة. وفقا لقاعدة بيانات ReWater MENA، حيث تضاعف عدد مشاريع إعادة استخدام المياه كل عقد منذ تسعينات القرن العشرين. في البلدان ال 19 التي تم تحليلها، ارتفع عدد مشاريع إعادة الاستخدام على وجه التحديد من 40 في عام 1990، بإعادة استخدام كمية إجمالية قدرها 0.421 مليار متر مكعب، إلى 97 مشروعا في عام 2000 (و0.655 مليار متر مكعب أعيد استخدامها مباشرة)، و200 في عام 2010 (بـ 1.249 مليار متر مكعب). وأخيرا 409 في عام 2020 (بـ 2.275 مليار متر مكعب). في العقد الماضي، كان النمو في عدد مشاريع الاستخدام المباشر للمياه مرتفعا بشكل خاص في بلدان مثل المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة وقطر وعمان ومصر والجزائر والمغرب.

من الاستخدامات السائدة للمياه المستصلحة هي الحراجة والزراعة والمناظر الطبيعية، بما في ذلك ري المنتزهات والحدائق (انظر الإطار 2.2 للتعاريف). كما هو مبين في الشكل 2.6، فقد استثمرت البلدان المختلفة بشكل مختلف في أنواع مختلفة من إعادة استخدام المياه الغابات والزراعة هي المستخدم المهيمن للمياه المستصلحة، على سبيل المثال، في مصر وتونس والأردن، في حين أن المناظر الطبيعية هي الخيار المفضل في دول مثل المغرب والإمارات العربية المتحدة وعمان ودول مجلس التعاون الخليجي الأخرى. النمط في المناطق الأخرى ليس واضحا جدا، مع وجود حافظة مشاريع أكثر تباينا. هذه الأنماط هي نتيجة لعوامل مختلفة، بما في ذلك التصورات حول إعادة الاستخدام، وجودة المخلفات السائلة، والسياسات والتشريعات المختلفة التي تم تشكيلها في جميع أنحاء المنطقة كما يتم مناقشتها بمزيد من التفصيل في الفصول اللاحقة من هذا الكتاب.

إن وجود مشاريع إعادة استخدام المياه لأغراض أخرى مثل الاستخدام الصناعي أو الاستخدام الحضري غير الصالح للشرب أو تغذية طبقة المياه الجوفية أو استعادة البيئة مبعثرة وأقل تواترا. ومن الأمثلة على ذلك مشروع الشباب للطاقة في السعودية ومجمع جازان للتغويز وإنتاج الطاقة في مصر والمملكة العربية السعودية للأغراض الصناعية (GWI 2021) ومشروع إيميكول ومشروع الخليج الغربي في الإمارات العربية المتحدة وقطر للاستخدام الحضري

الجدول 2.3 إنتاج مياه الصرف الصحي ومعالجتها وإعادة استخدامها في 19 دولة داخل منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في عام 2020 (أو آخر السنة المتاحة).

البلد	إجمالي مياه الصرف الصحي البلدية المتولدة**	مياه الصرف الصحي البلدية التي تتم معالجتها وإعادة استخدامها مباشرة	يعاد استخدامها مباشرة من مياه الصرف الصحي البلدية	المشاريع التي تتم فيها معالجة مياه الصرف الصحي البلدية وإعادة استخدامها مباشرة	ملاحظات ومصادر منهجية لحساب مياه الصرف الصحي البلدية التي تتم معالجتها وإعادة استخدامها مباشرة
	(مليار متر مكعب)	(مليار متر مكعب)	(%)	(العدد)	
الجزائر	2.649	0.100	3.8	22	البيانات حتى عام 2015 من AbuZeid وآخرون 2019مع عدم العثور على مشاريع إضافية حتى عام 2020
البحرين	0.186	0.045	24	4	البيانات حتى عام 2015 من AbuZeid وآخرون 2019تم تحديثها من بيانات مشروعات فردية من الاستخبارات العالمية للمياه (GWI) 2021
مصر	7.196	0.341	4.7	77	تجميع بيانات من مشاريع فردية حتى عام 2020 من وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية الجديدة بمصر2022 ؛ الاستخبارات العالمية للمياه 2021
عراق	1.232	NA	NA	NA	غير متاح
الأردن	0.187	0.071	37.9	25	تجميع بيانات من مشاريع فردية حتى عام 2020 من إبراهيم وآخرون 2019؛ كساب وآخرون 2020، والاستخبارات العالمية للمياه 2021
الكويت	0.666	0.271	40.7	6	تجميع بيانات من مشاريع فردية حتى عام 2020 من العيسى والشايجي 2019؛ والاستخبارات العالمية للمياه 2021
لبنان	0.481	0.002	0.4	4	بيانات حتى عام 2015 من AbuZeid وآخرون 2019مع عدم وجود مشاريع حديثة حتى عام 2020
ليبيا	0.514	0.040	7.8	1	بيانات حتى عام 2015 من AbuZeid وآخرون 2019 مع عدم وجود مشاريع حديثة حتى عام 2020
موريتانيا	0.138	NA	NA	NA	غير متاح
المغرب	0.415	0.076	18.3	22	تم تحديث البيانات حتى عام 2015 من AbuZeid وآخرون2019 حتى عام 2020 بيانات مشروع فردي من Nahli وآخرون 2016، و(Bensaad) وآخرون 2017 و(Haji) وآخرون 2021، والاستخبارات العالمية للمياه 2021
عمان	0.275	0.079	28.6	30	تم تحديث البيانات حتى عام 2015 من AbuZeid وآخرون 2019 حتى عام 2020 ببيانات من مشاريع فردية من Suaad وآخرون2017 ؛ والاستخبارات العالمية للمياه 2021
فلسطين	0.180	0.007	3.7	24	تجميع بيانات من مشاريع فردية حتى عام 2020 من سلطة المياه الفلسطينية 2021؛ والاستخبارات العالمية للمياه 2021
قطر	0.225	0.165	73.6	17	تم تحديث البيانات حتى عام 2015 منAbuZeid وآخرون 2019 حتى عام 2020 ببيانات من مشروع فردي من جهاز التخطيط والإحصاء بقطر 2021، والاستخبارات العالمية للمياه 2021

البلد	إجمالي مياه الصرف الصحي البلدية المتولدة**	مياه الصرف الصحي البلدية التي تتم معالجتها وإعادة استخدامها مباشرة	يعاد استخدامها مباشرة من مياه الصرف الصحي البلدية	المشاريع التي تتم فيها معالجة مياه الصرف الصحي البلدية وإعادة استخدامها مباشرة	ملاحظات ومصادر منهجية لحساب مياه الصرف الصحي البلدية التي تتم معالجتها وإعادة استخدامها مباشرة
	(مليار متر مكعب)	(مليار متر مكعب)	(%)	(العدد)	
المملكة العربية السعودية	3.144	*0.431	13.7	40	تجميع بيانات من مشاريع فردية حتى عام 2020 من (Al-Jasser) 2011؛ (Chowdhury) و(Al-Zahrani 2015)، 2012، و(Alkhudhiri) وآخرون 2019، والاستخبارات العالمية للمياه 2021
السودان	1.533	0.029	1.9	3	تجميع بيانات من مشاريع فردية من (Maki) 2010
سوريا	1.147	NA	NA	NA	غير متاح
تونس	0.254	0.034	13.4	63	تجميع بيانات من مشاريع فردية حتى عام 2020 الإدارة العامة للهندسة الريفية واستغلال المياه بتونس2021 ؛ الديوان الوطني للإحصاء 2021
الامارات العربية المتحدة	0.801	0.549	68.6	64	تجميع بيانات من مشاريع فردية حتى عام 2020 من (Dawoud) وآخرون 2012؛ هيئة البيئة- أبوظبي 2021، والاستخبارات العالمية للمياه 2021
اليمن	0.326	*0.036	11.1	7	تجميع بيانات من مشاريع فردية حتى عام 2020 من (Al-Gheethi) وآخرون 2014؛ (Rageh) 2014، وآخرون 2017 (Rageh)
الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	21.549	2.275	10.5	409	

ملاحظات: *قد تتضمن بعض إعادة الاستخدام أو المزج غير المباشر.** تم تقديرها كمياه صرف صحي بلدية منتجة في عام 2015 من (Abu Zeid) وآخرون (2019) بالإضافة إلى مياه الصرف الصحي البلدية المتولدة في الفترة 2015-2020، ويتم حساب الأخير على أساس نصيب الفرد من مياه الصرف الصحي في عام 2015 والنمو السكاني في الفترة 2015-2020.

غير الصالح للشرب (GWI 2021). في القسم 2 من هذا الكتاب، قمنا بتمييز العديد من مشاريع الموارد المائية الرئيسية بالتفصيل من المغرب وتونس والأردن والضفة الغربية والإمارات العربية المتحدة.

لا تزال إمكانية زيادة إعادة الاستخدام المباشر للمياه وتخليص المياه العذبة من الشوائب لأغراض أخرى ذات قيمة مضافة عالية كبيرة في معظم البلدان الأخرى. في القسم التالي، نستعرض هذه الإمكانات.

2.4. إمكانية استعادة الموارد وإعادة استخدامها

تنتج البلدان ال 19 في المنطقة التي تم تحليلها حوالي 21.5 مليار متر مكعب من مياه الصرف الصحي البلدية كل عام. تحتوي مياه الصرف الصحي هذه على موارد قيمة، وخاصة المياه والمواد الغذائية (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم وما إلى ذلك) والكربون العضوي. كل هذه يمكن استردادها لاستخدامات مختلفة. المياه هي أهم الأصول وأكثرها وفرة في مياه الصرف الصحي ويمكن استخدامها كبديل للمياه العذبة إذا تمت معالجتها بشكل مناسب. المغذيات ذات قيمة في الزراعة وتربية الأحياء المائية. يمكن استخدام الكربون العضوي كمحسن للتربة أو لتوليد

الجدول 2.4 الموارد المضمنة في مياه الصرف الصحي البلدية في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

الدولة	المياه	إجمالي النيتروجين	إجمالي الفسفور	الميثان المحتمل***
	(مليون متر مكعب)	تيرامتر**	تيرامتر	(مليون متر مكعب)
الجزائر	2.649	61,371	26,400	0.428
البحرين*	0.186	10,268	2,459	0.019
مصر	7.196	289,150	46,097	0.689
عراق*	1.232	50,555	2,931	0.117
الأردن	0.187	18,718	1,970	0.057
الكويت	0.666	20,959	14,554	0.070
لبنان	0.481	30,313	5,786	0.073
ليبيا*	0.514	28,359	1,429	0.054
موريتانيا*	0.138	7,610	1,823	0.061
المغرب	0.415	34,348	4,711	0.092
عمان	0.275	24,147	3,302	0.062
فلسطين	0.180	12,003	1,842	0.042
قطر	0.225	7,860	1,123	0.023
المملكة العربية السعودية	3.144	80,548	41,580	0.318
السودان*	1.533	84,595	20,264	0.196
سوريا*	1.147	29,671	7,107	0.071
تونس	0.254	23,558	3,207	0.056
الأمارات العربية المتحدة*	0.801	44,193	4,933	0.116
اليمن	0.326	18,014	4,896	0.104
الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	21.549	876,240	196,414	2.650

ملاحظات: * البلدان التي تم فيها استخدام متوسط تركيبة مياه الصرف الصحي الإقليمية لمعلمة واحدة أو أكثر. ** Tm = تيرامتر *** بافتراض إزالة 0.35 لتر من الميثان لكل جرام من الطلب على الأكسجين الكيميائي عند 20 درجة مئوية وأن 70٪ من الطلب على الأكسجين الكيميائي يتم تحويله إلى ميثان.
المصدر: حسابات المؤلفين.

الطاقة. بناء على التركيب الفعلي لمياه الصرف الصحي البلدية في المنطقة (الجدول 2.1)، يمكننا تقدير كميات النيتروجين والفوسفور التي يحتمل احتواؤها في مياه الصرف الصحي البلدية وكمية الميثان التي يحتمل توليدها من مياه الصرف الصحي (الجدول 2.4).

يمكن تقدير قيمة الطاقة المحتملة من الكربون في مياه الصرف الصحي بناء على إنتاج الغاز الحيوي فيما يتعلق بالطلب الكيميائي على الأكسجين (COD)، والذي يبلغ حوالي 0.5 لتر (لتر) من الغاز الحيوي لكل جرام (جم) الطلب على الأكجسين الكيميائي الذي تمت إزالته، وهو ما يتوافق مع إنتاج ميثان يقرب من 0.35 لتر ميثان (CH4) لكل جرام (جم) من الطلب على الأكسجين الكيميائي تمت إزالته عند 20 درجة مئوية. في الممارسة العملية، ستكون كمية الميثان المستردة لكل جرام من الطلب على الأكسجين الكيميائي الذي تم إزالته أقل حيث يمكن استخدام بعض الطلب على الأكسجين الكيميائي كمصدر لتقليل مكافئات نمو الميكروبات؛ كذلك فليس فقد لا يكون كل طلب على الأكسجين الكيميائي قابلا للتحلل.

بافتراض بسيط بأن 70٪ من الطلب على الأكسجين الكيميائي في مياه الصرف الصحي يمكن تحويله فعليا إلى ميثان (De Mes وآخرون 2003) وبالنظر إلى أن محتوى القيمة الحرارية للميثان هو 34.9 ميجا جول/م3 من الميثان، فإن 21.5 مليار متر مكعب من مياه الصرف الصحي البلدية المقدرة بإنتاجها في المنطقة يحتمل أن تنتج 2.650 مليار متر مكعب من الميثان بقيمة سعرات حرارية عالمية 92.5 109 ميغاجول (MJ)، والتي، إذا تم استردادها بالكامل، ستكون كافية لتوفير الكهرباء لحوالي 8 ملايين أسرة معيشية، باعتبار أن متوسط استهلاك الكهرباء يبلغ 3.350 كيلوواط ساعة (kWh)/ الأسرة المعيشية (مجلس الطاقة العالمي 2016، (Qadir) وآخرون 2020).

من المحتمل أن يكون ما يقرب من 9000 طن من النيتروجين و200000 طن من الفوسفور جزءا لا يتجزأ من الـ 21.5 مليار متر مكعب من مياه الصرف الصحي المتولدة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا (الجدول 2.4). فبسبب معالجة جزء من مياه الصرف الصحي، تتم إزالة بعض هذه الموارد. أيضا، بغض النظر عن المعالجة، فهناك

الإطار 2.4 مفارقة إعادة استخدام المياه المباشر وغير المباشر والمخاطر الصحية

تختلف إعادة الاستخدام المباشر للمياه عن إعادة الاستخدام غير المباشر للمياه لأنه في المباشر يتم تصريف مياه الصرف الصحي (معالجة غير المعالجة) أولا في جسم مائي حيث تخضع للتخفيف قبل استخدامها في اتجاه مجرى النهر. عادة ما تعتبر إعادة الاستخدام غير المباشر للمياه أكثر أمانا، لذلك لا يتم تنظيمها أو التحكم فيها في العادي. ومع ذلك، قد تكون إعادة الاستخدام غير المباشرة غير مقصودة، ولا يعرف المستخدمون في اتجاه مجرى المياه مصادر المياه التي يستخدمونها أو جودتها. يمكن للمزارعين، على سبيل المثال، ري الخضروات لتؤكل نيئة بمياه الصرف الصحي المخففة غير المعالجة، بمخاطر صحية واضحة.

من ناحية أخرى، غالبا ما يتم تنظيم إعادة الاستخدام المباشر بشدة وأحيانا يحظر على المحاصيل الغذائية (انظر الفصل 5)، حتى عندما يكون لجودة مياه الصرف الصحي المعالجة تركيزات مسببة للأمراض أقل من "المياه العذبة" (أو مياه الصرف الصحي المخففة بشكل أفضل) التي تستخدم الري في العديد من الأماكن في جميع أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا (Abi Saab وآخرون 2022). ومن المفارقات، في بعض الأحيان، أن المياه المستصلحة من محطة معالجة متقدمة يتم تصريفها وتخفيفها وإهدارها في جسم مائي شديد التلوث لأنه لا يسمح بإعادة الاستخدام المباشر لتلك المياه.

إن درجة تخفيف مياه الصرف الصحي (المعالجة أو غير المعالجة) في المسطحات المائية ليست مؤشرا جيدا على سلامة المياه لإعادة استخدامها. فأولا، لأننا سنحتاج إلى تخفيف خمسة درجات من حيث الحجم (أي تخفيف 1 لتر من مياه الصرف الصحي إلى 100000 لتر من المياه النظيفة) للحصول على تخفيض من الإشريكية القولونية من 10 + EXP5، اللازمة للحصول على 1000 وحدة عد مستعمرة (CFU) لكل 100مل من المياه المطلوبة للري غير المحظور. ثانيا، لأن مياه الصرف الصحي القوية (أي ذات التركيز العالي نسبيا من الملوثات مثل الطلب على الأكسجين الكيميائي حوالي 1000 ملليجرام/ لتر (مجم/ لتر)) تخضع لتخفيف ضئيل فقط في الصرف أو القناة أو الخور يمكن أن يكون لها تركيز للملوثات أكثر من مياه الصرف الصحي قليلة التركيزات (أي بتركيز منخفض نسبيا من الملوثات مثل الطلب على الأكسجين الكيميائي من حوالي 250 ملجم/ لتر) التي يعاد استخدامها مباشرة.

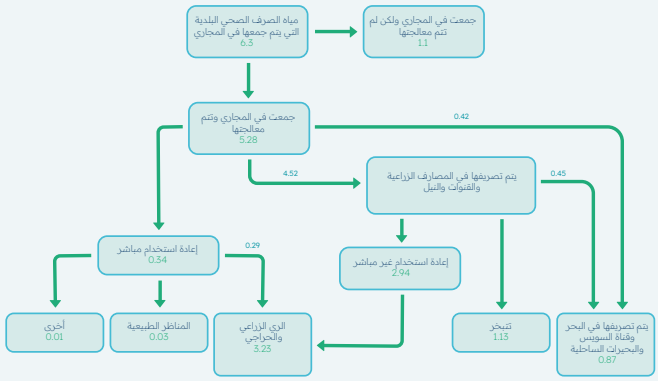
والواقع أن جميع الملوثات المتولدة في المستوطنات الحضرية تخضع لدرجة ما من التوسع. المياه المستخدمة لتفريغ المراحيض تخفف الفضلات والبول. المياه المستخدمة في المطابخ تخفف المواد العضوية من فضلات الطعام ومنتجات التنظيف. والمياه المستخدمة في الاستحمام أو تنظيف المنزل تخفف الصابون والمنظفات. لا يتم تخفيف الملوثات داخل المباني المنزلية فحسب، بل أيضا خارج المباني، مع مياه الأمطار والجريان السطحي في المناطق الحضرية. في المناطق التي يكون فيها هطول الأمطار واستخدام المياه مرتفعا، سيكون التخفيف مرتفعا أيضا مما يؤدي إلى ضعف مياه الصرف الصحي، بتركيز منخفض نسبيا للملوثات. يمكن أن يكون لمياه الصرف الصحي الضعيفة هذه تركيز تلوث مماثل، أو حتى أقل، من المياه الموجودة في القناة أو المصرف الذي يتلقى مياه صرف أقوى تركيزاً حتى عندما يتم تخفيفه إلى حد ما في هذه القناة أو المصب.

الإطار 2.5 مصير مياه الصرف الصحي في مصر

مصر هي الدولة الأكثر اكتظاظا بالسكان في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بحوالي 106 مليون نسمة (الأمم المتحدة 2019). يتم تشغيل قطاع الصرف الصحي من قبل الحكومة من خلال الشركة القابضة للمياه والصرف الصحي (HCWW) والشركات التابعة لها في جميع محافظات مصر. أولت الحكومة المصرية قدرا كبيرا من الاهتمام لقطاع الصرف الصحي مؤخرا من أجل الاستفادة بشكل أفضل من مصدر المياه الذي يمكن أن يساهم في التخفيف من آثار أزمات المياه في مصر (عرابي 2017).

تدير الشركة القابضة للمياه والصرف الصحي بمصر أكثر من 500 محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي. وفقا لوزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية (MHUUC)، بلغت كمية مياه الصرف الصحي المعالجة (TWW) حوالي 5.28 مليار متر مكعب في عام 2020 (وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية 2022، الاستخبارات العالمية للمياه 2021). نظرا لأن نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة بأمان في محطات المعالجة أبلغت عنها منظمة الصحة العالمية (2021) بنسبة 84٪ في عام 2020، فإننا نقدر حجم مياه الصرف الصحي التي يتم جمعها في المجاري بحوالي 6.3 مليار متر مكعب. من ناحية أخرى، يتم جمع كمية إضافية من مياه الصرف الصحي في شبكات بالموقع مثل خزانات الصرف الصحي.

بمجرد معالجتها، يمكن استخدام المياه المستصلحة بشكل مباشر وغير مباشر (بعد التخفيف)، أو يمكن أن تفقد عند تبخرها أو ينتهي بها المطاف في البحر دون استخدام مثمر. في مصر، يتم استخدام 0.29 مليار متر مكعب من المياه المستصلحة مباشرة للري الحراجي الزراعي، و0.03 مليار متر مكعب لري المناطق الخضراء و0.01 مليار متر مكعب للاستخدامات الحضرية غير الصالحة للشرب (وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية 2022 الاستخبارات العالمية للمياه 2021). يتم تصريف ال 4.94 مليار متر مكعب المتبقية في المصارف الزراعية والقنوات والنيل (4.52 مليار متر مكعب) أو البحيرات الساحلية وقناة السويس والبحر (0.87 مليار متر مكعب). يتم تبخير جزء صغير نسبيا من المخلفات السائلة المعالجة قبل الوصول إلى أي مسطح مائي أو إعادة استخدامها. بافتراض خسارة من خلال التبخر في المياه الجارية بنسبة 25٪، وأن 10٪ من مياه الصرف الصحي التي يتم تصريفها في الجريان السطحي يتم إلقاؤها في البحر غير منتج (Simpson وآخرون 1991، "Zhu" وآخرون 2022)، نقدر أن 2.94 مليار متر مكعب يعاد استخدامها بشكل غير مباشر بعد التخفيف في المياه السطحية. لذلك، فإن الرصيد الإجمالي هو كما يلي:



مصير مياه الصرف الصحي البلدية في مصر 2020 (الوحدات: مليار متر مكعب)

وفقا للقانون المصري لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي (رقم 2015/501)، لا يمكن ري المحاصيل الصالحة للأكل بمياه الصرف الصحي المعالجة مباشرة، بغض النظر عن مستوى المعالجة (Ahmed وآخرون 2022). ومع ذلك، فكما هو مذكور في الإطار 2.4، تكون مياه الصرف الصحي المعالجة في بعض الأحيان أفضل من المياه في القنوات والمصارف المستخدمة للري، والتي تجمع التلوث من نقطة غير مسيطر عليها ومن مصادر غير نقاطية. هذا شيء يجب مراعاته من خلال السياسة.

جزء من مياه الصرف الصحي التي يتم تصريفها إلى المسطحات المائية وإعادة استخدامها بشكل غير مباشر في الزراعة والغابات وغيرها من مستخدمي المياه المنتجة وأحواض المغذيات، مما يعني أن جزءا من هذه المياه وهذه المغذيات يتم إعادة تدويرها بالفعل، وإن لم يكن بطريقة مخططة أو فعالة.

ومع ذلك، هناك جزء كبير من مياه الصرف الصحي (المعالجة أو غير المعالجة) التي يتم تصريفها في البيئة تتبخر أو ينتهي بها المطاف في البحر دون استخدام مثمر لها. ينتهي الأمر ببعض العناصر الغذائية في أحواض غير منتجة، مثل الأعشاب الضارة أو تكاثر الطحالب. تشير التقديرات الأخيرة من (Velpuri) وآخرون (يصدر قريبا) إلى أن مياه الصرف الصحي التي تبخرت أو فقدت في البحر قد تصل إلى 54٪ من إجمالي مياه الصرف الصحي المنتجة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، في حين يتم إعادة استخدام الباقي بشكل مباشر أو غير مباشر (انظر التحليل التفصيلي لمصر في الإطار 2.5). لا يزال هناك جهد لاستعادة هذه الموارد المهدرة (المتبخرة أو المفقودة في البحر) والاستفادة بشكل أكثر كفاءة من مياه الصرف الصحي التي يعاد استخدامها حاليا بشكل غير مباشر.

إذا تم استرداد جميع مياه الصرف الصحي المفقودة، يمكن للمنطقة أن تفتح فرص جديدة بتعزيز قدرتها على التكيف مع التغيرات في المناخ وتعزيز الأمن الغذائي. إن 11.6 مليار متر مكعب من مياه الصرف الصحي البلدية المقدرة بفقدانها، إذا تم استردادها بالكامل، يمكن أن تروي وتخصب حوالي 1.4 مليون هكتار بمعدل تطبيق مرتفع نسبيا يبلغ 8000 متر مكعب/ هكتار/ سنة (Steduto 2012). إذا لم تفقد مياه الصرف الصحي وتم استرداد 70٪ من الطلب على الأكسجين الكيميائي في شكل ميثان، فإن الطاقة المنتجة يمكن أن توفر الكهرباء لحوالي 4 ملايين أسرة معيشية، أو لجميع محطات معالجة مياه الصرف الصحي في المنطقة وفائض إضافي لمئات الآلاف من الأسر .

مع نمو السكان، يزداد الطلب على الأسمدة. يمكن أن يساعد استرداد المغذيات من مياه الصرف الصحي والحمأة والمخلفات الأخرى (مثل مخلفات الطعام) إقليميا ومحليا في تلبية هذا الطلب وهو أمر مثير للاهتمام بشكل خاص في المدن وحولها، بالقرب من مكان إنتاج هذه المخلفات، وحيث تتوسع الزراعة المكثفة لإطعام المدن التي تزداد جوعا. علاوة على ذلك، بالنسبة للمغذيات الأساسية مثل الفوسفور، فإن استردادها من المخلفات على الرغم من أنه خيار آخذ في التناقص، إلا إنه ضرورة لأنه مورد غير متجدد يتم الحصول عليه من تعدين الرواسب المحدودة في عدد قليل من البلدان (Mihelcic وآخرون 2011).

ومع ذلك، فإن أوجه القصور الهيكلية والمالية في قطاع مياه الصرف الصحي، إلى جانب تحديات الحوكمة والأطر التنظيمية غير الكافية لإدارة إعادة الاستخدام، تعوق تحقيق هذه الإمكانات. إن ضعف القدرات الإدارية في تخطيط وتنفيذ وإدارة محطات معالجة مياه الصرف الصحي الحالية وأنظمة إعادة الاستخدام المستقبلية يزيد من إعاقة إمكانات إعادة استخدام المياه. غالبا ما تكون ولايات سلطات الدولة مجزأة ومتضاربة في كثير من الأحيان. في البلدان التي تعاني من أزمة اقتصادية ومالية وسياسية، مثل لبنان، أصبحت هذه الحواجز أكثر رسوخا وتميل إلى إضعاف الإمكانات التقنية (Eid-Sabbagh وآخرون 2022). ومع ذلك، هناك طرق لمعالجة جزء من هذه القيود كما هو مبين في القسم 2 وفي قصص النجاح الإقليمية في القسم 3.

2.5. الملخص

توفر معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها لأغراض مفيدة وسيلة لمكافحة ندرة المياه والتلوث في نفس الوقت. ومع ذلك، فإن انتشار إعادة الاستخدام المدار لمياه الصرف الصحي غير متساو في جميع أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا على الرغم من كونها واحدة من أكثر المناطق جفافا وندرة في المياه في العالم. بعض البلدان، مثل دول الخليج والأردن وغيرها، تعزز معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها كجزء لا يتجزأ من استراتيجية إدارة المياه؛ ومع ذلك، فإن العديد من البلدان الأخرى تستخدم مياه الصرف الصحي بشكل محدود للغاية. تشير الإحصاءات الإقليمية إلى وجود إمكانات كبيرة لزيادة معالجة وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

تحتاج المنطقة إلى التغلب على العوامل التي تحد من تحقيق إمكانات إعادة استخدام المياه الإقليمية. وهذه العوامل المحددة هي: الحواجز الثقافية وانعدام الثقة؛ والتجزئة المؤسسية؛ وعدم كفاية الأطر التنظيمية؛ والافتقار إلى التعريفات المناسبة والحوافز الاقتصادية والنماذج المالية، مما يقوض استرداد التكاليف واستدامة مشاريع إعادة الاستخدام.

تحتاج المنطقة أيضا إلى زيادة الجهود لجمع البيانات الموحدة والإبلاغ عنها عبر قطاعات إعادة الاستخدام الرسمية وغير الرسمية لتوفير معلومات أكثر موثوقية وتحديثا، وهو أمر ضروري لتطوير التشخيص السليم والسياسات الفعالة من أجل السلامة والاستخدام المثمر لهذه الموارد.

على الرغم من أن إعادة استخدام المياه في المنطقة محدودة حاليا، إلا أن هناك قصص نجاح جديرة بالملاحظة في إعادة استخدام المياه على مستويات مختلفة داخل المنطقة وخارجها. تحلل الفصول اللاحقة من هذا الكتاب التحديات الاقتصادية والسياسية والاجتماعية لإطلاق العنان لإمكانات إعادة استخدام المياه وتقترح طرقا عملية لمعالجتها.

المراجع

Abi Saab, M.T.; Jomaa, I.; El Hage, R.; Skaf, S.; Fahed, S.; Rizk, Z.; Massaad, R.; Romanos, D.; Khairallah, Y.; Azzi, V.; Sleiman, R.; Abi Saad, R.; Hajjar, C.; Sellami, M.H.; Aziz, R.; Sfeir, R.; Nassif, M.H.; Mateo-Sagasta, J. 2022. هل المياه العذبة والمياه المستصلحة آمنة لري الخضروات؟ أدلة تجريبية من لبنان. المياه 14 (9): 1437. https://doi.org/10.3390/w14091437

AbuZeid, K.; Wagdy, A. Ibrahim, M. 2019. التقرير الثالث عن حالة المياه في المنطقة العربية– 2015. برنامج إدارة الموارد المائية - سيدار والمجلس العربي للمياه.

Ahmed, A.; Shalaby, M.; Negim, O.; Abdel-Wahed, T. 2022. المعايير المصرية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لأغراض الري: دراسة مقارنة للضوابط الفيزيائية والكيميائية والزراعية. ميج. مجلة هندسة المنصورة 47(2): 43-59. https://dx.doi.org/10.21608/bfemu.2022.233314

Aleisa, E.; Alshayji, K. 2019. تحليل حول استصلاح وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي في الكويت. مجلة أبحاث الهندسة 7: 1-13.

Al-Jasser, A.O. 2011. المعايير السعودية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي للري الزراعي: امتثال محطات معالجة النفايات السائلة في الرياض. مجلة جامعة الملك سعود - العلوم الهندسية 23(1): 1–8. https://doi.org/10.1016/j.jksues.2009.06.001.

Alkhudhiri, A.; Darwish, N.; Hilal, N. 2019. دراسة تحليلية واستشرافية لمعالجة مياه الصرف الصحي والموارد المائية في المملكة العربية السعودية. مجلة هندسة عمليات المياه 32: 100915 http://dx.doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.100915

Al-Gheethi, A.A.; Abdul-Monem, M.O.; Al-Zubeiry, A.H.S.; Efaq, A.N.; Shamar, A.M.; Al-Amery, R.M. فعالية محطات معالجة مياه الصرف الصحي المختارة في اليمن للحد من مؤشرات مياه المجاري والبكتيريا المسببة للأمراض في االمخلفات السائلة الثانوية والحمأة. ممارسة المياه والتكنولوجيا 9 (3): 293-306. https://doi.org/10.2166/wpt.2014.031

Burton, F.L.; Leverenz, H.L.; Tsuchihashi, R.; Tchobanoglous, G. 2007. إعادة استخدام المياه: القضايا والتقنيات والتطبيقات. نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية: ماكجرو هيل.

Babaousmail, H.; Hou, R.; Ayugi, B.; Sian, K.T.C.L.K.; Ojara, M.; Mumo, R.; Chehbouni, R.; Ongoma, V. 2022. التغيرات المستقبلية في متوسط هطول الأمطار وهشاشتها على منطقتي البحر الأبيض المتوسط والصحراء الكبرى باستخدام نماذج CMIP6 المصححة بالتحيز. المجلة الدولية لعلم المناخ. https://doi.org/10.1002/joc.7644

Bensaad, H.; Mabrouki, Y.; Taybi, A.F.; Chafi, A. 2017. تقييم تصريف مياه الصرف الصحي من مدينة تاوريرت على جودة المياه في وادي زا (شرق المغرب). مجلة المواد والعلوم البيئية 8 (7): 2365-2371.

الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء. 2022. عدد السكان الحالي (2022)، القاهرة الكبرى. متاح في https://www.capmas.gov.eg/Pages/populationClock.aspx (تم الاطلاع في 31 مايو 2022).

.Chojnacka, K.; Witek-Krowiak, A.; Moustakas, K.; Skrzypczak, D.; Mikula, K.; Loizidou, M. 2020 الانتقال من الري التقليدي إلى التسميد بمياه الصرف الصحي المستصلحة: الآفاق والتحديات. مراجعات الطاقة المتجددة والمستدامة 130: 109959. https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109959

Chowdhury, S.; Al-Zahrani, M. 2012. الموارد المائية ونمط استهلاك المياه في المملكة العربية السعودية. وقائع مؤتمر الخليج العاشر للمياه، 22-24 أبريل 2012 في قطر. معرّف الأغراض الرقمي: 10. 2/13140. 1. 3964. 5127

Chowdhury, S.; Al-Zahrani, M. 2015. توصيف الموارد المائية واتجاهات استهلاك المياه حسب القطاع في المملكة العربية السعودية. مجلة جامعة الملك سعود - العلوم الهندسية 27(1): 68–82. معرّف الأغراض الرقمي:10.1016/j.jksues.2013.02.002.j

CSB (الإدارة المركزية للإحصاء في الكويت). 2020. إحصاءات البيئة. النشرة الإحصائية السنوية للبيئة 2020. متاح في https://www.csb.gov.kw/Pages/Statistics_en?ID=44&ParentCatID=4 (تم الاطلاع في 22 يونيو/حزيران 2022).

Dawoud, M.A.; Sallam, O.M.; Abdelfattah, M.A. 2012. إدارة مياه الصرف الصحي المعالجة وإعادة استخدامها في المناطق القاحلة: دراسة حالة أبوظبي. وقائع مؤتمر الخليج العاشر للمياه، 22-24 أبريل 2012 في قطر.

De Mes, T.Z.D., Stams, A.J.M., Reith, J.H.; Zeeman, G. 2003. إنتاج الميثان عن طريق الحفريات اللاهوائية لمياه الصرف الصحي والمخلفات الصلبة. الميثان الحيوي والهيدروجين الحيوي 58-102.

DGGREE (الإدارة العامة للهندسة الريفية واستغلال المياه). 2021. Pers. Comm. Safaar, C.,، مدير قسم الهيدروليكا والتنمية الريفية، محطة الطاقة المائية، 23 نوفمبر/تشرين الثاني 2021.

هيئة البيئة - أبوظبي (هيئة البيئة - أبوظبي). 2021. بيرس كوم داود ، م. ، مستشار الموارد المائية ، هيئة البيئة - أبوظبي ، 09 سبتمبر 2021.

منظمة الأغذية والزراعة (الفاو). 2020. قاعدة بيانات AQUASTAT. متاح في https://www.fao.org/aquastat/en/ (تم الاطلاع في 29 مايو/أيار 2022).

Faour, G.; Fayad, A. 2014. البيئة المائية في الأحواض الساحلية لسوريا – تقييم آثار الحرب. العمليات البيئية 1: 533-552. https://doi.org/10.1007/s40710-014-0043-5

Qadri, F.; Islam, T.; Clemens, J.D. 2017. الكوليرا في اليمن– عدو قديم يطل برأسه القبيح. مجلة نيو إنجلاند للطب 377: 2005-2007 https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMp1712099

Fragaszy, S.; Fraj, M. B.; McKee, M.; Jobbins, G.; Fayad, A.; Fakih, M.; Lawrenson, L.; McDonnell, R. 2022 أ. تجميع قابلية التأثر بالجفاف في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في لبنان: التقرير النهائي. تقرير المشروع الذي أعده المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI) لمكتب الشرق الأوسط التابع للوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID). واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية: الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية؛ كولومبو، سريلانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI). 67 معرّف الأغراض الرقمي: https://doi.org/10.5337/2022.205

Fragaszy, S.; Fraj, M. B.; McKee, M.; Jobbins, G.; Al-Karablieh, E.; Bergaoui, K.; Ghanim, A.; Lawrenson, L.; McDonnell, R. 2022 ب. تجميع بيانات الجفاف في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا للتأثر بالجفاف في الأردن: التقرير النهائي. تقرير المشروع الذي أعده المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI) لمكتب الشرق الأوسط التابع للوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID). واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية: الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية؛ كولومبو، سريلانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI). 93 معرّف الأغراض الرقمي: https://doi.org/10.5337/2021.231

الهيئة العامة للإحصاء (في المملكة العربية السعودية). 2019. تقديرات السكان حسب الجنس والمنطقة، منطقة الرياض (2019). متاح في https://database.stats.gov.sa/beta/dashboard/indicator/410 (تم الاطلاع عليه في 31 مايو 2022).

الهيئة العامة للإحصاء (في المملكة العربية السعودية). 2020. مؤشرات التنمية المستدامة. تقرير أهداف التنمية المستدامة 2020. متاح على https://www.stats.gov.sa/sites/default/files/SDG%20report%202020EN.pdf (تم الاطلاع عليه في 28 أبريل 2022).

GD (حكومة دبي). 2021. مركز دبي للإحصاء. السكان حسب الجنس، إمارة دبي (2021). متاح في https://www.dsc.gov.ae/Report/DSC_SYB_2021_01_01.pdf (تم الاطلاع في 31 مايو/أيار 2022).

GWI (استخبارات المياه العالمية).2021أ. تحلية وإعادة استخدام المياه 2020. تحليلات وسائل الإعلام المحدودة (استخبارات المياه العالمية). 2021ب. مشاريع إعادة استخدام المياه: مصر. تحليلات وسائل الإعلام المحدودة

2021 Haddaoui, I.; Mateo-Sagasta, J. مراجعة حول حدوث الملوثات الناشئة في مياه منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. العلوم البيئية وبحوث التلوث 28: https://doi.org/10.1007/s11356-021-16558-8

2021 Haji, S.; Ait Alla, A.; Noureddine, S.; Ben Haddad, M.; Moukrim, A. دراسة الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لمياه الصرف الصحي المعالجة بواسطة محطة أورير الجديدة (جنوب غرب المغرب) باستخدام تقنية الحمأة المنشطة في منطقة شبه قاحلة. مجلة الهندسة البيئية 22 (6): 83-98.

2015 Hernández-Sancho, F.; Lamizana-Diallo, B.; Mateo-Sagasta, J.; Qadir, M. التقييم الاقتصادي لمياه الصرف الصحي: تكلفة العمل وتكلفة عدم اتخاذ إجراء. برنامج الأمم المتحدة للبيئة.

2019 Ibrahim, M.N. تقييم جودة المخلفات السائلة لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي المختارة في الأردن لأغراض الري: نهج مؤشر جودة المياه. مجلة الهندسة البيئية 20 (10): 206–216. https://doi.org/10.12911/22998993/112491

2021 Jones, E.R.; van Vliet, M.T.H.; Qadir, M.; Bierkens, M.F.P. تقديرات على المستوى القطري وشبكي لإنتاج مياه الصرف الصحي وجمعها ومعالجتها وإعادة استخدامها. بيانات علوم نظام الأرض 13: 237-254، https://doi.org/10.5194/essd-13-237-2021

2003 Kamizoulis, G.; Bahri, A.; Brissaud, F.; Angelakis, A.N. ممارسات إعادة تدوير مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في منطقة البحر الأبيض المتوسط: المبادئ التوجيهية الموصى بها. شبكة MED-REUNET المتوسطية لاستصلاح مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها. دراسات الحالة.

2020 Kassab, G.; Jaafari, J.; Halalsheh, M.; Shatanawi, K.; Shareef, M.; Shatanawi, M. تحليل الحوكمة وأصحاب المصلحة لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي في الأردن. 10.13140 / RG.2.2.33592.98566.

2010 Levy, Y.; Syvertsen, J. جودة مياه الري والملوحة. الآثار في أشجار الحمضيات. مراجعات البستنة 30، 37-82.

2010 Maki, A.M.E. إدارة مياه الصرف الصحي في منطقة الخرطوم محطة سوبا لمعالجة مياه الصرف الصحي (برك التثبيت). متاح في http://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:43127397 (تم الاطلاع في 28 أبريل/نيسان 2022).

2015 Mateo-Sagasta, J.; Raschid-Sally, L.; Thebo, A. إنتاج ومعالجة واستخدام مياه الصرف الصحي والحمأة العالمية. في: P. Drechsel, P.; M. Qadir; D. Wichelns (المحررون) مياه الصرف الصحي: الأصول الاقتصادية في عالم التحضر. سبرينغر، دوردريخت.

2018 Mateo-Sagasta, J.; Zadeh, S.M.; Turral, H. المزيد من الناس، المزيد من الطعام، مياه أسوأ؟ مراجعة عالمية لتلوث المياه من الزراعة. روما، إيطاليا: منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) والمعهد الدولي لإدارة المياه.

2012 Mateo-Sagasta, J.; Salian, P. قاعدة البيانات العالمية حول إنتاج مياه الصرف الصحي البلدية وجمعها ومعالجتها وتصريفها واستخدامها المباشر في الزراعة: ورقة منهجية AQUASTAT. روما، إيطاليا: الفاو.

Merghem, K.A.; Gharibi, E.; El Halouani, H.; Taupin, J.D.; Ghalit, M.; Alnedhary, A.A.; Zarrouk, A. 2016. دراسة جودة مياه الصرف الصحي المعالجة بواسطة محطة معالجة مياه الصرف الصحي (WWTP) في مدينة صنعاء (اليمن) المستخدمة في الزراعة. المجلة المغربية للكيمياء https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v4i3.5440،

MHUUC (وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية). 2022. محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر. وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية. غير منشوره.

2016 Nahli, A.; Sakhraoui, N.; Hebabaze, S.; Hmimidi, C.; Brand, C.; Chlaida, M.. المعالجة البيولوجية الغشائية وإعادة الاستخدام الزراعي للمياه العادمة في مدينا (الدار البيضاء، المغرب). مجلة المواد والعلوم البيئية 7: 40-49.

2020 Obotey Ezugbe, E.; Rathilal, S. تقنيات الأغشية في معالجة مياه الصرف الصحي: استعراض. الأغشية 10 (5): https://doi.org/10.3390/membranes10050089

ONAS (الديوان الوطني للتطهير (تونس). 2021. I ، Chamtouri .Pers. Comm ، الهيدروليكا والبيئة ، HYDRO

23 ، PLANT نوفمبر 2021.

Orabi, M. 2017. تقييم المساهمة المحتملة لشبكات إمدادات المياه البديلة في الأمن المائي في المناطق الحضرية. دراسة حالة: شرم الشيخ، مصر. أطروحة ماجستير في إدارة المياه ، تخصص في إدارة الموارد المائية. معرّف الأغراض الرقمي: 10.13140 / RG.2.2.29877.68324

Ouda, M.; Kadadou, D.; Swaidan. B.; Al-Othman, A.; Al-Asheh, S.; Banat, F.; Hasan, S.W. 2021. الملوثات الناشئة في المسطحات المائية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: مراجعة نقدية. جهاز التخطيط والإحصاء

جهاز التخطيط والإحصاء. 2021. إحصاءات المياه في دولة قطر – 2017. https://www.psa.gov.qa/en/statistics/Statistical%20Releases/Environmental/Water/2017/Water-Statistics-2017-EN.pdf (تم الاطلاع في 15 مايو/أيار 2021).

جهاز التخطيط والإحصاء. 2022. إحصاءات المياه في دولة قطر – 2019. https://www.psa.gov.qa/en/statistics/Statistical%20Releases/Environmental/Water/2019/Water_infographic_2019.pdf (تم الاطلاع في 15 يونيو/حزيران 2022).

سلطة المياه الفلسطينية 2021. Pers. Comm. Bader, H ,, أخصائي جودة المياه. سلطة المياه الفلسطينية، 14 نوفمبر/تشرين الثاني 2021.

Qadir, M.; Drechsel, P.; Jiménez Cisneros, B.; Kim, Y.; Pramanik, A.; Mehta, P.; Olaniyan, O. الإمكانات العالمية والإقليمية لمياه الصرف الصحي كمصدر للمياه والمغذيات والطاقة. منتدى الموارد الطبيعية 44(1): 40–51. https://doi.org/10.1111/1477-8947.12187

Rageh, A. 2014. تقييم آثار استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الري الزراعي في منطقة عمران، الجمهورية اليمنية. المجلة الدولية للبيئة والاستدامة 3 (1).

Rageh, A.Y.; Al-Garadi, M.A.; Al-Mashreki, M.H. 2017. الآثار البيئية لاستخدام مياه الصرف الصحي في الزراعي الثقافي في مدينة ذمار، الجمهورية اليمنية. مجلة SCIREA للبيئة 2 (2): 38-52.

Ruiz, D.; Martínez, V.; Cerdá, A. 1997. استجابة الحمضيات للملوحة: النمو وامتصاص المغذيات. فسيولوجيا الشجرة 17 (3): 141-150.

Shannon, M.C.; Grieve, C.M. 1999. تحمل محاصيل الخضر للملوحة: مراجعة نقدية. البستنة العلمية 78: 5-38.

Simpson, H.J.; Herczeg, A.L. 1991. النظائر المستقرة كمؤشر للتبخر في نهر موراي، أستراليا. بحوث الموارد المائية 27 (8): 1925-1935.

Steduto, P.; Hsiao, T.C.; Fereres, E.; Raes, D. 2012 استجابة غلة المحاصيل للمياه. روما، إيطاليا: منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة "الفاو" (ورقة الري والصرف 66) https://www.fao.org/3/i2800e/i2800e00.htm (تم الاطلاع عليه في 15 يونيو 2022)

Suaad J.A.; Mushtaque A.; Wardy, M.; Al-Busaidi, A.; Choudri, B.S. 2017. إدارة وبحوث مياه الصرف الصحي والحمأة في عمان: نظرة عامة. مراجعة نقدية مجلة جمعية إدارة الهواء والمخلفات 67(3): 267–278. DOI:10.1080/10962247.2016.1243595

Tawfik, M.H.; Al-Zawaidah, H.; Hoogesteger, J.; Al-Zu'bi, M.; Hellegers, P.; Mateo-Sagasta, M.; Elmahdi, A. (قيد المراجعة). تغيير المياه: تحديات الانتقال من المياه العذبة إلى الري بمياه الصرف الصحي المعالجة في وادي الأردن. مجلة ووتر انترناشيونال.

Taheripour, F.; Tyner, W.E.; Sajedinia, E.; Aguiar, A.; Chepeliev, M.; Corong, E.; de Lima, C.Z.; Haqiqi, 2020. المياه في الميزان: الآثار الاقتصادية لتغير المناخ وندرة المياه في الشرق الأوسط. واشنطن العاصمة: البنك الدولي.

Thebo, A.L.; Drechsel, P.; Lambin, E.F. 2014. التقييم العالمي للزراعة الحضرية وشبه الحضرية: الأراضي الزراعية المروية والبعلية. رسائل البحوث البيئية 9: 114002.

Velpuri, N.M.; Mateo-Sagasta, J.; Mohammed, O. قيد المراجعة. توليد مياه الصرف الصحي وتتبعها بشكل واضح مكانيا في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. علم البيئة الكلية.

WWAP (برنامج الأمم المتحدة العالمي لتقييم الموارد المائية). 2017. تقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية 2017. مياه الصرف الصحي: المورد المهدر. باريس، اليونسكو.

برنامج الأمم المتحدة للبيئة. 2016. لمحة عن جودة المياه في العالم: نحو تقييم عالمي. برنامج الأمم المتحدة للبيئة. متوفر على https://uneplive.unep.org/media/docs/assessments/unep_wwqa_report_web.pdf (تم الاطلاع في 21 يونيو/حزيران 2022).

الأمم المتحدة (الأمم المتحدة). 2019. إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية، شعبة السكان (2019).

التوقعات السكانية في العالم 2019، طبعة على الإنترنت. المراجعة 1. https://population.un.org/wpp/Download/(تم الاطلاع في 15 يونيو/حزيران 2022).

منظمة الصحة العالمية 2021. ملفات البلدان للهدف 6.3.1 من أهداف التنمية المستدامة. نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة بأمان. متوفر على 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 (تم الاطلاع في 15 أبريل/نيسان 2022).

البنك الدولي 2018 ما وراء الندرة: الأمن المائي في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. تقرير التنمية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. واشنطن العاصمة: البنك الدولي. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/27659

مجلس الطاقة العالمي. 2016. مؤشرات كفاءة الطاقة: متوسط استهلاك الكهرباء لكل أسرة معيشية لديها كهرباء http://www.wec-indicators.enerdata.eu/household-electricity-use.html (تم الاطلاع في 15 يونيو/حزيران 2022).

Zhang, Y.; Zahang, C.; Qiu, Y.; Li, B.; Pang, H.; Xue, Y.; Yuan, Z.; Huang, X. 2020. اختيار تكنولوجيا معالجة مياه الصرف الصحي في ظل مختلف الظروف المؤثرة ومعايير المخلفات السائلة بناء على تقييم دورة الحياة. الموارد والمحادثة وإعادة التدوير 154: 104562. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104562

Zhu, G.; Sun, Z.; Xu, Y.; Liu, Y.; Zhang, Z.; Sang, L.; Wang, L. 2022. تقدير فقدان التبخر لسلسلة الأنهار والبحيرات في الأنهار الداخلية القاحلة: أدلة من النظائر المستقرة. الهيدرولوجيا وعلوم نظام الأرض. https://doi.org/10.5194/hess-2022-75. ما قبل الطباعة.

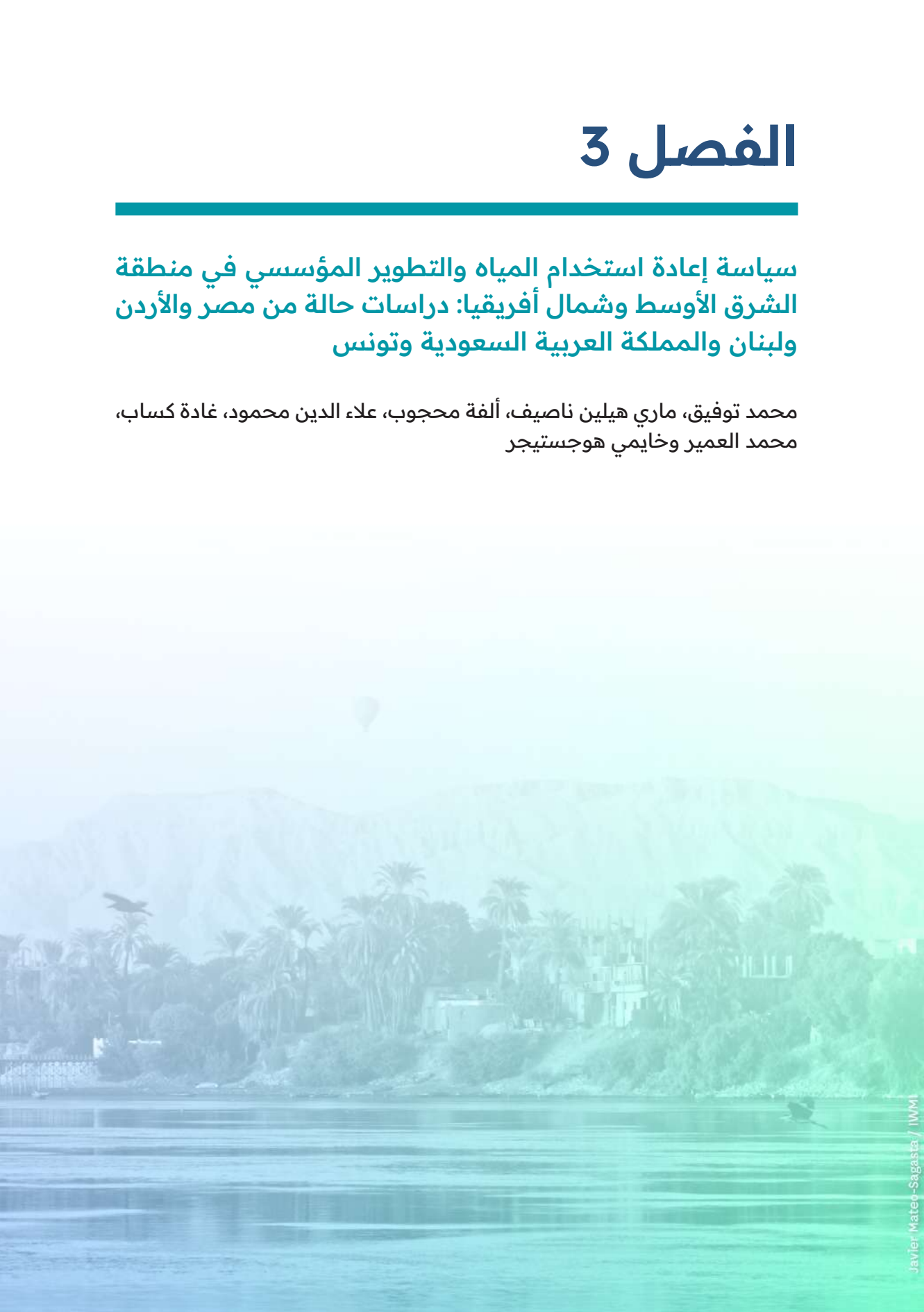
Zittis, G. 2018. اتجاهات هطول الأمطار المرصودة وعدم اليقين في هطول الأمطار بالقرب من البحر الأبيض المتوسط والشرق الأوسط وشمال إفريقيا. علم المناخ النظري والتطبيقي 134 (3): 1207-1230.

Zolnikov, T.R. 2013. أمراض المياه والحرب: معالجة سوء نوعية المياه في العراق. المجلة الأمريكية للصحة العامة 103: 980–987. https://doi.org/10.2105/AJPH.2012.301118

الفصل 3

سياسة إعادة استخدام المياه والتطوير المؤسسي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: دراسات حالة من مصر والأردن ولبنان والمملكة العربية السعودية وتونس

محمد توفيق، ماري هيلين ناصيف، ألفة محجوب، علاء الدين محمود، غادة كساب، محمد العمير وخايمي هوجستيجر



الرسائل الرئيسية

مصر – الأمن الغذائي والمائي هما المحركان الرئيسيان وراء سعي مصر إلى إيجاد مصادر مياه «جديدة». لذلك، تخطط مصر لتحسين استخدام مياه الصرف الصحي الزراعية والبلدية المعالجة للحفاظ على تنميتها الاجتماعية والاقتصادية. ومع ذلك، فنظرا لزيادة المخاوف الصحية والبيئية المتعلقة بسلامة إعادة استخدام المياه، حافظت البلاد على سيطرتها المركزية على الجوانب المختلفة لإدارة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها. وقد أدى ذلك إلى تداخل المسؤوليات والتفويضات القانونية، مما يتحدى التوسع الكامل في إعادة استخدام المياه في مصر.

الأردن – تحول تطور المشهد المؤسسي والسياسي في الأردن من اللامركزية(أي الدور الرائد للبلديات في إدارة مياه الصرف الصحي) إلى مشهد مؤسسي «شبه مركزي» حيث يتم تفويض أنشطة تطوير البنية التحتية وتشغيلها وصيانتها إلى المؤسسات الإقليمية والشركات المملوكة للدولة. وقد مكن هذا المشهد المؤسسي الأردن من قيادة منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في إعادة استخدام المياه. ومع ذلك، فقد خلق فجوات في عملية صنع القرار، مما أدى إلى إبطاء تنفيذ السياسة الحالية لإعادة استخدام المياه.

لبنان – على الرغم من الاستثمارات الضخمة في تطوير البنية التحتية والإصلاحات المؤسسية المتعاقبة، يبدو أن قطاع مياه الصرف الصحي في لبنان يعاني من خلل وظيفي، بمعدل منخفض جدا من محطات معالجة مياه الصرف الصحي التشغيلية. يكمن ضعف أداء قطاع الصرف الصحي في المسؤوليات الإدارية المتضاربة و/ أو التي تم تقليلها وضعف تفعيل الولايات القانونية لمؤسسات الدولة التي تتفاقم مع الأزمة المالية والسياسية الأخيرة.

المملكة العربية السعودية – تعكس تجربة السعودية في إدارة قطاع المياه والصرف الصحي (بما في ذلك إعادة استخدام المياه) تحولا ناجحا نحو إشراك القطاع الخاص (ومقدمي الخدمات المملوكة للدولة) من خلال سياسات تمكينية وإصلاحات مؤسسية، في حين حافظت الحكومة على دورها التنظيمي والرقابي.

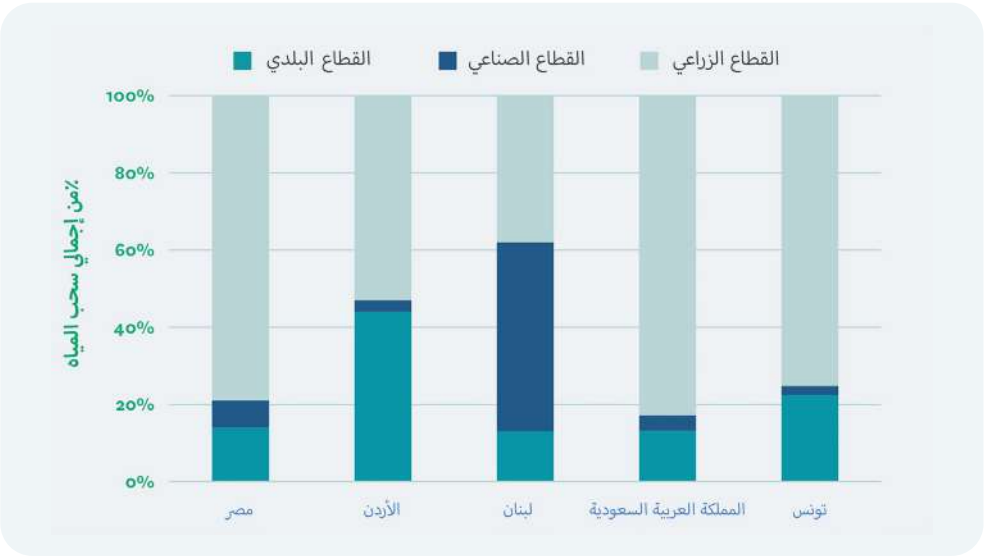
تونس – قطاع المياه منظم للغاية ومؤسسي. ومع ذلك، يتسم القطاع بتضارب المصالح بين المؤسسات القائمة. وهذا يؤدي إلى غياب التنسيق بين المؤسسات المختلفة (على سبيل المثال، الديوان الوطني للتطهير [ONAS] ووزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري [MAHRP])، مما يتسبب في نقص في إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة (TWW) والقدرة على تلبية احتياجات القطاع الزراعي. من ناحية أخرى، أدى التغلب على هذه التحديات إلى ازدهار نسبي في ترتيبات إعادة استخدام المياه لري ملاعب الجولف، حيث يوجد تعاون بين الديوان الوطني للتطهير ووزارة السياحة.

3.1. مقدمة

يستكشف هذا الفصل المشهد السياسي والمؤسسي لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في مصر والأردن ولبنان وتونس والمملكة العربية السعودية. ويهدف إلى تحليل العناصر الرئيسية التي تساهم أو تعيق تطوير سياسات إعادة استخدام المياه والترتيبات المؤسسية في البلدان المختارة. وهو يقوم بذلك من خلال مراقبة المسارات المختلفة التي اتبعتها كل دولة في تطوير قطاع المياه والصرف الصحي على مر السنين ويركز على تناول الجوانب التالية:

- القيود السياقية الخاصة بكل بلد (مثل النمو السكاني، والتوسع الزراعي، وندرة المياه، والاعتماد على موارد المياه العابرة للحدود)؛
- الأدوار والمسؤوليات المؤسسية داخل القطاع؛ و
- التطور التاريخي لحوكمة إعادة استخدام المياه وطرائق إدارتها (على سبيل المثال، من المركزية إلى اللامركزية والخصخصة).

تعاني البلدان المختارة من زيادة الفجوة بين العرض والطلب على المياه والنمو السريع في عدد السكان مما يتطلب تنمية اجتماعية واقتصادية مستمرة. ويؤدي هذا النمو إلى التنافس على الموارد المائية الشحيحة خاصة بين القطاعين الزراعي والثقافي والمنزلي (الشكل 3.1). في هذا السياق، سعت الحكومات إلى تقليل هذه الفجوة من خلال تطوير إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة. ومع ذلك، فإن هذا التحول يمثل مشكلة لأن المشاكل



الشكل 3.1 سحب المياه حسب القطاع في البلدان الخمسة في عام 2017 (منظمة الأغذية والزراعة 2022أ).

التقنية والاجتماعية والاقتصادية والصحية والمؤسسية المختلفة غالبا ما تتحدى تبني خطط إعادة استخدام المياه.

يحلل هذا الفصل المعالم السياسية والمؤسسية الرئيسية بالإضافة إلى الاختناقات التي شكلت هذا التطور على مر السنين. يبدأ بتحديد أهم السياسات والإصلاحات المؤسسية (المعالم) التي شكلت مؤسسات وترتيبات إعادة استخدام المياه الحالية، ثم يحلل التفاعلات الحالية والتشغيل الفعلي لمختلف المؤسسات الحكومية التي تعمل في هذا القطاع.

3.2. مصر

3.2.1. نحو تنمية إعادة استخدام المياه

بلغ نصيب الفرد السنوي من المياه في مصر 800 متر مكعب في عام 2017 (منظمة الأغذية والزراعة 2022 أ). هذا أقل من عتبة ظروف «الإجهاد المائي» البالغة 1000 م3 للشخص الواحد التي وصفتها منظمة (الفاو 2022 ب). ومن المتوقع أن تزداد هذه الفجوة بين العرض والطلب مع النمو السكاني وتأثيرات تغير المناخ وتطوير سد النهضة في إثيوبيا، مما سيؤثر على حصة مصر السنوية من نهر النيل.

استجابت الحكومة المصرية لتضاؤل نصيب الفرد من المياه من خلال إعادة تخصيص المياه العذبة للاستخدامات ذات الأولوية (أي إمدادات مياه الشرب) مع تعظيم حصة إعادة استخدام مياه الصرف في القطاع الزراعي. هذه الأخيرة هي أكبر مستهلك للمياه في مصر وتستهلك حوالي 76٪ من ميزانية المياه في البلاد (Tawfikوآخرون 2021). ويشمل هذا التوجه السياسي الاستثمارات العامة في مشاريع إعادة استخدام المياه على نطاق واسع المتعلقة بمياه الصرف الصحي البلدية المعالجة ومياه الصرف الزراعي. وهو أحد تدابير التخفيف التي تعتمدها مصر للحفاظ على تنميتها الاجتماعية والاقتصادية في سياق ندرة المياه (IWMI 2019).

3.2.2. التطور التاريخي لإعادة استخدام المياه: معالم السياسات والمؤسسات

منذ ستينات القرن العشرين، عملت الحكومات المصرية المتعاقبة على توسيع المنطقة الزراعية من خلال استصلاح الأراضي الصحراوية لتحقيق الاكتفاء الذاتي الغذائي وخلق فرص عمل (Molle وآخرون 2019). اعتمد هذا التوسع الزراعي على مصادر المياه العذبة (إما المياه السطحية من النيل أو المياه الجوفية غير المتجددة). ومع ذلك، من أواخر سبعينات القرن العشرين إلى أوائل ثمانينيات القرن العشرين، كانت هناك زيادة ملحوظة في إعادة استخدام مياه الصرف للري (Molle وآخرون 2019). بدأ العديد من المزارعين في الاعتماد على مياه الصرف الزراعي كمورد مهم لتقليل الفجوة بين العرض والطلب. مكنت إعادة استخدام مياه الصرف البلاد من تحقيق هدفها في استصلاح الأراضي.

ومع ذلك، أدى الافتقار إلى تغطية شاملة للصرف الصحي (لا سيما في المناطق الريفية) وانخفاض قدرة بعض محطات معالجة مياه الصرف الصحي إلى التصريف غير القانوني لمياه الصرف الصحي غير المعالجة في نظام الصرف الزراعي (Tawfik وآخرون 2021). وبناء على ذلك، فابتداء من ثمانينات القرن العشرين، بدأت الحكومة في تنظيم إعادة استخدام المياه لمنع تلوث المصارف الزراعية من خلال مجموعة من الإجراءات المؤسسية والتنظيمية. وشمل ذلك إصلاحات تقودها الجهات المانحة مثل إنشاء جهاز تنظيم مياه الشرب (والصرف الصحي وحماية المستهلك) المصري (EWRA) والشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي (HCWW)، القانون 48، القانون 501، قانون البيئة) ومشاريع البنية التحتية الضخمة مثل محطات المعالجة بالمحصمة وبحر البقر. ولتحقيق الجودة المرجوة لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة الاستخدام الآمن، تم تنفيذ نهج حوكمة مركزي من أعلى إلى أسفل، كما يتضح من الدور البارز الممنوح لمؤسسات الدولة المركزية في مختلف أنشطة إدارة إعادة استخدام المياه (الجدول 3.1).

3.2.3. الأدوار المؤسسية والمسؤوليات والاختناقات في إعادة استخدام المياه

يعتمد المشهد المؤسسي لقطاع المياه والصرف الصحي في مصر على شكل من أشكال التعددية المؤسسية، حيث يتم توزيع المسؤوليات المختلفة بين مختلف الأجهزة. بولايات متداخلة وقنوات تنسيق و/ أو اتصال محدودة.

الجدول 3.1 التطور التاريخي لمعالجة مياه الصرف واستخدامها في مصر.

على سبيل المثال، تم إنشاء الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي المملوكة للدولة لتحسين أداء القطاع وتلبية متطلبات الجهات المانحة (البنك الدولي 2016). ومع ذلك، تداخل إنشاء الشركة في عام 2004 مع ولايات المؤسسات المنشأة سابقا (خاصة الهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحي). أدى هذا التداخل إلى تضارب وخلاف بين المؤسستين فيما يتعلق بمشاريع المياه والصرف الصحي الجديدة (على سبيل المثال، مشروع البنية التحتية المتكاملة للصرف الصحي في عام 2016) (البنك الدولي 2016، Tawfik وآخرون. 2021). وهذه التداخلات واضحة لا سيما في التشغيل والصيانة (الجدول 3.2).

مثال آخر هو جهاز تنظيم مياه الشرب (EWRA) الذي بدأ دوره كهيئة تنظيمية في عام 2004 ولكن تم تحديه من خلال تداخل مسؤولياتها التنظيمية مع مؤسسات أخرى مثل والشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي والوزارات ذات الصلة ومجلس الوزراء (Ménard 2022). وأدى التداخل في الولايات إلى إضعاف القيادة وتخفيف مسؤوليات الرصد والإنفاذ، مما أثر على أداء المعالجة.

هذه الاختناقات المؤسسية تضر بأداء القطاع وتؤدي إلى انتشار الممارسات «غير الرسمية» التي طورها المستخدمون المحليون (أي مستخدمي المياه من مواقع وقطاعات مختلفة ولكن بشكل رئيسي مستخدمي المياه بقطاع الزراعة). على سبيل المثال، في دلتا النيل، قدرت إعادة استخدام مياه الصرف غير الرسمية في الزراعة (غالبا ما يتم خلطها بمياه الصرف الخام) بين 4 إلى 6 مليار متر مكعب/ سنة (Reymond وآخرون 2014). وبالنظر إلى ضعف الأداء

الجدول 3.2 رسم الخرائط المؤسسية للمؤسسات المسؤولة عن أنشطة إدارة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في مصر.

إدارة مياه الصرف الصحي (الجمع أو المعالجة أو التصريف أو النقل)		إعادة استخدام المياه (الترخيص والموافقة والتخصيص)			الأكواد والمعايير	الرصد
تطوير البنية التحتية	التشغيل والصيانة	الصناعة	الزراعة	حضري (على سبيل المثال ، المناظر الطبيعية)		
صياغة الاستراتيجيات والسياسات: وزارة الموارد المائية والري (لجميع الجوانب المتعلقة بتخصيص المياه)						
الهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحي (مصر)	الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي (مصر) (25 شركة تابعة في مختلف المحافظات)				مجلس الوزراء	EWRA
صياغة الاستراتيجيات والسياسات: وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية (لجميع الجوانب المتعلقة بخدمات المياه والصرف الصحي في المجتمعات الحضرية والريفية)						
الهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحي	هيئة انشاء مياه الشرب والصرف الصحي (القاهرة والإسكندرية).				اللجان الفنية للبرلمان	وزارة البيئة
صياغة الاستراتيجيات والسياسات: وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي (لجميع الجوانب المتعلقة بالتوسع الزراعي)						
مشروع حياة كريمة (مشروع قومي لتحسين معيشة المجتمعات الريفية في مصر من خلال مشاريع تطوير البنية التحتية في القرى النائية)	هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة (المدن الجديدة)					
	هيئة قناة السويس (مدن قناة السويس)					وزارة الصحة

وانخفاض معدل المعالجة وصعوبة إنفاذ اللوائح على أرض الواقع، فإن معايير جودة إعادة استخدام المياه هذه لا تزال طموحة للغاية (Reymond وآخرون 2014، انظر القسم 1، الفصل 5).

هذه الاختناقات المؤسسية تضر بأداء القطاع وتؤدي إلى انتشار الممارسات «غير الرسمية» التي طورها المستخدمون المحليون (أي مستخدمي المياه من مواقع وقطاعات مختلفة ولكن بشكل رئيسي مستخدمي المياه بقطاع الزراعة). على سبيل المثال، في دلتا النيل، قدرت إعادة استخدام مياه الصرف غير الرسمية في الزراعة (غالبا ما يتم خلطها بمياه الصرف الخام) بين 4 إلى 6 مليار متر مكعب/ سنة (Reymond وآخرون 2014). وبالنظر إلى ضعف الأداء وانخفاض معدل المعالجة وصعوبة إنفاذ اللوائح على أرض الواقع، فإن معايير جودة إعادة استخدام المياه هذه لا تزال طموحة للغاية (Reymond وآخرون 2014، انظر القسم 1، الفصل 5).

3.3. الأردن

3.3.1. Toward water reuse development

يستمر نصيب الفرد السنوي من المياه في الأردن في الانخفاض ويبلغ الآن حوالي 106 م3 ويضعه كواحد من أكثر البلدان ندرة في المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا والعالم (حسين 2018). منذ عام 1970، أصبح الأردن

واحدا من أوائل بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا التي تنظر في إعادة الاستخدام كجزء من خطتها الوطنية للمياه (الجدول 3.3) (انظر الفصل 5).

زاد الأردن من إعادة تخصيص إعادة استخدام المياه نحو القطاع الزراعي حتى يكون بمثابة مصدر المياه الرئيسي للري. وقد مكنت هذه الاستراتيجية الأردن من التكيف جزئيا مع ندرة المياه من خلال إعادة تخصيص كميات كبيرة من المياه العذبة لتلبية الاحتياجات المحلية ذات الأولوية (وزارة المياه والري 2001). تعتمد هذه الاستراتيجية على

الجدول 3.3 التطور التاريخي لقطاع إعادة استخدام المياه في الأردن.

توسيع خدمات الصرف الصحي في المناطق الحضرية لتوليد 0.184 مليار متر مكعب من مياه الصرف المعالجة سنويا (وزارة المياه والري 2016).

3.3.2. التطور التاريخي لإعادة استخدام المياه: معالم السياسات والمؤسسات

يبين الجدول 3.3 (أعلاه) الإدراج التدريجي لإعادة استخدام المياه في ميزانية المياه الأردنية، ولا سيما الميزانية المخصصة للري. في خمسينات القرن العشرين، اعتمد الأردن فقط على موارد المياه العذبة (ولا سيما المياه الجوفية). بحلول أواخر سبعينات القرن العشرين، بدأ الأردن التحول نحو إعادة استخدام المياه على نطاق واسع في الزراعة وإعادة تخصيص المياه العذبة إلى المناطق الحضرية (على سبيل المثال، مخطط إعادة استخدام المياه وإعادة تخصيصها في وادي الأردن الأوسط) (Tawfik وآخرون «قريبا»). أنشأ الأردن وكالات حكومية مركزية- سلطة وادي الأردن (JVA) وسلطة المياه الأردنية (WAJ) تحت مظلة وزارة المياه والري (MWI)- للتحكم في أنشطة معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها وتشغيلها وتنظيمها.

منذ ثمانينات القرن العشرين، اتبع الأردن توصيات الجهات المانحة وتوسيع نطاق إعادة استخدام المياه في الزراعة وتوفير المياه العذبة للاستخدامات المنزلية. وقد حدد البلد المجالات الرئيسية ذات الأولوية لتنفيذ خطط إعادة الاستخدام وإعادة التخصيص (وزارة المياه والري 2001). ويشمل ذلك إشراك القطاع الخاص لتسهيل هذا التوسع.

3.3.3. الأدوار المؤسسية والمسؤوليات والاختناقات في إعادة استخدام المياه

تدير البلديات أنشطة معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في الأردن منذ خمسينات القرن العشرين. ومع ذلك، تم إلغاء هذا الدور اللامركزي للبلديات في أواخر سبعينات القرن العشرين عندما أنشأت الحكومة الأردنية سلطة وادي الأردن وسلطة المياه الأردنية ووزارة المياه والري.

على الرغم من أن وزارة المياه والري كانت آخر هيئة أنشئت في عام 1992، فإنها أصبحت الهيئة المركزية المخولة بوضع السياسات والاستراتيجيات على الصعيد الوطني (الجدول 3.4). تم إنشاء سلطة المياه الأردنية في عام 1983 وتتولى مجموعة واسعة من المسؤوليات التنفيذية المتعلقة بتشغيل القطاع وإدارته. وتشمل هذه المسؤوليات تنظيم ومراقبة خدمات المياه والصرف الصحي من خلال مرافق المياه والصرف الصحي المملوكة للحكومة

الجدول 3.4 رسم الخرائط المؤسسية لوزارة المياه والري (MWI)، المؤسسة المسؤولة عن إدارة مياه الصرف الصحي وأنشطة إعادة استخدامها في الأردن.

إدارة مياه الصرف الصحي (الجمع أو المعالجة أو التصريف أو النقل)		إعادة استخدام المياه (التراخيص والموافقة والتخصيص)			الأكواد والمعايير والتعريفة	الرصد
تطوير البنية التحتية	التشغيل والصيانة	الصناعة	الزراعة	حضري (المناظر الطبيعية)		
سلطة المياه (تنظيم بناء تطوير البنية التحتية)	سلطة المياه في الأردن من خلال الإشراف على مرافق المياه من خلال وحدة إدارة البرامج		سلطة وادي الأردن (في وادي الأردن)		مجلس الوزراء	وزارة المياه والري
					مؤسسة المواصفات والمقاييس الأردنية	وزارة الصحة
					سلطة المياه (التوصية بالتعريفة)	سلطة المياه

في العقبة وعمان والمحافظة الشمالية بالإضافة إلى التوصية بالتعريفة على أساس تكلفة خدمات المياه (مركز هيلموهولتز للأبحاث البيئية «2022 «UFZ).

سلطة وادي الأردن هي المسؤولة عن «التنمية الاجتماعية والاقتصادية» في وادي الأردن. وتشمل هذه الولاية الواسعة إدارة الموارد المائية وتخصيص مياه الري (إما المياه العذبة أو إعادة استخدام المياه) (وزارة المياه والري 2016). وغالبا ما يضع دورها الشامل سلطة وادي الأردن في «مستوى أعلى نسبيا» من الوزارات (المديريات) العاملة في وادي الأردن. وفي الآونة الأخيرة، فوضت سلطة وادي الأردن بعض ولاياتها (بشكل أساسي تخصيص مياه الري وبعض مهام الصيانة المتعلقة بشبكات توزيع مياه الري) إلى جمعيات مستخدمي المياه المنشأة حديثا في وادي الأردن (Mustafa وآخرون 2016).

3.4. لبنان

3.4.1. نحو تنمية إعادة استخدام المياه

يتمتع لبنان، مقارنة بالدول المجاورة له، بموارد مائية وفيرة نسبيا. ومع ذلك، ففي العقود القليلة الماضية، تعاني لبنان من نقص المياه الذي من المتوقع أن يزداد سوءا بسبب التحضر السريع والنمو السكاني وسوء الإدارة وتغير المناخ (وزارة الطاقة والمياه 2020). تم النظر في إعادة الاستخدام كجزء من حل مشاكل المياه وفقا لأحدث الاستراتيجيات الوطنية لقطاع المياه في لبنان (وزارة الطاقة والمياه 2010؛ 2020). إذا تم جمعها وتوزيعها في مشاريع منظمة، يمكن أن تؤدي المخلفات السائلة المعالجة إلى ري حوالي 5000 هكتار من الأراضي وتقليل الضغط على ضخ المياه العذبة والمياه الجوفية (Eid-Sabbagh وآخرون 2022). تم تنفيذ مشروع واحد صغير فقط لإعادة استخدام البلدية (20 هكتارا حول محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أبلح) من خلال صندوق دولي بينما لم يتم التخطيط لمشاريع حكومية. لم يتم تطوير أي إطار مؤسسي لتخطيط وإدارة إعادة الاستخدام وهناك نقص في اللوائح الرسمية لجودة إعادة استخدام المياه. يمكن تفسير التأخير في تطوير إعادة الاستخدام بقطاع مياه الصرف الصحي المختل وظيفيا حيث على الرغم من 30 عاما من الاستثمارات الضخمة في بناء البنية التحتية للصرف الصحي، فإن أقل من 20٪ من مرافق المعالجة تعمل حاليا.[1]

3.4.2. التطور التاريخي لإعادة استخدام المياه: معالم السياسات والمؤسسات

تتشكل إدارة المياه في لبنان الحديث من خلال مسار طويل من الأنظمة السياسية المتعاقبة بما في ذلك العربية والعثمانية والفرنسية وتاريخ سياسي معقد بعد استقلاله في عام 1943. وهي تتميز اليوم بالتعددية القانونية والتداخلات المؤسسية والتنافس على المقاييس الإدارية التي فشلت الإصلاحات الأخيرة الموجهة نحو الجهات المانحة في حلها (Riachi2013، Eid-Sabbagh 2015، Nassif 2019، Allès 2019 و Riachi 2013، Ghiotti) وعلى الرغم من أن التطور القانوني والمؤسسي في قطاع الصرف الصحي حديث العهد نسبيا، فإنه يسير على نفس المسار. صدر أول تنظيم للتخلص من مياه الصرف الصحي في ثلاثينات القرن العشرين، في ظل الانتداب الفرنسي (1920-1943)، إلى جانب النصوص القانونية الأخرى التي تنص على المياه كملكية للدولة. ومنذ ذلك الحين، تم تنظيم استخدام المياه ومياه الصرف الصحي بشكل أكبر وإضفاء الطابع المركزي على إدارتها الرسمية تدريجيا. تم إنشاء وزارة الموارد المائية والكهربائية (MHER) في عام 1959 وسط فترة من بناء مؤسسات الدولة لتخطيط تنمية الموارد المائية وتنسيق خدمات 22 مكتبا عاما مسؤولا تم إنشاؤها تدريجيا لخدمات مياه الشرب. في موازاة ذلك، كانت مئات البلديات (الإدارات المنتخبة محليا) ولجان الري تحكم شبكات المياه الخاصة بها دون تدخل يذكر من الدولة (Allès 2019، Nassif 2019). بين خمسينات وثمانينيات القرن العشرين، في حين تم التخطيط لأنظمة الري الهيدروليكية

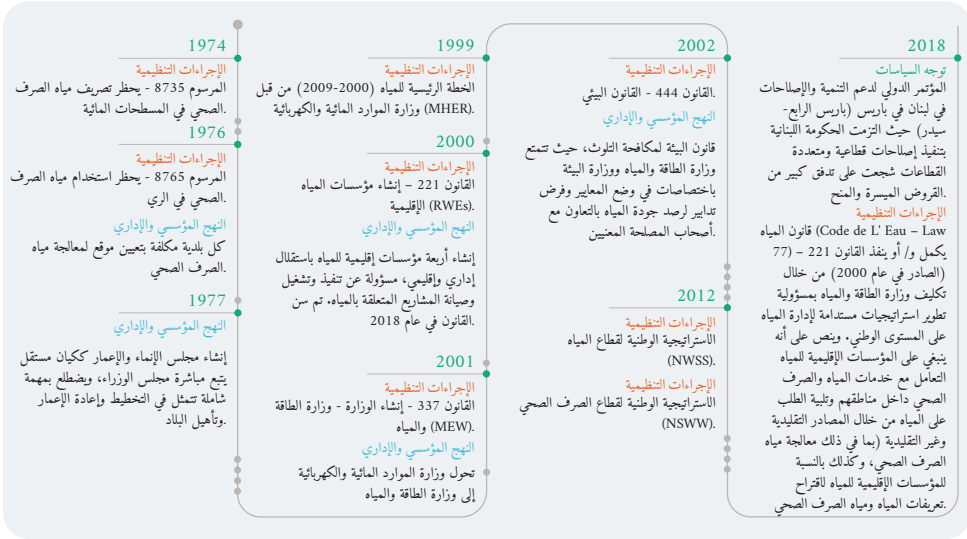
[1] ويزداد هذا العدد انخفاضا بدءا من نهاية عام 2019 وإفلاس كل من الحكومة اللبنانية والقطاع المصرفي (Eid-Sabb وآخرون 2022).

الكبيرة التي تقودها الدولة لتحل محل الأنظمة المجتمعية (Nassif 2019)، كانت إدارة مياه الصرف الصحي لا تزال ليست بأولوية للدولة. في عام 1977، تم تكليف البلديات بعدد من المسؤوليات المتعلقة بإدارة الصرف الصحي والمعالجة وأعطيت صلاحيات لفرض الضرائب في هذا الصدد (Mashayekhi وآخرون 2014) في نفس الفترة، بعد عامين من بداية حرب طويلة، تم إنشاء مجلس الإنماء والإعمار (CDR) لإدارة أموال إعادة الإعمار والذي أصبح لاعبا مركزيا في قطاع الصرف الصحي بعد الحرب.

بين الأعوام 1975 و1990، أضعفت الحرب الأهلية اللبنانية مؤسسات الدولة وشلت الخطط المائية الوطنية في حين كانت خدمات المياه والصرف الصحي تحكمها محليا الميليشيات و/ أو البلديات والمبادرات الخاصة. بعد الحرب، أعاد برنامج إعادة الإعمار الكبير الذي تغذيه استثمارات الجهات المانحة جميع الخطط الهيدروليكية على الطاولة. أصبح الاستثمار العام في جمع ومعالجة مياه الصرف الصحي ذا أهمية متزايدة وخضع كلا القطاعين لتحولات مؤسسية كبيرة. تأسست وزارة البيئة في عام 1993 وكلفت بوضع القوانين واللوائح البيئية بما في ذلك تلوث المياه. وفي عام 1994، نظم المرسوم 5343 عمل إدارة الصرف الصحي في وزارة الموارد المائية والكهربائية، وكلفها بتخطيط وتنفيذ شبكات الصرف الصحي ومحطات المعالجة، والموافقة على مشاريع البلديات (Mashayekhi وآخرون 2014). وبعد بضع سنوات، وامتثالا لتوجهات البنك الدولي في مجال الحوكمة، تمت إعادة هيكلة قطاع المياه والصرف الصحي بالكامل (Riachi 2013; Eid-Sabbagh 2015، Allès2019).

صدر القانون 221 في عام 2000، وأنشأ المؤسسات المياه الإقليمية الأربعة (RWEs) كهيئات لامركزية تعمل تحت إشراف وزارة[2] الاسم الجديد لوزارة الموارد المائية والكهربائية] الطاقة والمياه، ودمج 22 مكتبا محليا للمياه وتولى تشغيل مياه الشرب والري وخدمات الصرف الصحي من الجمعيات واللجان المحلية. في وقت لاحق من عام 2002، أصدرت الحكومة قانون حماية البيئة 444 الذي أدخل «الشرطة البيئية» المسؤولة عن إنفاذ لوائح مكافحة التلوث. في عام 2004، تم تطوير «قانون المياه» بالتعاون مع الوكالة الفرنسية للتنمية (AFD) كقانون شامل يحكم كل من المياه والصرف الصحي وإنشاء آليات مالية وحوكمة جديدة مثل مبدأ «الملوث يدفع» و«شرطة المياه» المسؤولة عن إنفاذ لوائح مكافحة التلوث. لم يتم التصديق على هذا القانون إلا في عام 2018 تحت ضغط الجهات المانحة عشية مؤتمر «سيدر»، بهدف جذب القروض من المجتمع الدولي) Nassif 2019).

الجدول 3.5 التطور التاريخي لقطاع إعادة استخدام المياه في لبنان.



[2] الاسم الجديد لوزارة الموارد المائية والكهربائية

الجدول 3.6 رسم الخرائط المؤسسية للمؤسسات المسؤولة عن أنشطة إدارة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في لبنان.

إدارة مياه الصرف الصحي (الجمع أو المعالجة أو التصريف أو النقل)		إعادة استخدام المياه (التراخيص والموافقة والتخصيص)			الأكواد والمقاييس	الرصد
تطوير البنية التحتية	التشغيل والصيانة	الصناعة	الزراعة	حضري (على سبيل المثال، المناظر الطبيعية)		
صياغة الاستراتيجية والسياسات: وزارة المياه والطاقة						
مجلس الإنماء والإعمار	مجلس الإنماء والإعمار				وزارة المياه والطاقة	وزارة المياه والطاقة
	المؤسسات الإقليمية لطاقة المياه (RWEs)				وزارة البيئة	
صياغة الاستراتيجية والسياسات: مجلس الإنماء والإعمار						
	البلديات					وزارة البيئة

3.4.3. الأدوار والمسؤوليات والاختناقات المؤسسية في إعادة استخدام المياه

يكمن ضعف أداء قطاع المياه المستعملة في المسؤوليات الإدارية المتضاربة و/أو المخففة وضعف تفعيل الولايات القانونية للمؤسسات (Machayekhi وآخرون 2014، Eid-Sabbagh وآخرون 2022). على سبيل المثال، في حين أن الدور الرسمي لوزارة الطاقة والمياه هو قيادة التخطيط والإشراف عليه، فإن مشاريع البنية التحتية والأموال تدار عادة من قبل مجلس الإنماء والإعمار منذ نهاية الحرب بمشاركة ضعيفة بشكل عام من الوزارة الرائدة. وقد منح مجلس الإنماء والإعمار بالفعل مسؤولية تنفيذ أموال الجهات المانحة بموافقة مباشرة من رئيس الوزراء، وينظر إليه على أنه أداة لتركيز عملية صنع القرار والفوائد المالية المرتبطة بها في أيدي النخب السياسية المختلفة[في العقد الماضي، أدى التحول الوطني في الديناميات السياسية إلى وضع وزارة الكهرباء والمياه في وضع أفضل فيما يتعلق بالتخطيط وتنفيذ المشاريع (Nassif 2019). أحدث استراتيجيات قطاع المياه والصرف الصحي (NWSS 2012; NWSSU 2021) من قبل وزارة الطاقة والمياه، بما في ذلك الاستراتيجية الوطنية لقطاع مياه الصرف (NWSS 2012). وتكشف المقابلات التي أجريت مؤخرا مع مسؤولي وزارة الطاقة والمياه أن التنسيق مع مجلس الإنماء والإعمار قد تحسن وأنه هدف مهم للوزارة الحالية والتحديث القادم للاستراتيجية الوطنية للمياه.] (Leenders 2004، Eid-Sabbagh 2015، Nassif 2019). يبدو أن وزارة البيئة مهمشة أيضا في التخطيط لأنها غير قادرة على إجراء تقييمات الأثر البيئي لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي وفقا لولايتها[3] مقابلة أجراها المؤلف الثاني مع مسؤول في وزارة الطاقة والماء في أيلول/سبتمبر 2019] كما ورد بانتظام في الأدبيات، فإن تنفيذ البنية التحتية للدولة في لبنان يفتقر إلى الشفافية ويرتبط بفوائد سياسية ومالية فردية كبيرة (Leenders 2004،Farajallah، [4] وآخرون 2015، Ibrahim و Seoud 2016، The Monthly 2017).

[3] مقابلة أجراها المؤلف الثاني مع مسؤول في وزارة الطاقة والماء في أيلول/سبتمبر 2019

[4] في العقد الماضي، أدى التحول الوطني في الديناميات السياسية إلى وضع وزارة الكهرباء والمياه في وضع أفضل فيما يتعلق بالتخطيط وتنفيذ المشاريع (Nassif 2019). أحدث استراتيجيات قطاع المياه والصرف الصحي (NWSS 2012; NWSSU 2021) من قبل وزارة الطاقة والمياه، بما في ذلك الاستراتيجية الوطنية لقطاع مياه الصرف (NWSS 2012). وتكشف المقابلات التي أجريت مؤخرا مع مسؤولي وزارة الطاقة والمياه أن التنسيق مع مجلس الإنماء والإعمار قد تحسن وأنه هدف مهم للوزارة الحالية والتحديث القادم للاستراتيجية الوطنية للمياه.

يعاني قطاع مياه الصرف الصحي من قضايا محيرة أخرى مثل عدم القدرة على استرداد التكاليف من أجل تشغيل محطات معالجة مياه الصرف الصحي وفقا لولايتها. ومن المأمول، وفقا لنموذج الإصلاح ومنطق السوق السائد، أن يتسنى تمويل العمليات والصيانة عن طريق الإيرادات المتأتية من الرسوم. ومع ذلك، وبعد مرور 20 عاما على الإصلاح، لا تزال مؤسسات المياه الإقليمية الأربعة تكافح من أجل تنفيذ مهمتها بسبب ضعف قوتها السياسية على الأرض. فهي تعاني من نقص في الموظفين وتخضع لتدخل الفصائل السياسية المختلفة (البنك الدولي 2010، الاستراتيجية الوطنية لقطاع المياه 2012؛ Nassif 2019، Eid-Sabbagh 2015). حاليا، من بين 104 محطة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي في البلاد، هناك 10 محطات فقط تديرها هذه المؤسسات الأربعة وخمس محطات تعمل بشكل جيد. أما الباقي فيديره مجلس الإنماء والإعمار، والعديد منها ممول من مشاريع دولية وتديره البلديات (Eid-Sabbagh وآخرون) 2022).

3.5. المملكة العربية السعودية

3.5.1. نحو تنمية إعادة استخدام المياه

يبلغ متوسط نصيب الفرد من استخدام المياه السنوي في المملكة العربية السعودية حوالي 278م3 في عام 2018 (الهيئة العامة للإحصاء 2018). لا يوجد في البلاد مصادر طبيعية للمياه السطحية وهطول أمطار سنوي منخفض للغاية[5] لا تتجاوز 100 ملم في معظم أنحاء البلاد باستثناء المنطقة الجنوبية الغربية (Al-Zahrani وآخرون 2011)] مع ارتفاع معدل النمو السكاني والطلب المتزايد باطراد على المياه في القطاع الزراعي الذي ينمو بمعدل سنوي قدره 7٪ ويستهلك حوالي 84٪ من إجمالي الاحتياجات المائية كثفا الضغط على الموارد المائية المحدودة (وزارة البيئة والمياه والزراعة 2020).

تعد إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في المملكة العربية السعودية جزءا لا يتجزأ من الاستراتيجية الوطنية للمياه 2030، حيث من المتوقع أن تساعد إعادة استخدام مياه الصرف الصحي البلاد على إنقاذ طبقات المياه الجوفية غير المتجددة من الاستنزاف المستمر وتقليل حوالي 2٪ من الاستهلاك السنوي للكهرباء في البلاد (Kajenthira وآخرون 2012). كما أن إعادة استخدام المياه ستلبي الطلب المتزايد على المياه في قطاع الصناعة، الذي يعد مساهما رئيسيا في الاقتصاد السعودي (Alkhudhiri وآخرون 2019).

من المتوقع أن تكون مياه الصرف المعالجة قد ساهمت في إمدادات المياه في المملكة العربية السعودية ب 0.6 مليار متر مكعب (2٪ من إجمالي الموارد) في عام 2016 بينما ارتفعت إلى 1.9 (15٪ من إجمالي الموارد) بحلول عام 2020. في عام 2018، أنتجت المملكة حوالي 1.46 مليار متر مكعب من مياه الصرف المعالجة منها 17٪ معاد استخدامها للأغراض الزراعية (وزارة البيئة والمياه والزراعة 2020).

تهدف مشاريع إعادة استخدام المياه في المملكة إلى الحفاظ على المياه الجوفية غير المتجددة، مع الحفاظ على التنمية الزراعية المستدامة والأمن الغذائي، وتحسين مستويات معيشة المزارعين، وتعظيم الفوائد البيئية والاقتصادية. يتم متابعة ذلك من خلال سياسة على المستوى الوطني وإصلاحات مؤسسية تدعم خصخصة القطاع ودعم الخدمات من قبل الحكومة (أي خدمات المياه والصرف الصحي)، مع الحفاظ على الدور التنظيمي للبلاد (Ouda وآخرون 2014).

3.5.2. التطور التاريخي لإعادة استخدام المياه: معالم السياسات والمؤسسات

بدأ تطوير قطاع المياه في المملكة العربية السعودية في مرحلة لاحقة مقارنة بمحاولات أخرى في منطقة الشرق

[5] لا تتجاوز 100 ملم في معظم أنحاء البلاد باستثناء المنطقة الجنوبية الغربية (Al-Zahrani وآخرون 2011)

الأوسط وشمال إفريقيا (الجدول 3.7). ويمكن تفسير ذلك من خلال التطور الزراعي الأخير في المملكة والذي جاء في مرحلة متأخرة عن مصر والأردن وتونس. اعتمدت البلاد تاريخيا على موارد المياه الجوفية ولكن في خمسينات القرن العشرين طورت قدرات متقدمة في تحلية مياه البحر. حاليا، تولد المملكة العربية السعودية ٪18 من المياه المحلاة العالمية (مجموعة أكسفورد للأعمال 2018). ومع ذلك، فإن سعي البلاد لتوسيع إعادة استخدام المياه المأمونة التي تتطلب طاقة أقل بدأت في أواخر تسعينات القرن العشرين بهدف السياسة التي تهدف إلى زيادة مشاركة القطاع الخاص في تقديم الخدمات مع الحفاظ على الدور التنظيمي للمؤسسات الحكومية.

3.5.3. الأدوار المؤسسية والمسؤوليات والاختناقات في إعادة استخدام المياه

تمكنت المملكة العربية السعودية من دمج موارد المياه غير التقليدية (أي المياه المحلاة ومياه الصرف المعالجة) في خطتها لقطاع المياه، مع تقليل التداخلات والفجوات المؤسسية بين الوكالات القائمة. وقد ثبت ذلك من خلال توزيع الأدوار والمسؤوليات بوضوح بين القطاعين العام والخاص (الجدولان 3.7 و3.8). وقد ساعد هذا التوزيع الواضح للمسؤوليات أيضا على التقليل إلى أدنى حد من التنافس في المصالح بين مختلف الجهات الفاعلة.

تقدم الحالة السعودية مثالا ناجحا على الخصخصة، مع الحفاظ على الدور التنظيمي والرقابي للوكالات الحكومية

الجدول 3.7 التطور التاريخي لإعادة استخدام المياه في المملكة العربية السعودية.

لضمان امتثال القطاع الخاص للقوانين والمعايير الوطنية. ومع ذلك، فإن الخصخصة الراسخة لا تعني تحولا تحويليا نحو قطاع لامركزي. بل على العكس من ذلك، فإن قطاع المياه في المملكة العربية السعودية هو قطاع مركزي يوظف الخبرة الواسعة للقطاع الخاص لزيادة الكفاءة وتقليل تكلفة الخدمة (بما في ذلك إمدادات المياه والصرف الصحي وإعادة استخدام المياه).

تنعكس هذه التغييرات التحويلية في الهيكل المؤسسي لقطاع المياه في المملكة العربية السعودية، حيث تلعب الشركات المملوكة للدولة والمستثمرون من القطاع الخاص دورا رئيسيا في سلسلة القيمة لإعادة استخدام المياه التي تبدأ بعقود مشروعات مستقلة للمياه والطاقة (IWPP) من حيث (البناء والتملك والتشغيل أو البناء والتشغيل ونقل الملكية) تليها توفير المياه للمستهلكين من خلال الشركات المملوكة للدولة (شركة الماء والكهرباء «WEC» والمؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة « SWCC » وشركة المياه الوطنية «NWC») (Biygautane 2017) (الجدول 3.8).

الجدول 3.8 رسم الخرائط المؤسسية للمؤسسات المسؤولة عن أنشطة إدارة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في المملكة العربية السعودية.

إدارة مياه الصرف الصحي (الجمع أو المعالجة أو التفريغ أو النقل)		إعادة استخدام المياه (لترخيص والموافقة والتخصيص)			الأكواد والمعايير	الرصد
تطوير البنية التحتية	التشغيل والصيانة	الصناعة	الزراعة	الحضري (مثال المناظر الطبيعية)		
صياغة الاستراتيجية والسياسات: وزارة البيئة والمياه والزراعة						
مشاريع المياه والطاقة المستقلة (IWPPs). ويشمل ذلك شركة المياه الوطنية وشركة المياه والمياه المالحة والمؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة بالإضافة إلى مرافق ومدن.		وزارة التجارة والصناعة	المؤسسة العامة للري (السعودية)	وزارة البيئة والمياه والزراعة	ECRA هيئة تنظيم الكهرباء والإنتاج المزدوج	وزارة البيئة والمياه والزراعة
		وزارة البيئة والمياه والزراعة				

3.6. تونس

3.6.1. نحو تنمية إعادة استخدام المياه

قدر نصيب الفرد السنوي من المياه في تونس بحوالي 440 م3 في عام 2017 (منظمة الأغذية والزراعة 2022أ) ومن المتوقع أن ينخفض إلى 360 م3 بحلول عام 2030 (Chouchane وآخرون 2018). إن الإجهاد المائي المتزايد وتقلب فترات هطول الأمطار والجفاف، بالإضافة إلى الحد من الموارد المائية التقليدية، وتدهور جودتها لتغطية احتياجات المياه الزراعية، هي الدوافع الرئيسية لاستخدام كل قطرة ماء واحدة، بما في ذلك مياه الصرف المعالجة.

بدأت مشاريع إعادة استخدام المياه في وقت مبكر من ستينات القرن العشرين في منطقة سكرة أساسا لري أشجار الحمضيات. كان هذا المحصول الرئيسي يروى بطبقات المياه الجوفية الساحلية الضحلة المستنفدة، مما أدى إلى تسرب مياه البحر وتملح المياه الجوفية وجعله غير مناسب لري المحاصيل الحساسة مثل أشجار الحمضيات. ومن هنا كان الهدف الرئيسي من إعادة استخدام مياه الصرف الصحي هو الحفاظ على موارد المياه الجوفية من الملوحة والحفاظ على بساتين الحمضيات، حتى قبل صدور اللائحة الوطنية لقانون المياه، ما يسمى بقانون المياه الذي تم وضعه في وقت لاحق في عام 1975 والذي ينظم إعادة استخدام المياه من بين جملة أهداف أخرى.

3.6.2. التطور التاريخي لإعادة استخدام المياه: معالم السياسات والمؤسسات

تقدم تونس حالة فريدة من نوعها حيث سبق تنفيذ مشروع إعادة استخدام المياه في منطقة سكرة التطوير المؤسسي لإعادة استخدام المياه في البلاد. وهذا يتناقض مع دراسات الحالة الأخرى، حيث تأتي خطوات التنفيذ بعد الخطوات التنظيمية والمؤسسية. ومع ذلك، بدءا من منتصف سبعينات القرن العشرين، وجهت تونس توجهها السياسي نحو بناء القدرة المؤسسية لإعادة استخدام المياه من خلال إنشاء مؤسسة حكومية مركزية لإدارة قطاع الصرف الصحي (أي الديوان الوطني للتطهير «ONAS»). من ثمانينات القرن العشرين فصاعدا، أصدرت الحكومات التونسية المتعاقبة سلسلة من المعايير والقوانين لتنظيم جودة المخلفات السائلة والوافدة، والامتثال للمعايير الوطنية والدولية.

منذ عام 2018، اكتسب التوسع في إعادة استخدام المياه زخما وتم الترويج له تحت قيادة الدراسة الاستراتيجية للمياه Eau 2050 مصحوبة بخطة رئيسية وطنية لإعادة الاستخدام، بما يسمى إعادة الاستخدام 2050.

3.6.2. الأدوار المؤسسية والمسؤوليات والاختناقات في إعادة استخدام المياه

بدأت إعادة استخدام المياه في وقت مبكر من ستينات القرن العشرين في تونس (الجدول 3.9)، ولكن لم يتم وضع إعدادات السياسة والمؤسسات سوى في تسعينات القرن العشرين (على سبيل المثال، إنشاء الوزارات والوكالات الوطنية). ويمكن تصنيف هذه المؤسسات إلى منتجين ومديرين ومستخدمين وموزعين ومراقبين ومستهلكين (للمنتجات أو الخدمات المروية) (الجدول 3.10).

ضمن هذا الهيكل «الشبيه بسلسلة القيمة»، تلعب وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري (MARHP) دورا بارزا من خلال مديرياتها و/ أو الشركات التابعة لها. تضم مسؤوليات الوزارة مجموعةً واسعةً من مسؤوليات موارد المياه (التعبئة والاستخدام) والإنتاج الزراعي وكذلك في المناطق الحضرية (من خلال المرفق الوطني لإمدادات المياه، الشركة الوطنية لاستغلال وتوزيع المياه « SONEDE») ومياه الشرب الريفية (من خلال الإدارة العامة للهندسة الريفية واستغلال المياه وجمعية مستخدمي المياه ما يسمى بمجامع التنمية الفلاحية).

في أوائل تسعينات القرن العشرين، تم نقل الديوان الوطني للتطهير (الذي أنشئ عام 1974) والوكالة الوطنية لحماية المحيط « ANPE» التي أنشئت في عام 1988 تحت إشراف وزارة البيئة (ME) أنشئ في ذلك الوقت (الديوان الوطني للتطهير أيضا تحت إشراف وزارة الشؤون المحلية، لأنه يحافظ على دوره كمشغل رئيسي لخدمات الصرف الصحي). منذ ذلك الحين، كان على جميع مشاريع إعادة استخدام مياه الصرف الصحي تقديم دراسة الأثر البيئي ليتم اعتمادها من قبل الوكالة الوطنية لحماية المحيط ANPE. إن وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري (MAHRP) هى المدير الرئيسي والمستخدم والموزع لشركة مياه الصرف المعالجة. وهي تتدخل فقط في اتجاه مجرى محطة المعالجة (المنبع الذي تديره وزارة البيئة) وتعمل على مستويات مختلفة، خاصة الوطنية والإقليمية من خلال الإدارات الإقليمية التمثيلية لها (الهيئة الجهوية للتنمية الفلاحية، CRDA) الموجودة في 24 محافظة.

جنبا إلى جنب مع جمعيات المزارعين (أي مجامع التنمية الفلاحية «GDA»)، تدير المديرية الجهوية للتنمية الفلاحية «CRDA» إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة والمناطق المروية بما في ذلك تشغيل وصيانة شبكة الري، مما يضمن مشاركة المزارعين ومشاركتهم على المستويين المحلي والإقليمي. لهذا الغرض، فإن

وكالة الإرشاد والتكوين الفلاحي (AVFA) وممثليها في المناطق (خلية الإرشاد الفلاحي CTV) مسؤولة عن نشر الممارسات الجيدة لإعادة استخدام المياه في الري وتقديم خدمات الإرشاد للمستخدمين النهائيين. وزارة الصحة والوكالات والإدارات الإقليمية التابعة لها هي الهيئات الرئيسية التي تراقب جودة مياه الصرف المعالجة وجودة البيئة والمنتجات المروية.

من حيث الحوكمة وإعادة استخدام المياه الزراعية، تمتلك تونس الجهات الفاعلة المطلوبة بما في ذلك الوزارات والهيئات واللجان والجمعيات على المستويات الوطنية والإقليمية والمحلية للتنفيذ الناجح. ومع ذلك، لا تزال العلاقات بين الجهات الفاعلة ضعيفة بسبب عدم تبادل المعلومات، مما قد يعكس بعض عدم الثقة. لا توجد حاليا آليات للحد من التداخل القائم في المهام وتحديد أدوار ومسؤوليات كل جهة فاعلة. تواجه إعادة استخدام المياه غير الزراعية حوكمة ضعيفة بسبب عدم وجود لوائح محددة (باستثناء المعايير الزراعية التي تم وضعها في عام 1989، والتي يتم تطبيقها لإعادة استخدام المياه في ملاعب الجولف والأنشطة الترفيهية وإعادة شحن طبقة المياه الجوفية).

يعد الافتقار إلى التعاون بين العديد من المؤسسات، ولا سيما من مختلف القطاعات، أحد الاختناقات الرئيسية. على سبيل المثال، لا توجد ترتيبات مؤسسية بين الديوان الوطني للتطهير والإدارات الإقليمية لوزارة الفلاحة

الجدول 3.9 التطور التاريخي لقطاع إعادة استخدام المياه في تونس.

والموارد المائية والصيد البحري، مما يعني أنه لا يوجد ضمان لإنتاج وتوزيع المياه الزراعية التي تلبي الطلب على المياه الزراعية. ولذلك، اقترح مرارا إنشاء منظمة مستقلة متعددة القطاعات تشرف على إعادة استخدام المياه لتجنب التكرار والتداخل بين المهمات.

الجدول 3.10 التطور التاريخي لقطاع إعادة استخدام المياه في تونس.

إدارة مياه الصرف الصحي (جمع، علاج، التفريغ أو النقل)		إعادة استخدام المياه (الترخيص والموافقة والتخصيص)			الأكواد والمعايير	الرصد
تطوير البنية التحتية	التشغيل والصيانة	الصناعة	الزراعة	حضري (على سبيل المثال، المناظر الطبيعية) (landscaping		
صياغة الاستراتيجية والسياسات: وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري						
وزارة التجهيز والبنية التحتية	الديوان الوطني للتطهير «ONAS»		وزارة وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري (MARHP) من خلال الإدارات الإقليمية للتنمية الزراعية «المندوبيات الجهوية للتنمية الفلاحية» (CRDA)		وزارة وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري، وزارة البيئة، وزارة الصحة	وزارة البيئة من خلال الوكالة الوطنية لحماية المحيط» ANPE « والديوان الوطني للتطهير (ممارسة التقييم الذاتي)
			رابطة المزارعين (مجامع التنمية الفلاحية) «GDA»			وزارة الصحة

3.7. الملخص

تعاني منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا من نقص في التطوير التكنولوجي والبنية التحتية، وغياب المعايير واللوائح، وضعف الترتيبات المؤسسية التي تحكم هذه الخدمات (Ait-Mouheb وآخرون 2020، Mayauxو Ennabih 2020). ومن التوصيات المشتركة المتعلقة بالسياسات هي «اللامركزية» و«مشاركة القطاع الخاص» (مثل الشراكات بين القطاعين العام والخاص). فكثيرا ما لا ينعكس ذلك في التوجه الفعلي للسياسات الذي يسترشد به التطوير التنظيمي والمؤسسي للقطاع. حيث تهيمن البنية المؤسسية المركزية من أعلى إلى أسفل للقطاع في معظم دول الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بأشكال مختلفة.

أظهرت السياسات والتطوير المؤسسي لإعادة استخدام المياه في البلدان الخمسة السمات الرئيسية التالية التي تميز إدارة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا:

- تعد إدارة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها أولوية ثانية في البلدان الخمسة حيث كان الضغط المتزايد على الموارد المائية هو المحرك الرئيسي لتبني إعادة استخدام المياه كمشروع لمصدر جديد للمياه وكان موجها في المقام الأول نحو القطاع الزراعي.
- غالبا ما تتخلف التدابير السياسية والمؤسسية لتنظيم إعادة استخدام مياه الصرف الصحي عن المشاريع الأخرى المتعلقة بالمياه (أي مشاريع إدارة العرض أو إمدادات المياه). وبناء على ذلك، يتم تحويل حصة من المياه العذبة إلى الشبكة كمياه صرف غير معالجة بصورة متزايدة.
- إن غياب الهيئات التنظيمية المستقلة، وتداخل الأدوار والمسؤوليات، وغياب المؤسسات المتخصصة لمراقبة

إعادة استخدام المياه في القطاعات المختلفة هي عوامل رئيسية تؤدي إلى نقاط ضعف مؤسسية، وبالتالي تعيق جهود الحكومات للتحول نحو اللامركزية ومشاركة القطاع الخاص (بالمملكة العربية السعودية كاستثناء).

- لا تحقق الإصلاحات المؤسسية وإصلاحات السياسات التي بدأتها الجهات المانحة (في مصر ولبنان على سبيل المثال) أهدافها المتمثلة في تحسين أداء القطاع ما لم يكن هناك إصلاح قطري قائم على تقييم الاحتياجات والتخطيط طويل الأجل.
- هناك اتجاه نحو المركزية وزيادة تنظيم نوعية المياه وتدفقاتها. وهذا أمر منطقي في سياق الطلب المتزايد والمتنافس على المياه، وضعف القدرة المؤسسية على التعامل مع خدمات المياه والصرف الصحي وإعادة الاستخدام على المستوى المحلي (على سبيل المثال، تقليص دور البلديات كمقدمي خدمات في لبنان بعد إنشاء مؤسسات المياه الإقليمية (RWEs)، ومركزية توفير خدمات المياه والصرف الصحي في مصر من خلال إنشاء الشركة القابضة للمياه والصرف الصحي «HCWW»).
- هناك نقص أو غياب لإنفاذ السياسات وتنفيذها، مما يخلق «منطقة رمادية» غالبا ما تكون مليئة بترتيبات إعادة الاستخدام غير الرسمية (غالبا ما تكون غير قانونية) (Tawfik وآخرون 2021).

وأخيرا، أسفرت مراجعة وتحليل التحديات/المسارات السياسية والمؤسسية للبلدان الخمسة عن التوصيات التالية التي ستساعد واضعي السياسات ومتخذي القرار في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا على التغلب على الاختناقات السياسية والمؤسسية في بلدانهم من خلال:

- خلق مساحات لأصحاب المصلحة المحليين للمشاركة في تطوير السياسات والمؤسسات التي تهم مناطقهم.
- خلق بيئة مواتية لتشجيع مشاركة القطاع الخاص. ويشمل ذلك الأدوار والمسؤوليات الواضحة لمختلف المؤسسات في هذا القطاع، وحوافز السياسات، وعقود الامتياز طويلة الأجل.
- ترسيخ مفاهيم الشفافية والتعاون بين المؤسسات المختلفة لتطوير سياسة مائية متعددة القطاعات تشمل احتياجاتهم المختلفة.
- ضمان أن يكون لكل بند من بنود السياسة إجراء مؤسسي مقابل لتجنب تداخل المسؤوليات.
- فهم أن الانتقال من الإدارة المركزية إلى اللامركزية للمياه ليس بـ«رصاصة فضية» (أو حلاً سهلاً) لتحديات القطاع. ومع ذلك، يجب أن يمر تنفيذ هذا الانتقال بمراحل لتجنب «الصدمات» المؤسسية وضمان «النضج» المالي والتنظيمي والقانوني للكيانات المستقلة المنشأة حديثا.
- إن الاعتراف بالدور الرئيسي للسياسات التي تقودها الجهات المانحة والإصلاحات المؤسسية في أداء القطاع قد يعيق قدرة القطاع على وضع رؤية واضحة تلبي احتياجات الشركة وأهداف التخطيط طويلة الأجل.

المراجع

Ait-Mouheb, N.; Mayaux, P.L.; Mateo-Sagasta, J.; Hartani, T.; Molle, B. 2020. إعادة استخدام المياه: مورد للزراعة في البحر الأبيض المتوسط. في: Zribi, M.; Brocca, L.; Tramblay, Y.; Molle, F. (محررون) الموارد المائية في منطقة البحر الأبيض المتوسط. Elsevier. ص. 107–136. https://doi.org/10.1016/ B978-0-12-818086- 0.00005-4

Alkhudhiri, A.; Darwish, N.B.; Hilal, N. 2019. دراسة تحليلية واستشرافية لمعالجة مياه الصرف الصحي والموارد المائية في المملكة العربية السعودية. مجلة هندسة عمليات المياه 32: 100915..

Allès, C. 2019 البعد المكاني للدولة في لبنان. تحليل يستند إلى السياسات العامة المتعلقة بمياه الشرب والصرف الصحي. أطروحة دكتوراه، جامعة نانت.

Almadani, H. 2022. نظام المياه في المملكة العربية السعودية. متاح على: https://www.hg.org/legal-arti-cles/the-law-of-water-in-the-kingdom-of-saudi-arabia-56979 (تم الاطلاع في 14 أغسطس/آب 2022).

Al-Zahrani, K.H.; Baig, M. B. 2011. المياه في المملكة العربية السعودية: خيارات الإدارة المستدامة. مجلة علوم الحيوان والنبات 21 (3): 601-604.

Biygautane, M. 2017. الشراكات بين القطاعين العام والخاص في مجال البنية التحتية في الكويت والمملكة العربية السعودية وقطر: المعاني والمبررات والمشاريع والطريق إلى الأمام. إدارة وسياسة الأشغال العامة 22 (2): 85-118.

Chouchane, H.; Krol, M.S.; Hoekstra, A.Y. 2018. أنماط تجارة المياه الافتراضية فيما يتعلق بالعوامل البيئية والاجتماعية والاقتصادية: دراسة حالة لتونس. علم البيئة الكلية 613: 287-297.

Eid-Sabbagh, K.P. 2015 اقتصاد سياسي للمياه في لبنان: إدارة الموارد المائية، وإنتاج البنية التحتية، ومجمع التنمية الدولي. أطروحة دكتوراه، كلية الدراسات الشرقية والإفريقية، جامعة لندن.

Roukos, S.; Nassif, M.-H.; Velpuri, N.; Mateo-Sagasta, J. 2022 ؛Eid-Sabbagh, K.P. تحليل إمكانية إعادة استخدام المياه للري في لبنان كولومبو، سري لانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه ص145. https://doi.org/10.5337/2022.211

منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) 2000 قرار مجلس الوزراء رقم 42 لسنة 2000 بشأن قانون مياه الصرف الصحي المعالجة وإعادة استخدامها، الصادر بالمرسوم الملكي رقم م/6 من 2000 (1421 هجري) متوفر على http://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC150401/(تم الاطلاع في 14 أغسطس/آب 2022).

Farajalla, N.; Kerkezian, S.; Farhat, Z.; El Hajj, R.; Matta, M. 2015. الطريق إلى الأمام لحماية المياه في لبنان: تقييم مخاطر سلامة المياه على الصعيد الوطني. بيروت، لبنان: معهد عصام فارس للسياسات العامة والشؤون الدولية.

منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) 2022 أ نظام المعلومات العالمي لمنظمة الفاو بشأن المياه والزراعة (أكواستات). متاح على https://www.fao.org/aquastat/statistics/query/index.html (تم الاطلاع في 14 أغسطس/آب 2022).

منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) 2022ب. ندرة المياه. متاح على https://www.fao.org/land-water/water/water-scarcity/en/ (تم الاطلاع في 14 أغسطس/آب 2022).

الهيئة العامة للإحصاء 2018. نصيب الفرد من استهلاك المياه في المناطق السعودية خلال الفترة 2009-2018 متاح على https://www.stats.gov.sa/sites/default/files/per_capita_water_consumption_in_saudi_regions_during_the_period_2009-2018.pdf (تم الاطلاع في 14 أغسطس/آب 2022).

Gharios, G.; Farajalla, N.; el Hajj, R. 2020. قوانين المياه في لبنان: تجسير أطر السياسات لمواجهة التحديات الجديدة. أوكسفام.

Ghiotti, S.; et Riachi, R. 2013. إدارة المياه في لبنان، هل هي مصادرة إصلاحية؟ دراسات ريفية 192(2): 135-152.

Ghiotti, S.; et Riachi, R. 2013. إدارة المياه في لبنان، هل هي مصادرة إصلاحية؟ دراسات ريفية 192(2): 135-152.

Ibrahim, R.; Seoud, G. 2016. بارونات مجلس الإنماء والإعمار. الشركات الاستثمارية التي تضمن (عدم) التنفيذ السليم للأعمال. الأخبار. متوفر باللغة العربية على https://al-akhbar.com/Politics/216620 (تم الاطلاع عليه في 9 نوفمبر 2022)

IWMI (المعهد الدولي لإدارة المياه). 2019. إطلاق تحالف التعلم الوطني في مصر. متاح على https://rewa-ter-mena.iwmi.org/news-events/launch-of-a-national-learning-alliance-in-egypt/ (تم الاطلاع في 7 يوليو/تموز 2022)

Kajenthira, A.; Siddiqi, A.; Anadon, L.D. 2012: حالة جديدة لتعزيز إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في المملكة العربية السعودية: إدخال الطاقة في معادلة المياه. مجلة الإدارة البيئية 102: 184-192.

Leenders, R.E.C. 2004. سياسة الفساد في لبنان ما بعد الحرب. أطروحة الدكتوراه. المملكة المتحدة: كلية الدراسات الشرقية والأفريقية، جامعة لندن.

Machayekhi, D.; Kalinowski, C.; et Valfrey, B. 2014. دراسة الرسملة حول قطاع السياسة في لبنان. مكتب CGLU/ BTVL الحكومات في لبنان/المكتب الفني للمدن اللبنانية - المنصة السورية للشؤون المشتركة بين الوكالات (SIAAP).

Mayaux, P.L.; Ennabih, A. 2020. عدم تسييس نوعية المياه الرديئة: اتفاق غامض في مشروع إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في المغرب. بدائل المياه 13 (2): 266.

وزارة الطاقة والمياه 2010. الاستراتيجية الوطنية لقطاع المياه. لبنان: وزارة الطاقة والمياه.

وزارة الطاقة والمياه 2020. الاستراتيجية الوطنية لقطاع المياه. لبنان: وزارة الطاقة والمياه.

وزارة الطاقة والمياه 2020. الاستراتيجية الوطنية لقطاع المياه. لبنان: وزارة الطاقة والمياه. https://swforum.sa/sitecontent/uploads/editor/SWF2020/Presentations/w1/03-Arif%20Alkalali.pdf (تم الاطلاع في 7 يوليو/تموز 2022).

Ménard, C. 2022. التحديات المؤسسية للحوكمة الفعالة: المياه والصرف الصحي ومياه الصرف الصحي في مصر. المياه الدولية 47 (2): 205-222.

Molle, F.; Rap, E.; Al-Agha, D.E.; Abou El Hassan, W.; Freeg, M. 2019. مشاريع تحسين الري في دلتا النيل: وعود، تحديات، مفاجآت. إدارة المياه الزراعية 216: 425-435.

Mustafa, D.; Altz-Stamm, A.; Scott, L.M. 2016. جمعيات مستخدمي المياه وسياسة المياه في الأردن. التنمية العالمية 79: 164–176. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.11.008

MWI (وزارة المياه والري- الأردن) 2021. خطة لإدارة إعادة استخدام المياه في حوض عمان-الزرقاء ووادي الأردن. ورقة عمل مكون إعادة استخدام المياه. عمان، الأردن: دعم سياسات الموارد المائية، وزارة المياه والري.

وزارة المياه والري- الأردن. 2016. سياسة استبدال المياه وإعادة استخدامها. عمان، الأردن: وزارة المياه والري

Nassif, M.-H.2019. تحليل متعدد المقاييس للسياسات والحكومة في ماء حوض نهر الليطاني، لبنان. أطروحة دكتوراه، جامعة بول فاليري- مونبلييه 3.

Ouda, O.K.; Al-Waked, R.F.; Alshehri, A.A. 2014. خصخصة خدمات إمدادات المياه في المملكة العربية السعودية: تجربة فريدة من نوعها. سياسة المرافق 31: 107-113.

مجموعة أكسفورد للأعمال. 2018. تعمل المملكة العربية السعودية على تلبية الطلب المتزايد على المياه والطاقة. متاح على https://oxfordbusinessgroup.com/overview/path-privatisation-king-dom-works-meet-rising-demand-energy-and-water (تم الاطلاع عليه في 7 يوليو 2022)

Riachi, R. 2013. مؤسسات وتنظيم الموارد الطبيعية في مجتمع مجزأ: النظرية والتطبيقات على الإدارة المستدامة للمياه في لبنان أطروحة دكتوراه، جامعة غرونوبل.

Reymond, P.; Demars, C.; Papangelou, A.; Tawfik, M.H.; Hassan, K.; Wahaab, R.A.; Moussa, M. 2014. الصرف الصحي على نطاق صغير في دلتا النيل: بيانات خط الأساس والممارسات الحالية. ESRISS: بحث مصري سويسري حول الابتكارات في مجال الصرف الصحي المستدام، Eawag.

Tawfik, M.H.; Hoogesteger, J.; Elmahdi, A.; Hellegers, P. 2021. تفريغ ترتيبات إعادة استخدام مياه الصرف الصحي من خلال إطار جديد: رؤى من تحليل مصر. المياه الدولية 46 (4): 605-625.

Tawfik, M.H.; Al-Zawaidah, H.; Hoogesteger, J.; Al-Zu'bi, M.; Hellegers, P.; Mateo-Sagasta, M.; Elmahdi, A. قريبا. المياه المتغيرة: تحديات الانتقال من المياه العذبة إلى الري بمياه الصرف الصحي المعالجة في وادي الأردن.

The Monthly 2017 مشاريع الأشغال العامة في لبنان 2007-2017 احتكار لبعض الشركات. متاح على https://www.monthlymagazine.com/article-desc_4375_ (تم الوصول إليه في 7 يوليو 2022)

UFZ (مركز هيلمهولتز للأبحاث البيئية). 2022. وزارة المياه والري. متاح على https://www.ufz.de/nice-jordan/index.php?en=43436 (تم الاطلاع في 7 يوليو/تموز 2022).

البنك الدولي 2010. الجمهورية اللبنانية. قطاع المياه: مراجعة الإنفاق العام. واشنطن العاصمة: مجموعة البنك الدولي. متاح في http://hdl.handle.net/10986/2877 (تم الاطلاع في 7 يوليو/تموز 2022).

البنك الدولي 2016. مصر - مشروع البنية التحتية المتكاملة للصرف الصحي (الإنجليزية). واشنطن، العاصمة: مجموعة البنك الدولي.

الفصل 4

تكلفة مشاريع إعادة استخدام المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وآليات استرداد التكاليف

سولومي جبريزغابر وثيوفيلوس كودوا وخافيير ماتيو ساغاستا

الرسائل الرئيسية

- تعد استعادة المياه والطاقة والمغذيات والمواد الأخرى المضمنة في مياه الصرف الصحي فرصة رئيسية في البلدان التي تعاني من ندرة المياه لتلبية الطلب على المياه حيث يمكن استخدام موارد المياه غير التقليدية للري في الزراعة وإعادة تغذية المياه الجوفية واستخدامات أخرى.
- إن فهم التصور العام حول استخدام المياه المستصلحة لأغراض مختلفة ومعالجة مخاوف المستخدمين النهائيين أمران أساسيان في تأمين الدعم العام وبالتالي في تحديد استعداد المستخدمين النهائيين لدفع ثمن المياه المستصلحة.
- تكلفة الطاقة هي التكلفة الرئيسية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي بأنظمة المعالجة الثلاثية. توليد الطاقة في الموقع من مياه الصرف الصحي لديه قدرة عالية على المساهمة في توفير تكاليف الطاقة وتوليد الإيرادات من خلال المبيعات إلى القطاعات الأخرى.
- يعتمد تسعير المياه المستصلحة على عدة عوامل ويختلف باختلاف البلدان وباختلاف محطات المعالجة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. معظم مشاريع إعادة استخدام المياه التي توفر المياه للري تفرض أسعارا أقل للمياه، ومن غير المرجح أن تحقق استردادا كاملا للتكاليف التشغيلية وهي قادرة على تغطية جزء فقط من تكاليف التشغيل.
- إن توفير المياه المستصلحة للقطاعات ذات القدرة العالية على الدفع مثل المناظر الطبيعية وملاعب الجولف يحقق معدل استرداد أعلى للتكلفة حيث أن السعر المفروض على المياه يكون أعلى بهذه القطاعات
- يمكن أن يؤدي تسخير الموارد الرئيسية في مياه الصرف الصحي مثل المغذيات والطاقة إلى زيادة احتمالية استرداد تكاليف التشغيل والصيانة بالإضافة إلى توليد الإيرادات.

4.1 مقدمة

تعد معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها طريقة قابلة للتطبيق لمعالجة مخاطر الأمن المائي في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا (انظر الفصل 1). من بين جملة أمور أخرى، توفر معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها إمدادات موثوقة للمياه عندما يكون هناك نقص إقليمي؛ تحسن النمو الاقتصادي المحلي؛ تقلل من سحب المياه العذبة من طبقات المياه الجوفية والأنهار؛ وتقلل من استخدام الأسمدة في الزراعة. يكتسب استرداد المياه والطاقة والمغذيات والمواد الأخرى المضمنة في مياه الصرف الصحي مزيدا من الاهتمام في البلدان التي تعاني من ندرة المياه كنهج لتلبية الطلب على المياه حيث يمكن استخدام موارد المياه غير التقليدية للري في الزراعة والاستخدام الصناعي وإعادة تغذية المياه الجوفية.

تتطلب معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها استثمارات كبيرة في البنية التحتية والمعدات وتنمية القدرات وتنطوي على تكاليف متكررة كبيرة في تشغيل وصيانة محطات معالجة مياه الصرف الصحي (WWTPs) وشبكات النقل والتوزيع. في حين أن الحاجة إلى إعادة استخدام المياه معترف بها بشكل عام، إلا أن الآليات اللازمة لدعم تنفيذ مشاريع إعادة استخدام المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في بعض الأحيان تكون منعدمة. من الأمثلة على العقبات التي تم تحديدها عدم وجود استثمارات فعالة من حيث التكلفة

في معالجة مياه الصرف الصحي، وفقدان آليات استرداد التكاليف من إعادة استخدام المياه بمقترحات للقيمة المختلفة، وانخفاض تسعير مياه الري، وعدم خلق حوافز مالية لإعادة استخدام المياه المأمونة وعدم فهم الجمهور للفوائد البيئية لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة الاستخدام («Otoo» و«2018 «Dreschel)

ولكن على الرغم من ذلك، فهناك عدد متزايد من الأمثلة التي تم فيها تنفيذ مشاريع معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها بنجاح لأغراض الزراعة والغابات والاستخدامات الصناعية والمناظر الطبيعية وغيرها من الأغراض المفيدة في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. يعد فهم تكاليف وفوائد إعادة استخدام المياه لمختلف القيمة المضافة أمرا مهما ويمكن أن يقدم حجة أقوى للاستثمارات في حلول إعادة استخدام المياه لاسترداد التكاليف.

يقيم هذا الفصل العديد من مشاريع معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا من خلال التركيز على مؤشراتها الاقتصادية مثل تكاليفها واسترداد تكاليفها أو آليات توليد الإيرادات والتقنيات المرتبطة بها. نستخدم هنا البيانات الأولية والثانوية التي تم جمعها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي الحالية في المنطقة بمقترحات قيمة متفاوتة لتقدير التكلفة الاستثمارية والتشغيلية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي لكل حجم من مياه الصرف الصحي المعالجة واسترداد التكاليف التشغيلية من إعادة استخدام المياه.

يركز التحليل على استرداد التكاليف التشغيلية من إعادة استخدام المياه. وفي سياق إعادة استخدام المياه، من غير المرجح أن تحقق معظم مشاريع إعادة استخدام المياه، مثل المشاريع التي توفر المياه لأغراض الري، استردادا كاملا للتكاليف، وقد لا تسترد سوى جزء من تكاليف التشغيل («Hanjira» وآخرون 2015أ). لم يتم تضمين استرداد التكاليف من رسوم المياه أو الصرف الصحي المفروضة على الأسر المعيشية ولا تكاليف التشغيل لمعالجة مياه الصرف الصحي في المزرعة في الدراسة الحالية.

4.2 اعتبارات لتقييم تكاليف إعادة استخدام المياه وفوائدها واسترداد تكاليفها

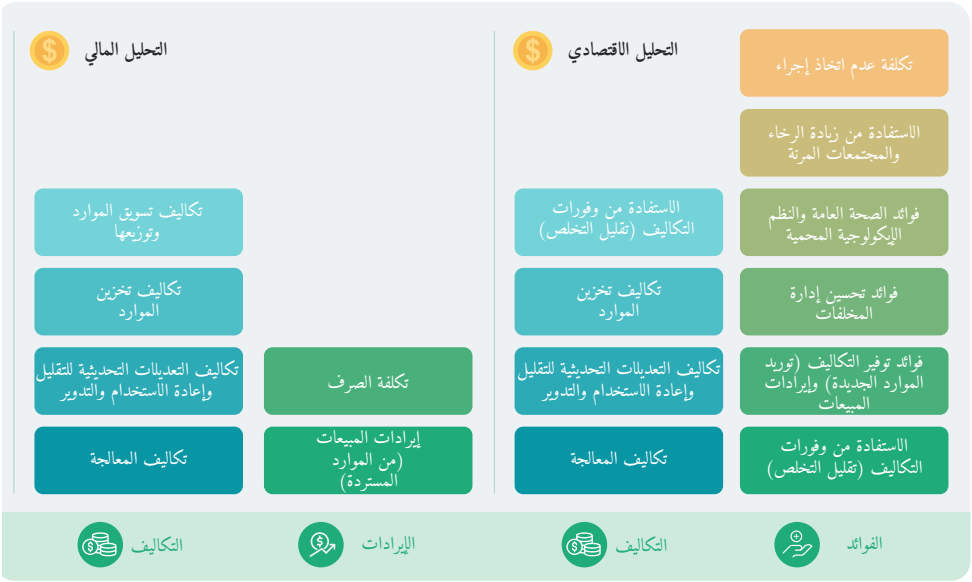
إن إمكانية تعزيز إعادة استخدام المياه أمراً ممكناً إذا ما فهم صانعو القرار التكاليف والفوائد المرتبطة بإعادة استخدام المياه في مختلف قطاعات الاقتصاد، ولا سيما في قطاع الزراعة، مع تسليط الضوء على آثارها على الصحة العامة والنظام الإيكولوجي بأكمله («Hanjira» وآخرون 2015ب). وعلى الرغم من الاستثمارات في مشاريع إعادة استخدام المياه في جميع أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، لا تزال المنطقة تهدر ملايين من الأمتار المكعبة من الموارد القيمة في مياه الصرف الصحي التي يتم تصريفها في البحر أو التخلص منها في البيئة وتبخرها دون أي استخدام مفيد مباشر أو غير مباشر لها (انظر الفصل 2).

تتطور مشاريع إعادة استخدام المياه بوتيرة بطيئة ويرجع ذلك جزئيا إلى التحليل الاقتصادي غير المكتمل لخيارات معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها، والتي يمكنها أن توفر مبررا سليما للاستثمار. بالإضافة إلى ذلك، هناك نقص في الحوافز الاقتصادية (أو إزالة الحواجز الاقتصادية) للاستثمار بمجرد أن يكون هذا الاستثمار مبررا اقتصاديا. اقتصرت الدراسات القليلة الموجودة على تحليل الجدوى المالية وسلطت الضوء على التكاليف المرتفعة والعوائد المالية المنخفضة لتطوير شبكات جمع مياه الصرف الصحي ومحطات معالجتها بتركيز أقل على مكونات إعادة استخدام المياه («Qadir» وآخرون 2010).

4.2.1 التحليل المالي مقابل التحليل الاقتصادي

يأخذ التحليل المالي في الاعتبار التكاليف والفوائد المباشرة لمشروع إعادة استخدام المياه. بينما ينظر *التحليل الاقتصادي* في جدوى المشروع من منظور مجتمعي. على عكس التحليل المالي، يأخذ التحليل الاقتصادي منظورا أوسع ويحدد القيمة الإجمالية للمشروع للمجتمع. وعلاوة على ذلك، قد لا تعني الجدوى المالية بالضرورة تعظيم الربح في حالة مشاريع إعادة استخدام المياه، ولكنها قد تكون هدفا لاسترداد التكاليف بناءً على هدف مشروع إعادة استخدام المياه، لا سيما بالنظر إلى أن مشاريع إعادة استخدام المياه تهدف إلى تحسين الظروف المعيشية أو الحد من التلوث البيئي («Otoo» وآخرون 2016). ويمكن أيضا لنتائج كل من التحليل المالي والتحليل الاقتصادي أن تستهدف مستخدمين مختلفين؛ فعلى سبيل المثال، عادة ما تستخدم نتائج التحليلات المالية في الإعلام من أجل اتخاذ قرارات العمل أو توجيه المستثمرين المحتملين. بينما تفيد نتائج التحليل الاقتصادي واضعي السياسات في تبرير التمويل العام المشترك.

بالإضافة إلى التكاليف والفوائد المباشرة التي تؤخذ في الاعتبار بالتحليل المالي، يتضمن التحليل الاقتصادي تكاليف وفوائد غير مباشرة أخرى، والتي يشار إليها أيضا باسم العوامل الخارجية الإيجابية والسلبية (الشكل 4.1). وبالتالي فإن التحليل الاقتصادي يعتمد إلى حد كبير على التحليل المالي الشامل للتكاليف والفوائد المباشرة، ولكنه يعتمد كذلك على تقييم الآثار الاجتماعية والبيئية المحتملة. يمكن أيضا تنفيذ طرق أخرى مثل تحليل فعالية التكلفة عند الاختيار فيما بين الحلول البديلة لمواجهة التحديات المرتبطة بالمياه (الإطار 4.1).



الشكل 4.1 التحليل المالي مقابل التحليل الاقتصادي لحلول إعادة استخدام المياه (مقتبس من «Otoo» وآخرين 2016).

4.2.2 محددات الرغبة في استخدام المياه المستصلحة ودفع ثمنها

تشير الدراسات إلى أن بعض المزارعين في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا على استعداد لاستخدام المياه المستصلحة؛ ومع ذلك، فليس لديهم استعداد سوى أن يدفعوا مبالغ أقل مقابل المياه المستصلحة مقارنة بالمياه العذبة («Saidan» وآخرون 2020). تشمل العوامل التي يحتمل أن تؤثر على استعداد المستخدمين لدفع ثمن المياه

المستصلحة أسعار مصادر المياه البديلة مثل المياه الصالحة للشرب والمياه السطحية وإمدادات المياه الجوفية؛ وتصورهم لندرة المصادر البديلة؛ والتكاليف الرأسمالية والتشغيلية للتحول إلى إمدادات مياه الصرف الصحي؛ ونوعية مياه الصرف الصحي وكميتها ومستويات الخدمة وموثوقية الإمداد أو المعروض منها.

يمكن أن تكون أنظمة التسعير المختلفة للمياه المستصلحة قابلة للتطبيق في مختلف بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بناء على السياق المحلي. تشمل خطط التسعير البديلة التي يمكن استخدامها كقائمة بذاتها أو مجتمعة ما يلي:

- أنظمة الرسوم حيث يقوم المستخدمون النهائيون بتمويل تركيب البنية التحتية ومن ثم تعوض رسوم الاستخدام تكلفة توريد المياه المستصلحة. اعتمدت الحكومة الأسترالية هذا النوع من آليات التسعير في عام 2003 في إطار عملية إصلاح المياه الوطنية.
- نظام رسوم التوصيل، حيث يتم تقديم مساهمة لمرة واحدة في تكلفة البنية التحتية اللازمة لتوصيل المياه المستصلحة إلى نقطة تسليم التوصيل الخاصة بالقطاع أو الصناعة المعنية. ويجوز التفاوض على هذه الرسوم بين المورد والمصنعين للاتفاق على ترتيب مالي بحيث يمكن للطرفين تغطية رسوم العمل الفعلي لتسليم المياه المستصلحة إلى نقطة التسليم كليا أو جزئيا.
- ترتيب خذ أو ادفع هو نظام رسوم ثابتة بغض النظر عن الاستخدام. على سبيل المثال، لا يهم معدل أو أوقات الاستخدام الفعلي- تكون القطاعات أو الصناعات ملزمة بالدفع مقابل نسبة معينة من حجم المياه المعاد تدويرها المتعاقد عليها ولجميع المياه التي تستهلكها الصناعات فوق المستوى المتعاقد عليه.

الإطار 4.1 تحليل فعالية التكلفة

سؤال حاسم آخر يجب مراعاته هو ما إذا كانت هناك بدائل أخرى قابلة للتطبيق لإعادة استخدام المياه لتحقيق هدف معين وما إذا كانت إعادة الاستخدام هي البديل الأرخص. على سبيل المثال، إذا كان الهدف هو معالجة ندرة المياه من خلال زيادة الموارد المائية المتاحة، فقد تكون البدائل المحتملة هي حصاد مياه الأمطار وتخزينها، ونقل المياه من أحواض أخرى أو تحلية مياه البحر، إن كانت المنطقة المستهدفة قريبة من الساحل. غالبا ما تعتمد موثوقية حصاد مياه الأمطار على المناخ المحلي مما يجعل من الصعب التنبؤ بفعالية هذه الأنظمة، في حين أن مياه الصرف الصحي هي مورد أقل اعتمادا على أنماط هطول الأمطار.

وكثيرا ما تتطلب عمليات النقل بين الأحواض استثمارات أولية عالية جدا ولها تكاليف تشغيل وصيانة ضخمة، بما في ذلك تكاليف الضخ. كما أنها تواجه تحديات بيئية وسياسية كبيرة، لا سيما في أحواض الدول المانحة، وهذا هو السبب في أنها أصبحت أقل شعبية.

يمكن أن تتنافس تحلية مياه البحر مع إعادة استخدام المياه في المناطق الساحلية إذا كانت جودة المياه المطلوبة صالحة للشرب. تميل تكاليف تحلية المياه إلى أن تكون أعلى، خاصة مع تكاليف الطاقة، وتمثل إدارة المحاليل الملحية الناتجة تحديا بيئيا كبيرا.

من ناحية أخرى، تكتسب مشاريع إعادة الاستخدام المزيد من الديناميكية لأنها توفر حلولا محلية أكثر مرونة وقوة ويمكن تكييفها مع الظروف المحلية. يجب فحص تكلفة الخيارات البديلة بعناية قبل البدء في مشروع إعادة الاستخدام. إذا كانت هناك بدائل فعالة بنفس القدر للتعامل مع ندرة المياه، ولكن إذا كانت إعادة استخدام المياه هي الحل الأقل تكلفة، يكون عندئذٍ اختيار مشروع إعادة الاستخدام مبرراً.

تجدر الإشارة إلى أن نظام التسعير هذا يضمن أن محطات معالجة مياه الصرف الصحي لديها دخل مضمون يحافظ على الاحتياجات المالية للتشغيل. ومع ذلك، يمكن أن يؤدي إلى الإفراط في استخدام المياه المستصلحة من قبل الصناعة المستهدفة وكذلك التصريفات غير السليمة للبيئة التي يحتمل أن تؤدي إلى عوامل خارجية سلبية.

بغض النظر عن آليات التسعير المعمول بها، يجب وضع بعض الاتفاقيات المتعلقة بالتوريد والاستخدام لضمان نظام فعال وكفء، مع توجيه سلوكيات العرض والاستخدام. يمكن أن تؤدي المفاوضات والاتفاقات بين موردي المياه المستصلحة والمستخدمين النهائيين المحتملين مثل القطاعات المختلفة إلى تحديد التزامات ومسؤوليات يمكن بموجبها تشغيل خطة إعادة استخدام المياه المستصلحة (Gould وآخرون 2003، «Saidan» وآخرون 2020). يحدد « Saidan وآخرون» الجوانب المهمة التي يجب أن تغطيها اتفاقيات المياه المستصلحة، بما في ذلك ما يلي:

- سعر المياه المستصلحة وكميتها وجودتها؛
- أمن إمدادات المياه المستصلحة؛
- تدابير لتحديد المخاطر وتخصيصها وإدارتها وضمان الاستخدام الآمن للمياه المستصلحة؛
- المسؤوليات والتأمين عن الأضرار المحتملة الناجمة عن العرض والاستخدام؛ و
- الامتثال لمتطلبات القانون التشريعي والقانون العام.

4.3. التكاليف والفوائد المالية وآليات استرداد التكاليف في مشاريع إعادة استخدام المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا

تشمل التكلفة الاستثمارية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي مع خيارات إعادة الاستخدام المختلفة تكلفة جمع مياه الصرف الصحي ونقلها، وتكلفة معالجة مياه الصرف الصحي ونقل المياه المستصلحة إلى المستخدمين النهائيين. تعتمد تكلفة الاستثمار لكل وحدة من مياه الصرف الصحي المعالجة، من بين عوامل أخرى، على نوع المعالجة ومستواها، وخيار إعادة الاستخدام المستهدف وقدرة محطة معالجة مياه الصرف الصحي. تقدر العديد من الدراسات تكلفة محطات معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام مجموعة متنوعة من الأساليب وأنواع التكاليف التي يتم تناولها مما يجعل إمكانية مقارنة النتائج محدودة. على سبيل المثال، تنظر بعض الدراسات في حجم مياه الصرف الصحي المعالجة، بينما ينظر البعض الآخر في جودة مياه الصرف الصحي الوافدة والمياه الخارجة (Hernández-Sancho وآخرون 2015). وبالمثل، عند تقدير تكلفة العمليات، تأخذ بعض الدراسات في الاعتبار جميع تكاليف التشغيل والصيانة، بينما تعنى بعض الدراسات الأخرى بتكاليف الطاقة المقدرة فقط. ومن أجل التمكن من إجراء مقارنات عبر المقاييس المختلفة، نحتاج إلى تحديد مؤشرات مشتركة عبر مقاييس مختلفة (Murray وآخرون 2011).

في هذا القسم، نقوم بتقدير التكلفة الاستثمارية والتشغيلية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي لكل حجم من مياه الصرف الصحي المعالجة بناء على البيانات الأولية والثانوية التي تم جمعها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي الحالية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بعروض قيمة مختلفة. نقوم بتقييم تكلفة الاستثمار والتكلفة التشغيلية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي على مستويات مختلفة عبر مختلف البلدان لتقديم نظرة ثاقبة للعلاقة بين تكاليف معالجة مياه الصرف الصحي وحجم مياه الصرف الصحي المعالجة. الغرض من إعادة استخدام المياه المستصلحة في محطات المعالجة هذه هو بشكل أساسي للزراعة والمناظر الطبيعية وملاعب الجولف.

4.3.1 إعادة استخدام المياه للزراعة والمناظر الطبيعية وملاعب الجولف

التكلفة الاستثمارية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي

يعرض الجدول 4.1 التكلفة الاستثمارية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي في مختلف بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. تستخدم جميع محطات المعالجة طريقة المعالجة الثلاثية. حيث يتم تشغيل معظم محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي تم تقييمها من قبل مرافق القطاع العام وتعتمد على الدعم المالي من الحكومة والجهات المانحة الأخرى مع وجود عدد قليل من المحطات التي لديها نماذج تمويل بالشراكة بين القطاعين العام والخاص. تختلف تكلفة الاستثمار لكل حجم من مياه الصرف الصحي المعالجة باختلاف الحالات والبلدان.

الجدول 4.1 التكلفة الاستثمارية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي بنظام المعالجة الثلاثية (دولار أمريكي/م3).

محطة معالجة مياه الصرف/ العادمة	البلد	قدرة المعالجة (م3/اليوم)	تكلفة الاستثمار (دولار أمريكي/م3)	المصدر[1]
جنوب عمان	الأردن	52,000	6.46	بيانات أولية
السمراء	الأردن	364,000	3.34	Drechsel وآخرون 2018
وادي موسى	الأردن	3,400	-	دراسة الحالة رقم 7، ومشروع الإدارة المستدامة والمتكاملة للمياه (SWIM) 2013
تالا باي	الأردن	1,000	-	دراسة الحالة رقم 6
مراكش	المغرب	143,606	3.52	دراسة الحالة رقم 1
طنجة	المغرب	42,700	1.63	دراسة الحالة رقم 2
دراركة	المغرب	2,250	2.10	Danso وآخرون 2018
نابل (SE3) و(SE4)	تونس	29,500	-	بيانات أولية
جنوب صفاقس	تونس	49,500	-	دراسة الحالة رقم 3
البركة	مصر	450,000	0.20	Kress و Targetti2014
داود جبل علي	الإمارات العربية المتحدة	1,050,000	1.61	بيانات أولية
الوثبة 2	الإمارات العربية المتحدة	300,000	2.59	دراسة الحالة رقم 8 Dawoud 2017
أريحا	فلسطين	9,600	6.66	دراسة الحالة رقم 5
حيا للمياه	عمان	100,000	-	Zekri وآخرون 2014

NOTES: [1]Case studies refer to those published in Section 3 of this book.

في الأردن، تعتبر تكلفة الاستثمار لكل حجم معالج أعلى مقارنة بمحطات المعالجة التي تم تقييمها في البلدان الأخرى بناء على معالجة مياه الصرف الصحي التي تم تقييمها. أما في المغرب، فقد كانت تكلفة الاستثمار لكل حجم معالجة أقل بالنسبة للمحطات الأصغر (محطات معالجة مياه الصرف الصحي في طنجة ودراركة) مقارنة بالمحطات الكبيرة. قد يشير هذا التفاوت إلى عدم وجود وفورات بالحجم، في حين أن المحطات ذات القدرة العالية على المعالجة في الأردن والإمارات العربية المتحدة لديها تكلفة استثمار أقل لكل وحدة من مياه الصرف الصحي المعالجة مقارنة بالمحطات ذات القدرة المنخفضة للمعالجة. قد يشير هذا إلى وجود وفورات الحجم في تكاليف الاستثمار في محطات معالجة مياه الصرف الصحي في تلك البلدان. لكن للتأكد من ذلك، علينا إيجاد قيمة عينة أكبر. وأظهرت الحالة من مصر (البركة) أقل تكلفة استثمار لكل حجم معالج، في حين أظهرت الحالة من فلسطين (أريحا) أعلى تكلفة استثمار لكل حجم معالج.

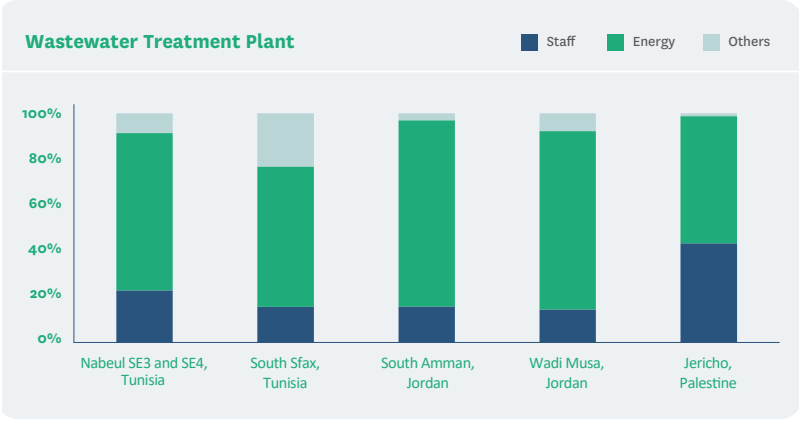
كذلك بتحليل التكاليف الاستثمارية والتشغيلية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي بأنظمة معالجة مختلفة في مصر لتقديم نظرة ثاقبة للعلاقة بين تكاليف معالجة مياه الصرف الصحي وحجم مياه الصرف الصحي المعالجة باستخدام طرق معالجة مختلفة. تشمل المعالجات التي تم بحثها أنظمة المعالجة الثانوية والثلاثية. يوضح الجدول 4.2 تكلفة الاستثمار والتشغيل لكل نوع من أنظمة المعالجة. بالنظر إلى نوع نظام المعالجة، فإن نظام الأحواض الطبيعية لديه تكلفة استثمار وتشغيل أقل لكل حجم معالج مقارنة بأنظمة المعالجة الأكثر تقدما.

الجدول 4.2 التكلفة الاستثمارية والتشغيلية لأنظمة المعالجة المختلفة في مصر.

محطة المعالجة	نظام المعالجة	قدرة المعالجة (م3/اليوم)	تكلفة الاستثمار (دولار أمريكي/م3)	التكلفة التشغيلية (دولار أمريكي/م3)	المصدر
البركة	الحمأة البيولوجية والمنشطة (المعالجة الثلاثية)	450,000	0.20	0.022	Targettig Kress 2014
سيرابيوم	النظام الطبيعي (بركة الطحالب – المعالجة الأولية)	91,250	0.06	0.001	مشروع الإدارة المستدامة والمتكاملة للمياه 2013
الجبل الأصفر	النظام الثانوي	450,000	0.30	0.019	«Drechsel» و«Hanjira» 2018

تكاليف تشغيل محطات معالجة مياه الصرف الصحي

تشتمل معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها على مكونات مختلفة للتكلفة التشغيلية، والتي تشمل الموظفين والطاقة والتكاليف الأخرى مثل المواد الكيميائية وتكاليف الصيانة. يستند الجدول 4.3 والشكل 4.2 إلى البيانات الأولية التي تم جمعها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي ويظهران تكلفة التشغيل لكل فئة تكلفة وأهميتها في خمس محطات في تونس والأردن وفلسطين. تتعلق هذه التكاليف بتكاليف العلاج المباشرة في الشكل 4.1 (أعلاه).



الشكل 4.2 حصة مكونات التكلفة في إجمالي التكلفة التشغيلية.

الجدول 4.3 التكلفة التشغيلية لكل وحدة من مياه الصرف الصحي المعالجة بأنظمة المعالجة الثلاثية (دولار أمريكي/ م3).

بند التكلفة	نابل (SE3) و(SE4) بتونس	جنوب صفاقس تونس	جنوب عمان الأردن	وادي موسى، الأردن	أريحا، فلسطين
طاقم العمل	0.02	0.01	0.05	0.06	0.03
الطاقة	0.06	0.02	0.26	0.35	0.04
أخرى	0.01	0.01	0.01	0.03	0.00
إجمالي	0.09	0.03	0.32	0.45	0.08

تبرز تكلفة الطاقة كتكلفة رئيسية لجميع المحطات حيث تمثل أكثر من 50٪ من التكلفة الإجمالية للمحطات في تونس وفلسطين و75٪ من التكلفة الإجمالية للمحطات في الأردن. وذلك لأن المحطات تستخدم أنظمة معالجة متقدمة (معالجة ثلاثية) مع استخدام عالي للطاقة. ويلي ذلك تكاليف الموظفين التي تمثل 15٪ من التكاليف التشغيلية في الأردن وتونس. ومع ذلك، فإن تكلفة الموظفين في فلسطين تمثل 45٪ من التكلفة الإجمالية. تختلف تكلفة الطاقة لكل حجم من مياه الصرف الصحي المعالجة بين البلدان. تتميز المحطات في تونس وفلسطين بتكلفة طاقة أقل (0.02-0.06 دولار أمريكي/م3)، بينما تبلغ تكلفة الطاقة لكل حجم معالج في الأردن 0.26-0.35 دولار أمريكي/م3.

معدلات استرداد التكاليف وآليات محطات معالجة مياه الصرف الصحي

تعتمد غالبية محطات معالجة مياه الصرف الصحي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا على الإعانات ورسوم المياه المفروضة على الأسر كمصدر رئيسي للإيرادات لاسترداد التكاليف. ومع ذلك، ففي بعض الحالات، هناك توليد إيرادات إضافية من خلال بيع المياه المستصلحة لخلق قيمة مختلفة. يكون هذا أكثر تواترا عند استخدام المياه المستصلحة من قبل القطاعات المتنامية ذات القدرة العالية على الدفع مثل ملاعب الجولف أو الفنادق أو الصناعات. المزارعون لديهم قدرة أقل على الدفع. ومساهمتهم في استرداد تكاليف محطات معالجة مياه الصرف الصحي من خلال مدفوعات المياه المستصلحة هامشية. يتم دعم مياه الري في معظم الحالات وليس لدى المزارعين استعداد كبير لدفع المزيد مقابل المياه المستصلحة.

يختلف سعر المياه المستصلحة للري في جميع أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا اعتمادا على السياق المحلي والاستخدام النهائي. تشمل العوامل التي يحتمل أن تؤثر على استعداد المستخدمين لدفع ثمن المياه المستصلحة أسعار مصادر المياه البديلة، أي إمدادات المياه الصالحة للشرب والمياه السطحية والمياه الجوفية بالإضافة إلى التصور والقدرة على دفع ثمن المياه المستصلحة. الصناعات وملاعب الجولف أو المناظر الطبيعية، على سبيل المثال، لديها قدرة أعلى على الدفع مقارنة بالمزارعين.

يبين الجدول 4.4 حجم المياه المستصلحة المباعة، وسعر كل حجم من المياه المستصلحة، واسترداد التكاليف التشغيلية من استخدام المياه المستصلحة لمختلف الاستخدامات النهائية. معدل استرداد التكاليف التشغيلية هو نسبة إجمالي الإيرادات من مبيعات المياه المستصلحة إلى إجمالي تكاليف التشغيل وهو مؤشر رئيسي للأداء المالي.

في تونس والإمارات العربية المتحدة، يتم تزويد المزارعين بالمياه المستصلحة مجانا لتعزيز استخدام المياه المستصلحة، بينما يتم استخدام آليات تسعير مختلفة في بلدان أخرى. بناء على الاستخدام النهائي، أظهر سعر المياه المستصلحة في الأردن تباينا كبيرا بين محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي تم تقييمها مع ارتفاع الأسعار المفروضة على الفنادق والمناظر الطبيعية (0.015 دولار امريكي - 1.05/م3). تراوحت التكاليف التشغيلية المستردة من استخدام المياه المستصلحة من 31٪ كحد أقصى إلى 3٪ كحد أدنى. أظهرت محطة السمرا لمعالجة مياه الصرف الصحي أعلى استرداد للتكلفة من بيع المياه المستصلحة للري بسعر 0.015 دولار أمريكي/م3 و13 ميجاوات من إنتاج الطاقة، مما أدى إلى توفير تكلفة الطاقة لمحطة المعالجة.

أظهرت محطات معالجة مياه الصرف الصحي في المغرب أعلى استرداد للتكاليف من استخدام المياه المستصلحة لملاعب الجولف والمناظر الطبيعية. وفي فلسطين وعمان، تبلغ تكلفة استرداد المياه من إعادة استخدام الري 30٪. في تونس والإمارات العربية المتحدة، لا يفرض على المزارعين أي رسوم، وبالتالي لا يتم استرداد أي تكاليف من استخدام المياه المستصلحة. يؤدي استخدام المياه المستصلحة إلى توفير المياه العذبة، والتي لها قيمة اقتصادية عالية ولكن لم يتم تغطيتها في تحليلنا. علاوة على ذلك، في وقت التقييم، توفر محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة الثانية في الإمارات العربية المتحدة المياه للري دون أي تكلفة

الجدول 4.4 سعر وحجم المياه المستصلحة واسترداد التكاليف التشغيلية من مبيعات المياه.

بند التكلفة	البلد	حجم المياه المستصلحة المباعة (مليون م3/سنة)	سعر المياه المستصلحة (دولار أمريكي/م3)	استرداد التكاليف التشغيلية من خلال مبيعات المياه (٪)	مستخدم المياه
جنوب عمان	الأردن	1.67	0.035	%3	الري
السمراء	الأردن	133	0.015	%31	الري واستعادة الطاقة
وادي موسى	الأردن	0.54	0.2	%23	الري
تالا باي	الأردن	0.06	1.05	%21	الفنادق لتنسيق الحدائق
مراكش	المغرب	16.80	0.69	%200	ملاعب الجولف والمناظر الطبيعية
طنجة	المغرب	0.78	0.27	%218	ملاعب الجولف والمناظر الطبيعية
الدراركة	المغرب		0.05	-	الري
نابل (SE3) و(SE4)	تونس		0	-	الري (مجانا)
جنوب صفاقس	تونس		0	-	الري (مجانا)
داود جبل علي	الإمارات العربية المتحدة		0	-	الري (مدعوم بالكامل من الحكومة)
الوثبة	الإمارات العربية المتحدة		0.46	-	الري (مدعوم بالكامل حاليا ولكن الخطط المستقبلية لفرض تعريفات لإعادة استخدام المياه)
أريحا	فلسطين	0.50	0.16	%30	الري
حيا للمياه	عمان		0.50	%30	المناظر الطبيعية

NOTES: [a] Drechsel et al. 2018, [b]Danso et al. 2018, [c]Dawoud, 2017, [d]Zekri et al. 2014.

للمزارعين، ولكن في المستقبل، تخطط المحطة لفرض رسوم قدرها 0.46 دولار أمريكي/م3 ويقدر أن هذا يسترد حوالي ٪32 من تكاليف التشغيل.

تعتبر بعض البلدان مثل تونس والأردن إعادة استخدام المياه المستصلحة ذات أهمية للتخطيط الاستراتيجي وإدارة قطاع المياه والصرف الصحي من المنظور السياسي. على سبيل المثال، أطلقت تونس برنامجا وطنيا لإعادة استخدام المياه لزيادة الموارد المائية الصالحة للاستخدام في البلاد في أوائل ثمانينيات القرن العشرين («Qadir» وآخرون 2010). استلزم هذا البرنامج معالجة مياه الصرف الصحي البلدية باستخدام المعالجة البيولوجية الثانوية، وعادة ما تكون الحمأة النشطة بالإضافة إلى بعض المعالجة الثلاثية. تستخدم المياه المستصلحة في تونس في الغالب للري الزراعي وكذلك لري المناظر الطبيعية في ملاعب الجولف. يعتبر الأردن رائدا بين دول الشرق الأوسط وشمال إفريقيا من خلال إطار سياسته المتطور بشأن استخدام المياه المستصلحة. الركائز الرئيسية الثلاث لسياسة مياه الصرف الصحي في الأردن لعام 1998 هي:

- تعتبر المياه المستصلحة جزءا من ميزانية المياه في البلاد؛
- يتم التخطيط لإعادة استخدام المياه على نطاق الحوض؛ و
- تفرض رسوم معالجة المياه المستعملة على مستخدمي المياه («Qadir» وآخرون 2010).

4.3.2 إعادة استخدام المياه لمياه الشرب أو تغذية طبقة المياه الجوفية

تعمل بعض بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا على استخدام المياه المستصلحة لاستخدامات إضافية تتجاوز الري في الزراعة والحراجة الزراعية والمناظر الطبيعية. فقد بذلت بعض البلدان جهودا لتسخير إمكانات المياه المستصلحة لاستخدامها في قطاعات أخرى مثل الاستخدام المنزلي و/ أو تغذية طبقة المياه الجوفية («Qadir» وآخرون 2010). تؤدي إعادة استخدام المياه إلى زيادة إمدادات المياه وتقوم العديد من البلدان في المنطقة بتوسيع إمدادات المياه من خلال الاستثمارات في إعادة تغذية طبقات المياه الجوفية عن طريق إعادة استخدام المياه المستصلحة (Zekri وآخرون 2014).

بدأت الحكومة التونسية بعض التحقيقات من خلال مشاريع تجريبية للكشف عن إمكانات المياه المستصلحة لإعادة تغذية المياه الجوفية وري الغابات وتنمية الأراضي الرطبة. وقد أظهرت التجربة أن مشاريع إعادة الاستخدام الناجحة ينبغي أن يسبقها نشر كبير للمعلومات يهدف إلى معالجة الشواغل المتعلقة بالروابط المجتمعية للمشروع وضمان المشاركة النشطة.

في عمان، رفض المستخدمون من الأسر المعيشية إمكانية تغذية مياه الصرف الصحي المعالجة بسبب المخاطر الصحية المتصورة (Zekri وآخرون 2014). وبالمثل، في مشهد، ثاني أكبر مدينة في إيران، تم حقن مياه الصرف الصحي غير المعالجة في طبقة المياه الجوفية دون معالجة مناسبة مما أدى إلى تلوث المياه الجوفية والأنهار وروافدها بالملوثات (Alaei 2011). ولمعالجة ذلك، قامت الحكومة الإيرانية ببناء اثنين من محطات معالجة مياه الصرف الصحي لإنتاج حجم سنوي من مياه الصرف الصحي المعالجة يبلغ 253 مليون م3 لإعادة تغذية المياه الجوفية أيضا. أما بالنسبة للاستخدام في الزراعة والمساحات الخضراء («Qadir» وآخرون 2015; «Alaei» 2011).

الفرق بين سعر المياه وسعر المياه المستصلحة هو المفتاح في استعداد الصناعات لقبول المياه المستصلحة كبدائل. يبلغ متوسط تكلفة المياه المستصلحة من خلال طريقة المعالجة الثلاثية في الأردن 0.55 دينار أردني، بينما تبلغ تكلفة المياه العذبة 1.00 دينار اردني/م3 مما يشير إلى أن المياه المستصلحة لها ميزة تنافسية من حيث السعر على المياه العذبة (Saidan وآخرون 2020). وفي الحالات التي يتعين فيها نقل المياه المستصلحة عبر الأنابيب على مسافة طويلة لتزويد المستخدمين النهائيين، ستكون تكلفة المياه المستصلحة مرتفعة (2.00 دينار أردني/م3) وستؤثر بلا شك على استعداد المستخدمين النهائيين لدفع ثمن المياه المستصلحة.

في مثل هذه الحالات، ولتشجيع استخدام المياه المستصلحة، قد تكون الإعانات في شكل تكلفة مخفضة للمياه بالاقتران مع تخصيص الأموال لتغطية التكاليف الرأسمالية مفيدة عندما تكون هناك حاجة إلى المعالجة في الموقع (Saidan وآخرون 2020). إن فهم التصور العام حول استخدام المياه المستصلحة لأغراض مختلفة ومعالجة مخاوف المستخدمين النهائيين سيكون مفيدا في تأمين الدعم العام. علاوة على ذلك، تعد الأطر القانونية والسياسات والمؤسسات الداعمة أساسية في تعزيز الاستخدام المخطط للمياه المستصلحة لتغذية طبقة المياه الجوفية («Qadir» وآخرون 2015).

يمكن أن تكون تغذية طبقة المياه الجوفية أ) غير مقصودة، حيث تحدث التغذية من خلال التسرب العميق تحت مناطق الري، والتسربات من أنابيب المياه والمجاري، ب) غير مُدارة، مثل آبار تصريف مياه الأمطار دون نية لإعادة الاستخدام أو ج) مُدارة، حيث تحدث التغذية من خلال حقن مياه الأمطار والمياه المستصلحة في الآبار وكذلك أحواض الترشيح بقصد إعادة استخدامها لاحقا في المناطق الحضرية، الاستخدامات الزراعية والبيئية والصناعية («Dillon» 2009).

يبين الجدول 4.5 تكلفة تغذية طبقة المياه الجوفية من خلال آبار الحقن لمختلف التكنولوجيات. تتم معالجة مياه الصرف الصحي المعاد شحنها من خلال طريقة المعالجة الثانوية، أو التناضح العكسي للمياه المالحة (BWRO) أو التناضح العكسي لمياه البحر المحلاة (SWRO). وتراوح حجم إعادة الشحن بين 0.27 مليون و1.95 مليون متر مكعب

سنويا في دولة الإمارات العربية المتحدة، في حين أن الأحجام في عمان وقبرص أعلى. تباينت التكاليف على نطاق واسع بين البلدان حيث أبلغت عمان عن أقل تكلفة لإعادة الشحن بلغت 0.10 دولار أمريكي/ متر مكعب، بينما تبلغ تكلفة إعادة الشحن في قبرص 1.53 دولار أمريكي / متر مكعب من مياه الصرف الصحي المعالجة باستخدام طريقة معالجة ثانوية. في الإمارات العربية المتحدة، تراوحت تكاليف إعادة الشحن بين 0.37 دولار أمريكي/ متر مكعب و0.59 دولار أمريكي/ متر مكعب للتكنولوجيات المختلفة. ونشأت الاختلافات في التكاليف، من بين جملة أمور أخرى، من حجم المشروع ونوع المعالجة المطبقة قبل إعادة التغذية (Almulla وآخرون 2003، «Aydarous» 2006)..

الجدول 4.5 تكلفة إعادة تغذية طبقة المياه الجوفية المدارة لمختلف التكنولوجيات..

التقنية	البلد	السعة (مليون م3/سنة)	التكلفة لكل وحدة من مياه (دولار أمريكي/م3)
الترشيح الفائق		0.27	0.49
التبلور والترشيح الفائق مع المعالجة المسبقة عن طريق تحلية مياه البحر (SWRO)	الإمارات العربية المتحدة	0.84	0.59
التبلور والترشيح الفائق (UF) مع استعادة المحلول الملحي عن طريق التناضح العكسي للمياه المالحة (BWRO)	الإمارات العربية المتحدة	1.95	0.46
استعادة المحلول الملحي عن طريق التناضح العكسي للمياه المالحة « BWRO »- تحلية مياه البحر « SWRO»	الإمارات العربية المتحدة	1.11	0.37
مياه صرف صحي معالجة معالجة ثانوية	عمان	5.48	0.10
مياه صرف صحي معالجة معالجة ثانوية	قبرص	15.33	1.53

SOURCES: Zekri et al. 2014; Allmula et al. 2003; Aydarous 2006; Koussis et al. 2010

4.3.3. خلق القيمة للاستخدام في الموقع

يعد الصرف الصحي على نطاق صغير حلا واعدا لأنه يسمح بتخفيض تكاليف التشغيل والإيجار الرئيسي بالإضافة إلى إعادة استخدام المياه المستصلحة مثل المغذيات والطاقة إلى مصدر التوليد. يتم تنفيذ أنظمة الصرف الصحي على نطاق صغير على نطاق واسع في مصر، وخاصة في المنتجعات السياحية لأن الظروف التمكينية موجودة بالفعل (Reymond وآخرون 2018). ومع ذلك، فإن المجتمع المدني مثل أصحاب المباني والمجتمعات شبه الحضرية أو الريفية عادة ما يكون مهتما ببناء شبكات الصرف الصحي ومستعدا لتمويله بدلا من النظر في مرافق المعالجة.

تنتج محطة السمرا لمعالجة مياه الصرف الصحي الطاقة للاستخدام في الموقع. لديها استرداد محتمل للطاقة بنسبة 95٪ من احتياجاتها من خلال إنتاج الطاقة المائية والغاز الحيوي مع أخذ 5٪ فقط من احتياجاتها من الطاقة من الشبكة الوطنية (Saidan وآخرون 2020). علاوة على ذلك، يتم توفير حوالي 300000 طن من ثاني أكسيد الكربون كل عام من خلال استعادة الطاقة واستخدام الطاقة المتجددة. أظهرت البيانات في الأردن أن هضم الحمأة اللاهوائية في محطة معالجة مياه الصرف الصحي الصغيرة والمتوسطة الحجم (<10×10 4 م3 / يوم) يمكن أن ينتج كهرباء تعادل تعويضا يبلغ حوالي 0.11- 0.53 كيلو واط ساعة/م3 («Saidan» وآخرون 2020، 2019 و«Smith» وآخرونى 2018، و«McCarty» وآخرون 2011). علاوة على ذلك، يمكن زيادة الطاقة الناتجة عن هضم الحمأة اللاهوائية عن طريق الهضم المشترك لمخلفات المطبخ والمخلفات العضوية الأخرى. ومع ذلك، ففي الأردن، يتم إجراء الهضم المشترك فقط على نطاق مختبري (Saidan وآخرون 2020).

قيمت دراسات أخرى إمكانات إنتاج الغاز الحيوي من الهضم المشترك لمخلفات الطعام وحمأة مياه الصرف الصحي في مخيمات اللاجئين. يمكن أن يؤدي الهضم المشترك للمخلفات العضوية وحمأة مياه الصرف الصحي إلى توليد 38 نيوتن متر3/ يوم من الميثان- والذي من الناحية النظرية لديه القدرة على توليد حوالي 4 ميجاوات في مخيمات اللاجئين النائية (Al-Addous وآخرون 2019). في دراسة أخرى، يقوم Saidan وآخرون (2018) بتقييم المعالجة في الموقع لمياه الصرف الصحي في المباني المؤسسية. أخذوا عينات على أساس أسبوعي لتحديد قيم المحددات مثل الطلب على الأكسجين البيولجي (BOD) والطلب على الأكسجين الكيميائي (COD) وإجمالي المواد الصلبة العالقة (TSS) والأس الهيدروجيني pH والإيكولاي، أثناء التحقيق في جودة المخلفات السائلة لعمليات معالجة مياه الصرف الصحي في الموقع بمقدار 1م3 يوميا. وأفادوا أنه تم تعديل العملية بتركيب وحدة الأشعة فوق البنفسجية في الخط لضمان أعلى تطهير لمياه الصرف الصحي المعالجة المناسبة لإعادة الاستخدام خاصة في الري. وبناء على ذلك ووفقا للمعايير الأردنية لجودة مياه الصرف الصحي المعالجة، تم اقتراح أربعة تصنيفات للمحطات وأوصى اثنان من هذه التصنيفات للري بمياه الصرف الصحي المعالجة (Saidan وآخرون 2018). وفي هذا الصدد، يوصى باستخدام عمليات المعالجة الموقعية هذه في مخيمات اللاجئين حيث لا توجد محطات مركزية لمعالجة المياه المستعملة.

4.4. الملخص

من المهم إجراء تقييمات لتكاليف وفوائد إعادة استخدام المياه لأغراض الزراعة أو تنسيق الحدائق أو تغذية طبقة المياه الجوفية أو استعادة الطاقة. يمكن لتلك التقييمات أن تعمل على تقديم حجة أقوى للاستثمار في حلول إعادة استخدام المياه لاسترداد التكاليف والاستدامة الشاملة. إن إمكانية تعزيز استخدام المياه المستصلحة ممكنة عندما يفهم صانعو القرار تكاليف ودور إعادة استخدام المياه في استرداد التكاليف الرأسمالية والتشغيلية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي.

في هذا الفصل، قمنا بتقييم مشاريع معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها ذات القيمة المتفاوتة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. ركزنا على تكاليفها واسترداد التكاليف أو آليات توليد الإيرادات عبر مختلف البلدان لتقديم نظرة ثاقبة للعلاقة بين تكاليف معالجة مياه الصرف الصحي وحجم مياه الصرف الصحي المعالجة بالإضافة إلى الفرص في استرداد التكاليف التشغيلية من إعادة استخدام المياه. يتم تشغيل معظم محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي تم تقييمها في هذه الدراسة من قبل مرافق القطاع العام وتعتمد على الدعم المالي من الحكومة والجهات المانحة الأخرى.

تعتمد التكلفة الاستثمارية لكل وحدة من مياه الصرف الصحي المعالجة، من بين عوامل أخرى، على نوع ومستوى المعالجة، وخيار إعادة الاستخدام المستهدف بالإضافة إلى قدرة معالجة محطة معالجة مياه الصرف الصحي. تشكل تكلفة الطاقة التكلفة التشغيلية الرئيسية، حيث تمثل أكثر من 60٪ من التكلفة الإجمالية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي بأنظمة المعالجة الثلاثية، مما يشير إلى أن الطاقة هي مدخل حاسم لتشغيل محطات معالجة مياه الصرف الصحي بأنظمة معالجة متقدمة.

يمكن اعتبار القدرة على تقليل تكلفة الطاقة وتحقيق وفورات في التكاليف من خلال توليد الطاقة للاستخدام في الموقع (كما في حالة محطات السمراء لمعالجة مياه الصرف) أو توليد الإيرادات من خلال مبيعات الطاقة للمستخدمين النهائيين الخارجيين آليات لتوفير تكلفة الطاقة لمحطة معالجة المياه العادمة. يمكن أن يحقق استرداد الطاقة ما يصل إلى 85٪ من الاكتفاء الذاتي من الطاقة بالإضافة إلى توفير تكاليف الطاقة (Hanjira وآخرون 2015أ).

إن استخدام المياه المستصلحة لديه القدرة على استرداد جزء من التكاليف التشغيلية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي. قامت غالبية المحطات بتقييم إمدادات المياه المستصلحة للزراعة مع عدد قليل من النباتات التي توفر المياه المستصلحة لتنسيق الحدائق وملاعب الجولف. يعتمد تسعير المياه المستصلحة على عدة عوامل ويختلف باختلاف البلدان ومحطات المعالجة في المنطقة. ومن أبرز هذه العوامل المستخدمين النهائيين المستهدفين،

وأسعار مصادر المياه البديلة، والتصور والاستعداد لدفع ثمن المياه المستصلحة، وتركيز السياسة الاستراتيجية للبلد.

معظم مشاريع إعادة استخدام المياه التي توفر المياه للري تفرض أسعارا أقل للمياه. ومن غير المرجح أن تحقق استردادا كاملا للتكاليف التشغيلية ولا تستطيع تغطية سوى جزء من التكاليف التشغيلية. من ناحية أخرى، يتم فرض أسعار أعلى على القطاعات ذات القدرة الأكبر على الدفع مثل ملاعب الجولف أو الفنادق أو الصناعات. على سبيل المثال، في الأردن، يختلف سعر المياه المستصلحة بين المحطات اعتمادا على المستخدمين النهائيين مع أسعار أقل يفرضها المزارعون مقارنة بالفنادق. حققت محطات معالجة مياه الصرف الصحي في المغرب إيرادات من مبيعات المياه المستصلحة لملاعب الغولف والمناظر الطبيعية. وتمثل الحالات في تونس والإمارات العربية المتحدة محور تركيز سياسة الشريحة حيث يتم تزويد المزارعين بالمياه المستصلحة مجانا.

إن تسخير الموارد الرئيسية في مياه الصرف الصحي مثل المغذيات والطاقة، بالإضافة إلى توفير المياه للري، يمكن أن يزيد من احتمالية استرداد تكاليف التشغيل والصيانة وكذلك التكاليف الرأسمالية إذا كانت هذه الموارد تباع للمستخدمين النهائيين الآخرين. وعلاوة على ذلك، ينبغي تقييم مشاريع إعادة استخدام المياه من حيث تكاليفها الاقتصادية الإجمالية وفوائدها للمجتمع وليس فقط الآثار المالية.

ركزت هذه الدراسة على الجوانب المالية لمشاريع إعادة استخدام المياه. ومع ذلك، يجب النظر في الفوائد الاقتصادية والتكاليف المرتبطة بمشاريع إعادة استخدام المياه. يعد تقييم الجدوى الاقتصادية لمشاريع إعادة استخدام المياه أداة مهمة لصنع القرار لضمان أن تؤدي المشاريع إلى الفوائد الاجتماعية والاقتصادية المرجوة للمجتمع وبالتالي تبرير تطويرها وتعزيزها.

المراجع

Al-Addous, M.; Saidan, M.N.; Bdour, M.; Alnaief, M. 2019 تقييم إنتاج الغاز الحيوي من الهضم المشترك لمخلفات الطعام البلدية وحمأة مياه الصرف الصحي في مخيمات اللاجئين باستخدام نظام اختبار آلي لإمكانات الميثان. الطاقات 12 (1): 32.

Almulla, A.; Eid, M.; Côté, P.; Coburn, J. 2003. التطورات في محطات تحلية المياه المالحة عالية الاسترداد كجزء من حل مشاكل كمية المياه. تحلية المياه https://doi. org/10.1016/S0011.9164(02)01142.6

Alaei, M. 2011. إعادة تدوير المياه في سهل مشهد (إدارة المخلفات السائلة: الفرص والتهديدات). في: وقائع المؤتمر الدولي الحادي والعشرين للجنة الدولية للري والصرف، 15-23 أكتوبر 2011، طهران، إيران. رقم الورقة R.56.3.08. متوفر في http://www.irncid.org/english/ArticlesDet. aspx?ID=115&CatId=17

Aydarous, A. 2006. التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية: خبرة شركة صلالة لخدمات الصرف الصحي. ورقة قدمت في مؤتمر التغذية الاصطناعية ومعالجة المياه من أجل التنمية المستدامة لطبقة المياه الجوفية، 12-13 ديسمبر 2006، مسقط.

Danso, G.K.; Hanjra, M.A.; Drechsel, P. 2018. معالجة مياه الصرف الصحي في الضواحي المصممة لإعادة الاستخدام والتكرار (المغرب). في: Otoo, M.؛ Drechsel, P (محرران). استعادة الموارد من المخلفات: نماذج الأعمال لإعادة استخدام الطاقة والمغذيات والمياه في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. نيويورك: روتليدج.

Danso, G.K.; Hanjra, M.A.; Drechsel, P. 2018. معالجة مياه الصرف الصحي في الضواحي المصممة لإعادة الاستخدام والتكرار (المغرب). في: Otoo, M.؛ Drechsel, P (محرران). استعادة الموارد من المخلفات: نماذج الأعمال لإعادة استخدام الطاقة والمغذيات والمياه في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. نيويورك: روتليدج.

Dillon, P. 2009. إعادة تدوير المياه عن طريق إعادة تغذية طبقة المياه الجوفية المدارة في أستراليا Boletín Geológico y Minero 120: 121–130.

Drechsel, P.; Hanjira, M.A. 2018. مياه الصرف الصحي لإنتاج الفاكهة والخشب (مصر). في: Otoo, M.؛ Drechsel, P.؛ Hutton, G (المحررون). استعادة الموارد من المخلفات : نماذج الأعمال لإعادة استخدام الطاقة والمغذيات والمياه في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. نيويورك: روتليدج.

Gould, J.; Lee, P.; Ryl, J.; Mulligan, B. 2003. مخطط شوالهافن لإدارة المياه المستصلحة: يوفر التخطيط الذكي فوائد بيئية أكبر. علوم وتكنولوجيا المياه: إمدادات المياه 3 (3): 35-41.

Hanjira, M.A.; Drechsel, P.; Mateo-Sagasta, J.; Otoo, M.; Hernandez-Sancho, F. 2015 أ. تقييم تمويل واقتصاديات حلول استعادة الموارد وإعادة استخدامها عبر المقاييس. في: Drechsel, P، Qadir, M.؛ Wichelns, D. (محررون) مياه الصرف الصحي: الأصول الاقتصادية في عالم التحضر Springer الصفحات 113- 136.

Hanjira, M.A.; Drechsel, P.; Wichelns, D.; Qadir, M. 2015ب تحويل مياه الصرف الصحي في المناطق الحضرية إلى أصل اقتصادي: الفرص والتحديات. في: Drechsel, P.، Qadir, M.؛ Qadir, M. (محررون) مياه الصرف الصحي: الأصول الاقتصادية في عالم التحضر. Springer صفحات 271–278.

Hernández-Sancho, F.; Lamizana-Diallo, B.; Mateo-Sagasta, J.; Qadir, M. 2015. التقييم الاقتصادي لمياه الصرف الصحي تكلفة العمل وتكلفة عدم اتخاذ إجراء. برنامج الأمم المتحدة للبيئة.

Koussis, A. D.; Georgopoulou, E.; Kotronarou, A.; Mazi, K.; Restrepo, P.; Destouni, G.; Zacharias, I. 2010. إدارة فعالة من حيث التكلفة لطبقات المياه الجوفية الساحلية عن طريق إعادة التغذية بمياه الصرف الصحي المعالجة وتحلية المياه الجوفية قليلة الملوحة: تطبيق على حوض أكروتيري وطبقة المياه الجوفية، قبرص. مجلة العلوم الهيدرولوجية 55: 1234-1245.

Kress, A.; Targetti, S. 2014. استرداد تكاليف استخدام مياه الصرف الصحي في أنظمة الغابات والحراجة الزراعية. دراسات حالة من مصر وتونس والجزائر. تقرير نهائي غير منشور أعد لمنظمة الأغذية والزراعة.

McCarty, P.L.; Bae, J.; Kim, J. 2011. معالجة مياه الصرف الصحي المنزلية كمنتج صاف للطاقة - هل يمكن تحقيق ذلك؟ العلوم والتكنولوجيا البيئية 45: 7100–7106.

Murray, A.; Cofie, O.; Drechsel, P. 2011. مؤشرات الكفاءة لنماذج الأعمال القائمة على المخلفات: تعزيز مشاركة القطاع الخاص في إدارة مياه الصرف الصحي والحمأة البرازية. المياه الدولية، 36 (4): 505-521.

Otoo, M.; Drechsel, P.; Danso, G.; Gebrezgabher, S.; Rao, K.; Madurangi, G. 2016. اختبار إمكانات استعادة الموارد وإعادة استخدام نماذج الأعمال: من المسوحات الأساسية إلى دراسات الجدوى وخطط العمل. كولومبو، سريلانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI). برنامج بحوث الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية بشأن المياه والأراضي والنظم الإيكولوجية (WLE). 59 ص. (سلسلة استعادة الموارد وإعادة استخدامها 10). معرّف الأغراض الرقمي: 2016.206/10.5337

Otoo, M.; Drechsel, P. 2018. استعادة الموارد من المخلفات: نماذج الأعمال لإعادة استخدام الطاقة والمغذيات والمياه في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. نيويورك: روتليدج.

Qadir, M.; Bahri, A.; Sato, T.; Al-Karadsheh, E. 2010. إنتاج مياه الصرف الصحي ومعالجتها والري في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. أنظمة الري والصرف24(1): 37–51.

Qadir, M.; Boelee, E.; Amerasighe, P.; Danso, J. 2015. تكاليف وفوائد استخدام مياه الصرف الصحي لإعادة تغذية طبقة المياه الجوفية. في Drechsel, P., Qadir, M.; Wichelns, D. (محررون) مياه الصرف الصحي: الأصول الاقتصادية في عالم حضري Springer صفحات 153–167.

Reymond, P.; Wahaab, R.A.; Moussa, M.S.; Lüthi, C. 2018. توسيع نطاق أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي صغيرة النطاق في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل: تحليل للتحديات وسبل المضي قدما من خلال حالة مصر. سياسة المرافق 52: 13-21.

Saidan, M.N.; Al-Addous, M.; Al-Weshah, R.A.; Obada, I.; Alkasrawi, M.; Barbana, N. 2020. استصلاح مياه الصرف الصحي في الصناعات الأردنية الرئيسية: عنصر قابل للتطبيق في الاقتصاد الدائري. المياه 12(5): 1276.

Saidan, M.; Khasawneh, H.J.; Aboelnga, H.; Meric, S.; Kalavrouziotis, I.; Hayek, B.O.; Porro, J.C. 2019. تقييم خط الأساس لانبعاثات الكربون في مرافق المياه في الأردن باستخدام أداة ECAM. مجلة إمدادات المياه: البحوث والتكنولوجيا - أكوا 68 (6): 460-473.

Saidan, M.; Al-Yazjeen, H.; Abdalla, A.I.; Khasawneh, H.J.; Al-Naimat, H.; Al Alami, N.; Adawy, M.; Jaber, M.S.; Sowan, N. 2018. تقييم عملية المعالجة في الموقع لمياه الصرف الصحي في المبنى المؤسسي. 6(4): 26. https://doi.org/10.3390/pr6040026

Smith, K.; Liu, S.; Hu, H.Y.; Dong, X.; Wen, X. 2018. استعادة المياه والطاقة: مستقبل مياه الصرف الصحي في الصين. علم البيئة الكلية 637: 1466–1470.

الإدارة المستدامة والمتكاملة للمياه (SWIM) 2013 توثيق أفضل الممارسات في إعادة استخدام مياه الصرف

الصحي في مصر وإسرائيل والأردن والمغرب. متوفر على http://www.swim-sm.eu/files/Best_ Prac-tices_in_WW_Reuse.pdf

Zekri, S.; Ahmed, M.; Chaib, R.; Ghaffour, N. 2014. إعادة تغذية طبقة المياه الجوفية المدارة باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة الرباعية: منظور اقتصادي. المجلة الدولية لتنمية الموارد المائية 30(2): 246–261. https://doi.org/10.1080/07900627.2013.837370

الفصل 5

معايير ولوائح جودة المياه لإعادة استخدام المياه الزراعية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: من المبادئ التوجيهية الدولية إلى الممارسات القطرية

ماري هيلين ناصيف ومحمد توفيق وماري تيريز أبي صعب

الرسائل الرئيسية

- يحلل هذا الفصل المعايير واللوائح والمبادئ التوجيهية الوطنية لجودة المياه لإعادة استخدام مياه الري في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا مع التركيز على مصر ولبنان والمغرب والأردن وتونس ويقارنها ببلدان أخرى في المنطقة والمبادئ التوجيهية الدولية المختلفة مثل المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية (1989، 2006أ)، ومنظمة الأغذية والزراعة «الفاو» (1992)، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (2005)، ووكالة حماية البيئة (2012).
- لا تزال البلدان الخمسة تتبع نموذجا موحدا يستهدف قطاع مياه الصرف الصحي الرسمي حيث يجب أن تمتثل المخلفات السائلة المعالجة لمجموعة ثابتة وصارمة في كثير من الأحيان من المعايير تعتبر آمنة لإعادة الاستخدام.
- تتبنى أربعة بلدان في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (مصر والأردن ولبنان والمغرب) النموذج الذي وضعته منظمة الصحة العالمية (1989) وقامت ثلاثة منها (المغرب كاستثناء) بتكييفه من خلال وضع عتبات ميكروبية أكثر صرامة وحظر كامل لإعادة استخدام المياه للخضروات التي تؤكل نيئة.
- قد حظي نهج منظمة الصحة العالمية (2006أ) المتعدد الحواجز بترويج واسع النطاق في المنطقة ولكنه لا ينعكس في لوائح البلدان على الرغم من وضع مبادئ توجيهية قائمة على المشاريع، والتي لا تزال إرشادية.
- لا تزال البلدان تفضل اتباع نهج الادارة العمودية (غير التشاركية) مع حظر كامل على بعض المحاصيل وتقنيات الري بغض النظر عن السياق. غالبا ما يكون الإنفاذ غير فعال مع ضعف الحوافز أو الدعم للمزارعين لإيجاد ممارسات بديلة.
- هناك عدة عوامل تعوق تصميم وتنفيذ نهج أكثر تكيفا مثل الافتقار إلى القيادة المؤسسية، والعمليات المؤسسية التكنوقراطية لتصميم المعايير، والإحجام عن اتخاذ قرارات ينظر إليها على أنها غير أخلاقية أو تتطلب مسؤوليات إضافية.
- على صعيد أكثر إيجابية، حددت الدراسة المبادرات البحثية الحديثة والتجارب الميدانية التي تدرس تدابير إدارة المخاطر لاقتراح مبادئ توجيهية تتكيف مع الظروف المحلية. ينبغي توسيع نطاق بناء المعارف، وتقاسمها مع واضعي السياسات في البيئات المؤسسية المناسبة، وإبراز الرؤية والدعم للتأثير على الأنظمة وممارسات السياسة العامة.
- هناك حاجة إلى مزيد من البحوث المنهجية حول اللوائح في المنطقة التي تتجاوز التفكير التكنوقراطي التقليدي للمعايير والاقتراض من مجالات الجغرافيا البشرية والاقتصاد السياسي لدراسة عمليات صنع القرار والمؤسسات والممارسات المحلية.

5.1. المقدمة والأهداف

في حين أن إعادة استخدام المياه تقدم فوائد متعددة، إلا أنها تأتي أيضا ومعها مخاوف بشأن تأثيرها المحتمل على الصحة والمحاصيل والنظم الإيكولوجية. ولإدارة هذه المخاطر، تصدر الحكومات عادة «معايير» لجودة المياه تصدر عادة من خلال لوائح تتمحور حول العديد من معايير وعتبات جودة المياه، وبروتوكولات الرصد وأفضل الممارسات (الإطار 5.1).

الإطار 5.1 المصطلحات

المعايير: قاعدة أو مبدأ أو مقياس يتضمن عادة قيودا نوعية من حيث الحدود العددية. تشمل معايير جودة المياه لإعادة استخدام المياه الزراعية المعايير الفيزيائية والكيميائية والصحية والزراعية. عادة، يتم صياغتها وفقا لفئات مختلفة من تطبيقات الاستخدام أو مستوى القيود المفروضة على الاستخدامات.

اللوائح: هي أحكام إلزامية، صادرة رسميا عن المجلس التشريعي للدولة وتنطوي على مسؤوليات قانونية وعقوبات. عادة ما تتضمن لوائح جودة المياه لإعادة استخدام المياه الزراعية معايير بالإضافة إلى بروتوكولات رصد. وهي تشمل أحيانا آليات الإنفاذ والجزاءات.

المبادئ التوجيهية: المعايير وأفضل الممارسات التي تضعها عادة منظمات الخبراء الدولية وتتبعها البلدان لإصدار لوائحها الخاصة.

المصدر: مقتبس من « Shoushtarian» و» 2020 «Negahban-Azar.

على الرغم من تزايد المعرفة التقنية والمبادئ التوجيهية للسياسات المنشورة في هذا المجال، إلا أن تصميم وإنفاذ لوائح إعادة استخدام المياه هو معركة شاقة.

منذ سبعينات القرن العشرين، تطورت النهج التنظيمية الدولية بشكل كبير لإيجاد المفاضلات الصحيحة بين السلامة وقابلية التنفيذ (Dreschel وآخرون 2010)، «Shoushtarian» و«2020 «Negahban-Azar). قامت منظمة الصحة العالمية ومنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) بتكييف مبادئهما التوجيهية تدريجيا لدعم البلدان منخفضة الدخل لضمان إعادة الاستخدام الآمن للمياه دون الاستثمار في تكنولوجيات المعالجة المكلفة (منظمة الصحة العالمية 1989، 2006أ ، منظمة الأغذية والزراعة 1992). حولت أحدث المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية (2006أ) النموذج التنظيمي من نهج «الحاجز الواحد» حيث يتم الحد من المخاطر عن طريق المعالجة إلى نهج «متعدد الحواجز» حيث يمكن توزيع تدابير القضاء على مسببات الأمراض على طول خطوات أخرى أقل كثافة في التكنولوجيا مثل المعالجة منخفض التكلفة وفي المزرعة وممارسات ما بعد الحصاد. وبشكل أعم، هناك دعوة متزايدة لتصميم لوائح قابلة للتكيف وإمكانية التطبيق تراعي الظروف المالية والاجتماعية والاقتصادية والمؤسسية (منظمة الصحة العالمية 2006 أ، ب، Dreschel وآخرون 2010، وكالة حماية البيئة 2012، الاتحاد الأوروبي 2016).

في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، توسعت إعادة استخدام المياه الزراعية منذ سبعينات القرن العشرين مدفوعة بظروف بيئية واقتصادية واجتماعية وسياسية مختلفة (انظر الفصل 3). في كثير من الأحيان الالتزام بالمبادئ التوجيهية الدولية، أصدرت معظم البلدان لوائح وطنية لإدارة سلامة إعادة استخدام المياه. بعض البلدان، مثل مصر والأردن، قامت بتكييفها عدة مرات. ومع ذلك، لا يزال الخبراء يؤكدون على الحاجة إلى تحسين اللوائح التنظيمية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، مسلطين الضوء على المستويات المفرطة من الصرامة، وعدم القدرة على التكيف مع السياقات المحلية، والتناقضات بين البلدان، مما قد يؤدي إلى انحراف التبادل التجاري (منظمة الصحة العالمية 2006ب، «Ait-Mouheb» ،2010 «Choukra-Allah» وآخرون 2020 و«MEDAWARE» 2003). ومع ذلك، فإن الأدبيات الحالية لا توثق وتحلل هذه المشكلات بشكل كاف، على الأقل ليس بطريقة شاملة: ما هي التوجهات التنظيمية المحددة المفضلة ولماذا؟ هل تلتزم البلدان بالمبادئ التوجيهية الدولية الأخيرة مثل نهج منظمة الصحة العالمية متعدد الحواجز، وإذا لم يكن الأمر كذلك، فلماذا؟ ما هي «السياقات» المحددة التي

تفشل اللوائح في مطابقتها؟ كيف تشكل عمليات صنع القرار تصميم لوائح إعادة استخدام المياه في المنطقة وكيف يمكن تعزيزها؟ يساهم هذا العمل في توضيح هذه الأسئلة.

يحلل هذا الفصل اللوائح والمبادئ التوجيهية الوطنية لإعادة استخدام مياه الري في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا مع التركيز على خمسة بلدان: مصر ولبنان والمغرب والأردن وتونس. وهو يقدم النهج التنظيمية الرئيسية المعتمدة في جميع أنحاء العالم مع التركيز على المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية (1989، 2006) ومنظمة الأغذية والزراعة (1992) التي أثبتت تأثيرها في المنطقة. ويستعرض الجزء الثاني التطور التاريخي للوائح البلدان ضمن التطوير الأكبر لسياسات إعادة استخدام المياه. ويقارن الجزء الثالث المعايير الصحية والزراعية والفيزيائية والكيميائية بمختلف المبادئ التوجيهية الدولية وغيرها من اللوائح التنظيمية لبلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، مع إيلاء اهتمام خاص لمعايير صحة الإنسان والقيود المفروضة على الممارسات الزراعية. ويتساءل الجزء الرابع من الفصل عن تبني (أو عدم تبني) نهج إدارة المخاطر التي يتم تعزيزها على الصعيد الدولي ويكشف عن بعض التحديات التي تحول دون ترجمتها إلى سياسات وممارسات وطنية. ويختتم الفصل بالاتجاهات المشتركة في تصميم اللوائح النوعية لإعادة استخدام المياه الزراعية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ويستخلص توصيات للسياسات المستقبلية والأنشطة البحثية.

5.2. تنظيم جودة المياه المعالجة: المعايير الفنية وتحديات الإدارة

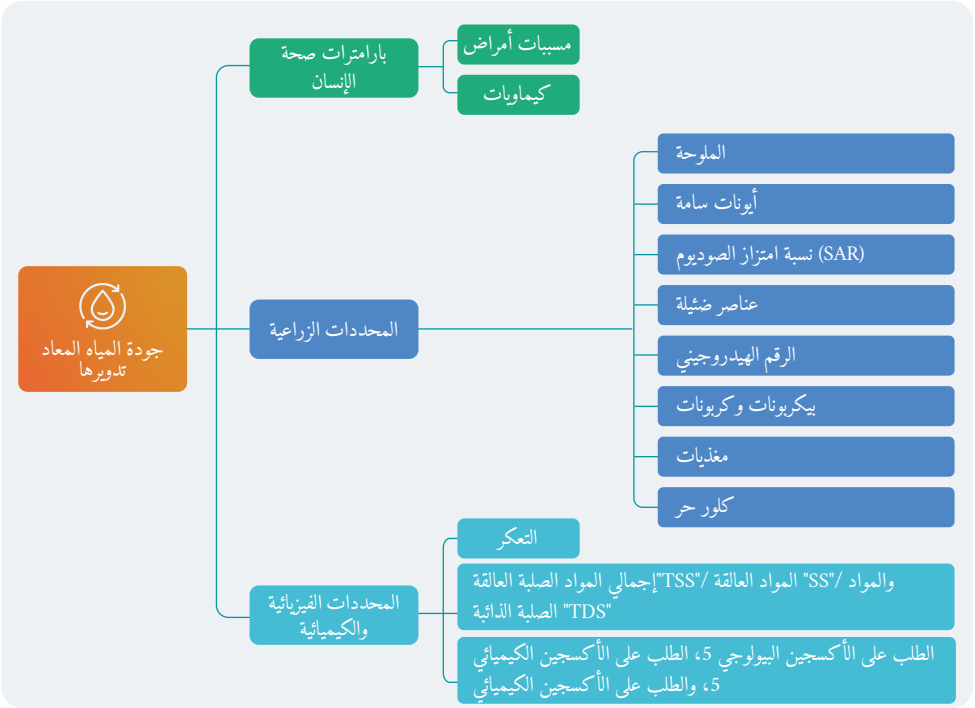
5.2.1 المبادئ التوجيهية الدولية لإعادة الاستخدام وتطورها: من نهج «صفر مخاطر» إلى النهج «متعدد الحواجز»

يمارس البشر الري من مياه الصرف الصحي منذ العصر البرونزي (3200-1100 قبل الميلاد). أدى ذلك إلى تطور الأمراض والأوبئة التي تنقلها المياه مثل الكوليرا والحمى التيفية ودفع بالحكومات إلى البدء في بذل الجهود لجمع ومعالجة المخلفات السائلة بشكل أفضل وتنظيم استخدامها («Shoushtarian» و«Negahban-Azar» و2020 و«Ait-Mouheb» 2004).

وضعت ولاية كاليفورنيا الأمريكية اللوائح الأولى في عام 1918، والتي أثرت على جداول أعمال السياسة وبرامج البحث في جميع أنحاء العالم. بحلول عام 1970، نما الاهتمام بتنظيم جودة المياه على مستوى العالم وأنتجت معرفة تقنية كبيرة حول المحددات التي يجب مراقبتها في المخلفات السائلة المعالجة لحماية صحة الإنسان والنظم الزراعية.[1] ويمكن تصنيفها في معلمات حول «صحة الإنسان» و«زراعية» و«فيزيائية كيميائية» (الشكل5.1).

تبلور نهجان تنظيميان رئيسيان، يتباينان بشكل خاص بشأن مستوى صرامة مكافحة مسببات الأمراض والمفاضلات التي يتعين إجراؤها بين السلامة من ناحية وتكلفة المعالجة من ناحية أخرى (برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005، «Drechsel» وآخرون 2010). مع تطور الدراسات العلمية وتطبيق اللوائح في سياقات مختلفة، زادت النهج التنظيمية في التطور مع طموح لتصميم ومواءمة ورصد المزيد من الممارسات للحد من الملوثات على طول سلاسل معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها. يعرض القسم التالي المبادئ التوجيهية الرئيسية التي كان لها تأثير في جميع أنحاء العالم وبشكل خاص في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

[1] أنظر «Shoushtarian» و«Negahban-Azar» من أجل نظرة عامة مجمعة لاختبار البارمترات وآثارها.



الشكل 5.1 المحددات الرئيسية المرصودة في المخلفات السائلة المعالجة.

المصدر: «Shoushtarian» و«2020 «Negahban-Azar.

نموذج كاليفورنيا المحافظ

تم إصدار أول لوائح جودة المياه المعالجة من قبل ولاية كاليفورنيا الأمريكية. لقد أقروا القضاء التام على مسببات الأمراض في مياه الصرف الصحي المستصلحة بناء على فرضية أن أي كائنات دقيقة مسببة للأمراض تشكل خطرا على الصحة. يروج نموذج كاليفورنيا لنهج «المخاطر الصفرية» المرتبط باستخدام «أفضل التكنولوجيات المتاحة»، (Shoushtarian» و«2020 «Negahban-Azar و«2020 «Ait-Mouheb). في عام 1973، اقترحت منظمة الصحة العالمية مبادئ توجيهية صارمة مماثلة لمكافحة مسببات الأمراض في مياه الري (برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005، « Bos» وآخرون 2010 «Shoushtarian» و«2020 «Negahban-Azar).[2] ومع ذلك، فقد ثبت أنه من الصعب الوفاء بالمعايير خاصة في البلدان المنخفضة الدخل بسبب التكاليف المرتفعة المرتبطة بالمعالجة المتقدمة. ودفع هذا التحدي إلى تطوير الدراسات الوبائية وسمح بإصدار المبادئ التوجيهية الأقل صرامة المبينة أدناه (منظمة الصحة العالمية 1989 « Bos» وآخرون 2010). استمر تفضيل نموذج كاليفورنيا في البلدان ذات الدخل المرتفع على الرغم من أن بعضها اختارت المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية (برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005)[3] أثر نموذج كاليفورنيا على الخطوط الإرشادية التي طورتها وكالة حماية البيئة الأمريكية (« Shoushtarian » و« 2020 «Negahban-Azar، ووكالة حماية البيئة الأمريكية 2012) ويتم تبنيه في بعض دول الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ذات الدخل المرتفع مثل دول مجلس التعاون الخليجي («2010 Choukra-Allah» و« Ait-Mouheb» وآخرون 2020).

[2] عتبة 100 قولونية لكل 100 مل

[3] مثل فرنسا وإيطاليا.

المبادئ التوجيهية المؤثرة لمنظمة الصحة العالمية (1989) ومنظمة الأغذية والزراعة (1992)

في حين ظلت أحجام مياه الصرف الصحي المعالجة منخفضة على مستوى العالم واستمرت إعادة الاستخدام غير المخطط لها في التوسع في البلدان القاحلة وشبه القاحلة، طورت منظمة الصحة العالمية نهجا أكثر واقعية وأصدرت مبادئ توجيهية جديدة في عام 1989 («Drechsel» وآخرون 2010، و» Bos» وآخرون 2010). حددت المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية لعام 1989 ثلاث فئات مختلفة من «حالة الاستخدام» (أ، ب، ج) والتي بموجبها تكون عتبات مسببات الأمراض أقل حظراً تدريجيا (الجدول5.1). تمت التوصية بتقنيات علاجية مختلفة لكل فئة من هذه الفئات والتي أصبحت أيضا أقل طلبا من حيث التكلفة تدريجيا. ويهدف هذا التمييز بين الاستخدامات المختلفة للمياه إلى السماح بمزيد من المرونة في اختيار التكنولوجيات ومستويات المعالجة. وشملت المبادئ التوجيهية نهج إدارة المخاطر التي من شأنها أن تكمل عمليات المعالجة المتاحة أو حتى يمكن استخدامها في غياب معالجة المياه المستعملة. يوصى بفرض قيود على بعض المحاصيل وتقنيات الري (على سبيل المثال، حظر الرشاشات) للحد من التلوث بمسببات المرض عندما لا تتوفر المعالجة المتقدمة.

في الفترة نفسها، وضعت منظمة الأغذية والزراعة (1992) أيضا مبادئ توجيهية لإعادة استخدام المياه وأدرجت نفس النهج لمكافحة مسببات الأمراض الذي تتبعه منظمة الصحة العالمية (1989)[4] أضافت منظمة الأغذية والزراعة معلمات زراعية مثل الملوحة، ومعدل تسرب المياه إلى التربة، وسمية الأيونات المحددة أو بعض المحددات الأخرى[5] وحددت المبادئ التوجيهية ثلاث فئات من «القيود المفروضة على الاستخدام» (لا شيء، طفيفة إلى متوسطة، شديدة) ولكل معلمة ومستوى من القيود، أوصت ببدائل إدارية للتعامل مع هذه المشاكل

الجدول 5.1 المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية بشأن الاستخدام الآمن لمياه الصرف الصحي في الزراعة.

الفئة	شرط الاستخدام	المجموعة المعرضة لها	الديدان الخيطية المعوية(ب)	القولونيات البرازية (متوسط رقم لكل 100 خلية متعددة المستويات(ج))	من المتوقع أن تحقق معالجة مياه الصرف الصحي الجودة الميكروبيولوجية المطلوبة
أ	ري المحاصيل التي من المحتمل أن تؤكل غير مطبوخة، والملاعب الرياضية، والحدائق العامة(أ)[a]	العمال والمستهلكون والجمهور	≥1	≥1000[d]	سلسلة من أحواض التثبيت المصممة لتحقيق الجودة الميكروبيولوجية المشار إليها، أو المعالجة المكافئة
ب	ري محاصيل الحبوب والمحاصيل الصناعية ومحاصيل الأعلاف والمراعي والأشجار(ه)[e]	العمال	≥1	لا يوجد معيار موصى به	الاحتفاظ في أحواض التثبيت لمدة 8-10 أيام أو ما يعادلها من إزالة الديدان الطفيلية والقولونيات البرازية
ج	الري الموضعي للمحاصيل في الفئة ب إذا لم يحدث تعرض العمال والجمهور	لا يوجد	غير مطابق	غير مطابق	المعالجة المسبقة كما هو مطلوب من قبل تكنولوجيا الري، ولكن ليس أقل من الترسيب الأولي

ملاحظات: (أ) في حالات محددة، ينبغي مراعاة العوامل الوبائية والاجتماعية - الثقافية والبيئية المحلية وتعديل المبادئ التوجيهية وفقا لذلك، (ب) أنواع الإسكاريس وتريكوريس والديدان الخطافية الحسابية تعني عدد البويضات لكل لتر خلال فترة الري؛ (ج) خلال فترة الري (د) هناك مبدأ توجيهي أكثر صرامة (< 200 قولونيات برازية لكل 100 مل) مناسب للمروج العامة، مثل مروج الفنادق، التي قد يتلامس معها الجمهور عن طريق الاتصال المباشر(ه) في حالة الأشجار المثمرة، ينبغي أن يتوقف الري قبل أسبوعين من قطف الثمار ولا ينبغي قطف أي فاكهة من الأرض. لا ينبغي أن تستخدم الرش. المصدر: منظمة الصحة العالمية، 1989.

[4] صدرت طبعة سابقة من المبادئ التوجيهية لمنظمة الأغذية والزراعة لإعادة استخدام المياه في عام 1970 تتناول نوعية المياه التي تواجه تحديات الملوحة وسمية الأيونات المحددة.

[5] المبادئ التوجيهيه كاملة موجودة على https://www.fao.org/3/t0234e/T0234E01.htm#ch1

المحتملة (منظمة الأغذية والزراعة 1992). تشير كل من منظمة الصحة العالمية ومنظمة الأغذية والزراعة إلى أن المبادئ التوجيهية إرشادية وتحتاج إلى تكييفها مع الظروف المحلية للبلدان أو المواقع. وتشدد منظمة الصحة العالمية (1989) على ضرورة النظر في العوامل الوبائية والاجتماعية والثقافية والبيئية المحلية وتعديل المبادئ التوجيهية وفقا لذلك (مثل العتبات الميكروبية مقابل ظروف الاستخدام) (الجدول 5.1 أعلاه). وتشير منظمة الأغذية والزراعة (1992) إلى أن تصنيفات نوعية المياه ليست سوى مبادئ توجيهية إرشادية، وسيتعين تكييف تطبيقها وفقا للظروف السائدة في الحقل (الظروف المناخية، والخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة، وتحمل المحاصيل المزروعة للملوحة، وممارسات الإدارة).

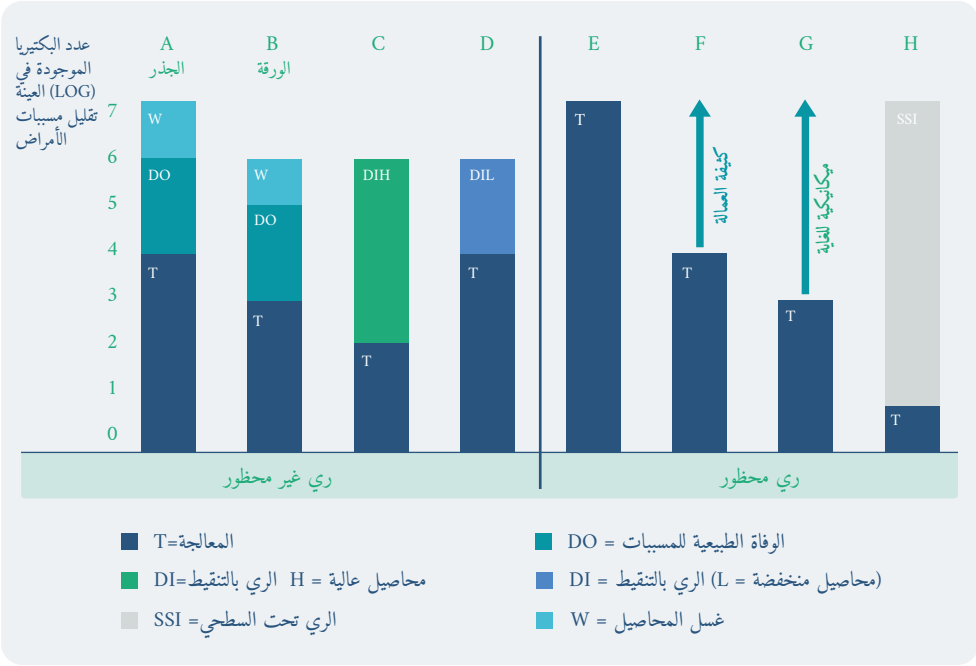
أصدرت منظمة الصحة العالمية (1989) ومنظمة الأغذية والزراعة (1992) مبادئ توجيهية رائدة أشارت إليها اللوائح التنظيمية للبلدان على الصعيد العالمي بما في ذلك في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005، ووكالة حماية البيئة 2012، و» Shoushtarian» و»2020 «Negahban-A). في عام 2005، ولدعم بلدان البحر الأبيض المتوسط في وضع معايير مناسبة، اقترح برنامج الأمم المتحدة للبيئة، بالتعاون مع منظمة الصحة العالمية وباحثين من منطقة البحر الأبيض المتوسط، مبادئ توجيهية لإعادة استخدام المياه البلدية في بلدان البحر الأبيض المتوسط، حيث تم التمييز بين فئة المياه الرابعة بعتبات ميكروبية أكثر صرامة (برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005). وكان لهذا النهج تأثير في بعض البلدان كما هو موضح أدناه.

نهج منظمة الصحة العالمية (2006) المتعدد الحواجز

شكل التقدم البطيء في معالجة مياه الصرف الصحي في البلدان النامية، إلى جانب زيادة ممارسات إعادة الاستخدام غير المأمونة، تحديا لإمكانية تطبيق المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية لعام 1989. طورت منظمة الصحة العالمية (2006 أ) طريقة تنظيمية جديدة مستمدة من «نقطة التحكم الحرجة لتحليل المخاطر» (HACCP) المعروفة باسم «النهج متعدد الحواجز» («Bos» وآخرون 2010). ويتمثل أحد التغييرات الرئيسية في التركيز على «الأهداف القائمة على الصحة» لتكون قابلة للتنفيذ في نهاية سلسلة إعادة الاستخدام بدلا من وصف مستويات العتبة التي غالبا ما تكون غير قابلة للتحقيق عندما تكون مرافق المعالجة التقليدية غير موجودة أو ضعيفة الأداء («Bos» وآخرون 2010 « Drechsel» وآخرون 2010). يغطي النهج كلا من طرق معالجة مياه الصرف الصحي التقليدية وغير التقليدية بالإضافة إلى تدابير حماية الصحة الأخرى لتحقيق الأهداف الصحية، سواء كان ذلك للمزارع أو المستهلك (الشكل 5.2). تشمل طرق معالجة مياه الصرف الصحي غير التقليدية استخدام أنظمة منخفضة التكلفة مثل البرك في المزرعة ومصائد الترسيب والمرشحات الحيوية بينما تشمل تدابير الحماية الصحية تحسين طرق الري مثل الري بالتنقيط، وإيقاف الري قبل الحصاد وغسل المنتجات (منظمة الصحة العالمية 2006، «2010 «Bos). وتقاس الغايات القائمة على الصحة بسنوات العمر المصححة باحتساب مدد العجز (DALYs)، التي أصبحت بشكل متزايد وحدة أساسية في مقارنة نتائج الأمراض الناجمة عن حالات التعرض المختلفة.[6]

أما بالنسبة للمبادئ التوجيهية السابقة، فتوصي منظمة الصحة العالمية (2006أ) بأن تجري البلدان دراساتها الخاصة لتحديد الأهداف الصحية وما يرتبط بها من نقاط مكافحة الحد من مسببات الأمراض بناء على الظروف المحلية. كما أنه يوفر اختصارات حيث تكون القدرات البحثية مقيدة («Bos» وآخرون 2010). يوصى بإجراء تقييم كمي للمخاطر الميكروبية «QMRAs» بدلا من الدراسات الوبائية المكلفة. اليوم، على الرغم من أن استخدام هذا التقييم آخذ في الازدياد ويسمح بإرشادات أكثر تفصيلا، إلا أن هذه الدراسات معقدة في الأداء لأنها تتطلب مؤسسات بحثية قادرة وخبرة قوية وبيانات ذات صلة بمناطق محددة («De Keuckelaere» وآخرون 2015). بشكل عام، ينظر أيضا إلى نهج منظمة الصحة العالمية متعدد الحواجز على أنه معقد للفهم والتطبيق على السلطات ذات الخبرة الضعيفة («Bos» وآخرون 2010). تعتبر المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية

[6] See Drechsel et al. 2010 for extensive explanation on this concept and its use in the multi-barrier approach.



الشكل 5.2 أمثلة على خيارات الحد من مسببات الأمراض من خلال مجموعة مختلفة من التدابير الصحية التي تحقق الأهداف الصحية المتمثلة في ≥ 10-6 سنة من سنوات العمر المصححة باحتساب مدد العجز للشخص الواحد في السنة.

المصدر: منظمة الصحة العالمية، 2006أ.

(1989) أكثر وضوحا، خاصة بالنسبة للمحاولات التي لديها بالفعل جمع ومعالجة شاملة لمياه الصرف الصحي («Jiménez» وآخرون 2010).

5.2.2. تحديات الحوكمة متعددة المستويات لتصميم وإنفاذ نهج إدارة المخاطر

يتزايد الوعي بأن تطوير لوائح جودة المياه ليس مجرد مسألة فنية ويأتي ومعه تحديات الحوكمة المعقدة. توصي كل من النهج التنظيمية المحافظة والأكثر تساهلا بأن تكون المعايير «قابلة للتكيف» وأن تدمج عوامل متعددة مثل الجوانب التنظيمية الأخرى (أي القيم الحدية للتصريف البيئي)، وقدرات وتكنولوجيات المعالجة، وقدرات الإنفاذ، والدراية التقنية وغيرها (الجدول 5.2). لا يمكن دمج كل هذه الواجهات إلا من خلال التعاون عبر الإدارة المختلفة ولكن أيضا من خلال إنشاء روابط بالمقاييس الدنيا لدمج العوامل السياقية وتصميم آليات الرصد المناسبة («Evans» وآخرون 2010).

تشكل نهج إدارة المخاطر (مثل الحواجز المتعددة) تحديا خاصا من حيث التخطيط القائم على تقييم السياق المحلي والتنسيق متعدد النطاقات. توصي منظمة الصحة العالمية (2006) بأن «الجدوى الاجتماعية لتغيير أنماط سلوكية معينة [...] يحتاج إلى تقييم على أساس مشروع فردي «. كشفت التجارب الميدانية مع المزارعين أن التدابير منخفضة التكلفة لديها القدرة على الحد من مسببات الأمراض «خاصة إذا تم تطويرها مع المستخدم» ولكن « نجاحها يعتمد إلى حد كبير على معدلات تبنيها وهو ما يتطلب تحليلا مناسبا للحوافز الاقتصادية والاجتماعية المحتملة» («Bos» وآخرون 2010، 42). وهذا يتطلب آليات تنسيق قوية بين مؤسسات الدولة المركزية والمستخدمين أولا لتصميم اللوائح التكيفية وثانيا لتحفيز الإنفاذ. وكما هو موضح أدناه، لا يزال هذا هو

الجدول 5.2 التحديات والحلول لتطوير وإنفاذ معايير لإعادة الاستخدام الزراعي.

التحدي	التوصية
المبادئ التوجيهية، التي يتم نسخها بشكل متكرر من البلدان المتقدمة، يتم اعتمادها مباشرة كمعايير وطنية	ينبغي لكل بلد أن يكيف المبادئ التوجيهية استنادا إلى الظروف المحلية وأن يستمد المعايير الوطنية المقابلة.
يتم التعامل مع قيم الإرشادات التوجيهية على أنها قيم مطلقة وليست قيما مستهدفة	ينبغي معاملة قيم المبادئ التوجيهية كقيم مستهدفة، يتعين بلوغها على المدى القصير أو المتوسط أو الطويل، تبعا للظروف التكنولوجية والمؤسسية والمالية للبلد.
محطات المعالجة التي لا تتوافق مع المعايير العالمية لا تحصل على ترخيص أو تمويل	يتعين على الوكالات البيئية أن ترخص، وينبغي للبنوك أن تمول تدابير الرقابة التي تسمح بالتحسين التدريجي لنوعية المياه، حتى ولو لم يتم تحقيق المعايير على الفور.
لا توجد تقنية ميسورة التكلفة تؤدي إلى الامتثال للمعايير	ينبغي أن تعكس تكنولوجيات المراقبة الظروف المالية للبلدان. وينبغي دائما السعي إلى استخدام التكنولوجيا الملائمة.
لا يتم تطبيق المعايير	ينبغي أن تكون المعايير قابلة للإنفاذ ومفروضة. وينبغي أن تكون القيم المعيارية قابلة للتحقيق وأن تسمح بالإنفاذ، استنادا إلى تدابير الرقابة القائمة والميسورة التكلفة. يجب أن تكون الوكالات البيئية متطورة مؤسسيا بشكل جيد لإنفاذ المعايير.
معايير التصريف غير متوافقة مع معايير جودة المياه	الهدف من مكافحة التلوث هو الحفاظ على جودة المسطحات المائية. يجب أن تستند معايير التصريف إلى أسباب عملية ومبررة، بافتراض قدرة معينة على التخفيف أو الاستيعاب للمسطحات المائية.
عدد معلمات الرصد ليس الأمثل (كثير جدا أو قليل جدا)	ينبغي أن تعكس قائمة المحددات الحماية المنشودة لاستخدامات المياه المقصودة والقدرات المختبرية والمالية المحلية، دون زيادة أو تقييد.
لا يوجد تطوير مؤسسي يدعم أو ينظم تنفيذ المعايير	يتطلب التنفيذ الفعال للمعايير بنية تحتية كافية وقدرة مؤسسية كافية لترخيص الأنشطة الملوثة وتوجيهها ورصدها ومراقبتها وإنفاذ المعايير.
الحد من المخاطر البيئية الصحية المرتبطة بالامتثال للمعايير لا ينظر إليه على الفور من قبل صانعي القرار أو السكان	ينبغي أن يكون صانعو القرارات والسكان عموما على دراية جيدة بالفوائد والتكاليف المرتبطة بالحفاظ على نوعية المياه الجيدة، على النحو المحدد في المعايير.

SOURCE: EPA 2012, adapted by authors.

الجانب الأكثر تحديا في إضفاء الطابع المؤسسي على نهج إدارة المخاطر في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

5.3. إصدار لوائح جودة المياه: مسارات مقارنة لخمسة بلدان

لدى بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا مسارات مختلفة إلى حد كبير من حيث معالجة مياه الصرف الصحي ونمو إعادة الاستخدام (انظر الفصل 1). ومع ذلك، فإن مقارنة تطور لوائح إعادة استخدام المياه الزراعية بين مصر ولبنان والأردن والمغرب وتونس تكشف عن ثلاث فترات تاريخية مشتركة، بما يتفق مع تطوير منظمة الصحة العالمية ومنظمة الأغذية والزراعة للمبادئ التوجيهية الموصوفة أعلاه (الجدول 5.3).

الجدول 5.3 التطور التاريخي للوائح جودة إعادة استخدام المياه الزراعية في خمسة بلدان بمنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

5.3.1. 1920s–1970s: أول لوائح لمكافحة التلوث وقيود على إعادة استخدام مياة الصرف الصحي في البلدان الخمسة

كان النصف الأول من القرن العشرين فترة من الانتداب الأوروبي وبناء الدولة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. صدرت القوانين الأولى التي تنص على أن المياه ملكية عامة (انظر الفصل 3). ابتداء من منتصف أواخر القرن التاسع عشر، أدى تطوير مشاريع الري الحكومية الكبيرة والتوسع في الضخ الخاص إلى زيادة استخدام المياه بشكل كبير. وانخفضت تدفقات المياه، ومع نمو السكان والأنشطة الاقتصادية، ازداد تأثير الملوثات. مع انتشار الوعي حول تأثير التلوث عالميا، أصدرت الحكومات الخمس لوائح تحظر استخدام المجاري المائية الملوثة في الري. كان هذا هو الحال في تونس (قانون المياه الصادر في عام 1975) والأردن (قانون الصحة العامة في عام 1971) ولبنان (المرسوم

8765 في عام 1976). في مصر، تم حظر استخدام مياه الصرف في دلتا النيل والمجاري المائية الأخرى، وبحلول عام 1976، بدأت الحكومة في تركيب محطات رصد في الدلتا لمراقبة جودة مياه الصرف («Loutfy» 2010).

5.3.2. الأعوام (1980- 1990): أول سياسات ولوائح إعادة استخدام مياه الصرف الصحي

كان الأردن وتونس أول دولتين في المنطقة تنفذان مشاريع إعادة استخدام المياه الزراعية. ومن بين البلدان الخمسة التي شملتها الدراسة، كانت هذه البلدان هي الوحيدة التي نظمت جودة إعادة استخدام المياه قبل القرن الحادي والعشرين. كانت تونس دولة رائدة في تطوير دراسات وسياسات ومشاريع إعادة استخدام المياه («Abu-Madi» 2004 و«Ait-Mouheb» وآخرون 2010). تم تنفيذ أول مشروع لإعادة الاستخدام في منطقة سكرة في وقت مبكر من عام 1965 كحل لمشاكل ملوحة المياه. كما تم النظر في خطط تغذية طبقة المياه الجوفية من المياه المعالجة في وقت مبكر جدا (في عام 1989 في نابل) («Condom» وآخرون 2012). تم إصدار معايير إعادة الاستخدام الأولى (والوحيدة) في عام 1989 مستوحاة من منظمة الصحة العالمية (1989) ومنظمة الأغذية والزراعة (الخطوط الإرشادية لعام 1992). إلى جانب الدوافع البيئية، يمكن أن تعزى جهود تونس الرائدة إلى قيادة باحث معروف في هذا المجال.[7]

كان الأردن، والذي يعاني من ندرة المياه الطبيعية، من أوائل البلدان التي نظرت في إعادة استخدامها كجزء من التخطيط الوطني للمياه («Choukr-Allah» 2010، «Abu-Madi» 2004). تم إصدار أول مجموعة من المعايير النوعية في نهاية[8] ثمانينات القرن العشرين وبعد بضع سنوات، تم إنتاج معايير نوعية جديدة للمخلفات السائلة الصناعية والمنزلية على أساس الخطوط الإرشادية لمنظمة الصحة العالمية («Nazzal» وآخرون 2000، « Abu-Madi» 2004).[9]

وكان كل من الأردن وتونس أول من وضع استراتيجيات على المستوى الوطني لإعادة الاستخدام، على التوالي في عامي 1990 و1998. وقد ترجم ذلك إلى زيادة كبيرة في نسب إعادة الاستخدام في كلا البلدين. وبحلول نهاية عام 1990، تم استخدام حوالي 67 مليون متر مكعب للري في أجزاء مختلفة من الأردن. واستخدم حوالي 52 مليون م3 بشكل غير مباشر للري غير المقيد في وادي الأردن بعد مزجه بالمياه العذبة في الوديان وسد الملك طلال. واستخدم حوالي 15 مليون م3 بشكل مباشر للري المقيد في الأماكن المغلقة وداخل المناطق المحيطة بالمناطق الموجودة («Abu-Madi» 2004، 36). وفي تونس، تضاعفت كمية المياه المعاد استخدامها ثلاث مرات («Abu-Madi» 2004).

في مصر، تتم إعادة استخدام المياه بشكل أساسي في دلتا النيل حيث يتم تصريف مياه الري، التي غالبا ما تختلط بالملوثات المنزلية والصناعية، في قنوات الصرف وإعادة استخدامها بشكل غير مباشر. أصبحت إعادة استخدام المياه هدفا رسميا في استراتيجيات المياه الوطنية في عام 1984 بقانون يحكم التخلص من مياه الصرف وإعادة استخدامها («Loutfy» 2010) حتى بداية القرن التالي، كان الهدف هو تقليل تصريف مياه الصرف الصحي إلى المصارف وفصل الملوثات عن مياه الري بينما لم تكن خطط إعادة الاستخدام المباشر مطروحة بعد (« Loutfy» 2010 انظر الفصل 3).

[7] Dr. Akissa Bahri started her career in the Research Institute for Agricultural Engineering in Tunisia and became Minister of Agriculture. She was very influential in research and policy-making in the field of agricultural water reuse in Tunisia and the MENA region. Interviewed in September 2021, Dubai.

[8] Included in Law No. 2 in 1989.

[9] Respectively, Standard 202/1991 and Standard 893/1995.

في المغرب، مثل قانون المياه لعام 1995 نقطة تحول من حيث تنظيم تصريف الملوثات وتمهيد الطريق لتعبئة مياه الصرف الصحي المعالجة. ومع ذلك، لم يتم القيام بأي استثمار كبير حتى نهاية تسعينات القرن العشرين عندما دفعت الحاجة إلى مياه الري المزارعين في العديد من المناطق للاستفادة بشكل غير رسمي من مياه الصرف الصحي الخام من المدن المجاورة («Ait- Mouheb» وآخرون 2020)

في لبنان، أدت الحرب الأهلية من عام 1975 إلى عام 1990 إلى إبطاء جميع مشاريع المياه والصرف الصحي العامة. ولم يتم بناء سوى بعض محطات معالجة مياه الصرف الصحي الصغيرة من خلال صناديق خارجية ومبادرات مجتمعية. خلال فترة إعادة الإعمار، كانت معالجة مياه الصرف الصحي أحد الأهداف الحكومية الرئيسية وحظيت باهتمام هائل من البنوك الدولية والمنظمات غير الحكومية، لكن إعادة الاستخدام لم تظهر إلا في جداول أعمال الجهات المانحة في العقدين الماضيين. («Eid-Sabbagh» وآخرون 2022)

5.3.3. من 2000 فصاعدا: تطورات كبيرة في البنية التحتية والسياسات واللوائح

شهدت بداية الألفية اهتماما متزايدا بالصرف الصحي وإعادة الاستخدام في لبنان ومصر والمغرب. وبدافع من جداول أعمال التنمية الدولية، خضعت عدة بلدان لإصلاحات إدارية ومؤسسية رئيسية في قطاع مياه الصرف الصحي (انظر الفصل 3). بتشجيع من البنك الدولي، أصدر لبنان قانونا جديدا للمياه في عام 2000 (القانون 221) وأنشأ أربع مؤسسات إقليمية للمياه والصرف الصحي (RWWEs) لدمج 21 مكتبا للمياه اللامركزية في وقت سابق وتتولى مسؤولية إدارة شبكات ومرافق الصرف الصحي من البلديات. تم إنشاء وزارة البيئة في عام 2002 (القانون 444) بدعم من برنامج الأمم المتحدة الإنمائي.

في مصر، تم إنشاء وكالتين رئيسيتين في عام 2004: جهاز تنظيم مياه الشرب المصري (EWRA) المسؤول عن تنظيم ورصد وتقييم جميع الأنشطة المتعلقة بخدمات إمدادات المياه (المرسوم الرئاسي رقم 2004) والشركة القابضة للمياه والصرف الصحي (HCWW) وشركاتها التابعة البالغ عددها 25 شركة (الآن 27)، لإدارة جميع مرافق المياه والصرف الصحي.

في المغرب، صدرت الخطة الوطنية للصرف الصحي لعام 2006 (المختصر الفرنسي PNA) وتهدف إلى زيادة المعالجة الإجمالية من 8٪ إلى 60٪ بحلول عام 2020 («Ait-Mouheb» وآخرون 2020)

وفي البلدان الثلاثة، بدأ إدراج إعادة استخدام المياه ضمن أهداف السياسة الوطنية لإدارة المياه. في أوائل عام 2000 في مصر، وضعت وزارتا الزراعة واستصلاح الأراضي (MALR) والموارد المائية والري (MWRI) خطة لاستصلاح 1.2 مليون هكتار بحلول عام 2017، باستخدام كل من المياه المعالجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي البلدية الكبيرة ومياه الصرف الزراعي من الدلتا (Loutfy 2010). استهدفت الخطة إعادة استخدام المياه للمحاصيل غير الغذائية مثل القطن والكتان والأشجار بهدف تقليل واردات الأخشاب (Loutfy 2010).

في عام 2009، هدفت الخطة الوطنية المغربية للمياه إلى تحقيق معدل إعادة استخدام بنسبة 19٪ بحلول عام 2020 و31٪ بحلول عام 2030 («Ait-Mouheb» وآخرون 2020).

في عام 2012، تضمنت الاستراتيجية الوطنية لقطاع المياه في لبنان إعادة استخدام المياه كوسيلة لضمان الأمن المائي (وزارة الطاقة والمياه 2012). وخلال هذه الفترة، وضعت البلدان الثلاثة أول لوائح جودة لإعادة استخدام المياه الزراعية مستوحاة من المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية (1989)، حيث أصدر المغرب لوائحه المتعلقة بجودة المياه للري في عام 2002 وأصدرت وزارة الزراعة المصرية أول مدونة ممارسات لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي في عام 2005 وراجعتها عام 2015. وفي لبنان، تم نشر المبادئ التوجيهية الأولى لإعادة

استخدام مياه الصرف الصحي وإعادة استخدام الحمأة في عام 2010 في إطار مشروع لمنظمة الأغذية والزراعة (الفاو 2010) ولكن الجهود المبذولة للتصديق عليها مازالت جارية (الجدول 5.3 أعلاه).

قام كل من الأردن وتونس، حيث كان هناك تقدم جيد تم إحرازه في معالجة مياه الصرف الصحي، تركيزهما على تحسين سياسات ولوائح إعادة الاستخدام. أصدر الأردن نسخة جديدة من معايير إعادة الاستخدام في عام 2006 باتباع نفس النهج الذي روجت له منظمة الصحة العالمية (1989). ووضعت العديد من سياسات إعادة الاستخدام مثل سياسة استبدال المياه في عام 2016 وتعمل على تطوير ترتيبات مؤسسية لتنظيم توزيع مياه الصرف الصحي المعالجة بين المؤسسات العامة والمزارعين (اللائحة رقم 2016/7). بينما قامت تونس بتحديث معايير إعادة الاستخدام مرتين في عامي 2018 و2020 ولكن لم يتم اعتمادها رسميا بعد (الجدول 5.3 أعلاه).

5.4. تنظيم جودة إعادة استخدام المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: الاتجاهات والتأثير من خلال المبادئ التوجيهية الدولية

يحلل القسم التالي الجوانب التنظيمية الرئيسية المعتمدة في كل بلد من البلدان الخمسة مقارنة بالمبادئ التوجيهية الدولية الرئيسية (انظر القسم الأول من هذا الفصل) والبلدان الأخرى في المنطقة. تم اختيار بلدان أخرى اعتمادا على توافر البيانات. ينصب التركيز على التنظيمات الخاصة بحماية صحة الإنسان، وعلى الأخص عتبات مسببات الأمراض والقيود المفروضة على ممارسات المزارعين. كما تتم مقارنة المحددات الفيزيائية والكيميائية والزراعية الرئيسية الأخرى وكذلك الممارسات في المزرعة الموصى بها لمكافحة مسببات الأمراض وإنتاجية المحاصيل. ويستند التحليل إلى تجميع للمعايير المدرجة في اللوائح الرسمية أو الموجودة في الأدبيات عندما يتعذر الوصول إلى الوثائق الرسمية.

5.4.1. حماية صحة الإنسان

هيمنة نهج منظمة الصحة العالمية (1989)

تبنت جميع البلدان الخمسة المختارة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا- مصر ولبنان والمغرب والأردن وتونس- النهج التنظيمي «للمعايير الثابتة» (على عكس النهج القائم على الصحة) حيث من الضروري أن تمتثل المياه المعالجة لمجموعة من المعايير الصحية والفيزيائية والكيميائية والزراعية لاستخدامها في الري. وقد اتبعت أربعة من البلدان الخمسة النهج الذي حددته المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية (1989) وحددت فئات مختلفة من «ظروف الاستخدام» مماثلة للنهج المعروض في الجدول 5.1 (أعلاه). الاستثناء هو تونس حيث توجد فئة واحدة فقط من جودة المياه وفقا للمعايير الأولى الصادرة في عام 1989. مراجعة قانون المياه (2012) والعديد من الجهود البحثية الرائدة لتقييم المخاطر الصحية والزراعية المحلية («Bahri» 2001، و«Caucci» و«Hettiarachchi» 2018) لم تترجم بعد إلى لوائح رسمية.

يعرض الجدول 5.4 فئات «شروط الاستخدام» المختلفة على النحو المحدد في اللوائح والمبادئ التوجيهية ل 12 دولة من بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، وكذلك في أربعة مبادئ توجيهية دولية مقدمة في القسم 1: وكالة حماية البيئة (2012)، منظمة الصحة العالمية (1989)، منظمة الصحة العالمية (2006) والمبادئ التوجيهية لمنطقة البحر الأبيض المتوسط الصادرة عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة (2005). ويبين أنه في حين أن معظم البلدان تأثرت بتصنيفات منظمة الصحة العالمية لعام 1989، فإن بلدين فقط (المغرب وإيران) اعتمدا نفس الاستخدامات المقترحة دون تكييف. تختلف فئتا لبنان والأردن عن منظمة الصحة العالمية ولكنهما متشابهتان (ثلاث فئات رئيسية واستخدامات متشابهة). وقد اختارت مصر أربع فئات كما هو الحال في المبادئ التوجيهية المتوسطية لبرنامج الأمم

المتحدة للبيئة (2005)، ولكن الاستخدامات المستهدفة تصنف بشكل مختلف. بشكل عام، تختلف الفئات اختلافا كبيرا بين لوائح البلدان مما يجعل المعايير غير قابلة للمقارنة بسهولة. على الرغم من هذه الاختلافات، يمكن العثور على اتجاهات مهمة عندما يتعلق الأمر بالعتبات الميكروبية وقيود المحاصيل الغذائية كما هو موضح في الأقسام التالية.

عتبات مسببات الأمراض وقيود المحاصيل

غالبا ما يتم تقديم البلدان ذات الدخل المرتفع (معظمها من دول مجلس التعاون الخليجي مثل الكويت وعمان والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة) على أنها تتبع معايير أكثر صرامة من البلدان ذات الدخل المنخفض («WaDImena 2008» و«Choukr-Allah 2010»). تؤدي المقارنة الدقيقة للعتبات البكتيرية في المنطقة إلى استنتاج أكثر دقة. وضعت غالبية محاولات الخمسة دول حدودا ميكروبية أكثر صرامة للمحاصيل الغذائية من الحدود التي أوصت بها المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية لعام 1989 لنفس فئة الاستخدام

الجدول 5.4 فئات «ظروف الاستخدام» في 12 بلدا في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

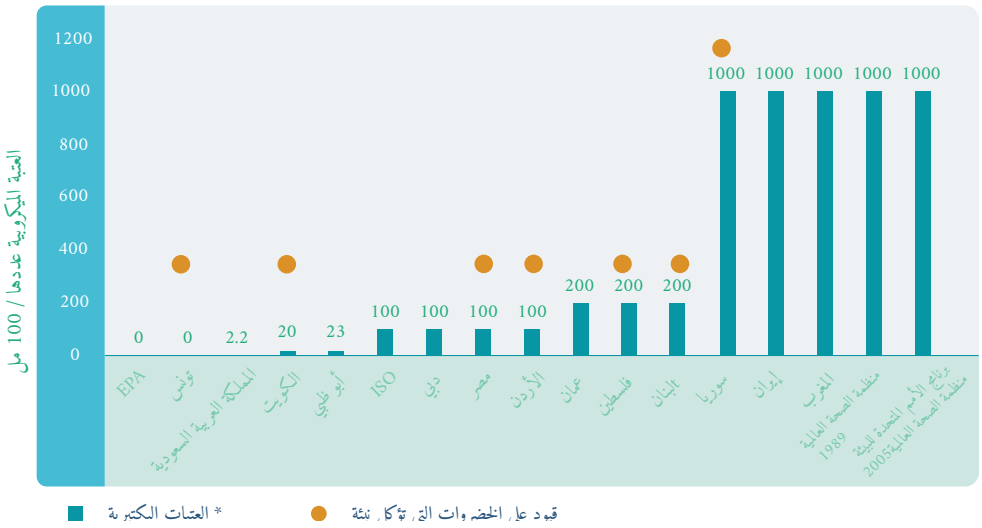
المعايير	الاستخدام المستهدف
معيار وكالة حماية البيئة 2012	أ: محاصيل غذائية
	ب: محاصيل غذائية معالجة
	ج: محاصيل غير غذائية
الخطوط التوجيهية لمنطقة البحر الأبيض المتوسط (برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005)	أولاً: إعادة الاستخدام السكني: سقي الحدائق الخاصة، تفريغ المراحيض، وغسل المركبات؛ (ب) إعادة الاستخدام الحضري: ري المناطق التي يسمح بدخولها مجانا (الأحزمة الخضراء، والحدائق، وملاعب الغولف، والملاعب الرياضية)، وتنظيف الشوارع، ومكافحة الحرائق، والنوافير وغيرها من الأماكن الترفيهية؛ ج) حجز المناظر الطبيعية والترفيه: البرك والمسطحات المائية والجداول للأغراض الترفيهية، حيث يسمح بالاتصال العرضي (باستثناء أغراض الاستحمام).
	ثانيا: أ) ري الخضروات (المروية السطحية أو المروية) والأعلاف الخضراء والمراعي للرعي المباشر وأشجار الفاكهة المروية بالرش؛ (ب) حجز المناظر الطبيعية: البرك والمسطحات المائية وتيارات الزينة، حيث لا يسمح باتصال الجمهور بالمياه؛ ج) إعادة الاستخدام الصناعي (باستثناء صناعة الأغذية والمشروبات والأدوية).
	ثالثا: ري الحبوب والبذور الزيتية، والألياف ومحاصيل البذور، والأعلاف الجافة، والأعلاف الخضراء بدون رعي مباشر، والمحاصيل لصناعة التعليب، والمحاصيل الصناعية، وأشجار الفاكهة (باستثناء المروية بالرش)، ومشاتل النباتات، ومشاتل الزينة، والأشجار، والمناطق الخضراء التي لا يمكن للجمهور الوصول إليها.
	رابعا: أ) ري الخضروات (باستثناء الدرنات والجذور وما إلى ذلك) بنظم التنقيط السطحي وتحت السطحي (باستثناء الرشاشات متناهية الصغر) باستخدام ممارسات (مثل التغطية البلاستيكية، والدعم ، وما إلى ذلك) - عدم وجود اتصال بين المياه المستصلحة والجزء الصالح للأكل من الخضروات؛ (ب) ري المحاصيل من الفئة الثالثة بنظم الري بالتنقيط (مثل الري بالتنقيط، والفقاعات، والرشاشات متناهية الصغر، وتحت السطحي)؛ (ج) الري بنظم الري السطحي بالأحزمة الخضراء والمناطق الخضراء التي لا يمكن للجمهور الوصول إليها؛ د) ري الحدائق وملاعب الجولف والملاعب الرياضية ذات أنظمة الري تحت السطحية.
منظمة الصحة العالمية 2006	ري غير محظور
	ري محظور
منظمة الصحة العالمية 1989	ج: ري المحاصيل التي من المحتمل أن تؤكل غير مطبوخة، والملاعب الرياضية، والحدائق العامة
	ب: ري محاصيل الحبوب والمحاصيل الصناعية والمحاصيل العلفية والمراعي والأشجار
	ج: الري الموضعي للمحاصيل في الفئة ب إذا لم يحدث تعرض العمال والجمهور
أبو ظبي 2018	ري غير محظور
	ري محظور
مصر 2015	ري مقيد
	ج: محاصيل الفاكهة. المساحات الخضراء في المنشآت التعليمية والحدائق العامة والخاصة.
	ب: محاصيل الفاكهة؛ المحاصيل الطبية الحبوب الجافة والخضروات المطبوخة والمعالجة، من جميع الأنواع؛
	ج: البذور. جميع أنواع الشتلات التي يتم زرعها لاحقا في الحقول الرئيسية؛ الورود والزهور المقطوفة. الأشجار المناسبة لتشجير الطرق السريعة والأحزمة الخضراء؛ جميع محاصيل الألياف؛ محاصيل العشب والبقوليات؛ التوت لإنتاج دودة القز. جميع المشاتل أو نباتات الزينة والأشجار؛

المعايير	الاستخدام المستهدف
لبنان 2010	د: محاصيل الكتلة الحيوية الصلبة؛ محاصيل الكتلة الحيوية السائلة؛ المحاصيل المستخدمة لإنتاج السليلوز. أشجار الأخشاب.
	أولاً: أشجار الفاكهة والمحاصيل التي تؤكل مطبوخة؛ المتنزهات والحدائق العامة والمروج وملاعب الجولف وغيرها من المناطق ذات التعرض العام المباشر؛
	ثانيا: أشجار الفاكهة؛ المروج والمناطق المشجرة وغيرها من المناطق ذات الوصول العام المحدود، وجوانب الطرق خارج المناطق الحضرية؛ حجز المناظر الطبيعية: البرك والمسطحات المائية وتيارات الزينة، حيث لا يسمح بالاتصال العام بالمياه؛
إيران 2010	ثالثا: ري الحبوب والبذور الزيتية والألياف ومحاصيل البذور؛ محاصيل لصناعة التعليب والمحاصيل الصناعية؛ أشجار الفاكهة (باستثناء المروية بالرش)؛ مشاتل النباتات ومشاتل الزينة والمناطق الخشبية والمناطق الخضراء التي لا يمكن للجمهور الوصول إليها.
	ج: ري المحاصيل التي من المحتمل أن تؤكل غير مطبوخة، وملعب رياضي، وحدائق عامة
	ب: ري محاصيل الحبوب والمحاصيل الصناعية ومحاصيل الأعلاف والمراعي والأشجار.
الأردن 2006	ج: الري الموضعي للمحاصيل في الفئة ب إذا لم يحدث تعرض العمال والجمهور.
	ج: الخضروات المطبوخة والحدائق والملاعب وجوانب الطرق داخل حدود المدينة؛
	ب: أشجار الفاكهة وجوانب الطرق خارج حدود المدينة والمناظر الطبيعية؛
	ج: المحاصيل الحقلية والمحاصيل الصناعية والأشجار الحرجية.
المملكة العربية السعودية 2006	لا اسم: الزهور المقطوفة.
	ري غير محظور
فلسطين 2003	ري محظور
	أ: جودة المياه عالية.
	ب: جودة المياه جيدة.
	ج: جودة المياه متوسطة؛
المغرب 2002	د: جودة مياه منخفضة.
	ج: المحاصيل التي من المحتمل أن تؤكل نيئة، والرياضات الميدانية، والحدائق العامة؛
	ب: محاصيل الحبوب والمحاصيل الصناعية والأعلاف والبساتين والمراعي؛
سوريا 2002	ج: المحاصيل من الفئة ب إذا كانت مروية بالري بالتنقيط وإذا لم يتعرض العمال الزراعيون والمزارعون.
	ج: ري محاصيل الخضروات المطبوخة والأماكن العامة؛
	ب: المحاصيل الغذائية المصنعة وأشجار الفاكهة والمناطق الحضرية الأخرى؛
الكويت 2002	ج: المحاصيل الصناعية والحراجة.
عمان 1995	فئة مياه واحدة
	ج: الخضروات التي من المحتمل أن تؤكل نيئة، والفاكهة التي من المحتمل أن تؤكل نيئة وفي غضون أسبوعين من أي ري ؛
تونس 1989	ب: الخضروات التي يجب طهيها أو معالجتها، والفاكهة إذا لم يكن الري في غضون أسبوعين من المحاصيل، والأعلاف، والحبوب، ومحاصيل البذور، والمراعي لا يمكن للجمهور الوصول إليها.
	فئة محصول واحدة فقط

المصادر: وكالة حماية البيئة 2012، منظمة الصحة العالمية 2006أ، برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005؛ منظمة الصحة العالمية 1989، مكتب التنظيم والرقابة (الإمارات العربية المتحدة)2018 (أبو ظبي)، مدونة الممارسات المصرية 2015 (مصر)، منظمة الأغذية والزراعة 2010، (لبنان)؛ « Shoushtarian» و« 2020 » Negahban-Azar (إيران)؛ المعيار الرسمي JS 893 (الأردن)؛ « 2009 «Al Jasser (المملكة العربية السعودية)، المعيار الرسمي MF 742/2003 (فلسطين)؛ ميدوير 2003 (المغرب)؛ الوكالة اليابانية للتعاون الدولي 2008 (سوريا)؛ « Abusam» و« 2013 «Shahalam (الكويت)، « Shoushtarian» و« 2020 «Negahban-Azar (عمان)، المعيار الرسمي NT 106.002/1989 (تونس)..

(1000 بكتيريا/ 100 مل) (الشكل 5.3). اختارت كل من لبنان والأردن 200 إشريكية قولونية/ 100 مل[10]، وهى

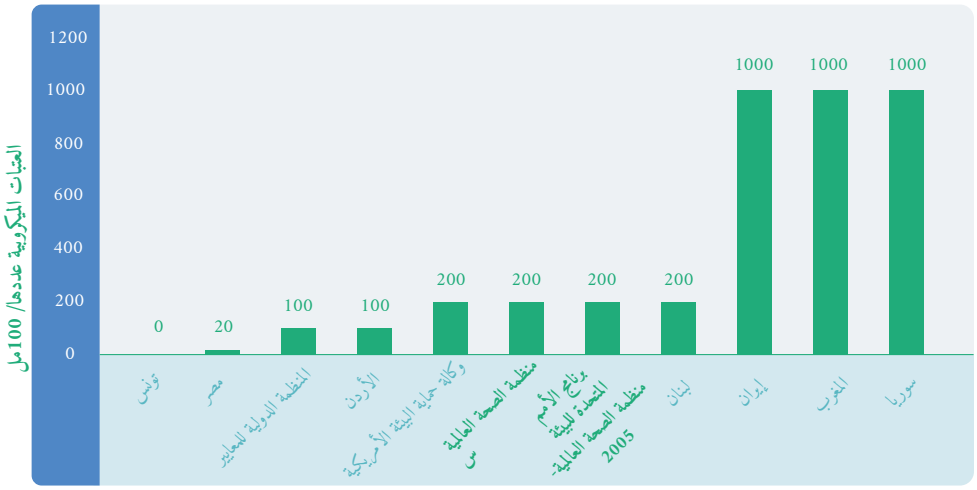
[10] تم استخدام مؤشرات بكتيرية مختلفة. أنظر الملاحظات في الأشكال 5.3 و5.4..



الشكل 5.3 العتبة الميكروبية والقيود المفروضة لري المحاصيل الغذائية

المصادر: وكالة حماية البيئة 2012، المنظمة الدولية للمعايير 2015، برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005؛ منظمة الصحة العالمية 1989، مكتب التنظيم والرقابة 2018 (أبو ظبي)، مدونة الممارسات المصرية 2015 (مصر)، منظمة الأغذية والزراعة 2010 (لبنان)؛ « Shoushtarian» و« 2020 «Negahban-Azar (إيران)؛ المعيار الرسمي JS 893 (الأردن)؛« 2009 «Al Jasser (المملكة العربية السعودية)، المعيار الرسمي MF 742/2003 (فلسطين)؛ ميدوير 2003 (المغرب)؛ الوكالة اليابانية للتعاون الدولي 2008 (سوريا)، « Abusam» و« 2013 «Shahalam (الكويت)، « Shoushtarian» و« 2020 «Negahban-Azar (عمان)، المعيار الرسمي NT 106.002/1989 (تونس).

ملاحظات: *تختلف المؤشرات الميكروبية من معيار إلى آخر: وكالة حماية البيئة، منظمة الصحة العالمية. يستخدم لبنان وإيران والمملكة العربية السعودية والمغرب وسوريا وعمان القولونيات البرازية، بينما تستخدم فلسطين والأردن ومصر الإشريكية القولونية. وتستخدم منظمة الصحة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة في أبو ظبي كلا المؤشرين على قدم المساواة. تستخدم الكويت إما القولونيات البرازية أو القولونيات الكلية. والثانية عند عتبة 100/400 مل.



الشكل 5.4 العتبات الميكروبية للحدائق العامة وري المناظر الطبيعية.

ملاحظات: *تختلف المؤشرات الميكروبية من معيار إلى آخر: وكالة حماية البيئة ومنظمة الصحة العالمية، تستخدم لبنان وإيران والمغرب وسوريا القولونيات البرازية، بينما يستخدم الأردن ومصر الإشريكية القولونية. وتستخدم منظمة الصحة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة كلا المؤشرين على قدم المساواة. المصادر: وكالة حماية البيئة 2012، المنظمة الدولية للمعايير 2015، برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005، منظمة الصحة العالمية 1989، مدونة الممارسات المصرية 2015 (مصر)، منظمة الأغذية والزراعة 2010 (لبنان)؛ « Shoushtarian» و« 2020 «Negahban-Azar (إيران)؛ المعيار الرسمي JS 893 (الأردن)؛ ميدوير 2003 (المغرب)؛ الوكالة اليابانية للتعاون الدولي 2008 (سوريا)، « Abusam» و« 2013 «Shahalam، المعيار الرسمي NT 106.002/1989 (تونس).

العتبة الأكثر صرامة التي أوصت بها منظمة الصحة العالمية (1989) لري الأماكن العامة (الشكل 5.4). تم اعتماد نفس العتبة لنفس الفئة في المبادئ التوجيهية للبحر الأبيض المتوسط (برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005) في حين كانت عتبات المحاصيل الغذائية هي نفسها التي أوصت بها عام 1989 المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية. حددت مصر الحد الأقصى عند 100 قولونيات برازية/ 100 مل (مثل عمان) وتونس عند 0 بكتيريا، وهو أكثر صرامة من المملكة العربية السعودية والكويت وأبو ظبي وأقرب إلى نموذج كاليفورنيا المتحفظ، والمغرب هو البلد الوحيد الذي تبنى توصية منظمة الصحة العالمية 1989 للمحاصيل الغذائية.

علاوة على ذلك، يسمح المغرب فقط بري الخضروات التي يمكن أن تؤكل نيئة، بينما تحظرها الدول الأربعة الأخرى تماما. أما دول مجلس التعاون الخليجي فهى أقل تقييداً من حيث الاستخدامات النهائية المسموح بها، لا سيما فيما يتعلق بري الخضروات التي تؤكل نيئة. تسمح ثلاثة من أصل الدول الأربع المذكورة (باستثناء الكويت) بري الخضروات التي يمكن تناولها غير مطبوخة، مما يجعلها أقل تقييدا في شروط ري المحاصيل الغذائية.

كما لوحظ في الأقسام التالية، يصعب فرض تقييد المحاصيل في الممارسة العملية وغالبا ما يؤدي إلى إعادة الاستخدام ولكن غير الرسمي. وعند صياغة المبادئ التوجيهية لمنطقة البحر الأبيض المتوسط، فإن هذا الموضوع «كان موضوع خلافات حادة بين الخبراء» (برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005، ص 21). حيث تقرر أخيرا أن «يتم إدراج الخضار التي تؤكل مطبوخة، مثل البطاطس والكراث والفاصوليا، إلخ، ولا تزرع حصرا لصناعة التعليب، في نفس فئة الخضروات التي تؤكل نيئة، لأنها غالبا ما تزرع في نفس الحقول، وتُروى بنفس الماء (برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005، ص 21).

القيود المفروضة على أنظمة الري

أدخلت لوائح البلدان الخمسة (المبادئ التوجيهية في حالة لبنان) قيودا على تقنيات الري كحاجز إداري داخل المزرعة. تسمح مصر باستخدام «الرشاشات الصغيرة ذات الزاوية الأفقية التي لا تزيد عن 11 درجة» لري الأماكن العامة (الفئة أ)، والمحاصيل الغذائية بما في ذلك الخضروات المراد طهيها ومعالجتها وأشجار الفاكهة (الفئة ب). الرشاشات مقيدة في الفئتين (ج) و(د) (الشتلات والمحاصيل غير الغذائية). يسمح لبنان باستخدام الرشاشات فقط للمياه من الفئتين الثانية والثالثة، والتي تشمل أشجار الفاكهة ولكنها تستبعد الخضروات وفقط إذا تم احترام «منطقة عازلة بحوالي 300 متر» بين المحاصيل المستبعدة. الأردن وتونس والمغرب تقيد استخدام الرشاشات لجميع الفئات. توفر كل من منظمة الصحة العالمية (1989) والمبادئ التوجيهية المتوسطية (برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005) الحرية للبلدان للسماح باستخدام الرشاشات (الجدول 5.5).

5.4.2. المحددات الفيزيائية والكيميائية

يع المحددات الفيزيائية والكيميائية الرئيسية للفئة الأولى من المياه للوائح أو المبادئ التوجيهية الرسمية ل 12 دولة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا (لبنان) وهي معروضة في الجدول 5.6. بشكل عام، يبين أن البلدان لم تعتمد نفس المحددات الفيزيائية والكيميائية للرصد وأن لديها عتبات مختلفة لنفس المحددات. تم اعتماد الطلب البيولوجي على الأكسجين (BOD5) والمواد الصلبة العالقة الكلية (TSS) في معايير 11 دولة (باستثناء المغرب ل BOD5 وتونس ل TSS)، تم اعتماد الطلب على الأكسجين الكيميائي (COD) في سبعة معايير، والطلب على الأكسجين الكيميائي (COD) في ستة معايير، والتعكر (NTU) في خمسة معايير والأكسجين المذاب (DO) في معيار واحد فقط (الأردن).

تتمتع البلدان الخمسة التي نوليها الاهتمام في هذا الكتاب بمستويات مختلفة من الصرامة فيما يتعلق بالمعايير المختلفة. تم تحديد أعلى قيمة حدية للطلب البيولوجي على الأكسجين (BOD5) من قبل تونس والأردن (30 مجم/ لتر) وأدنى قيمة لمصر (15 مجم/ لتر). سجلت حكومات أخرى في منطقة الشرق الأوسط وشمال

إفريقيا مثل أبو ظبي والمملكة العربية السعودية وعمان عتبات أقل (10 و10 و15 مجم/ لتر على التوالي) والتي يمكن تفسيرها بارتفاع مستوى المعالجة في هذه البلدان (Choukr-Allah 2008). يتم رصد معلمة الطلب على الأكجسين الكيميائي (COD) فقط في ثلاثة بلدان (لبنان والأردن وتونس) وفي لبنان بوجود عتبة أعلى (125 مجم/ لتر) تليها الأردن (100 مجم/ لتر) وتونس (90 مجم/ لتر). دول مجلس التعاون الخليجي لديها قيم عتبة أعلى أو أدنى. ومن بين البلدان ال 12، فقد اعتمد المغرب أعلى قيمة حدية للمواد الصلبة العالقة الكلية (TSS) وهو المعيار الوحيد الذي يوفر قيمتين مختلفتين وفقا لتقنية الري المستخدمة (100 مجم/ لتر للري بالرش

الشكل 5.5 المعايير والقيود الرئيسية لمكافحة مسببات الأمراض.

البلد	الفئة	البكتيريا (رقم / 100 مل) *	الديدان الخيطية المعوية (البيض/ لتر)	يسمح بالخضار التي تؤكل نيئة	يسمح بالري بالرش
منظمة الصحة العالمية 1989	أ	≥1,000 للمحاصيل الغذائية؛ 200 للأماكن العامة	<1	نعم	نعم، لو سمحت الظروف
	ب	لا يوجد معيار موصى به	<1	لا	نعم
	ج	غير مطابق	غير مطابق	لا	نعم
البحر الأبيض المتوسط- المبادئ التوجيهية لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005	الأولى	<200	<0.1	غير مطابق	نعم
	الثانية	<1.000	<0.1	نعم	نعم
	الثالثة	<10-5	<1	لا	نعم باستثناء أشجار الفاكهة
	الرابعة	غير مطلوب		لا	لا
مصر	أ	20	>1	لا	نعم (رشاشات صغيرة بزاوية أفقية لا تزيد عن 11 درجة)
	ب	100	-	لا	نعم (رشاشات صغيرة بزاوية أفقية لا تزيد عن 11 درجة)
	ج	1,000	-	لا	لا
	د	-	-	لا	لا
أردن	أ	100	<1	لا	لا
	ب	1,000	<1	لا	لا
	ج	-	<1	لا	لا
	د	<1.1	<1	لا	لا
لبنان	الأولى	<200	<1	لا	لا
	الثانية	<1.000	<1	لا	نعم (يجب احترام المنطقة العازلة 300 متر)
	الثالثة	-	<1	لا	نعم (يجب احترام المنطقة العازلة 300 متر)
المغرب	أ	<1,000	0	نعم	لا
	ب	-	0	لا	لا
	ج	-	0	لا	لا
تونس			1	لا	لا

ملاحظات: * تختلف المؤشرات الميكروبية من معيار إلى آخر: تستخدم منظمة الصحة العالمية ولبنان والمغرب القولونيات البرازية بينما يستخدم الأردن ومصر الإشريكية القولونية. ويستخدم برنامج الأمم المتحدة للبيئة كلا المؤشرين على قدم المساواة. المصادر: برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005؛ منظمة الصحة العالمية 1989، مدونة الممارسات المصرية 2015 (مصر)، منظمة الأغذية والزراعة 2010 (لبنان)؛ المعيار الرسمي JS 893 (الأردن)؛ « Al Jasser 2009 (المملكة العربية السعودية)؛ MEDAWARE 2003 (المغرب)؛ المعيار الرسمي NT 106.002/1989 (تونس).

الجدول 5.6 المحددات الفيزيائية والكيميائية لأفضل فئة من المخلفات السائلة المعالجة في لوائح مختلفة.

	الاستخدام المستهدف / فئة المياه	الطلب على الأكسجين الحيوي (مجم/ لتر)	الطلب على الأكسجين الكيميائي (مجم/ لتر)	الأكسجين المذاب	TSS (mg/L)	Turbidity (NTU)
وكالة حماية البيئة الأمريكية (2012)	(مجم/ لتر)	إجمالي المواد الصلبة العالقة			5	2
منظمة الصحة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (2005)	(مجم/ لتر)	التعكر			<10	
أبو ظبي	(وحدة قياس العكارة الكلوية)	10			10	5
مصر	الفئة أ	15			<15	>5
لبنان	محاصيل من الفئة الأولى	25	125		60	
إيران	الفئة أ	21			40	
الأردن	الفئة أ	30	100	أكثر من 2	50	10
المملكة العربية السعودية	ري غير محظور	10			10	5
فلسطين	المحاصيل المروية من مياه عالية الجودة	20	50		30	
المغرب	الفئة أ				100 (رشاش)	
سوريا	الفئة أ	30	75		200 (بالجاذبية)	
الكويت	ري غير محظور	20	100		50	
عمان	الفئة أ	15	150		15	
تونس	فئة واحدة	30	90		15	30

المصادر: وكالة حماية البيئة 2012، برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005؛ مكتب التنظيم والرقابة 2018 (أبو ظبي)، مدونة الممارسات المصرية 2015 (مصر)، منظمة الأغذية والزراعة 2010 (لبنان)؛» Shoushtarian» و» 2020 «Negahban-Azar (إيران)؛ المعيار الرسمي JS 893 (الأردن)؛ «2009 Al Jasser» (المملكة العربية السعودية)، المعيار الرسمي MF 742/2003 (فلسطين)؛ميدوير 2003 (المغرب)؛ الوكالة اليابانية للتعاون الدولي 2008 (سوريا)؛ « Abusam» و» 2013 «Shahalam (الكويت)؛ «Shoushtarian» و» 2020 «Negahban-Azar (عمان)، المعيار الرسمي NT 106.002/1989 (تونس).

ملاحظات: يشير BOD5 (الطلب البيولوجي على الأكسجين) إلى كمية الأكسجين التي تستهلكها البكتيريا والكائنات الحية الدقيقة الأخرى في عينة مائية خلال فترة خمسة أيام في درجة حرارة 20 درجة مئوية. تقيس قيمة COD (الطلب على الأكسجين الكيميائي) كمية الأكسجين التي تستهلكها عمليات التنقية الكيميائية في مياه الصرف الصحي. كلما زادت القيمة، قل تنقية المياه. الأكسجين المذاب (DO) هو كمية الأكسجين الموجودة في الماء وهو مؤشر مباشر على قدرة الموارد المائية على دعم الحياة المائية. TSS (إجمالي المواد الصلبة العالقة) هو قياس لإجمالي المواد الصلبة في عينة المياه أو مياه الصرف الصحي التي يتم الاحتفاظ بها عن طريق الترشيح. التعكر هو مقياس الوضوح النسبي للسائل. إنها خاصية بصرية للماء وهي قياس لكمية الضوء المتناثرة بواسطة مادة في الماء عندما يتم تسليط الضوء من خلال عينة الماء.

و200 مجم/ لتر للري بالجاذبية). تليه لبنان (60 مجم/ لتر)، الأردن (50 مجم/ لتر)، إيران وسوريا (50 مجم/ لتر) وفلسطين (30 مجم/ لتر). أما بالنسبة لمعايير الطلب على الأكسجين البيولوجي (BOD5)، فإن عتبة المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS) في مصر أقرب إلى معايير دول مجلس التعاون الخليجي (15 مجم/ لتر مثل الكويت وعمان). قد يكون هذا مرتبطا بالهدف الوطني لمصر المتمثل في تنفيذ تكنولوجيات معالجة عالية المستوى.

5.4.3. المحددات الزراعية والعناصر النزرة

أظهر تجميع المحددات الزراعية مجموعة واسعة من النهج التنظيمية بين البلدان التي اعتمدت فيها تصنيفات مختلفة وأعداد متفاوتة من المحددات (الجدول 5.7). وفقا للتصنيف الذي اعتمدته منظمة الأغذية والزراعة (1992)،

الجدول 5.7 التصنيف والمعايير الزراعية المعتمدة لتنظيم إنتاج المحاصيل في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	النهج المتبع لتحديد المخاطر	رقم المحددات الزراعية	المحددات المحددة
الفاو (2002)	مصنفة إلى ثلاث فئات وفقا ل "درجة تقييد الاستخدام" (لا شيء، طفيف، شديد)	14	الأس الهيدروجيني، الموصلية الكهربائية، إجمالي المواد الذائبة، نسبة امتزاز الصوديوم (SAR)، الصوديوم (Na+)، ايون الكلوريد (C1)، غاز الكلور (C12) وأيون بيكربونات (HCO3)، البورون (B)، كبريتيد الهيدروجين (H2S)، والحديد (Fe)، منجنيز (Mn)، إجمالي كيلدال نيتروجين (TKN)
أبو ظبي (2018)	نفس الفئات الخاصة ب المحددات الرئيسية (غير مقيدة؛ مقيدة)	9	
مصر (2005)	مصنفة إلى فئتين "الاستخدام طويل الأجل" و "الاستخدام قصير الأجل"	9	تختلف قيم عتبة الصوديوم (Na+) وأيون الكلوريد (C1)- وفقا لنظام الري (رشاش أقل من السطح)
لبنان (2010)	مصنفة إلى ثلاث فئات وفقا ل "درجة تقييد الاستخدام" (لا شيء، طفيف، شديد) ؛	9	الأس الهيدروجيني، الموصلية الكهربائية، إجمالي المواد الذائبة، نسبة امتزاز الصوديوم، الصوديوم، أيون الكلوريد، أيون بيكربونات، الراتينج (Res)، غاز الكلور، والبورون
إيران (2010)	فئة واحدة	10	إجمالي المواد الذائبة: نسبة امتزاز الصوديوم، الصوديوم، المغنسيوم (Mg2)، الكالسيوم (Ca2)، أيون البيكربونات، الفوسفات (PO4)، السلفات (SO4)، والبورون
الأردن (2006)	مصنفة إلى ثلاث فئات وفقا ل "درجة تقييد الاستخدام" (لا شيء، طفيف، شديد)	11	الأس الهيدروجيني، إجمالي المواد الذائبة، نسبة امتزاز الصوديوم، الصوديوم، أيون الكلوريد، إجمالي كيلدال نيتروجين، أيون بيكربونات، الراتينج، أيون الكلوريد، تختلف بناء على نظام الري (الرشاشات أقل من السطح)
المملكة العربية المتحدة (2006)	نفس الفئات بالنسبة للبارامترات الرئيسية (الري غير المقيد؛ الري المقيد)	5	الأس الهيدروجيني، إجمالي المواد الذائبة، نسبة امتزاز الصوديوم، الصوديوم، أيون الكلوريد، الأمونيوم (NH4)، أيون البيكربونات، الفوسفات، البورون.
فلسطين (2003)	نفس الفئات الخاصة ب المحددات الرئيسية (أ، ب، ج، د)	6	الأس الهيدروجيني، الموصلية الكهربائية، إجمالي المواد الذائبة، نسبة امتزاز الصوديوم، الصوديوم، أيون الكلوريد، النيترات (NO3)، أيون بيكربونات، الفوسفات، الراتينج، غاز الكلور، البورون.
المغرب (2002)	نفس الفئات الخاصة ب المحددات الرئيسية (أ، ب، ج، د)	9	الأس الهيدروجيني، إجمالي المواد الذائبة، النيترات، الراتينج، غاز الكلور، البورون
سوريا (2002)	نفس الفئات الخاصة ب المحددات الرئيسية (أ، ب، ج، د)	14	الأس الهيدروجيني، إجمالي المواد الذائبة، أيون الكلوريد (قيم مختلفة بحسب نظام الري)، النيترات، أيون البيكربونات، الراتينج، وغاز الكلور.
الكويت (2002)	فئة واحدة فقط	8	الأس الهيدروجيني، الموصلية الكهربائية، إجمالي المواد الذائبة، الصوديوم، أيون الكلوريد، النيترات، السلفات، البورون
عمان (1995)	تختلف عن المحددات الرئيسية (المحاصيل الغذائية ؛ المحاصيل غير الغذائية)	11	تختلف قيم عتبة الصوديوم (Na) وأيون الكلوريد (Cl) وفقا لنظام الري (رشاش أقل من السطح)
			الأس الهيدروجيني، إجمالي المواد الذائبة، نسبة امتزاز الصوديوم، الصوديوم، المغنسيوم، الكالسيوم، أيون الكلوريد، النيترات، الفوسفات، الراتينج، غاز الكلور، والبورون
			الأس الهيدروجيني، الموصلية الكهربائية، إجمالي المواد الذائبة، إجمالي كيلدال نيتروجين، الأمونيوم، الراتينج، غاز الكلور، البورون
			الأس الهيدروجيني، الموصلية الكهربائية، إجمالي المواد الذائبة، الصوديوم، المغنسيوم، أيون الكلوريد، إجمالي كيلدال نيتروجين، النيترات، الأمونيوم، الفوسفات، البورون

SOURCES: EPA 2012; FAO 1992; UNEP-WHP 2005; WHO 1989; RSB 2018 (Abu Dhabi); ECP 2015 (Egypt); FAO 2010 (Lebanon); Shoushtarian and Negahban-Azar 2020 (Iran); Official Standard JS 893 (Jordan); Al Jasser 2009 (Saudi Arabia); Official Standard MF 742/2003 (Palestine); MEDAWARE 2003 (Morocco); JICA 2008 (Syria); Abusam and Shahalam 2013 (Kuwait); Shoushtarian and Negahban-Azar 2020 (Oman); Official Standard NT 106.002/1989 (Tunisia).

فقد حدد لبنان والأردن ثلاث درجات من القيود المفروضة على الاستخدام (لا شيء، طفيفة وشديدة). أما مصر فقد حددت نوعين من الاستخدام «طويل الأجل» و»قصير الأجل»، ولم تميز بلدان أخرى مثل المغرب بين مستوى القيود المفروضة على الاستخدامات. واعتمد الأردن أكبر عدد من المحددات التي يجب رصدها (11) في حين حدد لبنان ومصر والمغرب تسعة بارامترات للرصد.

5.5. تنفيذ نهج إدارة المخاطر: الممارسات والتحديات

في الوقت الذي تبذل فيه بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا جهودا لتحسين اللوائح التنظيمية المتعلقة بجودة المياه، تبين أن النهج التكيفية لإدارة المخاطر التي أوصت بها المبادئ التوجيهية الدولية (مثل منظمة الصحة العالمية 2006أ، ووكالة حماية البيئة 2012) لم يتم اعتمادها بشكل جيد. ولا تعالج عموما مسألة ممارسات إعادة الاستخدام غير الرسمية (وبالتالي غير الآمنة) في الجهود التنظيمية، التي لا تزال تركز على القطاع «الرسمي» («Tawfik» وآخرون 2021). وفي مخططات إعادة الاستخدام القائمة، لا تزال النهج التقييدية تتمتع بامتياز مع عدم كفاية الحوافز أو الدعم للمزارعين لتبني الممارسات المفروضة. يوضح القسم التالي هذه المشكلات ويحاول شرح العمليات المؤسسية والاجتماعية التي تؤدي إلى تشريعات أو لوائح غير قابلة للتكيف.

5.5.1. ضعف تبني توجهات إدارة المخاطر

تظهر التدابير التنظيمية المعتمدة في البلدان الخمسة أن الجهود تتركز على تنظيم المخلفات السائلة التي يتم تصريفها من محطات المعالجة القائمة في حين لا تزال الممارسات غير الآمنة تعالج بشكل سيئ. تعد مصر مثالا نموذجيا حيث يتم استغلال المياه الملوثة بشكل غير رسمي في نظام الصرف في دلتا النيل لري جميع أنواع المحاصيل، بما في ذلك الخضروات التي تؤكل مطبوخة ونيئة (Louffy2010). في حين أن الحكومة تنفذ محطات معالجة كبيرة في أجزاء أخرى من البلاد مع خطط لتوسيع المحاصيل «الأكثر أمانا» (أشجار الأخشاب)، لا تزال أكبر المناطق الزراعية في مصر مروية بمياه ذات نوعية رديئة. لا يبدو أن إدارة مخاطر إعادة الاستخدام غير الرسمي قد تم تناولها في لوائح المياه الجديدة في مصر (2015).

في حين أن «أفضل الممارسات» (تدابير الحد من المخاطر) موجودة في معظم اللوائح والمبادئ التوجيهية، إلا أنها تأتي تحت شكل توصيات ومصحوبة بتدابير تقييدية إجبارية مثل التقييد الكامل للمحاصيل وتقنيات الري. ومن ناحية أخرى، فإن قدرات الإنفاذ منخفضة والبدائل ليست دائما مجدية للمزارعين. في تونس، استبدلت الحكومة المياه العذبة بالمخلفات السائلة المعالجة في العديد من مشاريع الري. في أحد مخططات إعادة الاستخدام (السِبالة)، دفعت القيود المفروضة على ري الخضروات المزارعين إلى الاحتفاظ بأجزاء كبيرة من الأراضي غير مزروعة؛ وفي «Ouzarah» و «Al-Resalah»، طلب المزارعون من السلطات إعادة السماح باستخدام المياه العذبة («Abu-Madi 2004). وقد لوحظت نفس الممارسات العملية مؤخرا في الأردن بالقرب من محطة معالجة مياه الصرف الصحي «خربة السمرا». وهناك، تفرض العقود المبرمة بين شركة المياه والمزارعين زراعة أشجار الفاكهة والمحاصيل العلفية، ولكن كان ينظر إلى العديد من المزارعين على أنهم يزرعون الخضروات بشكل غير رسمي.[11]

في لبنان، أحجام المعالجة منخفضة ولا تزال أنظمة إعادة الاستخدام المنظمة غير متوفرة[12] وفي سهل البقاع، تسبب تلوث نهر الليطاني في آثار صحية خطيرة على السكان، وتراكم التأخير الهائل في تنفيذ محطات المعالجة التقليدية («Eid-Sabbagh» وآخرون 2022). تنتشر إعادة الاستخدام غير الرسمية على نطاق واسع، ولكن التدابير البديلة أو التكميلية لإدارة المخاطر (مثل المعالجة غير التقليدية، ونقاط مكافحة مسببات الأمراض على مستوى المزارعين أو المستهلكين على النحو الذي أوصت به منظمة الصحة العالمية) لا تؤخذ في الاعتبار الكافي في التخطيط واللوائح. وعلى المستوى الوطني، تشمل المناطق ذات «إمكانية إعادة الاستخدام» عادة الخضروات الورقية كما هو موضح في دراسة حديثة للمعهد الدولي لإدارة المياه (Eid-Sabbagh وآخرون 2022). وعلى العكس من ذلك، فإن المبادئ

[11] مقابلة مع باحث أردني في يناير 2022.

[12] الاستثناء هو «Ablah» حيث تم تنفيذ نظام صغير لإعادة الاستخدام من قبل مشروع للاتحاد الأوروبي في عام 2015 (انظر Eid Sqbbaghوآخرون 2022).

التوجيهية الصادرة في عام 2010 تحظر تماما ري الخضروات التي تؤكل نيئة وكذلك استخدام رشاشات الري. بذل المعهد اللبناني للبحوث الزراعية جهودا لاختبار ممارسات إدارة المخاطر في المزرعة في البقاع تجريبيا، لكن هذه الجهود تتم على مستوى المشروع، وتعتمد على[13] التمويل الخارجي ولا ترتبط بشكل منهجي بصياغة لوائح جديدة. علاوة على ذلك، تشكل ترجمتها إلى خطط لإدارة المخاطر تحديا آخر نظرا لتعدد الإدارات والتخطيط المجزأ في قطاع الصرف الصحي اللبناني (Eid-Sabbagh وآخرون 2022؛ انظر الفصل 3).

5.5.2. التخطيط الموازي والافتقار إلى القيادة المؤسسية

توضح التجربة الأردنية التحديات المؤسسية لتنفيذ نهج إدارة المخاطر الذي تروج له منظمة الصحة العالمية. في عام 2014، وضعت وزارة الري المبادئ التوجيهية لجودة مياه الري باستخدام مفاهيم منظمة الصحة العالمية (2006أ) لتقييم المخاطر والأهداف الصحية وتدابير الحماية الصحية. على سبيل المثال، تسمح المبادئ التوجيهية المصاغة بري الخضروات التي تؤكل نيئة بموجب تدابير محددة وهي ممارسة محظورة في المعايير الرسمية. وفقا لكساب (بدون تاريخ)، لم يتم دمج هذه المبادئ التوجيهية في قانون الزراعة الأخير لعام 2016 بسبب الخلافات المؤسسية. ويوضح باحث أردني مشارك في عمليات تنظيم جودة المياه في البلاد أن تنفيذ خطط أصحاب المصلحة المتعددين لا يمكن أن يتم دون قرار سياسي من المستوى المركزي مثل مجلس الوزراء. وهي ترى أنه ينبغي لسلطة «أعلى» أن تضفي الطابع المؤسسي على هذه الخطط بحيث يكون للإدارات إطار قانوني وحافز سياسي لتنفيذ «نقاط التحكم» المختلفة للنهج المتعدد الحواجز (انظر القسم 3، الفصل 4).

التفتت المؤسسي، وهي قضية يتم التأكيد عليها بشكل شائع في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (Choukr-Allah 2008; Ait-Mouheb وآخرون 2010) يزيد من تعقيد التنسيق بين أصحاب المصلحة. فعلى سبيل المثال، غالبا ما تضطلع بعملية تخطيط محطات المعالجة وكالات لا يشمل نطاقها أو خبرتها الري وإعادة الاستخدام الزراعي. ففي الأردن وتونس، على سبيل المثال، تم تصميم مرافق معالجة مياه الصرف الصحي منذ فترة طويلة وفقا للمعايير البيئية (التصريف في البيئة) بدلا من تلك التي صيغت لإعادة الاستخدام («Abou Madi 2004»). وقد تحسن هذا الوضع في الأردن حيث أصبحت الإدارات المسؤولة عن تشغيل محطات المعالجة مسؤولة الآن بشكل مباشر عن إبرام عقود اشتراك مع المستخدمين. ومع ذلك، فإن مراقبة المحاصيل تقع تحت مسؤولية وزارة الزراعة، التي يبعد موظفوها جغرافيا عن الحقل.[14]

في لبنان، تبين أن الإدارات المسؤولة عن تخطيط أو تشغيل محطات المعالجة تتبع معايير التصريف البيئي ونادرا ما تكون على علم بوجود إعادة الاستخدام الموجودة بالخطوط التوجيهية الصادرة عن (منظمة الأغذية والزراعة 2010).[15] علاوة على ذلك، في حين أن تصميم محطات المعالجة الجديدة يبدأ في تضمين منافذ إعادة الاستخدام، لا يتم تنسيق التخطيط العام مع الإدارات المعنية بإدارة الري أو البلديات أو المستخدمين (عيد الصباغ وآخرون 2022). في المغرب، على الرغم من الجهود الحكومية المبذولة لدمج الصرف الصحي وإعادة الاستخدام في خطط موحدة، تشير بعض الدراسات إلى أنه لا توجد «عملية متفق عليها رسميا لصياغة وتصميم مشاريع [إعادة استخدام] جديدة» («Ait-Mouheb» وآخرون 2020). بالإضافة إلى هذه الفجوة بين تصميم المعالجة وسياسات إعادة الاستخدام، تشير الدراسات بانتظام إلى وجود مشكلة في أداء محطات المعالجة بسبب نقص الموظفين ونقص الخبرة الفنية والتفتت المؤسسي، الذي يجب حله من خلال الامتثال للوائح («Choukr-Allah 2008» و«Ait-Mouheb» وآخرون 2020).

5.5.3. التقليد التكنوقراطي لصياغة اللوائح

يفسر تفضيل اللوائح «الصارمة» أيضا بالإطار الاجتماعي المؤسسي الذي تصاغ فيه المعايير. فغالبا ما يتم وضع المعايير من خلال «اللجان الفنية» التي يشكلها ممثلو الوزارات (الصحة والبيئة والمياه والري حسب البلدان). عادة ما

[13] أجريت تجارب بحثية في عامي 2019 و2020 كجزء من مشروع ReWater MENA. أجرى باحثو المعهد اللبناني للبحوث الزراعية التجربة والأوراق البحثية المنشورة.

[14] مقابلة مع باحث أردني في يناير 2022.

[15] ملاحظة شخصية

يكونون مسؤولين من المستوى المتوسط قادمين من خلفية تقنية (مثل كيميائيين ومهندسين زراعة وعلماء أحياء) ويهدفون إلى توفير أفضل الظروف الممكنة للسلامة الصحية أو انتاجية المحاصيل. في مثل هذه الظروف، تركز المناقشة في كثير من الأحيان على المعايير و المحددات باعتبارها «قيما مطلقة» (EPA 2012) بدلا من تأطيرها في السياق الاجتماعي والاقتصادي والمؤسسي الأكبر. فالاعتبارات المؤسسية مثل القدرات الإدارية والإنفاذ، أو المسائل المتعلقة بممارسات المزارعين وحوافزهم، لا تطرح بشكل منهجي على الطاولة. في الأردن ولبنان، يتم تنظيم هذه الاجتماعات من قبل «المؤسسة المسؤولة عن القياسات» لكل بلد. في لبنان، معظم أعضاء اللجنة الرئيسيين المدعوين هم خبراء في جودة المياه ومهندسون زراعيون ذوو خبرة محدودة في الجوانب المؤسسية لقطاع الصرف الصحي (تخطيطي، مؤسسي والولايات المؤسسية والآليات)، والمسائل العملية المتعلقة بتشغيل محطة معالجة مياه الصرف الصحي أو ممارسات المزارعين وتحدياتهم[16]. ويبدو أن السياق مشابه في الأردن، حيث لا يدرك المسؤولون المشاركون في مثل هذه المناقشات التحديات العملية لإنفاذ اللوائح[17]. في حالة كل من لبنان والأردن، لا يشكل المزارعون أو ممثلو المجتمعات المحلية جزءا من هذه اللجان، مما يعني أن قضايا الممارسات الزراعية، أو المسائل الأوسع نطاقا المتعلقة بتأثير التلوث، نادرا ما تناقش مع المستخدمين. في الأردن، «يمكن للمزارعين الحضور إذا اعتبروا ذلك مناسبا، لكن ليس لديهم الحق في التصويت على القرارات».[18] وهذا يدل على أن مفاهيم «تحالف التعلم» (Evans وآخرون 2010) التي تروج لها المنظمات الدولية، لا تزال ترجمتها وإضفاء الطابع المؤسسي عليها يمارس بشكل ضعيف للغاية. في حين تهدف المشاريع إلى تشكيل منصة متعددة المستويات لأصحاب المصلحة، فإنها غالبا ما تكون مشروطة باختيار ممثلي الوزارات، الذين لا تتسق خلفياتهم دائما مع المناقشات.

5.5.4. التصورات الاجتماعية والمسؤوليات المؤسسية

غالبا ما ينظر إلى تخفيف العتبات الميكروبية على أنه قرار «غير مسؤول» أو حتى قرار «غير أخلاقي». ففي تونس، يوصف المسؤولون الذين يجتمعون لوضع تقييمات جديدة للمخاطر الصحية بأن لديهم نهجا وقائيا تقليديا تجاه مخاطر صحة الإنسان (Caucci وآخرون 2018). وفي لبنان، ذكر مسؤول رفيع المستوى دعي إلى مناقشة حول مراجعة المبادئ التوجيهية لمنظمة الأغذية والزراعة استنادا إلى «نهج منظمة الصحة العالمية متعدد الحواجز» إنه «يجب إجراء المزيد من البحوث لأن تخفيف حدة المعايير له تأثير على صحة الناس»[19] وقد وصفت مناهج الحماية في إحدى المقابلات التي أجريناها بأنها استراتيجية عقيمة «لتمرير المسؤولية» حيث «يذهب المسؤولون إلى قرارات أقل خطورة ولكنهم يغضون الطرف عن مسائل قدرات الإنفاذ». كما استنكر أحد المخبرين الرئيسيين، «غالبا ما تظل العتبات الصارمة مجرد أرقام على الورق. وهذا ليس موقفا مسؤولا في رأيي لأن إزالة المسؤولية عن عاتق المسؤولين لا يعني أن السلامة ستتحسن».[20]

5.6. الملخص

حلل هذا الفصل اللوائح والمبادئ التوجيهية التي اعتمدتها خمسة بلدان في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (مصر والأردن ولبنان وتونس والمغرب) لإدارة سلامة إعادة استخدام المياه في الري. حيث ركز بشكل خاص على لوائح حماية صحة الإنسان وقيم جهود البلدان والتحديات التي تواجهها في تطوير نهج تنظيمية قائمة على السياق على النحو الموصى به في المبادئ التوجيهية الدولية الأخيرة مثل منظمة الصحة العالمية (2006) ووكالة حماية

[16] ملاحظة شخصية من المؤلف الرئيسي

[17] مقابلة مع باحث أردني في يناير 2022.

[18] المرجع نفسه.

[19] محضر اجتماع، مؤسسة المقاييس والمواصفات اللبنانية (ليبنور) (31 نشرين الثاني/ نوفمبر2021). تم دعم هذا الاجتماع من قبل باحثي المعهد الدولي لإدارة المياه و المعهد اللبناني للبحوث الزراعي، حيث عرض المعهد اللبناني نتائج تجاربه الميدانية وتأثير الممارسات داخل المزرعة على الحد من مسببات الأمراض كان جزءا من المناقشة.

[20] مقابلة مع باحث أردني في يناير 2022.

البيئة (2012).

وأظهر أن البلدان الخمسة لا تزال تتبع نموذجا موحدا يستهدف قطاع مياه الصرف الصحي الرسمي حيث تحتاج المخلفات السائلة المعالجة إلى الامتثال لمجموعة ثابتة من المعايير لتكون آمنة لإعادة استخدامها. اعتمدت أربعة بلدان (مصر والأردن ولبنان والمغرب) النموذج الذي وضعته منظمة الصحة العالمية (1989) وقامت ثلاثة منها (باستثناء المغرب) بتكييفه مع عتبات ميكروبية أكثر صرامة وقيود كاملة على الخضروات التي تؤكل نيئة. لا تزال تونس، على الرغم من المحاولات العديدة لإصدار لوائح أكثر تكيفا، تتبنى معاييرها لعام 1989، والتي هي أقرب إلى نموذج كاليفورنيا أو «صفر مخاطر».

وبشكل عام، تتبنى البلدان الخمسة نهجا غير تشاركي لمراقبة السلامة مع فرض قيود كاملة على بعض المحاصيل وتقنيات الري. غالبا ما يكون الإنفاذ غير فعال مع وجود حوافز أو دعم ضعيف للمزارعين لإيجاد ممارسات بديلة. علاوة على ذلك، يتم تطبيق اللوائح فقط على مشاريع إعادة الاستخدام المخطط لها بينما تظل إعادة الاستخدام غير الرسمي في وضع سيئ وتترك المخاطر دون تخفيف آثارها.

حظي نهج منظمة الصحة العالمية المتعدد الحواجز الصادر في عام 2006 بترويج واسع النطاق في المنطقة ولكنه لا ينعكس في لوائح البلدان. وفي حين أن بعض المبادرات، كما هو الحال في الأردن وتونس، وضعت مبادئ توجيهية تستند إلى مفاهيم «الأهداف القائمة على الصحة» و«إدارة المخاطر»، إلا أن هذه المبادرات لا تزال إرشادية ولم تترجم في خطط إدارة المخاطر أو اللوائح التكيفية. هناك عدة عوامل تعوق تصميم وتنفيذ مثل هذه النهج التكيفية مثل الافتقار إلى القيادة المؤسسية في تنسيق مهام الإدارات المتنوعة والمتنافسة في بعض الأحيان، والعمليات المؤسسية التكنوقراطية لصياغة المعايير والإحجام عن اتخاذ القرارات التي قد ينظر إليها على أنها غير أخلاقية أو تنطوي على المزيد المسؤوليات.

على صعيد أكثر إيجابية، فقد حددت الدراسة العديد من المبادرات البحثية والتجارب الميدانية التي تهدف إلى دراسة تدابير إدارة المخاطر بهدف اقتراح مبادئ توجيهية مكيفة للظروف المحلية. وينبغي تقاسم المعارف مع صناع القرار في البيئات المؤسسية المناسبة، وإبراز صورتها ودعمها للتأثير على اللوائح والممارسات السياساتية.

المراجع

Abu-Madi, M.O.R. 2004. أنظمة الحوافز لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في الزراعة المروية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا: أدلة من الأردن وتونس. أطروحة دكتوراه. المعهد الدولي للهندسة الهيدروليكية والبيئية (IHE) دلفت، هولندا.

Abusam, A.; Shahalam, A.B. 2013. إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في الكويت: الفرص والقيود. معاملات WIT على البيئة والبيئة 179: 745-754.

Ait-Mouheb, N.; Mayaux, P.L.; Mateo-Sagasta, J.; Hartani, T.; Molle, B. 2020. إعادة استخدام المياه: مورد للزراعة في البحر الأبيض المتوسط. في: Zribi, M.; Brocca, L.; Tramblay, Y.; Molle, F. (محررون) الموارد المائية في منطقة البحر الأبيض المتوسط. Elsevier. صفحات 107-136. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818086-0.00005-4

Al-Jasser, A.O. 2011. المعايير السعودية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي للري الزراعي: امتثال محطات معالجة المخلفات السائلة في الرياض. مجلة جامعة الملك سعود – العلوم الهندسية 23:1-8 https://doi.org/10.1016/j.jksues.2009.06.001

Bahri, A. 2001. إعادة استخدام المياه في تونس: الرهانات والآفاق. ورشة عمل برنامج PCSI (البرنامج المشترك للنظم المروية) حول التحكم في الآثار البيئية للري، مونبلييه، فرنسا. مركز البحوث الدولية للبيئة والتنمية (cirad) -00180335

Bos, R.; Carr, R; Keraita, B. 2010. تقييم وتخفيف المخاطر الصحية المتعلقة بمياه الصرف الصحي في البلدان منخفضة الدخل: مقدمة. في: Drechsel, P., Scott, C.A., Raschid-Sally, L., Redwood, M., Bahri,

A. (محررون) 2010. الري بمياه الصرف الصحي والصحة: تقييم المخاطر والتخفيف من حدتها في البلدان منخفضة الدخل. كولومبو، سريلانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه https://hdl.handle.net/10568/36471

Caucci, S.; Hettiarachchi, H. 2018 نهج الترابط والاستخدام الآمن لمياه الصرف الصحي في الزراعة: ورشة عمل حول السياسة والتنفيذ لتونس. وقائع، تونس، 12-14 كانون الأول/ديسمبر 2017، دريسدن: معهد جامعة الأمم المتحدة للإدارة المتكاملة لتدفقات المواد والموارد (UNU-FLORES).

Choukr-Allah, R. 2010. معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها. في: El-Ashry, M.; Saab, N.; Zeitoon, B. (محررون) تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية. http://www.afedonline.org/uploads/afed_reports/Full-English-report-2010.pdf#page=130

Condom, N.; Lefebvre, M.; Vandome, L. 2012. إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في منطقة البحر الأبيض المتوسط: إعادة توجيه التجارب والمساعدة لتطوير المشروع. خطة بلو، فالبون (Les Cahiers du Plan Bleu 11).

De Keuckelaere, A.; Jacxsens, L.; Amoah, P.; Medema, G.; McClure, P.; Jaykus, L-A.; Uyttendaele, M. 2015. صفر خطر غير موجود: الدروس المستفادة من تقييم المخاطر الميكروبية المتعلقة باستخدام المياه وسلامة المنتجات الطازجة. مراجعات شاملة في علوم الأغذية وسلامة الأغذية 14(4): 387–410. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12140

Drechsel, P., Scott, C.A., Raschid-Sally, L., Redwood, M., Bahri, A. (محررون) 2010. الري بمياه الصرف الصحي والصحة: تقييم المخاطر والتخفيف من حدتها في البلدان منخفضة الدخل. كولومبو، سريلانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه https://hdl.handle.net/10568/36471

بلدية دبي. 2011. اللوائح البيئية لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة للري والحمأة المعالجة حراريا للأغراض الزراعية. قسم الرقابة البيئية (ECS) إدارة البيئة. http://www.dm.gov.ae (تم الاطلاع عليه في 13 نوفمبر 2019)

ECP (مدونة الممارسات المصرية). 2015. مدونة الممارسات المصرية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة للأغراض الزراعية. رقم الكود 2015/501. القاهرة، مصر: وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية. (باللغة العربية)

Eid-Sabbagh, K.; Roukoz, S.; Nassif, M-H.; Velpuri, N.; Mateo-Sagasta, J. 2022. تحليل إمكانية إعادة استخدام المياه للري في لبنان. كولومبو، سري لانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه. ص145. (تقرير أبحاث IWMI 181). https://doi.org/10.5337/2022.211

وكالة حماية البيئة (EPA) 2012. مبادئ توجيهية لإعادة استخدام المياه. Anchorage, AK, USA: وكالة حماية البيئة الأمريكية.

Evans, A.E.; Raschid-Sally, L.; Cofie, O.O. 2010. عمليات أصحاب المصلحة المتعددين لإدارة استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة. في: Drechsel, P., Scott, C.A., Raschid-Sally, L., Redwood, M., Bahri, A. (محررون) 2010. الري بمياه الصرف الصحي والصحة: تقييم المخاطر والتخفيف من حدتها في البلدان منخفضة الدخل. كولومبو، سريلانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه https://hdl.handle.net/10568/36471

الاتحاد الأوروبي 2016. مبادئ توجيهية بشأن دمج إعادة استخدام المياه في تخطيط وإدارة المياه في سياق يوم الأغذية العالمي. أمستردام: مديرو المياه في الاتحاد الأوروبي.

منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) 1992 معالجة مياه الصرف الصحي واستخدامها في الزراعة - ورقة منظمة الأغذية والزراعة للري والصرف 47. روما: الفاو.

منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) 2010. مبادئ توجيهية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي في الري الزراعي في لبنان. روما، إيطاليا: الفاو.

Ilic, S.; Drechsel, P.; Amoah, P.; LeJeune, J.T. 2010. تطبيق نهج الحواجز المتعددة للحد من المخاطر الميكروبية في قطاع ما بعد الحصاد للخضروات المروية بمياه الصرف الصحي. في: Drechsel, P., Scott, C.A., Raschid-Sally, L., Redwood, M., Bahri, A. (محررون) الري بمياه الصرف الصحي والصحة: تقييم المخاطر والتخفيف من حدتها في البلدان منخفضة الدخل. كولومبو، سريلانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI). صفحات 239–259. https://hdl.handle.net/10568/36805

وزارة الطاقة الإيرانية. مبادئ توجيهية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي. متوفر على http://waterstan-dard.wrm.ir/SC.php?type=component_sections&id=278&sid=299 (تم الاطلاع في 13 نوفمبر/تشرين الثاني 2019)

المنظمة الدولية للمعايير (الأيزو) 16075. 2015. مبادئ توجيهية لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لمشاريع الري. متاح على https://www.iso.org/standard/62756.html (تم الإطلاع في 1 نوفمبر 2022)

IWMI (المعهد الدولي لإدارة المياه) 2021. الأمن المائي في منطقة البحر الأبيض المتوسط. متوفر على https://rewater-mena.iwmi.org/news-events/water-security-in-the-mediterranean-region/.

جايكا (الوكالة اليابانية للتعاون الدولي). 2008. دراسة تطوير نظام الصرف الصحي في الجمهورية العربية السورية. سوريا: وزارة الإسكان والتعمير.

Jiménez, B.; Mara, D.; Carr, R.; Brissaud, F. 2010. معالجة مياه الصرف الصحي لإزالة مسببات الأمراض والحفاظ على المغذيات: أنظمة مناسبة للاستخدام في البلدان النامية. في: Drechsel, P., Scott, C.A., Raschid-Sally, L., Redwood, M., Bahri, A. (محررون). الري بمياه الصرف الصحي والصحة: تقييم المخاطر والتخفيف من حدتها في البلدان منخفضة الدخل. كولومبو، سري لانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI). صفحات 259–239 https://hdl.handle.net/10568/36805

Kassab, G. غير مؤرخ. الجوانب التنظيمية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي وتخطيط سلامة الصرف الصحي (SSPs). حالة الأردن. عرض غادة كساب. الجامعة الأردنية.

KEPA (الهيئة العامة للبيئة بالكويت). 2001. المعايير المقترحة لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي. الكويت اليوم (جريدة)، ملحق العدد 533، السنة 47.

Lautze, J. (محرر) 2014. المفاهيم الأساسية في إدارة الموارد المائية: مراجعة وتقييم نقدي. نيويورك: روتليدج – Earthscan 152 ص. (Earthscan Water Text)

Loutfy, N.M. 2010.إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في منطقة البحر الأبيض المتوسط، التجربة المصرية. في: D. Barceló and M. Petrovic (محررون). معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في منطقة البحر الأبيض المتوسط. Berlin Heidel- berg ، ألمانيا: Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/698_2010_76

ميداوار.2003 تطوير أدوات ومبادئ توجيهية لتعزيز المعالجة المستدامة لمياه الصرف الصحي في المناطق الحضرية وإعادة استخدامها في الإنتاج الزراعي في بلدان البحر الأبيض المتوسط. المفوضية الأوروبية، الشراكة الأوروبية المتوسطية.

وزارة الطاقة والمياه. 2012. الاستراتيجية الوطنية لقطاع المياه. لبنان: وزارة الطاقة والمياه.

وزارة المياه والكهرباء. 2006. المبادئ التوجيهية الفنية لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الري للمناظر الطبيعية والري الزراعي. وزارة المياه والكهرباء، المملكة العربية السعودية.

MWI (وزارة المياه والري). 2014. إرشادات جودة مياه الري 2014 :JS 1766. الطبعة 1. عمان: مؤسسة المواصفات والأرصاد الجوية. (باللغة العربية)

الأردن 2014. المواصفة القياسية الأردنية. المياه - دليل جودة مياه الري. JS 1766:2014، الطبعة 1.

Nazzal, Y.K.; Mansour. M.; Al Najjar, M.; McCornick, P. 2000. قانون ومعايير إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في المملكة الأردنية. عمان، الأردن: وزارة المياه والري.

Olivieri, A.; Pecson, B.; Crook, J.; Hultquist, R. 2020. إعادة استخدام المياه في كاليفورنيا - وجهات نظر الماضي والحاضر والمستقبل. التقدم في التلوث الكيميائي والإدارة البيئية والحماية 5: 65–111. https://doi.org/10.1016/bs.apmp.2020.07.002

عُمان. 1993. القرار الوزاري رقم 145 لسنة 1993 بإصدار اللائحة التنفيذية بشأن إعادة استخدام وتصريف مياه الصرف الصحي. متاح في https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC044940 (تم الاطلاع في 13 نوفمبر/تشرين الثاني 2019).

Rodriguez, D.J.; Serrano, H.A; Delgado, A.; Nolasco, D.; Saltiel, G. 2020. من المخلفات إلى الموارد: تغيير النماذج لتدخلات أكثر ذكاء في مياه الصرف الصحي في أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي. واشنطن العاصمة: البنك الدولي. http://hdl.handle.net/10986/33436

RSB (مكتب التنظيم والرقابة). 2018. لوائح المياه المعاد تدويرها والمواد الصلبة الحيوية 2018 (الطبعة 2). أبو ظبي: مكتب التنظيم والرقابة.

(نظام تقييم حالة المياه «SEEE»). 2007. معايير نوعية المياه والري. الرباط: أمانة الدولة أو وزارة الطاقة والمعادن والماء والبيئة.

Shoushtarian, F.; Negahban-Azar, M. 2020. اللوائح والمبادئ التوجيهية العالمية لإعادة استخدام المياه

الزراعية: مراجعة نقدية. https://doi.org/10.3390/w12040971

Tawfik, M.H.; Hoogesteger, J.; Elmahdi, A.; Hellegers, P. 2021. تفريغ ترتيبات إعادة استخدام مياه الصرف الصحي من خلال إطار جديد: رؤى من تحليل مصر. المياه الدولية 46 (4): 605-625. https://doi.org/10.1080/02508060.2021.1921503

TS 34/2012. المواصفة القياسية الفلسطينية لمياه الصرف الصحي المعالجة (المواصفات الفنية).

برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2005. مبادئ توجيهية لإعادة استخدام المياه البلدية في منطقة البحر الأبيض المتوسط. خطة عمل البحر الأبيض المتوسط. اجتماع جهات الاتصال التابعة لخطة عمل البحر الأبيض المتوسط. أثينا، اليونان: برنامج الأمم المتحدة للبيئة بالتعاون مع منظمة الصحة العالمية.

WaDImena 2008. إعادة استخدام مياه الصرف الصحي لإدارة الطلب على المياه في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. موجز مياه WaDImena.

WateReuse كاليفورنيا 2019. خطة عمل كاليفورنيا WateReuse. يوليو 2019.

منظمة الصحة العالمية (منظمة الصحة العالمية). 1989. المبادئ التوجيهية الصحية لاستخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة وتربية الأحياء المائية. منظمة الصحة العالمية. سلسلة التقارير الفنية 778.

منظمة الصحة العالمية 2006أ. مبادئ توجيهية للاستخدام الآمن لمياه الصرف الصحي والفضلات والمياه الرمادية. منظمة الصحة العالمية: باريس، فرنسا، 2006؛ المجلد الثاني، ص 182.

منظمة الصحة العالمية 2006ب. خلاصة وافية لمعايير إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في إقليم شرق المتوسط. https://apps.who.int/iris/handle/10665/116515 19p.

القسم 2

المبادئ التوجيهية للسمات البحثية المتنوعة

مقدمة

خافيير ماتيو ساغاستا

يقدم القسم 2 إرشادات مقسمة بحسب المواضيع أو السمات البحثية المتنوعة لمختلف الجماهير بناء على الدروس المستفادة من التجارب الدولية ودراسات الحالة في القسم 3 وروابط أنشطة مشروع ReWater MENA في لبنان والأردن ومصر.

هناك العديد من المبادئ التوجيهية الدولية لتحسين الجودة البيئية وسلامة الأغذية في نظم المياه والغذاء (الشكل S2.1). هناك العديد من المبادئ التوجيهية لمكافحة تلوث المياه من مصادر مختلفة ومبادئ توجيهية للحماية الصحية والبيئية والزراعية عند استخدام المياه ذات الجودة الهامشية لإنتاج الأغذية أو معالجتها أو إعدادها (على سبيل المثال، انظر منظمة الأغذية والزراعة 2013، « Mateo-Sagasta» وآخرون 2018، برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2004، منظمة الصحة العالمية 2006، 2015، 2019). هناك أيضا إرشادات فنية حول إعادة الاستخدام المباشر للمياه لأغراض مختلفة (على سبيل المثال، انظر وكالة حماية البيئة الأمريكية 2012). لكن هذه المبادئ التوجيهية نادرا ما تعالج قضايا متعمقة مثل اعتماد نماذج مالية لاسترداد التكاليف، وإدماج النوع الاجتماعي، والحواجز التي تحول دون القبول وأطر الحوكمة. يقدم هذا القسم إرشادات محددة حول هذه الموضوعات المتخصصة، والتي لم يتم تغطيتها جيداً في الأدبيات الحالية.

الشكل S2.1 سلسلة قيمة مياه الصرف الصحي والغذاء.

يقدم **الفصل 6** مبادئ توجيهية لتطوير نماذج إعادة استخدام المياه القابلة للتمويل. تقدم هذه المبادئ التوجيهية مخططا يمكن استخدامه لتطوير نماذج إعادة استخدام المياه القابلة للتمويل في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. وهو يدعم القطاعين العام والخاص مثل مشغلي معالجة مياه الصرف الصحي ومرافق المياه ووزارات الزراعة ووزارات المياه والري ولجان الغابات وكذلك المستثمرين والجهات المانحة المهتمة بتطوير نماذج إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في موقع وسياق معين. تم تطوير المبادئ التوجيهية بناء على أبحاث المعهد الدولي لإدارة المياه حول إعادة استخدام المياه وتطوير نماذج الأعمال.

يقترح **الفصل 7** بعض المبادئ التوجيهية لتعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي في إعادة استخدام المياه. تمكن هذه المبادئ التوجيهية العامة مصممي المشاريع ومنفذيها من فهم ومعالجة الاختلافات بين النساء والرجال والفتيات والفتيان من حيث ملكيتهم النسبية للموارد وتوزيعها وسيطرتهم عليها والفرص والقيود والسلطة عبر دورة المشروع. وتقدم هذه المبادئ التوجيهية مقدمة للمفاهيم الجنسانية الأساسية وإطارا للعمل من أجل تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي في إعادة استخدام المياه استنادا إلى دورة تخطيط المشروع ونهج تعميم مراعاة المنظور النوع الاجتماعي على النحو الذي اقترحته الوكالة السويدية للتعاون الإنمائي الدولي. توفر هذه المبادئ التوجيهية أيضا قسما موجزا حول سبب حاجتنا إلى التحرك نحو نهج التحويل الجنساني (GTAs). حيث تهدف نهج التحويل الجنساني إلى معالجة الأسباب الجذرية لعدم المساواة بين الجنسين وتتماشى مع نهج السياسة الخارجية النسوية السويدي من أجل عالم إنساني متساو بين الجنسين. كما تعزز الاتفاقات التجارية العامة قدرة النساء والفتيات على أن يصبحن عناصر فاعلة مؤثرة يمكنهن ممارسة حقوقهن فرديا وجماعيا والمطالبة بحقوقهن على قدم المساواة مع الرجال.

يستكشف **الفصل 8** كيفية تحسين قبول إعادة استخدام المياه. توجد بالفعل التكنولوجيا والممارسات الجيدة لإدارة مشاريع المياه المستصلحة وتحقيق الأهداف القائمة على الصحة أو تجاوزها. ومع ذلك، فإن الممارسات الجيدة والقدرات التقنية الكافية ليست كافية لضمان نجاح تدخلات إعادة استخدام المياه من حيث قبول المجتمع المحلي. إن فهم القضايا والمخاوف المتعلقة بالتصورات والقبول ومعالجتها من خلال الاتصالات الفعالة في الوقت المناسب ومشاركة أصحاب المصلحة يمكن أن يساعد بشكل كبير في بناء الثقة وتحسين ودعم مبادرات استخدام المياه المستصلحة. تعد خطة التواصل الشاملة التي تستهدف أصحاب المصلحة الرئيسيين أمرا ضروريا لنجاح مشاريع إعادة استخدام المياه أو القرارات السياسية. يقدم هذا الفصل فهما أكبر للقضايا التي تعيق قبول إعادة استخدام المياه في جميع أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، وأدوات واستراتيجيات التغلب عليها.

يقدم **الفصل 9** بعض المبادئ التوجيهية والممارسات التي يمكن أن تؤدي إلى تخطيط وحوكمة متناغمين لمشاريع إعادة استخدام المياه الزراعية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. هذا الفصل موجه نحو الحلول ويقدم إرشادات وأدوات وأمثلة تدريجية لبناء توافق في الآراء. ويبين أن مشاكل الحكم غالبا ما تكون متجذرة في الهياكل الاجتماعية والسياسية الأعمق التي لا يمكن تغييرها ببساطة من خلال تنفيذ العمليات التشاركية وأدوات الهندسة الاجتماعية. تم الاستشهاد ببعض الأمثلة التي تم تحديدها في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا للفت الانتباه إلى هذا النوع من التحديات وفتح النقاش حول السؤال الصعب المتمثل في الوصول إلى «حوكمة جيدة لإعادة استخدام المياه» في المنطقة.

المراجع

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو). 2013. مبادئ توجيهية للسيطرة على تلوث المياه من الزراعة في الصين. روما، إيطاليا: منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة

Mateo-Sagasta, J.; Zadeh, S.M.; Turral, H 2018.. المزيد من الناس، المزيد من الطعام، مياه أسوأ؟ مراجعة عالمية لتلوث المياه من الزراعة. روما، إيطاليا: منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) والمعهد الدولي لإدارة المياه. 228 ص.

برنامج الأمم المتحدة للبيئة. 2004. مبادئ توجيهية بشأن إدارة مياه الصرف الصحي البلدية. لاهاي، هولندا: مكتب التنسيق التابع لخطة العمل العالمية/ برنامج الأمم المتحدة للبيئة.

وكالة حماية البيئة الأمريكية (US-EPA). 2012. مبادئ توجيهية لإعادة استخدام المياه. واشنطن العاصمة: وكالة حماية البيئة الأمريكية.

منظمة الصحة العالمية (WHO). 2006. المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية بشأن الاستخدام الآمن لمياه الصرف الصحي والفضلات والمياه الرمادية. جنيف، سويسرا: منظمة الصحة العالمية.

منظمة الصحة العالمية 2015. تخطيط سلامة الصرف الصحي: دليل الاستخدام الآمن والتخلص من مياه الصرف الصحي والمياه الرمادية والفضلات. جنيف، سويسرا: منظمة الصحة العالمية.

منظمة الصحة العالمية 2019. سلامة وجودة المياه المستخدمة في إنتاج الأغذية وتجهيزها: تقرير الاجتماع. جنيف، سويسرا: منظمة الصحة العالمية.

الفصل 6

دليل إرشادي لتطوير نماذج إعادة استخدام المياه القابلة للتمويل

سولومي جبريزغابر و م. راجي درويش

لمحة عن المبادئ التوجيهية

لتطوير نموذج إعادة استخدام المياه القابل للتمويل، تقترح هذه الإرشادات نهجا متدرجا يتكون من خمس مراحل رئيسية:

- الخطوة 1: تحديد خيارات إعادة استخدام المياه المحتملة
- الخطوة 2: إعداد نموذج عمل لخيار إعادة استخدام المياه
- الخطوة 3: تحديد خيارات الشراكة والتمويل المبتكرة
- الخطوة 4: تحديد المخاطر والفرص
- الخطوة 5: وضع خطة تنفيذ

6.1 مقدمة

في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، من المتوقع أن يتسع الاختلال الحالي بين العرض والطلب على المياه المتاحة بسبب النمو السكاني وزيادة التوسع الحضري وارتفاع استهلاك المياه. أكبر استخدام للمياه في بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا هو للزراعة، التي تشكل الأساس لاقتصادات العديد من البلدان. على سبيل المثال، تستخدم مصر ٪86 من إجمالي المياه المتجددة للزراعة، بينما يستخدم الأردن ولبنان ٪65 و٪60 من إجمالي المياه المتجددة للزراعة، على التوالي («Qadir» وآخرون 2009).

نحن بحاجة إلى بدائل مثل نهج الاقتصاد الدائري (CE) لتوفير المياه في ضوء ندرة المياه وتحديات تغير المناخ والحاجة إلى ضمان الأمن المائي في المناطق الحضرية والريفية. أحد الأبعاد الأساسية للاقتصاد الدائري هو إنشاء والتقاط القيمة المتبقية في مواد المخلفات وتعظيم هذه القيمة لتعزيز الاستدامة. تعد استعادة المياه والطاقة والمغذيات والمواد الأخرى المضمنة في مياه الصرف الصحي فرصة رئيسية تكتسب فكرة استعادة مياه الصرف الصحي خاصة مزيدا من الاهتمام في البلدان التي تعاني من ندرة المياه كوسيلة لتلبية الطلب حيث يمكن استخدام موارد المياه غير التقليدية للري في الزراعة والاستخدام الصناعي وإعادة تغذية المياه الجوفية.

على الرغم من ندرة المياه السائدة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، إلا أن اعتماد تقنيات إعادة استخدام المياه كان متفاوتا وبطيئا (انظر الفصل 2). على سبيل المثال، في مصر كان هناك تقدم كبير في إعادة استخدام المياه للتشجير. ومع ذلك، فإن الهيكل المؤسسي والتنظيمي والحوافز المفقودة تعيق تنفيذ إعادة استخدام المياه («Otoo» و» 2008 «Drecshel). في الأردن، تزرع الفواكه والمحاصيل النقدية الأخرى من خلال إعادة استخدام المياه في وادي الأردن حيث يعتمد حوالي ٪80 من استهلاك المياه الزراعية على مياه الصرف الصحي المخلوطة (البنك الدولي 2016).

بشكل عام، يواجه تطوير وتنفيذ استراتيجيات إعادة استخدام المياه في جميع أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا تحديا بسبب عوامل مثل عدم وجود آليات لاسترداد تكاليف إعادة استخدام المياه، وانخفاض أسعار مياه الري، والحاجة إلى خلق حوافز مالية لإعادة استخدام المياه المأمونة وعدم فهم الجمهور للفوائد البيئية المتصورة لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها («Otoo» و» 2008 «Drecshel) و(البنك الدولي 2011).

تم إنشاء مشاريع معالجة مياه الصرف الصحي تاريخيا كوسيلة للحفاظ على المعايير الصحية والبيئية مع عدم وجود إمكانية للحصول على مكافآت مالية أو نقدية. وقد نظرت إليها الحكومات المركزية والمحلية على أنها خصوم وليست أصولا. يمكن لمشاريع إعادة استخدام المياه، إذا تم التخطيط لها بشكل كاف وتنفيذها بشكل صحيح، أن توفر فرصة للاستثمارات السليمة والمكافآت المالية (انظر الفصل 4). ومع ذلك، يجب تغيير تصورات الجمهور والمستثمرين وصناع القرار لضمان استدامة إعادة استخدام المياه، نحتاج إلى تطوير نماذج إعادة استخدام المياه القابلة للتمويل من خلال إنشاء آليات لاسترداد التكاليف أو توليد الإيرادات. ويمكن تحقيق ذلك من خلال استرداد الموارد المختلفة ولكن أيضا من خلال التمويل الابتكاري واسترداد التكاليف ونهج الشراكة.

تقدم هذه المبادئ التوجيهية مخططا يمكن استخدامه لتطوير أو إعداد نماذج إعادة استخدام المياه القابلة للتمويل في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. وهو يدعم القطاعين العام والخاص مثل مشغلي معالجة مياه الصرف الصحي ومرافق المياه ووزارات الزراعة ووزارات المياه والري ولجان الغابات أيضا كمستثمرين وكجهات مانحة مهتمة بتطوير نماذج إعادة استخدام المياه في موقع وسياق معينين. تم تطوير المبادئ التوجيهية بناء على عدد كبير من الأبحاث مثل Dreschel وآخرون (2015) و» Otoo « و» (2018) «Dreschsel حول إعادة استخدام المياه وتطوير نموذج الأعمال الذي قام به المعهد الدولي لإدارة المياه في العديد من المشاريع الأخرى.

6.1.1 من يجب أن يستخدم هذا المبدأ التوجيهي

- المستثمرون والممولون: المستثمرون من القطاعين العام والخاص؛ وجمعيات مستخدمي المياه والتعاونيات الزراعية؛ والجهات المانحة ووكالات الإقراض
- المخططون والمصممون وصناع القرار: صانعو السياسات؛ الوزارات مثل الري/ المياه؛ الزراعة، الصناعة
- منفذو ومشغلو أنظمة إعادة استخدام المياه: تشغيل أنظمة المياه والصرف الصحي؛ الهيئات العامة ذات الصلة مثل الحكومة المحلية والجمعيات الحضرية وإدارات إدارة المخلفات الخاصة بها
- المستفيدون والمستخدمون النهائيون: المستخدمون النهائيون لمختلف منتجات وخدمات إعادة الاستخدام مثل الزراعة والصناعات والتبريد والترفيه

6.1.2 المفاهيم والمبادئ

في سياق إعادة استخدام المياه، لا ينبغي الخلط بين مصطلح قابل للتمويل والاستخدام الأكثر تقليدية للمصطلح نفسه، والذي يشير إلى المشاريع التي لديها ما يكفي الضمانات والتدفق النقدي المستقبلي واحتمال كبير للنجاح لتكون مقبولة للمقرضين التجاريين (البنك الدولي 2019). يجب أن يفهم التمويل المصرفي، في سياق إعادة استخدام المياه، على أنه مشاريع مياه الصرف الصحي التي تظهر احتمالية عالية لتلقي التمويل العام أو الخاص بناء على مقترحات القيمة الخاصة بها والعوامل الأخرى التي تشير إلى أن مشروع مياه الصرف الصحي من المرجح أن يكون مستداما. في حين أنه من المهم أن يكون[1] مشروع إعادة استخدام المياه مستداما، فإن الاستدامة في هذا السياق لا تعني بالضرورة تعظيم الربح ولكنها قد تعني هدفا لاسترداد التكاليف، خاصة بالنظر إلى أن قطاع مياه الصرف الصحي يوفر العديد من الفرص لنماذج الأعمال الاجتماعية التي تهدف إلى تحسين الظروف المعيشية أو الحد من التلوث البيئي (Otoo وآخرون 2016).

[1] مقترح القيمة هو القيمة المضافة لهذه الغاية- أو الهدف الذي ستمد من المنتجات والخدمات المقدمة.

6.5 خطوات عملية لتطوير نموذج إعادة استخدام المياه القابل للتمويل

توفر مياه الصرف الصحي مجموعة متنوعة من الخيارات لاستعادة الموارد. يجب أن تحدد الدراسات المتعلقة بتطوير نماذج إعادة استخدام المياه المقبولة من قبل البنوك، والمتعلقة بإمكانية تنفيذ نماذج إعادة استخدام المياه، أن تحدد أولا الأولويات وتضعها بالترتيب من حيث المنطقة المستهدفة. يعد تحديد الأولويات هذا ضروريا لتحديد نماذج إعادة استخدام المياه المحتملة ذات الصلة العالية واحتمال النجاح في السياق المحلي. لتطوير نموذج إعادة استخدام المياه القابل للتمويل، يقترح هذا المبدأ التوجيهي نهجا متدرجا يتكون من خمس مراحل رئيسية:

- الخطوة 1: تحديد خيارات إعادة استخدام المياه المحتملة
- الخطوة 2: تطوير نموذج عمل لخيار إعادة استخدام المياه
- الخطوة 3: تحديد خيارات الشراكة والتمويل المبتكرة
- الخطوة 4: تحديد المخاطر والفرص
- الخطوة 5: وضع خطة التنفيذ

الخطوة 1: تحديد خيارات إعادة استخدام المياه المحتملة

لا توفر معالجة المياه وإعادة استخدامها فوائد بيئية وصحية عامة فحسب، بل توفر أيضا مجموعة من الفرص لتحويل مياه الصرف الصحي إلى مقترحات قيمة متعددة. يمكن تطوير مجموعة متنوعة من مقترحات القيمة وخيارات استرداد التكاليف من معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها إلى استعادة المياه للري إلى مياه الشرب (الشكل 6.1).

الشكل 6.1 سلم مقترحات القيمة المتزايدة المتعلقة بمعالجة مياه الصرف الصحي بناء على زيادة الاستثمارات في جودة المياه و/أو سلسلة القيمة (Drechsel وآخرون 2015).

حتى لو لم يكن هناك إعادة استخدام، فإن معالجة مياه الصرف الصحي لها قيمة اقتصادية لحماية البيئة والصحة العامة، ولكن ليس لها قيمة مالية مباشرة. يمكن أن يضيف استرداد الموارد الأخرى تدفقات قيمة جديدة إلى الاقتراح (استخبارات المياه العالمية 2010).

يمكن لمنفذي إعادة استخدام المياه الاختيار من بين مجموعة واسعة من الخيارات بناء على البنية التحتية الحالية لجمع مياه الصرف الصحي ومعالجتها، والتكنولوجيا المستخدمة للمعالجة، والتمويل المتاح والاستخدام النهائي المستهدف (الإطار 6.1). لدى العديد من بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا شبكات صرف صحي بتغطية أكبر في المناطق الحضرية مقارنة بالريف. على سبيل المثال، ٪74 من الأسر في المناطق الحضرية في مصر متصلة بنظام الصرف الصحي في حين أنه في المناطق الريفية لا يوجد سوى ٪18 فقط من الأسر متصلة بالشبكة. وبالمثل، تبلغ نسبة التغطية في الأردن٪67 في المناطق الحضرية و٪4 في المناطق الريفية. وبالتالي، فإن الخطوة الأولى لتنفيذ نموذج إعادة استخدام المياه هي تحديد مسار إعادة الاستخدام الأكثر ملاءمة بالنظر إلى السياق المحلي والمستخدمين النهائيين المستهدفين.

هناك العديد من الخيارات التقنية ونماذج الأعمال لتنفيذ نموذج إعادة استخدام المياه. وتتمثل إحدى الخطوات الرئيسية في تضييق نطاق الخيار ليقتصر على أولئك الذين لديهم أعلى احتمال للنجاح والتأييد من قبل أصحاب المصلحة المحليين، فمشاركة أصحاب المصلحة في هذه العملية أمر حتمي لفهم خيارات إعادة استخدام المياه التي يتردد صداها بشكل أفضل معهم (Otoo وآخرون 2017). وبالتالي، فمن منظور التخطيط، يجب أن يكون تنفيذ مشاريع إعادة استخدام المياه مدفوعا بالطلب. على سبيل المثال، في المغرب، تم تطوير شراكة بين ملاعب الجولف في أغادير ووكالات المياه التي تزودهم بمياه الصرف الصحي المعالجة المستمرة بناء على الطلب الذي عبرت عنه ملاعب الجولف (البنك الدولي 2011).

الإطار 6.1 الأسئلة الأساسية التي يجب الاسترشاد بها في تحديد نماذج إعادة الاستخدام المحتملة

- ما هي كمية مياه الصرف الصحي المتولدة في المنطقة المحددة؟
- ما هى تقنيات المعالجة الموجودة؟
- بالنظر إلى السياق المحلي، ما هى الموارد التي يمكن الحصول عليها من مياه الصرف الصحي؟
- هل هناك طلب على الموارد المشتقة من مياه الصرف الصحي؟
- ما المبلغ الذي يرغب المستخدمون المختلفون في دفعه مقابل مياه الصرف الصحي المعالجة؟
- هل هناك أي تشريعات/ لوائح يمكن أن تمنع نموذج إعادة استخدام المياه؟
- هل هناك أي مؤسسات (عامة، خاصة) قد تكون مؤهلة كأصحاب أعمال وشركاء وتكون مهتمة؟

الخطوة 2: تطوير نموذج عمل لخيار إعادة استخدام المياه

بعد تحديد خيار إعادة استخدام المياه الذي لديه إمكانات بالنظر إلى السياق المحلي، ننتقل إلى تطوير نموذج أعمال إعادة استخدام المياه. يصف نموذج العمل الأساس المنطقي لكيفية قيام المنظمة بإنشاء القيمة وتقديمها والتقاطها في السياقات الاقتصادية أو الاجتماعية أو الثقافية أو غيرها («Osterwalder» و«2010 «Pigneur). وهو يتألف من أربعة عناصر أساسية تصف المنظمة:

- عرض القيمة الذي يميزها عن المنافسين الآخرين من خلال المنتجات والخدمات التي تقدمها لتلبية احتياجات عملائها؛
- شريحة (شرائح) العملاء التي تستهدفها الشركة، وهي القنوات التي تستخدمها الشركة لتقديم عرض القيمة واستراتيجية علاقات العملاء؛
- البنية التحتية التي تحتوي على الأنشطة الرئيسية والموارد وشبكة الشراكة اللازمة لخلق قيمة للعميل؛ و
- الجوانب المالية (التكاليف والإيرادات) التي تحدد في نهاية المطاف قدرة الشركة على الحصول على القيمة من أنشطتها وتحقيق التعادل أو كسب الربح.

نموذج العمل هو أداة بسيطة تمكن المنفذين من التفكير في اللبنات الأساسية المختلفة وكيفية ارتباطهم ببعضهم البعض. يوفر تفصيلا للاعتبارات الرئيسية التي تؤثر على الأعمال التجارية.

وكما لوحظ في المقدمة، فإن مصطلح «الأعمال» لا يعني بالضرورة أن نماذج إعادة استخدام المياه موجهة نحو الربح أو قادرة على تحقيق استرداد كامل للتكاليف من خلال عرض قيمتها. وهذا أكثر أهمية في حالة إعادة استخدام المياه في الزراعة لأن الإيرادات من بيع مياه الصرف الصحي المعالجة قليلة، بالنظر إلى أن أسعار المياه العذبة غالبا ما تكون مدعومة بشكل كبير. ومع ذلك، يمكن إضافة مقترحات قيمة إضافية لتحسين استرداد التكاليف (الإطار 6.2).

الإطار 2.6 استرداد التكاليف من خلال إعادة استخدام المياه لأشجار الفاكهة في تونس

تقوم محطة الوردانين لمعالجة مياه الصرف الصحي، التي يديرها الديوان الوطني للتطهير (ONAS)، بمعالجة مياه الصرف الصحي المنزلية من حوالي 3,400 أسرة معيشية. يتم استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة الثانوية من قبل مزارع الأشجار القريبة التي يديرها 40-46 مزارعا خاصا ينتجون الزيتون والخوخ والرمان.

مؤسسة عامة أخرى، المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية (CRDA)، تدير البنية التحتية للري في اتجاه مجرى النهر. تستلم المندوبية المياه من الديوان مجانا وتبيعها للمزارعين بسعر مدعوم كحافز لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة. كما توفر محطة المعالجة المواد الصلبة الحيوية عند الطلب كمكيف للتربة مجانا. من خلال نموذج إعادة الاستخدام هذا، يسترد الديوان الوطني للتطهير 40٪ من تكلفة التشغيل والإدارة لمحطة المعالجة.

الخطوة 3: تحديد خيارات الشراكة والتمويل المبتكرة

خيارات شراكة مبتكرة

يتطلب الترويج لنماذج إعادة استخدام المياه نماذج أعمال مبتكرة، يتم تضمينها في خطط الشراكة والتمويل المبتكرة. يمكن تشكيل أنواع مختلفة من الشراكات بين أنواع مختلفة من المنظمات. وبالمثل، يمكن أن يتجاوز خلق القيمة في قطاع إعادة استخدام المياه التركيز التقليدي على خلق القيمة في القطاع الخاص نحو نماذج حيث يمكن للكيانات الخاصة والهيئات الحكومية والمجتمع المدني والمنظمات غير الحكومية وأنواع أخرى من الكيانات العمل معا في تحالفات عبر القطاعات لإنشاء منتجات وخدمات جديدة، وتحسين جودة المنتجات والخدمات الحالية، وخلق قيم اقتصادية واجتماعية.

إن أشكال الشراكة المبتكرة الشاملة لعدة قطاعات هي الوسائل التي يتم من خلالها تطوير نماذج أعمال جديدة وتوليد منتجات وخدمات جديدة (Dehan وآخرون 2010).

الشراكة بين القطاعين العام والخاص (PPP) هي أكثر أنواع الشراكة شيوعا التي تتحمل فيها الشركات الحكومية والخاصة مشاركة الملكية ومشاركة المسؤولية عن تقديم الخدمات. من خلال هذه الشراكات، يتم الجمع بين مزايا القطاع الخاص مثل الوصول إلى التمويل ومعرفة التقنيات والكفاءة الإدارية وروح المبادرة مع جوانب المسؤولية الاجتماعية والوعي البيئي من القطاع العام. استنادا إلى الفوائد الاجتماعية والبيئية لمعالجة مياه الصرف الصحي، يتم تمويل وتشغيل معظم مرافق المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا من القطاع العام. كما يتم استخدام نماذج التمويل الخاص مثل البناء والتملك والتشغيل ونقل الملكية (BOOT) والبناء والتملك والتشغيل (BOO) ، («Otto» و«2018 «Drechesel) ففي تونس، على سبيل المثال، أقيمت عدة شراكات مع القطاع الخاص في تشغيل وصيانة محطات معالجة مياه الصرف الصحي، مما ساهم في زيادة عدد محطات المعالجة. وفي عام 2009، قام القطاع الخاص بتشغيل 17 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في تونس (البنك الدولي 2011).

أحد العوامل الرئيسية التي تحدد نجاح الشراكة هو دوافع الشركاء. يعتقد أن الاختلافات في الدوافع بين الشركاء تعرقل التعاون خاصة أثناء تشكيل الشراكة. وبالتالي، فإن الخطوة الأولى لتصميم نموذج أعمال يستفيد من موارد وخبرات الشركاء هي تحديد أهداف العمل للشراكة («Chesbrough»و« 2007 «Schwartz) علاوة على ذلك، فإن مدى الاتساق بين نماذج أعمال كل شريك أمر أساسي في اختيار الشركاء وفي تصميم نماذج الشراكة (الإطار 6.3). نماذج الأعمال المتوافقة مكملة لبعضها البعض، ومن المرجح أن تفيد كل شريك ويمكن أن تستمر على المدى الطويل («Chesbrough»و« 2007 «Schwartz)

الإطار 6.3 الخطوات التي ينبغي مراعاتها عند إقامة الشراكات

- تحديد الدوافع وأهداف العمل للشراكة بوضوح
- تقييم الموارد والقدرات المطلوبة وما يجلبه كل شريك
- تحديد درجة توافق نموذج العمل مع الشريك

خيارات التمويل

تمويل المشاريع هو وسيلة للحصول على أموال للمشاريع الصناعية والبنية التحتية طويلة الأجل والخدمات العامة. وتشمل المصادر الرئيسية للتمويل الأسهم والديون والمنح الحكومية. وللتمويل من هذه المصادر البديلة آثار هامة على التكلفة الإجمالية للمشروع، والتدفقات النقدية، والالتزامات النهائية، والمطالبات المتعلقة بإيرادات المشروع وأصوله. أحد التحديات الرئيسية لاستدامة المشاريع العامة بشكل عام، ومشاريع المياه وإعادة استخدام المياه بشكل خاص، هو عدم كفاية و/ أو توقف التدفق من الأموال والإيرادات المستلمة خلال السنوات التشغيلية للمشروع. وبالتالي، فإن التحدي الحاسم لمشاريع إعادة استخدام المياه هو القدرة على تغطية التكاليف التشغيلية وتحقيق استرداد التكاليف. ويبين الشكل 6.2 وا لإطار 6.4 مسارات أو نهج لتحسين استرداد التكاليف في إعادة استخدام المياه.

الشكل 6.2 نهج لتحسين استرداد تكاليف نماذج إعادة استخدام المياه.
المصدر: «Lazurko» وآخرون 2018.

تشكل المساهمات المجتمعية مثل رسوم المستعملين، والاستثمارات الأسرية، والمدخرات المجتمعية، وتقاسم التكاليف بعض المصادر الرئيسية لتمويل منتجات وخدمات الصرف الصحي وإدارة المياه المستدامة. أصبح تقاسم التكاليف أحد أكثر التقنيات تطبيقا لتخفيف الأعباء المالية في إدارة المياه وإعادة استخدام المياه (الجدول 6.1). تقاسم التكاليف هو آلية لتحديد الوكلاء الذين يجب أن يخدمهم مشروع عام والمبلغ الذي يجب أن يدفعه كل منهم. ويشمل جميع المساهمات، بما في ذلك النقدية والعينية، التي يقدمها المتلقي للترسية. يمكن تخصيص أنواع مختلفة من النفقات بين مختلف أصحاب المصلحة (مثل تكلفة العمالة وتكلفة المواد وتكلفة استخدام المعدات).

الجدول 6.1 مزايا وعيوب آلية تقاسم التكاليف.

الميزة	العيب
فعالة لأن أصحاب المصلحة المختلفين يشاركون في تقديم مساهمات مختلفة	يستغرق جمع المعلومات عن جميع أصحاب المصلحة ومساهماتهم وقتا طويلا
تحسن من الشعور بملكية المجتمع وبالتالي تحسين استدامة المشروع	تتطلب رقابة مستمرة على أصحاب المصلحة ليؤدوا مهامهم
تفيد المجتمعات المحلية	المزيد من التشغيل والصيانة بعد الانتهاء من المشروع
يزيد من ضمان الالتزام والتفاني في المشروع من قبل مختلف أصحاب المصلحة	تضارب المصالح الذاتية بين أصحاب المصلحة مشاكل «الراكب المجاني»
تزيد من شفافية المشروع	

الإطار 6.4 خيارات التمويل

تحصيل الرسوم الذكية: من أجل تحقيق استرداد التكاليف، يجب أن تحدد مشاريع إعادة استخدام المياه تعريفات المياه أو رسوم المستخدم أو الضرائب بناء على السياق المحلي. يمكن تحديد تعرفة المياه على حجم المياه المستخدمة أو بناء على نوع المستخدمين مثل الزراعة أو المناظر الطبيعية أو الصناعة.

تنويع مصادر الإيرادات: تتمتع مشاريع إعادة استخدام المياه بالقدرة على تحقيق استرداد التكاليف من خلال تقديم عروض قيمة متعددة مثل إعادة استخدام المياه للزراعة وتربية الأحياء المائية وإنتاج الطاقة. وعلاوة على ذلك، تمثل تعويضات الكربون فرصاً لخفض انبعاثات غازات الدفيئة، مما يجلب إيرادات من أسواق الكربون.

تحسين فعالية التكلفة: بالإضافة إلى تنويع مصادر الإيرادات وتجميع الرسوم الذكية، من المهم فحص العمليات اليومية لمشروع إعادة استخدام المياه لتحسين القيمة وخفض التكاليف.

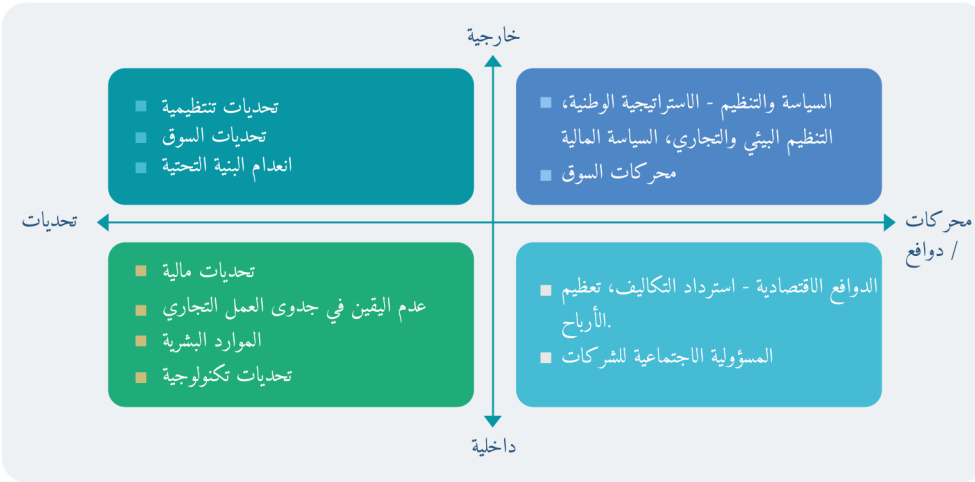
التركيز على سلاسل القيمة: تعتمد إعادة استخدام المياه على إمدادات مياه الصرف الصحي في المنبع وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي في اتجاه مجرى النهر. يمكن تحسين استرداد تكاليف نماذج إعادة استخدام المياه من خلال الإدارة الفعالة لسلسلة القيمة بأكملها من التجميع والمعالجة وإعادة الاستخدام النهائي. وهذا يستدعي النظر في سلسلة قيمة مياه الصرف الصحي بأكملها كنظام يجب إدارته بشكل كلي بدلا من إدارة كل مرحلة من مراحل سلسلة القيمة على حدة.

الدعم الحكومي: يمكن للحكومات أيضا دعم مشاريع إعادة استخدام المياه من خلال سياسات مالية مواتية مثل الحوافز الضريبية أو العطلات لتحفيز مشاركة القطاع الخاص وخلق تعاون بين القطاعات بين الكيانات العامة والخاصة. وبالتالي، ينبغي أن يكون منفذو مشاريع إعادة استخدام المياه على دراية بآليات الحوافز هذه في المنطقة التي يعملون فيها وأن يستفيدوا منها.

الخطوة 4: تحديد المخاطر والفرص

الكيانات العامة والخاصة/رواد الأعمال في قطاع إعادة استخدام المياه الذين يستكشفون الفرص لخلق القيمة من مياه الصرف الصحي والانتفاع بها هي كيانات مدفوعة بالعوامل الخارجية والداخلية. تشمل العوامل الخارجية التي تحرك الكيانات العامة والخاصة الضغوط التنظيمية والمرتبطة بالسوق بينما تشمل العوامل الدافعة الداخلية فرص الربح الجديدة أو آليات استرداد التكاليف والاستدامة البيئية (الشكل 6.3).

تلعب السياسات واللوائح والمؤسسات أدوارا مهمة في نشر مشاريع إعادة استخدام المياه. ويمكن تنفيذ أدوات مختلفة مثل الحوافز الضريبية والمعايير الصناعية ومعايير جودة المنتجات. ووجود إطار للسياسات في حد ذاته، وإن كان كافيا، فإنه لا يوفر بيئة تمكينية تشجع على إعادة استخدام المياه. يمكن أن تكون بيئة السياسات المتضاربة أو السياسة غير الملائمة أو بيئة السياسة العامة المناسبة ولكن بدون آليات إنفاذ بمثابة محركات سلبية لتطوير إعادة استخدام المياه القطاعات التي تعمل في ظل هذه الأطر. وبالتالي، فمن المهم فهم الأطر المؤسسية والقانونية والسياسية القائمة لتحديد الفرص والمخاطر فضلا عن تدابير التخفيف.



الشكل 6.3 المحركات «الدوافع» والتحديات الخارجية والداخلية لنماذج إعادة استخدام المياه

يجب أن تسعى نماذج إعادة استخدام المياه إلى تحديد وتحليل وتقليل المخاطر الأخرى مثل مخاطر السوق ومخاطر المنافسة في أسواق المدخلات والمخرجات، فضلا عن مخاطر أداء التكنولوجيا. في حين أن هذه المخاطر محددة السياق أو الموقع، يجب تحليلها وتقليلها. على سبيل المثال، بالنسبة لمخاطر السوق، فإن العوامل الرئيسية التي يمكن أخذها في الاعتبار هي التغيرات في العرض والطلب، وكذلك المصادر المحتملة للمنافسة. ترتبط مخاطر الأداء التكنولوجي بما إذا كانت التكنولوجيا مثبتة تجاريا وما إذا كانت هناك تحديات متوقعة في الإصلاح والصيانة المحلية. واحدة من أبسط الطرق لفهم المخاطر والفرص الداخلية والخارجية لنموذج الأعمال هي من خلال تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات أو تحليل الـ (SWOT).

تحليل SWOT

يقوم تحليل SWOT بإجراء تقييم للعوامل الداخلية (مواطن القوة والضعف) والخارجية (الفرص والتهديدات) لنموذج الأعمال. تحليل SWOT:

- يقيم مواطن القوة (S) ومواطن الضعف في الأعمال (W) لتحقيق أهداف الأعمال؛
- يقيم فرص بيئة الأعمال (O) والتهديدات (T) لتحقيق أهداف الأعمال؛
- يقيم الموقف الحالي ويتخيل المواقف المستقبلية المحتملة؛
- ويقدم المعلومات لأهداف العمل وخطط العمل.

بمجرد الانتهاء من تحليل SWOT، يمكن تسليط الضوء على النتائج الرئيسية ثم تطوير استراتيجية للتخفيف من المخاطر والاستفادة من الفرص (الإطار 6.5).

الخطوة 5: وضع خطة تنفيذ

توفر مياه الصرف الصحي مجموعة متنوعة من الخيارات لاستعادة الموارد (الشكل 6.2 أعلاه)، لذلك يجب أن تسبق دراسة الجدوى التفصيلية وضع خطة التنفيذ. تسعى دراسة الجدوى إلى تحديد خيار إعادة استخدام المياه الذي لديه أعلى احتمال للنجاح في السياق المحلي. تفيد دراسة الجدوى في تطوير خطة تنفيذ أو خطة عمل[2] لنموذج إعادة استخدام المياه الواعد. ومع ذلك، فإذا انتهت دراسة الجدوى باختيار الخيارات، يجب على أصحاب المصلحة المحليين تحديد الأولويات واختيار، وفقا لأهدافهم، الخيار والموقع الأكثر تفضيلا.

[2] خطة التنفيذ وخطة العمل مستخدماً هنا بنفس المعنى في هذا التقرير.

الإطار 6.5 من تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات (SWOT) إلى الاستراتيجية

- استراتيجية (موطن القوة-فرصة) «S-O»: كيف يمكنكم استخدام نقاط قوتكم للاستفادة من الفرص؟
- استراتيجية (موطن ضعف – فرصة) «W-O» كيف يمكنكم استخدام فرصكم للتغلب على مواطن الضعف؟
- استراتيجية (موطن القوة- والتهديد) «S-T» كيف يمكنكم الاستفادة من نقاط قوتكم لتجنب التهديدات الحقيقية والمحتملة؟
- استراتيجية (موطن الضعف -والتهديد) «W-T»: كيف يمكنكم تقليل نقاط ضعفكم وتجنب التهديدات؟

المصدر: استنادا إلى «Otoo» وآخرين. 2018.

يوفر نموذج العمل لمحة سريعة عن فكرة العمل، في حين أن خطة العمل هي نموذج عمل مضبوط بدقة لحجم الاستثمار المخطط له والفرص أو القيود المحلية.

خطة العمل أكثر تفصيلا وتحدد الأهداف وتحدد الميزانيات وتشرك الشركاء وتتوقع المشاكل قبل حدوثها. يساعدكم على بدء المشروع والحفاظ عليه على مسار ناجح. سيرغب المستثمرون الرئيسيون أو المؤسسات المالية في إلقاء نظرة على خطة العمل/ التنفيذ قبل توفير رأس المال. لتحقيق أقصى استفادة من التخطيط، يجب على مشروع إعادة استخدام المياه التفكير بعناية في نقاط القوة والضعف الخاصة بنموذج إعادة استخدام المياه الخاص بالمشروع وكذلك الفرص والتهديدات في بيئة الأعمال، ووضع استراتيجيات لتحسين إمكاناته لاسترداد التكاليف وتحسين الأداء العام.

تشمل المكونات الرئيسية لخطة العمل ما يلي:

- مفهوم العمل: يصف النشاط التجاري، بما في ذلك منتجاته وخدماته.
- خطة التسويق: تصف السوق المستهدف لمنتجكم وتشرح كيف ستصلون إلى هذا السوق.
- خطة الإدارة المالية: تفصل التكاليف المرتبطة بتشغيل عملكم وتشرح كيف ستدفع هذه التكاليف، بما في ذلك مبلغ التمويل الذي قد تحتاجه.
- خطة العمليات التشغيلية والإدارة: تصف كيف ستدير العمليات الأساسية لعملكم، بما في ذلك استخدام الموارد البشرية.

يجب عليكم طرح الأسئلة الرئيسية التالية عند إعداد خطة العمل:

مفهوم العمل: الرؤية والرسالة	ما هي رؤية نموذج إعادة استخدام المياه؟ وما هو هدفكم؟ كيف سيبدو نموذج إعادة الاستخدام الخاص بكم في السنة أو السنتين أو الثلاث سنوات القادمة؟
الأهداف والغايات	ما هي أهم أهدافكم؟ وما هو عرض القيمة الخاص بكم؟ وكيف تقيسون النجاح؟
خطة التسويق	من هو المستخدم النهائي المستهدف؟ كيف ستضعون منتجاتكم أو خدماتكم بمكانها الصحيح في السلسلة؟ السوق؟
خطة العمليات والإدارة	كيف ستقومون بادارة العمليات الأساسية لعملكم، بما في ذلك استخدام الموارد البشرية- الهيكل التنظيمي، والخبرة/ المهارات اللازمة، وخطة الموظفين/ متطلبات التوظيف.
الخطة المالية	كيف تقومون بتعريف النجاح بعبارات يمكن قياسها؟ ما الذي يجب أن يكون الهدف لاسترداد التكاليف أو التعادل؟
المخاطر والتخفيف من آثارها	تحديد المخاطر- مخاطر السوق والمخاطر الفنية والسياسية والتنظيمية وغيرها ووضع تدابير التخفيف

3.6 ملخص و توصيات

من الضروري وجود إطار سياسي وقانوني ومؤسسي سليم وكاف لتوفير بيئة تمكينية لاستثمارات القطاعين العام والخاص في قطاع المياه المستعملة. يمكن أن تكون الأطر التنظيمية محركات مهمة ولكنها أيضا حواجز كبيرة في تطوير أعمال إعادة استخدام المياه. وبالتالي، من أجل الاعتماد الفعال لهذا المبدأ التوجيهي، هناك حاجة إلى سياسة مواتية وإطار مؤسسي لتمكين القدرات الاستثماري للقطاعين العام والخاص في مجال إعادة استخدام المياه. وعلاوة على ذلك، هناك حاجة إلى إدراك أي تضارب في المصالح بين المصالح العامة والخاصة.

قد توجد نزاعات بين القطاعين العام والخاص (بما في ذلك المستخدمين النهائيين) لأسباب مختلفة. على سبيل المثال، قد تتعلق النزاعات بمن هم الخاسرون والفائزون في التغيير المقترح. بالإضافة إلى ذلك، فإن التقاليد والأعراف والقيود الدينية ومستويات الوعي هي عوامل يجب مراعاتها عند تصميم وتعزيز مشاريع إعادة استخدام المياه. هذا مهم بشكل خاص لأن معظم الناس في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا قد يكون لديهم تصور سلبي تجاه إعادة استخدام مياه الصرف الصحي.

إن إشراك أصحاب المصلحة وخلق الوعي بين أصحاب المصلحة المعنيين وتطوير آليات حوافز فعالة هي بعض الاستراتيجيات والوسائل للتخفيف من هذه القيود وتحقيق رؤية وأهداف مشتركة للاعتماد الناجح لنماذج إعادة استخدام المياه.

المراجع

Chesbrough, H.; Schwartz, K. 2007. ابتكار نماذج أعمال مع شراكات التنمية المشتركة.

إدارة تكنولوجيا البحث 50: 55.

Dehan, N.M.; Doh, J.P.; Oetzel, J.; Yaziji, M. 2010. التعاون بين الشركات والمنظمات غير الحكومية: المشاركة في إنشاء نماذج جديدة للأعمال التجارية للأسواق النامية. التخطيط بعيد المدى 43: 326-342.

Drechsel, P.; Qadir, M.; Wichelns, D. (محررون) 2015. مياه الصرف الصحي: أصل اقتصادي في عالم آخذ في التحضر. سبرينغر دوردريخت. 282ص. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9545-6

GWI (استخبارات المياه العالمية). 2010. أسواق إعادة استخدام المياه البلدية 2010. أكسفورد: ميديا أناليتيكس تحليلات وسائل الإعلام المحدودة

Lazurko, A.; Drechsel, P.; Hanjra, M.A. 2018. تمويل استعادة الموارد وإعادة استخدامها في الاقتصادات النامية والناشئة: البيئة التمكينية ومصادر التمويل واسترداد التكاليف. كولومبو، سريلانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI). برنامج بحوث الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية بشأن المياه والأراضي والنظم الإيكولوجية (WLE). 39 ص. (سلسلة استعادة الموارد وإعادة استخدامها 11). معرف الأغراض الرقمي: 2018.220/10.5337

Osterwalder, A.; Pigneur, Y. 2010. جيل نموذج الأعمال- كتيب لأصحاب الرؤى ومغيري قواعد اللعبة والمنافسين. هوبوكين، نيو جيرسي، الولايات المتحدة الأمريكية: John Wiley and Sons.

Otoo, M.; Drechsel, P.; Danso, G.; Gebrezgabher, S.; Rao, K.; Madurangi, G. 2016. اختبار إمكانات استعادة الموارد وإعادة استخدام نماذج الأعمال: من المسوحات الأساسية إلى دراسات الجدوى وخطط الأعمال. كولومبو، سريلانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI). برنامج بحوث الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية بشأن المياه والأراضي والنظم الإيكولوجية (WLE). 59 ص. (سلسلة استعادة الموارد وإعادة استخدامها 10). معرف الأغراض الرقمي: 2016.206/10.5337

Otoo, M.; Drechsel, P 2018. (محررون) 2018. استعادة الموارد من المخلفات. نماذج الأعمال لإعادة استخدام الطاقة والمغذيات والمياه في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI). أوكسون، المملكة المتحدة: روتليدج- إيرثسكان.816 ص. https://hdl.handle.net/10568/93011

Otoo, M.; Erlmann, T.; Wafler, M.; Hermann-Friede, J. 2018. المناهج الجامعية حول تطوير الأعمال في استعادة الموارد وإعادة استخدامها (RRR). كولومبو، سريلانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI). برنامج بحوث الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية بشأن المياه والأراضي والنظم الإيكولوجية (WLE).

Qadir, M.; Bahri, A.; Sato, T.; al-Karadsheh, E. 2009. إنتاج مياه الصرف الصحي ومعالجتها والري في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. أنظمة الصرف الري 24: 37.

البنك الدولي. 2011. إعادة استخدام المياه في العالم العربي: من المبدأ إلى التطبيق. ملخص الإجراءات: مشاورة الخبراء. دبي، الإمارات العربية المتحدة.

البنك الدولي. 2019. تمويل التكيف مع تغير المناخ في الأحواض العابرة للحدود: إعداد مشاريع مقبولة مصرفيا. الممارسات العالمية للمياه. ورقة مناقشة.

WPP (برنامج شراكة المياه). 2010. مبادئ توجيهية لرسوم المستخدم واسترداد التكاليف لتقديم المياه والصرف الصحي في المناطق الريفية وغير المتصلة بالشبكة. تونس، تونس: برنامج الشراكة المائية للبنك الأفريقي للتنمية.100 ص.

الفصل 7

المبادئ التوجيهية لتعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي

إيفريستو مابيدزا، وبيزايت ديسالين، ومليكة عبد العالي مارتيني، وهبة الحريري

لمحة عن هذه المبادئ التوجيهية

تمكن هذه المبادئ التوجيهية العامة مصممي المشاريع ومنفذيها من فهم ومعالجة «الاختلافات بين النساء والرجال والفتيات والفتيان وفيما بينهم من حيث ملكيتهم النسبية للموارد وتوزيعها وسيطرتهم عليها والفرص والقيود والسلطة لكل منهم» (SIDA 2015، 2) عبر دورة حياة المشروع. وتوفر هذه المبادئ التوجيهية مقدمة للمفاهيم الأساسية للنوع الاجتماعي، وإطارا لتعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي استنادا إلى دورة تخطيط المشروع ونهج تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي الذي تتبعه الوكالة السويدية للتعاون الإنمائي الدولي. ويشار أيضا إلى النهج المشترك بين منظمة الأغذية والزراعة والوكالة السويدية للتنمية الدولية لتعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي، الذي وضع لمشروع تدعمه الوكالة الدولية للتنمية الدولية ينفذ في سبعة بلدان في الشرق الأدنى وشمال أفريقيا.

توفر هذه المبادئ التوجيهية أيضا قسما موجزا حول سبب حاجتنا إلى التحرك نحو نهج التحويل الجنساني (GTAs). تهدف نهج GTAs إلى معالجة الأسباب الجذرية لعدم المساواة بين الجنسين وتتماشى مع نهج السياسة الخارجية النسوية للسويد من أجل عالم إنساني متساو بين الجنسين. السياسة الخارجية النسوية للسويد هي أجندة تحويلية تهدف إلى تغيير الهياكل الاجتماعية والثقافية والاقتصادية والمؤسسية والمالية والسياسية. كما أنها تعزز قدرة النساء والفتيات على أن يصبحن جهات فاعلة ومؤثرة يمكنها ممارسة حقوقهن بشكل فردي وجماعي والمطالبة باستحقاقاتهن على قدم المساواة مع الرجال (MFA 2019: 11).

7.1. مقدمة

7.1.1 مقدمة في النوع الاجتماعي – ما وراء المرأة

يعد تعميم المساواة في النوع الاجتماعي وحقوق المرأة في قطاع إعادة استخدام المياه أمرا أساسيا لنتائج الاستثمار في البنية التحتية لكل من النساء والرجال. يمكن لنهج إعادة استخدام المياه الشاملة اجتماعيا معالجة الحواجز المعيارية والهيكلية التي تؤدي إلى عدم المساواة في الوصول إلى تدخلات إعادة استخدام المياه واستخدامها والتحكم فيها.

في معظم البلدان النامية، تشكل النساء غالبية السكان (منظمة الأغذية والزراعة 2011). في بلدان دراسة الحالة في مصر والأردن ولبنان، تشكل النساء ما يقرب من نصف سكانهن بنسبة 49.47٪ و49.4٪ و50٪ على التوالي (البنك الدولي 2022).

تساهم معالجة المساواة في النوع الاجتماعي وحقوق المرأة والتمكين الاقتصادي في التنمية بشكل كبير في تحقيق أهداف التنمية المستدامة (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي 2018). وفي حالة إعادة استخدام المياه، تشمل مكاسب إدماج النوع الاجتماعي تأثيرا أكبر من الاستثمارات في المياه من خلال الوصول إلى النساء اللواتي كن سيتعرضن للاستبعاد لولا ذلك. لا يمكن تحقيق الاستدامة إلا عندما يأخذ نظام أو نموذج إعادة استخدام المياه في الاعتبار متطلبات كل من النساء والرجال في تصميمهم

وتشغيلهم. ومع ذلك، فإن معظم التدخلات الإنمائية غالبا ما تستبعد المرأة بسبب المعايير الاجتماعية الراسخة القائمة على نوع الجنس والتي غالبا ما تكون متحيزة ضدها.

إن فهم المفاهيم الأساسية للنوع الاجتماعي في التنمية أمر أساسي لتقدير المنطق الكامن وراء تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي. في حين أن كلمة النوع الاجتماعي أصبحت لغة شائعة في مجال التنمية، إلا أنها أيضا واحدة من أكثر المصطلحات التي يساء فهمها. ففي كثير من الأحيان، يفترض أن يكون مرادفا للمرأة لأن معظم المشاريع المتعلقة بالنوع الاجتماعي تركز على قضايا المرأة لأن النساء يملن إلى أن يكن أكثر حرمانا من الرجال. ومع ذلك، يشير النوع الاجتماعي إلى الهويات والعلاقات والتحديات والنتائج المبنية اجتماعيا. لذلك، يتجاوز النوع الاجتماعي النساء ليشمل المجتمع بأكمله. إنه نهج شامل للتنمية يلقي الضوء على التحديات المعقدة التي يواجهها الرجال والنساء والشباب والمجموعات الأخرى في المجتمع.

7.1.2 المفاهيم الأساسية

تدعو هذه المبادئ التوجيهية إلى تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي، ولكنها توضح أيضا كيفية تعميم المساواة في النوع الاجتماعي وحقوق المرأة في جميع مراحل مشاريع إعادة استخدام المياه. فيما يلي العديد من المفاهيم الأساسية في الخطاب حول النوع الاجتماعي في التنمية.

شير **النوع الاجتماعي** إلى الخصائص المبنية اجتماعيا للمرأة والرجل، مثل المعايير والأدوار والعلاقات الموجودة بينهما. ولا يشير إلى الاختلافات البيولوجية بين الرجال والنساء. النوع الاجتماعي هو القيمة التي ينسبها المجتمع إلى الناس على أساس الجنس والعمر والطائفة والدين والمتغيرات الاجتماعية الأخرى. والنوع الاجتماعي لا يعكس قدرة الفرد واحتياجاته ولكنه دالة لديناميكيات القوة التفاضلية. فعلى سبيل المثال، من غير المقبول في بعض المجتمعات أن تشارك المرأة في أنشطة الري بينما هو القاعدة في مجتمعات أخرى. وفي العديد من المجتمعات، يرجع ذلك إلى نوبات الري الليلية عندما لا يفترض أن تساهم المرأة. لا يتم تحديد الأدوار المختلفة للمرأة في هذه السياقات من خلال قدرتها الجسدية على ري حقولها ولكن من خلال الأدوار التي ينسبها إليها المجتمع الذي تعيش فيه هذه المرأة. ولأغراض هذه المبادئ التوجيهية، سينصب التركيز إلى حد كبير على المرأة، مع الاعتراف بأن النوع الاجتماعي أوسع بكثير من المرأة.

تعرف هيئة الأمم المتحدة للمرأة النوع الاجتماعي على أنه يشير إلى الأدوار والسلوكيات والأنشطة والسمات التي يعتبرها مجتمع معين في وقت معين مناسبة للرجال والنساء (هيئة الأمم المتحدة للمرأة 2022). وعلاوة على ذلك، فإن السمات والفرص الاجتماعية المرتبطة بكون المرء ذكرا وأنثى والعلاقات بين النساء والرجال والفتيات والفتيان كلها عناصر هامة ينبغي النظر فيها في هذا الصدد. يشير النوع الاجتماعي أيضا إلى العلاقات بين النساء والعلاقات بين الرجال. يتم بناء هذه السمات والفرص والعلاقات اجتماعيا ويتم تعلمها من خلال عمليات التنشئة الاجتماعية. فهي محددة السياق/ الوقت وقابلة للتغيير. يحدد النوع الاجتماعي ما هو متوقع ومسموح به وما الذي يعد قيماً في المرأة أو في الرجل في سياق ومجتمع معينين.

على هذا النحو، يشير النوع الاجتماعي إلى خصائص وسلوكيات وأدوار ومواقف الرجال والنساء، وكذلك العلاقات بينهما كما تشكلها الأعراف المجتمعية. وبالتالي فإن النوع الاجتماعي خاص بالثقافة ويتغير بمرور الوقت.

أدوار النوع الاجتماعي هى «التعريف الاجتماعي» لأدوار المرأة والرجل، والتي تختلف باختلاف المجتمعات والثقافات والطبقات والأعمار، وخلال فترات مختلفة من التاريخ (منظمة الأغذية والزراعة 2018، «Mapedza» 2008). فعلى سبيل المثال، كانت المرأة في القرن الحادي والعشرين أكثر نشاطا بكثير في الشؤون الاجتماعية والاقتصادية والسياسية مما كانت عليه في القرن الثامن عشر. وبغض النظر عن الاختلافات، لا يزال النوع الاجتماعي يؤدي دورا هاما في تحديد مبادئ تقسيم العمل داخل الأسر والمجتمعات المحلية وفي الساحة العامة. وتحدد الأدوار من خلال الأعراف المجتمعية، بما في ذلك الأعراف الثقافية والدينية التي تضع الحدود التي توجه وظائف ومسؤوليات الرجل والمرأة. ومن ثم فإن أدوار النوع الاجتماعي تبنى وتتعلم اجتماعيا. فهي ديناميكية (تتغير بمرور الوقت) ومتعددة الأوجه لأنها تختلف داخل الثقافات وفيما بينها.

تشير المساواة في النوع الاجتماعي إلى المساواة بين الرجل والمرأة، فيما يتعلق بحقوقهما وفي التشريعات والسياسات. المساواة في النوع الاجتماعي هى حق أساسي من حقوق الإنسان. وهي تكفل المساواة في الحصول على الموارد والخدمات داخل الأسرة والمجتمع والتحكم فيها. إنه الاعتراف بأن الرجال والنساء غالبا ما تكون لهم احتياجات وأولويات مختلفة، ويواجهون قيودا مختلفة، ولديهم تطلعات مختلفة، ويسهمون في التنمية بطرق مختلفة. وتقر المساواة في النوع الاجتماعي بأن الرجال والنساء مختلفون بيولوجيا ولكن يجب أن تكون لديهم آليات وعمليات متساوية لاغتنام الفرص.

الإنصاف في النوع الاجتماعي تعني الإنصاف في المعاملة للنساء والرجال، وفقا لاحتياجاتهم الخاصة. وقد يشمل ذلك المساواة في المعاملة أو المعاملة المختلفة، ولكنها تعتبر متكافئة من حيث الحقوق والمزايا والالتزامات والفرص. هي مجموعة من تدابير السياسة/ البرامج الخاصة التصحيحية ؛ تستهدف النساء (بشكل رئيسي، ولكن يمكن أن يكون هذا أي فئات ضعيفة مثل الأشخاص ذوي الإعاقة ومجتمعات الأقليات والمناطق الجغرافية المهملة) بهدف تعويضهن عن الفوارق التاريخية والاجتماعية التي حرمتهن من التمتع بتكافؤ الفرص. ومن الأمثلة على الإنصاف في النوع الاجتماعي تدابير التمييز الإيجابي ونظام الحصص (الكوتا).

تشكل القيود القائمة على النوع الاجتماعي حواجز تحول دون حصول الرجل أو المرأة على الموارد المادية وغير المادية والفرص من أي نوع. يمكن أن تكون هذه قوانين أو معايير أو مواقف أو تصورات أو قيم أو ممارسات رسمية (ثقافية أو مؤسسية أو سياسية أو اقتصادية).

تمكين المرأة يتألف من عملية تمكين المرأة من خلال تيسير تعبير المرأة عن احتياجاتها وأولوياتها فضلا عن تعزيز دورها النشط في تعزيز مصالحها وقدرتها على العمل.

يمكن تعريف **الوكالة** على أنها القدرة على اتخاذ خيارات استراتيجية في ظل قيود أو بيئة غير مناسبة (Yount وآخرون 2020). يشير «Kabeer» (1999) كذلك إلى أن الوكالة تشمل عمليات صنع القرار نفسها، فضلا عن مظاهر الوكالة الأقل قابلية للقياس مثل التفاوض والخداع وكذلك التلاعب.

تحليل النوع الاجتماعي هو منهجية تستكشف الاختلافات في أدوار النوع الاجتماعي والعلاقات فيما يتعلق بمجموعة مستهدفة محددة. يعطي تحليل النوع الاجتماعي على مستوى المشروع نظرة ثاقبة حول كيفية تقسيم المهام والمسؤوليات بين أفراد الأسرة: من يفعل ماذا وكيف يتم ذلك؟ من لديه السيطرة على ماذا؟ من يحضر أو يساهم في أي حدث؟ من يفوز؟ من يخسر؟ وهو يقدم معلومات عن الطرق التي يرتبط بها وصول المرأة إلى الموارد وسيطرتها عليها، مثل الأرض والدخل والميراث والنفوذ السياسي، بوصول الرجل إلى الموارد. من الناحية المثالية، ينبغي إجراء تحليل للنوع الاجتماعي قبل بدء

المشروع. ويمكن تكرار التحليل في وقت لاحق لالتقاط التغييرات الناجمة عن التدخلات الإنمائية. وبعبارة أخرى، يشير تحليل النوع الاجتماعي إلى مجموعة متنوعة من الأساليب المستخدمة لفهم العلاقات بين الرجل والمرأة، ووصولهما إلى الموارد، وأنشطتهما، والقيود التي يواجهانها بالنسبة لبعضهما البعض («Kabeer» 1999). وييسر تحليل النوع الاجتماعي من خلال جمع بيانات مصنفة **حسب نوع الجنس،** يتألف من **بيانات** مصنفة حسب نوع الجنس، ويقدم معلومات منفصلة عن النساء والرجال، والفتيان والفتيات. وتسمح البيانات المصنفة بحسب نوع الجنس بملاحظة الاختلافات في الفرص والإنجاز بين الرجل والمرأة. يتم فقدان جزء مهم من المعلومات القيمة من خلال افتراض أن الرجال والنساء لديهم نفس الوصول والقدرة والسيطرة على الموارد والأدوار (Doss 2013).

النوع الاجتماعي داخل التقاطعية: التجارب الحية هي نتيجة لتقاطع عوامل متعددة، والتي تشمل العرق والطبقة والطائفة واللغة والثقافة والعرق والجنس والعمر والقدرة والجنس والتعليم («Porter» 2018). يفهم التقاطع داخل النوع الاجتماعي على أنه كيفية تقاطع الأبعاد المختلفة لعدم المساواة لمضاعفة أوجه عدم المساواة والعيوب التي يواجهها الرجال والنساء (Viruell-Fuentes 2012). تحدث النسويات السود في الولايات المتحدة فكرة التجربة العالمية بالنوع الاجتماعي وجادلن بأن تجارب النساء السود تتشكل أيضا من خلال العرق والطبقة (1990، Collins 1998؛ وزارة الخارجية 2019، Viruell-Fuentes 2012) تشمل هذه التفاوتات العرق والعرق الطبقي، مما يزيد من تعقيد عيوب النوع الاجتماعي. وفقا لـ « Porter» (2018):

> تساعد العدسة المتقاطعة في شرح كيف يعاني الناس من عدم المساواة وفقا للجوانب المختلفة- المتقاطعة - لهويتهم. لا أحد، على سبيل المثال، فقير فقط، أو مجرد طبقة عاملة، أو مجرد امرأة أو مجرد شخص معاق. فكل شخص يعاني من مجموعة من أوجه عدم المساواة بشكل مختلف، وستشكل هذه كيفية استجابة كل شخص في المواقف المختلفة.

النهج الجنسانية التحويلية (GTAs)[1]: تتكون من برامج وتدخلات تهدف إلى خلق فرص للأفراد لتحدي معايير النوع الاجتماعي الحالية بنشاط، ومعالجة عدم المساواة في القوة بين الأفراد من مختلف الجنسين وتعزيز مواقع التأثير الاجتماعي والاقتصادي والسياسي للمرأة. وترى أيضا على أنها منظور نسوي، وتجادل هذه النهج بأنه من أجل إحداث تغييرات ذات مغزى بين الجنسين، يجب أن يكون هناك تغيير في المعايير والقيم وعلاقات القوة غير المتكافئة التي تحدد أدوار الجنسين («« ،2001 Kabeer » Cole ،2004 «Mukhopadhyay» وآخرون 2014، « Mapedza» وآخرون 2019، و» Kabeer» وآخرون 1994) وتجادل النهج التحويلية الجنسانية بأنه ما دام الهيكل الاجتماعي الذي يعزز النظام الأبوي وغيره من أوجه عدم المساواة بين الجنسين قائما، فإن الفوارق بينهما ستظل قائمة. وتسترشد هذه النهج بالأطر المفاهيمية التي تعترف صراحة بالتأثير القوي للعلاقات الاجتماعية على خلق أوجه عدم المساواة بين الجنسين وإدامتها («Locke» 1999 ،« Kabeer» 1994).

تعتبر النهج الجنسانية التحويلية أكثر تمكينا لأنها تمكن من اعادة النظر في الأسباب التي أدت إلى وضع معين. فعلى سبيل المثال: تتساءل هذه النهج لماذا تقوم النساء بمعظم العمل؟ لماذا النساء عاجزات عن تغيير أنفسهن؟ ويتحدى هذا النهج الهيكل الاجتماعي الذي يحدد أدوار ومسؤوليات الرجل والمرأة. يتحدى هذا النهج التقسيم الحالي للعمل ويتحدى علاقات القوة وديناميكياتها القائمة. فيركز على إحداث التغيير ويرتبط بعملية صنع القرار وتمكين المرأة. يتعلق الأمر بتحديد واقع جديد تكون فيه المرأة أكثر

[1] غالباً ما ينظر إلى النهج التحويلية الجنسانية على أنها نهج استراتيجي للنوع الاجتماعي مقارنة بالنهج العملي للنوع الاجتماعي الذي يسعى إلى تقليل العبء عن النساء داخل المعوقات القائمة. تهدف هذه النهج للمساواة في النوع الاجتماعي كهدف أسمى.

مساواة من الوضع الراهن. يستلزم النوع الاجتماعي في إطار النهج التحويلي فهما أفضل للعملية وكذلك النتيجة («O'Neil» و» 2009 «Kabeer» ،2016 «Domingo») تتوافق النهج التحويلية الجنسانية توافقاً جيداً والسياسة الخارجية النسوية للوكالة السويدية للتعاون الإنمائي الدولي «SIDA»، والتي تهدف إلى المساواة بين المرأة والرجل.

تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي يعني دمج منظور المساواة بين الجنسين في جميع مراحل ومستويات السياسات والبرامج والمشاريع. تم تقديم المفهوم لأول مرة في المؤتمر العالمي المعني بالمرأة لعام 1985 الذي عقد في نيروبي، كينيا. وهو يقوم على الاعتراف بأن للرجال والنساء احتياجات مختلفة، وإمكانية وصول مختلفة إلى الموارد والتحكم فيها، ويؤديان أدوارا مختلفة. وتختلف هذه الأدوار من سياق إلى آخر تبعا للبلد أو المنطقة أو المجموعة العرقية أو العوامل المحددة الأخرى التي تشكل المجتمعات وتنظمها.

يقدم تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي بديلا لطرق التفكير التقليدية التي تلبي احتياجات المجموعة المهيمنة في المجتمع وتهدف إلى إدخال القيود وعدم المساواة والتحيزات القائمة على النوع الاجتماعي عمدا في التفكير السائد. وبالتالي فإن تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي يوسع نطاق تصميم وتنفيذ المشاريع والبرامج الشاملة التي تعزز رفاه كل من النساء والرجال وتخلق مجتمع أكثر عدلا من الناحية الاجتماعية وقادر على الاستدامة. على المستوى العالمي، تساهم معالجة النوع الاجتماعي في التنمية بشكل كبير في تحقيق أهداف التنمية المستدامة (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي 2018).

كما أن تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي يطور تدخلات مصممة خصيصا لمعالجة الأولويات الخاصة بالمرأة، بما في ذلك من خلال تدابير الإنصاف. وهذه التدخلات التي تعالج من خلال السياسات والخطط والمشاريع/البرامج تحتاج إلى أن تكون مدعومة بأهداف ومؤشرات وميزانيات تراعي منظور النوع الاجتماعي، وتحتاج إلى رصد وتقييم لتأثيرها على تمكين المرأة والمساواة بين الجنسين. وعلاوة على ذلك، يجب أن يعتمد تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي نهجا يشمل الحكومة بأكملها والمجتمع بأسره مع وجود جميع الوزارات والقطاعات ومجموعات أصحاب المصلحة الحكومية المعنية وذات الصلة بطريقة مستدامة في الآليات متعددة التخصصات المنشأة مؤسسيا. والأهم من ذلك، يجب تمثيل النساء ومنظماتهن العاملة على مختلف المستويات في مجال إعادة استخدام المياه في هذه الآليات في جميع مراحل عملية السياسات في أدوار القيادة وصنع القرار. وعلى وجه الخصوص، يجب أن يشمل ذلك النساء الواعيات بالفوارق في النوع الاجتماعي والمتأثرات بقضايا المياه وعدم وجود إعادة استخدام مناسب للمياه (كما في حالة إعادة استخدام المياه، على سبيل المثال).

7.2. مراعاة النوع الاجتماعي في إعادة استخدام المياه

مع زيادة الطلب على الموارد المائية، فإن إعادة استخدام المياه تعيد تدوير المياه بحيث يمكن استخدامها للأغراض المنزلية والزراعية (انظر الفصل 2). إن التحديات المستمرة لتغير المناخ وتقلبه ستجعل دور إعادة استخدام المياه أكثر أهمية. ومن الاستراتيجي إدراج تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي في فرص إعادة استخدام المياه.

وفقا للبنك الدولي (2019)، يحتاج مقدمو الخدمات ومقدمو خدمات معالجة مياه الصرف الصحي إلى إشراك أنواع متنوعة من القوى العاملة، والتي تشمل الرجال والنساء على حد سواء لتقديم خدمات فعالة:

> ولمواجهة هذه التحديات، تحتاج مرافق المياه إلى زيادة إنتاجيتها وأن تصبح أكثر كفاءة. وسيتطلب ذلك الاستفادة من الأساليب والتقنيات والحلول الجديدة، فضلا عن تجديد القوى العاملة في مجال المياه لتلبية الاحتياجات الناشئة والابتعاد عن العمل كالمعتاد. من خلال توظيف وإدارة وتدريب مزيج أكثر تنوعا من الموظفين، يمكن أن تساعد وجهات النظر الجديدة في تشكيل مرافق المياه في المستقبل (البنك الدولي 2019: ix).

يستلزم هذا توظيف كل من الرجال والنساء على جميع مستويات معالجة مياه الصرف الصحي لجلب وجهات نظر جديدة داخل المرافق. وتجلب المرأة بعدا فريدا في مجال المياه والصرف يضيع بسبب الاستبعاد الحالي. تشكل النساء حوالي 18 في المائة من جميع مقدمي خدمات المياه والصرف الصحي. كانت أعدادهم أقل بالنسبة للمجالات الفنية (البنك الدولي 2019). إن استبعاد النساء في المجالات الأكثر تقنية في قطاع المياه هو انعكاس للإقصاء الأوسع للنساء في هذه المجالات التقنية («شركاء المياه الولية « 2017 «Das» ،2016 ««IWA»). وتشير الأدلة إلى أنه مع مرور الوقت، هناك زيادة بطيئة في عدد النساء العاملات بمرافق المياه والصرف الصحي.

7.2.1.لماذا مراعاة النوع الاجتماعي في إعادة استخدام المياه؟

المساواة في النوع الاجتماعي أمر أساسي بالنسبة للمياه وإعادة استخدامها من حيث الأدوار والمسؤوليات الحالية للنساء والرجال، وأنماط ملكية الأصول بما في ذلك القدرات والقيود المفروضة على الوصول إلى الموارد واستخدامها والتحكم فيها، والفوائد المتباينة في سلسلة القيمة. ومن المهم أيضا النظر في مختلف المؤسسات /الجهات الفاعلة المعنية والأدوار والمناصب التي يشغلها الرجال والنساء في هذه المؤسسات وسلاسل القيمة المرتبطة بها.

أولا، تشكل النساء في معظم البلدان النامية ما يقرب من نصف السكان (منظمة الأغذية والزراعة 2011). ومع ذلك، فإن معظم التدخلات الإنمائية غالبا ما تستبعد النساء بسبب تحيزات النوع الاجتماعي التي تطورت على مدى فترة طويلة من الزمن. يجب فهم النوع الاجتماعي في إعادة استخدام المياه لعدة أسباب. إن إعادة استخدام المياه في الزراعة تقدم فرصة للاستفادة من المياه عدة مرات، وفي بعض الحالات، لأغراض مختلفة. غالبا ما تشرك أغراض إعادة الاستخدام وأنواع الأنشطة المطلوبة لإعادة الاستخدام الرجال أو النساء أو كليهما بناء على السياق والمعايير الاجتماعية القائمة. لذلك فمن المهم فهم التحولات في أدوار الجنسين بما يتماشى مع التحولات في استراتيجيات وأغراض إعادة الاستخدام، من أجل الاستجابة لكل حاجة بطريقة استراتيجية. سيوفر استخدام أدوات تحليل النوع الاجتماعي معلومات سياقية توفر فهما متعمقا للقيود والفرص المتاحة للتغيير، والتي بدورها تقدم نظرة ثاقبة حول كيفية تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي بشكل فعال في عمليات تنفيذ المشاريع وتحقيق الأهداف المحددة.

ثانيا، تتطلب إعادة استخدام المياه بشكل عام، وخاصة في الزراعة، الالتزام الصارم بالقواعد واللوائح الموضوعة من قبل مستخدمي المياه لضمان استخدامها الآمن مع الحد الأدنى من الآثار السلبية على البشر والحيوانات والبيئة. وينبغي إطلاع جميع المستخدمين من الرجال والنساء بهذه القواعد والمعلومات المفصلة بشأن الطرائق المقترحة لإعادة الاستخدام. تشكل النساء غالبية القوى العاملة

الزراعية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، وهن مسؤولات إلى حد كبير عن إعداد الغذاء وجمع المياه واستخدامها وتوفيرها. ومع ذلك، غالبا ما تهمل احتياجاتهن والتحديات التي يواجهنها في عمليات تخطيط المشاريع وتنفيذها وتقييمها. إن الوصول الكافي وفي الوقت المناسب إلى المعلومات الأساسية، بما في ذلك إجراءات وبروتوكولات إعادة الاستخدام- والتي تعتمد على نوع المحصول المزروع، أو الخطوات الإضافية اللازمة لطهي الطعام- سوف تعطي النساء فرصة ليكن جزءا من عملية تحديد خيارات إعادة الاستخدام المناسبة واتخاذ قرار بشأنها والامتثال الكامل للقواعد وبالتالي حماية أنفسهن وأسرهن والبيئة من الأذى. هذا مؤثر أكثر حيث يتم إعداد الخضروات التي يمكن أن تؤكل نيئة. وبالتالي فإن تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي في مشاريع إعادة استخدام المياه مهم جدا لضمان الوصول العادل إلى المعلومات.

ثالثا، إن إعادة استخدام المياه لأغراض الزراعة مسألة حساسة في العديد من البلدان. ويعزى ذلك جزئيا إلى الاهتمامات الثقافية والدينية، ونقص المعلومات للتأثير على تصور الناس بشأن مقبوليتها وسلامتها للاستخدام. كلما كان المستخدمون أكثر اطلاعا، كلما كانوا مجهزين بشكل أفضل لإدارة المخاطر. وينطبق هذا بشكل خاص على النساء اللواتي يملن إلى الحصول على معلومات تقنية أقل. وعند تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي، من الأهمية النظر في تقاطع الأبعاد المختلفة (الثقافة والدين) ومصادر عدم المساواة (الجنس والعرق والأصل الإثني) التي يمكن أن تؤدي إلى تفاقم أوجه عدم المساواة القائمة وتعرض فئات معينة من المجتمع لمزيد من الحرمان. سيساعد ارتفاع مستوى الوعي بهذه القضايا مديري المشاريع والمنفذين على فهم التعقيدات المحيطة بإعادة استخدام المياه للزراعة، والتي يمكنهم على أساسها تصميم أنشطة مستهدفة تلبي احتياجات المجتمع ككل - بما في ذلك الرجال والنساء وتسهيل قبول واستخدام هذا المورد المائي المهم. يمكن للنساء المطلعات أن يكن قوة لمعالجة حواجز القبول الاجتماعي الحالية تجاه إعادة استخدام المياه.

3.7 خطوات عملية لإدماج النوع الاجتماعي في إعادة استخدام المياه

يبحث الجزء الأول من هذا الفصل في فرص تعميم مراعاة المنظور الجنساني في قطاع إعادة استخدام المياه العام في سياق دورة المشروع. وينظر الجزء الثاني في فرص العمل في قطاع المياه والصرف الصحي الذي يعتمد على دراسة للبنك الدولي (2019). تنبع الفكرة الأساسية للتركيز على هذا الأخير من فهم أن إعادة استخدام المياه، والتي تعتمد على الاستثمارات التي تخلق استخداما بديلا لصفات مختلفة من المياه تخلق فرص عمل جديدة للرجال والنساء. وهكذا يستكشف هذا القسم بعض النهج لزيادة عمالة المرأة في قطاع إعادة استخدام المياه.

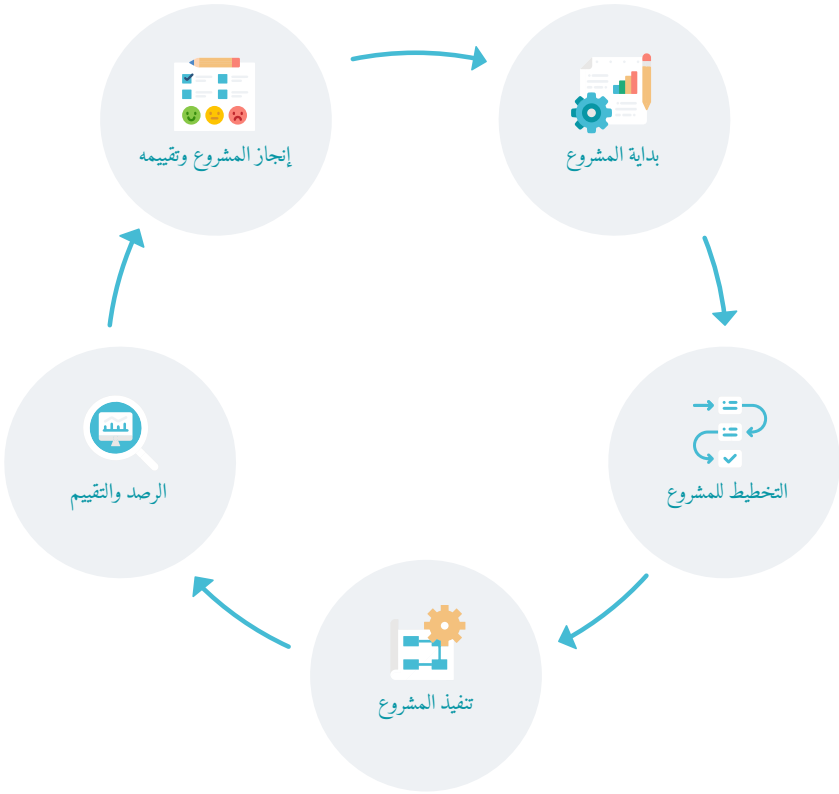
7.3.1 فرص تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي في دورة مشروع إعادة استخدام المياه

يقدم هذا القسم خطوات عملية لإشراك النساء والرجال والشباب على طول المجالات الأساسية لدورة المشروع بشكل عام، مع التركيز على مشاريع إعادة استخدام المياه بشكل خاص (الشكل 7.1). ويدعو تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي إلى تصنيف جميع البيانات حسب الجنس، وكلما أمكن حسب العمر والوضع الاقتصادي والأصل العرقي وغير ذلك من عوامل التمايز الاجتماعي الأساسية لمراعاة الاختلافات في التحديات والفرص بين الفئات الاجتماعية المختلفة.

إن جمع بيانات إضافية عن التقاطعات الأخرى بما في ذلك العرق والطبقة والطائفة والجنس والدين والقدرة والمظهر الجسدي مفيد أيضا لاكتساب فهم أعمق للتحديات والفرص التي تواجهها الفئات الاجتماعية المختلفة. وينبغي أن يعتمد اتساع نطاق المتغيرات التي يتعين النظر فيها على نطاق المشروع والسياق الذي تستمر فيه أوجه عدم المساواة القائمة على النوع الاجتماعي. وتقدم مبادئ توجيهية، في شكل أسئلة رئيسية، لاستكشاف الفرص المختلفة لتعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي في كل جانب من جوانب دورة المشروع، بما في ذلك التخطيط والتصميم والتنفيذ وكذلك المراقبة والتقييم.

في هذه المبادئ التوجيهية، يتم تقييم النوع الاجتماعي باستخدام أربعة مناهج مقدمة في شكل أسئلة (الوكالة السويدية للتعاون الإنمائي الدولي 2015)، والتي تحتاج إلى معالجتها من قبل فرق مشروع إعادة استخدام المياه:

- كيف تهدف التدابير المستهدفة إلى ضمان أو على الأقل زيادة مشاركة المرأة في مختلف برامج إعادة استخدام المياه؟
- ما هي التدابير المتكاملة مع التركيز على الهياكل والأنظمة التي تعمل على تقليص الفجوة بين الجنسين وتمكين المرأة في إطار برنامج إعادة استخدام المياه؟
- ما هي فرص وتحديات حوار السياسات للرجال والنساء للمشاركة والقيادة والإدارة والاستفادة من استثمارات إعادة استخدام المياه؟
- كيف يتم إدراج الفوارق والاختلافات بين الجنسين كجزء من المنهجية المطبقة؟



الشكل 7.1 دورة المشروع في سياق إعادة استخدام المياه.

المرحلة 1: بدء مشروع إعادة استخدام المياه

هى مرحلة تحضيرية لجمع بيانات وتحليل النوع الاجتماعي من خلال البيانات الثانوية والمشاركة النشطة للنساء والرجال. تهدف إلى فهم أفضل للسياق الاجتماعي والاقتصادي والسياسي الأوسع نطاقا بشأن المساواة بين الجنسين وحقوق المرأة وفي إعادة استخدام المياه من أجل معالجة أولويات المرأة على أفضل وجه فيما يتعلق بإعادة استخدام المياه بطرق تبدأ في تغيير علاقات القوة بين الرجل والمرأة. ستبرز هذه المرحلة أيضا المخاطر واستراتيجيات التخفيف من آثارها لتحريك جدول الأعمال التحويلي للنوع الاجتماعي.

يجب على مديري المشاريع طرح الأسئلة التالية:

- ما هي الأدوار الحالية للرجال والنساء والشباب في إعادة استخدام المياه، أي من يفعل ماذا، وما هي المهنة والنشاط والمهمة؟ أين - (المساحات المجتمعية، محطة معالجة المياه، المنزل)؟ وكيف - (النوع، الطريقة، الغرض)؟
- ما الذي يمكن أن يتعلمه المشروع من مخزون المعرفة التي تراكمت لدى الرجال والنساء والشباب على مر السنين فيما يتعلق بإعادة استخدام المياه (أنواعها وطرقها وفوائدها والغرض منها)؟
- هل هناك أي اختلافات في مفهوم إعادة استخدام المياه بين الرجال والنساء والشباب؟
- ما هي التحديات والفرص المتاحة للرجال والنساء والشباب؟
- هل هناك أي قيود قائمة على النوع الاجتماعي تقدم فرصا/ تحديات مختلفة للرجال والنساء والشباب؟ وهل تنعكس في تحليل المشكلة وعملية تحديد الأولويات؟ ملاحظة: في هذه الحالة، ينبغي تصور التحديات والفرص في سياق واسع لتشمل التحديات والفرص البشرية والاجتماعية والاقتصادية والمادية والمؤسسية.
- من المهم بنفس القدر النظر في سلسلة القيمة بأكملها (المدخلات- الإنتاج- العملية- التغليف- التسويق) واستخدام رؤية أوسع لحساب مختلف الجهات الفاعلة والمؤسسات المشاركة عبر مستويات متعددة من سلسلة القيمة.
- هل ستلبي الحلول/ التغييرات التي يقترحها المشروع احتياجات المرأة العملية لإعادة استخدام المياه، أو الاحتياجات/ الأولويات العملية وجدول الأعمال التحويلي للنوع الاجتماعي؟
- ما هي المخاطر المتوقعة لتمكين المرأة وجدول الأعمال التحويلي في إعادة استخدام المياه؟
- ما هي استراتيجيات التخفيف؟
- ما هي المجموعات في قطاع المياه الداخلي/ البيئة المجتمعية والبيئة الخارجية خارج قطاع إعادة استخدام المياه التي يجب الدفاع عنها أو الدعوة إليها من أجل التغيير الذي يتصور المشروع حدوثه؟

تعد مرحلة البدء ضرورية لتأسيس فهم جيد للظروف البيوفيزيائية والمؤسسية والسياسية والاجتماعية والاقتصادية العامة، بما في ذلك المعايير والعلاقات بين الجنسين لتوفير معلومات لمرحلة تخطيط مشروع إعادة الاستخدام، حيث يمكن جمع هذه المعلومات من خلال الاستعراض المكتبي والمقابلات مع مقدمي المعلومات الرئيسيين مع أصحاب المصلحة المعنيين.

تسمح هذه المرحلة أيضا لمديري المشاريع بتحديد الشركاء المحتملين، ووضع أهداف واقعية، وتحديد المخاطر المحتملة وحلول التخفيف من آثارها، ووضع افتراضات واقعية.

المرحلة 2: تخطيط مشروع إعادة استخدام المياه

لابد لعملية التخطيط أن:

- تشمل عمليات التشاور القائمة على نهج إشراك القطاعات المتعددة/ أصحاب المصلحة المتعددين، والتي تضمن التمثيل والمشاركة النشطين للمرأة وأولوياتها في تصميم المشروع؛
- تقيس مستوى الوعي بالنوع الاجتماعي لدى المؤسسات الرئيسية وإدراج الأنشطة ذات الصلة لمعالجة الثغرات في الوعي؛
- تتأكد من أن الغايات/ الأهداف والمخرجات والنتائج والأنشطة لديها ميزانية وموارد بشرية كافية مخصصة لها لتحقيق الأهداف المحددة؛ وكذلك أن
- تتأكد من أن نظرية التغيير الخاصة بالمشروع تعكس وتتبع جدول أعمال تحويلي للنوع الاجتماعي.
- ينبغي لمديري المشاريع والمنفذين أن يطرحوا الأسئلة التالية عن فرص إدماج منظور النوع الاجتماعي في دورة المشروع:
- هل نظرية التغيير المحددة بالمخرجات والنتائج والأنشطة والأهداف والمؤشرات والميزانيات والحلول المقترحة تشمل التشاور مع أصحاب المصلحة، وهل تعكس احتياجات الرجال والنساء والشباب؟
- هل المؤسسات التي تتعامل مع المياه/ إعادة استخدام المياه فيما يتعلق بالمشروع لديها ولايات (مهام) مؤسسية وهياكل وإجراءات تشغيل موحدة (SOPs) وثقافات وبرامج وميزانيات وأنظمة مساءلة تراعي الفوارق بين الجنسين؟ هل المؤسسات وأصحاب المصلحة الآخرون المشاركون في المشروع يراعون جوانب النوع الاجتماعي في نهجهم على مستوى المجتمع وموقع العمل والأسرة والدولة (أيهما ينطبق)؟ وإذا لم يكن الأمر كذلك، فما الذي يمكن عمله لضمان التسليم العادل للسلع والخدمات؟
- هل خصص المشروع موارد كافية لضمان تنفيذ جميع الأنشطة التي تتناول أولويات المرأة وعدم المساواة بين الجنسين في إعادة استخدام المياه كما هو مخطط لها؟
- هل الحلول المقترحة متاحة وميسورة التكلفة لجميع فئات المجتمع؟ إذا لم يكن كذلك، فلماذا؟ وما الذي يمكن عمله (الحلول المستهدفة) لتلبية احتياجات الأقليات أو ضمان الوصول والاستخدام العادلين من قبل الجميع؟ ملاحظة: قد يختلف تكوين الفئات المهمشة من مجتمع إلى آخر. ففي حين أن النساء يندرجن دائما تقريبا تحت هذه الفئة، فمن المهم أيضا مراعاة عوامل أخرى للتمايز الاجتماعي بما في ذلك العرق والدين والأصل الإثني وما إلى ذلك. في مثل هذه الحالات، ينصح باعتماد نهج تقاطعي لتقييم التأثير المشترك للعوامل السائدة على قدرة المجموعة على النفاذ إلى المشروع والاستفادة منه.

المرحلة 3: تنفيذ مشروع إعادة استخدام المياه

- في مرحلة تنفيذ المشروع، يجب على مديري المشاريع والمنفذين طرح الأسئلة التالية:
- هل الموارد المطلوبة متاحة- بما في ذلك القدرات المتعلقة بالنوع الاجتماعي، ومنفذي المشاريع ذوي المهارات والمؤهلات المطلوبة، وعدد كاف من موظفي المشروع والميزانيات؟
- هل تم تقديم الدعم لمراعاة منظور النوع الاجتماعي في الولايات المؤسسية وإجراءات التشغيل الموحدة والهيكل التنظيمي والبرامج والميزانيات وأنظمة المساءلة؟
- هل يتم توعية المؤسسات ذات الصلة وأصحاب المصلحة بشكل فعال وإشراكهم في تقديم الخدمات بشكل منصف للرجال والنساء والشباب؟

- هل البيانات الأساسية (الكمية والنوعية) المجمعة للمشروع مصنفة بحسب العمر والجنس والوضع الاقتصادي والأصل العرقي؟
- هل تؤدي الجهود المبذولة لتعبئة المجتمع/ الانخراط/ المشاركة والتدريب إلى خلق فرص متساوية وتوفر تدابير لضمان المساواة في الوصول إلى فوائد المشروع للرجال والنساء والشباب؟
- هل تعكس الرسائل ومحتوى التدريب أولويات المرأة وحقوقها والمساواة بين الجنسين في إعادة استخدام المياه؟
- بذل جهود لزيادة الوعي أو توفير المعلومات أو إظهار أو تقديم تدريب قصير/ طويل الأجل يستهدف الرجال والنساء والشباب بشكل منصف لضمان أن يتقاسم الجميع فوائد المشروع بشكل منصف؟
- هل يخلق المشروع فرصا متساوية ويوفر تدابير لضمان المساواة في الوصول إلى مزايا المشروع للرجال والنساء والشباب؟
- هل هناك تمثيل عادل لكلا الجنسين في فريق تنفيذ المشروع؟ ملاحظة: هذا مهم من منظور ضمان التوازن بين الجنسين في مكان العمل، وتمثيل خبراء النوع الاجتماعي، وضمان قدرة الفرق على الوصول إلى المجتمعات المستهدفة بطريقة مراعية للثقافة المجتمعية السائدة. وهو الأمر المهم خاصة في الحالات التي لا تستطيع فيها النساء، لأسباب ثقافية أو دينية، العمل إلا مع نساء أخريات وليس مع رجال.
- هل يتم توعية المؤسسات وأصحاب المصلحة المعنيين وإشراكهم بشكل فعال لتقديم الخدمات بشكل منصف للرجال والنساء والشباب؟
- ما هي استراتيجيات التدريب المؤسسي التي سيتم استخدامها؟ وهل تراعي الاحتياجات المطلوبة لجميع الموظفين (أي الرجال والنساء) على جميع المستويات؟ بما في ذلك الإدارة لبناء المعرفة والمهارات اللازمة لتعميم المساواة بين الجنسين وحقوق المرأة في عملهم في إعادة استخدام المياه؟
- هل هناك آليات مساءلة قائمة لتقييم الأداء فيما يتعلق بمراعاة منظور النوع الاجتماعي مع اتخاذ إجراءات تصحيحية للتجاوز؟
- هل هناك آليات قائمة لتبادل المعلومات، ورصد التقدم المحرز، والتقييم والتصدي للتحديات، وهل يجري تنفيذ ذلك؟
- هل هناك آليات قائمة للتكيف في الاستراتيجيات والإجراءات، وهل يحدث هذا؟
- وهل الميزانيات كافية لإجراءات المساواة بين الجنسين وهل يجري صرفها في الوقت المناسب؟ ملاحظة: هذا مهم جدا لضمان استدامة نتائج المشروع.

المرحلة 4: مراقبة أداء مشاريع إعادة استخدام المياه

إن وجود مؤشرات وأهداف تراعي الفوارق بين الجنسين كجزء من نظام رصد أداء المشروع أمر ضروري لتتبع التغييرات المتعلقة بالنوع الاجتماعي بمرور الوقت. المؤشرات مفيدة لتسليط الضوء على التغييرات أو عدم وجودها مقابل أهداف النوع الاجتماعي المحددة، مما يتيح لقادة المشاريع فرصة لمعالجة أي مخاوف في الوقت المناسب. يكتسب هذا الرصد والتقييم أهمية لأنه يسمح بتتبع التقدم المحرز ويوفر معلومات مفيدة لإجراء التعديلات في الوقت المناسب أثناء التنفيذ. لتحقيق ذلك، يجب على مديري المشاريع مراعاة التالي:

- هل هناك مؤشرات أداء كافية خاصة بالنوع الاجتماعي ومصنفة حسب العمر والجنس والوضع الاقتصادي والأصل العرقي يمكن قياسها إما كميا أو نوعيا على مر الزمن (النسبة المئوية والأرقام)؟

- ما هي النفقات على أولويات المرأة وإجراءات المساواة في النوع الاجتماعي؟ أمثلة:
- عدد المشاركين الذين تلقوا تدريبا قصير الأجل (مصنفة حسب الجنس والعمر)
- عدد المشاركين الذين يستخدمون الخيارات الموصى بها لإعادة استخدام المياه المأمونة (مصنفة حسب الجنس والعمر)
- عدد المشاركين الذين زادت معرفتهم وفهمهم المفاهيمي مع التدريبات. (يمكن قياس ذلك عن طريق إجراء مسوحات قبل التدريب وبعده).
- ما هي التعديلات والتنقيحات المتعلقة بالتحديات في التنفيذ وتنقيحات الميزانية التي تم إجراؤها؟

المرحلة 5: تقييم مشاريع إعادة استخدام المياه

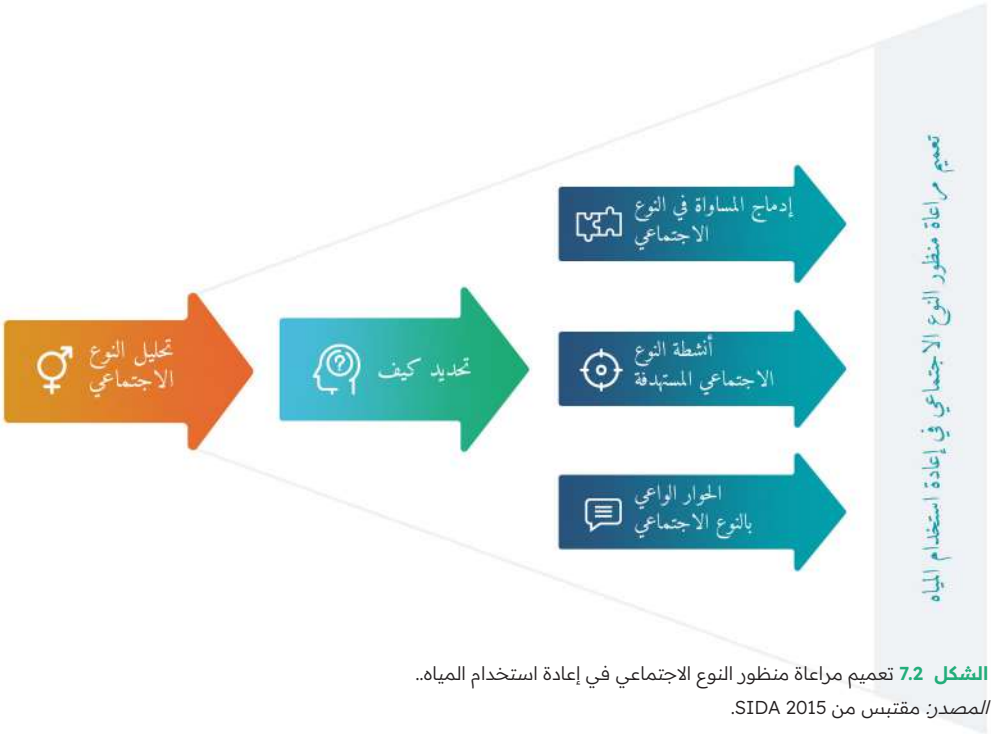
تتيح تقييمات المشاريع فرصة للتعرف على ما نجح وما لم ينجح في تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي طوال دورة المشروع. بالإضافة إلى تقديم توصيات عامة للتحسين، يمكن للتقييمات- عندما تكون جنسانية على النحو الصحيح- أن توفر أيضا نظرة ثاقبة لا تقدر بثمن حول التحولات المتعلقة بالنوع الاجتماعي التي تحققت كنتيجة مباشرة للمشروع.

تتضمن الأسئلة التي يجب طرحها أثناء التقييم ما يلي:

- هل كان هناك دقة في تحليل النوع الاجتماعي من المرحلة التحضيرية إلى التقييم؟
- هل هناك صرامة في معالجة أولويات المرأة والمساواة في النوع الاجتماعي في مرحلة التصميم فيما يتعلق بالأهداف العامة/ الأهداف الخاصة والمنهجية ونظرية التغيير؟
- كيف استفاد المشروع أو كيف لبى احتياجات الرجال والنساء والشباب (المستفيدين الأساسيين والثانويين)؟
- كيف أثر المشروع أو أدى إلى تغييرات في المفاهيم حول إعادة استخدام المياه بين الرجال والنساء والشباب (المستفيدين الأساسيين والثانويين)؟
- كيف أثر المشروع على الفوائد المتعلقة بتلبية الاحتياجات العملية؟
- كيف أثر المشروع على التغييرات الهيكلية والمؤسسية والقائمة على النوع الاجتماعي؟ ولا سيما التغييرات في أدوار النوع الاجتماعي/ ديناميكيات السلطة/ صنع القرار والمعايير الاجتماعية العامة؟
- ملاحظة: قد يكون التغيير في هذه الحالة سلبيا أو إيجابيا. فعلى سبيل المثال، يمكن أن تكون الزيادة في دور المرأة في إدارة المياه وإعادة استخدامها إيجابية إذا أدت إلى تغيير في الوضع أو الدخل، أو سلبية إذا لم تؤد سوى إلى زيادة في عبء العمل.
- هل الروابط بين النتائج: المخرجات (قصيرة المدى) والمُحصلة (متوسطة المدى) والآثار (بعيدة المدى) المتعلقة بالنوع الاجتماعي محددة بوضوح؟
- هل نظرية التغيير في المشروع حساسة للنوع الاجتماعي؟
- ما هي بعض الدروس المستفادة من تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي في جميع مراحل دورة المشروع؟
- هل ساهم المشروع في تغيير سلوكي طويل الأجل يعزز المساواة في النوع الاجتماعي؟
- ما هي استراتيجيات التدريب المؤسسي المستخدمة، وهل تراعي الاحتياجات المطلوبة من جميع الموظفين (أي الرجال والنساء) على جميع المستويات؟ (بما في ذلك الإدارة لبناء المعارف والمهارات اللازمة للاضطلاع باستراتيجيات التعميم).

7.3.2 دليل نهج تعميم مراعاة المنظور الجنساني

شكل 7.2 يلخص نهج تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي. إن تحليل النوع الاجتماعي هو الخطوة الأولى، يليه تحديد كيفية تأثر الرجال والنساء والتي تقوم بعد ذلك بتوفير معلومات من أجل حوار واعٍ بالنوع الاجتماعي، وأنشطة النوع الاجتماعي المستهدفة وإدماج المساواة في النوع الاجتماعي مما يؤدي إلى تعميم النوع الاجتماعي في إعادة استخدام المياه. ومن ثم يوضع تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي في موضعه الصحيح عملياً ضمن مشروع إعادة استخدام المياه.



الشكل 7.2 تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي في إعادة استخدام المياه..
المصدر: مقتبس من SIDA 2015.

7.4 فرص العمل المراعية للنوع الاجتماعي

7.4.1 تغيير طريقة عمل مرافق المياه

تاريخيا، كانت مرافق المياه والصرف الصحي في كثير من الأحيان مؤسسات منفردة بالقرار ترى أنها تقدم خدمة أساسية بناء على خبرتها. تتغير بيئة الأعمال مع الحاجة إلى رؤية المواطنين كعملاء يجب تلبية احتياجاتهم. هذا الانقلاب رأسا على عقب في النهج الهرمي يستلزم أن ينظر إلى المواطنين على أنهم زبائن أو عملاء يجب أن يكون لهم رأي في الطريقة التي تتم بها إدارة مقدمي الخدمات. يجب ألا تستشار المرأة فحسب، بل يجب أن يتم تمثيلها على مختلف مستويات مقدمي الخدمات والمساهمة في صنع القرار. بمعنى آخر، يحتاج مقدمو الخدمات إلى أن يعكسوا المجتمع الذي يقومون فيه بأعمالهم (البنك الدولي 2019).

7.4.2 فوائد متعددة من مشاركة المرأة في مرافق المياه والصرف الصحي

في حين أن الفائدة النهائية للمرأة تكمن في التغييرات التحويلية التي تهيئ بيئات تمكينية للمساواة بين مختلف الفئات الاجتماعية، إلا أنه أثناء ذلك، لا يزال بإمكان المرأة الاستفادة من التدخلات التي تركز

على النوع الاجتماعي من خلال إشراك النساء، يجادل البنك الدولي (2019) بأن هناك فوائد متعددة. أولا، تستفيد النساء المشاركات من خلال فرص العمل. ثانيا، يكسب المجتمع المحلي من خلال تمثيل أعضاء المجتمع ومدخلاتهم. ثالثا، يستفيد مقدمو خدمات المياه والصرف الصحي من مجموعة متزايدة من المواهب مع إمكانية تنويع المدخلات من أجل تقديم خدمة أكثر كفاءة وفعالية للعملاء المقصودين.

قد أشارت الدراسات إلى أن إشراك المرأة في تصميم وتشغيل وصيانة مرافق المياه والصرف الصحي يؤدي إلى نتائج إيجابية على مستويات مختلفة (البنك الدولي 2019، «Hunt » ،2011 «GWA» وآخرون 2018، « 2017 «Thompson). وسيكون لهذه التغييرات، بمرور الوقت، تأثير تراكمي يغير المعايير والهياكل التي تعوق حقوق المرأة.

7.4.3 إزالة القيود المفروضة على المرأة في قطاع المياه والصرف الصحي يفيد الاقتصاد بصفة عامة

إن اتباع نهج أكثر شمولا للجنسين في قطاع المياه والصرف الصحي له فوائد مالية كبيرة للأمة (البنك الدولي 2019). ولإدماج المرأة فوائد اقتصادية أوسع نطاقا في جميع القطاعات بما في ذلك القطاع الزراعي (منظمة الأغذية والزراعة 2011، البنك الدولي 2012، 2019). يكلف استبعاد النساء في الاقتصاد 160.2 تريليون دولار أمريكي من الخسائر في ثروة رأس المال البشري على مستوى العالم (Wodon 2018). داخل منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)، من المتوقع أن تؤدي نسبة عمل الذكور إلى الإناث بنسبة 50٪ إلى زيادة بنسبة 6٪ في الناتج المحلي الإجمالي (GDP) بحلول عام 2030 (منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية 2015).

7.4.4 إزالة الحواجز التي تميز ضد النساء كمقدمي خدمات المياه والصرف الصحي

هناك تمييز ضد توظيف المرأة في قطاعي المياه والصرف الصحي على أربع مراحل: اجتذاب العمالة والتوظيف والاستبقاء والترقية (البنك الدولي 2019).

الاجتذاب

تشكل الأعراف الاجتماعية أدوار النوع الاجتماعي. فينظر إلى أدوار معينة اجتماعيا على أنها أدوار ذكورية أو أنثوية. كما يرى تقسيم العمل أن النساء لا يستكشفن حتى فرصاً في العمل التي تعتبر من «نوع» العمل الذكوري. خريجو العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) هم أساسا من الذكور.

في حين أن هناك مبادرات لتشجيع الطالبات على دراسة المواد العلمية، فإن العدد لا يزال منخفضا، مما يقلل بالفعل من عددهن من المجموعة المتاحة من خريجي العلوم. وتسهم النقطة الأخيرة في عدم وجود نماذج يحتذى بها من حيث أن معظم الوظائف الفنية يشغلها الذكور. وبدون نماذج يحتذى بها، يطمح عدد أقل من النساء إلى العمل في المجالات التقنية. وتستخدم بعض المبادرات عددا قليلا من النساء العاملات في المجالات التقنية ليصبحن مرشدات ويزرن المدارس ذات المستوى الأدنى لإلهام الفتيات للتطلع إلى المجالات التقنية.

التوظيف

تواجه النساء المزيد من الحواجز في عملية التوظيف لمرافق المياه والصرف الصحي. أظهر مسح المرافق الذي أجراه البنك الدولي (2019) على مدى 12 شهرا أن 20٪ فقط من الموظفين الجدد كانوا من الإناث. وتشمل بعض أسباب انخفاض عدد النساء اللاتي يتم توظيفهن التحيزات في عملية التوظيف.

ويلاحظ البنك الدولي أنه حتى في الإعلانات تميل إلى استخدام لغة تمييزية لا تشجع النساء على تقديم طلباتهن. وتظهر الدراسة أيضا أن خريجات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات تعرضن للتمييز في عملية التوظيف. ويلاحظ كذلك أن المرأة في بعض الاقتصادات ممنوعة تحديدا من المشاركة في قطاع المياه.

تشمل الاتجاهات الإيجابية إعلانات محايدة للنوع الاجتماعي ومقابلات أوسع نطاقا. وتشمل المبادرات الأخرى التدريب أثناء العمل، وبرامج التوظيف، والتدريب الداخلي والتلمذة الصناعية، والحوافز وأهداف التنوع.

الاستبقاء

يتأثر استبقاء المرأة في مرافق المياه والصرف الصحي بالافتقار إلى سياسات تراعي الفوارق بين الجنسين وبيئة عمل تمييزية. الأعمال المنزلية، التي لا تزال تشكل عبئا على المرأة، تعني أن تحقيق توازن صحي بين العمل والحياة يمثل تحديا أكبر بكثير مقارنة بالنظراء من الرجال. وفي الوقت الذي يتغير فيه المجتمع، يظل عبء رعاية الأطفال مسؤولية المرأة. وهذا يعني أن الرجال سيكون لديهم ميزة مهنية لأنهم أقل تقييدا بالأعمال المنزلية ورعاية الأطفال.

تتقدم السياسات المراعية للأسرة، لا سيما في البلدان المتقدمة النمو. على سبيل المثال، تميل المنظمات التي تقدم ساعات عمل مرنة لموظفيها إلى الاحتفاظ بعدد أكبر من موظفاتها. ومع ذلك، فإن هذه السياسات متخلفة بالنسبة لبقية العالم ويمكن استخدام ساعات العمل كأساس للتمييز في التوظيف.

لا تزال الأجور العادلة واحدة من القضايا الرئيسية لأن النساء يكسبن في أغلب الأحيان أقل من الرجال، حتى في البلدان المتقدمة. وقد صممت بيئة العمل، ولا سيما في مجال المياه والصرف الصحي، إلى حد كبير واضعةً في الاعتبار الرجال. وهو ما يصعب الأمر على النساء اللواتي يرغبن في الانضمام إلى المهنة.

التحرش الجنسي هو أيضا مصدر قلق كبير للنساء بشكل رئيسي. وقد سلطت حركة #MeToo الضوء على النساء الصامتات اللواتي يتعرضن للتحرش الجنسي، وهو أكثر وضوحا في المجالات التي يهيمن عليها الذكور مثل قطاعي المياه والصرف الصحي.

تصمم مرافق العمل ووسائل الراحة في عدد من الحالات دون مراعاة الاحتياجات النسائية، التي قد تكون أساسية مثل مرافق الحمامات وغرف التمريض للأمهات اللاتي لديهن أطفال رضع وأطفال صغار.

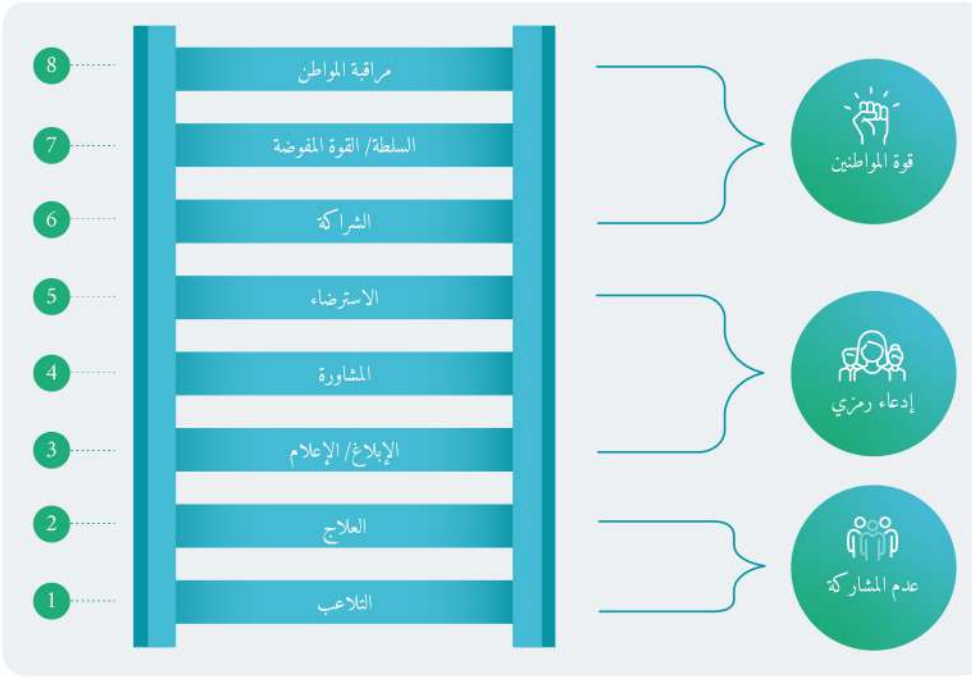
الترقية (التمايز بين الجنسين في الإدارة)

لا تتمتع النساء في مرافق المياه دائما بنفس الفرص التي يتمتع بها الرجال للتقدم في حياتهم المهنية. وفي بعض الأحيان، تتاح فرص التدريب للرجال بسبب الحد الأدنى المتصور من مطالبهم في وقتهم من تربية الأطفال والأعمال المنزلية. وكذلك الإرشاد للرجال متاح بسهولة، في حين أن النساء لديهن عدد أقل من الأشخاص لتوجيههم. وعادة تستهدف الشبكات والفرص الرجال دون النساء. عادة ما تكون الأحداث والفرص متاحة من خلال نوادي وفعاليات موجه للرجال. في بعض الأحيان تتم مناقشة فرص الإدارة العليا في مثل هذه الظروف. وهذا يشير إلى أن النساء، وأحيانا الشبان، مستبعدون أيضا من مثل هذه الفعاليات الرئيسية لصنع القرار، وغالبا ما يتم إبعادهم عن مكان العمل وأحيانا خلال عطلات نهاية الأسبوع أو العطلات الأخرى.

7.5 النهج الواعدة في مرافق المياه والصرف الصحي

يسلط القسم أدناه الضوء على مناهج المشاركة المجتمعية المختلفة، بداية من التحايل من ناحية وينتهي بتحكم أكثر شمولا للمواطنين.

التدخلات المستهدفة لزيادة مشاركة المرأة في مرافق المياه. يجب استهداف النساء ليس فقط كموظفات ولكن في القرارات المتخذة بشأن المياه والصرف الصحي وإعادة استخدام المياه على وجه التحديد. يمكن النظر إلى هذا في سياق سلم مشاركة أرنشتاين (Arnestein)، والانتقال إلى ما هو أبعد من عدم المشاركة والرمزية للمرأة إلى مشاركتها الحقيقية في تحديات وفرص المياه والصرف الصحي (Arnstein 1969) (الشكل 7.3). يجب أن تهدف تدخلات إعادة استخدام المياه إلى سيطرة المواطنين بدلا من التحايل.



الشكل 7.3 يظهر سلم مشاركة أرنشتاين مستويات مختلفة من المشاركة المجتمعية.:

المصدر: أرنشتاين 1969.

تهيئة بيئة تمكينية على المستويين الوطني ودون الوطني لتيسير ممارسات النوع الاجتماعي الإيجابية على المستوى المحلي. وقعت العديد من البلدان على الاتفاقيات الدولية مثل اتفاقية القضاء على جميع أشكال التمييز ضد المرأة لعام 1979 وأهداف التنمية المستدامة، والتي تعتبر المساواة في النوع الاجتماعي وتمكين المرأة جانبا رئيسيا. وتذهب بعض البلدان إلى أبعد من ذلك من خلال وضع قوانين وسياسات واستراتيجيات محلية. ويتمثل أحد التحديات الرئيسية في معظم البلدان النامية في ترجمة السياسات «الجيدة» إلى إجراءات على أرض الواقع. ويرجع ذلك أساسا إلى عدم الفهم والإرادة للتغيير. ونتيجة لذلك، غالبا ما ينظر إلى النوع الاجتماعي على أنه تيار جانبي وليس تياراً رئيسياً ليُعمم.

معايير النوع الاجتماعي. وفي حين أن القوالب النمطية للنوع الاجتماعي يجري تطبيقها بالتأكيد في قطاع المياه والصرف الصحي، فمن المهم ملاحظة أن هذه القوالب النمطية ناتجة عن عملية «التنشئة الاجتماعية». لا يفكر بعض أصحاب العمل ولجان المقابلات الشخصية في عملية «التنشئة الاجتماعية» وكيف أنها تؤتي بتحيزات متعلقة بالنوع الاجتماعي إلى قطاع المياه والصرف الصحي.

لا يوجد حل مباشر ودون جُهد أو «رصاصة فضية» للمساواة في النوع الاجتماعي بمرافق المياه والصرف الصحي. حيث أن المرافق تحتاج إلى أن تتعلم بعضها البعض ثم تقوم بتصميم الحلول في نفس الوقت لسياقها الخاص. ويتعين على كل مرفق من مرافق المياه والصرف الصحي تناول جوانب المساواة في النوع الاجتماعي، وإلا فإن أوجه عدم المساواة ستستمر في ظل أسلوب العمل المعتاد.

7.6 الملخص

بدأت هذه المبادئ التوجيهية بتطوير فهم مشترك ل «النوع الاجتماعي»، وهو ليس مرادفاً ل«المرأة». يفهم النوع الاجتماعي على أنه عملية تنشئة اجتماعية تنسب القيم إلى الرجال والنساء والشباب والأطفال بناء على من هم بدلا مما يمكنهم فعله. وعلى سبيل المثال، فإن بعض الآباء يستفيدون من فرص تعليمية أقل للفتاة مقارنة بصبي في نفس الأسرة المعيشية. وفيما يتعلق بفرص العمل، تواجه النساء المزيد من العقبات حتى لو كان لديهن نفس مؤهلات الرجال.

باستخدام نهج الوكالة السويدية للتنمية الدولية لتعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي في سياق دورة المشروع، تم تحديد فرص إدماج منظور النوع الاجتماعي في شكل أسئلة لضمان التفكير في منظور النوع الاجتماعي والتصرف من خلال عدسته طوال دورة المشروع. يعد تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي تطورا مهما سيؤثر بشكل إيجابي على الرجال والنساء، وكذلك الأطفال، الذين هم المواطنون الذين ينتظرون فوائد تدخلات إعادة استخدام المياه الشاملة اجتماعيا.

تحاول المبادئ التوجيهية كذلك أن توضح لمصممي المشاريع ومنفذيها كيفية تمكين المرأة في مشاريع إعادة استخدام المياه والتأكد من أن إعادة الاستخدام تفيد الجميع- رجالا ونساء والشباب. ومع ذلك، من المهم ملاحظة أن تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي ليس إلا مجرد بداية جيدة. والهدف من ذلك هو النهج التحويلية للنوع الاجتماعي والتي تسعى جاهدة إلى تحدي وتغيير المعايير والقيم مع إعادة تشكيل علاقات القوة لتعزيز قدرة المرأة، وبالتالي تعزيز المساواة بين المرأة والرجل. هذا هو الهدف النهائي للتدخلات الإنمائية بما في ذلك في قطاع إعادة استخدام المياه.

المراجع

Arnstein, S.R. 1969. سلم مشاركة المواطنين. « JAIP» 35: 216-224.

Cole, S.M.; Van Koppen, B.; Puskur, R.; Estrada, N.; Declerck, F.; Baidu-Forson, J.J.; Remans, R.; Mapedza, E.; Longley, C.; Muyaule, C.; Zulu, F. 2014. جهد تعاوني لتفعيل النهج التحويلي للنوع الاجتماعي في سهول باروتس الفيضية. بينانغ، ماليزيا: برنامج بحوث نظم الزراعة المائية التابع للجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية. موجز البرنامج.

Collins, P.H. 1990. الفكر النسوي الأسود: المعرفة والوعي وسياسة التمكين. نيويورك: روتليدج.

Collins, P.H. 1998. كل شيء في الأسرة: تقاطعات النوع الاجتماعي والعرق والأمة. هيباتيا 13: 62-82.

Das, M.B. 2017. المد الصاعد: نظرة جديدة على المياه والنوع الاجتماعي. واشنطن العاصمة: البنك الدولي.

Doss, C. 2013. احتياجات البيانات لتحليل النوع الاجتماعي في الزراعة. واشنطن العاصمة: المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية.

منظمة الأغذية والزراعة (الفاو).2011. المرأة في الزراعة: سد فجوة النوع الاجتماعي من أجل التنمية. روما: منظمة الأغذية والزراعة.

منظمة الأغذية والزراعة. 2018. مشروع الفاو- الوكالة السويدية للتنمية الدولية وما يتصل بها من برنامج التعاون التقني لإدارة المساواة في النوع الاجتماعي وإدارة المياه والحوكمة في الشرق الأدنى وشمال أفريقيا. روما: منظمة الأغذية والزراعة.

GWA (تحالف النوع الاجتماعي والمياه). 2011. منهجية مسح النوع الاجتماعي لمرافق المياه. تحالف النوع الاجتماعي والمياه. متاح http://genderandwater.org/en/gwa-products/knowledge-on-gender-and-water/gender-scan-methodology-for-water-utilities/view (تم الإطلاع عليه في 31 أغسطس/آب 2022) http://genderandwater.org/en/gwa-products/knowledge-on-gender-and-

Hunt, V.; Lee, L.; Prince, S.; Dixon-Freyle, S. 2018. التسليم من خلال التنوع. الولايات المتحدة الأمريكية: ماكينزي وشركاه.

IWA (شركاء المياه الدولية). 2016. المورد غير المستغل: النوع الاجتماعي والتنوع في القوى العاملة بمجال المياه. لندن: IWA.

Kabeer, N.» 1994 «. الحقائق المعكوسة: التسلسل الهرمي للنوع الاجتماعي في الفكر التنموي. لندن: فيرسو.

Kabeer, N.» 1999 «. الموارد، الوكالة، الإنجازات: تأملات في قياس تمكين المرأة. التنمية والتغيير 30(3): 435-464. https://doi.org/10.1111/1467-7660.00125

Kabeer, N.» 2001 «. تأملات في قياس تمكين المرأة. في: « Kabeer, N.» (محرر) مناقشة تمكين المرأة: النظرية والتطبيق. Novum Grafiska AB. ستوكهولم: الوكالة السويدية للتعاون الإنمائي الدولي.

Kabeer, N.» 2019 «. تجارب مراقبة معشاة وتقييمات نوعية لبرنامج متعدد الأوجه للنساء في فقر مدقع: النتائج التجريبية والتأملات المنهجية. مجلة التنمية البشرية والقدرات 20: 10.

Kabeer, N.» Subrahmanian, R.» 1996 «. المؤسسات والعلاقات والنتائج: إطار وأدوات التخطيط الواعي بالنوع الاجتماعي. معهد دراسات التنمية «IDS»: Sussex

Locke, C.; Okali, C. 1999. تحليل العلاقات المتغيرة في النوع الاجتماعي: التحديات المنهجية لتخطيط النوع الاجتماعي. التطوير في الممارسة 9 (3): 274-286.

Mapedza, E.; Tilahun A.; Geheb, K.; Peden, D.; Boelee, E.; Demisse, T.S.; Van Hoeve, E.; Van Koppen, B. 2008. لماذا النوع الاجتماعي مهم: تأملات من مشروع بحوث إنتاجية الثروة الحيوانية والمياه. وقائع مؤتمر IWMI 235163، المعهد الدولي لإدارة المياه. أديس أبابا، إثيوبيا: المعهد الدولي لإدارة المياه والمعهد الدولي لبحوث المياه. https://doi.org/10.22004/ag.econ.235163

Mapedza, E.A.; Giriraj, A.; Matheswaran, K.; Nhamo, L 2019. الجفاف وآثار سبل العيش بالنوع الاجتماعي على المزارعين أصحاب الحيازات الصغيرة في منطقة الجماعة الإنمائية للجنوب الأفريقي. في: Mapedza, E.T.; Tsegai, D.; Bruntrup, M.; Mcleman, R (محررون) تحديات الجفاف: خيارات السياسة العامة للبلدان النامية. أمستردام، هولندا: إلسفير. 4.00007-9 -https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814820 Elsevier.

زارة الخارجية 2019. كتيب: السياسة الخارجية النسوية للسويد. ستوكهولم: وزارة الخارجية.

Mukhopadhyay, M. 2004. تعميم النوع الاجتماعي أو «تدفق» النوع الاجتماعي بعيدا: النسويات تقطعت بهم

السبل في مجال التنمية. نشرة معهد دراسات التنمية (IDS) 9 :35.

منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD). 2015. لماذا الدفع من أجل المساواة في النوع الاجتماعي أمر منطقي من الناحية الاقتصادية. المنظمه.

O'Neil, T; Domingo, P. 2016. المرأة والسلطة: التغلب على الحواجز التي تحول دون القيادة والنفوذ.

لندن: معهد التنمية الخارجية.

Porter, F. 2018. فك تشابك أوجه عدم المساواة: لماذا تعتبر القوة والتقاطع مفهومين أساسيين.

متاح https://frompoverty.oxfam.org.uk/untangling-inequality-big-ideas-in-small-spaces/ (تم الاطلاع في 12 يناير/كانون الثاني 2020).

SIDA (الوكالة السويدية للتعاون الإنمائي الدولي). 2015. تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي. ستوكهولم: سيدا 8 ص.

Thompson, K.; O'Dell, K.; Syed, S.; Kemp, H. 2017. متعطشة للتغيير: الإمكانات غير المستغلة للمرأة في إدارة المياه في المناطق الحضرية. Deloitte Review 20: 154-167.

برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP). 2018. المساواة في النوع الاجتماعي كمسرع لتحقيق أهداف التنمية المستدامة. نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية: هيئة الأمم المتحدة للمرأة وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي.

هيئة الأمم المتحدة للمرأة 2022. دليل حول تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي لنتائج المساواة في النوع الاجتماعي. نيويورك: هيئة الأمم المتحدة للمرأة.

Viruell-Fuentes, E.A.; Miranda, P.Y.; Abdulrahim, S. 2012. أكثر من الثقافة: العنصرية الهيكلية، نظرية التقاطع، وصحة المهاجرين. العلوم الاجتماعية والطب 75, 2099–2106. https://doi. org/10.1016/j. socscimed.2011.12.0377

Wodon, Q.T.; De Labrière, B. 2018. إمكانات غير محققة: التكلفة العالية لعدم المساواة في النوع الاجتماعي في الدخل.

واشنطن العاصمة: البنك الدولي.

البنك الدولي. 2012. تقرير عن التنمية في العالم 2012: المساواة في النوع الاجتماعي والتنمية. واشنطن العاصمة: البنك الدولي. http://hdl.handle.net/10986/4391

البنك الدولي. 2019. المرأة في مرافق المياه: كسر الحواجز. واشنطن العاصمة: البنك الدولي. http://hdl. handle.net/10986/32319

البنك الدولي. 2020. السكان إناث (٪ من إجمالي السكان). البنك الدولي- البيانات. https://data.worldbank. org/indicator/SP.POP.TOTL.FE.ZS?locations=EG

Yount, K.M.; Zara, K.; Miedema, S.; Cheong, Y.F.; Naved, R.T. 2020. مقياس وكالة المرأة 61 (Was-61): مقياس شامل لوكالة المرأة الجوهرية والفعالة والجماعية. متاح في SSRN: http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3670180 (تم الإطلاع عليه في 1 سبتمبر 2022).

الفصل 8

مبادئ توجيهية لتحسين قبول إعادة استخدام المياه

خافيير ماتيو ساغاستا وباي دريشسل

لمحة عن المبادئ التوجيهية

لا تكفي الممارسات الجيدة والقدرات التقنية الوافية لضمان نجاح تدخلات إعادة استخدام المياه. إن فهم القضايا والمخاوف المتعلقة بالتصورات والقبول ومعالجتها من خلال التواصل الفعال في الوقت المناسب وبمشاركة أصحاب المصلحة يمكن أن يساعد بشكل كبير في بناء الثقة وتحسين مبادرات استخدام المياه المستصلحة ودعمها. يقدم هذا الفصل نظرة أكبر على القضايا التي تعيق قبول إعادة استخدام المياه في جميع أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، وأدوات واستراتيجيات للتغلب عليها.

- لتحسين قبول إعادة استخدام المياه، يمكن لمصممي المشروع أن يعملوا على:
- تشجيع المشاركة العامة والخطاب العام
- الانخراط بشكل استباقي في التواصل المبكر والمستمر لبناء الثقة
- تحديد نشر الرسائل الرئيسية بالمصطلحات الصحيحة
- توصيل فوائد إعادة استخدام المياه وكيفية التخفيف من المخاطر
- معالجة المخاوف الدينية المحتملة
- تسهيل تغيير السلوك

8.1. مقدمة

أصبحت إعادة استخدام المياه ذات أهمية متزايدة للأمن المائي في المناطق القاحلة. توجد بالفعل التكنولوجيا والممارسات الجيدة لإدارة مشاريع المياه المستصلحة وتحقيق الأهداف القائمة على الصحة أو تجاوزها. ومع ذلك، فإن الممارسات الجيدة والقدرات التقنية الوافية ليست كافية لضمان نجاح تدخلات إعادة استخدام المياه من حيث قبول المجتمع المحلي. إن فهم القضايا والمخاوف المتعلقة بالتصورات والقبول ومعالجتها من خلال التواصل الفعال وفي الوقت المناسب وبمشاركة أصحاب المصلحة يمكن أن يساعد بشكل كبير في بناء الثقة وتحسين مبادرات استخدام المياه المستصلحة ودعمها.

تعد خطة التواصل الشاملة التي تستهدف أصحاب المصلحة الرئيسيين أمرا ضروريا لنجاح مشاريع إعادة استخدام المياه أو القرارات السياسية. يقدم هذا الفصل فهما أكبر للقضايا التي تعيق قبول المجتمع لإعادة استخدام المياه في جميع أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، وأدوات واستراتيجيات التغلب عليها.

8.1.1. فهم حواجز القبول

يمكن أن يكون لدى المجتمعات وأصحاب المصلحة المختلفين درجات مختلفة جدا من قبول مبادرات إعادة استخدام المياه. يعتمد مستوى القبول على العديد من العوامل الثقافية ولكن أيضا على نوع استخدام المياه المستصلحة. يمكن أن تؤدي إعادة استخدام المياه إلى الرفض، خاصة عندما تؤدي إلى التعرض المحتمل مباشرة إليها من قبل المجتمع. في دراسة أجريت في جنوب شرق الولايات المتحدة الأمريكية، اختلف المستجيبون بشدة مع استخدام المياه المستصلحة لتجديد المياه السطحية أو الجوفية لإعادة استخدام مياه الشرب أو استخدامها داخل الأسرة المعيشية (الشكل 8.1)

الشكل 8.1 المواقف إزاء خيارات إعادة استخدام المياه في جنوب شرق الولايات المتحدة..
المصدر: « Robinson» وآخرون 2005، مقتبس في منظمة الصحة العالمية 2006.

عادة ما يقبل المزارعون ري مراعي الألبان والمحاصيل الصالحة للأكل بما في ذلك البساتين ومزارع الكروم إذا كانت المخاطر الزراعية تحت السيطرة، ولكن ليس بالضرورة مقبولة جيدا من قبل المستخدمين النهائيين لهذا المنتج. يمكن أن تكون هناك أيضا مخاوف بشأن لوائح الاستيراد إذا تم تصدير المنتجات. وأخيرا، فإن إعادة استخدام المياه لري المتنزهات الترفيهية أو ملاعب الجولف أو الحدائق أو المراعي تميل إلى أن تحظى بقبول أعلى («Po» وآخرون 2003، « Khan» و« Abu-Madi » ،2005 «Gerrard» وآخرون 2009 ومركز التميز الاسترالي لإعادة تدوير المياه 2014، و« Wester» وآخرون 2015، و« Sharma» وآخرون 2019). قد يؤثر التعرض المباشر والاجتماعي والديني والاقتصادي والصحي والسياسي وندرة المياه العذبة والإطار المؤسسي على قبول مشاريع إعادة الاستخدام («Al-Kharouf» وآخرون 2008، « Drechsel» وآخرون 2015) يمكن تصنيف هذه العوامل وغيرها من العوامل الرئيسية التي تؤثر على تصورات إعادة استخدام المياه في الفئات التالية:

- المخاطر الصحية والبيئية والزراعية
- العوامل العاطفية والثقافية والدينية
- الآثار المالية وتكاليف التكنولوجيا والقدرة على تمويل المبادرات
- ندرة المياه العذبة
- إشراك الجمهور في صنع القرار

غالبا ما يكون القبول العام للمياه المستصلحة نتيجة لمجموعة من العوامل، بما في ذلك الموقف الذاتي، والمعايير الذاتية، والمعرفة، والثقة في مقدمي الخدمات، والمخاطر المتصورة، والتكلفة، وتوافر البدائل. لتحسين تصورات إعادة استخدام المياه، نحتاج إلى فهم، في أي مكان معني بالتدخل، كل من الحواجز المعبر عنها محليا لقبول المياه المستصلحة وإلى معالجتها من خلال التواصل الفعال

8.1.2. المخاطر الصحية والبيئية والزراعية

الخوف من أن المياه المستصلحة قد لا تزال تحتوي حتى على كمية صغيرة من الملوثات مثل مسببات الأمراض والمعادن وبقايا الأدوية والمركبات العضوية السامة قد يؤدي إلى الرفض. ينظر كل من المزارعين والجمهور إلى الوجود المحتمل لهذه الملوثات على أنه مخاطر بيئية أو صحية أو زراعية. حتى في الحالات التي تكون فيها المخاطر ضئيلة أو منعدمة، يزداد التصور العام للمخاطر بناء على مظهر ولون ورائحة المياه المستصلحة، ولكن يمكن توجيهها أكثر من خلال القيل والقال والخوف والمعلومات المضللة. ففي حالة تووموبا الأسترالية، على سبيل المثال، تأثر القبول العام تأثرا شديدا بحملة سياسية مبنية على عوامل «الاشمئزاز» و«الخوف» أكثر من تأثره بالحجج الاجتماعية والمالية التي قدمها مؤيدو المشروع (Drechsel وآخرون 2015).

يميل الجمهور إلى أن يكون أكثر اهتماما بالمخاطر الصحية المرتبطة باستخدام المياه المستصلحة عندما يرون أن جودة المياه غير مضمونة. وعلاوة على ذلك، فإن انعدام الثقة في المؤسسات الحاكمة والسلطات المسؤولة عن سلامة إعادة الاستخدام يمكن أن يفسر تصورات المخاطر الناجمة عن فشل النظام.

يهتم المزارعون أكثر بالآثار طويلة الأجل لإعادة استخدام المياه وتراكم الملوثات في التربة، خاصة عندما يمكن أن يؤثر هذا التلوث على غلة المحاصيل أو اختيارها. عادة ما يكونون قلقين بشأن الملوحة عندما تكون المياه المستصلحة أكثر ملوحة من مصادر المياه البديلة. بشكل عام، قد يرى المزارعون فوائد وجود مصدر موثوق للمياه على مدار السنة أو فوائد المغذيات النباتية في المياه المستصلحة؛ ومع ذلك، فإنهم يميلون إلى القلق بشأن وصمة العار المرتبطة بإعادة الاستخدام ويخشون احتمال انخفاض الطلب على منتجاتهم أو انخفاض أسعار السوق لنفس المنتجات.

يمكن للمستخدمين النهائيين للمياه المستصلحة (على سبيل المثال، المزارعين) وقرارهم باستخدامها أو عدم استخدامها أن يعزز أي مشروع أو سياسة لإعادة استخدام المياه للخطر أو أن يدعمه. الأمر نفسه ينطبق على مستهلكي المنتجات الذين يمكنهم أن يعرضوا طلب السوق للخطر أو لا يظهرون سوى استعداد قليلاً للدفع نظير تلك المنتجات.

8.1.3. العوامل العاطفية والثقافية والدينية

لا يمكن تحقيق قبول إعادة استخدام المياه ببساطة من خلال اعتماد تقنيات قادرة على التخفيف من المخاطر البيئية والصحية. لن يتم قبول إعادة استخدام المياه بناء على مبرر اقتصادي فقط (أي عندما تكون الفوائد الإجمالية للمشروع أكبر من التكاليف المتوقعة). ولكي تنجح مبادرة إعادة استخدام المياه، يجب فهم مواقف المجتمع المحلي ومعالجتها. من الضروري النظر في الاستجابات الغريزية والعاطفية التي لدى الناس تجاه «الفضلات البشرية» و«الصرف الصحي». يثق الكثير من الناس في الإشاعات، أو انطباعاتهم الخاصة عن جودة المياه، أكثر مما يثقون في الأدلة أو النصائح الطبية والعلمية. بمجرد ملامسة المياه للملوثات، قد يكون من الصعب جدا من الناحية النفسية على الناس قبول أنه قد تم تنقيتها. هذه العوامل مجتمعةً، يمكنها أن تخلق حواجز عقلية أمام قبول مياه إعادة الاستخدام كمصدر للمياه النقية.

كثيرا ما يشار إلى تأثير الاستجابات الغريزية للاشمئزاز ضد المنتجات المشتقة من المخلفات باسم عامل «yuck». ترتبط مشاعر الخوف المصاحبة بالاشمئزاز، والتي غالبا ما يحتفظ بها البشر أثناء التطور لحمايتهم من المخاطر. لذلك يمكن القول إن عامل الاشمئزاز ذلك يخدم غرضا مفيدا. غير أن رد الفعل هذا من الاشمئزاز أو النفور يمكنه أن يتغلب على الأدلة العلمية والحجج العقلانية ويصبح حاجزا أمام إعادة استخدام المياه، حتى عندما يثبت أنها آمنة ومبررة اقتصاديا.

عندما يكون الناس في مرحلة التعرف على الأفكار التي يحتمل أن تكون مثيرة للجدل، غالبا ما يعتمد رد فعلهم على مصدر معلوماتهم وكيفية تقديمها. قد يغير الشخص الذي شعر بالنفور ذات مرة من فكرة استخدام المياه المعاد تدويرها رأيه إذا تم دعم إعادة الاستخدام من قبل شخص لديه قيم ثقافية مشتركة. أيضا، ليست كل أنواع المنظمات موثوق فيها بالتساوي. عادة ما تكون معظم المصادر الموثوقة من العلماء الذين ليس لديهم مصلحة في اعتماد التكنولوجيا أم لا. عادة ما تكون الكيانات الأقل ثقة هي الشركات. المصطلحات والبيانات مهمة أيضا (انظر أدناه). من الأسهل مناشدة المشاعر بالصور، بدلا من مناشدة التصورات بالمعلومات والبيانات التقنية. يجب على العلماء التواصل حتى يسمع الجمهور ويفهم ما يقولونه.

وبالمثل، هناك ارتباط بين المعتقدات الدينية واستعداد المستجيبين لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة. الالتزام الديني باستخدام المياه له آثار مباشرة على قبول مياه الصرف الصحي المعالجة. على الرغم من صدور فتوى في عام 1978 تقضي بأن مياه الصرف الصحي المعالجة يمكن اعتبارها نقية بالمعالجة المناسبة، فلا يزال بعض الناس يعترضون على إعادة استخدام المياه على أسسٍ دينية. تصبح القضية أكثر أهمية عندما يكون هناك تنوع كبير في المستخدمين والمعتقدات الدينية، والتي عندما لا تفهم، تؤدي إلى مستويات عالية من المقاومة والقلق. وبالتالي، فإن تصميم مرافق مياه الصرف الصحي المعالجة يمكن أن يجعل إعادة استخدام المياه أكثر قبولا في البلدان التي لديها محرمات دينية (أي السماح لمياه الصرف الصحي بالتحرك تحت الأرض بعد إعادة تعبئة المياه) («Warner» 2001).

8.1.4. الآثار المالية وتكاليف التكنولوجيا والقدرة على تمويل المشاريع واستدامتها

بالنسبة للمزارعين والتجار، من المهم معرفة ما إذا كان استخدام المياه المستصلحة مجديا ماليا من وجهة نظرهم. في حالة استخدام المياه المعاد تدويرها للري، على سبيل المثال، يظل قبول المحاصيل من قبل المستهلك (المشتري) هو المعيار الأكثر أهمية. بافتراض أن مصدر المحصول معروف للمستهلك، فإن قراره بشراء أو عدم شراء محصول منتج بالمياه المستصلحة تحدده آراء العامة، والمعرفة والتصورات («Abu-Madi»، 2015 «Drechsel» وآخرون 2009).

قد تكون هناك أيضا تكاليف كبيرة مرتبطة بتمويل وتشغيل وصيانة مشاريع إعادة استخدام المياه. والتوزيع العادل للتكاليف بين أصحاب المصلحة الرئيسيين أمر بالغ الأهمية للقبول، مع مراعاة قدرتهم على الدفع. وينبغي أن يأخذ ذلك في الاعتبار الفوائد الاقتصادية لمشروع إعادة الاستخدام من حيث الإمدادات الغذائية، وتوفير المياه، والصحة وسبل العيش، والتي ينبغي استيعابها لتبرير الإعانات. هناك حاجة إلى إعانات وحوافز مختلفة لمعظم مشاريع إعادة استخدام المياه حيث لا يمكن ضمان استرداد التكاليف من خلال المستخدمين. يتم تمويل الاستثمار الرأسمالي في معظم الحالات من أموال الدولة ومن قبل الجهات الدولية المانحة. إن البلدان مرتفعة الدخل في وضع أفضل لدعم أو استرداد تكاليف مشاريع التشغيل والصيانة.

8.1.5. ندرة المياه العذبة

يمكن أن تفشل مشاريع إعادة الاستخدام بسهولة إذا كانت لا تزال هناك مصادر مياه بديلة. ففي تونس، ضعفت رغبة مزارعي الأشجار المثمرة في دفع ثمن مياه الصرف الصحي المعالجة بالقرب من الوردانين في الغالب بسبب قدرتهم على العودة إلى استخدام المياه الجوفية، والتي تكون مجانية إذا وجدت فوق عمق 50 مترا. ومع ذلك، فإن استخراج المياه الجوفية يصبح غير مستداماً يوماً بعد يوم، وهناك الآن خيارات لتنظيم عمليات الاستخراج مثل رسوم الكهرباء للضخ («Drechsel» و» 2018 «Hanjra)

في ويندهوك، ناميبيا، التي تفتقر إلى بدائل المياه بأسعار معقولة، تتم معالجة ما يصل إلى 35٪ من مياه الصرف الصحي في المدينة ومزجها مع مصادر الشرب الأخرى لزيادة إمدادات مياه الشرب (Lahnsteiner وآخرون 2013). سنغافورة، من ناحية أخرى، لا يزال لديها ما يكفي من المياه العذبة. رفض الجمهور جميع محاولات استخدام مياه الصرف الصحي النقية تماما. نتيجة لذلك، تم مزج جزء صغير فقط (2.5٪ في عام 2011) من NEWater مع المياه العذبة في سنغافورة خلال فترات الجفاف («Lim» و» 2013 «Seah). وحيثما يكون وجود مصدر بديل للمياه العذبة مثبطا حاسما لتبني إعادة استخدام المياه المعالجة في الزراعة، كما أوضحت التقارير في كل من الأردن أو إسبانيا («Molinos-Senante» وآخرون 2010، و» Brahim» و» 2011 «Duckstein) يمكن وضع قيود على استخدام المياه العذبة وإنفاذها.

8.1.6. المشاركة العامة في صنع القرار

كما لخص « Drechsel» وآخرون 2015، هناك إجماع على أنه لتحقيق القبول العام لخطط إعادة استخدام المياه المخطط لها، خاصة في بيئة اجتماعية تتمتع بالقدرة على التأثير على عملية التنفيذ، من المهم ضمان مشاركة عامة نشطة من مرحلة التخطيط إلى التنفيذ الكامل (وكالة حماية البيئة الأمريكية 2012، ومنظمة الصحة العالمية 2006). تبدأ مشاركة الجمهور بالاتصال المبكر مع المستخدمين المحتملين، ويمكن أن تشمل تشكيل لجنة استشارية، وورش عمل عامة حول أسباب وفوائد ومخاطر إعادة الاستخدام. وينبغي أن يكفل تبادل المعلومات بين السلطات والممثلين العامين تقاسم ومعالجة الشواغل المتعلقة بالآثار الصحية أو البيئية المتصورة إلى انخفاض قيم الممتلكات («Crook» وآخرون 1992، و» Helmer» و» 1997 «Hespanhol) وينبغي أن يقوم الحوار الثنائي وعملية التعلم على الثقة المتبادلة لتوفير المناخ المناسب للتفاوض وحل النزاعات.

8.2. تشجيع المشاركة العامة والخطاب

غالبا ما تعتمد ردود الفعل الأولية تجاه التقنيات الجديدة أو الأفكار المثيرة للجدل على مصدر المعلومات، وكيف تم تقديمها ومن شاركها. هناك استراتيجيات وأدوات رئيسية متاحة للتغلب على الحواجز التي تحول دون قبول إعادة استخدام المياه، والتي تشمل:

- المشاركة العامة
- التواصل المبكر والمستمر
- الرسائل والمصطلحات الدقيقة
- توصيل فوائد إعادة استخدام المياه وكيفية التخفيف من المخاطر
- معالجة المخاوف الدينية المحتملة
- تسهيل تغيير السلوك

نجح الأردن في إعلام سكانه بأهمية إعادة استخدام المياه في الزراعة من خلال تنفيذ حملة تثقيفية نشطة مع توعية مجتمعية قوية (EMWATER 2004). وشمل أحد مكونات البرنامج توزيع النشرات الإخبارية والكتب الإرشادية، وتغطية قضايا المياه في الصحف وعلى التلفزيون والإذاعة، والمواقع الإلكترونية والأماكن التعليمية العامة وتعليم صناع القرار بشأن استخدام الأراضي. وبالإضافة إلى ذلك، وزعت مواد تعليمية على المدارس والجامعات والمكتبات.

في الأردن وتونس والكويت، تم الإعراب عن مخاوف دينية، ولكنها ليست من بين الأسباب الرئيسية لرفض المزارعين أو ترددهم في استخدام المياه المستصلحة لأغراض الري («Abu-Madi» وآخرون 2008 « Alhumoud» و« Madzikanda» 2010) في ضوء إعادة استخدام مياه الشرب، لا يبدو أن هناك اعتراضات دينية أساسية سواء على المستوى الدولي أو المحلي، كما أظهر مسح متعدد المستويات في ديربان («Wilson» و« Pfaff» 2008)

تفترض التوصيات أدناه أن مشروع إعادة استخدام المياه آمن للناس والمحاصيل والبيئة، ولا يشكل عبئا اقتصاديا، ويفيد البيئة والمجتمع.

8.2.1 تشجيع المشاركة العامة والخطاب

تؤكد الأبحاث أن التواصل والمشاركة مع أصحاب المصلحة يزيد من قبول إعادة استخدام المياه (Drechsel وآخرون 2015). إن خلق شعور بالملكية من خلال المشاركة العامة يزيد من هذا الدعم وينطوي على سلسلة من الأنشطة للإعلام والحصول على المدخلات، وليس فقط حدث واحد. توفر مشاركة العامة وأصحاب المصلحة فرصة للتأثير على القرارات التي تؤثر عليهم. يجب على مديري المشاريع النظر في تعيين مجالس استشارية محلية للسماح بالتعليق والجولات والبيوت المفتوحة (الإطار 8.1). كما أثبتت الزيارات الميدانية لمشاريع إعادة استخدام المياه القائمة أن لها تأثيرا إيجابيا على القبول. وقد أظهرت الدراسات أنه على الرغم من أن الأفراد يقبلون آراء الخبراء بشأن نوعية المياه المستصلحة، فإنهم يميلون إلى الاعتماد أكثر على انطباعاتهم الشخصية والفوائد المجربة (منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي 2002، « Ait Mouheb» وآخرون 2018).

8.2.2.الانخراط بشكل استباقي في التواصل المبكر والمستمر لبناء الثقة

بمجرد التعبير عن سرد سلبي حول إعادة استخدام المياه، من الصعب التغلب عليه. وينبغي أن يبدأ التعاون في مشاريع استصلاح المياه في وقت مبكر لبناء الثقة بمرور الوقت واستكمال جهود تخطيط الموارد الأوسع نطاقا. وينبغي أن تشمل أنشطة التواصل تقديم المعلومات إلى منظمات المجتمع المحلي ووسائل الإعلام والقادة المحليين بشأن عمليات صنع القرار وفوائده؛ توزيع الكتيبات على عملاء المرافق؛ واستضافة أكشاك المعلومات والجلسات في المناسبات العامة. تحتوي خطة التواصل الناجحة على استراتيجيات تسمح لأصحاب المصلحة بدراسة الأدلة واستخلاص استنتاجاتهم الخاصة، ورؤية كل من عملية صنع القرار والقرارات نفسها من خلال الشفافية. إن رصد المشروع والمساءلة أمران أساسيان. وينبغي الاستماع أولا إلى المعلومات المتعلقة بالتطورات، سواء كانت إيجابية أو سلبية، من مديري المشاريع. يجب أن يكون من الممكن تحديد مشكلة إذا ما وقع حادث عارض وأن يكون هناك القدرة على تتبع السبب الجذري للمشكلة لاتخاذ إجراء مبكر في المستقبل.

الإطار 8.1 تحالفات التعلم والبحث العملي وتوسيع نطاق الابتكار في مجال إعادة استخدام المياه

تحالفات التعلم هي نوع محدد من مشاركة أصحاب المصلحة المتعددين. يشير الاسم نفسه بالفعل إلى أن التعلم يلعب دورا رئيسيا في هذا التنسيق. يشير هذا إلى كل من التعلم من حيث قضايا إعادة استخدام المياه التي هي على المحك، وكذلك التعرف على التفاعل بين أصحاب المصلحة.

نهج تحالف التعلم هو استجابة للفشل في معالجة القضايا المجتمعية المعقدة التي تنطوي على العلوم الطبيعية والهندسة التقنية دون دمج العلوم الاجتماعية والتعلم. يمكن العثور على أمثلة للبحث والعمل من خلال تحالفات التعلم في إدارة المياه الزراعية والحضرية (http:// www. switchurbanwater.eu/la_intro.php) («Lefore» 2015)

لدى تحالفات التعلم العديد من أوجه التشابه مع تنسيقات أصحاب المصلحة الآخرين. ومع ذلك، لديها أيضا بعض الميزات التي تجعلها تبرز عن غيرها من التنسيقات، بما في ذلك:

- الدور الرئيسي لمنظمات البحث والمعرفة، والتي غالبا ما تكون هي التي تسهل التحالف كـ «وسطاء نزيهين» محايدين وقائمين على الأدلة.
- المراقبة المنهجية لعملية التعلم. بالتوازي مع البحث في قضايا إعادة استخدام المياه الفعلية، يتم أيضا مراقبة وتوثيق عملية التفاعل بين أصحاب المصلحة وتقدمهم في التعلم. إن إنجازاتهم وإخفاقاتهم في العمل معا لا تقل أهمية عن التحسينات في إدارة مياه الصرف الصحي وإعادة الاستخدام نفسها.
- الإدماج الاجتماعي. تولي تحالفات التعلم اهتماما قويا لأصحاب المصلحة الذين لا يتم تضمينهم عادة في الخطاب الرسمي حول المسائل العامة. وتشمل هذه المجموعات: النساء المستخدمات في الأسر المعيشية والزراعة، وصغار المزارعين، ومنتجي تربية الأحياء المائية، وأصحاب الماشية، وغيرهم من مستخدمي المياه، والمستثمرين على نطاق صغير ومتوسط، وما إلى ذلك.

8.2.3. رسائل دقيقة بمصطلحات صحيحة

مفهوم إعادة استخدام المياه جديد نسبيا للمجتمع. يجب تقديم قيمته بعبارات بسيطة ومقنعة، وتجنب اللغة التقنية والتأكيد على الفوائد والمخاطر المنخفضة للمياه المستصلحة. إن اختيار الكلمات والمصطلحات يمكن من التغلب على ردود الفعل السلبية. ضع في اعتبارك كل جمهور أثناء إعداد رسائل التواصل. فلكل جمهور ما يتردد صداه لديه، مثلاً لدى المستثمرين سيكون مختلفا عما يحرك المستخدمين النهائيين. تعمل مصطلحات مثل «المياه المستصلحة» و«المياه المعاد تدويرها» و«إعادة استخدام المياه» على تحسين القبول، مقارنة بمصطلحات مثل «مياه الصرف الصحي». لا ينبغي الحكم على المياه من خلال تاريخها ولكن من حيث جودتها. بمجرد استصلاحها، لم تعد مياه الصرف الصحي مخلفات بعد الآن، ويجب تجنب مصطلح «المخلفات» في مشاريع إعادة استخدام المياه. يعد الأمن المائي لمنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا مصدر قلق رئيسي، وسيؤدي تشكيل رسائل إيجابية

الإطار 8.2 المحاكاة التشاركية للسيناريوهات ولعب الأدوار

عند تصميم مشروع إعادة استخدام المياه، من المهم أن يكون لديكم القدرة على توقع المشاكل المحتملة التي قد تحدث أثناء تنفيذه. يمكن أن تساعد هذه الآراء والتعليقات في تكييف المشروع عند التصميم ومنع المشكلات. للتوصل إلى اتفاق مشترك ومحتمل بشأن حلول إعادة الاستخدام، يجب وضع أصحاب المصلحة (مثل المزارعين) في مكان الآخرين (مثل صانعي السياسات) والعكس صحيح.

تسمح المحاكاة التشاركية للسيناريوهات وتدريبات لعب الأدوار لمجموعة من أصحاب المصلحة بمحاكاة موقف أو مشكلة حالية أو مستقبلية واستكشاف حلولها الفعالة. يتم وضع المشاركين في حالة صنع القرار في بيئة افتراضية آمنة وخاضعة للرقابة. يمكنهم لعب أدوار مختلفة عن أدوارهم، واستكشاف سيناريوهات مختلفة واختبار الحلول. خلال مرحلة استخلاص المعلومات في نهاية العملية، تتاح للمشاركين فرصة شرح وتحليل خياراتهم من أجل استخلاص استنتاجات لمواقف الحياة الواقعية.

تتيح تدريبات لعب الأدوار محاكاة المواقف المعقدة التي يكون فيها عدم تناسق القوة أمرا أساسيا. إنها أيضا أداة مرجعية لاستكشاف المعرفة المخفية (الاستراتيجيات المخفية، والاستخدامات غير القانونية، وما إلى ذلك)، لأن لعب الأدوار يسمح للمشاركين بالتراجع ولكن في بيئة آمنة.

بشأن إمدادات المياه البديلة إلى استمرار قبول إعادة استخدام المياه لمعالجة قضايا نقص المياه الخطيرة وطويلة الأجل. يجب تعزيز الصحة والسلامة باعتبارها أهم مصدر قلق وتسليط الضوء على سجل السلامة في المنطقة.

8.2.4. توصيل فوائد إعادة استخدام المياه وكيفية التخفيف من المخاطر

تنطوي إعادة استخدام المياه على فوائد كبيرة للمدن والمناطق الزراعية الريفية ويجب تشجيعها. فهى تحسن من جودة المياه وتزيد من توافرها، مما يفيد البيئة، وخاصة النظم الإيكولوجية المائية. وينبغي، حيثما أمكن، تحديد الفوائد التي تعود على المستعملين النهائيين وأصحاب المصلحة كميا، ويفضل أن يكون ذلك مبررا اقتصاديا. سيوفر هذا أهدافا ملموسة ويحدد التوقعات. من المهم أيضا الإبلاغ عن المخاطر. تتضمن خطة التواصل الناجحة تفاصيل حول كيفية تخفيف المخاطر. إن التواصل بين المنظمات وأصحاب المصلحة يبني الثقة وله تأثير كبير على مستوى الدعم لمشاريع إعادة استخدام المياه.

الإطار 8.3 النوع الاجتماعي وإعادة استخدام المياه

يجب أن تكون تدخلات السلامة المدروسة مراعية للنوع الاجتماعي. في العديد من الثقافات، تتحمل النساء المسؤولية الرئيسية عن النظافة والصحة، وكذلك فيما يتعلق بإعادة استخدام المياه، كما ورد في الأردن (Boufaroua وآخرون 2013)، وفيتنام (Knudsen وآخرون 2008) وتونس («Mahjoub» 2013) توفر العلاقة القوية بين استخدام المياه على مستوى الأسرة المعيشية والمرأة إمكانات كبيرة لنهج التدريب المبتكرة لتحسين القبول الاجتماعي لإعادة استخدام المياه الآمنة كما ثبت مؤخرا في الأردن («Boufaroua» وآخرون 2013). .

يكون الحصول على قبول الجمهور أو العامة أسهل في حالة كان هذا الجمهور يعاني بالفعل من ندرة المياه ويتم تأسيس الحاجة إلى الحفاظ على مصادر المياه عالية الجودة للأغراض المنزلية. بمعنى أن إعادة استخدام المياه تصبح حلا لمشكلة، وليست المشكلة في حد ذاتها (Fawell وآخرون 2005). ومع ذلك، فإن التوقيت الجيد وحده ليس ضمانا للنجاح، كما أظهر مثال تووموبا «Toowoomba». حيث أن هذا يتطلب كذلك نهجاً حساسا لتجنب استقطاب أصحاب المصلحة لصالح إعادة الاستخدام أو ضده.

8.2.5. معالجة المخاوف الدينية المحتملة

تم ذكر الشواغل الدينية في الدراسات الاستقصائية التي أجريت في البلدان الإسلامية. يمكن اعتبار مواقف الإسلام حافزا للري بالمياه المستصلحة على الرغم من أن بعض المزارعين وسكان الريف قد لا يكونون على دراية بذلك («Abu-Madi» وآخرون 2009). في عام 1978، ذكرت هيئة كبار العلماء المسلمين (CLIS) في المملكة العربية السعودية أنه يمكن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة إذا تضمنت معالجتها إجراءات فنية متقدمة تزيل الشوائب المتعلقة بالذوق واللون والرائحة (Faruqui وآخرون 2001). وفقا «Farooq» و«Ansari» (1983)، هناك ثلاث طرق يمكن من خلالها تحويل الماء غير النقي إلى ماء نقي:

- التنقية الذاتية للمياه (على سبيل المثال، إزالة الشوائب عن طريق الترسيب)؛
- إضافة الماء النقي بكمية كافية لتخفيف الشوائب؛
- إزالة الشوائب بمرور الوقت أو الآثار المادية (على سبيل المثال، أشعة الشمس والرياح).

من الجدير بالذكر أن أول وثالث هذه التحولات يشبهان بشكل أساسي تلك التي تحققها عمليات معالجة مياه الصرف الصحي.

8.2.6. تسهيل تغيير السلوك

في كثير من الحالات، لن تكون زيادة التعليم والوعي بالمخاطر كافية لتحفيز التغييرات المرغوبة في السلوك نحو اعتماد ممارسات السلامة على سبيل المثال. قد تكون الحوافز الاقتصادية مفيدة في تحفيز المزارعين الذين يشاركون عادة في إنتاج المحاصيل النقدية، بينما قد يستجيب المستهلكون بشكل أفضل للتسويق الاجتماعي، الذي يهدف إلى الاستجابة للرغبات والمخاوف والدوافع الداخلية (Scott وآخرون2007). تم الإبلاغ عن نجاحات في التسويق الاجتماعي ودراسات التحفيز والدفع لدعم

الإطار 8.4 الرائحة واللون مهمان

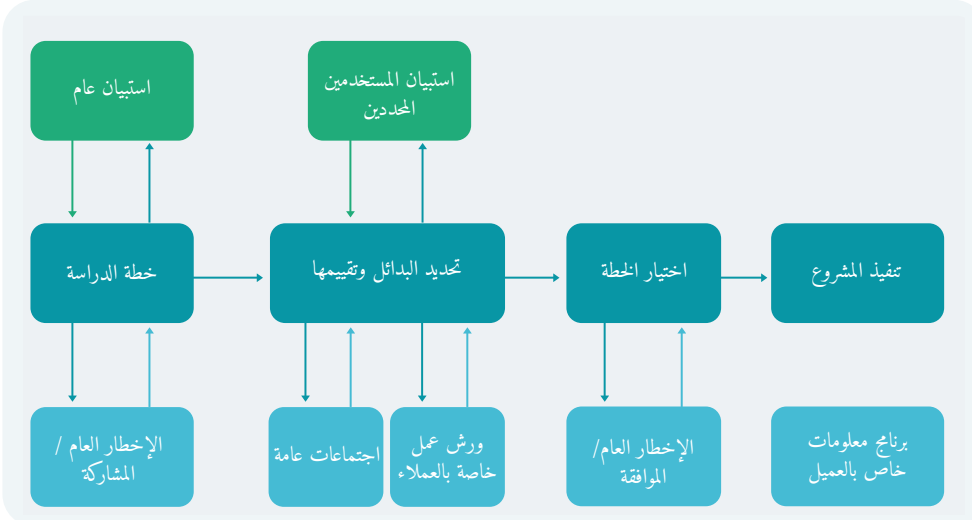
The physical properties of water are related to its appearance: color, temperature, turbidity, taste and odor. To be better accepted, water must be free from impurities that are offensive to the sense of sight, taste or smell. One very important physical characteristic that should be encountered when discussing water quality is turbidity – the amount of cloudiness in the water.

اعتماد أفضل الممارسات (Drechsel وآخرون2022). تدعو الحاجة إلى تغيير المواقف والسلوك إلى تكامل قوي لأبحاث العلوم الاجتماعية والشركاء الاستراتيجيين وأصحاب المصلحة ذوي الصلة في الحوار مع المجتمعات لتحقيق التوازن بين معاقل خبراء الهندسة والصحة العامة لمعالجة حواجز التبني وفرصه المحتملة. تتعلق هذه المسائل على وجه الخصوص بما يلي:

- التصورات العامة وديناميكيات المجموعة التي يمكن أن تعرض بسهولة أي مشروع لإعادة الاستخدام للخطر؛
- المستويات التعليمية التي قد تكون منخفضة للغاية لفهم المخاطر والمسؤوليات ذات الصلة؛ و
- عدم وجود حوافز اقتصادية أو اجتماعية لتغيير الممارسات (Drechsel وآخرون 2015).

8.3. الملخص

يقدم الشكل 8.2 مخططا انسيابيا لإنشاء برامج لمشاركة أصحاب المصلحة على طول أربع مراحل من مشروع إعادة الاستخدام المخطط له من الخطة الأولى للدراسة إلى التنفيذ النهائي. جميع التفاعلات



الشكل 8.2 استراتيجية المشاركة العامة في إعادة استخدام المياه المخطط لها..

المصدر: معدل من منظمة الصحة العالمية 2006. استنادا إلى «Crook» وآخرون 1992 و«Helmer» و«1997 «Hespanhol.

هي اتصالات ثنائية الاتجاه، حيث يتعلم المشروع بنفس الطريقة التي يتعلم بها أفراد المجتمع وعليهم باستمرار تكييف التدريب مع ردود الفعل الواردة لجعل هذه العملية التشاركية ناجحة قدر الإمكان.

يلزم تيسير العملية التشاركية باحترافية. قد يكون الميسرون أو لا يكونون خبراء في الموضوع، ولكن على أي حال، في دورهم كميسرين، يجب عليهم تعليق حكمهم. عندما يعمل الميسرون كمتخصصين في إعادة استخدام المياه، يجب عليهم تجنب تقديم المشورة الفنية بشأن إعادة الاستخدام. في دور التيسير، ينبغي إظهار الموقع المعاكس تماما. فعلى الرغم من أن الميسر قد يفكر في أنه/ ها تعرف ذلك، إلا أنه ليس من المفترض أن يظهر هذا الأمر. يجب على الميسرين أن يسألوا ويظهروا اهتماما بصدقٍ للحصول على أفضل معرفة للمشاركين الفرديين في المجموعة، وجميعهم على قدم المساواة، على الرغم من أن الميسر قد لا يشعر حتى بالقرب من بعض المشاركين. وينبغي للميسرين القيام بما يلي:

- اعتماد عملية اتصال ثنائية الاتجاه للتعلم من المجتمع إلى أي مدى يمكن معالجة حواجز التبني من خلال المعلومات أو تتطلب مناهج أكثر تخصيصا؛ مثل ورش العمل التي تحلل، على سبيل المثال، أسباب بعض المواقف والسلوكيات، لمعالجتها،
- استخدام مصطلحات إيجابية تبين أن إعادة الاستخدام هي حل مشاكل المجتمع وليس لخلقها؛
- أن تكون حساسة لأدوار النوع الاجتماعي والحجج الدينية؛ و
- إيلاء الاهتمام الواجب لأخلاقيات البحث الوطنية والدولية والحصول على «الموافقة المستنيرة» من جميع المشاركين والمشاركات في المقابلات أو مناقشات مجموعات النقاش المركز أو الدراسات الاستقصائية المنزلية.

مع إيلاء الاهتمام الواجب لأخلاقيات البحث، يجب الحفاظ على حماية معلومات التعريف الشخصية وإخفاء هوية جميع الردود. يجب شرح ذلك أثناء الحصول على «الموافقة المستنيرة» والسماح للمشاركين بالتعبير عن أفكارهم بحرية. وبالتالي، لا يسمح بمشاركة البيانات من التفاعل مع أعضاء المجتمع الذين يحتمل أن يكونوا ضعفاء مع أطراف ثالثة أو في الإعلانات (بما في ذلك مقاطع الفيديو) إلا إذا كانت البيانات مجهولة المصدر. يمكن أن يكون هذا مختلفا بالنسبة لردود المسؤولين الحكوميين.

تستغرق المشاركة والتواصل الفعال وقتا وموارد ولكن يحتاج مصممو المشروع إلى التفكير عند صياغة وتخطيط أي مشروع لإعادة استخدام المياه. ستؤدي هذه الاستثمارات قصيرة الأجل إلى أرباح طويلة الأجل وتؤدي إلى قبول أفضل وقدرة مستدامة لتدخل إعادة استخدام المياه.

المراجع

Abu-Madi, M.; Mimi, Z. 2009. بناء إجماع وطني تشاركي حول إعادة تدوير مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في فلسطين. المؤتمر الدولي الثاني حول البيئة الفلسطينية، 13-15 تشرين الأول/أكتوبر 2009، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين. http://hdl.handle. net/20.500.11889/4328 Nablus, Palestine.

Ait-Mouheb, N.; Bahri, A.; Thayer, B. 2018. وآخرون. إعادة استخدام المياه المستصلحة للري حول حافة البحر الأبيض المتوسط: خطوة نحو دورة حميدة أكثر؟ التغير البيئي الإقليمي 18: 693-705. https://doi. org/10.1007/s10113-018-1292-z

Akpan, V.; Omole, D.; Bassey, D. 2020. تقييم التصورات العامة لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة: الفرص والآثار المترتبة على المجتمعات الحضرية في البلدان النامية. Heliyon 6(10): e05246. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05246

Alhumoud, J.M; Madzikanda, D. 2010. التصورات العامة حول خيارا ت إعادة استخدام المياه: حالة محطة الصليبية لمعالجة مياه الصرف الصحي في الكويت. مجلة بحوث الأعمال والاقتصاد الدولية 9: 141-158.

Al-Kharouf, S.; Al-Khatib, I.; Shaheen, H. 2008. تقييم العوامل الاجتماعية والثقافية التي تؤثر على إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في الضفة الغربية. المجلة الدولية للبيئة والتلوث 33 (1): 3-14.

مركز التميز الأسترالي لإعادة تدوير المياه. 2014. تقرير المشروع: إعادة استخدام المياه ومجموعة أدوات المجتمعات. جامعة فيكتوريا.

Boufaroua, M.; Albalawneh, A.; Oweis, T. 2013. تقييم كفاءة إعادة استخدام المياه الرمادية على مستوى الأسرة المعيشية ومدى ملاءمتها للتنمية الريفية والبشرية المستدامة. المجلة البريطانية للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا 3 (4): 962-972.

Brahim, H; Duckstein, L. 2011. الأساليب الوصفية والبرمجة التوفيقية لتعزيز إعادة الاستخدام الزراعي لمياه الصرف الصحي المعالجة. في: do Prado, H.A.; Barreto Luiz, A.J.; Filho, H.C (محررون) الطرق الحسابية للبحوث الزراعية: التطورات والتطبيقات (IGI Global) https:// www.igi-global.com/book/computa-tional-methods-agricultural-research/41780

Carr, G.; Potter, R.; Nortcliff, S. 2011. إعادة استخدام المياه للري في الأردن: تصورات نوعية المياه بين المزارعين. إدارة المياه الزراعية 98 (5): 847-854.

Crook, J.; Ammermman, D.K.; Okun, D.A.; Matthews, R.L. 1992. مبادئ توجيهية لإعادة استخدام المياه. كامبريدج، ماساتشوستس: Camp Dresser and McKee, Inc

Drechsel, P.; Mahjoub, O.; Keraita, B. 2015. الأبعاد الاجتماعية والثقافية في استخدام مياه الصرف الصحي. في: Drechsel, P.; Qadir, M.; Wichelns, D (محررون) مياه الصرف الصحي: الأصول الاقتصادية في عالم التحضر. Springer Dordrecht. صفحات 75–92. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9545-6_5

Drechsel, P.; Hanjira, M.A. 2018. مياه الصرف الصحي لإنتاج الفاكهة والخشب (مصر). استعادة الموارد من المخلفات: نماذج الأعمال لإعادة استخدام الطاقة والمغذيات والمياه في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل. نيويورك: روتليدج.

Drechsel, P.; Qadir, M.; Galibourg, D. 2022. المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية بشأن الاستخدام الآمن لمياه الصرف الصحي في الزراعة: استعراض تحديات التنفيذ والحلول الممكنة في الجنوب العالمي Water 14: 864. https://doi.org/10.3390/w14060864

EMWATER 2004 آفاق الإدارة الفعالة لمياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في فلسطين. دراسة قطرية فلسطين. مشروع «الإدارة الفعالة لمياه الصرف الصحي ومعالجتها وإعادة استخدامها في دول البحر الأبيض المتوسط».

وكالة حماية البيئة الأمريكية 2012. مبادئ توجيهية لإعادة استخدام المياه. Anchorage, AK, ، الولايات المتحدة الأمريكية: وكالة حماية البيئة الأمريكية.

Farooq, S.; Ansari, Z.I. 1983. إعادة استخدام المياه في البلدان الإسلامية- منظور إسلامي.الإدارة البيئية 7 (2): 119-123.

Faruqui, N.I.; Biswas, A.K.; Bino, M.J (محررون) 2001. إدارة المياه في الإسلام. أوتاوا، كندا: المركز الدولي للبحوث الإنمائية/ مطبعة جامعة الأمم المتحدة.

Fawell, J.; Fewtrell, L.; Hydes, O.; Watkins, J.; Wyn-Jones, P. 2005. 2005. بروتوكول لتطوير معايير إعادة استخدام المياه مع الإشارة إلى إمدادات مياه الشرب (UKWIR Report Ref No. 05/WR/29/1). لندن، المملكة المتحدة: شركة أبحاث صناعة المياه، المحدودة في المملكة المتحدة (UK Water Industry Research Limited).

Helmer, R.; Hespanhol, I (محررون) 1997. مكافحة تلوث المياه: دليل لاستخدام مبادئ إدارة جودة المياه. لندن: مطبعة: CRC Press. 526p.

Khan, S.; Gerrard, L. 2005. اتصالات أصحاب المصلحة لعمليات إعادة استخدام المياه الناجحة. كلية الهندسة، جامعة ولونجونج « Wollongong». متاح في https://ro.uow.edu.au/engpapers/3200 (تم الاطلاع في 15 أغسطس/آب 2021).

Knudsen, L.G.; Phuc, P.D.; Hiep, N.T.; Samuelsen, H.; Jensen, P.K.; Dalsgaard, A.; Raschid-Sally, L.; Konradsen, F. 2008. الخوف من الرائحة الكريهة: تصورات المخاطر بين المزارعين في فيتنام باستخدام مياه الصرف الصحي وفضلات البشر في الزراعة. مجلة جنوب شرق آسيا للطب الاستوائي والصحة العامة 39

.352-341 :(2)

Lahnsteiner, J.; Du Pisani, P.; Menge, J.; Esterhuizen, J. 2013. أكثر من 40 عاما من الخبرة المباشرة في إعادة استخدام مياه الشرب في ويندهوك. في: Lazarova, V.; Asano, T.; Bahri, A.; Anderson, J. (محررون) معالم في إعادة استخدام المياه. أفضل قصص النجاح. لندن: شركاء المياه الدولة (IWA) للنشر. ص351–364.

Lefore, N. 2015. دراسة حالة. تعزيز كفاءات التيسير في التنمية: العمليات والتحديات والدروس المستفادة من تحالف التعلم لتطوير الميسرين لمشاركة المجتمع المحلي. مجلة إدارة المعرفة من أجل التنمية 11 (1): 118-135.

Lazarova, V.; Lim, M-H.; Seah, H. 2013. NEWater: عنصر أساسي لاستدامة المياه في سنغافورة. في: Asano, T.; Bahri, A.; Anderson, J. (محررون) معالم في إعادة استخدام المياه. أفضل قصص النجاح. لندن: IWA للنشر. ص53–62.

Macpherson, L.; Slovic, P. 2008. وصمة العار والخوف- تغيير النماذج العقلية حول إعادة الاستخدام. . WE&T Maga- zine 20 (7).

Mahjoub, O. 2013 مشاغل التوعية بالريح الزراعي والمرأة الريفية في المناطق الريفية لإعادة استخدام الاستعمالات في الزراعة: تطبيق نظام واد سهيل، نابل، تونس. في: الأمم المتحدة للمياه. وقائع الاستخدام الآمن لمياه الصرف الصحي في الزراعة، الحدث الختامي الدولي، طهران، إيران.

Molinos-Senante, M.; Hernandez-Sancho, F.; Sala-Garrido, R. 2010. دراسة الجدوى الاقتصادية لمعالجة مياه الصرف الصحي: تحليل التكلفة والفائدة. علم البيئة الكلية 408: 4396-4402.

Mu'aza, N.; Abubakar, I.; Blaisi, N. 2020. القبول العام لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في المملكة العربية السعودية: الآثار المترتبة على سياسة إدارة المياه. علم البيئة الكلية :721 Environment 137659. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137659

Nassim, A.; Pierre-Louis, M.; Mateo-Sagasta, J.; Hartani, T.; Molle, B. 2018. إعادة استخدام المياه: مورد للزراعة في منطقة البحر الأبيض المتوسط. في: Zribi, M.; Tramblay, Y.; Brocca, L.; Molle, F. (محررون) الموارد المائية في منطقة البحر الأبيض المتوسط. أكسفورد، Elsevier.

منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD). 2002. قياس الاقتصاد غير الملحوظ: كتيب. باريس: منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية.

Ormerod, K.; Scott, C. 2013. شرب مياه الصرف الصحي: ثقة الجمهور في إعادة استخدام المياه. العلوم والتكنولوجيا والقيم الإنسانية 38 (3): 351-373.

Po, M.; Kairecher, J.; Nancarrow, B. 2003. مراجعة الأدبيات للعوامل التي تؤثر على التصورات العامة لإعادة استخدام المياه.CSIRO الأراضي والمياه، التقرير الفني 03/53، ديسمبر.

Robinson, K.G.; Robinson, C.H.; Hawkins, S.A. 2005. تقييم التصور العام فيما يتعلق بإعادة استخدام مياه الصرف الصحي. إمدادات المياه 5 (1): 59-65. https://doi.org/10.2166/ws.2005.0008

Scott, B.; Curtis, V.; Rabie, T.; Garbrah-Aidoo, N. 2007. الصحة في أيدينا، وليست في رؤوسنا: فهم دوافع النظافة في غانا. السياسة الصحية والتخطيط 22 (4): 225-233.

Sharma, K.; Grander, T.; Degbie, D. 2019. مناهج للتصميم الحضري الحساس للمياه: الإمكانات والتصميم والصحة البيئية والتخضير الحضري والاقتصاد والسياسات وتصورات المجتمع: أكسفورد: Elsevier.

Warner, W. 2000. تأثير الدين على معالجة مياه الصرف الصحي: اعتبار لخبراء الصرف الصحي. مجلة علم النفس البيئي 11: 11-13.

Wester, J.; Timpano, K.; Cek, D.; Lieberman, D.; Fieldstone, S.; Broad, K. 2015. العوامل النفسية والاجتماعية المرتبطة بإعادة استخدام مياه الصرف الصحي الانزعاج العاطفي. مجلة علم النفس البيئي 42: 16-23. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.01.003

منظمة الصحة العالمية 2006. مبادئ توجيهية للاستخدام الآمن لمياه الصرف الصحي والفضلات والمياه الرمادية. المجلد الثاني. باريس، فرنسا: منظمة الصحة العالمية https://apps.who.int/iris/ handle/10665/78265

Wilson, Z.; Pfaff, B. 2008. وجهات نظر دينية وفلسفية وبيئية حول إعادة استخدام مياه الصرف الصحي الصالحة للشرب في ديربان، جنوب إفريقيا. تحلية المياه 228: 1-9.

الفصل 9

نحو تخطيط وإدارة أكثر انسجاما لإعادة استخدام المياه الزراعية: المبادئ التوجيهية والممارسات والعقبات

ماري هيلين ناصيف ومحمد توفيق

لمحة عن هذه المبادئ التوجيهية

- ضمان اقتناع اللاعبين الوطنيين الرئيسيين حول أهداف واضحة
- إنشاء منصات لأصحاب المصلحة المتعددين والترحيب بالمجتمعات المعرفية للتسهيل
- إجراء عملية مسح أصحاب المصلحة
- فهم الأدوار والمسؤوليات والثغرات والتداخلات
- تحليل تأثير أصحاب المصلحة ومصالحهم
- توضيح الأدوار والمسؤوليات على طول ستة مجالات من الصلاحيات
- إنشاء مؤسسات مركزية للتنسيق والتنظيم
- السماح بالمرونة في التشغيل وآليات استرداد التكاليف
- تمكين أصحاب المصلحة من خلال المعرفة والنفوذ السياسي الحاليين
- فهم وإعادة التفاوض بشأن حقوق المياه المحلية
- ضمان الوصول إلى المعلومات وتبادل البيانات بين أصحاب المصلحة
- خلق مناخ من الثقة والتعاون
- تطوير قدرات المرافق العامة والمؤسسات المحلية

9.1 مقدمة

يأتي تخطيط وإدارة مشاريع إعادة استخدام المياه الزراعية مع تعقيد متأصل. وهي تتطلب مواءمة تعدد عمليات صنع القرار والأنشطة التي يؤديها أصحاب المصلحة الذين لديهم وظائف وأهداف ومصالح مختلفة ومتضاربة في كثير من الأحيان.

التحدي الأول هو تخصيص المياه بين القطاعات/المستخدمين. يعد نظام معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدام المياه جزءا من الدورة الهيدرواجتماعية الأكبر، والتي تربط الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية والثقافية المختلفة عبر تدفقات المياه (Boelens وآخرون. 2016). يتأثر الوصول الكمي والنوعي إلى المياه للمستخدمين الحاليين من خلال معالجة مياه الصرف الصحي التي يتم تصريفها في المجاري المائية وإعادة تخصيصها لتأثيرات إعادة الاستخدام.

ينطوي التخطيط لمشاريع أو سياسات إعادة الاستخدام على اتخاذ خيارات صعبة يمكن أن تعطل حقوق المياه الحالية أو الشرعيات السياسية المرتبطة بسلطات الدولة أو البلديات أو المزارعين أو الفئات الاجتماعية الأخرى (Beveridge وآخرون 2017).

ثانيا، مثل الأنظمة الهيدروليكية، لا يمكن أن تنجح مشاريع إعادة الاستخدام إلا إذا كانت مقبولة اجتماعيا وموثوقة تقنيا ومربحة للمزارعين. ويتطلب ذلك روابط قوية بين الإدارات المركزية (وشركائهم المانحين) وأصحاب المصلحة المحليين لتحليل الممارسات المحلية، وتطوير البنية التحتية المناسبة، والتفاوض بشأن ترتيبات الإدارة التكيفية (الشكل 9.1).

ثالثا، يخلق نظام إعادة الاستخدام ترابطا بين نشاطين منفصلين عادة: معالجة مياه الصرف الصحي وإنتاج المحاصيل. يجب مزامنة هذه الأنشطة، الأمر الذي يتطلب التفاوض والتنسيق بين المديرين والمستخدمين، غالبا يوميا («Maaß» و» 2018 «Grundmann).

وأخيرا، تأتي إعادة استخدام المخلفات السائلة المعالجة مصحوبة بمخاوف بشأن جودة المياه المعالجة وآثارها السلبية المحتملة على الصحة والنظم الإيكولوجية. فتنطوي على تدخل المؤسسات الصحية والزراعية والبيئية، التي تحتاج إلى تطوير اللوائح بشكل جماعي، ومراقبة الامتثال وإنفاذه وإجراء مقايضات بين السلامة وقابلية الإنفاذ (انظر الفصل 5). باختصار، عند تخطيط وإدارة نظام إعادة الاستخدام، سيتعين على أصحاب المصلحة التعاون وإيجاد توافق في الآراء- غالبا لأول مرة- حول وعبر مختلف الحقول والمقاييس.

في بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، تطورت مشاريع وسياسات إعادة استخدام المياه لبضعة عقود (انظر الفصل 1). وتبعا لتاريخها المؤسسي والسياسي، طورت البلدان طرائق مؤسسية مختلفة لتنظيم معالجة المياه وإعادة استخدامها (انظر الفصل 3). وعلى الرغم من ملاحظة اختلافات كبيرة بين البلدان، فقد تبين عموما أن الإدارات مجزأة و/أو متنافسة و/أو مفرطة المركزية بمشاركة ضعيفة من المستعملين المحليين (انظر الفصل 3؛ وآخرون 2020، و«» وآخرون 2022) واللوائح الصارمة بشكل غير ملائم وسوء التنفيذ (انظر الفصل 5). بالاعتماد على الأدبيات المستقاة من المصادر الدولية ومصادر منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا حول حوكمة المياه وإعادة استخدام المياه، تهدف المبادئ التوجيهية التالية إلى توجيه أصحاب المصلحة في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا نحو تخطيط وتنفيذ وحوكمة أكثر تنسيقا وشمولية لأنظمة إعادة استخدام المياه الزراعية.

هذا الفصل موجه نحو الحلول ويوفر إرشادات وأدوات وأمثلة متدرجة لبناء التوافق. ومن ناحية أخرى فهو يوضح أن مشاكل الحوكمة هي غالبا تكون ضاربة بجذورها في هياكل اجتماعية وسياسية أعمق، لا يمكن ببساطة تغييرها من خلال تنفيذ العمليات التشاركية وأدوات الهندسة الاجتماعية. بعض الأمثلة التي تم تحديدها في منطقة شمال افريقيا والشرق الأوسط سوف يتم اقتباسها لجذب الانتباه لهذا النوع من التحديات ولفتح باب المناقشة حول السؤال الصعب فيما يتعلق بالوصول إلى «الحوكمة الرشيدة لإعادة استخدام المياه» في المنطقة.

الشكل 9.1 مجموعة كبيرة من أصحاب المصلحة المشاركين في حوكمة أنظمة إعادة استخدام المياه الزراعية.

9.2 خطوات عملية في تخطيط وحوكمة إعادة استخدام المياه

9.2.1. ضمان اقتناع اللاعبين الوطنيين الرئيسيين حول أهداف واضحة

يمكن أن يكون التخطيط لمشروع إعادة الاستخدام وبدء التغيير التنظيمي أو المؤسسي المتعلق بمعالجة المياه وإعادة استخدامها بمثابة عملية معقدة. فهو يتضمن العديد من اللاعبين ذوي الوظائف والاهتمامات والخلفيات الفنية المختلفة. وكثيرا ما ينطوي على تغيير أنماط الوصول الكمي والنوعي إلى الموارد، وإضافة مسؤوليات جديدة على عاتق المؤسسات أو فقدان الكفاءات القديمة. وهذا يعني مكاسب لبعض أصحاب المصلحة وخسائر لبعضهم الآخر، والتي يمكن أن تأتي مع التنافس والمقاومة والمعارضة (Beveridge وآخرون 2017). ومن ثم، فإن تنفيذ مشاريع أو سياسات إعادة استخدام المياه ينطوي حتما على بدء المناقشات والمفاوضات في مراحل التخطيط والتصميم المبكرة بين مختلف مجموعات أصحاب المصلحة على مختلف مستويات الحوكمة (Evans وآخرون 2010، « Nassif» وآخرون 2022).

في البداية، يحتاج اللاعبون الرئيسيون إلى الاستعداد للجلوس على نفس الطاولة والعمل نحو نفس الهدف. وينبغي أن تكون هناك نية واضحة لبذل الجهود والموارد للتعاون والتوصل في نهاية المطاف إلى توافق في الآراء. ومن ثم، فإن أي مبادرات من هذا القبيل تحتاج على الأقل إلى دعم من الإدارات الوطنية الشرعية.

غالبا ما تكون هذه الخطوة الأولى هي الأكثر تحديا خاصة عندما يتم تحفيز المشاريع من قبل المنظمات المانحة الخارجية، وهو ما يحدث غالبا في المنطقة. قد لا يكون اللاعبون الوطنيون على استعداد للتعاون لمجرد أن المشروع فاضل أو عندما يكون هناك جدل على القيادة السياسية. وجهت حالة توضيحية في لبنان عندما اقترح المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI) تسهيل الحوار لتطوير إعادة استخدام الزراعة حول محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صور لإعادة تخصيص استخدام المياه العذبة لاستخدام مياه الشرب (Eid-Sabbagh وآخرون 2022). كانت مؤسسة التخطيط (وزارة الطاقة والمياه) داعمة للمشروع، لكن هذا لم يكن هو الحال مع تابعها الإداري سلطة نهر الليطاني. يمكن تفسير معارضة سلطة نهر الليطاني (LRA) للمشروع وقدرته على عرقلة القرارات إلى تجزء السلطة والقوة في البلاد وانعكاسها على إدارات الدولة. («Nassif « 2019).

إذا كان من الممكن خلق حوافز لجلب أصحاب المصلحة إلى التعاون، كما نقترح في هذه الورقة، فغالبا ما يكون هذا مقيدا بنزاعات أعمق على السلطة راسخة في الهياكل المجتمعية. يجب قراءة الخطوات التالية مع الأخذ في الاعتبار أن إنشاء «الحكم الرشيد» قد يتجاوز قدرات المشاريع. لا يمكن ممارسة الضغط من أجل سياسات أفضل دون إدراك الطبيعة السياسية لإدارة المياه (Molle وآخرون 2019). إنها عملية طويلة الأجل يجب أن تبدأ بتسليط الضوء على هذه الأنواع من التحديات.

9.2.2. إنشاء منصات لأصحاب المصلحة المتعددين والترحيب بالمجتمعات المعرفية للتسهيل

منصة أصحاب المصلحة المتعددين (MSP) هي ممارسة تشاركية شائعة تجمع عادة أصحاب المصلحة من مجموعات متنوعة، على استعداد للعمل الجماعي في مشاريع المياه أو السياسات أو اللوائح («Warner» 2005، 2006) يتم تصورها على أنه مساحة مميزة لمدخلات أصحاب المصلحة المتعددين والمناقشات والتفاوض ويمكن أن تُفضي إلى بناء توافق في الآراء وحل النزاعات (، Cleaver 2001 2017). ويمكن إنشاء مشاريع تخطيط منصة أصحاب المصلحة المتعددين (MSP) لجمع أصحاب

المصلحة المتعددين الذين يحتاجون إلى التنسيق حول تطوير مشاريع وسياسات إعادة استخدام المياه (Evans وآخرون 2010). ويمكن لخطط الخدمات المدارة، عند تصميمها وتيسيرها على نحو ملائم، أن تساعد المشاريع على تجنب الجمود في المستقبل من خلال إضفاء الطابع الديمقراطي على عملية صنع القرار وإضفاء الشرعية عليها («Warner» 2005، 2006) و («Graversgaard » وآخرون 2017)

وكما رأينا أعلاه، فإن القيادة المؤسسية والشرعية السياسية مهمتان لحدوث مثل هذه المبادرات المبدئية. من ناحية أخرى، يتم تشجيع المجتمعات المعرفية، أو «مجتمعات الخبراء التقنيين غير العلميين الذين يعملون على إبلاغ السياسة من خلال معرفتهم» على تسهيل أو المساهمة في مثل هذه المنصات التشاركية («Mabon » 2016، «Bukowski» وآخرون 2019) علاوة على ذلك، يمكن أن تكون الحوارات أكثر نجاحا عندما يقودها ميسرون مستقلون يجمعون بين مختلف أصحاب المصلحة ذوي الخلفية و/ أو الاهتمامات المتباينة، وهي ممارسة عملية تنمو في المشاريع البيئية حول العالم («Dionnet» وآخرون 2017)

في حين أنه لا ينبغي اعتبار هذه القيادة القائمة على الخبراء محايدة دائما أو غير متنازع عليها (Stone 2017)، تظهر الأمثلة أن المجتمعات المعرفية يمكنها أن تقود بناء سياسات فعالة في الظروف الملائمة. فعلى سبيل المثال، تبين أن هذه المبادرات ناجحة في سياق تاريخي ملائم لبحوث العلوم البيئية التي تقودها المجتمعات المحلية، والاستثمار الشخصي لأعضاء المجتمع المعرفي، والحوار المنتظم بين المجتمع المعرفي والمجتمع المحلي («Mabon» وآخرون 2019)

في لبنان والأردن ومصر، تجري عدة طرائق للمبادرات التشاركية حول مواضيع مختلفة تتعلق بمشاريع وسياسات إعادة استخدام المياه. في الأردن، تمكنت الجمعية العلمية الملكية (RSS)، التي يمكن مقارنتها بالمجتمع المعرفي، من تسهيل المفاوضات بين وزارة المياه والري والمزارعين من أجل تحفيز استخدام مشروع إعادة استخدام المياه تقوده الدولة (الإطار 9.1). وفي لبنان، دعم المعهد الدولي لإدارة المياه صياغة تخطيط منصة أصحاب المصلحة المتعددين (MSP) بدعم من الإدارات الوطنية لتصميم لوائح نوعية قابلة للتكيف لإعادة استخدام المياه (الإطار 9.2). في مصر، قام المشروع وشريكه، المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، بتيسير مجموعات نقاش مركز مختلفة لبناء توافق في الآراء حول اختيار نماذج إعادة الاستخدام المباشر وغير المباشر. كما تم تسهيل أشكال أخرى من المنصات التشاركية المحلية من خلال ReWater MENA في لبنان والأردن لتقييم التكلفة والفوائد وتصميم أنواع مختلفة من نماذج إعادة استخدام المياه.

9.2.3. إجراء عملية مسح أصحاب المصلحة

تبدأ عمليات إشراك أصحاب المصلحة بتحليل شامل لشبكات الجهات الفاعلة الحالية. تعرف الخطوة الأولى باسم «رسم خرائط أصحاب المصلحة» وتتكون من جرد لأصحاب المصلحة إما رسميا (قانونيا) أو بشكل غير رسمي مسؤولين عن الجوانب المختلفة لمعالجة مياه الصرف الصحي وتخطيط وإدارة إعادة الاستخدام. في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، تميل الأطر المؤسسية الرسمية إلى التركيز على إدارات الدولة والمنظمات الرسمية، في حين أن أصحاب المصلحة من المجتمع والقطاع الخاص هم أيضا جهات فاعلة رئيسية على العديد من المستويات. غالبا ما تكون غير معروفة أو غير معترف بها رسميا («Tawfik » 2002، «Cleaver» وآخرون 2021) يجب تحديد هذه الجهات الفاعلة وتمثيلها بشكل مثالي في تخطيط منصة أصحاب المصلحة المتعددين من أجل الحصول على رؤية كاملة لحوكمة القطاع وتحديد المعرفة المحلية والممارسات الفنية وكذلك الديناميكيات الاجتماعية.

يتطلب تحديد الترتيبات غير الرسمية/ المدمجة اجتماعيا إجراء مقابلات وعمل ميداني. ويمكن القيام بذلك من خلال التعاون مع المسؤولين الحكوميين في المكاتب المحلية والمجتمع المدني وقادة المجتمعات

الإطار 9.1 حوار الجمعية العلمية الملكية الأردنية مع وزارة المياه والري مع المزارعين

في شمال غور الأردن، قامت الجمعية العلمية الملكية (آر إس إس)، وهي منظمة أبحاث محلية غير حكومية تجمع مجموعة من الباحثين والخبراء الأردنيين، مؤخرا بتيسير حوار بين وزارة المياه والري الأردنية (MWI) لتحفيز إعادة الاستخدام غير المباشر للمياه التي توفرها محطة معالجة مياه الصرف الصحي في السمراء. كان الهدف هو إقناع المزارعين باستخدام المخلفات السائلة المعالجة بدلا من المياه العذبة المخطط إعادة تخصيصها للاستخدامات المنزلية وفقا لسياسة استبدال المياه الأردنية.

ونتيجة لعملية التيسير، تم الاتفاق على أن تنشر وزارة المياه والري على أساس منتظم اختبارات جودة المياه على منصة رقمية يمكن للمزارعين الوصول إليها، حيث وجد أن جودة المياه كانت عامل قلق رئيسي بالنسبة للمستخدمين.

الإطار 9.2 منصة لأصحاب المصلحة المتعددين للمعايير النوعية في لبنان

في لبنان، يعد تشتت الصلاحيات والافتقار إلى القيادة لوضع لوائح الجودة لإعادة استخدام المياه من بين العوامل التي تقيد تطوير معايير إعادة الاستخدام الرسمية. وفي الآونة الأخيرة، أخذت مؤسسة المقاييس والمواصفات اللبنانية (ليبنور)، وهي إدارة عامة شبه مستقلة، زمام المبادرة في تطوير هذه المعايير كجزء من مهمتها المتمثلة في وضع معايير لاستخدام المنتجات والخدمات الاقتصادية المختلفة. واستنادا إلى تحليل شامل لأصحاب المصلحة، ساعد مشروع « ReWater MENA » في إنشاء خطة تخطيط لمنصة لأصحاب المصلحة المتعددين مختلفة عن «اللجنة الفنية» التي عادة ما تعمل بها «ليبنور». جمعت المجموعة ممثلين محددين من مختلف الوزارات الوطنية وسلطات المياه الإقليمية، والأهم من ذلك، فنيي المختبرات المحليين ومشغلي محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي تمكنت من مناقشة إمكانية عملية لاتباع العتبات التي تمت مناقشتها للمعلمات المؤهلة.

كان باحث أول من المعهد اللبناني للبحوث الزراعية (LARI) أحد أصحاب المصلحة المهمين في منصة أصحاب المصلحة المتعددين وقام بإثراء النقاش بنتائج التجارب الميدانية التجريبية التي جلبت أدلة محلية حول إمكانية ري الخضروات بالمخلفات السائلة المعالجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي تقع في وسط البقاع. وجهت الأبحاث التي أجراها المعهد الدولي لإدارة المياه حول ممارسات الزراعة المحلية في وادي البقاع النقاش حول القدرة على فرض قيود على المحاصيل.

المحلية. نظرا لأن هذه الترتيبات تحدث عند نقاط التقاطع مع الترتيبات الرسمية، فغالبا ما يكون المسؤولون المحليون هم الذين يعملون بشكل وثيق مع الجهات الفاعلة «غير الرسمية» لتسهيل تنفيذ مهامهم («Barnes 2017» و«Cleaver 2002») أو العكس. ففي دلتا النيل في مصر، على سبيل المثال، وجد أن أنواعا كثيرة من تكنولوجيات المعالجة غير الرسمية قد بنيت بالتعاون مع الموظفين العموميين الذين يعيشون هناك (Reymond وآخرون 2010). في سهل البقاع في لبنان، استعار مسؤولون من سلطة

الدولة الإقليمية بعض المعدات من البلديات لإصلاح شبكات المياه («Nassif» 2019).

9.2.4. فهم الأدوار والمسؤوليات والثغرات والتداخلات

يتبع رسم خرائط أصحاب المصلحة المختلفين تحليل أدوارهم ومسؤولياتهم فيما يتعلق بممارسة إعادة استخدام المياه المخطط لها (تحليل أصحاب المصلحة). من المسؤول عن كل نشاط من الأنشطة المختلفة؟ هل تتداخل بعض المسؤوليات وكيف؟ هل هناك أنشطة مهمة لا يقوم بها أحد أو حيث تكون المسؤولية غير واضحة؟ من الضروري أيضا فهم الحدود الإدارية لأصحاب المصلحة: على أي نطاق يتدخلون (على سبيل المثال، المستوى الوطني، مستجمعات المياه، البلدية، الإقليمية، المحلية)؟ كيف تتداخل هذه النطاقات؟ هذه أسئلة مهمة يجب معالجتها من أجل توقع كيفية تأثر كل صاحب مصلحة بسياسة أو تدخل مشروع مقصود (على سبيل المثال، «تخطيط مشروع إعادة استخدام المياه»، «تصميم خطة تنفيذ لإدارة نظام إعادة الاستخدام»، «صياغة معايير نوعية لإعادة استخدام المياه»).

أساليب وأدوات كثيرة تم إعدادها لمساعدة صناع القرار، والمخططين والباحثين لإجراء تحليلات لأصحاب المصلحة بقطاع المياه. تم تطوير أداة تحليلية حديثة على وجه التحديد من أجل إعادة استخدام المياه (انظر فصل 3) مقتبس من «Tawfik» وآخرين (2021). ينقسم اطار العمل إلى صياغة الاستراتيجية والسياسات، وأنشطة إدارة مياه الصرف الصحي (على سبيل المثال، الجمع والمعالجة والتصريف أو النقل) وإدارة إعادة استخدام المياه (على سبيل المثال: التراخيص والموافقة والتخصيص) والأكواد والمعايير والرصد (أنظر الشكل 9.2) والغرض منه هو المساعدة في تحديد الفجوات والتداخلات القائمة بين أصحاب المصلحة (الرسمي أو غير الرسمي) على نفس نطاق الحوكمة (الأفقي) وبين المؤسسات على مستويات الحوكمة المختلفة. من الموصى به استكمال هذا الإطار مع مختلف انواع أصحاب المصلحة المستنيرين لتجنب الافتراضات أو سوء الفهم خاصة في السياقات المؤسسية المعقدة كما هو الحال في لبنان و مصر.

أنشطة إدارة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها	صياغة استراتيجيات والسياسات	إدارة مياه الصرف الصحي (الجمع أو المعالجة أو التصريف أو النقل)		إعادة استخدام المياه (الترخيص والموافقة والتخصيص)			الرموز والمعايير	الرصد
		تطوير البنية التحتية	التشغيل والصيانة	الصناعة	الزراعة	حضري (على سبيل المثال، المناظر الطبيعية)		
المؤسسة المسؤولة								

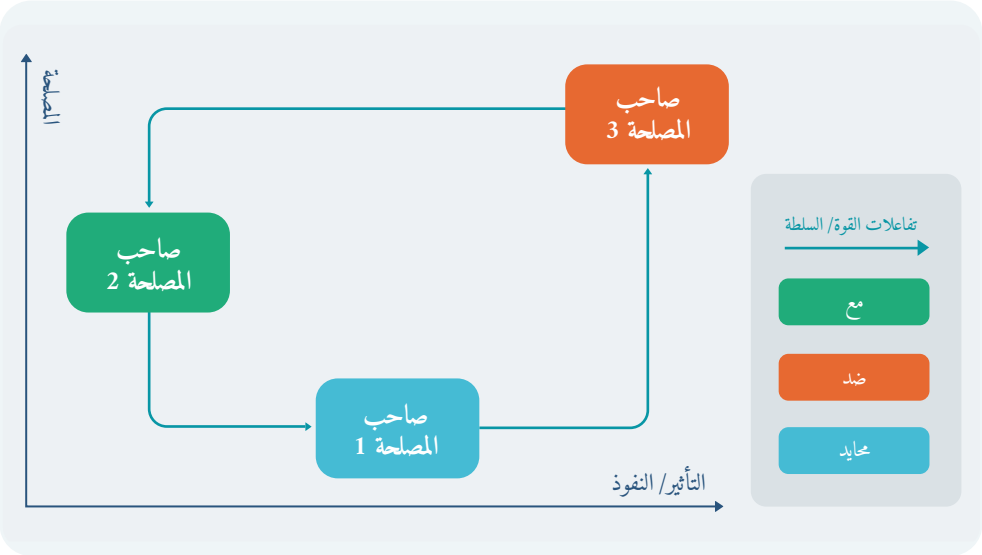
الشكل 9.2 رسم الخريطة المؤسسية لأنشطة الحوكمة.

المصدر: «Tawfik» وآخرون. 2021

9.2.5. تحليل تأثير أصحاب المصلحة ومصالحهم

كثيرا ما تشمل العمليات التشاركية مجموعة من المقايضات بين أصحاب المصلحة. لذلك، فمن المهم تحليل من قد يكون أفضل حالا أو أسوأ حالا نتيجة للتدخل المقصود وما هي العلاقات بين «الفائزين» و«الخاسرين».

يحتاج مديرو المشروع لفهم التأثير والاهتمام وقوة علاقات أصحاب المصلحة بالإضافة إلى أدوارهم ومسؤولياتهم الفنية. LISODE، شركة استشارية مقرها فرنسا اقترحت طريقة بسيطة لدراسة علاقات الأطراف الفاعلة خلال التدريب من أجل مشاركة الجمهور الذي تم تقديمه إلى مسؤولي القطاع العام بالحكومة اللبنانية في إطار مشروع (Rewater Mena). إنها أداة بسيطة تسمح برسم خرائط لأصحاب المصلحة في رسم تخطيطي وفقا ل «اهتمامهم» و«تأثيرهم»، حيث يرتبط موقعهم على محور «الاهتمام» بمدى أهمية الموضوع بالنسبة لهم، بينما يظهر موقعهم على محور «القوة» قدرتهم على التأثير على عملية صنع القرار (الشكل 9.3) (Eden and Ackerman 1998). يمكن العثور على أدوات مفيدة أخرى لتحليل أصحاب المصلحة في الدليل الإلكتروني للمشاركة العامة والتيسير الذي يساعد في تصميم العمليات التشاركية حول إدارة الموارد البيئية العقلية (Dionnet وآخرون 2017) .



الشكل 9.3 أداة تحليلية لتقييم مصالح أصحاب المصلحة وتأثيرهم وعلاقات القوة.
المصدر: مقتبس من LISODE 2019

9.2.6. توضيح الأدوار والمسؤوليات على طول ستة مجالات من الصلاحيات

كما تم تبسيطها على Ait-Mouheb وآخرين عام (2020)، من الناحية المثالية، يجب تخصيص ستة مجالات إدارة على الأقل بوضوح لأصحاب مصلحة محددين لضمان نجاح مشاريع وسياسات إعادة الاستخدام:

- من يقترح ويصمم المعايير الاجتماعية والمادية الأساسية للمشروع (أي الموقع، مساحة السطح، المستفيدين، طريقة إعادة استخدام المياه)؛
- من يأذن بالمشروع بعد تقييم استصوابه الاجتماعي وما إذا كان يمتثل للوائح الحالية؛
- من يقرر من يدفع ماذا في الاستثمارات والتشغيل والصيانة مقدما؛
- من يقوم بتشغيل وصيانة المشروع؛
- من الذي يرصد بعد ذلك نوعية المياه وتأثيرها على التربة والمحاصيل وصحة الإنسان؛ و
- من يتحمل مسؤولية أي تشتت غير مقصود للملوثات؟

هناك العديد من المراجع حول إعادة استخدام المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا التي توثق كيف يأتي فشل المشاريع من الازدواجية و/ أو الثغرات في الأطر المؤسسية. فالمسؤوليات تتداخل وآليات المساءلة غير موجودة، مما يؤدي إلى التنافس حول بعض المهام و/أو ترك مهام أخرى دون أداء (انظر الفصل 3؛ « Ait-Mouheb» وآخرون 2020، « FEMIP» 2009 ، Choukr-Allah» 2010). يمكن أن تكمن عدة عوامل سياسية واقتصادية وراء هذه المشاكل المؤسسية (غير المسيسة في كثير من الأحيان): المنافسة حول السلطة والحجم والموارد، عادة في بناء البنية التحتية والتخطيط (على سبيل المثال، بين وزارة الطاقة والمياه ومجلس الإنماء والإعمار في لبنان)؛ عدم اتساق الإصلاحات التي يحفزها المانحون (مثل مصر ولبنان)؛ عدم وجود شرعية محلية لفرض الرسوم وضمان تشغيل النظام (على سبيل المثال، حالة مؤسسات المياه الإقليمية في لبنان)؛ والحماية السياسية لبعض الإدارات من تحمل المسؤولية القانونية عن مراقبة جودة البنية التحتية أو العمليات (في لبنان) (انظر الفصل 3).

9.2.7. إنشاء مؤسسات مركزية للتنسيق والتنظيم

ضرورة وجود محكم مستقل يتمتع بشرعية سياسية كافية للإسراع من وتيرة التقدم لتطوير عملية صنع القرار السليم بين المؤسسات، وتعزيز التخطيط المتكامل، وضمان تصميم وتنفيذ الولايات واللوائح بشكل مناسب.

قال أحد الباحثين في مسألة تنفيذ خطط سلامة إدارة المخاطر السليمة في الأردن: «إذا لم يكن هناك قرار قوي ومتابعة من مجلس الوزراء، فلن يكون لدى الإدارات حوافز لتنفيذ هذه المهام الإضافية». ويوصي خبراء آخرون بإنشاء هيئات تنظيمية ورقابية مستقلة لضمان الحوكمة الرشيدة لإعادة استخدام المياه وتزامن عمل الإدارات المختلفة (Ait-Mouheb وآخرون 2020، وكالة حماية البيئة 2012).

تم إضفاء الطابع المؤسسي على أنواع مختلفة من الهيئات والآليات التنظيمية في بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، وغالبا في ظل إصلاحات مشروطة من المانحين. في عام 2004، أنشأت الحكومة المصرية جهاز تنظيم المياه المصري (EWRA) لتنظيم ومراقبة وتقييم جميع الأنشطة المتعلقة بخدمات إمدادات المياه والتخلص من مياه الصرف الصحي (Ménard 2022).

في لبنان، اقترح قانون المياه الجديد لعام 2018 طال انتظاره لإنشاء مجلس أعلى للمياه يهدف إلى تنسيق العمل بين الوزارات المختلفة وإشراك البلديات والمجتمع المدني («Eid-Sabbagh » ،Riachi 2013 ،2015 « Nassif» 2019). في المغرب، حيث تتأثر المؤسسات أيضا بجداول الأعمال الموجهة نحو الجهات المانحة (Tanouti 2017)، تم إنشاء مجلس أعلى للمياه والمناخ ولجنة مشتركة بين الوزارات لضمان التنسيق والرصد («Molle» و«Tanouti» 2017)

إن إنشاء مثل هذه الكيانات القانونية لا يضمن وظائفها. على سبيل المثال، في المغرب، اعتبرت هاتان الهيئتان غير فعالتين إلى حد كبير («Molle» و«Tanouti» 2017). في مصر، تم إعاقة دور EWRA بسبب المسؤوليات المتداخلة الحالية في قطاع المياه ووجد أنه «احتفالي» أكثر منه تنفيذي (انظر الفصل 3). في لبنان، تم تعديل المجلس الأعلى للمياه من قبل البرلمانيين للحفاظ على السلطة مركزية في أيدي عدد قليل من الوزارات («Eid-Sabbagh» 2015). وكما ذكر بحق مسؤول رفيع المستوى تمت مقابلته في وزارة الطاقة والمياه، فإن «التنسيق ليس معقدا ولكن يجب أن تكون هناك إرادة للتنسيق» («Eid-Sabbagh» وآخرون 2022).

9.2.8. السماح بالمرونة في التشغيل وآليات استرداد التكاليف

الأدوار والمسؤوليات الواضحة لا تنطوي على إطار حوكمة جامد. بدلا من ذلك، من المهم أن يكون هيكل الحوكمة مرنا بما يكفي ليتناسب مع الطبيعة الديناميكية لمؤسسات المياه خاصة في البلدان التي تكون فيها الممارسات المجتمعية حول إدارة المياه ومياه الصرف الصحي طويلة الأمد. وكما اقترح «Cleaver» (2017)، فإن «الترقيع غير المتساوي فيما بين الممارسات القديمة والمعايير المقبولة» سيكون إطارا جيدا للتفكير في التصميم المؤسسي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. وينطبق ذلك بشكل خاص على مهام تشغيل نظم إعادة الاستخدام اللامركزية الصغيرة والمتوسطة الحجم ولكن يمكن توسيعه ليشمل مهام أخرى مثل إنفاذ القواعد. في حين أن الإدارات المركزية/ الإقليمية تحتاج إلى المشاركة في التخطيط على نطاق واسع، أو التمويل بميزانيات عالية أو إصدار المعايير القانونية، فإن تخطيط وإدارة مشروع إعادة الاستخدام (تشغيل محطة معالجة مياه الصرف الصحي، وجمع الرسوم، وتوزيع مياه الري) يمكن لفئات مختلفة من أصحاب المصلحة (السلطات الإقليمية والبلديات واللجان المدنية والقطاع الخاص) أن تقوم به ومن خلال مجموعة متنوعة من الترتيبات المؤسسية (وكالة حماية البيئة 2012).

في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، لا تزال النهج الموجهة من أعلى إلى أسفل والتي تركز على الدولة في إدارة المياه ومياه الصرف الصحي هي المهيمنة (انظر الفصل 3). حيث يتم إسناد التخطيط والإدارة واسترداد التكاليف إلى سلطات المياه الوطنية أو الإقليمية واسعة النطاق (مؤسسات المياه الإقليمية في لبنان، وسلطة المياه في الأردن، والشركة القابضة للمياه والصرف الصحي في مصر) التي غالبا ما تفشل في فرض التعريفات أو الرسوم، لضمان تشغيل موثوق ولإنفاذ اللوائح. فمن الناحية العملية، غالبا ما يأخذ أصحاب المصلحة الآخرون مثل البلديات أو لجان المياه المحلية زمام المبادرة في تشغيل المرافق، أو حتى في تأمين الأموال وتنفيذ البنية التحتية (الجدول 9.1). إن البناء على الدور الذي تلعبه هذه الجهات الفاعلة بالفعل أو إشراك قادة المجتمع الآخرين لديه القدرة على تعزيز حوكمة أنظمة إعادة استخدام المياه.

الجدول 9.1 الترتيبات المجتمعية المشتركة لإدارة مياه الصرف الصحي وإعادة الاستخدام الموجودة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

نظام إعادة استخدام المياه / محطات معالجة مياه الصرف الصحي	الأداء الفعلي للتشغيل والصيانة (O &M)	آليات التمويل واسترداد التكاليف (بحكم الواقع)	Official responsibility
مخطط عبلة لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها - لبنان	بلدية عبلة من خلال مهندس محلي تتعاون بشكل وثيق مع المزارعين	بناء البنية التحتية ممولة من مشاريع المانحين	مؤسسة مياه البقاع من خلال اشتراكات تعرفة مياه الصرف الصحي
الفرزل، عبلة، عيتانيت، حمانا وغيرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي البلدية - لبنان	بلدية الفرزل من خلال المهندسين المحليين	البلديات تستخدم الضرائب والأموال البلدية	
أنظمة الصرف الصحي اللامركزية في الدلتا في مصر	السكان بالتعاون مع المسؤولين المحليين ذوي المعرفة التقنية	يضع السكان الأموال المشتركة لتمويل البنية التحتية والتشغيل	الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي (HCCW)

المصدر: « Eid-Sabbagh» وآخرون (2022) للبنان « Reymond» وآخرون (2014) لمصر.

9.2.9. تمكين أصحاب المصلحة من خلال المعرفة والنفوذ السياسي الحاليين

يجب أن يعتمد التخطيط لإدارة نظام إعادة الاستخدام على الممارسات الحالية من حيث الدراية الفنية والقيادات المحلية وبنطاقٍ أوسع على العمل الجماعي حول قضايا إدارة المياه ومياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها. وينبغي النظر في عوامل مختلفة لاتخاذ قرار بشأن الترتيبات المؤسسية الأكثر فعالية. فمن المهم النظر إلى المؤسسات ذات النفوذ السياسي والبناء على الخبرة التاريخية القائمة. على سبيل المثال، قد يتم تعيين مسؤوليات إضافية لمجموعات مختلفة بناء على أدوارها التاريخية

وخبراتها الفنية والإدارية (وكالة حماية البيئة 2012). في مخطط إعادة استخدام سطات في المغرب، تم تعيين إدارة نظام الري لإعادة استخدام المياه إلى رابطة مستخدمي المياه تحت قيادة زعيم محلي «Mayaux» و«Massot» 2019.

ومع ذلك، لا ينبغي الوقوع في «فخ الاعتماد التام على المستوى المحلي» الذي يفترض أن البناء على المؤسسات المحلية سيؤدي بشكل طبيعي إلى النتائج الاجتماعية والبيئية المتوقعة «Purcell» و«Brown» 2005. وينبغي دراسة تمكين الجهات الفاعلة المحلية بعناية ومرافقتها بشكل جيد. يجب أن يعتمد على فهم متعمق للهياكل الاجتماعية القائمة حتى لا يضاعف من هشاشة مجموعات معينة، أو يعمل على تفويض المهام التي لا ترغب في توليها المجتمعات المحلية، كما كشف عنه في حالة مخطط سطات«Mayaux» و«Massot» 2019.

وعلى نفس القدر من الأهمية، تعتمد مشاركة الجهات الفاعلة المحلية على استعداد سلطات الدولة لتقاسم السلطة وتفويض بعض امتيازاتها (Pretty 1995). في العديد من بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، غالبا ما يتم الدفع باللامركزية أو المشاركة في إدارة المياه من خلال جدول أعمال المانحين الدوليين، وفي حالات مختلفة، لوحظ أن سلطات الدولة تلتزم على ما يبدو بجداول الأعمال هذه ولكنها غالبا ما تتردد في إضفاء الطابع المؤسسي على اللامركزية. أبلغ لبنان (Nassif 2019) ومصر والمغرب (Ghazouani وآخرون 2012) عن ذلك في حالات نقل إدارة الري. كما لوحظ إحجام سلطات الدولة عن إشراك المجتمعات المحلية في التخطيط لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي في لبنان (« Eid-Sabbagh» وآخرون 2022) وفي الأردن، وجد أن المزارعين ليس لديهم سوى دور «استشاري» في اللجان الفنية التي تصمم المعايير (انظر الفصل 5).

9.2.10. فهم وإعادة التفاوض بشأن حقوق المياه المحلية

إن إشراك المستخدمين والقيادات المحلية مهم بشكل خاص عند التخطيط لخطط إعادة استخدام المياه وإعادة تخصيصها بين القطاعات و/ أو المستخدمين/ المستفيدين. يجب التفاوض على معالجة المخلفات السائلة وإعادة توزيعها من خلال نظام جديد لإعادة الاستخدام على عدة مستويات. ففي حين أن توافق الآراء بين سلطات المياه الرئيسية أمر لا بد منه في هذه الحالة، إلا أنه من المهم بنفس القدر أن يتم التوصل إلى هذا التوافق في الآراء ولكن على مستوى المجتمع. وهو أمر في غاية الأمية خاصة حينما يؤدي نظام إعادة الاستخدام إلى تغييرات في نظام الري الحالي وفي أنماط المحاصيل والجدوى الاقتصادية للقطاع الزراعي («Tawfik» وآخرون 2021). في العديد من الحالات الموثقة في لبنان، تم تحديد النزاعات بين مزارعي المنبع والمصب الذين يتنازعون على الوصول إلى المياه المعالجة التي يتم تصريفها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي إلى الأنهار المطورة. تم استخدام «حقوق المياه» القديمة- في هذه الحالة، قواعد تخصيص المياه المحلية (التي تم تقنينها في عشرينات القرن العشرين تحت الانتداب الفرنسي) - كحجة لتبرير الأولوية لاستخدام المياه «الجديدة» (Eid-Sabbagh وآخرون 2022)، على الرغم من أن مناطق الري المخصصة للمياه قد تغيرت بشكل كبير مع تطور الضخ واستخدام المياه الجوفية (Nassif 2019). فقد تم تحديد حجج مماثلة حول تخصيص المخلفات السائلة المعالجة في أنظمة الري النهرية المُطورة في سطات ومراكش في المغرب)» Ait Mouheb وآخرون 2020 «Mayaux» و«Massot» 2019 (، في أريحا في فلسطين)» Al-Khatib» وآخرون 2017(.

كان تحليل كيفية إدارة المياه ماديا وكيف يتم تصورها اجتماعيا قبل التوصل إلى توافق في الآراء حول آليات التخصيص الجديدة خطوتين جوهريتين لتصميم نظام محلي لإعادة الاستخدام في وسط البقاع، لبنان (الإطار 9.3). يمكن استخدام أدوات مختلفة لمرافقة المستخدمين نحو بناء توافق في الآراء حول الموارد البيئية المشتركة مثل عمليات لعب الأدوار التي تحاكي استخدام المياه في أحواض الأنهار أو الأنهار الفرعية المستهدفة وتساعد المزارعين على فهم وجهات نظرهم المتبادلة وتأثيرات المشكلة (الشكل 9.4).

الشكل 9.4 تم إعداد لوحة لعب الأدوار لتصميم أنظمة إعادة الاستخدام حول محطات معالجة مياه الصرف بزحلة وعبلة.

المصدر: LISODE 202

الإطار 9.3 بناء توافق في الآراء حول آليات تخصيص المياه لتصميم نظام محلي لإعادة استخدام المياه حول محطة معالجة مياه الصرف الصحي في زحلة (لبنان)

تقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في زحلة (25000 م3/ يوم) في أكبر سهل زراعي في لبنان في حوض نهر مستغل بشكل كبير حيث توجد أنظمة الري لعدة قرون. تقوم شركة زحلة بتصريف المخلفات السائلة المعالجة من الدرجة الثالثة في حوض نهر الليطاني ويتم الآن إعادة استخدامها جزئيا وبشكل غير رسمي من قبل أصحاب الأراضي الكبيرة والآبار الذين يضخونها في الصيف لتقليل تكلفة ري الخضروات من الآبار العميقة.

إن تخزين وتوزيع المخلفات السائلة لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في نظام منظم لديه القدرة على توفير الري التكميلي لحوالي 100 مزارع و500 هكتار من الأراضي. ومع ذلك، تتعايش عدة أنظمة الري المجتمعية معاً في منطقة القيادة ويطالب مزارعون مختلفون «بحقهم في المياه» في استخدام المخلفات السائلة.

كان التصميم المشترك لنظام إعادة استخدام المياه أحد المشاريع التجريبية المحلية لمشروع ReWater MENA في لبنان. سمحت دراسة تشاركية مدتها ثلاث سنوات برسم خرائط للترتيبات الاجتماعية والتقنية حول محطة معالجة مياه الصرف الصحي واقتراح سيناريوهات مختلفة لإعادة توزيع المخلفات السائلة. في نوفمبر 2021، اجتمعت مجموعات المزارعين المختلفة، بالإضافة إلى مشغلي محطة معالجة مياه الصرف الصحي وبلدية زحلة وأصحاب المصلحة الآخرين حول هذه السيناريوهات المختلفة وتوصلوا إلى توافق في الآراء، حيث يتم توزيع المخلفات السائلة المعالجة على المزارعين في موسم الري الربيعي وضخها في الصيف لمزارعي زحلة.

9.2.11 ضمان الوصول إلى المعلومات وتبادل البيانات بين أصحاب المصلحة

لا يمكن أن تكون مشاركة الجمهور في عمليات صنع القرار ذات مغزى إلا في ظل إمكانية الوصول الكامل إلى المعلومات ذات الصلة. يوصي دليل حقوق الإنسان في الحصول على مياه الشرب المأمونة والصرف الصحي للممارسين بمشاركة جميع التفاصيل الفنية ذات الصلة بخدمات المياه والصرف الصحي، ليس فقط فيما يتعلق بجودة المياه، ولكن أيضا فيما يتعلق بالتكاليف والميزانيات وتشغيل مرافق المعالجة « Bos» 2016 ويوصي الدليل بإدراج تفاصيل وإجراءات تبادل البيانات في الأطر التنظيمية وكذلك الاتفاقات التعاقدية بين السلطات العامة و/أو مقدمي الخدمات، بما في ذلك جوانب حقوق ومسؤوليات الأفراد والمؤسسات.

9.2.12 خلق مناخ من الثقة والتعاون

يستند التنسيق إلى الثقة ولا يكون ذا مغزى إلا إذا تواصل أصحاب المصلحة بانتظام وعملوا معا. فقد أظهرت قصص النجاح من بلدان أخرى أن وجود وسيلة تعاون يومية أقل رسمية تبني الثقة بين الجهات الفاعلة. على سبيل المثال، وجد أن أنشطة المشاركة الرسمية وغير الرسمية التي تركز على إدارة المخاطر لمخطط إعادة الاستخدام في لندن تدعم تطوير تفاهمات مشتركة، وتبني علاقات مهمة بين أصحاب المصلحة وتساعد في الحفاظ على الثقة (« Goodwin» وآخرون 2017). في براونشفايغ «Braunschweig» (ألمانيا)، وجد أيضا أن المناقشات والمفاوضات غير الرسمية بين الموظفين الذين يوزعون المياه المستصلحة في الحقل والمزارعين ضرورية لتعديل جداول المياه (« Maaß» و» 2018 «Grundman). وقد وجد ذلك أيضا في حالة مخطط إعادة الاستخدام في وادي البقاع في لبنان حيث، حتى في ظل غياب إطار حوكمة رسمي لإعادة الاستخدام، فجداول المياه يتم تحديدها بشكل مشترك من قبل الفني العامل في محطة معالجة مياه الصرف الصحي والمزارعين (« Eid-Sabbagh» 2022).

9.2.13. تطوير قدرات المرافق العامة والمؤسسات المحلية

وأخيرا، ينبغي توجيه الأموال والجهود لتعزيز كل من المؤسسات المجتمعية (البلديات، ولجان المزارعين، وما إلى ذلك) ومؤسسات الدولة على مستويات مختلفة وبخبرات مختلفة. ففي حين أن أصحاب المصلحة من غير الأطراف (المنظمات غير الحكومية والمجتمعات المعرفية والقطاع الخاص) يمكنهم تحفيز و/أو المساهمة في مختلف مكونات تصميم وإدارة السياسات والمشاريع، فإن هذا لا يمكن أن يكون فعالا إذا لم تكن الإدارات العامة مجهزة ماليا ومؤسسيا وتقنيا. فعلى سبيل المثال، كثيرا ما باءت محاولات الشراكات بين القطاعين العام والخاص[1] في القطاع لسد الثغرات التقنية والكفاءة في المرافق العامة بالفشل بسبب الافتقار إلى الرصد المناسب من جانب الوكالات الحكومية (انظر الفصل 3؛ « Reymond» 2020 و» Eid-Sabbagh» 2022). وعلاوة على ذلك، فإن العديد من أدوات الحوكمة المقترحة في هذا الفصل لا يمكن أن تكون حقا مفيدة إلا إذا تم دمجها ونقلها من خلال مؤسسات طويلة الأجل راسخة في المجتمع تتمتع بشرعية قانونية أو اجتماعية لقيادة أشكال حوكمة بها تعاون ومسائلة أكثر.

[1] لم يتم تناول الشراكات بين القطاعين العام والخاص في هذه الورقة، ولكن هذا النوع من آليات الحوكمة، الذي يتم الترويج له على نطاق واسع في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، يستحق التقييم النقدي.

9.3. خاتمة

لتخطيط وإدارة سياسات ومشاريع ادة الاستخدام بشكل متناغم في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وخارجها، تحتاج مختلف الوزارات المركزية والسلطات الإقليمية والمؤسسات المجتمعية إلى تطوير أدوات التنسيق عبر مختلف المجالات والمستويات. توفر هذه المبادئ التوجيهية إطارا للعمل من أجل تحسين مشاركة أصحاب المصلحة والتعاون وبناء توافق الآراء فقامت بتوثيق الممارسات التشاركية السابقة والحالية حول مختلف مبادرات تصميم السياسات أو المشاريع. حيث توضح أن التفكير والممارسات المرتبطة بمشاركة أصحاب المصلحة تتزايد في المنطقة، وتغذيها أساسا مشاريع البحث والتطوير.

وقد تم مؤخرا إنشاء العديد من منصات أصحاب المصلحة المتعددين والعمليات التشاركية لتصميم معايير نوعية المياه القائمة على السياق، والتفاوض على آليات تخصيص المياه وخلق حوافز للمزارعين لاستخدام مشاريع إعادة الاستخدام الجديدة. وفي حين أن هذه المبادرات مفيدة بلا شك، فإنها غالبا ما تواجه مقاومة، ويتم تقييدها بالمنافسة فيما بين الإدارات، وصنع القرار التكنوقراطي، والافتقار إلى المعرفة بالممارسات المحلية، والإحجام عن إشراك المستخدمين في عمليات صنع السياسات.

بطبيعتها، تقيد هياكل السلطة والتاريخ الاجتماعي مناهج الهندسة الاجتماعية. ولكي تكون هذه الأنواع من المبادرات مفيدة، نوصي بتوثيق هذه الأنواع من المبادرات على النحو الواجب وتحليلها تحليلا نقديا. ونرى أن هذه خطوة مهمة نحو فتح النقاش حول العوامل الاجتماعية والسياسية الكامنة وراء التشرذم المؤسسي في بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

المراجع

Ait-Mouheb, N.; Mayaux, P.L.; Mateo-Sagasta, J.; Hartani, T.; Molle, B. 2020. إعادة استخدام المياه: مورد للزراعة في البحر الأبيض المتوسط. في: Zribi, M.; Brocca, L.; Tramblay, Y.; Molle, F. (محررون) الموارد المائية في منطقة البحر الأبيض المتوسط. Elsevier ص. 107–136. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818086-0.00005-4

Al-Khatib, N.; Shoqeir, J.; Ozerol, G. 2017. إدارة إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الري: دراسة حالة أريحا، فلسطين. المجلة الدولية للقضايا البيئية العالمية 16 (1-3): 135-148.

Barnes, J. 2017. حالات الصيانة: السلطة والسياسة والبنية التحتية للري في مصر. البيئة والتخطيط د: المجتمع والفضاء 35 (1): 146-164.

Beveridge, R.; Moss, T.; Naumann, M. 2017. الفهم الاجتماعي المكاني لسياسات المياه: تتبع طوبوغرافيات إعادة استخدام المياه. بدائل المياه 10 (1): 22-40.

Boelens, R., Hoogesteger, J., Swyngedouw, E., Vos, J.; Wester, P. 2016. الأقاليم الهيدروالاجتماعية: منظور بيئي سياسي. المياه الدولية 41 (1): 1-14.

Bos, R. 2016. دليل حقوق الإنسان في الحصول على مياه الشرب المأمونة والصرف الصحي للممارسين. لندن: IWA للنشر. 110 ص.

Bukowski, J. 2017. «ثقافة مائية جديدة» في شبه الجزيرة الأيبيرية؟ تقييم التأثير المجتمعي المعرفي على سياسة إدارة الموارد المائية. البيئة والتخطيط ج: السياسة والفضاء. 35(2): 239-264. دوى: 10.1177/0263774X16648333.

Cleaver, F. 2002. إعادة اختراع المؤسسات: الاقتطاف والتضمين الاجتماعي لإدارة الموارد الطبيعية. المجلة الأوروبية لبحوث التنمية 14: 11-30.

Cleaver, F. 2017. التنمية من خلال الاقتطاف إعادة التفكير في مؤسسات إدارة الموارد الطبيعية. لندن: روتليدج.

Choukr-Allah, R. 2010. معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها. في: El-Ashry, M.; Saab, N.; Zeitoon, B. (محررون) تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية http://www.afedonline.org/uploads/afed_reports/Full-English-report-2010.pdf#page=130

Dionnet, M.; Imache, A.; Leteurtre, E.; Rougier, J-E.; Dolinska, A. 2017. دليل المشاركة العامة والتيسير. مونبلييه، فرنسا: Lisode.

Eden, C.; Ackermann, F. 1998. صنع الاستراتيجية: رحلة الإدارة الاستراتيجية. لندن: سيج.

Eid-Sabbagh, K.P. 2015. الاقتصاد السياسي للمياه في لبنان: إدارة الموارد المائية، وإنتاج البنية التحتية، ومجمع التنمية الدولي. أطروحة دكتوراه، كلية الدراسات الشرقية والإفريقية (SOAS)، جامعة لندن.

Eid-Sabbagh, K.; Roukoz, S.; Nassif, M-H.; Velpuri, N.; Mateo-Sagasta, J. 2022. تحليل إمكانية إعادة استخدام المياه للري في لبنان. تقرير البحث 181. كولومبو، سري لانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه.

وكالة حماية البيئة الأمريكية 2012. مبادئ توجيهية لإعادة استخدام المياه. أنكوراج، AK، الولايات المتحدة الأمريكية.

Evans, A.E.; Raschid-Sally, L.; Cofie, O.O. 2010. عمليات أصحاب المصلحة المتعددين لإدارة استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة. في: Drechsel, P., Scott, C.A., Raschid-Sally, L., Redwood, M., Bahri, A. (محررون).2010. الري بمياه الصرف الصحي والصحة: تقييم وتخفيف المخاطر في محاولات البلدان ذات الدخل المنخفض. كولومبو، سريلانكا: المعهد الدولي لإدارة المياه https://hdl.handle. net/10568/36471

FEMIP (مرفق الأورومتوسطي للاستثمار والشراكة). 2009. تحديد وإزالة الاختناقات للاستخدام الموسع لمياه الصرف الصحي للري أو لأغراض أخرى. تقرير موجز. متاح في https://www.eib.org/attachments/country/study-on-the-reuse-of-wastewater-en.pdf (تم الوصول إليه في 9 سبتمبر 2022)

Ghazouani, W.; Molle, F.; Rap, F. 2012. جمعيات مستخدمي المياه في منطقة (NEN) الشرق الأدنى وشمال إفريقيا وأوروبا وآسيا الوسطى. تدخلات الصندوق والديناميات العامة. مقدم إلى الصندوق الدولي للتنمية الزراعية. متوفر في https://core.ac.uk/download/pdf/39832831.pdf (تم الاطلاع عليه في 9 سبتمبر 2022)

Goodwin, D.; Raffin, N.; Jeffrey, P.; Smith, H.M. 2017. التعاون في إدارة المخاطر: حوكمة مخطط إعادة استخدام المياه الشرب غير الصالحة للشرب في لندن. مجلة الهيدرولوجيا https://doi. org/10.1016/j.jhydrol.2017.07.020

Graversgaard, M.; Jacobsen, B.H.; Kjeldsen, C.; Dalgaard, T. 2017. مشاركة أصحاب المصلحة والإبداع المشترك للمعرفة في تخطيط المياه: هل يمكن أن تزيد المشاركة العامة من فعالية التكلفة؟ الماء 9 (3): 191.

Irvin, R.A.; Stansbury, J. 2004. مشاركة المواطنين في صنع القرار: هل يستحق كل هذا الجهد؟ مراجعة الإدارة العامة 64: 55-65.

(Lisode) للبحوث الهندسية والتدريب الاستشاري 2019. مقدمة في المشاركة العامة. تقرير تدريبي، 27-29 أيار/مايو 2019، بيروت. قدمت إلى المعهد الدولي لإدارة المياه كجزء من مشروع ReWater MENA.

(Lisode) للبحوث الهندسية والتدريب الاستشاري 2020 مسودة مواد أعدت لتنظيم عملية تيسير حول تصميم مشاريع إعادة استخدام المياه في لبنان. مقدم إلى المعهد الدولي لإدارة المياه. غير منشورة.

Maaß, O.; Grundmann, P. 2018. إدارة المعاملات والاعتماد المتبادل بين سلاسل القيمة المرتبطة في الاقتصاد الدائري: حالة إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في براونشفايغ (ألمانيا). القدرة المستدامة 10: 1125.

Ménard, C. 2022. التحديات المؤسسية للحوكمة الفعالة: المياه والصرف الصحي ومياه الصرف الصحي في مصر. المياه الدولية 47 (2): 205-222.

Mabon, L.; Shih, W-Y.; Kondo, K.; Kanekiyo, H.; Hayabuchi, Y. 2019. ما هو دور المجتمعات المعرفية في تشكيل السياسة البيئية المحلية؟ إدارة التغير البيئي من خلال التخطيط والمساحات الخضراء في مدينة فوكوكا باليابان. المنتدى الجغرافي 104. https://doi.org/10.1016/j. geoforum.2019.04.024

Mayaux, P-L; Massot, A. 2019. بين التفريغ التشاركي والدولة المطورة: النخب القروية المغربية تبحث عن الشرعية. مجلة حوكمة 109-84 :(1) 16 «» Revue Gouvernance.

Molle, F.; Closas, A.2020. الإدارة المشتركة للمياه الجوفية: نقد. https:// doi. WIREs Water 7(1): e1394.

org/10.1002/wat2.1394

Molle, F.; Sanchis-Ibor, C. 2019. سياسات الري في البحر الأبيض المتوسط: الاتجاهات والتحديات. في: Molle, F.; Sanchis-Ibor, C.; Avellà-Reus, L (محررون) الري في البحر الأبيض المتوسط: التقنيات والمؤسسات والسياسات. نيويورك: سبرينغر.

Molle, F.; Tanouti, O 2017.. تربيع الدائرة (محاولة المستحيل): التكثيف الزراعي مقابل الحفاظ على المياه في المغرب. إدارة المياه الزراعية 192: 170-179. https://doi.org/10.1016/j. agwat.2017.07.009

Nassif, M.H. 2019. تحليل متعدد المقاييس للسياسات والحوكمة في ماء الليطاني، لبنان. أطروحة دكتوراه، جامعة بول فاليري- مونبلييه الثالثة.

Pretty, J.N. 1995 التعلم التشاركي من أجل الزراعة المستدامة. التنمية العالمية 23: 1247-1263.

Purcell, M.; Brown, J.C. 2005 ضد الفخ المحلي: مقياس ودراسة البيئة والتطوير التقدم في دراسات التنمية 5 (4): 279-297.

Reed, M.S. 2008 مشاركة أصحاب المصلحة في الإدارة البيئية: مراجعة الأدبيات. الحفظ البيولوجي 141: 2417-2431.

Riachi, R. 2013 (مؤسسات وتنظيم مورد طبيعي في مجتمع مجزأ: دراسة حالة لإدارة مستدامة للمياه في لبنان). أطروحة دكتوراه، مدرسة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية، جامعة غرونوبل ألب، غرونوبل، فرنسا.

Reymond, P.; Demars, C.; Papangelou, A.; Tawfik, M.H.; Hassan, K.; Wahaab, R.A.; Moussa, M. 2014. الصرف الصحي على نطاق صغير في دلتا النيل: بيانات خط الأساس والممارسات الحالية. ESRISS: بحث مصري سويسري حول الابتكارات في مجال الصرف الصحي المستدام، إيواج.

Saldías, C.; Speelman, S.; Amerasinghe, P.; van Huylenbroeck, G. التحليل المؤسسي والسياسي لمياه الصرف الصحي (إعادة) استخدامها في الزراعة: دراسة حالة، حيدر أباد، الهند. علوم المياه والتكنولوجيا 72 (2): 322-331. https://doi.org/10.2166/wst.2015.220

Saldías, C.; Speelman, S.; van Koppen, B.; van Huylenbroeck, G. الترتيبات المؤسسية لاستخدام المخلفات السائلة المعالجة في الري، مقاطعة كيب الغربية، جنوب أفريقيا. المجلة الدولية لتنمية الموارد المائية 32: 203-218. https://doi.org/10.1080/07900627.2015.1045970

Stone, D. 2017. فهم نقل فشل السياسة: Bricolage، التجريبية والترجمة. السياسة 45 (1): 55-70. https:// doi.org/10.1332/030557316X14748914098041

Tanouti, O. الإدارة المتكاملة للموارد المائية لاختبار مستجمعات المياه - حالة حوض تانسيفت في المغرب. أطروحة دكتوراه. جامعة باريس نانتير، فرنسا.

Tawfik, M.H.; Hoogesteger, J.; Elmahdi, A.; Hellegers, P. 2021. تفريغ ترتيبات إعادة استخدام مياه الصرف الصحي من خلال إطار جديد: رؤى من تحليل مصر. المياه الدولية 46 (4): 605-625.

Warner, J. 2005. منصات أصحاب المصلحة المتعددين: دمج المجتمع في إدارة الموارد المائية؟ Ambiente & Sociedade (البيئة والمجتمع)

Warner, J.F. 2006. مشاركة أكثر استدامة؟ منصات أصحاب المصلحة المتعددين للإدارة المتكاملة لمستجمعات المياه. تنمية الموارد المائية 22(1): 15-35.

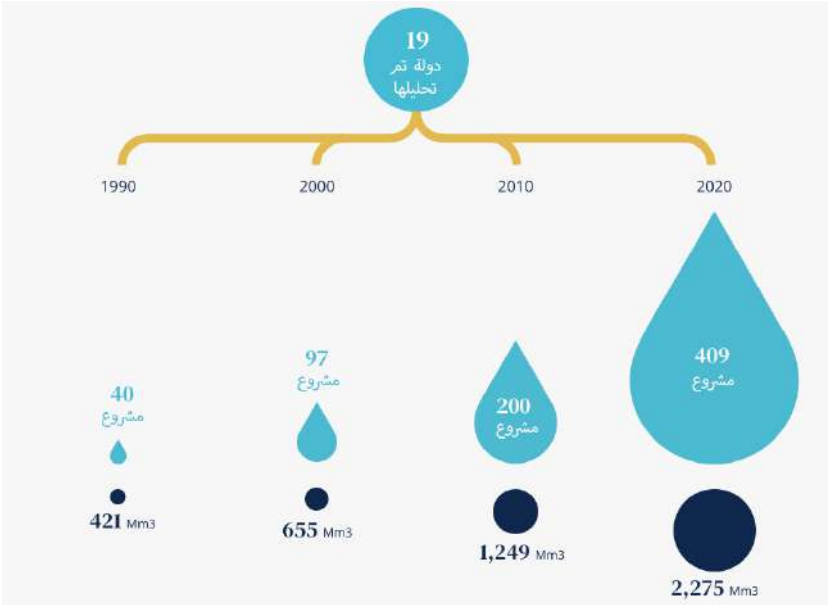
القسم 3

مجموعة مختارة من حالات إعادة استخدام المياه في منطقة شمال إفريقيا والشرق الأوسط

مقدمة

خافيير ماتيو ساغاستا

استثمرت منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بشكل استباقي في إعادة استخدام المياه في العقود الماضية. وبحسب قاعدة بيانات مشروع ReWater MENA، فقد تضاعف عدد مشاريع إعادة استخدام المياه كل عقد منذ تسعينات القرن العشرين. في 19 دولة بمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا التي تم تحليلها، ارتفع عدد مشاريع إعادة الاستخدام على وجه التحديد من 40 في عام 1990، وإعادة استخدام كمية إجمالية قدرها 0.421 مليار متر مكعب (BCM)؛ إلى 97 مشروعا في عام 2000 (0.655 مليار متر مكعب أعيد استخدامها مباشرة)؛ و200 في عام 2010 (بـ 1.249 مليار متر مكعب)؛ وأخيرا، 409 في عام 2020 (بـ 2.275 مليار متر مكعب) (الشكل S3.1). في العقد الماضي، كان النمو في عدد مشاريع إعادة الاستخدام المباشر للمياه مرتفعا بشكل خاص في بلدان مثل المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة وقطر وعمان ومصر والجزائر والمغرب.



الشكل S3.1 تطور إعادة الاستخدام المباشر للمياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. عدد مشاريع إعادة الاستخدام.

بالرغم من ذلك، إلا أن انتشار مشاريع إعادة الاستخدام المباشر للمياه متفاوت في جميع أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا على الرغم من أن المنطقة هي واحدة من أكثر المناطق القاحلة وندرة المياه في العالم. تشجع بعض البلدان، مثل الأردن وتونس، على معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها كجزء لا يتجزأ من استراتيجيتها لإدارة المياه. بينما لم تعط بلدان أخرى، مثل لبنان، الأولوية لمعالجة مياه الصرف الصحي أو إعادة استخدامها.

على الرغم من أن إعادة استخدام المياه في المنطقة محدودة حاليا، إلا أن هناك قصص نجاح جديرة بالملاحظة في إعادة استخدام المياه على مستويات مختلفة. العوامل التي تساهم بشكل إيجابي هي الإرادة السياسية والدعم، والعمليات التشاركية مع أصحاب المصلحة، والنماذج الاقتصادية والمالية، وخطط أمان إعادة الاستخدام المرنة، والسياسات الفعالة، والشراكات المبتكرة، والتقنيات، والاستثمارات الفعالة من حيث التكلفة التي تعزز إعادة الاستخدام. توفر هذه المجموعة من المعرفة فرصا للتعلم المتبادل لإيجاد حلول لتحديات إعادة الاستخدام الإقليمية المشتركة.

الاستخدامات السائدة للمياه المستصلحة هي للغابات والزراعة والمناظر الطبيعية، بما في ذلك ري المتنزهات والحدائق. وقد استثمر كل بلد من بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في أنواع مختلفة من إعادة استخدام المياه التي تناسب احتياجاته وقيوده على أفضل وجه. فمثلاً الغابات والزراعة هي المستخدم الرئيسي للمياه المستصلحة مثلما في مصر وتونس والأردن في حين أن المناظر الطبيعية هي الخيار المفضل في بلدان مثل المغرب والإمارات العربية المتحدة وعمان وغيرها من دول مجلس التعاون الخليجي. غير أن النمط في مناطق أخرى ليس واضحا جدا بمجموعة مشاريع أكثر تباينا.

هذه الأنماط هي نتيجة لعوامل مختلفة، بما في ذلك التصورات حول إعادة الاستخدام، وجودة المخلفات السائلة والسياسات والتشريعات المختلفة التي تم تشكيلها في جميع أنحاء المنطقة.

إن وجود مشاريع إعادة استخدام المياه لأغراض أخرى مثل الاستخدام الصناعي أو الاستخدام الحضري غير العضوي أو تغذية طبقة المياه الجوفية أو استعادة البيئة يعد وجوداً مبعثرا وأقل تواترا بكثير.

وقد حددنا بالتفصيل في هذا القسم العديد من مشاريع الموارد المائية الرئيسية من المغرب وتونس والأردن والضفة الغربية والإمارات العربية المتحدة (الشكل S3.2). حيث يتمثل الهدف من هذه المهمة في إجراء توصيف كامل لحالات إعادة الاستخدام المختارة، وتوثيق العوامل الرئيسية التي جعلتها ناجحة والدروس المستفادة عندما لم تسر الأمور على ما يرام.

اخترنا تسع دراسات حالة من أصل 409 مشاريع حددها مشروع ReWater MENA. واستوفت دراسات الحالات التسع المعايير التالية:

- عملت على نطاق واسع لمدة عامين على الأقل
- توفر بيانات كافية ويمكن الوصول إليها
- مستدامة ماليا
- توليد عوامل خارجية اجتماعية إيجابية
- ضمان حماية صحة الإنسان و
- توليد عوامل خارجية بيئية إيجابية

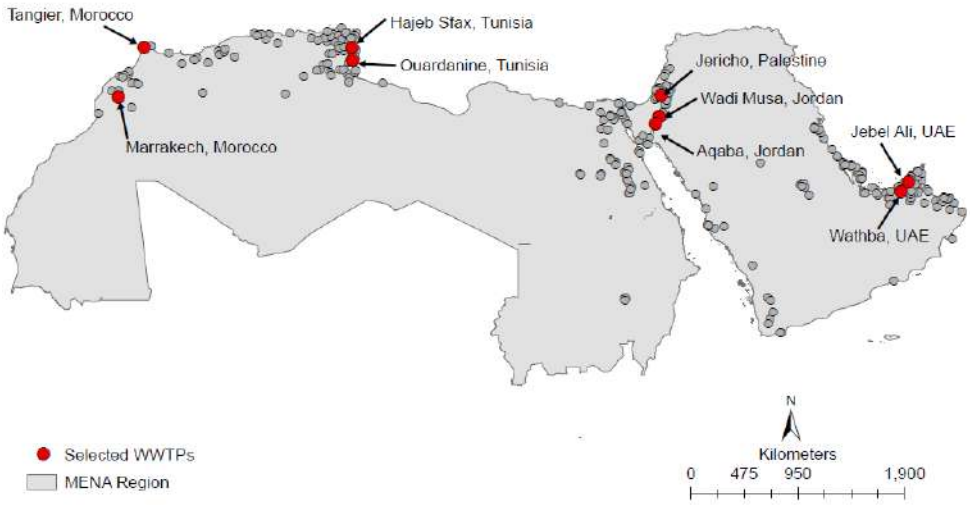
يأخذ الاختيار أيضا في الاعتبار التوزيع الجغرافي المتوازن للحالات بحيث يلتقط الاختلافات الإقليمية والسياقات الاجتماعية والاقتصادية المختلفة.

تدرس دراستا الحالة 1 و2 محطات معالجة مياه الصرف الصحي (WWTP) في المغرب. تبحث الدراسة الأولى في محطة معالجة مياه الصرف الصحي التي تخدم مليون نسمة في مراكش. أتاحت محطة معالجة مياه الصرف الصحي استخدام المياه المعاد تدويرها بطرق جديدة ومبتكرة بما في ذلك ري ملاعب الجولف والمناطق الخضراء ذات المناظر الطبيعية وبستان النخيل و26 حديقة ومتنزها في مدينة مراكش. وقد نجحت في تعويض العجز المائي في حوض تانسيفت وتخفيف الضغط على مصادر المياه التقليدية. إن إعادة استخدام هذه المياه، التي تتم معالجتها إلى مستوى عال جدا، تساهم في صحة الناس والبيئة.

تبحث دراسة الحالة الثانية في المغرب في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخالف، التي تم بناؤها لزيادة القدرة على معالجة مياه الصرف الصحي وتوفير مياه الري للمساحات الخضراء في مدينة طنجة. تعمل المحطة منذ عام 2015، وتوفر ما يقرب من 3 ملايين متر مكعب سنويا من المياه وتحسن الصحة والبيئة المعيشية للسكان وتحقق فوائد إضافية لتعزيز السياحة.

تقدم دراستا الحالة 3 و4 أمثلة على محطات معالجة مياه الصرف الصحي في تونس. تخدم محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية حوالي 526800 نسمة وتقع على بعد 6 كم جنوب مدينة صفاقس. تستخدم المياه من محطة معالجة مياه الصرف الصحي لري المنطقة السقوية العمومية للحاجب، وهي منطقة زراعية تبلغ مساحتها 444 هكتارا.

تشبه دراسة الحالة الثانية في تونس دراسة الحالة الأولى حيث تستخدم المياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين بالمنطقة السقوية العمومية الوردانين. 74 هكتارا من المنطقة السقوية العمومية مملوكة ل 42 مزارعا. تعد المنطقة السقوية موقعا نشطا للبحث العلمي والدراسات حول الزراعة المروية في تونس والأول على المستوى الوطني الذي يستخدم الحمأة كأسمدة عضوية.



الشكل S3.2 حالات مختارة لاستصلاح المياه وإعادة استخدامها المباشر لأغراض إنتاجية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

قدمت **دراسة الحالة 5** تحليلا متعمقا لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا بفلسطين. حيث بدأت محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا عملياتها في يونيو 2014 بهدف مزدوج يتمثل في معالجة مياه الصرف الصحي المتولدة في المنطقة وتوفير المياه المعاد تدويرها كمصدر جديد لمياه الري لزراعة نخيل التمر. توفر محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا موردا مائيا جديدا غير تقليدي جذابا يستخدم بالفعل بشكل شبه كامل للري التكميلي في مزارع نخيل التمر، وهو ما يمثل 8-25 ٪ من إجمالي مياه الري المستخدمة لزراعة نخيل التمر في أريحا.

دراستا الحالة 6 و7 من الأردن. حيث بدأت محطة معالجة مياه الصرف الصحي في تالا باي عملياتها في عام 2005 لتوفير المياه المعاد تدويرها من المحطة لاستخدامها حول مجمع تالا باي للفنادق والمنتجعات لري المساحات ذات المناظر الطبيعية، على سبيل المثال، المناطق الخضراء والحدائق. يتم ضخ المياه من خزان التخزين لإعادة استخدامها بطرق مختلفة حول المنتجع مثل أنظمة البخاخ لري المناطق الخضراء في المنتجع أو إلى شبكة التنقيط لري الأشجار. يتم ضخ بعض المياه المعاد تدويرها إلى الفنادق القريبة مثل منتجع وسبا موفنبيك.

محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى في الجزء الجنوبي من الأردن، بالقرب من مدينة البتراء التاريخية، مملوكة لمحافظة العقبة. بدأت عملياتها في عام 2001 لخدمة 20000 نسمة ومعالجة مياه الصرف الصحي المجمعة من الفنادق في البتراء والمناطق السكنية القريبة. تستخدم المياه المعاد تدويرها لري منطقة تستخدم لزراعة البرسيم الحجازي. وهو أول مشروع مجتمعي أنشئ في الأردن.

وتنظر دراستا الحالة 8 و9 في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في دولة الإمارات العربية المتحدة. ففي عام 2011، تم إنشاء محطتين ومرفقين جديدين للمعالجة لتعزيز خدمات معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة أبوظبي والمناطق المحيطة بها. تم تصميم محطات معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة -1 والوثبة -2 لسد الثغرات في مرافق المعالجة الحالية الناجمة عن زيادة حجم مياه الصرف الصحي وإنتاج المياه المعاد تدويرها لاستخدامها كمياه ري للمزارع والحدائق والمناطق الخضراء وما شابه ذلك في جميع أنحاء أبوظبي كجزء من أنشطة الإدارة المستدامة للموارد المائية. تقع منطقة مستجمعات المياه في الوثبة-2 تحت مستوى سطح البحر. وقد أدى ذلك إلى تسرب مياه البحر إلى شبكة التجميع وأدى إلى مستويات عالية من الملوحة التي تنعكس في مستويات ملوحة المياه المنتجة في النبات.

محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي هي أكبر محطة حديثة في دولة الإمارات العربية المتحدة وتقع بالقرب من مدينة دبي. يمكن إعادة استخدام المياه المعالجة في المحطة للتطبيقات غير الصالحة للشرب في جميع أنحاء إمارة دبي، مع استخدام المياه المعالجة من الدرجة الثالثة بشكل أساسي للأغراض الزراعية والثقافية. وعند دمجها مع المرافق القائمة، ستوفر محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي معالجة مياه الصرف الصحي لأكثر من نصف سكان دبي البالغ عددهم 3.5 مليون نسمة.

دراسة الحالة 1: المغرب

محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش والمناظر الطبيعية الحضرية

إبراهيم سعودي وعادل الداودي

المختصرات

ABH	وكالة الأحواض المائية
	وكالة الأحواض المائية PNE
	الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش (المغرب) RADEEMA

التاريخ ومبررات المشروع

استثمرت الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش (RADEEMA) في الجهود المبذولة لجمع ومعالجة مياه الصرف الصحي واستغلال إعادة استخدامها بما في ذلك من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش (Marrakesh WWTP). في مواجهة العجز المائي في حوض التنسفيت (Tensfit) ولتخفيف الضغط على مصادر المياه التقليدية، جعل هذا الاستثمار من الممكن استخدام هذه المياه المعاد تدويرها بطرق جديدة ومبتكرة بما في ذلك ري ملاعب الجولف والمناطق الخضراء ذات المناظر الطبيعية وبستان النخيل و26 حديقة ومتنزها في مدينة مراكش. إن إعادة استخدام هذه المياه، التي تتم معالجتها بمستوى عال جدا، تساهم في صحة الناس والبيئة بعد أن حققت معدل مكافحة تلوث المياه بأكثر من 95٪.

يقع مشروع إعادة الاستخدام على بعد 13 كم من مراكش بينما تقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش، التي تخدم 947331 نسمة من مدينة مراكش، شمال غرب المدينة، على الضفة اليسرى لنهر تانسيفت (الشكل 1.1). تم تشغيل المحطة منذ عام 2010 ومرت بعدة مراحل من التطوير منذ إنشائها (الجدول 1.1).

وصف حالة إعادة استخدام المياه في لمحة

بدأت محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش عملياتها في عام 2010 وتخدم ما يقرب من مليون نسمة من سكان مدينة مراكش. في عام 2020، كانت سعتها 102,186 م3/يوم تتحقق من خلال شبكة لجمع ونقل مياه الصرف الصحي بطول أكثر من 3,000 كم، والتي تستخدم مزيجا من الجاذبية ومحطات الضخ- حيث يوجد ما مجموعه 21 محطة ضخ.

تستخدم المحطة نظام معالجة الحمأة النشطة ويعالج المياه إلى المستوى الثالث. تستخدم المياه المعاد تدويرها لري المساحات الخضراء وملاعب الجولف حول مدينة مراكش (الشكل 1.2).

الشكل 1.1 خريطة توضح محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش ومناطق مشروع إعادة الاستخدام..
المصدر: Google Earth مراكش محطة معالجة مياه الصرف الصحي : 31 ° 41 ‹46» شمالا، 8° 03 ‹36» غربا (2015/12/14).

تم إنشاء محطة تجفيف الحمأة الشمسية في مايو 2018 (الصورة 1.1). وهى تشمل 40 دفيئة (كل واحدة 1440 م2). تم تجهيز ثمانية وعشرين من البيوت الزجاجية للتجفيف الشمسي بمعدات عالية الدقة لتدوير وتهوية الحمأة، مما يتيح جفاف الحمأة المستخرجة للوصول إلى 80٪. يوفر استخدام الطاقة الشمسية 5 ميجاوات من الطاقة الحرارية يوميا.

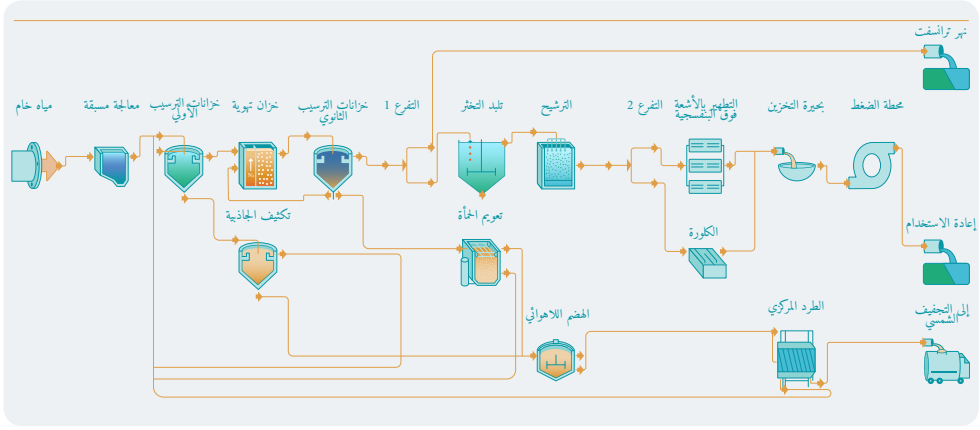
تم تصميم شبكة إعادة الاستخدام في البداية لخدمة 20 ملعبا للجولف في مراكش وبستان النخيل. تخدم الشبكة حاليا 14 ملعبا للجولف، وتوفر 8 ملايين متر3/ سنة من المياه المعاد تدويرها (الصورة 1.2). إجمالي الأحجام التي تضمنها الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش (رديمة) هي 84000 م3/ يوم.

البيئة المؤسسية والسياساتية الوطنية

يدعم إطار السياسة الحالي في المغرب مشروع إعادة استخدام المياه هذا، بما في ذلك تكراره وتوسيع نطاقه كجزء من تعزيز قوي لإعادة استخدام المياه، والذي تم تضمينه في العديد من السياسات والخطط والبرامج (الاستراتيجية الوطنية للمياه، والخطة الوطنية للمياه، والخطة الوطنية المشتركة للصرف الصحي، والبرنامج الطارئ لإمدادات مياه الشرب والري (2020-2027). بالإضافة إلى ذلك، تدمج الخطط الوطنية للإدارة المتكاملة للموارد المائية إعادة الاستخدام على نطاق أحواض الأنهار.

الجدول 1.1 التسلسل الزمني لتطور محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش.

الفترة	الهياكل المركبة ومكونات التوسع
1998	تتولى الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش (راديمة) إدارة شبكة الصرف الصحي السائل
2008-2000	دراسات الخطة الرئيسية المنفذة. إعادة هيكلة وإعادة تركيب وتأهيل شبكة الصرف الصحي. إزالة جميع نقاط التصريف الخام في البيئة الطبيعية. بناء محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش (المعالجة الأولية) بسعة 117,940 متر مكعب (م3)/ يوم أي ما يعادل عدد سكان يبلغ 1,300,000
2015-2009	استمرارية أعمال إعادة الهيكلة وإعادة تركيب وتأهيل شبكة الصرف الصحي. تحقيق المعالجات الثانوية والثالثية. إنشاء شبكة إعادة الاستخدام التي تضم خمس محطات ضخ وشبكة توزيع إجمالية تبلغ 80 كم
من 2018	استمرار العمل على إعادة هيكلة وإعادة بناء وتأهيل شبكة الصرف الصحي. توسيع محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمراكش إلى قدرة 143,606 م3/ يوم أي ما يعادل عدد سكان يبلغ 1,750,000. إنشاء وحدة تجفيف شمسية لحمأة الصرف الصحي بطاقة معالجة تبلغ 205 طن/يوم من الحمأة المجمعة بتجفيف يبلغ 22٪



الشكل 1.2 مشروع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش وإعادة استخدام المياه: رسم تخطيطي.

لمصدر: (B.Soudi)، معهد الهندسة الزراعية والطب البيطري.

على الرغم من ذلك، إلا أن حوكمة المشروع تواجه بعض الصعوبات (الشكل 1.3)، لا سيما من حيث التنسيق بين القطاعات والثغرات التنظيمية. ويشمل ذلك تحديد معايير لاستعادة حمأة الصرف الصحي ومخاطر الجدوى غير المالية لعقود الشراكة العامة المتفق عليها بين البلدية والوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش، كمشغل للصرف الصحي. من وجهة نظر فنية، لا توضح هذه العقود تقاسم المسؤوليات، خاصة فيما يتعلق بجودة المياه المعاد تدويرها المستخدمة في ري ملاعب الجولف المعرضة للتدهور.

الصورة 1.1 محطة تجفيف الحمأة الشمسية..
المصدر: الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش (راديما).

الصورة 1.2 توزيع الري في ملاعب الجولف والتقدم المحرز في التنفيذ.
المصدر: الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش (راديما).

كما ترتبط الإدارات الوزارية الأخرى بما في ذلك وزارة الصحة ووزارة البيئة، فضلا عن العديد من لجان المياه، بهذا المخطط المؤسسي مع كيانات تمثيلية إقليمية بما في ذلك المكتب الوطني للكهرباء والماء الصالح للشرب (فاتورة المكتب الوطني للكهرباء والماء الصالح للشرب (ONEE-Bill) ومشغلي الخدمات العامة مثل الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء (RADEEMA) لمراكش وأصحاب الامتياز من القطاع الخاص.

كما يخضع استرداد المياه وإعادة استخدامها للامتثال التنظيمي (الجدول 1.2).

أصحاب المصلحة المعنيين ونموذج الإدارة

كما ذكر أعلاه، تشجع المبادئ التوجيهية الصادرة على المستوى الوطني على استخدام الموارد المائية غير التقليدية، لا سيما في الأحواض المائية التي تعاني من نقص في المياه، كما هو الحال في حوض تانسيفت. وقد أدى هذا الإطار القوي للسياسات إلى التزام قوي وتحفيز جميع أصحاب المصلحة المشاركين في المشروع

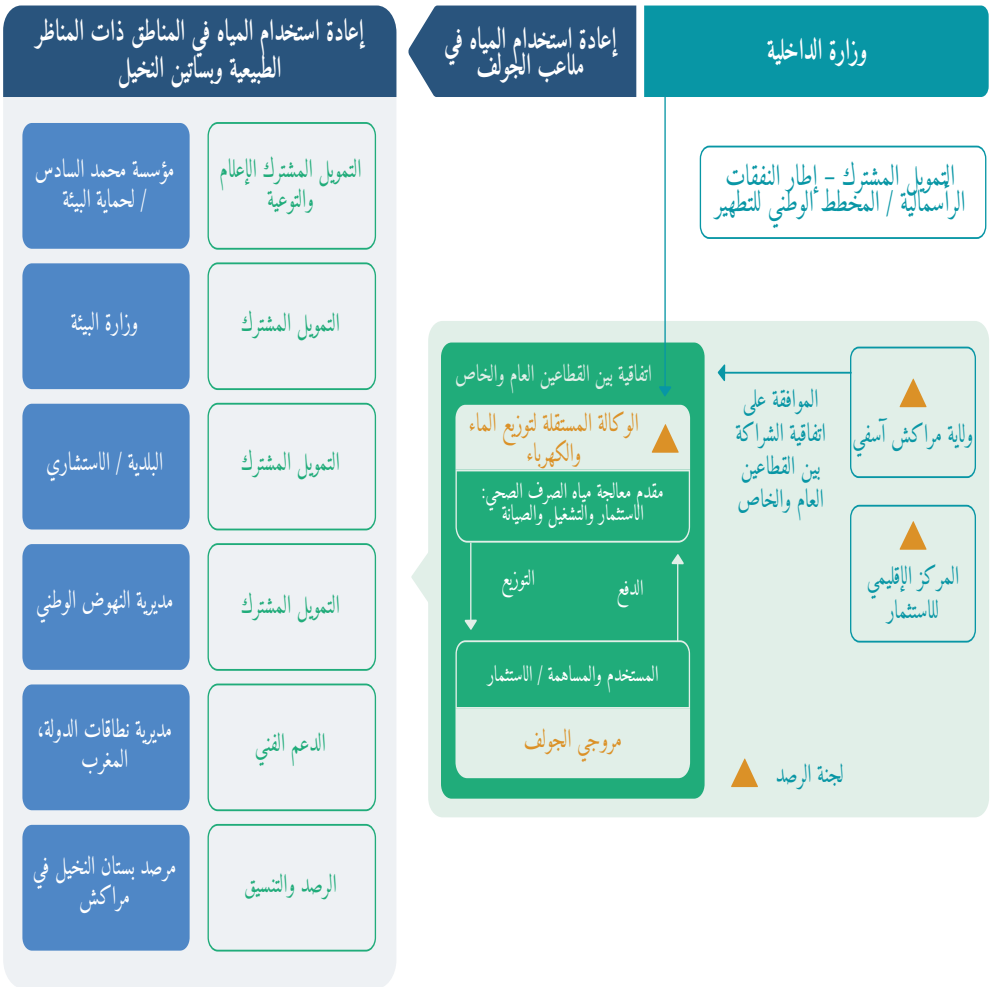
يتم تقديم حالة مراكش كمكونين (الشكل 1.4): الأول يعرض مكون الري في ملاعب الجولف، والذي يعمل بالفعل، بينما يعرض الثاني المكون من المناطق الخضراء ذات المناظر الطبيعية وبساتين النخيل، والتي هي في طور التشغيل.

الشكل 1.3 الجهات الفاعلة المؤسسية الرئيسية لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها.

المصدر: (B.Soudi)، معهد الهندسة الزراعية والبيطرة.

اتفاقية الشراكة بين القطاعين العام والخاص هي اتفاقية بين الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء «RADEEMA» (الشريك العام) ومروجي ملاعب الجولف (كيانات خاصة) الذين تم تحديد أدوارهم أدناه. توافق الولاية (التقسيم الإداري الإقليمي) على اتفاقية الشراكة هذه، والتي تتضمن اشتراط وجود لجنة مراقبة مكونة من الولايات، ممثلين عن الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش ومركز الاستثمار الإقليمي.

تدير الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء كلا من معالجة مياه الصرف الصحي وتوزيع مياه الصرف الصحي لضمان استيفائها لمعايير الجودة. وتشارك أربع كيانات أخرى في تمويل مشروع إعادة الاستخدام بما في ذلك بلدية مراكش المسؤولة عن إدارة المناطق الخضراء وبستان النخيل. وهناك ثلاث مؤسسات أخرى (مؤسسة محمد السادس لحماية البيئة؛ ومديرية نطاقات الدولة، ومرصد نخيل مراكش) مسؤولة عن التوعية المعلوماتية والدعم التقني والرصد والتنسيق، على التوالي.



الشكل 1.4 أصحاب المصلحة ونموذج الإدارة.

المصدر: (B.Soudi)، معهد الهندسة الزراعية والبيطرة (وفقا لالتزامات أصحاب المصلحة في اتفاقية الشراكة بين القطاعين العام والخاص).
ملاحظات: مراكش آسفي (MS)، المخطط الوطني للتطهير (NSP)، التشغيل والصيانة (O &M)، اتفاقية الشراكة بين القطاعين العام والخاص (PPP)، مياه الصرف الصحي المعالجة (TWW).

في هذا التكوين، من المهم ملاحظة أن المجلس الإقليمي للسياحة في مراكش غير مدرج في الشراكة حتى من خلال الترويج للجولف للسياحة لأنه لم يكن جزءا من مجموعة أصحاب المصلحة عندما بدأت المشاريع الأصلية.

التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف

منذ عام 2000، تم تنفيذ محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش ومشروع إعادة استخدام المياه ذات المناظر الطبيعية الحضرية على ثلاث مراحل رئيسية بتكلفة إجمالية قدرها 252 مليون دولار أمريكي. تم تخصيص المرحلة الأولى، التي تستهلك ٪32 من التكلفة الإجمالية للمشروع، للخطة الرئيسية للمدينة، بما في ذلك تحقيق وتوسيع شبكة التجميع والبناء الأولي لمحطة المعالجة. تم تخصيص الجزء الأكبر من المبلغ الإجمالي للجزء الثاني من المشروع، لاستكمال عملية معالجة المحطة وشبكة توزيع المياه لتمكين إعادة استخدام المياه المعاد تدويرها. تم استثمار الباقي في توسيع محطة المعالجة وشبكة إعادة الاستخدام، بالإضافة إلى وحدة تجفيف الحمأة الشمسية. وشاركت وزارة الداخلية في تمويل المشروع بأكمله في إطار الخطة الوطنية للتطهير (للصرف الصحي) (الجدول 1.3).

في عام 2014، بلغت النفقات التشغيلية (OPEX) 1.2 مليون دولار أمريكي وتذبذبت بين 2-2.2 مليون دولار أمريكي بين عامي 2014 و2018. يتم تأمين استرداد التكاليف من خلال ضريبة الصرف الصحي المدمجة في فاتورة مياه الشرب والكهرباء. بالإضافة إلى ذلك، وافق مروجو الجولف على دفع 0.25 دولار أمريكي (2.5 درهم)/ م3 من المياه المعاد

الجدول 1.2 النصوص التنظيمية المتعلقة باستعادة وإدارة مياه الصرف الصحي في المغرب.

القانون، المرسوم، الأمر	الترتيب
مرسوم رقم 2-05-1534 بتاريخ 21 شوال 1426 (24 نوفمبر 2005) يتعلق بشروط وكيفيات إعداد ومراجعة المخططات الرئيسية للتنمية المتكاملة للموارد المائية «PDAIRE» (للتنمية المتكاملة للموارد المائية) والمخطط الوطني للمياه / البرنامج الوطني للتطهير السائل (PNA) الجريدة الرسمية رقم 5562 بتاريخ 2007/09/20. تم إدراجه في القانون الجديد 15-36.	يعهد بإعداد الخطة الرئيسية للتنمية المتكاملة للموارد المائية (PDAIRE) إلى ووكالات الأحواض المائية(ABH) لكل حوض بالتشاور مع أصحاب المصلحة الآخرين في مجال المياه. من بين مكونات الخطة الرئيسية خطة تمويلها وخطة العمل لرصد تنفيذها. يتولى الوزير المكلف بالمياه وضع الخطة الوطنية للمياه (PNE) بالتشاور مع الإدارات والمؤسسات الوزارية الأخرى الأعضاء في المجلس الأعلى للماء والمناخ (Higher Council for Water and Climate) وفقا للشروط المحددة في العديد من مواد نفس المرسوم.
المرسوم رقم 2-05-1533 المؤرخ في 14 محرم 1427 (13 فبراير 2006) المتعلق بالصرف الصحي (التطهير) المستقل.الجريدة الرسمية رقم 5404 بتاريخ 2006/03/16 (المادة 4).	يجب الإعلان عن أي تركيب لنظام صرف صحي مستقل في المناطق الريفية للخدمات الفنية للبلدية.
مرسوم رقم 2-97-224 مؤرخ في 21 جمادى الثاني 1418 (أكتوبر 1997) يحدد شروط التراكم الاصطناعي للمياه. الجريدة الرسمية رقم 4532 بتاريخ 1997/11/6.	المادتان 2 و3: لا تسمحا بالتراكم الصناعي لمياه الصرف الصحي الخام إلا إذا كانت جزءا لا يتجزأ من نظام لمعالجة هذه المياه، من قبل وكالة حوض الماء المعنية. يتم توجيه طلب الترخيص إلى وكالة الحوض المائي المقابل (ABH).
مرسوم رقم 2-97-875 مؤرخ في 6 شوال 1418 (4 فبراير 1998) يتعلق باستعمال مياه الصرف الصحي. الجريدة الرسمية رقم 4558 المؤرخة 1998/02/05 (قيد المراجعة)المواد 1؛ 2، 10، 11 و12.	يحظر استخدام مياه الصرف الصحي ما لم يتم الإعلان عن معالجتها وفقا للمعايير. كما يحظر استخدام مياه الصرف الصحي، حتى لو تمت معالجتها، للشرب أو لتحضير المنتجات أو المواد الغذائية أو تعبئتها أو حفظها. يتم تنظيم شروط التطبيق والمعايير المستخدمة للاستفادة من المساعدة المالية ويتم تقديم الطلب إلى وكالة الحوض المائي المعنية.
أمر مشترك رقم 1276-01 ل 10 شعبان 1423 (17 أكتوبر 2002) يحدد مواصفات نوعية المياه المخصصة للري. (OB) رقم 5062 بتاريخ 2002/12/05 (قيد المراجعة).	يجب أن تفي مياه الصرف الصحي المعالجة التي يسمح بإعادة استخدامها بمعايير الجودة التي حددها هذا الأمر والتي تحدد معايير جودة المياه المخصصة للري.

تدويرها المستخدمة في ملاعبهم لتغطية جزء من النفقات التشغيلية المتعلقة بالعلاجات الثلاثية والتكميلية. يشمل الإنفاق الرأسمالي (النفقات الرأسمالية) مصادر الاستثمار الآتية من مزيج من الإعانات والاستثمارات بين القطاعين العام والخاص (الجدولان 1.4 و1.5).

الجدول 1.3 التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف.

الفترة	الهياكل المركبة ومكونات التوسع	النفقات الرأسمالية	أصحاب المصلحة الذين يقدمون الخدمة	التمويل المشترك
2000-2008	القيام بدراسات المخطط الرئيسي. إعادة هيكلة وإعادة تركيب وتأهيل شبكة الصرف الصحي. إزالة جميع نقاط التصريف الخام في البيئة الطبيعية. إنشاء محطة معالجة مياه الصرف الصحي (المعالجة الأولية) بسعة سكانية تبلغ 1,300,000 نسمة.	82.5 مليون دولار أمريكي	الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش (المغرب) RADEEMA	الحكومة/وزارة الداخلية
2009-2015	استمرارية أعمال إعادة الهيكلة وإعادة تركيب وتأهيل شبكة الصرف الصحي. تحقيق المعالجات الثانوية والثالثية. بناء شبكة إعادة الاستخدام التي تضم خمس محطات ضخ وشبكة خطية إجمالية بطول 80 كم.	0.16 مليار دولار	الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش RADEEMA	وزارة الداخلية في إطار الخطة الوطنية للصرف الصحي/ البرنامج الوطني للتطهير السائل
من 2018	استمرار العمل على إعادة هيكلة وإعادة بناء وتأهيل شبكة الصرف الصحي. توسيع محطة معالجة مياه الصرف الصحي إلى 1,750,000 نسمة. إنشاء وحدة تجفيف شمسية لحمأة الصرف الصحي بطاقة معالجة تبلغ 205 طن/ يوم من الحمأة بنسبة تجفيف تبلغ 22٪.	9.92 مليون دولار أمريكي	الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش RADEEMA	وزارة الداخلية في إطار الخطة الوطنية للصرف الصحي/ البرنامج الوطني للتطهير السائل

الجدول 1.4 مصادر التمويل 2009-2018.

مصدر الاستثمار	الميزانية (مليون دولار أمريكي)
الإعانة الحكومية (ج) خطة الصرف الصحي الوطنية (خطة الصرف الصحي)	16.5
تمويل من الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش (راديمة)	65.45
تمويل مروج الجولف (2012-2016)	53.46
الإجمالي	135.41

المصدر: (Soudi B.). (لبرنامج الإدارة المستدامة والمتكاملة للمياه - مبادرة آفاق 2020). البيانات مقدمة من الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش «(2018) «RADEEMA.

الفوائد والآثار الاجتماعية والاقتصادية والصحية والبيئية

وضع المشروع البنية التحتية لإعادة استخدام 24 مليون م3/سنة من المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي. وهذا يمثل كمية مياه الشرب اللازمة في مدينة يبلغ عدد سكانها 700,000 نسمة، وبالتالي يساهم بشكل كبير في الحد من العجز المائي في حوض تانسيفت، والذي يقدر بنحو 200 مليون م3 في السنة.

كما خلق مشروع إعادة استخدام المياه فرص عمل في مجال الصرف الصحي وعزز الأنشطة الاقتصادية للشركات والسياحة من خلال زيادة الاستثمارات، على سبيل المثال، في ملاعب الغولف في مراكش.

تشمل الفوائد المناخية والبيئية انخفاضا في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بما يعادل 80000 طن من ثاني أكسيد الكربون من خلال استخدام مولدات الغاز الحيوي والطاقة الشمسية لتجفيف حمأة الصرف الصحي، مما يوفر 120 ميجاوات/ يوم. يتم أيضا استرداد حمأة الصرف الصحي أثناء عملية تصنيع الأسمنت حيث يتم استخدام 50 طنا/ يوم في شكله المجفف ليحل محل 18 طنا/ يوم من فحم الكوك البترولي في خط الطهي للكلنكر- المعدات المستخدمة في صناعة الأسمنت.

المساواة في النوع الاجتماعي

على مدى العقد الماضي، أحرز المغرب تقدما كبيرا في مجال الحوكمة الديمقراطية المراعية للفوارق في النوع الاجتماعي، والذي تم إضفاء الطابع المؤسسي عليه في عام 2014. فقد اعترفت حكومتها بأن التمكين الاقتصادي للمرأة هو ركيزة أساسية لتحقيق المساواة في النوع الاجتماعي، معتبرة تمكين المرأة اقتصاديا واجتماعيا وسياسيا أحد أسس سيادة القانون. وتحقيقا لهذه الغاية، وعلى طريق التحديث وإرساء الديمقراطية، فقد بذلت وزارة الاقتصاد والمالية وإصلاح الإدارة، على طريق التحديث وإرساء الديمقراطية، جهودا كبيرة لإضفاء الطابع المؤسسي على المساواة في النوع الاجتماعي في الخدمة العامة.

الجدول 1.5 المساهمات في البنية التحتية للمناطق الخضراء وإعادة استخدام بساتين النخيل.

الشركاء	المساهمة
مؤسسة محمد السادس لحماية البيئة	0.71 مليون دولار أمريكي (بخصم 4٪ لتمويل حملات الإعلام والتوعية)
ولاية جهة مراكش – آسفي	الإشراف الإداري والمتابعة الفنية والتنسيق
الإدارة العامة للتجمعات المحلية (DGCL من وزارة الداخلية)	0.55 مليون دولار أمريكي منها 0.25 مليون دولار أمريكي تدفع إلى الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش (راديمة) عند توقيع الاتفاقية
وزارة البيئة	0.27 مليون دولار أمريكي منها 0.1 مليون دولار أمريكي تدفع الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش (راديمة) عند توقيع الاتفاقية
مجلس مدينة مراكش	0.38 مليون دولار أمريكي
الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش	0.84 مليون دولار أمريكي
مديرية النهوض الوطني	1.35 مليون دولار أمريكي
مديرية نطاقات الدولة، المغرب	الدعم الفني والأرض
مرصد بستان النخيل بمراكش	الرصد والتنسيق
الإجمالي	4.07 مليون دولار أمريكي

المصدر: «Soudi, B» (لبرنامج الإدارة المستدامة والمتكاملة للمياه - مبادرة آفاق 2020). البيانات مقدمة من الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش «(2018) «RADEEMA.

في الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء، هناك برنامج يستهدف مجموعات تشمل النساء والشباب والأطفال، لزيادة الوعي حول الفرص الوظيفية في قطاع مياه الصرف الصحي المعالجة. في مارس 2021، تم تعيين مديرة عامة جديدة للوكالة مما يوفر نموذجا قويا يحتذى به للنساء الأخريات.

القدرة على الصمود في مواجهة كوفيد19-

بشكل عام، كان تأثير جائحة كوفيد-19 على محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش ومشروع إعادة استخدام المياه محدودا مع معالجة المياه بما في ذلك المعالجة بالكلور لضمان أن أي مياه يعاد استخدامها في المناطق الخضراء وملاعب الجولف لا يمكن أن تحتوي على الفيروس الحي. بالإضافة إلى ذلك، فقد تم وضع تدابير متعددة الحواجز تتعلق بأحكام معالجة وتخزين مياه الصرف الصحي المعالجة لتقليل مخاطر التلوث. فيما يتعلق بمعالجة حمأة الصرف الصحي، فإن خطر التلوث بفيروس كوفيد 19 غير موجود أيضا حيث أنه يتم إلغاء تنشيط الفيروس أثناء عملية المعالجة.

بالنسبة للموظفين والمستخدمين النهائيين، تم الالتزام بأحكام السلامة المعمول بها بالفعل للتعامل مع مياه الصرف الصحي المعالجة بالمبادئ التوجيهية التي أوصت بها السلطات الصحية لمنع انتشار فيروس كوفيد-19 مثل ارتداء القناع وغسل اليدين بشكل متكرر.

ومع ذلك، كان تأثير الوباء على الكمية المنتجة والمسلمة قويا بما يكفي لإجبار بعض الدورات على الإغلاق أثناء الجائحة. بسبب الغياب شبه التام للسياحة، فقد انخفض إنتاج مياه الصرف الصحي الخام بشكل كبير، مما أدى بدوره إلى تقليل حجم المياه المعاد تدويرها التي يمكن توصيلها إلى مشروع إعادة الاستخدام. ومع ذلك، فنظرا لإغلاق جميع الأنشطة السياحية الرئيسية بما في ذلك الجولف، فقد قام مديرو ملاعب الجولف، كإجراء تكيفي، بسقي الأجزاء الأكثر حساسية من الدورة فقط، ولا سيما المساحات الخضراء، وقللوا من وتيرة الري على الأجزاء الأخرى الأقل أهمية للعبة ، مثل الممرات.

قابلية التوسع وإمكانية التكرار

يجري بالفعل توسيع نطاق مشروع مراكش هذا، كما يستخدم كنموذج لتكراره وتوسيع نطاقه في مدن مغربية كبرى أخرى، ولا سيما أغادير والرباط وطنجة وتطوان. تم تطوير هذا النوع من إعادة استخدام المياه على نطاق واسع في المغرب بما يتماشى مع المبادئ التوجيهية للسياسة المائية المغربية. تهدف الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء (راديما)، بالتعاون مع المجلس الإقليمي ووكالة حوض النهر، إلى توسيع مخطط إعادة الاستخدام ليشمل جميع ملاعب الجولف والمساحات الخضراء الجديدة.

تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات

يلخص الجدول 1.6 مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات (SWOT) لمشروع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش والمساحات الخضراء وملاعب الجولف.

العوامل الرئيسية للنجاح على طول المشروع والدروس المستفادة

أثناء تصميم وبناء وتشغيل المشروع، تضمنت عوامل النجاح الرئيسية ما يلي:

- كفاءة التنفيذ من حيث جودة أعمال المعالجة والتوزيع، نظرا للكفاءة الفنية والإدارية للوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء.
- تم تحقيق أهداف الجمع والمعالجة ومعالجة التلوث خلال الفترة 2008-2018.
- تمكنت الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء من وضع اللمسات الأخيرة على المستوى المطلوب من شبكة المعالجة والتوزيع وتوسيع نطاقها لنقل المياه المعاد تدويرها إلى مواقع إعادة الاستخدام.
- نموذج تجفيف الحمأة الشمسية مبتكر ويمكن تكراره خاصة في المنشآت الكبيرة والموجودة في المناطق الحساسة.

الجدول 1.6 مشروع معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش والمساحات الخضراء وملاعب الغولف: تحليل SWOT.

	مساعد لتحقيق الأهداف	**مضر** لتحقيق الأهداف
سمات المؤسسة سمات المؤسسة	**مواطن القوة** ■ كفاءة ومهنية رديمة الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء ■ المساهمات المالية من الشركاء في مشروع إعادة الاستخدام ككل ■ التمويل في إطار الخطة الوطنية للصرف الصحي المتبادل ■ الملاءة المالية للمستخدمين مقارنة بإعادة الاستخدام في الزراعة ■ لشهادة البيئية الخاصة بالوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء (رديمة) ■ تعبئة قوية للجهات الفاعلة على المستوى الإقليمي ■ مشروع مبتكر في أفريقيا	**مواطن الضعف** ■ نقص استعادة مياه الصرف الصحي المعالجة ■ فجوة التمويل من قبل مروجي ملاعب الجولف ■ مسؤولية غير واضحة للمطورين عن جودة المياه داخل ملاعب الجولف
العوامل الخارجية سمات البيئة	**الفرص** ■ أهداف تعزيز إعادة الاستخدام في السياسات والخطط والبرامج ■ مدينة مراكش ملتزمة بأن تصبح مدينة مستدامة ■ ندرة المياه بسبب تغير المناخ تخلق فرصة كبيرة للنشر السريع لتوسيع إعادة استخدام المياه في شمال المغرب ■ الاستفادة من السياسات المتعلقة بإدماج النوع الاجتماعي لتعزيز مساهمة المرأة في تطوير البرامج	**التهديدات** ■ عدم كفاية الكفاءة في استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ■ أزمة اقتصادية لقطاع السياحة (كما كان الحال خلال جائحة COVID-19) يمكن أن تقلل من الطلب على مياه الصرف الصحي المعالجة من قبل مطوري ملاعب الجولف ■ مخاطر عدم الجدوى المالية لعقد الشراكة بين القطاعين العام والخاص ■ إحجام مطوري ملاعب الجولف ومستخدمي المياه التقليدية في حالة اتخاذ تدابير صارمة لعدم الحظر

- بالمقارنة مع الانتعاش الزراعي، فإن هذا النموذج لمشروع إعادة الاستخدام قابل للتطبيق من الناحية المالية. في هذه الحالة، تساهم ملاعب الجولف بشكل لا يمكن دحضه في استرداد التكاليف من خلال دفع ما يصل إلى 40٪ من التكلفة الإجمالية للاستثمار ومعدلات أعلى بكثير لكل متر مكعب معاد استخدامه (0.25 دولار أمريكي) من تكلفة الموارد المائية الأخرى المستخدمة سابقا.

الأساليب والموارد

تشمل المنهجية المعتمدة لتنفيذ دراسة حالة إعادة استخدام المياه ما يلي:

- مراجعة الوثائق الفنية.
- مقابلات مع رؤساء المؤسسات في الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش («Jaouher Touria» و «Houda Bilrha» و «Adil Daoudi» و«Tarik Al Mansoure» من إدارة المياه من محطة معالجة مياه الصرف الصحي وقسم إعادة الاستخدام المرتبط بإدارة العمليات في الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء).
- مقابلات مع المديرين في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مراكش ومشروع إعادة استخدام المياه للمناظر الطبيعية الحضرية في الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء.

بالإضافة إلى ذلك، كتب المؤلف رسالة بالبريد الإلكتروني إلى عادل الداودي من إدارة العمليات أوجز فيها خلفية المشروع وطلب التحقق من صحة المعلومات والبيانات المقدمة في القالب. كما طلب البيانات الناقصة. وقد مكن نهج التثليث هذا جنبا إلى جنب مع المشاركة الفعالة للوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء في توفير البيانات لحالة إعادة استخدام المياه هذه من إكمال النموذج بشكل كامل تقريبا.

تشمل الموارد الإضافية المستخدمة في جمع البيانات لهذه الدراسة ما يلي:

الوكالة الفرنسية للتنمية - وزارة الداخلية: تم تقديم المساعدة التقنية لمديرية الشبكات العامة المحلية التابعة لوزارة الداخلية، لتنفيذ برنامج الدعم المؤسسي لقطاع الصرف الصحي في المغرب (PAISAM) ، كجزء من منحة (FIV) بقيمة مليوني يورو تحت الإدارة المفوضة إلى الوكالة الفرنسية للتنمية لتمويل PAISAM المذكور

Belkouadssi, M. 2016. التدبير المتكامل للمياه الحضرية في مدينة مراكش. المكتب الوطني للكهرباء والماء الصالح للشرب.

Benlouali, H.; Harrouni, M.C.; Fallah, M.; Hirich, A.; Choukr-Allah, R 2017.. الوضع الحالي لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المستصلحة في ملاعب الجولف في مراكش (المغرب): المشاكل والحلول. تحلية ومعالجة المياه 91: 273–280 معرّف الأغراض الرقمي: dwt.2017.21567/10.5004

راديما (الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش). تقرير إدارة 2019.

Soudi, B. 2012. التقييم البيئي الاستراتيجي- المكتب الوطني للكهرباء والماء الصالح للشرب (ONEP)- برنامج الصرف الصحي. BEI_SAFEGE-ONEP ل

Soudi, B. 2018. دعم تعزيز إعادة استخدام مياه الصرف الصحي من خلال تعزيز الجوانب المؤسسية والتنظيمية والمالية، فضلا عن النهج التشاركية والحوافز والتوعية. LDK الاستشاريين المهندسين والمخططين المحدودة

.
https://www.swim-h2020.eu/wp-content/uploads/2018/09/SWIM-H2020-EFS-MO-2-Global-Report_.pdf

Tahiri, M.; Larif, M.; Quabli, H.; Taky, M.; Elemrani, M.; Midaoui, A.; Khimani, K. 2015. دراسة ومتابعة أداء معالجة مياه الصرف الصحي الأولية والثانوية بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي بمراكش. المجلة العلمية الأوروبية 11 (17): 139-154.

Waterleau. 2018. معالجة مياه الصرف الصحي لمدينة مراكش. بلجيكا.

Ziyad, A. 2017. الخطط الرئيسية لحوض النهر: أدوات التخطيط وإدارة المياه لتحديد المشاريع الهيدروليكية. أفريقيا 2017: تخزين المياه وتطوير الطاقة الكهرومائية في أفريقيا، 14-16 مارس 2017، مراكش، المغرب.

كما تم الاطلاع على الوثائق الوطنية بما في ذلك الخطة الوطنية للصرف الصحي (2009) والخطة الوطنية للمياه (2018) والخطة الوطنية للصرف الصحي المتبادل (2017).

دراسة الحالة 2: المغرب

محطة معالجة مياه الصرف الصحي بوخالف والمساحات الخضراء في طنجة وإعادة استخدام مياه ملعب الجولف

إبراهيم سودي وتوماس فر وإيمان الحاتمي

المختصرات

ABH	وكالة الحوض المائي (حوض النهر)
	وكالة تنمية أقاليم الشمال APDN
	الخطة الوطنية للمياه PNE
	الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بمراكش RADEEMA

التاريخ ومبررات المشروع

تم إنشاء محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخالف (Boukhalef WWTP) لزيادة القدرة على معالجة مياه الصرف الصحي وتوفير مياه الري للمساحات الخضراء في مدينة طنجة. تم تصميم المحطة التي تعمل منذ عام 2015 في مواجهة العجز المتزايد في احتياطيات المياه في سد ابن بطوطة، الذي يخدم سكان مدينتي طنجة وأصيلة بمياه الشرب. يمكن أن توفر مياه الصرف الصحي المعالجة موردا إضافيا للمياه، خاصة لأغراض الري. وهذا يقلل لاحقا من الضغط على موارد المياه التقليدية. ووفقا لأميندیس (Amendis)، سيوفر هذا المشروع ما يقرب من 3 ملايين م3 سنويا من المياه ويحسن الصحة والبيئة المعيشية للسكان، ويحقق فوائد إضافية لتعزيز السياحة، على سبيل المثال، من خلال الاستثمار وتطوير المناطق الخضراء ذات المناظر الطبيعية وملاعب الجولف في جميع أنحاء المدينة.

تغطي محطة معالجة مياه الصرف الصحي بوخالف مساحة إجمالية قدرها 4.3 هكتار وتقع في جزينة، وهي منطقة صناعية على حدود المنطقة الحرة بطنجة (الشكل 2.1).

قبل بناء محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخالف، كان يتم تصريف مياه الصرف الصحي من مدينة طنجة مباشرة في البحر الأبيض المتوسط بعد جمعها. منذ عام 2015، عندما بدأت المحطة العمل، تتم معالجة مياه الصرف الصحي المنزلية من منطقة طريق الرباط، وجنوب بوخالف، ومركز جزينة، والمخلفات السائلة المنزلية والصناعية في جزينة والمنطقة الحرة بطنجة هناك ثم إعادة استخدامها في مشاريع الري.

الشكل 2.1 خريطة توضح موقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخلف. إحداثيات محطة معالجة مياه الصرف الصحي: 35.716954, -5.932413. **المصدر: جوجل إيرث.**

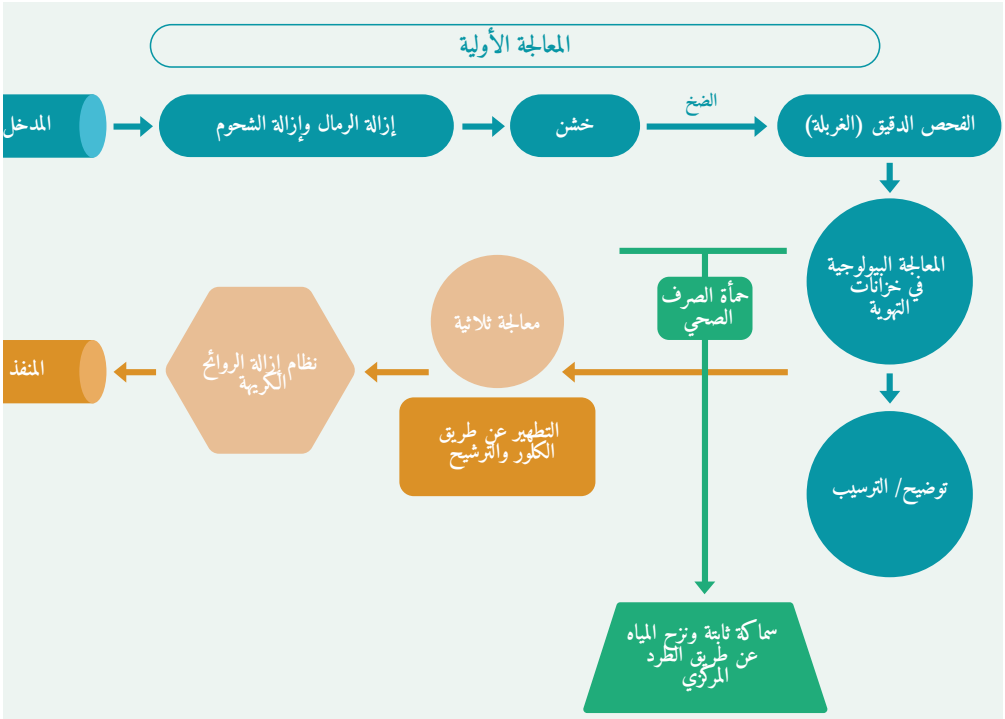
لمحة سريعة عن وصف حالة إعادة الاستخدام

بدأت محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخالف عملياتها في عام 2015 وتبلغ طاقتها الإنتاجية 10,700 متر مكعب في اليوم. ومن المتوقع أن تزداد هذه القدرة، بعد أعمال التوسعة الحالية، إلى 42,700 م3/يوم. تستخدم المحطة نظام معالجة الحمأة المنشط وتعالج المياه إلى مستوى ثلاثي (الشكل 2.2). تستخدم المياه المعاد تدويرها لري ملاعب الجولف والمساحات الخضراء البلدية.

تم تنفيذ المشروع على ثلاث مراحل:

بدأت المرحلة الأولى في عام 2015 ببدء تشغيل محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخالف، حيث وضعت شبكة توزيع بطول 8 كيلومترات وتركيب محطة ضخ 120 لترا في الثانية (لتر/ ثانية) لري مساحة 110 هكتار من المساحات الخضراء في ملعب جولف شركة الديار القطرية بطنجة المغرب.

شهدت المرحلة الثانية، التي بدأت في عام 2019، توسيع شبكة إعادة الاستخدام باتجاه وسط طنجة لري المساحات الخضراء البلدية وملعب طنجة للغولف الملكي. بالإضافة إلى ذلك، تم إنشاء خزانين بسعة إجمالية تبلغ 6000 م3 ومحطة تفريغ بسعة 120 لتر/ ثانية. كما تم إنشاء محطة معالجة ثلاثية ثانية، وتم وضع 21.5 كم من شبكة التوزيع. كان الهدف من هذه المرحلة هو ري 141 هكتار حتى الآن، يتم ري 115 هكتارا، بما في ذلك 70 هكتارا للغولف الملكي طنجة، الواقع في بلديتي طنجة وجزناية، بالمياه المعاد تدويرها من المحطة.



الشكل 2.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخالف ونظام إعادة استخدام المياه: رسم تخطيطي مبسط.

المصدر: (B. Soudi)، معهد الزراعة والبيطرة

أما المرحلة الثالثة، التي هي قيد التنفيذ، فستزيد من قدرة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخالف إلى 42,700 متر مكعب في اليوم وتوسيع مساحة الري إلى 150 هكتارا إضافيا في بقية أنحاء المدينة. وأعمال البناء لهذا التوسعة في مرحلتها النهائية، وقد أوشكت دراسة لتوسيع شبكة النقل والتوزيع على الانتهاء.

الإطار المؤسسي والسياساتي الوطني

يدعم إطار السياسة الحالي في المغرب مشروع إعادة استخدام المياه هذا، بما في ذلك تكراره وتوسيع نطاقه كجزء من تعزيز قوي لإعادة استخدام المياه، والذي يشمل في العديد من السياسات والخطط والبرامج (الاستراتيجية الوطنية للمياه، والخطة الوطنية للمياه، والخطة الوطنية المشتركة للصرف الصحي، والبرنامج الطارئ لإمدادات مياه الشرب والري (2020-2027). وبالإضافة إلى ذلك، تدمج الخطط الوطنية للإدارة المتكاملة للموارد المائية إعادة الاستخدام على نطاق أحواض الأنهار.

ومع ذلك، تواجه إدارة المشروع بعض الصعوبات (الشكل 2.3)، لا سيما من حيث التنسيق بين القطاعات والثغرات التنظيمية. ويشمل ذلك تحديد معايير لاستعادة حمأة الصرف الصحي ومخاطر الجدوى غير المالية لعقود الشراكة العامة المتفق عليها بين البلدية وأميندیس، مشغل الصرف الصحي. من وجهة نظر فنية، لا توضح هذه العقود

الشكل 2.3 الجهات المؤسسية الفاعلة الرئيسية لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها..

المصدر: (B. Soudi)، معهد الهندسة الزراعية والبيطرة

تقاسم المسؤوليات، لا سيما فيما يتعلق بجودة المياه المعاد تدويرها المستخدمة في ري ملاعب الجولف، وهى عرضة للتدهور.

كما ترتبط الإدارات الوزارية الأخرى بما في ذلك وزارة الصحة ووزارة البيئة، فضلا عن العديد من لجان المياه، بهذا المخطط المؤسسي مع كيانات تمثيلية إقليمية وإقليمية بما في ذلك المكتب الوطني للكهرباء والماء الصالح للشرب (فرع المياه)، ومشغلي الخدمات العامة مثل Amendis وأصحاب الامتيازات من القطاع الخاص.

يخضع استرداد المياه وإعادة استخدامها أيضا للامتثال التنظيمي (الجدول 2.1).

الجدول 2.1 النصوص التنظيمية المتعلقة باستعادة وإدارة مياه الصرف الصحي في المغرب

قانون أو مرسوم أو أمر	ترتيب
مرسوم رقم 2-05-1534 بتاريخ 21 شوال 1426 (24 نوفمبر 2005) يتعلق بشروط و كيفيات إعداد ومراجعة المخططات العامة (الرئيسية للإدارة المتكاملة للموارد المائية) والمخطط الوطني للمياه. الجريدة الرسمية رقم 5562 بتاريخ 2007/09/20. المدرجة في القانون الجديد 36-15.	يعهد بإعداد مشروع الخطة الرئيسية للتنمية المتكاملة للموارد المائية (PDAIRE) إلى وكالة الحوض المائي (ABH) لكل حوض مائي بالتشاور مع أصحاب المصلحة الآخرين في مجال المياه. ومن بين مكونات الخطة الرئيسية خطة التمويل وخطة العمل لرصد تنفيذها. يتم وضع مشروع الخطة الوطنية للمياه من قبل الوزير المسؤول عن المياه بالتشاور مع الإدارات والمؤسسات الوزارية الأخرى الأعضاء في المجلس الأعلى للمياه والمناخ وفقا للشروط المحددة في العديد من مواد المرسوم نفسه.
المرسوم رقم 2-05-1533 المؤرخ 14 محرم 1427 (13 فبراير 2006) المتعلق بالصرف الصحي (التطهير) المستقل. رقم الجريدة الرسمية 5404 تاريخ 2006/03/16 (المادة 4).	يجب الإعلان عن أي تركيب لنظام صرف صحي مستقل في المناطق الريفية للخدمات الفنية للبلدية.
مرسوم رقم 2-97-224 مؤرخ 21 جمادى الآخرة 1418 (أكتوبر 1997) يحدد شروط التراكم الاصطناعي للمياه. رقم الجريدة الرسمية 4532 من 1997/11/06.	المادتان 2 و3: لا يسمح بالتراكم الاصطناعي لمياه الصرف الصحي الخام إلا إذا كانت جزءا لا يتجزأ من نظام لمعالجة هذه المياه، معتمد من قبل وكالة الحوض المائي المعنية. يتم توجيه طلب الترخيص إلى وكالة الحوض المائي المعنية.
مرسوم رقم 2-97-875 مؤرخ 6 شوال 1418 (4 فبراير 1998) يتعلق باستعمال مياه الصرف الصحي. رقم الجريدة الرسمية 4558 تاريخ 1998/02/05 (قيد المراجعة) المواد 1؛ 2 ؛10 ؛11و 12.	يحظر استخدام مياه الصرف الصحي ما لم يتم الإعلان عن معالجتها وفقا للمعايير. كما يحظر استخدام مياه الصرف الصحي، حتى لو تمت معالجتها، للشرب أو تحضير المنتجات أو المواد الغذائية أو تعبئتها أو حفظها. يتم تنظيم شروط التطبيق والمعايير المستخدمة للاستفادة من المساعدة المالية ويتم تقديم الطلب إلى وكالة الحوض المائي المعنية.
أمر مشترك رقم 1276-01 بتاريخ 10 شعبان 1423 (17 أكتوبر 2002) يحدد معايير جودة المياه المخصصة للري. رقم 5062 OB بتاريخ 2002/12/05 (قيد المراجعة).	يجب أن تفي مياه الصرف الصحي المعالجة التي يسمح بإعادة استخدامها بمعايير الجودة التي حددها هذا الأمر والتي تحدد معايير الجودة للمياه المخصصة للري.

المصدر: (B. Soudi)، معهد الهندسة الزراعية والبيطرة.

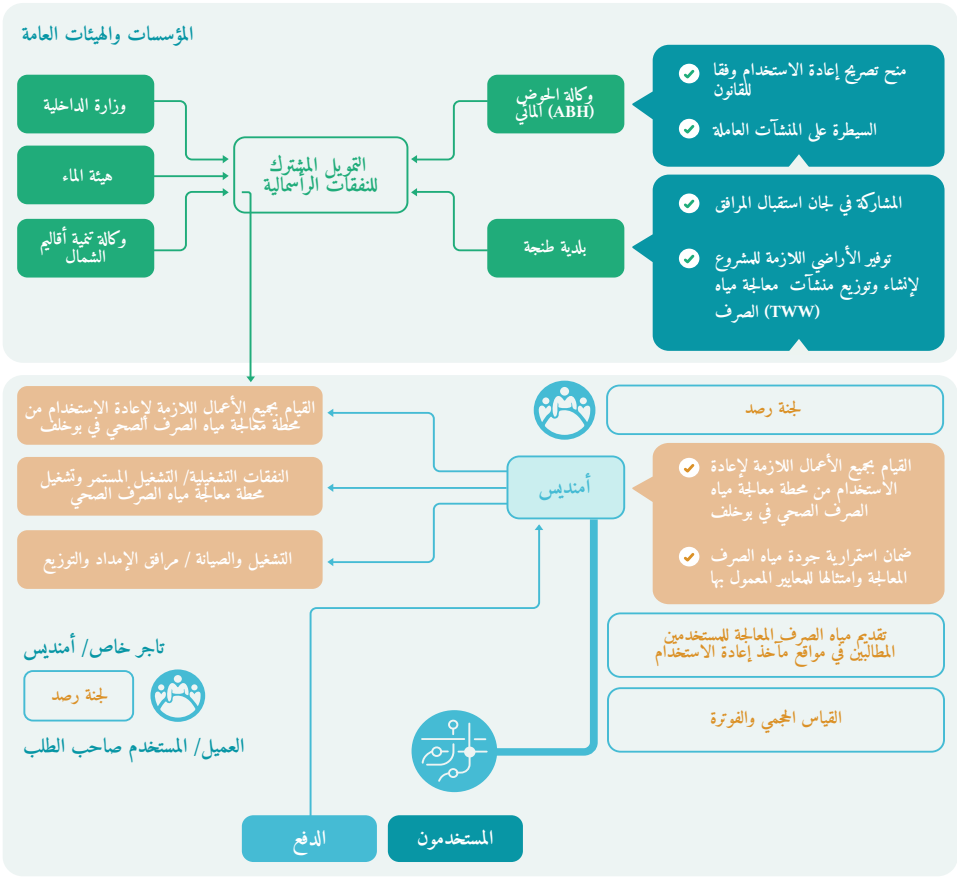
أصحاب المصلحة المعنيين ونموذج الإدارة

يعمل نموذج إدارة استخدام المياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخالف لملاعب الجولف والمساحات الخضراء في إطار شراكة بالتزامن مع بلديات أخرى بما في ذلك الفنيدق وتطوان والمضيق في شمال المغرب.

يحدد اتفاق رسمي الشراكة والتعاون بين الأطراف الموقعة (الشكل 2.4)، من خلال تحديد أدوارهم ومسؤولياتهم، لا سيما فيما يتعلق ب (i) تمويل وتنفيذ المشاريع، (ii) رصد الإنجازات و(iii) رصد جودة مياه الصرف الصحي المعالجة وتشغيل المشاريع ورصدها.

ترد أدناه مسؤوليات الجهات الفاعلة الرئيسية وعلاقاتها الوظيفية:

- تقدم وكالة الحوض المائي المعنية ABH الدعم المالي والتصاريح لإعادة استخدام المياه بدافع الاقتصاد وحماية الموارد المائية وفقا للقانون.
- تقدم بلدية طنجة المساهمة المالية لإنشاء محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي.



الشكل 2.4 نموذج إدارة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخالف ومشروع إعادة استخدام المساحات الخضراء وملاعب الجولف في طنجة.

المصدر: (B. Soudi)، معهد الهندسة الزراعية والبيطرة

ملاحظات: وكالة تنمية أقاليم الشمال(ADPN)، النفقات الرأسمالية (CAPEX)، النفقات التشغيلية (OPEX)، العمليات والإدارة (O &M)، مياه الصرف الصحي المعالجة (TWW).

- تستثمر وزارة الداخلية وسلطة المياه ووكالة تنمية أقاليم الشمال (APDN) في النفقات الرأسمالية (CAPEX).
- تقوم أميندیس، وهي كيان خاص، بإدارة الأعمال والتركيبات اللازمة، وتضمن اتساق جودة مياه الصرف الصحي المعالجة المعدة لإعادة الاستخدام، وتغطي نفقات التشغيل(OPEX) والصيانة وتوفر المياه المعاد تدويرها للمستخدمين النهائيين بسعر 0.27 دولار أمريكي/ م3.
- تقوم لجنة رصد برصد الامتثال لشروط عقد الشراكة والتشغيل العام لنظام المعالجة وإعادة الاستخدام.

التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف

تبلغ تكاليف التشغيل والصيانة في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخلف حوالي 0.088 مليون دولار أمريكي (0.88 مليون درهم) سنويا، بما في ذلك 0.033 مليون دولار أمريكي للصيانة و0.27 مليون دولار أمريكي للكهرباء. ويوجز الجدول 2.2 البيانات المتعلقة بالنفقات الرأسمالية والنفقات التشغيلية واسترداد التكاليف.

الجدول2.2 التمويل والآفاق المالية المستقبلية وتكلفة الاسترداد.

فئات/ قطاعات سلسلة قيمة إعادة استخدام المياه	الإنشاء وخدمات المعدات (الوصف والأبعاد)
الوصف	محطة للمعالجة الثلاثية للمياه بقدرة استيعابية تبلغ 10.700 متر مكعب/ اليوم (2015 حتى الآن). توسع إلى 42.700 متر مكعب/ اليوم
من الذي يقدم؟	أمنديس (Amendis) كمفوض من القطاع الخاص صاحب الامتياز الممنوح من البلدية (التعاقد مع الشركات الخاصة)
مساهمة مصدر التمويل في الاستثمار الأولي	بلدية طنجة تقدم أرض الإنشاءات

التمويل المشترك (مليون دولار أمريكي)	أصحاب المصلحة
1.1	بلدية طنجة
1.1	وزارة الداخلية
2.53	سلطة المياه
0.22	وكالة الحوض المائي
0.33	وكالة الإنعاش والتنمية الاقتصادية والاجتماعية في عمالات وأقاليم الشمال بالمملكة (APDN)
0.77	مجلس جهة طنجة تطوان الحسيمة
6.05	الإجمالي

استرداد التكاليف	يتم إدماج ضريبة التطهير (الصرف الصحي) في فاتورة المياه الصالحة للشرب والكهرباء النفقات التشغيلية المرتبطة بالمعالجة الثلاثية والتكميلية للمياه سعر بيع المياه إلى مروجي ملاعب الجولف (0.27 دولار أمريكي/ المتر المكعب)
الكيان المسؤول عن النفقات التشغيلية	أمنديس (Amendis)
العمليات التشغيلية والصيانة	أمنديس (Amendis)

المصدر: (B. Soudi)، معهد الهندسة الزراعية والبيطرة (على أساس البيانات المقدمة من أميندیس). ملاحظات: النفقات الرأسمالية (CAPEX)، العمليات التشغيلية والإدارة (O&M)، النفقات التشغيلية (OPEX).

الفوائد والآثار الاجتماعية والاقتصادية والصحية والبيئية

في الوقت الحالي، لم يولد نظام إعادة الاستخدام الكثير من فرص العمل على المدى البعيد على الرغم من أن Amendis تعتبر أنه من المحتمل أن يتغير هذا. فيما يتعلق بتصميم وتنفيذ محطة معالجة مياه الصرف الصحي ونظام إعادة الاستخدام، تم إنشاء وظائف للشركات العاملة في أعمال البناء، لكن Amendis غير قادرة على تقديم بيانات حول هذا الموضوع. من حيث السياحة، تعد مدينة طنجة واحدة من أكثر المدن التي يرتادها السياح الترفيهيون والساحليون في المغرب. معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدام المياه المعاد تدويرها يجعل من الممكن تحسين جاذبية المدينة من خلال توسيع المساحات الخضراء وفي ملاعب الجولف التي تستفيد من المشروع.

أدى جمع مياه الصرف الصحي ومعالجتها إلى تحسين البيئة المحلية بشكل كبير مقارنة بالوضع قبل المشروع، كما أن إعادة الاستخدام لها تأثير إيجابي للغاية من حيث تقليل الاستخدام من المياه الجوفية والمياه العذبة الأخرى، مما يوفر 3 ملايين متر مكعب سنويا.

المساواة في النوع الاجتماعي

في دفعة حديثة، تعمل Amendis على تعزيز التنوع والمساواة في النوع الاجتماعي، لا سيما من خلال سياسات التوظيف الخاصة بها. وقد حققت هذه الاستراتيجية نتائج ففي عام 2016، كان أكثر من 18٪ من المشرفين العاملين في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخلف وفي إدارتها من النساء. وفي عام 2018، ارتفع هذا الرقم إلى أكثر من 20٪. كما تشجع Amendis المزيد من النساء على دخول المجال التقني (Amendis 2019)، لا سيما وأن نسبة النساء في مدارس التدريب الفني والهندسي أعلى من نسبة الرجال ومهاراتهن متساوية.

القدرة على الصمود في مواجهة كوفيد19-

بشكل عام، كان تأثير الجائحة على المشروع محدودا. حيث تستخدم محطة معالجة مياه الصرف الصحي بوخالف تقنية متقدمة وبمستويات مختلفة من المعالجة تجعل من الممكن القضاء على أي احتمال لوجود الفيروس في مياه الصرف الصحي المعالجة. أيضا، تمر مياه الصرف الصحي المعالجة بمرحلة نهائية من المعالجة الثلاثية الخاصة بإعادة الاستخدام، وفي النهاية، تطهير الكلور، مما يضمن تدمير أي كائن حي قبل يدخل الماء إلى الشبكة. كما يتم إجراء اختبارات الجودة والرصد بانتظام.

قابلية التوسع وإمكانية التكرار

يجرى بالفعل توسيع نطاق مشروع طنجة في المنطقة الشمالية من المغرب. كما ذكرنا سابقا، فهي جزء من مجموعة من المشاريع التي تتم إدارتها بموجب نفس اتفاقية الشراكة. فتكرار هذا النوع من المشاريع وتوسيع نطاقه هو أمر مدفوع بالاستراتيجية الوطنية للمياه والخطة الوطنية للمياه، التي وضعت خارطة طريق لتعزيز إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لتخفيف الضغط على موارد المياه التقليدية وبناء القدرة على التكيف مع تغير المناخ. يتم ضمان قابلية النقل من خلال التوثيق الجيد للتكنولوجيات ونجاح عقود الشراكة بين القطاعين العام والخاص بين Amendis وبلدية طنجة. كما أن توسيع المساحات الخضراء وإنشاء ملاعب جديدة للغولف بمدينة طنجة ومحيطها سوف يستوعب الزيادات المتوقعة في حجم مياه الصرف الصحي المعالجة من خلال إعادة استخدامها للري.

تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات (SWOT)

يلخص الجدول 2.3 مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات (SWOT) لمشروع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخالف وإعادة الاستخدام في المساحات الخضراء في طنجة وملاعب الجولف.

الجدول 2.3 مشروع إعادة استخدام المياه للمساحات الخضراء وملاعب الجولف في بوخالف ومحطة معالجة مياه الصرف الصحي في طنجة: تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات (SWOT).

	مساعد لتحقيق الأهداف	**مضر** لتحقيق الأهداف
الأصل الداخلي سمات المؤسسة	**مواطن القوة** ■ كفاءة Amendis ومهنيتها. ■ المساهمات المالية من الشركاء في مشروع إعادة الاستخدام ككل. ■ التمويل في إطار الخطة الوطنية للصرف الصحي المتبادل. ■ الملاءة المالية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي. ■ تعبئة قوية للجهات الفاعلة على المستوى الإقليمي. ■ مشروع مبتكر في منطقة البحر الأبيض المتوسط. ■ دعم قوي من بلدية طنجة للمساحات الخضراء في المدينة والمواقع السياحية.	**مواطن الضعف** ■ مسؤولية غير واضحة عن جودة مياه الصرف الصحي المعالجة داخل ملاعب الجولف. ■ ارتفعت المساحة الإجمالية للمساحات الخضراء إلى 283 هكتارا، وهو أمر غير متناسب في توزيعها على مستوى المقاطعة. ■ على الرغم من بذل أفضل الجهود، إلا أن الصيانة سيئة للغاية بعدد كبير من الحدائق والمساحات الخضراء داخل بعض المناطق. ■ قلة الوعي واحترام المساحات الخضراء من قبل المواطنين مما يؤدي إلى تدني مستوى النظافة. ■ نقص الموظفين للحفاظ على المناظر الطبيعية الخضراء.
العوامل الخارجية سمات البيئة	**الفرص** ■ أهداف تعزيز إعادة الاستخدام في السياسات والخطط والبرامج. ■ توفر ندرة المياه بسبب تغير المناخ فرصة كبيرة للنشر السريع لإعادة استخدام المياه في شمال المغرب.	**التهديدات** ■ مخاطر عدم الجدوى المالية للمشروع. ■ إحجام مطوري ملاعب الجولف ومستخدمي المياه التقليدية لأن المياه من مصادرها التقليدية رخيصة أو مجانية.

المصدر: (B. Soudi) معهد الهندسة الزراعية والبيطرة.

العوامل الرئيسية للنجاح على طول المشروع والدروس المستفادة

أثناء تصميم المشروع وبنائه وتشغيله، تشمل العوامل الرئيسية للنجاح ما يلي:

- كفاءة التنفيذ من حيث جودة أعمال المعالجة والتوزيع، نظرا للكفاءة الفنية والإدارية لAmendis. تم تحقيق أهداف الجمع والمعالجة ومعالجة التلوث خلال الفترة 2002-2020.
- وضعت Amendis اللمسات الأخيرة على المستوى المطلوب من المعالجة ورفعت نطاقها وأنشأت شبكة التوزيع التي تنقل مياه الصرف الصحي المعالجة إلى مواقع إعادة الاستخدام.
- بالمقارنة بالانتعاش الزراعي، فإن نموذج إعادة الاستخدام هذا قابل للتطبيق لأنه ينطوي على منطق الدفع مقابل الخدمات مع المستخدمين ممن لديهم مصادر مالية، مما يساهم بشكل لا يمكن دحضه في استرداد التكاليف.
- يعد التوسع الحالي لنظام معالجة مياه الصرف الصحي مؤشرا ذا صلة بقابلية المشروع للتوسع والاستدامة.

الأساليب والموارد

تشمل المنهجية المعتمدة لتنفيذ دراسة حالة إعادة استخدام المياه ما يلي:

- مراجعة الوثائق الفنية.
- مقابلات مع رؤساء مؤسسات من السلطة الوطنية للمياه (جوهر طريا وهدى بيلها من إدارة المياه؛ عبد الحميد بن عبد الفضيل من وكالة الحوض المائي).
- مقابلات مع المديرين في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخلف ومشروع إعادة استخدام المياه (توماس فير، مدير المياه والصرف الصحي وإيمان الحاتمي، منسقة الأداء التعددي والتحول الرقمي، Amendis – مشغل المياه والكهرباء للمناطق الشمالية من المغرب).

بالإضافة إلى ذلك، كتب المؤلف رسالة بالبريد الإلكتروني إلى توماس فير، مدير المشروع في أميندس، أوجز فيها خلفية المشروع وطلب التحقق من صحة المعلومات والبيانات الواردة في النموذج، وتقديم البيانات الناقصة. وقد مكن نهج التثليث هذا جنبا إلى جنب مع المشاركة الفعالة ل Amendis في توفير البيانات لحالة إعادة استخدام المياه هذه من إكمال القالب بالكامل تقريبا.

تشمل الموارد الإضافية المستخدمة في جمع البيانات لهذه الدراسة ما يلي:

الوكالة الفرنسية للتنمية - وزارة الداخلية: تم تقديم المساعدة التقنية لمديرية الشبكات العامة المحلية التابعة لوزارة الداخلية، لتنفيذ برنامج الدعم المؤسسي لقطاع الصرف الصحي في المغرب (PAISAM) ، كجزء من منحة (FIV) بقيمة مليوني يورو تحت الإدارة المفوضة إلى الوكالة الفرنسية للتنمية لتمويل PAISAM المذكور

أميندس. 2019. AMENDIS MAG مارس 2019، العدد 5. المغرب. أميندس. https://www.amendis.ma/sites/g/files/dvc3316/files/document/2019/04/MG_Ndeg5_Mars_2019_VF.pdf

أميندس. 2021. دراسة امتداد نظام إعادة استخدام المياه المعالجة في محطة معالجة مياه الصرف الصحي بوخلف من أجل ري المساحات الرأسية في مدينة طنجة. دراسة الطليعة (Étude d'Avant) – المشروع – خلاصة.

CESE (المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي). 2014. الحكومة من أجل الإدارة المتكاملة للموارد في الماء والمغرب: مؤسسة التنمية المستدامة. (CESE).

Cherif, E.; Salmoun, F. 2018. تشخيص الوضع البيئي للساحل الغربي لطنجة. مجلة المواد والعلوم 9: 631–640 الموقع على الإنترنت https://doi.org/10.26872/ jmes.2018.9.2.70

Faïssal, N. إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في طنجة: محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بوخلف كمثال. المغرب اليوم، 25 ابريل 2019، متاح على: https://aujourdhui.ma/economie/reutili- sation-des- eaux-usees-a-tanger-la-station-depuration-boukhalef-donnee-en-exemple تم الإطلاع عليه في (27 يونيو 2022)

Laghzaoui, F.; Ferehoun, S. 2018. قضايا وتحديات الإدارة البيئية للعلاقات السلطوية المحلية في المغرب: حالة مدينة طنجة. المجلة الدولية للبحوث الهندسية والإدارية المتقدمة 3(6).

Maquet, C. 2020. إعادة استخدام مياه الصرف الصحي: حل له مستقبل. تقارير علوم الإجراءات الميدانية العدد الخاص https://journals.openedition.org/factsreports/6341 (يتضمن ملحقا حول مياه الصرف الصحي لري المدينة: شراكة مبتكرة بين مدينة طنجة وAmendis (فيوليا). مقابلة شخصية مع إدريس ريفي تمساماني نائب رئيس بلدية طنجة).

Soudi, B. 2012. 2012. الشركة الفرنسية المحدودة لدراسة الإدارة والأعمال (SQFEGE) – بنك الاستثمار الأوروبي (BEI)- المكتب الوطني للمياه الصالحة للشرب (ONEP). التقييم البيئي الاستراتيجي للمكتب الوطني – برنامج التطهير (الصرف الصحي)

البنك الدولي. 2017. إدارة ندرة المياه في المناطق الحضرية في المغرب. واشنطن: البنك الدولي. متاح على https:// documents1.worldbank.org/curated/en/488091516133312338/pdf/summary-re- port.pdf (تم الاطلاع في 27 يونيو/حزيران 2022).

Ziyad, A. 2021. الخطط الرئيسية لحوض النهر: أدوات التخطيط وإدارة المياه لتحديد المشاريع الهيدروليكية. ورقة مقدمة في أفريقيا 2017: تخزين المياه وتطوير الطاقة الكهرومائية لأفريقيا، 14-16 مارس 2017، مراكش، المغرب.

كما تم الاطلاع على الوثائق الوطنية بما في ذلك الخطة الوطنية للصرف الصحي (2009) والخطة الوطنية للمياه (2018) والخطة الوطنية للصرف الصحي المتبادل (2017).

دراسة الحالة 3: تونس

محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية والمنطقة السقوية العمومية الحاجب

شكري صفار وابتسام شمتوري

المختصرات

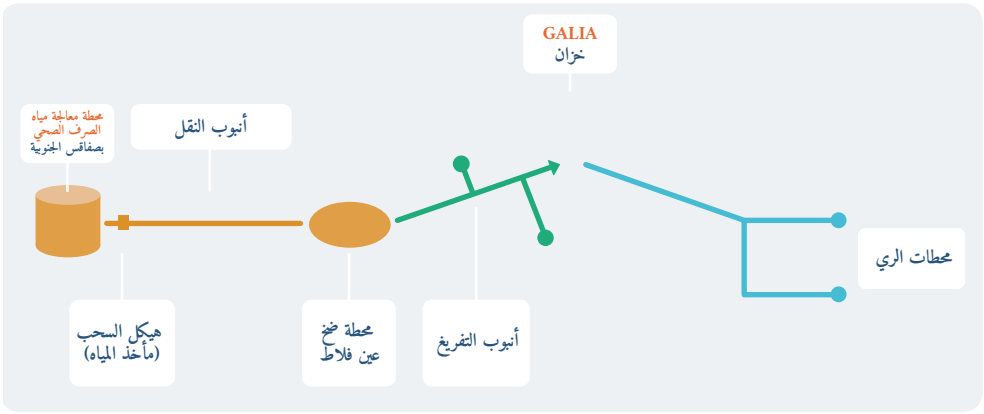
ANPE	الوكالة الوطنية لحماية المحيط
CRA	وحدة التوعية الفلاحية
GDA	مجامع التنمية الفلاحية (تونس
CRDA	المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية
CTV	خلية الإرشاد الفلاحي (تونس)
DGGREE	الإدارة العامة للهندسة الريفية واستغلال المياه
DHMPE	مديرية صحة البيئة وحماية البيئة
MALE	وزارة الشؤون المحلية والبيئة
MARHP	وزارة الفلاحة والموارد المائية والسمكية
MSP	وزارة الصحة العامة
ONAS	الديوان الوطني للصرف الصحي
WWTP	محطة معالجة مياه الصرف الصحي

*مترجم من الفرنسية

التاريخ ومبررات المشروع

ولاية صفاقس هي منطقة قاحلة إلى شبه قاحلة على الساحل الشرقي لتونس بمتوسط درجة حرارة 20 درجة مئوية. لديها رصيد مائي سلبي سنوي يبلغ 1000 مم، وهو عندما يتجاوز الطلب العرض. وهذا يعني أن الري ضروري لمساعدة المزارعين على تحقيق أفضل غلة للمحاصيل. نظرا لندرة موارد المياه الطبيعية بما في ذلك المياه الجوفية والمياه السطحية، توفر المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي مصدرا جديدا قيما للمياه يمكن استخدامه للري. يشكل هذا النهج جزءا من الاستراتيجية الوطنية لإعادة تدوير المياه الزراعية وقد تم اعتماده في المنطقة السقوية العمومية الحاجب (المشار إليه فيما يلي بالمنطقة السقوية الحاجب).

المنطقة السقوية العمومية الحاجب هي الأولى من نوعها في صفاقس. تم تطويرها في عام 1988 على أرض مملوكة للدولة وتغطي 240 هكتار. يتم ريها بالمياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية (المشار إليها فيما يلي بصفاقس الجنوبية WWTP). نظرا للنتائج الجيدة التي تحققت من حيث التنمية الزراعية والظروف المناخية المستمرة والمتوقعة في المنطقة، تم تمديد منطقة المنطقة السقوية العمومية للحاجب عدة مرات خلال تسعينيات القرن العشرين وأواخر القرن العشرين وتغطي الآن 444 هكتار مقسمة بين سبعة مزارعين (الأشكال 3.1 و3.2)



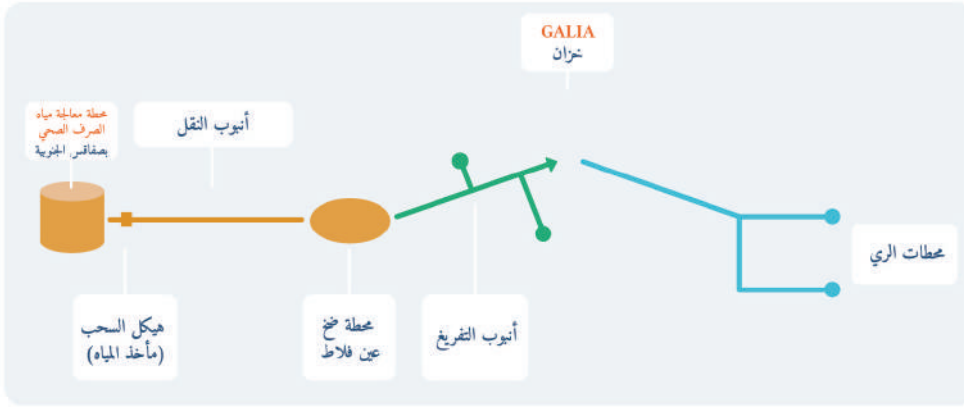
الشكل 3.1 خريطة الموقع الحالي للمنطقة السقوية العمومية الحاجب.

الشكل 3.2 خريطة توضح موقع المنطقة السقوية العمومية للحاجب ومحطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية.
المصدر: جوجل إيرث.

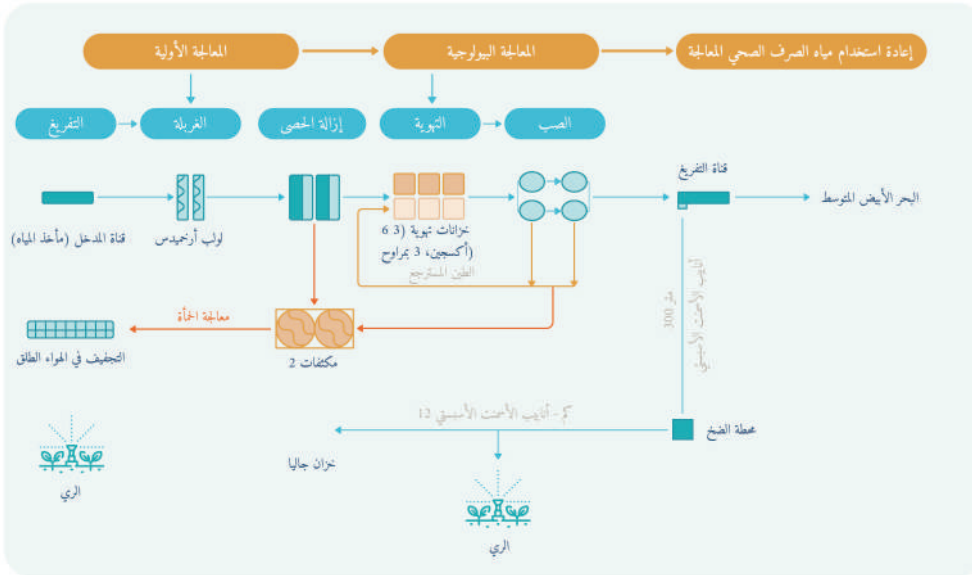
وصف حالة إعادة استخدام المياه في لمحة

تخدم محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية حوالي 526800 نسمة وتقع على بعد 6 كم جنوب مدينة صفاقس. تدخل مياه الصرف الصحي المجمعة إلى المحطة من أحواض في وسط صفاقس وصفاقس الجنوبية من مصادر المياه المنزلية (47٪) والصناعية (21٪). عند وصولها، يتم معالجتها على مستوى ثانوي باستخدام نظام معالجة الحمأة المنشط منخفض الحمل (الشكل 3.3)، والذي يزيل بيولوجيا المواد العضوية والمغذيات القابلة للتحلل.

تخضع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية حاليا لأعمال إعادة تأهيل تحت إشراف وإدارة الديوان الوطني للتطهير بتكلفة تقديرية قدرها 2.8 مليون دولار أمريكي بتمويل من بنك التنمية الأفريقي. يعتمد حجم



الشكل 3.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية ونظام إعادة استخدام المياه: مخطط تخطيطي



الشكل 3.4 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية، ونظام إعادة استخدام المياه: الرسم التخطيطي

أعمال إعادة التأهيل والتوسع على متوسط تدفق متوقع يبلغ 52000 م3/ يوم بحلول عام 2026. هذا بالمقارنة بقدرتها الحالية البالغة 49,500 م3/ يوم. تصل المياه المعاد تدويرها إلى المنطقة السقوية العمومية الحاجب من محطة معالجة مياه الصرف الصحي بصفاقس الجنوبية (الشكلان 3.3 و3.4 أعلاه) من خلال:

- هيكل سحب (مأخذ للمياه) يحول جزءا من تدفق المياه المعاد تدويرها تاركا محطة معالجة مياه الصرف الصحي بصفاقس الجنوبية إلى أنبوب مدخل محاصر من الخرسانة يؤدي إلى خزان شفط محطة الضخ.
- محطة ضخ بها خزان شفط مدفون وغرفة ضخ بها أربع مضخات كهربائية ومعدات هيدروميكانيكية وكهربائية.
- أنبوب توصيل بأسمنت أسبستوس بطول 12كم ينقل المياه المعاد تدويرها إلى خزان في برج بارتفاع 14 مترا يقع على رأس المنطقة السقوية العمومية.
- شبكة توزيع من الخزان تتكون من أنابيب أسمنت أسبستي مجهزة بصنابير الري.

يتراوح حجم المياه التي يتم ضخها إلى المنطقة السقوية العمومية بين 1.4متر مكعب إلى 3.7 متر مكعب/ السنة، مما يعطي معدل إعادة استخدام يتراوح بين 10-47 ٪ (الجدول 3.1). يتغير هذا الرقم بسبب تكرر تعطل وحدات الضخ وتدهور جودة المياه المعاد تدويرها. الخدمة للمزارع السبع داخل المنطقة السقوية الحاجب تكون بحسب الطلب.

البيئة المؤسسية والسياساتية الوطنية

ينظم المرسوم رقم 85-56 (2 يناير 1985) تصريف مياه الصرف الصحي في البيئة في تونس مع حدود ومعايير الجودة التي وضعتها وزارة الشؤون المحلية والبيئة ووزارة الصناعة والمؤسسات الصغيرة والمتوسطة (26 مارس 2018). كما يتطلب ترخيصا من الديوان الوطني للتطهير (ONAS) رهنا بامتثاله لشروط تصريف المياه العادمة غير المنزلية والتخلص منها في شبكات الصرف الصحي المنصوص عليها في المرسوم رقم 94-1885 (12 سبتمبر 1994).

الجدول 3.1 المناطق السقوية واستخدام الأراضي للمزارع التي تخدمها محطة صفاقس الجنوبية للمياه.

استخدام الأرض	المساحة الحالية القابلة للري (هكتار)	المساحة الأولية القابلة للري (هكتار)	المنطقة السقوية أو المشغل
محاصيل علفية مزروعة بينياً مع أشجار الزيتون	236	240	1 أملاك للدولة
	30	40	2 أملاك للدولة
	14	70	3أ قطعة أرض خاصة
	8	8	4 قطعة أرض خاصة
	14	14	5 قطعة أرض خاصة
محاصيل العلف على أرض جرداء +	36	36	3ب قطعة أرض خاصة
	72	72	6 قطعة أرض خاصة
	12	12	7 قطعة أرض خاصة
زراعة الأعلاف على أرض جرداء وزراعتها بينياً مع أشجار الزيتون	22	22	8 قطعة أرض خاصة
شجرة الزيتون	0	70	9 قطعة أرض خاصة
	444	584	**إجمالي المساحة**

ملاحظات: أرض جرداء+ = أرض لا تحتوي على أشجار.

فيما يتعلق بإعادة استخدام المياه للأغراض الزراعية والتدابير اللازمة لحماية صحة المستهلكين والبيئة، تم تحديد اللوائح في المرسوم رقم 89-1047 (28 يوليو 1989) والمعدل بموجب المرسوم رقم 89-1047 (28 يوليو 1989) والمرسوم رقم 93-2447 (13 ديسمبر 1993). تم تحديد الجودة المطلوبة للمياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي للاستخدام الزراعي في المعيار NT106.03 (12 سبتمبر 1994). بالإضافة إلى ذلك، تم تحديد قائمة المحاصيل التي يمكن ريها بالمياه المعاد تدويرها من قبل وزارة الفلاحة والموارد المائية في عام 1994، والتي استبعدت أيضا استخدامها في البستنة السوقية، مما يعني أنه لا يمكن استخدامها على الفواكه والخضروات التي قد تؤكل نيئة.

يتم توفير المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي إلى المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية (CRDA) مجانا من قبل الديوان الوطني للتطهير ONAS. ثم تفرض المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية على المزارعين رسوما رمزية قدرها 0.0073 دولار أمريكي/م3 لاستهلاك المياه. تم تنفيذ نظام التسعير هذا بموجب قرار رئاسي في عام 1998 لتعزيز استخدام المياه المعاد تدويرها للأغراض الزراعية.

على المستوى المؤسسي، تلعب أربع جهات فاعلة دورا رئيسيا في مجال إعادة استخدام المياه المعاد تدويرها لأغراض الري:

- الديوان الوطني للتطهير (ONAS) الذي يملك ويدير محطات معالجة مياه الصرف الصحي.
- وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري هي السلطة الإدارية لإعادة استخدام المياه المعاد تدويرها من خلال المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية التي طورت أولا المناطق المراد ريها بالمياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي. يتم الاتصال المباشر مع المزارعين من خلال مجامع التنمية الفلاحية (GDA).
- تشارك المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية كموزع للمياه المعاد تدويرها ووزارة الصحة في مراقبة جودة مياه الصرف الصحي المعالجة.
- المستخدم النهائي.

أصحاب المصلحة المعنيين ونموذج الإدارة

تم تطوير المنطقة السقوية الحاجب من قبل المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية (CRDA) في صفاقس تحت إشراف وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري.

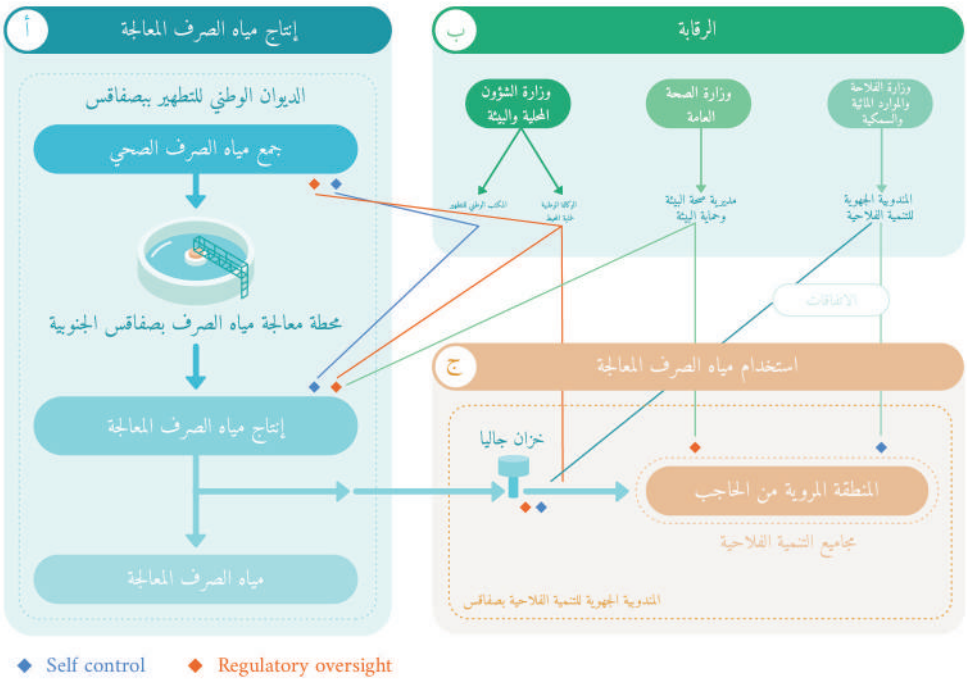
منذ إنشاء المنطقة السقوية العمومية الحاجب، تم تنظيم المستفيدين من المشروع في مجمع التنمية الفلاحية المستقبل (GDA). يتم تفويض إدارة البنية التحتية والموارد المتاحة من خلال مشروع إعادة استخدام المياه من قبل المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية في صفاقس إلى مجامع التنمية الفلاحية من خلال عقد إدارة يحدد المهام يتم تنفيذها من قبل مجامع التنمية الفلاحية والمهام التي يتم تنفيذها من قبل المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية (CRDA) التي تضم ممثلين إقليميين مثل خلية الإرشاد الفلاحي (CTV)، وخلية التوعية الفلاحية (CRA) وغيرها من الجهات التي تقدم المساعدة الفنية للمزارعين (الشكل 3.5).

في عام 2015، وامتثالا للمتطلبات التي تحكم تشغيل مياه الصرف الصحي المعالجة فيما يتعلق بالمخاطر المحتملة على صحة الإنسان، وقعت مندوبية صفاقس الجهوية للتنمية الفلاحية CRDA اتفاقية قابلة للتجديد سنويا مع مجموعة الطب المهني بصفاقس (Groupement de Médecine de Travail)، لتقديم الخدمات الطبية لمديري المنطقة السقوية الحاجب بما في ذلك الفحوصات الطبية الدورية والفحوصات الطبية السنوية. كما وقعت اتفاقية ثانية مع الهادي شاكر، وهي مؤسسة صحية عمومية، والمدرسة الوطنية للمهندسين بصفاقس

للرصد المستمر لجودة المياه المعاد تدويرها التي يتم توريدها إلى المنطقة السقوية الحاجب، وفقا للوائح إعادة الاستخدام.

كما تقوم وزارة الصحة بإجراء تحاليل بكتريولوجية دورية للمياه المعاد تدويرها قبل نقلها إلى المنطقة السقوية العمومية من محطة معالجة مياه الصرف الصحي بصفاقس الجنوبية والمحاصيل المروية بالمياه المعاد تدويرها. إذا لم يتم استيفاء المعايير، يتم إبلاغ النتائج إلى المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية (CRDA) حتى تتمكن من التوقف عن توفير المياه المعاد تدويرها لوقت أن يتم استعادة الجودة المطلوبة. كما يتحكم الديوان الوطني للتطهير (ONAS) في جودة مياه الصرف الصحي المعالجة في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية. في حالة وجود مشاكل في الجودة، يقوم الديوان الوطني أيضا بإبلاغ المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية حتى يتمكنوا من التوقف عن خدمة المنطقة السقوية العمومية.

ومع ذلك، ففي كلتا الحالتين، غالبا ما تكون المعلومات متأخرة، أو لا يتم إيقاف المياه في الوقت المناسب، مما يعني أن المياه المعاد تدويرها التي لا تتوافق مع المعايير يتم نقلها أحيانا إلى المنطقة السقوية العمومية.



الشكل 3.5 إدارة المنطقة السقوية الحاجب ونموذج أصحاب المصلحة..

إدارة المنطقة السقوية الحاجب ونموذج أصحاب المصلحة.

ملاحظات: الوكالة الوطنية لحماية المحيط (ANPE) ، المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية (CRDA) ، مديرية الصحة البيئية وحماية البيئة (DHMPE) ، مجامع التنمية الفلاحية (GDA) ، وزارة الشؤون المحلية والبيئة (MALE)، وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري (MARHP) ، وزارة الصحة العامة (MSP)، الديوان الوطني للتطهير (ONAS)، محطة معالجة مياه الصرف الصحي (WWTP).

التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف

يلخص الجدول 3.2 النفقات الرأسمالية ونفقات التشغيل واسترداد التكاليف المتعلقة بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية وحالة إعادة استخدام المياه في المنطقة السقوية العمومية الحاجب.

الفوائد والآثار الاجتماعية والاقتصادية والصحية والبيئية

إن نقل المياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية إلى الحاجب يعني زيادة كبيرة في الإنتاج الزراعي للمزارع المروية. يشمل الإنتاج الزراعي الحالي 533.5 طنا من الزيتون و2045 طنا من الحليب و68.72 طنا من اللحوم و4165 طنا من السماد و150 بقرة. وهذا بدوره يزيد من دخل المزارعين. وتدر محاصيل أشجار الزيتون دخلا قدره 804 دولارات أمريكية للهكتار، في حين تستخدم محاصيل العلف لتغذية الماشية. يولد هذا القطيع دخلا سنويا إجماليا قدره 2,574,615 دولارا أمريكيا من خلال بيع الحليب واللحوم.

أتاح إنشاء المنطقة السقوية الحاجب استعادة ما معدله 30٪ من تصريف مياه الصرف الصحي المعالجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية، والتي كانت ستذهب إلى البحر الأبيض المتوسط. ومع ذلك، فإن

الجدول 3.2 التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف.

	جمع ونقل مياه الصرف الصحي	معالجة مياه الصرف الصحي	نقل مياه الصرف الصحي (في الأنابيب)	توزيع مياه الصرف الصحي
خدمات البناء والمعدات (الوصف والأبعاد)	تتكون شبكة تجميع مياه الصرف الصحي، المنزلية بشكل رئيسي، في مدينة صفاقس والمناطق المحيطة بها، من 180 كم من مجمعات مياه الصرف الصحي، و140 كم من مجمعات مياه الصرف مجتمعين و13 محطة ضخ.	محطة معالجة مياه الصرف الصحي بصفاقس الجنوبية: مجهزة لإجراء المعالجة على مستوى ثانوي باستخدام نظام معالجة الحمأة المنشطة منخفض الحمولة	هيكل المأخذ خط أنابيب الأسمنت الأسبستي (AC) بقطر اسمي 800 وطول 260م. محطة ضخ مجهزة بمعدات 3 x 100 لتر لكل ثانية (ل/ث) - إجمالي ارتفاع المضخة: 120م+1 طوارئ ماسورة ضغط من الاسمنت الاسبستي قطر اسمي 500 طول 12 كم. خزان برج بارتفاع 4 م بسعة 250متر مكعب. محطة تحكم بأربعة عدادات تدفق. نظام إدارة عن بعد بين المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية ومحطة الضخ وخزان جاليا.	شبكة توزيع الأنابيب المدفونة التي تخدم سبعة مشغلين حاليين بما في ذلك: شبكتان للتوزيع على مستوى نطاق الدولة (236 هكتار + 30 هكتار) تتكون من أنابيب الأسبستوس الأسمنتية وصنابير الري. تم تركيب خط أنابيب الأسبستوس الإسمنتي بقطر إسمي (DN) 500 إلى 300- طول 6 كم) في عام 2006 لخدمة قطعة أرض خاصة (72 هكتار) والتي تم تطعيم أربع محطات ري غير مكتملة مخطط لتمديدها. • شبكة توزيع PVC صغيرة تخدم قطعة أرض خاصة ، بدءا من محطة التحكم. تبدأ كل شبكة من هذه الشبكات من محطة التحكم وهي مجهزة بمقياس تدفق (أربعة عدادات تدفق في المجموع): خط أنابيب أسمنت أسبستي بقطر اسمي 250 خط أنابيب أسمنت أسبستي بقطر اسمي 150 • قابس لقطعة أرض خاصة على أنبوب التفريغ.

شيخوخة الأنابيب والحالة السيئة لخزان التنظيم تؤدي إلى حدوث تسربات وخسائر. هذه المياه راكدة في المنطقة السقوية العمومية لفترات طويلة، خاصة في فصل الشتاء، مما يسبب السخط بين السكان الذين يمرون عبر المنطقة بسبب الروائح الكريهة وانتشار الحشرات. ومع ذلك، لم يتم تسجيل أي أمراض تنقلها المياه في المنطقة.

ملاحظات: (CAPEX) النفقات الرأسمالية، (CRDA) المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية، (GDA) مجامع التنمية الفلاحية، (HMT) إجمالي ارتفاع المضخة، (ONAS) الديوان الوطني للتطهير (الصرف الصحي)، (OPEX) النفقات التشغيلية، (SONEDE - الشركة الوطنية لاستغلال وتوزيع المياه)

الجدول 3.2 التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف.

	جمع ونقل مياه الصرف الصحي	معالجة مياه الصرف الصحي	نقل مياه الصرف الصحي (في الأنابيب)	توزيع مياه الصرف الصحي
أصحاب المصلحة الذين يقدمون الخدمة	الديوان الوطني للتطهير بصفاقس	الديوان الوطني للتطهير بصفاقس	المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بصفاقس	المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بصفاقس
النفقات الرأسمالية بالدولار الأمريكي	البيانات غير متوفرة	البيانات غير متوفرة	3.75 مليون	1.5 مليون
النفقات الرأسمالية للاسترداد والنسبة المئوية للدعم	تمويل الدولة		تمويل الدولة	تمويل الدولة
خدمات التشغيل والرصد (الوصف)	صيانة البنية التحتية، تكاليف الضخ، التجديد، الرواتب	صيانة البنية التحتية، تكاليف الضخ، التجديد، الرواتب	صيانة البنية التحتية، تكاليف الضخ، التجديد، الرواتب	صيانة البنية التحتية وتجديدها والرواتب
أصحاب المصلحة الذين يقدمون الخدمة	الديوان الوطني للتطهير بصفاقس	الديوان الوطني للتطهير بصفاقس	المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بصفاقس	المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بصفاقس ومجامع التنمية الفلاحية
النفقات التشغيلية (بالدولار الأمريكي/ متر مكعب)	البيانات غير متوفرة	0.032	0.080	
استرداد النفقات التشغيلية والنسبة المئوية للدعم	يأتي ما يقرب من 70 في المائة من الموارد المالية للمكتب الوطني للتطهير من رسوم الصرف الصحي، التي يتم تحصيلها أساسا من خلال فواتير الشركة الوطنية لاستغلال وتوزيع المياه (SONEDE): 0.05-0.02 دولار أمريكي/ للمتر المكعب وفقا للمبادئ التالية: (أ) المستفيد - الدافع؛(ii) الملوث - الدافع و (iii) التضامن بين المستخدمين. وتأتي بقية ميزانية المكتب من الإعانات الحكومية (25.6 في المائة) والأنشطة الأخرى ذات الصلة (5.4 في المائة). في مواجهة جميع نفقاته، يوفر الديوان الوطني للتطهير المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي إلى المندوبيات الجهوية للتنمية الفلاحية مجانا.		تبيع المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بصفاقس مياه العادم المعالجة إلى مجامع التنمية الفلاحية مقابل 0.016 دولار أمريكي/ للمتر المكعب، وهو ما ينتج عنه دعم هائل يبلغ حوالي 0.074/ متر مكعب تحمله المندوبية. تقرر تطبيق السعر المخفض0. من قبل الدولة وتشجع على استخدام المياه المعاد تدويرها التي تبيعها مجامع التنمية الفلاحية للمزارعين بسعر وحدة قدره 0.073 دولار أمريكي/ متر مكعب.

ملاحظات: (CAPEX) النفقات الرأسمالية، (CRDA) المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية، (GDA) مجامع التنمية الفلاحية، (HMT) إجمالي ارتفاع المضخة، (ONAS) الديوان الوطني للتطهير (الصرف الصحي)، (OPEX) النفقات التشغيلية، (SONEDE - الشركة الوطنية لاستغلال وتوزيع المياه).

وبالمثل، فإن مرور أنبوب الضغط الموجود عبر المناطق المكتظة بالسكان التي بنيت مؤخرا خارج حدود أنظمة البناء يحول دون اتخاذ تدابير التدخل على الأنبوب للإصلاح أو الصيانة التي تشكل خطرا على صحة السكان المقيمين.

ومما لا شك فيه أن أعمال إعادة تأهيل البنية التحتية وتوسيع المنطقة السقوية العمومية ستزيد من الإنتاج الزراعي للمنطقة، وتقلل من حجم مياه الصرف الصحي المعالجة التي يتم تصريفها في البحر وتجنب ركودها في المنطقة السقوية العمومية الناجم عن الأعطال والفيضانات في خزان غاليا وتجلب دخلا إضافيا لمشغلي المنطقة السقوية.

المساواة في النوع الاجتماعي

عندما تم إنشاء المنطقة السقوية العمومية، كان كل من الرجال والنساء قادرين على أن يكونوا مستفيدين محتملين بموجب شروط المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية، طالما تعهدوا بالامتثال لمتطلبات التشريع. ولكن على الرغم من ذلك، لا توجد حاليا عاملات لأنه على الرغم من عدم استبعادهن من المشروع، لم تتقدم أي امرأة للانضمام إليه. وتعمل النساء من حين لآخر في المزارع كعاملات باليومية ولكن لا توجد إحصاءات عن تواتر هذا العمل.

وبالمثل، أثناء تطوير دراسات إعادة تأهيل وتوسيع المنطقة السقوية، والتقييم البيئي والاجتماعي للمشروع والمشاورات العامة التي أجرتها المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بصفاقس، لعبت النساء دورا مهما في الاجتماعات، حيث شاركن في المناقشات حول مختلف مكونات المشروع. كما تم النظر في آرائهم في التصميم النهائي للمشروع. على سبيل المثال، أثناء تصميم مرحلة نظام النقل بالأنابيب، تم تحسين الموقع المقترح وحجم خزان التخزين على المنطقة السقوية بعد شكوى قدمتها امرأة تمثل مجموعة مختلطة من 350 شخصا (رجالا ونساء). تتعلق الشكوى بالروائح القوية وانتشار الحشرات.

قابلية التوسع وإمكانية التكرارا

تقع المنطقة السقوية العمومية الحاجب في منطقة زراعية واسعة حيث تلعب زراعة الأشجار، وخاصة أشجار الزيتون الجافة وتربية الماشية (دون استخدام منطقة الرعي بسبب نقص الري)، وإنتاج الأعلاف دورا مهما في توليد الدخل للمجتمعات المحلية. إن عدم وجود مصادر أخرى للمياه والمناخ الجاف يجعل من المحتمل جدا أن يتم توسيع المنطقة السقوية، لا سيما استجابة لطلب نسبة كبيرة من المزارعين في المنطقة الذين يرون ذلك ضروريا. يمكن أن يعمل هذا النموذج بشكل جيد في مناطق أخرى حيث تكون الظروف المناخية والتشغيلية العامة هي نفسها.

ومع ذلك، فبالإضافة إلى تطوير وإعادة تأهيل شبكات الري في المنطقة السقوية الحاجب، تحتاج المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية أيضا إلى:

- برنامج لتركيب نظام تكميلي لمعالجة مياه الصرف الصحي لمعالجة التقلبات في جودة تصريفات محطة معالجة مياه الصرف الصحي بصفاقس الجنوبية
- مراجعة سعر المياه المباعة للمزارعين لتغطية تكاليف تشغيل الشبكة التي تم تركيبها. والنموذج المتبع في الوقت الحاضر هو نموذج التمويل العام بدون إيرادات من بيع المياه، نظرا لاعتماد التكلفة المنخفضة لمبيعات المياه المعاد تدويرها. بالنسبة للمنطقة السقوية الحاجب، يكلف توريد المياه المعاد تدويرها إلى المنطقة السقوية المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بصفاقس 0.080 دولار أمريكي/ متر مكعب بينما تبيع المياه إلى مجامع التنمية الفلاحية بسعر 0.006 دولار أمريكي/ متر مكعب، مما يولد دعما كبيرا 0.074 دولار أمريكي/ متر مكعب، والذي تتحمله المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية.

تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات (SWOT)

يلخص الجدول 3.3 مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات التي لوحظت في دراسة حالة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية ودراسة حالة الحاجب.

العوامل الرئيسية للنجاح طوال المشروع والدروس المستفادة

أثناء تصميم المشروع وبنائه وتشغيله، تشمل العوامل الرئيسية للنجاح ما يلي:

- الإرادة السياسية لتعزيز استخدام المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي على المستوى الوطني.
- التزام الديوان الوطني للتطهير بإعادة تأهيل وزيادة قدرة محطات معالجة مياه الصرف الصحي وتحسين جودة المياه المعاد تدويرها، بما في ذلك إعادة تأهيل محطة معالجة مياه الصرف الصحي بصفاقس الجنوبية.
- يعد التخفيف من الآثار البيئية والصحية لتصريف مياه الصرف الصحي المعالجة في البيئة الطبيعية أحد القوى الدافعة الرئيسية لصالح استخدام المياه المعاد تدويرها، كما هو الحال في المنطقة السقوية الحاجب، مما يؤدي إلى انخفاض التصريف بنسبة 30٪ في البحر الأبيض المتوسط بالقرب من المسطحات الملحية في صفاقس، محمية طبيعية مخصصة كموقع رامسار(اتفاقية رامسار (اتفاقية الأراضي الرطبة ذات الأهمية الدولية وخاصة بوصفها موئلا للطيور المائية.
- أهمية المحاصيل في منطقة المشروع وحولها التي يمكن أن تنمو بشكل جيد في ظل نظام الري لإعادة استخدام المياه، وفي هذه الحالة، بستان زيتون واسع وزراعة المحاصيل العلفية، والتي تتم بالتزامن مع تربية الأبقار الحلوب في الأراضي المروية بالمياه من المشروع.

وتشمل الدروس المستفادة ما يلي:

- يعد الإشراف على المزارعين ومراقبتهم عاملا مهما في نجاح المنطقة السقوية العمومية.

يظهر رصد مياه الصرف الصحي المعالجة تقلبات في الجودة بسبب وجود تصريفات ملوثة غير مشروعة في مجاري الديوان الوطني للتطهير على الرغم من التحكم المستمر في الشبكات. يجب على الديوان الالتزام بضمان نوعية جيدة من مياه الصرف الصحي المعالجة والنظر في تركيب محطة تكميلية لمعالجة المياه على رأس المنطقة السقوية من خلال مشروع إعادة استخدام المياه.

الأساليب والموارد

تم إعداد حالة إعادة استخدام المياه هذه بالتعاون مع:

- المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بولاية صفاقس: الشخصان اللذان تم التواصل معهما هما مدير استغلال المناطق السقوية ورئيس مصلحة الهندسة الريفية
- منتجو مياه الصرف الصحي المعالجة: الديوان الوطني للتطهير ومحطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية.
- الهيئة الإدارية للمنطقة السقوية العمومية الحاجب: مجامع التنمية الفلاحية (GDA).
- مشغلي المنطقة السقوية الحاليين.

الجدول 3.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي صفاقس الجنوبية المنطقة السقوية الحاجب: تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات.

	مفيد لتحقيق الأهداف	**مضر** لتحقيق الأهداف
الأصل الداخلي سمات المؤسسة	**مواطن القوة** ■ التزام الديوان الوطني للتطهير في المشاريع المتعلقة بتحسين معالجة مياه الصرف الصحي والإمكانات الهامة لإعادة استخدام المياه من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية: حاليا بمعدل 42000 متر مكعب في اليوم ومن المخطط أن تصل إلى 52000 متر مكعب/ يوم بحلول عام 2026. ■ قوة تسميد المياه المعاد تدويرها: مدخلات أقل من الأسمدة المعدنية. ■ إمكانية عالية لري الأراضي الزراعية بالمياه المعاد تدويرها وتحفيز كبير للمزارعين في المنطقة للمشروع. ■ لا يوجد مصدر آخر للمياه للري بالقرب من المنطقة السقوية العمومية الحالية. ■ تطوير تربية الماشية في المنطقة ووجود مركز لجمع الحليب بالقرب منها وكذلك مطاحن الزيت. ■ أكثر من 30 عاما من الخبرة في الري بالمياه المعاد تدويرها في منطقة المشروع ومعدل تكثيف مرتفع في المنطقة السقوية العمومية الحالية (155٪).	**مواطن الضعف** ■ رداءة جودة مياه الصرف الصحي المعالجة التي لا تفي بمتطلبات معيار التصريف (NT106-02) ومعيار إعادة الاستخدام في الري (NT106-03). ■ عدم وجود صهاريج تخزين على رأس شبكة الري. ■ قائمة مقيدة بالمحاصيل المصرح بها مع عدد قليل من المحاصيل عالية القيمة. ■ تم تحديد سعر منخفض عند 0.072 دولار أمريكي / متر مكعب، تتحمل المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية تكاليف إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة إلى حد كبير. ■ زيادة تكاليف التشغيل بسبب تدهور المرافق القائمة (لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية والمنطقة السقوية الحاجب). ■ عدم الامتثال لمعايير مراقبة جودة مياه الصرف الصحي المعالجة التي سيتم تحليلها، سواء في المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية في صفاقس أو بعد ذلك في الديوان الوطني للتطهير (منذ إطلاق مشروع إعادة تأهيل محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية في عام 2016). ■ على المستوى التشغيلي، تم تخصيص القليل من الموارد المادية والبشرية لمشغل مياه الصرف الصحي المعالجة، خاصة بالنظر إلى التدفقات غير الكافية المنقولة إلى المنطقة السقوية بسبب فشل بنية تحتية. ■ نقص وعي المستخدمين بمخاطر مياه الصرف الصحي المعالجة ونقص الموارد لزيادة وعي المستخدمين
العوامل الخارجية سمات البيئة	**الفرص** ■ إرادة سياسية لتعزيز المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي كمصدر جديد للمياه. ■ العديد من المستخدمين على استعداد لدفع المزيد مقابل جودة المياه المعاد تدويرها. ■ إن تقليل تصريف مياه الصرف الصحي المعالجة في البحر يقلل من التلوث المحتمل، خاصة بالقرب من المسطحات الملحية في صفاقس (موقع رامسار). ■ تعمل المنطقة السقوية الحاجب منذ حوالي 33 عاما ويشكل مجالا واسعا للبحث حول إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الري. ■ رغبة من جانب هيئة التوزيع (المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بصفاقس CRDA) في تعزيز استخدام المياه المعاد تدويرها في المنطقة السقوية الحاجب وتوسيع المناطق المروية نتيجة لإرادة سياسية عامة لتعزيز إعادة استخدام المياه. ■ يؤدي تغير المناخ إلى الحد من الموارد المائية التقليدية، حيث يؤثر الإجهاد المائي على تونس، لا سيما في منطقة صفاقس، بما في ذلك تملح المياه الجوفية، مما يعني أن إعادة استخدام المياه أصبحت أكثر أهمية. ■ مشاريع رائدة مثل المنطقة السقوية العمومية في الوردانين لمختلف أشجار الفاكهة بالإضافة إلى المنطقة السقوية الحاجب لمحاصيل الأعلاف وتربية الأبقار الحلوب وأشجار الزيتون.	**التهديدات** ■ انخفاض معدل التقدم في إعادة تأهيل محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية. ■ يؤثر التوصيل غير القانوني للصناعات الملوثة بشبكة الديوان الوطني للتطهير على جودة مياه الصرف الصحي المعالجة. ■ ينتمي المنتج ومراقب جودة مياه الصرف الصحي المعالجة إلى نفس الوزارة مما قد يخلق مخاطر تضارب المصالح. تجدر الإشارة إلى أن مياه الصرف الصحي المعالجة المنتجة في كثير من الأحيان لا تتوافق مع معيار التصريف NT106-02، ومع ذلك يتم تصريفها في بعض الأحيان في البحر أو نقلها إلى المنطقة السقوية دون إبلاغ المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحيةعلى الفور. ■ عدم كفاية التنسيق بين المنتجين والموزعين والمديرين والمستخدمين. ■ عدم السيطرة على جودة مياه الصرف الصحي المعالجة المنتجة. ■ الصعوبات في تعبئة الأموال لصيانة المنشآت القائمة وتنفيذ مشاريع تكميلية جديدة لمعالجة مياه الصرف الصحي التي يقدمها الديوان الوطني لمعالجة غالبية الحالات غير المتوافقة مع معيار NT106-03.

وشمل النهج ما يلي:

- تحليل الوثائق المتعلقة بالمنطقة السقوية العمومية ودراسات محطة معالجة مياه الصرف الصحي بصفاقس الجنوبية لعام 2019 حول مشروع إعادة تأهيل وتوسيع المنطقة السقوية الحاجب (دراسة جدوى، دراسة تصميم مفصلة، دراسة تنفيذ، ودراسة الأثر البيئي والاجتماعي) وتقارير التشغيل.
- التشاور مع الموظفين والخبراء والسكان المحليين لجمع البيانات حول محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية والوضع الحالي المنطقة السقوية الحاجب. كانت هذه المشاورة للتحقق من المعلومات التي تم جمعها لإكمال جداول البيانات بدقة. غير أنه لم يتسن جمع بعض البيانات، لا سيما على مستوى المكتب الوطني للمحاسبات.
- كما أجريت عمليات رصد ميدانية وتحقيقات واتصال مباشر مع المزارعين في موقع المنطقة السقوية الحاجب لتحديد المحاصيل التي تزرع والقيود الحالية على الموارد والاستخدام.
- تقارير تشغيل الديوان الوطني للتطهير (ONAS) لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية، 2009-2013 وتقارير التشغيل الخاصة بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية (تقارير غير كاملة)، 2016-2017 و 2018.

تشمل الموارد الإضافية المستخدمة في جمع البيانات لهذه الدراسة ما يلي:

CRDA (المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية). 2006. دراسة جدوى مشروع توسعة المنطقة السقوية العمومية الحاجب المروية بالمياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية. تونس. المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية.

CRDA (المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية). 2019. دراسة جدوى مشروع إعادة تأهيل وتوسيع المنطقة السقوية الحاجب بالمياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية. تونس. المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية.

CRDA (المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية) 2020. دراسة تصميمية أولية مفصلة لمشروع إعادة تأهيل وتوسيع المنطقة السقوية العمومية الحاجب المروية بالمياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في صفاقس الجنوبية. تونس. المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية.

DGREE (الإدارة العامة للهندسة الريفية واستغلال المياه). 2020. دراسة الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع إعادة تأهيل وتوسيع المنطقة السقوية الحاجب لتزويدها بالمياه المعاد تدويرها من محطة صفاقس الجنوبية لمعالجة مياه الصرف الصحي. تونس. (الإدارة العامة للهندسة الريفية واستغلال المياه).

MARHP (وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري). 2017. دراسة تقييم سياسة الرسوم ومراجعة وتنفيذ خطط التسعير الجديدة، التسعير المزدوج لمياه الصرف الصحي المعالجة على مستوى المنطقة السقوية العمومية - تشخيص المرحلة 1. الوزارة. DGGREE (الإدارة العامة للهندسة الريفية واستغلال المياه)؛ KFW (Kreditanstalt für Wiederaufbau).

MARHP (وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري). 2018. دراسة أولية لخطة وطنية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في تونس - تشخيص الوضع القائم. وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري (الديوان الوطني للتطهير)؛ وزارة الصحة.

دراسة الحالة 4: تونس

محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وردانين و المنطقة السقوية العمومية

شكري صفار وابتسام شمتوري

المختصرات

ANPE	الوكالة الوطنية لحماية المحيط
CRA	مركز الإشعاع الفلاحي
GDA	مجامع التنمية الفلاحية (تونس)
CRDA	المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية
CTV	خلية الإرشاد الفلاحي (تونس)
DGGREE	الإدارة العامة للهندسة الريفية واستغلال المياه
DHMPE	إدارة صحة البيئة وحماية البيئة
MALE	وزارة الشؤون المحلية والبيئة
MARHP	وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري
MSP	وزارة الصحة العامة
ONAS	الديوان الوطني للصرف الصحي
WWTP	محطة معالجة مياه الصرف الصحي

*مترجم من الفرنسية

التاريخ ومبررات المشروع

المنطقة السقوية العمومية الوردانين(Ouardanine Perimeter) هى منطقة زراعية تم إنشاؤها في ولاية المنستير في وسط شرق تونس مزروعة بأشجار الفاكهة والمحاصيل العلفية والزيتون. في البداية غطت المنطقة السقوية مساحة تزيد عن 50 هكتارا. تم تمديده في عام 1997 إلى 74 هكتار. اليوم الأرض مملوكة لـ42 مزارعا (الشكل 4.1).

تعتبر المنطقة موقعا تجريبيا من حيث أنها تم إنشاؤها في منطقة زراعية تفتقر إلى المياه العذبة، والتي تعاني أيضا من مشاكل الفيضانات من تصريف المياه العادمة المعالجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين إلى وادي القلطة.

تم إنشاء محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين في عام 1993 بتدفق تصميمي يبلغ 1500 متر مكعب/ يوم. تستخدم المحطة نظام معالجة الحمأة المنشط متوسط الحمل وتخضع حاليا لأعمال إعادة التأهيل من خلال الديوان للتطهير «الصرف الصحي»(ONAS) لزيادة السعة بمقدار الضعف تقريبا. في عام 2006، تم تركيب محطة ترشيح وخزان تخزين من قبل المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية(CRDA) المنستير لتحسين جودة المياه المعاد تدويرها التي يتم تصريفها. وهي تقع في اتجاه المنبع من محطة الضخ باتجاه المنطقة السقوية العمومية.

تعد المنطقة السقوية الوردانين موقعا نشطا للبحث العلمي والدراسات حول الزراعة المروية في الجمهورية التونسية (تونس) والأول على المستوى الوطني الذي يستخدم الحمأة كسماد عضوي لتخصيب الأرض.

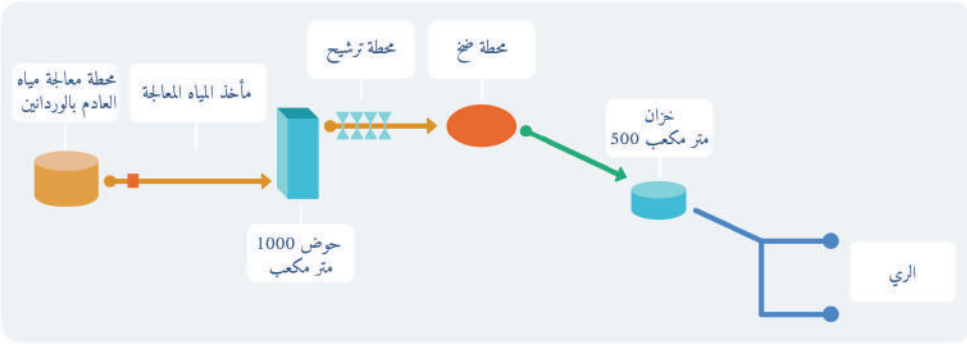
الشكل 4.1 خريطة موقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين. المصدر: جوجل إيرث.

وصف حالة إعادة استخدام المياه في لمحة

يتم ري المنطقة السقوية الوردانين بالمياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين، والتي تقع على بعد 2 كم شمال المدينة في ولاية المنستير. تأتي تجميعات مياه الصرف الصحي من مصادر منزلية في الغالب في المدينة، على الرغم من أن بعض مياه الصرف الصحي تأتي من مصادر صناعية، على سبيل المثال، غسيل السيارات والمسالخ. تم بناء محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين بتدفق تصميمي يبلغ 1500 متر مكعب في اليوم، ومن المتوقع زيادته إلى 2900 متر مكعب/ يوم عند اكتمال مشروع التمديد الحالي.

- تتم معالجة مياه الصرف الصحي على مستوى ثانوي بواسطة نظام معالجة الحمأة المنشط متوسط الحمل في المحطة ثم يتم نقلها إلى وادي القلطة عند منبع المنطقة السقوية العمومية الوردانين (الشكل 4.2) عن طريق:
- حوض تخزين بسعة 1000 م3 يقع بالقرب من نقطة تصريف محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين في وادي القلطة.
- محطة ترشيح تتكون من (2) مرشح للحصى و(2) مرشح بغربال و(2) مرشح قرص.
- محطة ضخ بخزان شفط مزود بثلاث مضخات سعة 20 لترا/ ثانية بارتفاع 40 مترا، إحداها مضخة طوارئ.
- أنبوب توصيل بأسمنت أسبستي بقطر 250 وطول 2.4 كم.
- يوجد خزان تنظيم خرساني مسلح شبه تحت الأرض بسعة 500 م3 على رأس المنطقة السقوية العمومية.
- شبكة توزيع أنابيب مدفونة تغذيها الجاذبية من خزان التنظيم المجهز ب 22 صنبور ري. صنابير الري عبارة عن غرف تفتيش خرسانية مسلحة مع إغلاق مقاوم للعبث ومجهزة بصمامات وعداد، على الرغم من أنه يلاحظ أن هذه العدادات خارجة بشكل عام من النظام. يتم دفع الكميات المستخدمة من قبل كل مزارع على أساس معدل ثابت فيما يتعلق بالمساحة المروية. يتم تطبيق رسوم مشتركة على مبلغ سنوي قدره 99 دولارا أمريكيا/ هكتار/ سنة/ مزارع.
- شبكات لقطع الأراضي بأنبيب بلاستيكية (PVC) مدفونة مثبتة من قبل المزارعين.

يتم وضع تقنيات الري المستخدمة في زراعة الأشجار بأماكنها، ولكن يستخدم الري بالرش لمحاصيل الأعلاف.



الشكل 4.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين والمنطقة السقوية العمومية: رسم تخطيطي.

الإطار المؤسسي والسياساتي الوطني

ينظم المرسوم رقم 56 (2 جانفي 1985) تصريف مياه الصرف الصحي في البيئة في تونس بحدود ومعايير الجودة التي وضعتها وزارة الشؤون المحلية والبيئة ووزارة الصناعة والمؤسسات الصغرى والمتوسطة (26 مارس 2018). كما يتطلب ترخيصا من الديوان الوطني للتطهير شريطة امتثاله لشروط تصريف والتخلص من المياه العادمة غير المنزلية في شبكات الصرف الصحي المنصوص عليها في المرسوم رقم 94-1885 (12 سبتمبر 1994).

فيما يتعلق بإعادة استخدام المياه للأغراض الزراعية والتدابير اللازمة لحماية صحة المستهلكين والبيئة، تم تحديد اللوائح في المرسوم رقم 89-1047 (28 يوليو 1989) والمعدلة بموجب المرسوم رقم 89-1047 (28 يوليو 1989) والمرسوم رقم 93-2447 (13 ديسمبر 1993). تم تحديد الجودة المطلوبة للمياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي للاستخدام الزراعي في المعيار NT106.03 (12 سبتمبر 1994). بالإضافة إلى ذلك، تم تحديد قائمة المحاصيل التي يمكن ريها بالمياه المعاد تدويرها من قبل وزارة الفلاحة والموارد المائية في عام 1994، والتي استبعدت أيضا استخدامها في البستنة السوقية، مما يعني أنه لا يمكن استخدامها على الفواكه والخضروات التي قد تؤكل نيئة.

يتم توفير المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي إلى المندوبيات الجهوية للتنمية الفلاحية (CRDA) مجانا من قبل الديوان الوطني للتطهير. ثم تفرض المندوبيات على المزارعين رسوما رمزية قدرها 0.0073 دولار أمريكي/ متر مكعب لاستهلاك المياه. تم تنفيذ نظام التسعير هذا بموجب قرار رئاسي في عام 1998 لتعزيز استخدام المياه المعاد تدويرها للأغراض الزراعية.

على المستوى المؤسسي، تلعب أربع جهات فاعلة دورا رئيسيا في مجال إعادة استخدام المياه المعاد تدويرها لأغراض الري:

- الديوان الوطني للتطهير الذي يملك ويدير محطات معالجة مياه الصرف الصحي.
- وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري هي السلطة الإدارية لإعادة استخدام المياه المعاد تدويرها من خلال المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية التي طورت أولا المناطق المراد ريها بالمياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي. يتم الاتصال المباشر مع المزارعين من خلال مجامع التنمية الفلاحية.
- تشارك المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية كموزع للمياه المعاد تدويرها وتشارك وزارة الصحة في رصد جودة مياه الصرف الصحي المعالجة.
- المستخدم النهائي.

أصحاب المصلحة المعنيين ونموذج الإدارة

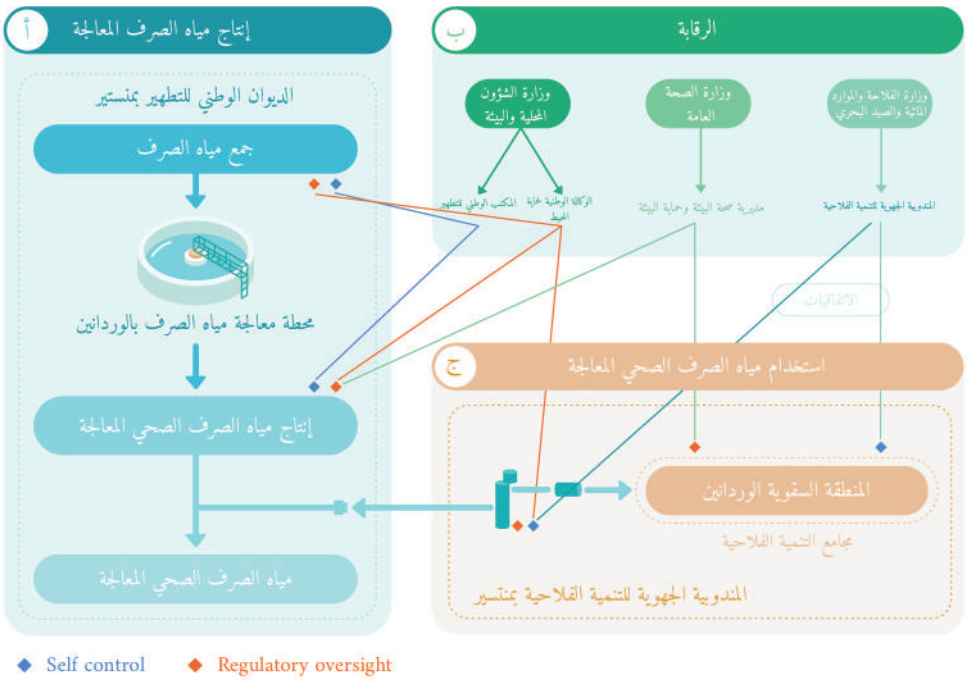
تم تطوير المنطقة السقوية العمومية في الوردانين من قبل المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية(CRDA) المنستير. يتم إنتاج المياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين التي يتم نقلها إلى المنطقة السقوية الوردانين وتوريدها مجانا من قبل الديوان الوطني للتطهير (ONAS).

تم تنظيم المستفيدين من المشروع في مجامع التنمية الفلاحية (GDA) يتم تفويض إدارة البنية التحتية والموارد المقدمة من خلال مشروع إعادة استخدام المياه من قبل المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية المنستير

من خلال عقد إدارة يحدد المهام التي يتم تنفيذها من قبل المجامع والتي يتم تنفيذها من قبل المندوبية الجهوية للمنستير. تقتصر المهام الرئيسية التي تقوم بها مجامع التنمية الفلاحية على توزيع المياه على المزارعين، وقراءة العدادات، وجمع مدفوعات المياه وإجراء إصلاحات طفيفة لشبكة الري داخل المنطقة السقوية. نظرا لأن سعر بيع المياه المعاد تدويرها منخفض للغاية ولا يغطي النفقات الضرورية مثل الطاقة والصيانة وتكاليف الموظفين، فإن المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بالمنستير تغطي تكاليف الطاقة المتعلقة بضخ المياه من خلال فواتير محطة معالجة مياه الصرف الصحي، وكذلك الإصلاحات الرئيسية لشبكة النقل من هيكل السحب إلى خزان التنظيم. منذ يناير 2021، طلب من مجامع التنمية الفلاحية المساهمة في تكاليف الطاقة من خلال دفع مبلغ سنوي قدره 2,150 دولارا أمريكيا في السنة.

تقدم المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بالمنستير وممثليها على المستوى الإقليمي بما في ذلك خلية الإرشاد الفلاحي (CTV) ومركز الإشعاع الفلاحي (CRA) وغيرها المساعدة الفنية للمزارعين والإشراف على مجامع التنمية الفلاحية.

يتم إجراء رصد لجودة المياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي من قبل الديوان الوطني للتطهير والمندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية ووزارة الصحة العامة وفقا للجدول الزمني الذي حددته التشريعات الحالية (الشكل 4.3).



الشكل 4.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين و المنطقة السقوية العمومية: أصحاب المصلحة ونموذج الإدارة.

ملاحظات: (ANPE) الوكالة الوطنية لحماية المحيط، (CRDA) المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية، (DHMEP) مديرية صحة البيئة وحماية البيئة، (GDA) مجامع التنمية الفلاحية، (MALE) وزارة الشؤون المحلية والبيئة، (MARHP) وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري، (MSP) وزارة الصحة العامة، (ONAS) الديوان الوطني للتطهير (الصرف الصحي)، (WWTP) محطة معالجة مياه الصرف الصحي

التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف

يلخص الجدول 4.1 النفقات الرأسمالية ونفقات التشغيل واسترداد التكاليف المتعلقة بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في الواردانين والمنطقة السقوية.

الفوائد والآثار الاجتماعية والاقتصادية والصحية والبيئية

أسفر إنشاء المنطقة السقوية الوردانين عن فوائد اجتماعية واقتصادية وصحية وبيئية كبيرة.

تشمل الفوائد الاقتصادية زيادة في قيمة الأراضي الزراعية. حيث ارتفع سعر الهكتار المروي من 1,800 دولار أمريكي في عام 1996 إلى 1,364 دولارا أمريكيا في عام 2014. تبلغ قيمتها حاليا 7,182 دولارا أمريكيا.

كما طرأ ارتفاع على الإنتاج الفلاحي للمزارع المروية وهو ما يمثل ثلاثة أضعاف المتوسط المسجل في الجمهورية التونسية بكاملها: 25 هكتار من أشجار الخوخ بمتوسط إنتاج 30 طن/ هكتار.

- 10 هكتارات من أشجار التين بمتوسط إنتاج 10 طن/ هكتار.
- 15 هكتار من أشجار الرمان بمتوسط إنتاج 40 طن/ هكتار.
- 24 هكتار من أشجار الزيتون المزروعة بأشجار الفاكهة المختلفة.

كما تم خلق فرص عمل للشباب في منطقة المشروع حيث زاد عدد أيام العمل من 20 يوما/ هكتار في عام 1996 إلى 155 يوما/ هكتار أربع سنوات فقط بعد أن تم ري المنطقة السقوية العمومية.

الجدول 4.1 التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف

	جمع ونقل مياه الصرف الصحي	معالجة مياه الصرف الصحي	نقل مياه الصرف الصحي المعالجة	توزيع مياه الصرف الصحي المعالجة
خدمات البناء والمعدات (الوصف والأبعاد)	شبكة تجميع مياه الصرف الصحي لمدينة الوردانين	محطة معالجة مياه الصرف الصحي بالوردانين	حوض تخزين بسعة 1000 م 3 يقع بالقرب من نقطة تصريف محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي القليطة، يتم تغذيته من أنبوب تصريف محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أنبوب أسمنت أسبستي قطره 300 محطة ترشيح تتكون من مرشحين للحصى ومرشحين للغريلة ومرشحين أقراص محطة ضخ مزودة بخزان شفط مزود بثلاث مضخات سعة 20 لترا/ ثانية بإجمالي ارتفاع 40 متر للمضخة، إحداها مضخة طوارئ أنبوب توصيل أسمنت الأسبستي بقطر 250 وطول يبلغ 2.4 كم تقريبا	يوجد خزان تنظيم خرساني مسلح شبه مدفون ذو شكل دائري وسعة 500 متر مكعب على رأس المنطقة السقوية شبكة توزيع أنابيب أسمنت أسبستي مدفونة (2.7 كم) بقطر 150 و300مم، تخدم عليها الجاذبية من خزان التنظيم 22 عمود ري
أصحاب المصلحة الذين يقدمون الخدمة	الديوان الوطني للتطهير بالوردانين/ المنستير	الديوان الوطني للتطهير بالوردانين/ المنستير	المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية المنستير	المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية المنستير

	جمع ونقل مياه الصرف الصحي	معالجة مياه الصرف الصحي	نقل مياه الصرف الصحي المعالجة	توزيع مياه الصرف الصحي المعالجة
النفقات الرأسمالية (CAPEX) (بالدولار الأمريكي)	لا يمكن الوصول إلى هذه البيانات	لا يمكن الوصول إلى هذه البيانات	تطوير المنطقة السقوية في عام 1994: 0.5 مليون إنشاء أحواض التخزين في 2006-2007: 100,000 تركيب محطة ترشيح في 2006-2007: 80,000 إعادة تأهيل محطة الضخ في عام 2016: 20,000 بناء 1.7كم من المسارات الزراعية داخل المنطقة السقوية العمومية: 25000	إعادة تأهيل شبكة التوزيع في عام 2012: 20,000
النفقات الرأسمالية المستردة والنسبة المئوية للدعم	دعم 100٪ يوفر الديوان الوطني للتطهير المياه المعاد تدويرها مجانا للمندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بالمنستير		تمويل الدولة	تمويل الدولة
خدمات التشغيل والإدارة (O & M)	الإيجار الرئيسي للبنية التحتية، تكاليف الضخ، التجديد، الرواتب	صيانة البنية التحتية، تكاليف الضخ، التجديد، الرواتب	صيانة البنية التحتية، تكاليف الضخ، التجديد، الرواتب	صيانة البنية التحتية، التجديد، الرواتب
أصحاب المصلحة الذين يقدمون الخدمة	الديوان الوطني للتطهير بالوردانين/ المنستير	الديوان الوطني للتطهير بالوردانين/ المنستير	المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية المنستير	المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية ومجامع التنمية الفلاحية بالمنستير
مصاريف التشغيل بالدولار الأمريكي/ مترمكعب	البيانات غير متاحة		تكاليف المياه للمندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بالمنستير 0.090	
استرداد النفقات التشغيلية ونسبة الدعم	يأتي ما يقرب من 70 في المائة من الموارد المالية للديوان الوطني للتطهير من رسوم الصرف الصحي، التي يتم تحصيلها أساسا من خلال فواتير الشركة الوطنية لاستغلال وتوزيع المياه: 0.02 إلى 0.05 دولار أمريكي/ متر مكعب وفقا للمبادئ التالية (i) المستفيد يدفع؛ و(ii) الملوث يدفع و (iii) لتضامن بين المستخدمين. تمول الدولة بقية ميزانية الديوان الوطني للتطهير (25.6 في المائة) والأنشطة الأخرى ذات الصلة (5.4 في المائة). نظرا لجميع نفقاته، يوفر الديوان الوطني المياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي إلى المندوبيات الجهوية للتنمية الفلاحية مجانا.		تبيع المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بمونستير CRDA Monastir المياه المعاد تدويرها إلى مجامع التنمية الفلاحية (GDA) بسعر 0.016 دولار أمريكي/ متر مكعب، مما يؤدي إلى دعم كبير قدره 0.074 دولار أمريكي/ متر مكعب المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية. تطبيقا للسعر المخفض الذي قررته الدولة لتشجيع استخدام المياه المعاد تدويرها، تبيعها مجامع التنمية الفلاحية للمزارعين بسعر وحدة قدره 0.0073 دولار أمريكي/ متر مكعب.	

ملاحظات: (CAPEX) نفقات رأسمالية، (CRDA) المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية، (GDA) مجامع التنمية الفلاحية، (HMT) إجمالي ارتفاع المضخة، (ONAS) الديوان ا لوطني للتطهير (الصرف الصحي)،(OPEX) النفقات التشغيلية، (SONEDE) الشركة الوطنية لاستغلال وتوزيع المياه

تشمل الفوائد البيئية تقليل تصريف المياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين إلى وادي القلطة. في عام 2019، بين مارس وسبتمبر، تم استخدام جميع المياه المعاد تدويرها داخل المنطقة السقوية نتيجة للانخفاض الكبير في منسوب المياه الجوفية، وهو تحد مستمر. وقد مكن ذلك من عودة النشاط الزراعي على 7.2 كيلومتر من الأراضي الواقعة بالقرب من الوادي والتي تضررت سابقا بسبب التصريف (الصورة 4.1). تشمل الفوائد الأخرى استخدام حمأة المعالجة من النبات كسماد عضوي.

كما تلعب المنطقة السقوية الوردانين دورا مهما في زيادة الوعي بالري بالمياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي على المستويين المحلي والوطني. تستقبل ما معدله 1000 زائر كل عام.

المساواة في النوع الاجتماعي

عندما تم إنشاء المنطقة السقوية، كان كل من الرجال والنساء قادرين على أن يكونوا مستفيدين محتملين بموجب شروط المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية، طالما تعهدوا بالامتثال لمتطلبات التشريع.

في الوقت الراهن، من بين كل 42 مزارع، هناك امرأتان يعيلن أسرة معيشية. وهو ما يعادل حوالي 5 ٪. وعلى النقيض من ذلك، فالأرقام كبيرة جدا من حيث مشاركة المرأة في العمل الزراعي. بالنسبة لنصف المزارعين في منطقة المشروع، فإن العمل في الأرض هو تقليد عائلي تشارك فيه النساء وحتى الأطفال. ويذكر أيضا أنه بالإضافة إلى أفراد الأسرة المعيشية، يستخدم رؤساء المزارع أيضا عمالة نسائية من المناطق المجاورة عند الضرورة. يتم أحيانا تعيين أربع نساء على الأقل لكل مزرعة في المنطقة السقوية العمومية.

صورة 4.1 ركود مياه الصرف الصحي المعالجة في وادي القلطة في المنطقة السقوية العمومية الوردانين (يونيو 2021). المصدر: (I. Chamtouri) (Hydroplante) تونس.

قابلية التوسع وإمكانية الجدوى

تقع المنطقة السقوية الوردانين في منطقة زراعية واسعة حيث تلعب كل من زراعة الأشجار (خاصة أشجار الزيتون الجافة المزروعة) وتربية الماشية (بدون منطقة رعي بسبب غياب الري وإنتاج الأعلاف) دورا مهما في توليد الدخل للسكان. إن عدم وجود مصادر أخرى للمياه التقليدية وجفاف المناخ يجعل إمكانية توسيع المنطقة المروية أمرا محتملا للغاية، لا سيما بالنظر إلى مطالب نسبة كبيرة من المزارعين في المنطقة الذين يرون أنها ضرورية.

تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات

يلخص الجدول 4.2 مواطن القوة والضعف في استخدام المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي والفرص والتهديدات التي يمكن ملاحظتها في دراسة الحالة الخاصة بمحطة معالجة مياه الصرف الحصي والمنطقة السقوية بالوردانين.

الجدول 4.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين والمنطقة السقوية العمومية: تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات.

	مفيد لتحقيق الأهداف	**مضر** لتحقيق الأهداف
الأصل الداخلي سمات المؤسسة	**مواطن القوة** ■ إمكانات كبيرة في توافر المياه المعاد تدويرها بشكل مستمر على مدار العام. ■ قوة التسميد للمياه المعاد تدويرها تعني استخدام أقل للأسمدة المعدنية. ■ إمكانية عالية لري الأراضي الزراعية وتحفيز كبير للمزارعين في منطقة المشروع. ■ لا يوجد مصدر مستمر آخر للمياه للري بالقرب من المنطقة السقوية الحالية. ■ أكثر من 24 عاما من الخبرة في مجال المياه المعاد تدويرها للري في منطقة المشروع وارتفاع معدل التكثيف في المنطقة السقوية الحالية (140٪).	**مواطن الضعف** ■ قائمة مقيدة بالمحاصيل المصرح بها مع عدد قليل من المحاصيل عالية القيمة. ■ ضعف التسعير، المحدد عند 0.072 دولار أمريكي/ متر مكعب، مما يعني أن تكاليف إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة تتحملها المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية إلى حد كبير. ■ تكرار حالات عدم الامتثال لمراقبة جودة المياه المعاد تدويرها وجميع المحددات الأخرى التي سيتم تحليلها، في المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية والديوان الوطني للتطهير. ■ سوء إدارة معدات المعالجة الإضافية المثبتة على رأس المنطقة السقوية العمومية بما في ذلك نمو الطحالب في خزان التخزين. هذا الخزان عميق جدا (3 أمتار)، مما يساعد على تطوير ظروف العفن.
العوامل الخارجية سمات البيئة	**الفرص** ■ إرادة سياسية لتعزيز إعادة استخدام المياه. ■ العديد من المستخدمين على استعداد لدفع المزيد مقابل المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي للحصول على مياه ذات جودة أفضل. ■ يتم استخدام تصريف أقل في الوادي وأحيانا يتم استخدام جميع المياه المعاد تدويرها المنتجة (من مارس إلى سبتمبر).	**التهديدات** ■ ضعف تدفق وادي القلطة بعد تصريف مياه الصرف الصحي المعالجة والحمأة التي تولد نمو الغطاء النباتي الذي يتكون من القصب والنباتات الملحية الأخرى التي تبطئ من تدفق المياه. وهو ما يسبب ارتفاعا في المستوى الثابت لمنسوب المياه الجوفية الذي يمكن أن يخنق أشجار الفاكهة، وتملح التربة وانتشار الحشرات، فضلا عن الرائحة الكريهة. ■ الصعوبات المتعلقة بجودة المياه المعاد تدويرها.

العوامل الرئيسية للنجاح طوال المشروع والدروس المستفادة

أثناء تصميم المشروع وبنائها وتشغيله، تشمل العوامل الرئيسية للنجاح ما يلي:

- الإرادة السياسية لتعزيز استخدام المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي على المستوى الوطني.
- التزام الديوان الوطني للتطهير بإعادة تأهيل وتوسيع محطات معالجة مياه الصرف الصحي وتحسين جودة مياه الصرف الصحي المعالجة.
- التخفيف من الآثار البيئية والصحية لتصريف مياه الصرف الصحي المعالجة في البيئة الطبيعية، والتي تعد واحدة من القوى الدافعة الرئيسية لإعادة استخدامها. في حالة المنطقة السقوية الوردانين، يتيح الري باستخدام المياه المعاد تدويرها توفير الأراضي الزراعية الواقعة بالقرب من منفذ تصريف المحطة في وادي القلط.
- إن قوة التسميد القوية والمهمة للمياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي تزيد بشكل كبير من الإنتاج الزراعي. تعد المنطقة السقوية الوردانين أحد المواقع الناجحة لإعادة استخدام المياه في تونس، لا سيما من حيث تطوير زراعة الأشجار المروية (الصورة 4.2).

تشمل الدروس المستفادة ما يلي:

- يعد الإشراف على المزارعين ومراقبتهم عاملا مهما في نجاح المناطق المروية العامة.

صورة 4.2 قطعة أرض شجرة التين المروية بواسطة مياه الصرف المعالجة – المنطقة السقوية بالوردانين.

الصورة: (I. Chamtouri).

يجب أن تتوافق جودة المياه التي تنتجها محطات معالجة مياه الصرف الصحي والموردة للري مع معيار التصريف NT106-02 على الأقل لضمان التشغيل الفعال للأرضي العام المروية. أصبح تركيب محطة معالجة تكميلية على رأس المنطقة السقوية، كما في هذه الحالة، ضرورة نظرا للتقلبات في جودة معالجة مياه الصرف الصحي طوال فترة تشغيل محطات معالجة مياه الصرف الصحي والتصريفات الملوثة غير المشروعة في مجاري الديوان الوطني للصرف العلى الرغم من التحكم المستمر في الشبكات.

الأساليب والموارد

تم إعداد حالة إعادة استخدام المياه هذه بالتعاون مع:

- موزع مياه الصرف الصحي المعالجة: المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية (CRDA) المنستير.
- منتج مياه الصرف الصحي المعالجة: الديوان الوطني للتطهير (الصرف الصحي) في وردانين (ONAS)، محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين.
- الهيئة الإدارية لمجمع التنمية الفلاحية بالمنطقة السقوية العمومية بالورادنين: مجامع التنمية الفلاحية (GDA).
- مشغلي المنطقة السقوية الحاليين.

شمل النهج ما يلي:

- تحليل الوثائق المتعلقة بالمنطقة السقوية العمومية بالوردانين ومحطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين.
- التشاور مع الموظفين في الهياكل المحلية والأشخاص ذوي الخبرة والسكان المحليين لجمع البيانات المطلوبة عن المحطة والحالة الراهنة بالمنطقة السقوية الحالية. يرجى ملاحظة أنه لم يتسن الحصول على بعض البيانات، خاصة فيما يتعلق بالديوان الوطني للتطهير.
- الملاحظات والتحقيقات الميدانية التي أجريت في 17 يونيو 2021 في المنطقة السقوية العمومية بالوردانين. وشملت التحقيقات الاتصال المباشر مع المزارعين لتحديد المحاصيل المزروعة وقيود التشغيل الحالية.

تشمل الموارد الإضافية المستخدمة في جمع البيانات لهذه الدراسة ما يلي:

CDRA (المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية). 2020a. المنطقة السقوية الوردانين، ورقة متابعة.

CDRA (المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية). 2020b وثائق التحليل الفيزيائي الكيميائي والبكتريولوجي لمياه الصرف الصحي المعالجة التي تم جمعها من حوض تخزين المنطقة السقوية العمومية بالوردانين (2019 و2020). المنستير.

MARHP (وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري). 2017. دراسة تقييم السياسات ومراجعة وتنفيذ مخططات التسعير الجديدة، التسعير المزدوج لمياه الصرف الصحي المعالجة على مستوى المنطقة السقوية العمومية - المرحلة 1 التشخيص. تونس. وزارة الفلاحة وDGGREE (الإدارة العامة للهندسة الريفية واستغلال المياه)؛ مؤسسة الائتمان لإعادة الإعمار (Kreditanstalt für Wiederaufbau) KFW.

ONAS (الديوان الوطني للتطهير). 2003. دراسة جدوى لتطوير إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في منطقة الوردانين. الجمهورية التونسية. الديوان الوطني للتطهير.

ONAS (الديوان الوطني للتطهير) 2018a. دراسة أولية لمخطط وطني: إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في تونس - تشخيص الوضع القائم. تونس.(وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري) MARHP؛ الديوان الوطني للتطهير، ووزارة الصحة.

ONAS الديوان الوطني للتطهير 2018b تقرير نشاط محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوردانين. الوردانين. الديوان الوطني للتطهير.

دراسة الحالة 5: فلسطين

محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا وري نخيل التمر في الضفة الغربية

نضال محمود

المختصرات

JICA	الوكالة اليابانية للتعاون الدولي
JM	بلدية أريحا
MOA	وزارة الزراعة
PFU	اتحاد جمعيات المزراعين الفلسطينين
PWA	سلطة المياه الفلسطينية
WWTP	محطة معالجة مياه الصرف الصحي

التاريخ ومبررات المشروع

على الرغم من أن متوسط هطول الأمطار على المدى البعيد - 450 ملم إلى 600 ملم سنويا- إلا أن فلسطين تواجه قيودا خطيرة على الوصول إلى الموارد المائية. ويرجع ذلك جزئيا إلى الاعتماد الكبير على طبقات المياه الجوفية والصيف الحار والجاف الذي يؤدي إلى فقدان المياه، على سبيل المثال، من خلال زيادة التبخر. كما يمثل الوصول إلى المياه تحديا بسبب الاضطرابات السياسية في منطقة الضفة الغربية ، والتي تؤثر على التدفقات إلى هياكل الحصاد مثل السدود (سلطة المياه الفلسطينية 2017). ويعني هذان العاملان معا أن الضفة الغربية تعاني من عجز في المياه- الفرق بين العرض والطلب- يبلغ 36 مليون متر مكعب في السنة. من المتوقع أن تنمو هذه الفجوة بشكل كبير إذا لم يتم تطوير مصادر أخرى، ولم يتم تنفيذ المزيد من إدارة الطلب (سلطة المياه الفلسطينية 2017).

بدأت محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا عملياتها في يونيو 2014 بهدف مزدوج يتمثل في معالجة مياه الصرف الصحي المتولدة في المنطقة وتوفير المياه المعاد تدويرها كمصدر جديد لمياه الري لزراعة نخيل التمر (الصورتان 5.1 و 5.2) في الضفة الغربية، لتقليل العبء على توافر المياه مقارنة بالطلب (الوكالة اليابانية للتعاون الدولي 2014).

صورة 5.1 مزارع نخيل التمر (Phoenix dactylifera L.) مزارع في منطقة أريحا.
الصور: المؤلف.

صورة 5.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا ومزارع النخيل المحيطة بها.
الصورة: (I Abu Seiba)

ملاحظة: تستخدم الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة على أي خرائط أو نص ضمن دراسة الحالة هذه كمراجع جغرافية ولا تعبر عن تأييد أو قبول رسمي من جانب المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI).

قبل بنائها، كانت الأسر في المنطقة تعتمد على آلاف الحفر الامتصاصية مع تصريف المخلفات في الوديان المفتوحة مما أدى إلى تدهور مستمر في الظروف المعيشية والبيئية للإنسان.

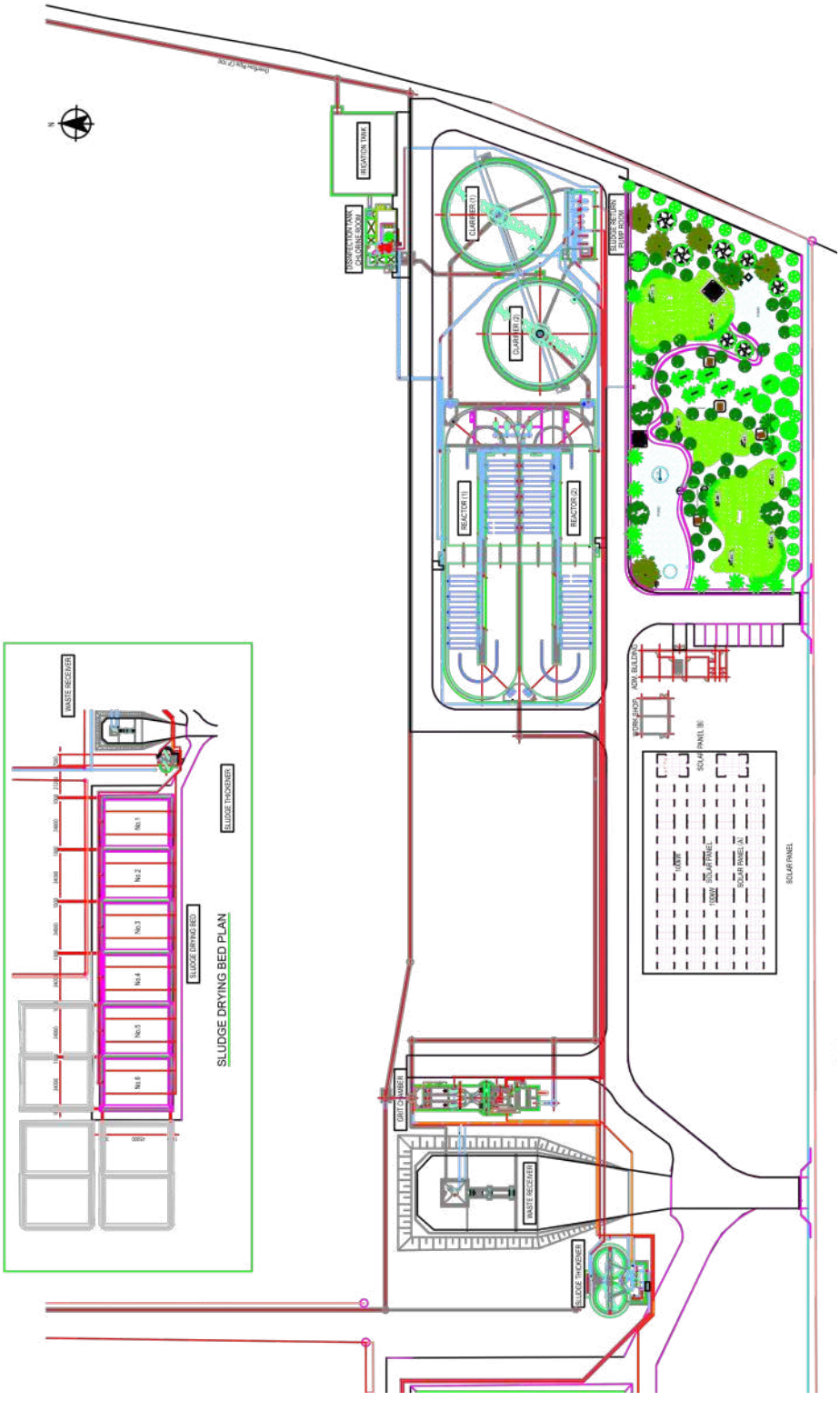
وصف حالة إعادة الاستخدام في لمحة

محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا هي محطة حمأة ممتدة تعمل بالتهوية. بدأت عملياتها في عام 2014 بمتوسط طاقة يومية مخطط لها يبلغ 6,600 م3/ يوم بحلول عام 2020، وستصل إلى 9,600 م3/ يوم كحد أقصى بحلول عام 2025، أي ما يعادل 80,000 شخص. تضمن المشروع تركيب أكثر من 30 كم من المجاري الجديدة (بقطر 200-700 ملم) لجمع مياه الصرف الصحي المتولدة في مدينة أريحا والمناطق المحيطة بها (الجدول 5.1 والشكلان 5.1 و5.2).

الجدول 5.1 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا: ورقة البيانات.

المساحة (هكتار)	10.3
متوسط درجة الحرارة (°C) المئوية	40–15
المتوسط السنوي لهطول الأمطار (مم)	400–50
المتوسط العام لمستوى سطح البحر (م)	-250
السكان الذين سيخدمهم المشروع (الأفراد)	23,600
عدد العمال	10
الهياكل المدنية	استقبال المخلفات لشاحنات التفريغ غرفة الحصى (قناتان) مفاعل (خزانان) المصفى النهائي (خزانان) مثخن الحمأة (خزانان) خزان التطهير خزان الري سرير تجفيف الحمأة (ستة أسرة) المناظر الطبيعية داخل المحطة الأنابيب داخل المحطة المباني المعمارية (الخرسانة المسلحة/ البلوك الخرساني) مبنى الإدارة مبنى المحطة الفرعية مبنى ورشة العمل، غرفة المنفاخ والكهرباء بيت مضخة الحمأة المرتجعة بيت الكلور بيت مضخة الحمأة السميكة
نوع عملية المعالجة	عملية الحمأة المنشطة ذات التهوية الممتدة
نوع التهوية	أجهزة الناشر

المصدر: الوكالة اليابانية للتعاون الدولي 2011.



الشكل 5.1 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا: رسم تخطيطي. المصدر: بلدية أريحا.

الشكل 5.2 موقع أريحا وحدودها متراكبة على خريطة توضح محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا ومنطقة إعادة استخدام المياه.

المصدر: جوجل إيرث (31 ° 50›23.16» شمالا 35 ° 29›57.60» شرقا).

In terms of water reuse capacities, the Jericho WWTP has an effluent storage tank – the irrigation بالنسبة لقدرات إعادة استخدام المياه، تحتوي محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا على خزان لتخزين المخلفات السائلة- خزان الري- مجهز بعدة مضخات تنقل المخلفات السائلة المعالجة إلى مزارع أشجار النخيل التي تستخدمها للري (صورة 5.3) باستخدام الري بالتنقيط السطحي. وتقوم هذه المضخات، التي يركبها المزارعون، بنقل المخلفات السائلة المعالجة مباشرة إلى شبكات الري في المزارع. يتم قياس الكمية التي يتم ضخها إلى كل مزرعة بواسطة مقياس تدفق، حيث يبلغ متوسط حجم المياه المعاد استخدامها 1247 م3/ يوم، وهو ما يكفي لري 30 هكتار.

البيئة المؤسسية والسياساتية الوطنية

أحد أهم الأهداف الاستراتيجية الزراعية لفلسطين هو الحفاظ على مواردها الطبيعية الضرورية لدعم نظم الإنتاج وإعادة تأهيلها. وتحقيقا لهذه الغاية، تتطلع وزارة الزراعة إلى زيادة توافر موارد المياه التقليدية وغير التقليدية

صورة 5.3 خزان تخزين وري المخلفات السائلة ومضخات المخلفات السائلة وعدادات التدفق في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا.

لكل من منتجي المحاصيل ومربي الماشية (وزارة الزراعة 2016)، بما في ذلك زيادة كبيرة في استخدام المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي (سلطة المياه الفلسطينية 2014، وزارة الزراعة، وسلطة المياه الفلسطينية 2014). تعترف الحكومة رسميا بهذه المياه كمورد للمياه الزراعية (القانون الزراعي الفلسطيني رقم 2003/2) ويتم تضمين استخدامها في الخطة الوطنية الفلسطينية للتكيف مع تغير المناخ («Smithers 2016). كما يدعم استخدامها أحد الأهداف الرئيسية للاستراتيجية الوطنية لقطاع الزراعة (2017-2022)، والتي تتطلب إدارة الموارد الطبيعية والزراعية بشكل مستدام وتكييفها بشكل أفضل مع تغير المناخ (وزارة الزراعة 2016).

في عام 2003، أصدرت مؤسسة المواصفات والمقاييس الفلسطينية معيار مياه الصرف الصحي المعالجة (PSI 742-2003). حيث يحدد المعايير والمتطلبات الهامة المتعلقة باستخدامها كمياه للري وتصريفها في الوديان. كما أصدرت اللائحة الفنية الإلزامية (PSI TR 34، 2012) التي تقسم جودة المياه المعاد تدويرها والمتخصصة في الري إلى أربع فئات: جودة عالية (A) وجودة جيدة (B) وجودة معتدلة (C) وجودة منخفضة (D). كما تحدد اللوائح المتطلبات الإلزامية والتعليمات الفنية للتحكم في المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي والسماح بها ونقلها وإعادة استخدامها لأغراض الري. كان أحدث معيار لاستخدام المخلفات السائلة المعالجة للري الصادر عن مؤسسة المواصفات والمقاييس الفلسطينية هو مياه الصرف الصحي المعالجة - مياه الصرف الصحي المعالجة للأغراض الزراعية (مقيدة) (PSI 742-2015) في عام 2015 (PSI 2015).

أصحاب المصلحة المعنيين ونموذج الإدارة

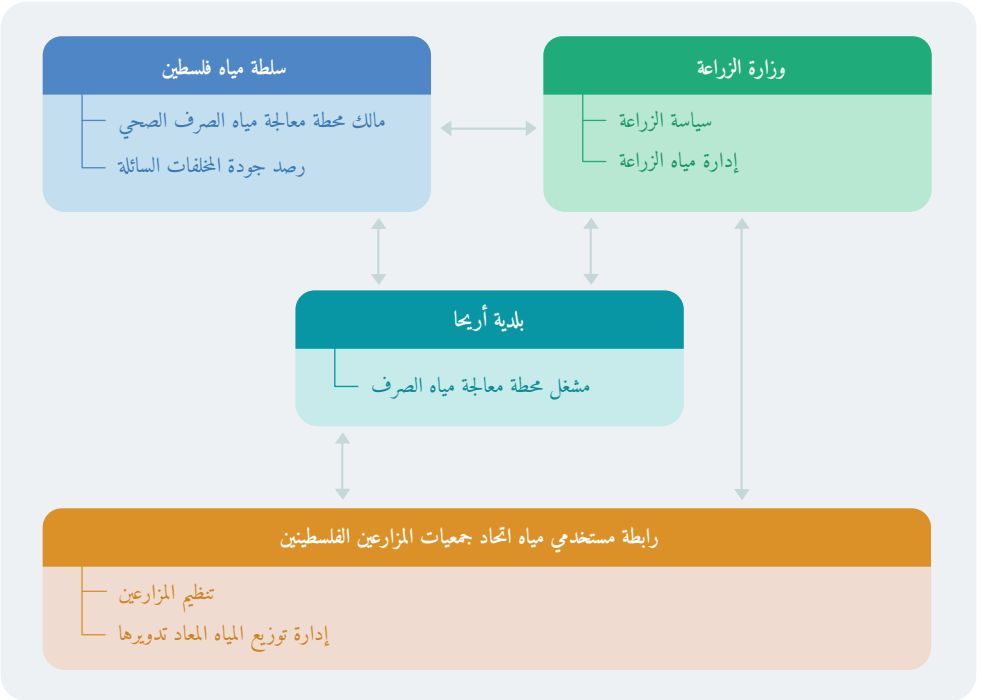
يشارك العديد من أصحاب المصلحة على مستويات مختلفة في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا ومشروع إعادة استخدام المياه (الشكل 5.3).

على المستوى الوطني، فإن سلطة المياه الفلسطينية هي الجهة الفاعلة الرئيسية على مستوى صنع السياسات المائية. تمتلك سلطة المياه الفلسطينية محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا وهي الهيئة الوطنية المسؤولة عن سياسة وتخطيط ومراقبة تقديم الخدمات المتعلقة بالمياه بما في ذلك مراقبة جودة المخلفات السائلة. كما أنهم مسؤولون عن التحديثات المستقبلية للمحطة.

تتم إدارة العمليات اليومية في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا من قبل الموظفين. حيث يقوم الموظفون أيضا بإجراء تحليل لجودة المخلفات السائلة، وبتقديم تقرير بالنتائج إلى سلطة المياه الفلسطينية وإدارة عملية توفير المياه المعاد تدويرها للمزارعين بما في ذلك مسؤوليات الإدارة التعاقدية والمالية ذات الصلة.

تخضع المسائل المتعلقة بالمياه التي تستخدم للري إلى سلطة وزارة الزراعة (MOA)، التي تصدر تراخيص للسماح للمزارعين باستخدام المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي. كما ترصد الوزارة جودة المياه المستخدمة في الري ومعايير المحاصيل المسوقة التي يتم إنتاجها من خلال استخدامها. بالتعاون مع سلطة المياه الفلسطينية، يقومون أيضا بمنح التراخيص لجمعية مستخدمي المياه، وهي مجموعة منسقة للمزارعين الذين هم المستخدمون النهائيون الرئيسيون. في الوقت الحالي، يبرم المزارعون اتفاقيات فردية فيما يتعلق بشراء المياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا، ولكن من المتوقع أن تصبح جمعية مستخدمي المياه نشطة قريبا وتدير استخدام جميع مصادر مياه الري بما في ذلك المياه المعاد تدويرها (الشكل 5.3).

فيما يتعلق بالعلاقات بين مختلف أصحاب المصلحة، فالاتساق منخفض ولا يعمل بكامل طاقته على المستوى العملي، لا سيما عندما يتعلق الأمر بأنشطة المتابعة، مثل التحقق من نوعية المياه المعاد تدويرها، والإبلاغ عن البيانات وتبادلها، وإدارة توزيع المياه المعاد تدويرها على المزارعين.



الشكل 5.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا ومشروع ري نخيل التمر في الضفة الغربية: أصحاب المصلحة ونموذج الإدارة.

التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف

قامت الوكالة اليابانية للتعاون الدولي (جايكا) برعاية مشروع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا ومشروع ري نخيل التمر في الضفة الغربية كمشروع مساعدات منحة من قبل الحكومة اليابانية بتكلفة إجمالية بقيمة 32 مليون دولار أمريكي. يتم استرداد حوالي 30٪ من التكاليف التشغيلية لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا عن طريق بيع المخلفات السائلة المعالجة لإعادة استخدامها (الشكل 5.4، الجدول 5.2). وهذا يفيد المزارعين الذين يحصلون على تعريفة مخفضة لخدمات مياه الصرف الصحي.

في أريحا، هناك طلب كبير على مياه الري، التي لا تزال إمداداتها محدودة. الآن ينتج عن إعادة استخدام هذا أكثر من 80٪ من المياه المعاد تدويرها المنتجة في المحطة. كشف استبيان أن تكلفة المياه المعاد تدويرها (0.20 دولار أمريكي/ متر مكعب بما في ذلك 0.16 دولار أمريكي مدفوعة لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا وتكلفة الضخ حوالي 0.02 دولار أمريكي/ متر مكعب) هي أرخص من تكلفة المياه الجوفية (0.3-0.7 دولار أمريكي/ متر مكعب). في بعض الأيام، تكون النسبة المئوية للمخلفات السائلة المعاد استخدامها أعلى من 100٪ بسبب

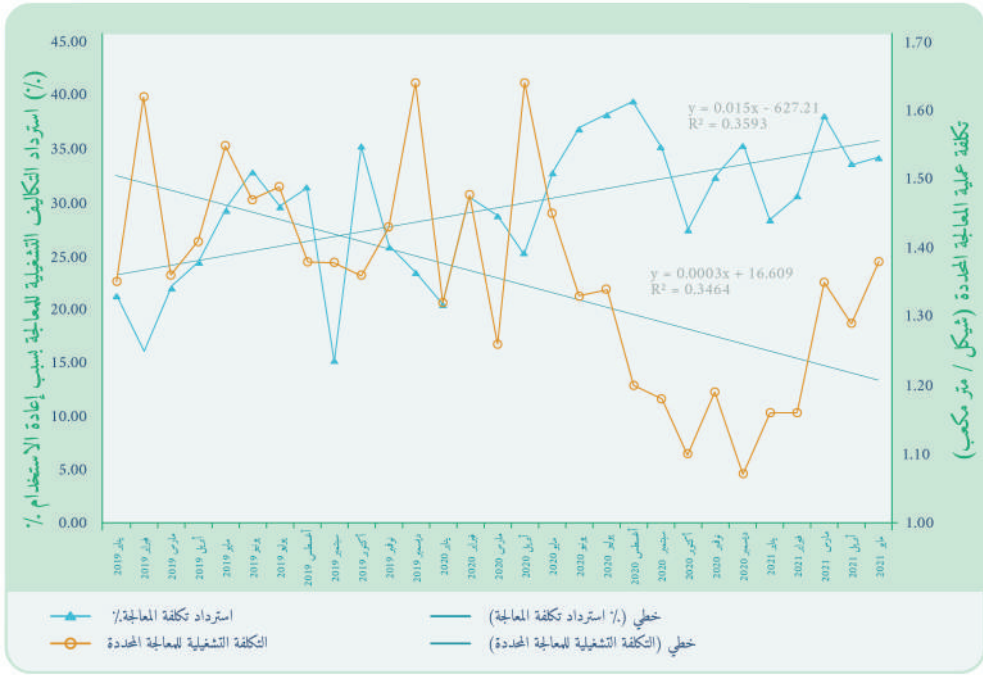
تراكم المياه من الأيام السابقة. تزداد النسبة المئوية لاسترداد التكاليف بمرور الوقت حيث تنخفض تكاليف الوحدة التشغيلية للمعالجة بسبب زيادة التدفق. من المتوقع أن تحقق محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا المزيد من الأرباح بمرور الوقت.

الفوائد والآثار الاجتماعية والاقتصادية والصحية والبيئية

تعتبر زراعة نخيل التمر جزءا أساسيا من تنمية الاقتصاد الزراعي في أريحا، ومع ذلك فإن إمكاناتها محدودة بسبب قلة توافر الموارد المائية للري. توفر محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا موردا مائيا جديدا غير تقليدي جذابا يستخدم بالفعل بشكل شبه كامل للري التكميلي في مزارع نخيل التمر، وهو ما يمثل 8-25 ٪ من إجمالي مياه الري المستخدمة لزراعة النخيل في أريحا. تتراوح مساحات المزارع المروية جزئيا بالمياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي من 10 إلى 300 هكتار، بمتوسط مساحة تتجاوز 85 هكتارا. يزرع كل هكتار عادة بـ140 شجرة نخيل.

يخلط معظم المزارعين (80٪) المياه المعاد تدويرها مع المياه الجوفية. هذا يقلل من ملوحة المياه الجوفية. كما قلل 20٪ من هؤلاء المزارعين من حجم الأسمدة الكيماوية التي يضيفونها إلى تربتهم بسبب زيادة العناصر الغذائية في المياه المعاد تدويرها- حيث يستخدم جميع المزارعين في المنطقة كل من الأسمدة الكيماوية والعضوية. لم يلاحظ المزارعون أي آثار سلبية على التربة منذ بدء الري من خلال مشروع إعادة الاستخدام، وبالمثل، أكدوا جميعا أنهم لم يشهدوا أبداً أي تفشي للأمراض في البشر أو الحيوانات أو أشجار النخيل المروية بالمياه المعادة استخدامها.

من حيث التوظيف، يوجد في كل مزرعة 2-30 عاملا بدوام كامل وتمثل المصدر الرئيسي لكسب العيش لكل من المالكين والموظفين، لذا فهي مهمة للغاية. تعتبر المخلفات السائلة المسوقة مفيدة للمزارعين وعامة الناس لأنها تعيد الإيرادات التي تغطي ما يقرب من 30٪ من التكاليف التشغيلية.



الشكل 5.4 النسبة المئوية للتكلفة التشغيلية للمعالجة بسبب بيع المخلفات السائلة لإعادة استخدامها.

ملاحظات: النفقات الرأسمالية (CAPEX)، بلدية أريحا (JM)، الشيكل الإسرائيلي الجديد (NIS)، النفقات التشغيلية (OPEX)، اتحاد جمعيات المزارعين الفلسطينيين (PFU)، سلطة المياه الفلسطينية (PWA). + استنادا إلى بيانات مايو 2021. ++ المياه المنزلية المحسوبة لعام 2021 بناء على كمية مياه الصرف الصحي التي تدخل محطة معالجة مياه الصرف الصحي مضروبة في 1.165 (الزيادة السنوية المتوقعة بناء على بيانات عامي 2019 و2020)، مقسومة على 0.427 (النسبة المئوية من المياه المحولة إلى مياه الصرف الصحي بناء على دراسات سابقة في أريحا)؛ 0.16 دولار أمريكي يعادل 0.5 شيكل يتم تحصيلها مقابل كل 1متر مكعب من إمدادات المياه كرسوم لمياه الصرف الصحي.

الجدول 5.2 النفقات الرأسمالية وتكاليف التشغيل واسترداد التكلفة

جمع ونقل مياه الصرف الصحي	معالجة الصرف الصحي	نقل مياه الصرف الصحي المعالجة	معالجة مياه الصرف الصحي الإضافية لإعادة استخدامها	توزيع المياه المستصلحة على المستخدمين النهائيين
خدمات البناء والمعدات (الوصف والأبعاد)	محطة معالجة مياه الصرف الصحي، تأجير الأراضي، السياج، طريق الوصول، وكابل الطاقة، الخدمات الهندسية، المعدات، عمولة البنك.	يتم تخزين المخلفات السائلة المعالجة في خزان ري (1000 م3) يقع في موقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا. يضخ المزارعون المخلفات السائلة مباشرة إلى مزارعهم. يتم خلط تكلفة رأس المال والاسترداد مع تكاليف معالجة مياه الصرف الصحي.	وحدة المعالجة بالكلور - يتم خلط تكلفة رأس المال والاسترداد مع تكاليف معالجة مياه الصرف الصحي.	المضخات الصغيرة والأنابيب الرئيسية - يتم دفع تكلفة الوحدات من قبل المزارعين. هناك 10 أنظمة، تبلغ تكلفة كل منها حوالي 300 دولار أمريكي
أصحاب المصلحة الذين يقدمون الخدمة	بلدية أريحا سلطة المياه الفلسطينية	بلدية أريحا سلطة المياه الفلسطينية	بلدية أريحا سلطة المياه الفلسطينية	اتحاد جمعيات المزارعين الفلسطينيين
النفقات الرأسمالية (بالدولار الأمريكي)	23 مليون	يتم خلط التكلفة والاسترداد مع معالجة مياه الصرف الصحي	يتم خلط التكلفة والاسترداد مع معالجة مياه الصرف الصحي	3,000
استرداد النفقات الرأسمالية (بالدولار الأمريكي و٪ من الدعم)	0 (100%)	0	0	0
خدمات العمليات والإدارة (الوصف)	الكهرباء والديزل والكلور وتكاليف الموظفين		الكلور	ضخ مياه الصرف الصحي المعالجة إلى المزارع
النفقات التشغيلية بالدولار الأمريكي/ السنة	JM	JM	JM	PFU
النفقات التشغيلية بالدولار الأمريكي/ السنة	268,755+	0	3,232	ملاحظة: يتم دفع تكلفة الضخ مسبقا من قبل المزارعين بمبلغ 39,850 دولارا أمريكيا
استرداد النفقات التشغيلية بالدولار الأمريكي/ سنة ونسبة الدعم	211,143++ (متوسط) رسوم / تعريفات المياه للأسر (والمستخدمين الحضريين الآخرين) لخدمات مياه الصرف الصحي (دولار أمريكي/ متر مكعب المستخدم)			80,000+++ (دعم 0%) 498,130 متر مكعب المياه المستصلحة المباعة/ سنة × 0.16/ متر مكعب

ملاحظات: النفقات الرأسمالية (CAPEX)، بلدية أريحا (JM)، الشيكل الإسرائيلي الجديد (NIS)، النفقات التشغيلية (OPEX)، اتحاد جمعيات المزارعين الفلسطينيين (PFU)، سلطة المياه الفلسطينية (PWA). + استنادا إلى بيانات مايو 2021. ++ المياه المنزلية المحسوبة لعام 2021 بناء على كمية مياه الصرف الصحي التي تدخل محطة معالجة مياه الصرف الصحي مضروبة في 1.165 (الزيادة السنوية المتوقعة بناء على بيانات عامي 2019 و2020)، مقسومة على 0.427 (النسبة المئوية من المياه المحولة إلى مياه الصرف الصحي بناء على دراسات سابقة في أريحا)؛ 0.16 دولار أمريكي يعادل 0.5 شيكل يتم تحصيلها مقابل كل 1متر مكعب من إمدادات المياه كرسوم لمياه الصرف الصحي. +++ مياه الصرف الصحي المعاد استخدامها المحسوبة لعام 2021 بناء على البيانات المتاحة لعام 2020 مضروبة في 1.27 كما هو متوقع من الزيادة على أساس العام السابق (2019).

+++ مياه الصرف الصحي المعاد استخدامها المحسوبة لعام 2021 بناء على البيانات المتاحة لعام 2020 مضروبة في 1.27 كما هو متوقع من الزيادة على أساس العام السابق (2019).

المساواة في النوع الاجتماعي

جميع المزارعين المشاركين في المشروع، بمن فيهم أصحاب المزارع والعمال، هم من الذكور. يعتبر العمل في مزارع النخيل النائية شاقا للغاية وغير مقبول اجتماعيا للنساء. هناك فرص للنساء في فصل التمور وتعبئتها، وهي فترة تستمر لمدة خمسة أشهر وتمثل فيها العاملات 75-100 ٪ من القوى العاملة. ومع ذلك، وبما أن المزارع هي أعمال عائلية، بينما يملكها رجال، فإن النساء يشاركن في إدارة الأعمال.

في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا، جميع الموظفين من الذكور، على الرغم من عدم وجود حواجز مؤسسية أمام عمل النساء هناك. تعتبر مشاركة المرأة المنخفضة في القوى العاملة قضية وطنية في فلسطين، حيث تصل إلى 18٪ فقط من إجمالي النساء في سن العمل (الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني 2020). بالإضافة إلى ذلك، أظهرت دراسة حديثة أن التوزيع النسبي للمهنيين الذين تتراوح أعمارهم بين 20 و29 عاما والحاصلين على درجة الدبلوم المتوسط أو البكالوريوس والمؤهلين في الهندسة كان 4٪ من الإناث مقارنة ب 11٪ من الذكور (الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني 2019).

القدرة على الصمود في مواجهة كوفيد-19

في حين أن جائحة كوفيد 19 لم يكن لها تأثير واضح على أداء محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا، فقد تأثرت أرباح المزارعين ومصانع التمور الثلاثة سلبا. كان للواقع نفقات إضافية على السلامة الصحية أدت إلى زيادة التكاليف التشغيلية بنسبة 3٪ على الأقل بينما تم وضع بعض العمال في المصانع المصابة بكوفيد 19 في الحجر الصحي على الراتب الكامل. ومن الآثار الخاصة للجائحة كانت القيود المفروضة على التنقل، بما في ذلك القيود المفروضة على السفر الدولي، مما أثر سلبا على مبيعات التمور وزيادة تكاليف الشحن. علاوة على ذلك، فقد انخفض الطلب المحلي والدولي ببساطة بسبب انخفاض التجمعات والمناسبات الاجتماعية، مما أدى إلى انخفاض سعر البيع بنحو 30٪ وسوق أصبح أكثر محليةً فقط. ومع ذلك، وعلى الرغم من الآثار الاقتصادية السلبية للجائحة، فقد تمكنت زراعة نخيل التمر من الصمود في وجه الأزمة، حتى مع انخفاض الأرباح خلال هذه الفترة.

قابلية التوسع وإمكانية التكرار

إن الطلب على المخلفات السائلة المعالجة المنتجة في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا يصل إلى أن المياه المعاد تدويرها تستخدم إلى أقصى حد لها لري نخيل التمر، في منطقة ذات توافر محدود لموارد المياه الأخرى. في الواقع، هناك قائمة انتظار للمزارعين الذين يرغبون في الانضمام إلى المخطط بمجرد زيادة القدرة الاستيعابية. أولئك الذين يتلقون بالفعل المياه المعاد تدويرها راضون للغاية. لم تشهد أي آثار سلبية على كمية أو نوعية التمور أو البيئة العامة. بل على العكس من ذلك، يشهد المزارعون آثارا إيجابية.

محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا لا تعمل بعد بكامل طاقتها، والتي من المتوقع أن تصل إلى أربعة أضعاف الإنتاج الحالي. وهذا يعني إمكانية التوسع في استخدام المياه المستصلحة في نخيل التمر مزارع في أريحا عالية جداً. وبالمثل، فبسبب النجاح الكبير الذي حققته أريحا في خطة معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة

استخدامها، من المنظورات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، فإن قابلية المشروع للتكرار بشكل كبير متوقعة ليس فقط في فلسطين ولكن أيضا في بلدان أخرى في المنطقة ذات ظروف مماثلة.

.

تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات

يعرض الجدول 5.3 مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات لمياه الصرف الصحي المعالجة واستخدامها كمصدر للمياه المعاد تدويرها لري نخيل التمر في أريحا.

الجدول 5.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا وري نخيل التمر في الضفة الغربية: تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات.

	مفيد لتحقيق الأهداف	**مضر** لتحقيق الأهداف
الأصل الداخلي سمات المؤسسة	**مواطن القوة** ■ يمكن ضمان الحد الأدنى من كمية المياه ■ فوائد المنتج الجانبي ■ متطلبات طاقة منخفضة ■ نظام متطور لتنقية المياه ■ الفوائد الاجتماعية والبيئية والاقتصادية ذات الصلة	**مواطن الضعف** ■ ارتفاع سعر المخلفات السائلة المعالجة ■ لا يتوفر تخزين كاف للمياه الفائضة خلال بعض المواسم
العوامل الخارجية سمات البيئة	**الفرص** ■ سياسة ترشيد استهلاك المياه ■ الطلب على المياه المستصلحة أعلى من إمكانات المحطة ■ قبول عالي لمياه الصرف الصحي المعالجة كمصدر للمياه ■ الوعي العام بمشكلة ندرة المياه وإمكانات المصدر الجديد ■ زيادة فترة الجفاف ■ زيادة استخدام المواد الصلبة الحيوية (الحمأة) ممكن ■ التركيز على مصادر المياه البديلة ■ سهولة التسويق الاجتماعي لفوائد المنتج	**التهديدات** ■ يمكن أن تؤدي العمليات غير السليمة وترتيبات الإدارة إلى تعريض الأداء للخطر ■ المخاطر الصحية المحتملة على المشغلين والجيران والمزارعين والمستهلكين ■ إذا كان الفريق لا يقدر تماما الفوائد القوية للرصد والتفكير، فلن يتم تنفيذها بشكل كاف ■ لا يوجد استرداد كامل للنفقات الرأسمالية والنفقات التشغيلية ■ انخفاض الاتساق بين أصحاب المصلحة

العوامل الرئيسية للنجاح طوال المشروع والدروس المستفادة

خلال تصميم المشروع وبنائه وتشغيله، تشمل العوامل الرئيسية للنجاح في مشروع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا ومشروع ري نخيل التمر في الضفة الغربية ما يلي:

- نجحت محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا في توفير الكميات المتفق عليها من مياه الصرف الصحي للمزارعين، وتلبية احتياجاتهم وإنشاء قاعدة عملاء، بالإضافة إلى إعادة استخدام جميع مياه الصرف الصحي.
- إن إعادة استخدام مياه الصرف الصحي تخلق دخلا لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا، وبالتالي تساهم في الاستدامة المالية لهذه البنية التحتية البيئية المهمة وتقلل من رسوم التعريفة إلى السكان المخدومين.
- تعتبر المياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا مصدرا إضافيا للمياه التي عززت إمكانات الأعمال التجارية الزراعية لنخيل التمر في منطقة أريحا.
- لم يتم الإبلاغ عن أي آثار سلبية على أشجار النخيل والبشر والحيوانات من استخدام المياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا. كما يبدو أن التربة لم تتأثر على الرغم من أن هذا يعتمد فقط على الملاحظات البصرية التي تقارنها بأجزاء أخرى من المزارع حيث لا يتم استخدام المخلفات السائلة المعالجة.

تشمل الدروس المستفادة ما يلي:

- يحتاج أصحاب المصلحة إلى مزيد من المعرفة حول المخلفات السائلة المعالجة وإلى تنسيق أفضل، وهو ما يمكن تحقيقه من خلال ورش العمل والاجتماعات الأفضل تنظيما والأكثر تواترا.
- أشار المزارعون إلى الحاجة إلى التدريب على استخدام المخلفات السائلة المعالجة من أجل استخدام أكثر إنتاجية وأمانا للمورد.

الأساليب المتبعة

تم جمع تقارير حول حالة المياه في الضفة الغربية ومعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها ومراجعتها. وشمل ذلك تقارير شهرية عن محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا للفترة من يناير 2019 إلى مايو 2021، والتي تضمنت بيانات حول كميات التأثير والمخلفات السائلة وإعادة الاستخدام، وتكلفة المعالجة واستهلاك الطاقة المسجلة من قبل مشغلي المحطة.

تم تصميم استبيان منظم لجمع البيانات من كل من المزارعين السبعة في منطقة الري. تم تصميمه بعد التشاور مع الأشخاص الرئيسيين المعنيين بإعادة استخدام المياه في وزارة الزراعة ومحطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا. يستخدم المزارعون، الذين يمتلكون ويديرون مزارع كبيرة لأشجار النخيل، المياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا لري مزارعهم.

أجريت مقابلات مع كل مزارع، تم إجراء خمسة منها شخصيا. ومن بين الأشخاص الآخرين الذين تمت مقابلتهم المشغل الرئيسي لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في أريحا ومدير إدارة إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في وزارة الزراعة.

تضمن الاستبيان 58 سؤالا منظما، بالإضافة إلى أسئلة مفتوحة، مجمعة في الفئات الرئيسية التالية:

- معلومات عامة عن المزارعين والمزارع المروية
- مستوى المعرفة لدى المزارعين
- ممارسات إعادة استخدام المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي
- رصد عملية إعادة الاستخدام في المزارع
- أسعار وكمية المياه
- الحوافز والعقبات
- آثار استخدام المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي

تم تحليل البيانات التي تم جمعها ومعالجتها باستخدام Microsoft Excel.

المراجع

JICA (الوكالة اليابانية للتعاون الدولي). 2011. تقرير المسح التحضيري لمشروع جمع ومعالجة مياه الصرف الصحي في أريحا وإعادة استخدامها في سلطة الحكم الذاتي المؤقتة الفلسطينية. دولة فلسطين، سلطة المياه الفلسطينية، رام الله، فلسطين. جايكا واستشاري (NJS). متاح على https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12039525_01.pdf (تم الوصول إليه في 7 أيلول/ سبتمبر 2022)

JICA (الوكالة اليابانية للتعاون الدولي) 2014. حفل افتتاح مشروع جمع ومعالجة مياه الصرف الصحي في أريحا وإعادة استخدامها. متاح على https://www.jica.go.jp/palestine/english/office/topics/140710.html (تم الاطلاع عليه في 7 سبتمبر/أيلول 2022)

MOA (وزارة الزراعة)، سلطة المياه الفلسطينية. 2014. تحديد سياسة اقتصادية متكاملة لتشجيع المزارعين على إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الري. فلسطين. وزارة الزراعة، سلطة المياه الفلسطينية.

وزارة الزراعة. 2016. الاستراتيجية الوطنية للقطاع الزراعي (2017-2022): المرونة والتنمية المستدامة.

دولة فلسطين. وزارة الزراعة. 59 ص. متوفر في http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/pal174456E.pdf (تم الاطلاع في 7 سبتمبر/أيلول 2022)

PCBSالجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني. 2019. أخبار الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني: بيان صحفي للطلاب المتقدمين لامتحانات شهادة الثانوية العامة «التوجيهية». دولة فلسطين. الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني. متاح في https://www.pcbs.gov.ps/site/512/default.aspx?lang=en&ItemID=3772 (تم الاطلاع في 7 سبتمبر/ أيلول 2022)

PCBSالجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني. 2020. أخبار الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني: الدكتور عوض يسلط الضوء على وضع المرأة الفلسطينية عشية اليوم العالمي للمرأة. دولة فلسطين. الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني. متوفر في https://www.pcbs.gov.ps/site/512/default.aspx?lang=en&ItemID=3679 (تم الاطلاع في 7 سبتمبر/أيلول 2022)

PSI (مؤسسة المواصفات والمقاييس الفلسطينية). 2015. مياه الصرف الصحي المعالجة - مياه الصرف الصحي المعالجة للأغراض الزراعية، معيار فلسطين: PS 742-2015 (الطبعة الثانية). معايير مياه الصرف الصحي المعالجة. رام الله، فلسطين. (PSI).

سلطة المياه الفلسطينية. 2014. الاستراتيجية الوطنية الفلسطينية للمياه والصرف الصحي نحو بناء الدولة الفلسطينية من منظور المياه. دولة فلسطين. سلطة المياه الفلسطينية.

سلطة المياه الفلسطينية. 2017. دراسة الحالة والأهمية الاقتصادية لإعادة استخدام المياه المعالجة في الضفة الغربية (فلسطين). دولة فلسطين، سلطة المياه الفلسطينية.

Smithers, R.; Harrison, M.; Mimi, Z.; Hardan, K.; Abdelall, S.; Hasan, A. 2016. الخطة الوطنية للتكيف مع تغير المناخ. دولة فلسطين. إيقا. (سلطة جودة البيئة الفلسطينية). 216ص. متاح في https://unfccc.int/files/national_reports/non-annex_i_parties/application/pdf/national_adaptation_plan_state_of_palestine.pdf (تم الوصول إليه في 7 أيلول/ سبتمبر 2022)

دراسة الحالة 6: الأردن

محطة تالا باي لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدام مياهه من قبل الفنادق والمنتجعات

لؤي فروخ

المختصرات

ADADC	شركة تطوير العقبة
ASEZ	منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة
ASEZA	سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة
AWC	شركة مياه العقبة
JPTD	مشاريع الأردن للتنمية السياحية
USAID	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية
WAJ	سلطة المياه الأردنية
WWTP	محطة معالجة مياه الصرف الصحي

التاريخ ومبررات المشروع

العقبة هي مدينة في جنوب الأردن على البحر الأحمر، بالقرب من الحدود السعودية ومصر. تحظى بشعبية لدى السياح الذين يأتون للاستمتاع بالعديد من عوامل الجذب بما في ذلك الحياة البحرية والشعاب المرجانية والطقس الدافئ في فصل الشتاء والقرب من مدينة البتراء التاريخية الشهيرة.

كان مجمع تالا باي للفنادق والمنتجعات (المشار إليه فيما يلي باسم منتجع تالا باي) أول منتجع ومجمع نمط حياة يتم تطويره في الأردن (الشكل 6.1). على شواطئ البحر الأحمر، على بعد 14 كم جنوب العقبة، حيث يحتل مساحة 2.7 مليون م2 (مشاريع الأردن للتنمية السياحية 2022). يمتد على طول 7 كم من الخط الساحلي وموقعه على جانب التل يمنح الزوار إطلالات بانورامية على المرسى وجبل سيناء.

تم تطوير منتجع تالا باي كجزء من منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة (ASEZ)- وهي منطقة تطوير منخفضة الضرائب ومعفاة من الرسوم الجمركية ومتعددة القطاعات تم افتتاحها في عام 2001 (شركة تطوير العقبة 2022، منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة 2001، وشركة مياه العقبة 2022). تخضع إدارتها وتطويرها لمسؤولية سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة (ASEZA) (سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة 2001، شركة تطوير العقبة 2022). كونها جزءا من منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة جعلت العقبة جذابة للمستثمرين بما في ذلك مشاريع الأردن للتنمية السياحية (JPTD)، أحد المستثمرين في منتجع تالا باي.

تم بناء المنتجع على الشاطئ الجنوبي للعقبة، الذي لا يوجد به نظام لجمع مياه الصرف الصحي. كما هو الحال مع جميع المشاريع المطورة في المناطق التي لا يوجد بها نظام لجمع مياه الصرف الصحي، احتاج المطورون إلى بناء محطة معالجة مياه الصرف الصحي. يوفر هذا المطلب أيضا فرصة لتوفير المياه المعاد تدويرها من المحطة لاستخدامها حول المجمع لري المساحات ذات المناظر الطبيعية، على سبيل المثال، المناطق الخضراء والحدائق. بدأت محطة تالا باي لمعالجة مياه الصرف الصحي (محطة معالجة مياه الصرف الصحي في خليج تالا) عملياتها في عام 2005 لتلبية هذه الحاجة.

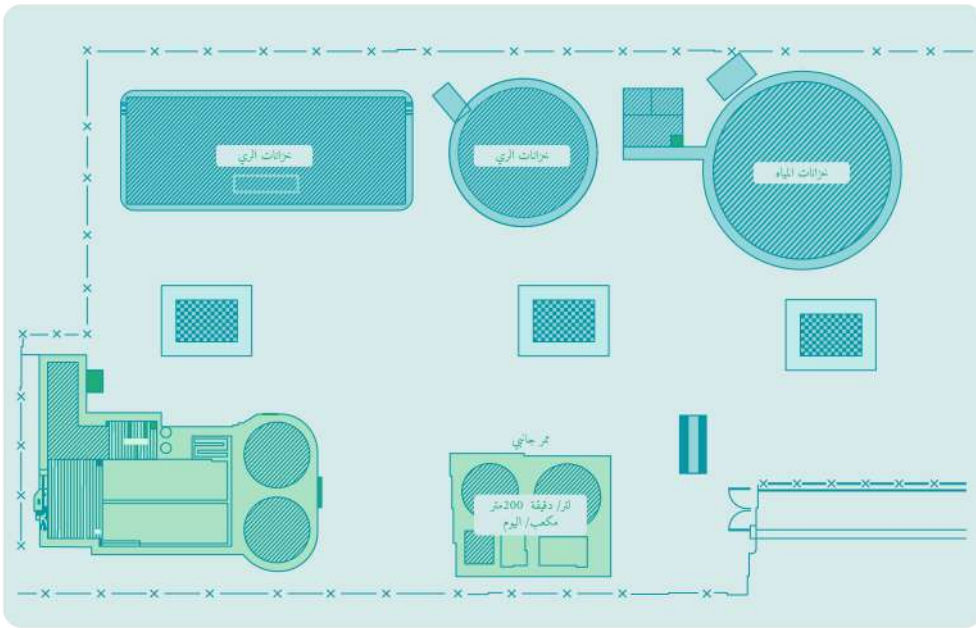
الشكل 6.1 خريطة تالا باي، الأردن توضح موقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي.
المصدر: جوجل إيرث

وصف حالة إعادة الاستخدام في لمحة

بدأت محطة تالا باي لمعالجة مياه الصرف الصحي في تالا باي عملياتها في عام 2005 لخدمة منتجع تالا باي. في البداية، كانت طاقتها 300 متر مكعب/ يوم، والتي زادت إلى 1000 متر مكعب/ يوم عندما قامت شركة أكواتريت لهندسة المياه والصرف الصحي ببناء محطة معالجة جديدة للصرف الصحي بتالا باي مياه (سلطة المياه الأردنية 2020). تقع المحطة على الجانب البحري من المنتجع، حيث يتم ضخ المياه من خلال محطات الرفع إلى خط الجذع الرئيسي، الذي يبلغ قطره 250 ملم وطوله 8 كم. هناك أربع محطات رفع داخل مجمع المنتجع وأربع محطات رفع أخرى خارج المجمع (الشكل 6.2).

تستخدم المحطة نظاما معدلا لمعالجة الحمأة المنشطة وتمر مياه الصرف الصحي المجمعة بثلاث مراحل من المعالجة: الأولية (خزانات إزالة الحصى والترسيب)، والثانوية (الحمأة المنشطة بيولوجيا وإزالة النيتروجين) والثالثة (أحواض الصقل متبوعة بالتطهير بالكلور) (الشكل 6.3). ثم يتم تجفيف الحمأة ونقلها للتخلص منها.

ثم يتم إعادة المياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في تالا باي إلى المنتجع حيث يتم تخزينها في خزان في الموقع بسعة 8000 متر مكعب يتم ضخ المياه من خزان التخزين لإعادة استخدامها بطرق مختلفة حول المنتجع، على سبيل المثال، إلى أنظمة الرش لري المناطق الخضراء في المنتجع أو إلى شبكة التنقيط لري الأشجار. يتم ضخ بعض المياه المعاد تدويرها إلى الفنادق القريبة مثل منتجع وسبا موفنبيك. حاليا، يتم استخدام 500-1000 متر مكعب/ يوم من المياه المعاد تدويرها للري، مع اختلاف المعدل اعتمادا على الإشغال في الفنادق والمنتجعات.



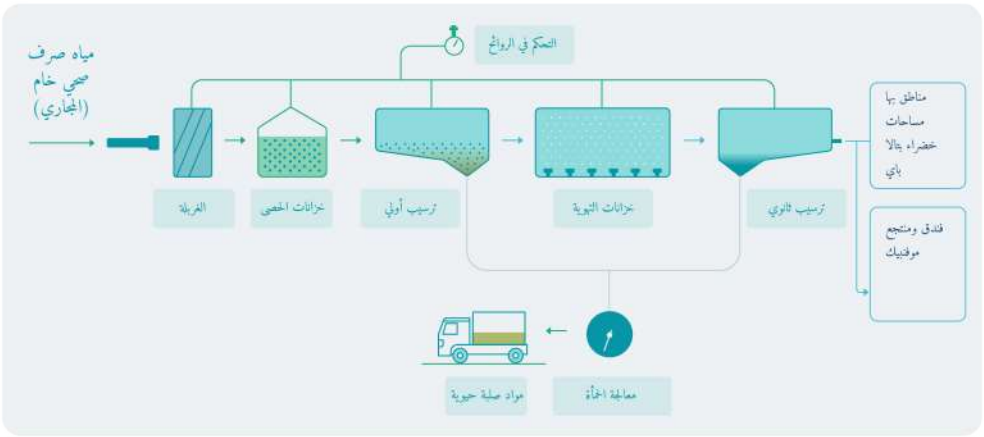
الشكل 6.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي بتالا باي: خريطة الموقع.
المصدر: مشاريع الأردن للتنمية السياحية (JPTD).

أحد التحديات الرئيسية التي تواجه استخدام المياه المعاد تدويرها لري المناطق ذات المناظر الطبيعية هو زيادة مستويات الملوحة في المياه، مما يؤثر على نظام الري بالتنقيط. وتعزى هذه الزيادة بشكل رئيسي إلى استخدامات المياه في الفنادق بما في ذلك الغسيل والمطاعم (مشاريع الأردن للتنمية السياحية 2022).

البيئة المؤسسية والسياساتية الوطنية

تشجع الاستراتيجية الوطنية للمياه في الأردن محطات معالجة مياه الصرف الصحي اللامركزية للصناعة والسياحة وهي واضحة جدا بشأن الحاجة إلى إعادة تدوير المياه لأغراض إعادة الاستخدام المختلفة. تم إنشاء محطة معالجة مياه الصرف الصحي في تالا باي مع وضع معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدام المياه في الاعتبار، وبالتالي المساهمة في الاستراتيجية الوطنية (سلطة المياه الأردنية 2020).

محطة معالجة مياه الصرف الصحي تالا باي مملوكة للقطاع الخاص من قبل JPTD (شركة تطوير العقبة 2022). وهذا يعني أن مسؤولية تشغيلها وصيانتها (O &M) وكذلك إعادة استخدام المياه داخل منطقة الفندق تقع فقط على عاتق مشاريع الأردن للتنمية السياحية (JPTD) وليس شركة مياه العقبة، المسؤولة عن خدمات المياه والصرف الصحي في محافظة العقبة وإعادة استخدام المياه من محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي تخدم مدينة العقبة. نظرا لأن المياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في خليج تالا تستخدم في الغالب لري المناطق ذات المناظر الطبيعية في منطقة المنتجع مع نقل بعضها إلى الفنادق الخاصة القريبة مثل منتجع وسبا موفنبيك، لا يخضع لنظرة شركة مياه العقبة. ومع ذلك، يتعين على مشاريع الأردن للتنمية السياحية JPTD اتباع اللوائح البيئية لسلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة بشأن معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها والتي اعتمدتها وزارة البيئة، وكذلك المعايير الوطنية لجودة المياه للمناظر الطبيعية، والتي تم اعتمادها أيضا من قبل وزارة المياه والري (سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة 2001، شركة تطوير العقبة 2022، وشركة مياه العقبة 2022)



الشكل 6.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في خليج تالا: رسم تخطيطي لنظام المعالجة وإعادة الاستخدام.

أصحاب المصلحة المعنيين ونموذج الإدارة

سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة هي المسؤولة عن إدارة تطوير العقبة بما في ذلك من خلال تطوير الخطط الرئيسية وفرص الاستثمار وهي واحدة من أصحاب المصلحة الرئيسيين المشاركين في إدارة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في خليج تالا (سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة 2001). تم بناء المحطة من قبل مشاريع الأردن للتنمية السياحية JPTD كمستثمر خاص كجزء من تطوير منتجع تالا باي. تم الحصول على الموافقة على بنائها من منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، مما يعني الوفاء باللوائح البيئية الخاصة بها.

تلعب وزارة البيئة والصحة دورا ثانويا يقتصر على حالة محددة من التلوث في الأرض أو البحر المحيط الناجم عن محطة معالجة مياه الصرف الصحي في تالا باي. مختبرات بن حيان، وهي مختبر خاص، مسؤولة عن اختبار عينات المخلفات السائلة للتأكد من أنها تلبي المعايير المحددة التي وضعتها سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة (شركة تطوير العقبة 2022).

يشمل أصحاب المصلحة الآخرون الكيانات التجارية التي توفر المواد الكيميائية والأدوات والمعدات لتشغيل وصيانة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في تالا باي.

التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف

إن محطة معالجة الصرف الصحي تالا باي مملوكة لشركة مشاريع الأردن للتنمية السياحية JPTD، وهي شركة خاصة تغطي تكاليف بنائها وتشغيلها وصيانتها.

تبلغ تكاليف التشغيل والصيانة في الميزانية السنوية للشركة (مثل رواتب الموظفين والكهرباء والوقود وقطع الغيار والمواد الكيميائية) حوالي 350,000 دولار أمريكي (200,000 دينار أردني) سنويا. تتراوح النسبة المئوية لاسترداد التكاليف من 10٪ إلى 20٪ ويتم توليدها من بيع المياه. كجزء من عملياتها التجارية، تبيع مشاريع الأردن للتنمية السياحية JPTD جزءا من مياهها المعاد تدويرها إلى الفنادق القريبة، وخاصة منتجع وسبا موفنبيك، لاستخدامها في المناطق ذات المناظر الطبيعية. يتراوح سعر المياه المباعة بين 0.7 دولار أمريكي و1.4 دولار أمريكي/ للمتر المكعب (0.5 دينار أردني و0.9 دينار أردني) (شركة تطوير العقبة 2022). وتفرض أسعار أعلى للأغراض الصناعية والتجارية وتفرض أسعار أقل على الري (الجدول 6.1).

.

الفوائد والآثار الاجتماعية والاقتصادية والصحية والبيئية

يحقق مشروع إعادة استخدام المياه وفورات اقتصادية كبيرة لمجمع تالا باي للفنادق والمنتجعات. تعتبر المياه العذبة باهظة الثمن بالنسبة للكيانات التجارية والصناعية، حيث تبلغ تكلفتها في المتوسط 2.5-4 دولار أمريكي / متر مكعب مع توفير ما بين 400 دولار أمريكي في اليوم و2500 دولار أمريكي في اليوم من خلال استخدام المياه المعاد تدويرها لري أشجارها ومناطقها الخضراء. كما تباع المياه الفائضة إلى الفنادق المجاورة الأخرى، وخاصة منتجع وسبا موفنبيك القريب، مما يوفر مصدرا إضافيا للدخل.

بالإضافة إلى ذلك، تعمل إعادة استخدام المياه على تحسين البيئة من خلال توسيع المساحات الخضراء حول الفنادق وتستمر محطة معالجة مياه الصرف الصحي في خليج تالا في العمل بشكل صحيح دون الإبلاغ عن أي مشاكل تلوث، مما يفيد من صحة الإنسان والبيئة.

تبلغ الطاقة التصميمية لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في خليج تالا 1000 متر مكعب/ يوم فقط، مما يعني أن تأثيرها الاجتماعي والاقتصادي صغير جدا. لديها أربعة موظفين هم عادة من السكان المحليين في العقبة.

المساواة في النوع الاجتماعي

دراسة قادتها وحدة دراسات المرأة في وزارة المياه والري في الأردن (الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية 2018 هيئة الأمم المتحدة للمرأة و«2018 «REACH) حيث قامت بتقييم وضع أكثر من 1,200 امرأة تعمل في قطاع إمدادات المياه والصرف الصحي في جميع أنحاء البلاد. وكشفت أن 11٪ فقط من العاملين في قطاع المياه هم من النساء

الجدول 6.1 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في تالا باي: التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف.

	جمع ونقل مياه الصرف الصحي	معالجة مياه الصرف الصحي	نقل المياه المعاد تدويرها	معالجة مياه الصرف الصحي الإضافية لإعادة استخدامها	توزيع المستصلحة الماء ل المستخدمين النهائيين
خدمات البناء والمعدات (الوصف والأبعاد)	10 كم من المجاري و8 محطات رفع	نظام الحمأة النشطة	ضخ المياه من 8 إلى 10 كم إلى منتجع تالا باي والفنادق القريبة	لا شيء	كل إعادة استخدام تستخدم لري الأشجار والمساحات الخضراء في منتجع تالا باي والفنادق القريبة
أصحاب المصلحة الذين يقدمون الخدمة	مشاريع الأردن للتنمية السياحية JPTD	مشاريع الأردن للتنمية السياحية JPTD	مشاريع الأردن للتنمية السياحية JPTD	لا شئ	مشاريع الأردن للتنمية السياحية JPTD
النفقات الرأسمالية (بالدولار الأمريكي) استرداد النفقات الرأسمالية ونسبة الدعم	قدمت مشاريع الأردن للتنمية السياحية (JPTD) جميع الأموال لبناء المحطة				
خدمات التشغيل والصيانة (الوصف)	نظام نفاث، دائرة التلفاز المغلق (CCTV) ، فتحة الصيانة، إستبدال المجاري التالفة أو المتآكلة	استبدال الأجزاء التالفة، إزالة الحصى، فحص الزيت والحمأة الناتجة	إصلاح التسرب	لا شي	PTD
صاحب المصلحة الذي يقدم الخدمة	مشاريع الأردن للتنمية السياحية JPTD	مشاريع الأردن للتنمية السياحية JPTD	مشاريع الأردن للتنمية السياحية JPTD		مشاريع الأردن للتنمية السياحية JPTD
النفقات التشغيلية (بالدولار الأمريكي/ سنويًا)	494,350 دولار أمريكي (350،000 دينار أردني)				
استرداد النفقات التشغيلية ونسبة الدعم	10-20 % تغطي مشاريع الأردن للتنمية السياحية جميع التكاليف المتبقية. لا يوجد دعم			لا شئ	

المصدر: مشاريع الأردن للتنمية السياحية (JPTD). ملاحظات: النفقات الرأسمالية (CAPEX)، مشاريع الأردن للتنمية السياحية (JPTD)، التشغيل والصيانة (O &M)، النفقات التشغيلية (OPEX).

وأوصت بأن المرافق المحسنة مثل دور الحضانة والتدريب الإضافي يمكن أن تساعد في زيادة هذا العدد، لا سيما في العمليات التي تكون فيها النسبة أقل بكثير. هناك أيضا تصور لقطاع المياه على أنه مجال عمل ذكوري، لا سيما عندما يتعلق الأمر بساعات العمل الطويلة والعمل الميداني المادي وبعض الحواجز الثقافية. على سبيل المثال، لا يتم تشجيع النساء على السفر بمفردهن، وهو ما قد يكون مطلوبا. ومع ذلك، لا توجد حاليا نساء يعملن في تشغيل وصيانة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في تالا باي أو أي عمل متعلق بها.

القدرة على الصمود في مواجهة كوفيد-19

في عام 2020، تم تقييد ساعات العمل وتحركات الموظفين والمزارعين بسبب جائحة كوفيد-19، بما في ذلك فترة الإغلاق الكامل من فبراير إلى أبريل. وخلال تلك الفترة، لم يسمح إلا للموظفين الرئيسيين بالعمل. وأعقب ذلك فترة خفضت فيها قدرة الموظفين إلى 50 في المائة. ومع ذلك، تمكنت محطة معالجة مياه الصرف الصحي في تالا باي من الاستمرار في العمل واستمر المزارعون في العمل وري مزارعهم كالمعتاد ولكن بعمالة أقل.

قابلية التوسع وإمكانية التكرار

يجب أن تشمل الاستثمارات الخاصة في قطاع السياحة والصناعة في الأردن بناء محطات معالجة مياه الصرف الصحي لخدمة مشاريعهم كجزء من خططهم الاستثمارية. داخل المدن، يمكن لمشاريع التنمية عادة الاتصال بشبكات الصرف الصحي الحالية بحيث يتم تغطية جمع مياه الصرف الصحي ومعالجتها في فواتير المياه. بالنسبة للمناطق التي ليس لديها شبكة صرف صحي مثل الشاطئ الجنوبي لمدينة العقبة، يتعين على الفنادق بناء محطة معالجة خاصة بها.

لا يعتمد بناء محطة معالجة مياه الصرف الصحي لمشروع قائم بذاته، في هذه الحالة، منتجعات تالا باي، على تحليل مالي واقتصادي، بل يعتبر مثل أي منشأة أخرى تابعة لمجمع فندقي ومنتجع. يجب أن يكون المجمع قادرا على جمع مياه الصرف الصحي والتخلص منها، مما يعني أنه يجب اعتبار أي تكاليف مرتبطة بها جزءا من تكلفة المشروع. ومع ذلك، فإن إعادة استخدام المياه المعاد تدويرها التي تنتجها المحطة تمثل قيمة مضافة لأنها توفر تكلفة شراء المياه العذبة لتنسيق الأراضي، والتي تكلف 2.5-4 دولار أمريكي/ متر مكعب للفنادق في العقبة. وفي هذا السياق، توفر محطة معالجة مياه الصرف الصحي في تالا باي نموذجا جيدا يمكن تكراره وتوسيع نطاقه في الفنادق والمنتجعات الأخرى.

تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات

يرد في الجدول 6.2 تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات (SWOT) لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في خليج تالا ومشروع إعادة استخدام المياه. وتشمل النتائج الرئيسية لتحليل المشروع تحقيق وفورات في استخدام المياه العذبة وتخفيض تكاليف المياه والآثار البيئية.

العوامل الرئيسية لتحقيق النجاح على طول دورة حياة المشروع والدروس المستفادة

أثناء تصميم المشروع وبنائه وتشغيله، تشمل العوامل الرئيسية لتحقيق النجاح ما يلي:

- فندق ومنتجع فعال به مساحات خضراء يجذب العديد من الزوار.
- استخدام المياه المعاد تدويرها لتنسيق الحدائق يوفر استخدام المياه العذبة.
- توافر مصدر جديد للمياه يمكن استخدامه لأغراض تنسيق الحدائق من قبل المشروع والمباني أو الفنادق الأخرى المجاورة.
- يمكن بناء المشاريع الاستثمارية مثل الفنادق والمنتجعات الكبيرة في المناطق التي لا توجد بها أنظمة لجمع مياه الصرف الصحي بالفعل.

تشمل الدورس المستفادة ما يلي:

- يتطلب قبول المجتمع المحلي للمشاريع الاستثمارية فرص عمل محتملة للمجتمعات المحلية.
- كان التنسيق مع مختلف المنظمات الحكومية ضروريا لنجاح هذا المشروع.

الجدول 6.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في تالا باي وإعادة استخدام المياه: تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات (SWOT).

	مفيد لتحقيق الأهداف	**مضر** لتحقيق الأهداف
الأصل الداخلي سمات المؤسسة	**مواطن القوة** ■ وفورات كبيرة في تكلفة واستخدام المياه العذبة ■ استرداد جزئي لتكاليف التشغيل والصيانة من خلال مبيعات المياه المعاد تدويرها إلى فنادق أخرى ■ الفوائد البيئية المرئية: ■ زيادة المساحات الخضراء ■ تحسين الصحة العامة	**مواطن الضعف** ■ زيادة نسبة الزيت في مياه الصرف الصحي تؤثر على كفاءة محطة معالجة مياه الصرف الصحي ■ على الرغم من توفر الخبرة المحلية في تشغيل محطة معالجة مياه الصرف الصحي، إلا أن هناك خبرة محدودة في تقنيات المعالجة المتقدمة
العوامل الخارجية سمات البيئة	**الفرص** ■ مصدر جديد للمياه لأغراض تنسيق الحدائق في محيط الفندق والفنادق المجاورة الأخرى ■ انخفاض الطلب على المياه البلدية لاستخدامات المناظر الطبيعية	**التهديدات** ■ في حالة فشل محطة معالجة مياه الصرف الصحي، سيتم تصريف المياه غير المعالجة إلى البحر ■ مشكلة الرائحة إذا انخفضت كفاءة معالجة محطة معالجة مياه الصرف الصحي

المراجع

شركة تطوير العقبة (ADC). 2022. تالا باي. متاح على https://www.adc.jo/project_details.aspx?pro_id=1049 (تم الإطلاع عليه في 23 يونيو 2022)

شركة مياه العقبة 2022

ASEZA (سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة). 2001. نظام البيئة رقم (21). متاح على http://aqaba-zone.com/Pages/viewpage.aspx?pageID=12 تم الإطلاع عليه في 23 يونيو 2022))

JPTD مشاريع الأردن للتنمية السياحية). 2022. اكتشف أفضل أسرار الأردن) Talabay.net. متاح على https://talabay.net/ (accessed on June 22, 2022)

هيئة الأمم المتحدة للمرأة (هيئة الأمم المتحدة للمرأة)؛ (REACH). 2018. مشاركة المرأة في القطاع الزراعي والمؤسسات الريفية والحياة المجتمعية. عمان، الأردن: هيئة الأمم المتحدة للمرأة. 112ص. متوفر على https://jordan.unwomen.org/en/digital-library/publications/2018/womens-participation-in-the-agri-cultural-sec- tor-rural-institutions-and-community-life (تم الاطلاع في 25 يوليو/تموز 2022.

الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID). 2018. حالة النساء الأردنيات في قطاع المياه، الأردن. مبادرة إدارة مياه الأردن. متاح على https://jordankm- portal.com/resources/the-status-of-women-in-jordans-water-sector (تم الإطلاع عليه في 25 يوليو 2022)

WAJ(سلطة المياه الأردنية). 2020. التقرير السنوي 2020. الأردن. سلطة المياه الأردنية (WAJ).متاح على http://mwi.gov.jo/Default/Ar (تم الاطلاع في 25 يوليو/تموز 2022). (متوفر باللغة العربية).

WAJ. 2021. سلطة المياه. الموقع الرسمي للحكومة الإلكترونية الأردنية. متاح على: https://portal.jordan.gov.jo/wps/portal/Home/GovernmentEntities/Ministries/Ministry/Ministry%20of%20/Water%20and%20Irrigation/Water%20Authority

الطرق والموارد

تم طلب بيانات حول محطة معالجة مياه الصرف الصحي في تالا باي وإعادة استخدام المياه مباشرة من مدير المحطة الذي تم إرسال نموذج له لإكماله. أعادها مدير المحطة بعد ثلاثة أسابيع بالمعلومات المطلوبة.

استعرض الاستشاري البيانات وجمعها حسب الحاجة في نموذج المشروع. وفي الحالات التي كانت فيها البيانات مفقودة، أصدر الاستشاري حكما مستنيرا استنادا إلى التجربة الشخصية وبمقارنة المعلومات مع محطات أخرى مماثلة.

مصدر آخر للمعلومات هو موقع مشاريع الأردن للتنمية السياحية (https://talabay.net/)، والذي يوفر معلومات حول تاريخ بناء فنادق ومنتجعات تالا باي والتقرير السنوي لسلطة المياه الأردنية لعام 2020.

دراسة الحالة 7: الأردن

محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى ومنطقة ري البرسيم الحجازي في سد الأحمر

لؤي فروخ

المختصرات

ADC	شركة تطوير العقبة
ASEZ	منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة
ASEZA	سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة
AWC	شركة مياه العقبة
MWI	وزارة المياه والري
JPTD	مشاريع الأردن للتنمية السياحية
USAID	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية
WAJ	سلطة المياه الأردنية
WWTP	محطة معالجة مياه الصرف الصحي

التاريخ ومبررات المشروع

تؤكد الاستراتيجية الوطنية للمياه في الأردن على الدور الهام لإعادة تدوير المياه في تلبية احتياجات الأردن من المياه بما في ذلك الحاجة إلى استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة كمصدر إضافي للمياه التي يمكن استخدامها لأغراض الري. تقدر سلطة المياه الأردنية أنه بحلول عام 2025 ستشكل مياه الصرف الصحي المعالجة ٪16 من ميزانيتها السنوية للمياه.

تعتبر محطة وادي موسى لمعالجة مياه الصرف الصحي (Wadi Musa WWTP) أساسية لهذه الاستراتيجية. تقع في الجزء الجنوبي من الأردن، بالقرب من مدينة البتراء التاريخية، وتملكها محافظة العقبة. بدأت عملياتها في عام 2001 لخدمة 20000 نسمة وهدفها الرئيسي هو معالجة مياه الصرف الصحي المجمعة من الفنادق في البتراء والمناطق السكنية القريبة. تخدم المحطة أربعة تجمعات مجاورة لمنتزه البتراء الأثري- وادي موسى وطيبة وأم صهيون والبيضا (شركة مياه العقبة 2021، سلطة المياه الأردنية 2021).

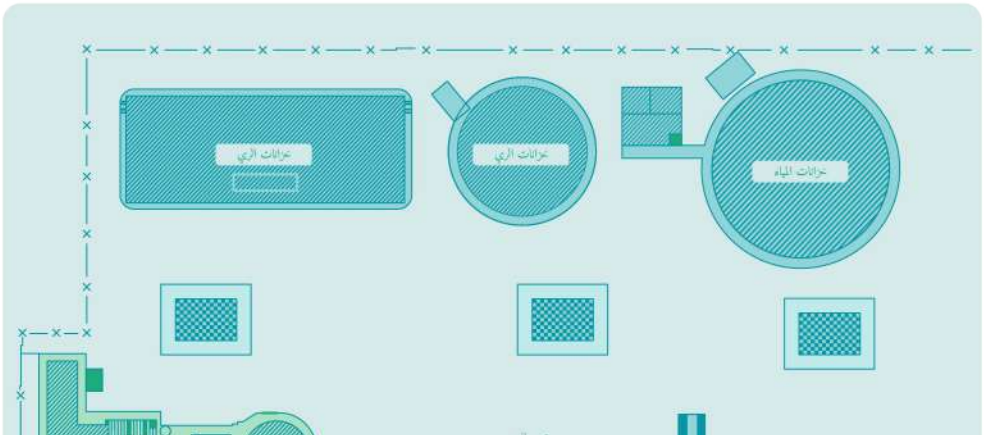
تبلغ القدرة التصميمية لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى 3,400 متر مكعب/ يوم بينما تبلغ الكمية الحالية لمياه الصرف الصحي المعالجة 2,796 متر مكعب/ يوم. يتم استخدام المياه المعاد تدويرها للري من قبل المجتمعات الزراعية في منطقة السد الأحمر كجزء من مشروع إعادة الاستخدام. تعتمد هذه المجتمعات بشكل أساسي على تربية الماشية والأعلاف وقد اعتمدت تاريخيا على المياه الجوفية وتصريف مياه الصرف الصحي المعالجة كمصدر للمياه. تم تطوير فكرة إنشاء مشروع إعادة استخدام المياه لصالح هذه المجتمعات وتنفيذها لاحقا من قبل سلطة المياه الأردنية بدعم من أموال الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (شركة مياه العقبة2021، سلطة المياه الأردنية2021). وهو أول مشروع مجتمعي أنشئ في الأردن.

الشكل 7.1 خريطة موقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى. المصدر: جوجل إيرث.

تقع منطقة إعادة الاستخدام على بعد 10 كم شمال البتراء وهي مجاورة لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى حيث يتم ري ما يصل إلى 100 هكتار باستخدام المياه المستصلحة (الشكل 7.1). ويستفيد من ذلك 80 مزارعا وأسرهم الذين تزرع أراضيهم بشكل رئيسي بمحاصيل العلف، ومعظمها من البرسيم الحجازي. ينتمي المزارعون الذين يمارسون الري بالمياه المستصلحة إلى جمعية مزارعي سد الأحمر كجزء من المشروع.

وصف حالة إعادة الاستخدام في لمحة

يتم جمع مياه الصرف الصحي من الفنادق في مدينة البتراء والمناطق المجاورة عبر شبكة لجمع مياه الصرف الصحي التي تخدم سكان يبلغ عددهم 20,000 نسمة. بمجرد جمعها، يتم نقل مياه الصرف الصحي إلى محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى (شركة مياه العقبة 2021).



الشكل 7.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى: رسم تخطيطي لعملية المعالجة وإعادة استخدام مناطق التصريف..

الصورة 7.2خزانات التهوية (على اليسار)، وصهاريج التخزين (على اليمين) بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي بوادي موسى

تخضع المياه المجمعة لثلاث مراحل من المعالجة الميكانيكية في المحطة: الأولية (خزانات إزالة الحصى والترسيب)، والثانوية (الحمأة المنشطة بيولوجيا وإزالة النيتروجين) والثالثية (أحواض الصقل تليها التطهير بالكلور) (الشكل 7.2) (الصورة 7.1). مع مرور الوقت، انخفضت كفاءة المحطة مع المزارعين الذين يستخدمون مياهها المعاد تدويرها للري حيث يشكون من انخفاض جودة المياه، وخاصة زيادة ملوحتها، مما يؤثر على أنظمة الري بالتنقيط.

تنتج محطة معالجة مياه الصرف الصحي بوادي موسى 2,796 متر مكعب/ يوم من مياه الصرف الصحي المعالجة. يتم نقل هذه المياه إلى 80 مزرعة حول السد الأحمر، وهي مساحة 100 هكتار، لإعادة استخدامها لري المحاصيل العلفية، وخاصة البرسيم الحجازي. يتم إعطاء المياه للمزارعين مجانا كجزء من أهداف المشروع المجتمعي لتشجيع الأعمال التجارية الجديدة. يستخدم المزارعون نظام الري بالتنقيط لتوفير المياه (شركة مياه العقبة 2021، سلطة المياه الأردنية 2021).

يساعد هذا المصدر الجديد للمياه المجتمع المحلي في منطقة السد الأحمر على العمل في الزراعة ويخلق فرص عمل للمجتمع المحلي بما في ذلك النساء الموظفات لحصاد المحاصيل. غير أنه من المهم ملاحظة أن البيانات الكاملة المصنفة حسب النوع الاجتماعي ليست متاحة بعد.

البيئة الوطنية المؤسسية والسياساتية

وضعت وزارة المياه والري، التي تخضع حاليا لإعادة الهيكلة، مبادئ توجيهية في استراتيجيتها الوطنية للمياه تدفع الأردن نحو إنشاء قدرة مؤسسية لمراقبة وتنظيم وإنفاذ لوائح مياه الصرف الصحي. منها:

- توسيع قدرة جمع ومعالجة مياه الصرف الصحي لتغطية جميع أنحاء الأردن على النحو المنصوص عليه في الخطة الرئيسية الوطنية لمياه الصرف الصحي لعام 2013.
- توسيع أنظمة الصرف الصحي اللامركزية
- إشراك القطاع الخاص في تشغيل وصيانة محطات معالجة مياه الصرف الصحي.
- التأكد من أن المخلفات السائلة المعالجة تتوافق مع المعايير الوطنية الموضوعة حديثا (JS893-1995).
- زيادة استخدام المياه المعاد تدويرها للري بما في ذلك المحاصيل المختارة التي تتناسب مع جودة مياه الري.
- تقليل المخاطر البيئية بما في ذلك المخاطر المحددة على طبقات المياه الجوفية في تطوير أنظمة إعادة استخدام المياه.
- وضع معايير لبناء وإدارة خزانات الصرف الصحي حيث لا يكون من الممكن وجود أنظمة لجمع مياه الصرف الصحي ومرافق المعالجة.

بالإضافة إلى ذلك، من المتطلبات القانونية أنه:

- يجب أن يتم ربط أي مبنى تخدمه شبكة تجميع مياه الصرف الصحي بشبكة التجميع إذا كانت متاحة.
- لا يمكن للكيان الصناعي أن يتم ربطه بنظام التجميع المحلي ما لم يتم قبول جودة المخلفات السائلة.

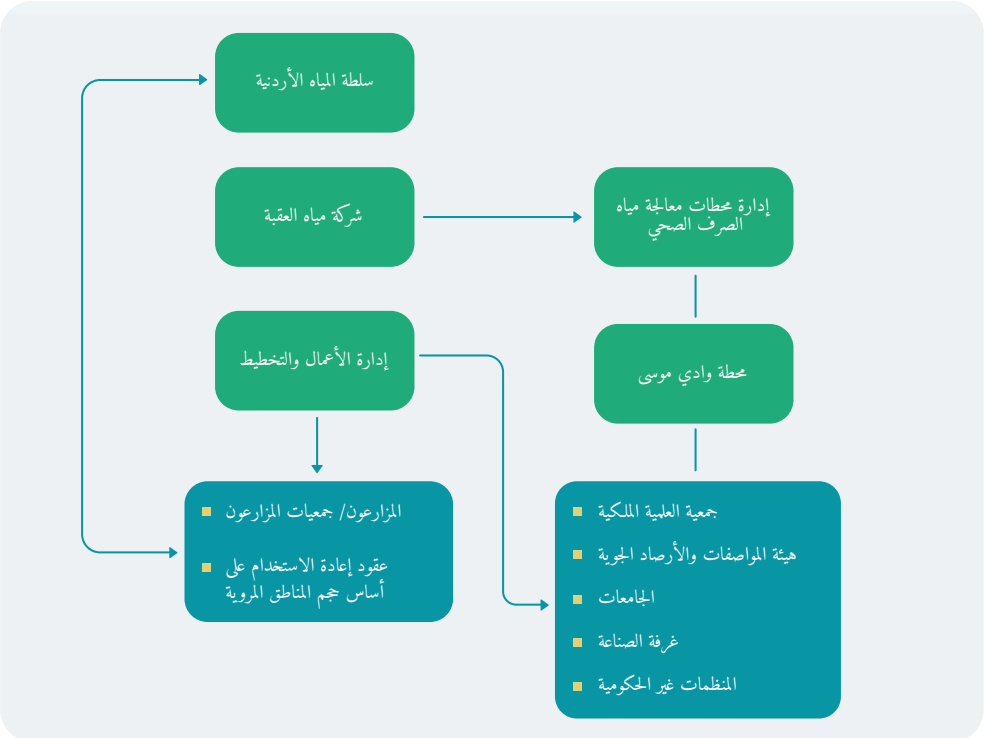
سلطة المياه الأردنية مسؤولة عن تنفيذ السياسة والاستراتيجية الوطنية لمياه الصرف الصحي في الأردن وتعمل حاليا كمنظم لقطاع مياه الصرف الصحي. يتم تنفيذ العمليات من قبل الشركات الحكومية (شركات مياه

اليرموك ومياهنا والعقبة). داخل سلطة المياه الأردنية، يقوم قسم التخطيط والإدارة بتنسيق ومراقبة محطات معالجة مياه الصرف الصحي. تدير شركة مياه العقبة (AWC) محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى (شركة مياه العقبة 2021، سلطة المياه الأردنية 2021).

أصحاب المصلحة المعنيين ونموذج الإدارة

في الأردن، وزارة المياه والري (MWI) مسؤولة عن الاستراتيجية وتعاون الجهات المانحة بما في ذلك التخطيط الشامل في قطاعي المياه والصرف الصحي. وتتولى سلطة المياه الأردنية (WAJ) مسؤولية مقدمي الخدمات، في حين أن شركة مياه العقبة (AWC) مسؤولة عن خدمات المياه والصرف الصحي في المحافظات الجنوبية.

يتم تشغيل محطة وادي موسى لمعالجة مياه الصرف الصحي من قبل شركة مياه العقبة (AWC)، التي تقوم بتشغيل وصيانة المحطة وشبكة الصرف الصحي التي تخدم منطقتي البتراء ووادي موسى (سلطة المياه الأردنية 2021). وهي تتعاون مع جميع أصحاب المصلحة المعنيين في المنطقة لتحسين خدمات المياه والصرف الصحي.



الشكل 7.3 أصحاب المصلحة ونموذج الإدارة: رسم تخطيطي.

فعلى سبيل المثال، هناك اتفاق تعاون مع الجمعية العلمية الملكية لخدمات اختبار المضخات والأنابيب وغيرها من الأدوات والمعدات، وبالمثل، اتفاقية تعاون مع مؤسسة المواصفات والمقاييس الأردنية بشأن اعتماد معايير نوعية المياه. أما وزارة البيئة ووزارة الصحة فلكل منهما دور رقابي لحماية البيئة وصحة الإنسان (الشكل 7.3).

تدير شركة مياه العقبة (AWC) محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى بالإضافة إلى خط النقل ومحطات التعزيز على طول الخط إلى منطقة السد الأحمر. تتم إدارة توزيع المياه المعاد تدويرها على المزارع من قبل جمعية مزارعي السد الأحمر، التي تدير أيضا تسويق محاصيل البرسيم الحجازي وبيعها في الأسواق المحلية.

تدعم وزارة الزراعة المزارعين ببرامج تدريبية حول استخدام نظام الري بالتنقيط وحول العناصر الغذائية الموجودة في المياه المعاد تدويرها. المحتوى الغذائي العالي للمياه المعاد تدويرها يعني أنهم لم يعودوا بحاجة إلى استخدام الأسمدة على محاصيل البرسيم االحجازي (كما تم الكشف عنه خلال الاجتماعات مع ممثلي السد الأحمر).

التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف

تم تمويل بناء محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى وخط نقل إعادة الاستخدام ومحطات التعزيز وصهاريج التخزين وشبكة الري من قبل الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية. يتم تغطية تكاليف التشغيل والصيانة (O &M) للمحطة وخط النقل من قبل شركة مياه العقبة (AWC) وتشمل رواتب الموظفين والكهرباء والوقود وقطع الغيار والمواد الكيميائية (الجدول 7.1).

يتم تغطية النفقات الرأسمالية (CAPEX) للبنية التحتية لمياه الصرف الصحي بما في ذلك شبكة الصرف الصحي ومحطات المعالجة بشكل أساسي من خلال منح المانحين بمساهمة حكومية تتراوح بين 10 و20٪. تتراوح النسبة المئوية المقدرة لاسترداد التكاليف لتكلفة التشغيل والصيانة من 50-70 ٪ تم جمعها من مصدرين. المصدر الأول هو رسوم الاشتراك بينما المصدر الثاني هو فواتير استهلاك المياه حيث يتم إضافة نسبة تكلفة تتراوح ما بين 0.04-1.1 ٪ إلى تكاليف استهلاك المياه المنزلية لخدمات الصرف الصحي. يتراوح الدعم الحكومي المقدر بين 30-50 ٪.

الآثار والفوائد الاجتماعية والاقتصادية والصحية والبيئية

من الواضح أن شبكة الصرف الصحي ومعالجة مياه الصرف الصحي تساعد على حماية صحة الإنسان والبيئة في مدينة البتراء ووادي موسى، مما يقلل من عدد خزانات الصرف الصحي التي لا تزال قيد الاستخدام إلى منطقة صغيرة غير متصلة بشبكة الصرف الصحي. إحدى الفوائد الصحية والبيئية الرئيسية الأخرى هي الحد من مخاطر التلوث الميكروبي للمياه الجوفية والتربة والمحاصيل من خزانات الصرف الصحي أو تصريف مياه الصرف الصحي الخام في الوديان- الوديان والأنهار والقنوات الجافة خارج موسم الأمطار.

ومن حيث الأثر الاجتماعي والاقتصادي، فإن مصدر المياه الجديد هذا يوفر فرصا لـ 100 مزرعة تستخدمها الآن لزراعة محاصيل البرسيم الحجازي كأعلاف، مما يخلق فرص عمل لـ 200 إلى 300 شخص، بما في ذلك فرص للنساء. تمكنت الأسر العاملة في الأنشطة الزراعية من توليد الدخل من المزارع، مما يساعدهم على الاستقرار في مناطقهم بدلا من الانتقال إلى المدن الكبيرة للعمل. بالإضافة إلى ذلك، أدى موقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى بالقرب من مشروع إعادة الاستخدام إلى خلق فرص عمل للمجتمع المحلي في تشغيل وصيانة المحطة وخطوط النقل.

نظرا لأن المياه المعاد تدويرها غنية بالعناصر الغذائية، فهناك أيضا وفورات من تكاليف الأسمدة. كما تزداد الغلة بنسبة 10 إلى 15٪. كما أن رسوم الشحن ضئيلة عند أقل من 0.2 دولار أمريكي / متر مكعب.

المساواة في النوع الاجتماعي

قيمت دراسة أجرتها وحدة دراسات المرأة في وزارة المياه والري في الأردن (الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية 2018) وضع أكثر من 1,200 امرأة تعمل في خدمات إمدادات المياه والصرف الصحي في جميع أنحاء البلاد. وكشفت الدراسة أن 11٪ فقط من العاملين في قطاع المياه هم من النساء، وأوصت بأن المرافق المحسنة مثل دور الحضانة والتدريب الإضافي يمكن أن تساعد في زيادة هذا العدد، خاصة في العمليات التي تكون فيها النسبة أقل بكثير. هناك

الجدول 7.1 محطة معالجة مياه الصرف الصحي بوادي موسى. التمويل والنظرة المالية واستعادة التكاليف

	جمع ونقل مياه الصرف الصحي	معالجة مياه الصرف الصحي	نقل المياه المعاد تدويرها	معالجة مياه الصرف الصحي الإضافية لإعادة استخدامها	توزيع المياه المستصلحة على المستخدمين النهائيين
خدمات البناء والمعدات (الوصف والأبعاد)	90 كم من المجاري قطرها 200-500 مم وأربع محطات ضخ	تهوية ممتدة	ضخ المياه 10 كم لمشروع زراعي	لا يوجد	مضخة مياه لنقل 10 كم إلى صهاريج التخزين في المزارع
أصحاب المصلحة الذين يقدمون الخدمة	شركة مياه العقبة	شركة مياه العقبة	شركة مياه العقبة	لا يوجد	منظمة السد الأحمر
النفقات الرأسمالية (بالدولار الأمريكي)	26,000,000	19,100,381.61	2,000,000*	لا يوجد	350/1000 * متر مربع
استرداد النفقات الرأسمالية والنسبة المئوية للدعم	يتم تمويل معظم البنية التحتية لمياه الصرف الصحي من قبل الجهات المانحة بمساهمة حكومية تتراوح بين 10-20 ٪				نظم الري بالتنقيط الزراعي التي يمولها المزارعون
خدمات التشغيل والصيانة (الوصف)	النظام النفاث، تلفزيون الدائرة المغلقة / شاشات لمراقبة(CCTV) ، أغطية غرف التفتيش، استبدال المجاري التالفة أو المتآكلة	استبدال الأجزاء التالفة وإزالة الحصى وغربلة الزيت والحمأة	إصلاح تسرب محطات التعزيز/ خطوط النقل	لا يوجد	إصلاح انسداد الري بالتنقيط وتسرب خطوط التوزيع
أصحاب المصلحة الذين يقدمون الخدمة	سلطة المياه الأردنية	شركة مياه العقبة	شركة مياه العقبة	شركة مياه العقبة	منظمة السد الأحمر
النفقات التشغيلية (بالدولار الأمريكي/ سنة)	65,000	500,000/سنة	لا يوجد	لا يوجد	35/1,000 * متر مربع
استرداد النفقات التشغيلية والنسبة المئوية للدعم	*50-70 % * الدعم 30 إلى 50 %				

المصدر: شركة مياه العقبة (AWC) 2021، سلطة المياه الأردنية (WAJ) 2021 ملاحظات: (CAPEX) النفقات الرأسمالية، (O&M) التشغيل والصيانة، (OPEX) النفقات التشغيلية *= أرقام مقدرة.

أيضا تصور لقطاع المياه كمجال ذكوري للعمل، لا سيما عندما يتعلق الأمر بساعات العمل الطويلة والعمل الميداني والاعتماد على القوة الجسدية. في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى، يتم تنفيذ جميع أعمال التشغيل والإدارة من قبل الرجال. أحد الأسباب الرئيسية لذلك هو أن موقع المصنع بعيد عن مدينة البتراء، بالإضافة إلى نوع العمل وساعات العمل الطويلة والنوبات الليلية.

إن إمكانية زيادة فرص العمل للنساء من خلال حالات إعادة استخدام المياه واعدة. أظهرت دراسة للأمم المتحدة أن مشاركة المرأة في القطاع الزراعي لا تزال مصدرا حاسما لتوظيف أفقر المواطنين في البلاد ومصدرا رئيسيا للأمن الغذائي (هيئة الأمم المتحدة للمرأة و«REACH» 2018). تتراوح نسبة النساء العاملات في الأنشطة الزراعية كجزء من مشروع إعادة استخدام المياه بالسد الأحمر من 10 إلى 15٪ (هيئة الأمم المتحدة للمرأة و«REACH» 2018).

القدرة على الصمود في مواجهة كوفيد-19

في عام 2020، تم تقييد ساعات العمل وتحركات الموظفين والمزارعين بسبب جائحة كوفيد 19، بما في ذلك فترة الإغلاق الكامل من فبراير إلى أبريل. وخلال تلك الفترة، لم يسمح إلا للموظفين الرئيسيين بالعمل. وأعقب ذلك فترة خفضت فيها قدرة الموظفين إلى 50 في المائة. ومع ذلك، تمكنت محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى من الاستمرار في العمل واستمر المزارعون في العمل وري مزارعهم كالمعتاد ولكن بعمالة أقل.

قابلية التوسع وإمكانية التكرار

كل محطة معالجة مياه ثابتة تم إنشاؤها حديثا في الأردن لديها خطة لإعادة استخدام المياه المرتبطة بها. تقوم معظم المحطات بتصريف مياه الصرف الصحي المعالجة إلى الوادي، والتي يتم تخزينها في السدود. من السدود، يتم خلط المياه المعاد تدويرها مع مياه الأمطار، ونقلها إلى وادي الأردن لأغراض الري. لدى عدد قليل من المحطات مثل محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى مشروع محدد لإعادة استخدام مياهها، حيث في هذه الحالة، يتم نقل 100٪ من المياه المعاد تدويرها إلى مشروع إعادة الاستخدام.

يمكن اعتبار نموذج إعادة استخدام محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى وسد الأحمر ناجحا. وقد مكن وجود مصدر جديد للمياه المزارعين من زراعة أراضيهم وتوليد الدخل لكسب عيشهم. إنه يساعد المجتمع المحلي على البقاء في منطقتهم وبناء أعمالهم الزراعية الخاصة. وهذا نهج يمكن تكراره في مجالات أخرى. ومع ذلك، فقد اعتمد هذا النموذج على الدعم الحكومي الكامل ودعم المانحين لتمويل البنية التحتية لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي وشبكة نقل وتوزيع إعادة الاستخدام. ومن العناصر الأخرى التي ساهمت في هذا النجاح الحد الأدنى من رسوم إعادة استخدام المياه (أقل من 0.2 دولار أمريكي / متر مكعب) وإنشاء جمعية السد الأحمر للمزارعين. الجمعية، التي ساعدت المزارعين بالمساعدة الفنية حول كيفية بدء مشاريعهم والحفاظ عليها وكيفية تسويق منتجاتهم الزراعية.

تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات (SWOT)

يوضح الجدول أدناه تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات (SWOT) لمنطقة الري في وادي موسى ومحطة معالجة مياه الصرف الصحي في سد الأحمر (الجدول 7.2). وتتمثل نتائج التحليل الرئيسية في أن مشروع إعادة استخدام المياه قد ساعد في خلق فرص عمل للمجتمع المحلي، وتوفير المياه الجوفية لاستخدامات الشرب وحماية البيئة.

العوامل الرئيسية لنجاح المشروع والدروس المستفادة

أثناء تصميم المشروع وبنائه وتشغيله، تشمل العوامل الرئيسية للنجاح ما يلي:

- الدعم الحكومي على جميع المستويات بما في ذلك تمويل الخطوط الرئيسية وشبكات التوزيع.
- لا توجد رسوم.
- يتطلب الموقع القريب للمزارع من محطة المعالجة خط نقل بطول 10 كم.
- تضاريس المنطقة مسطحة تقريبا لذا يلزم حداً أدنى من الضخ.
- تنمو المحاصيل المناسبة مثل البرسيم الحجازي في المنطقة لإنتاج غلات جيدة.
- انخفاض في استخدام الأسمدة وتكلفتها بسبب نوع الماء الغني بالمغذيات.

الجدول 7.2 حالة إعادة الاستخدام بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى والسد الأحمر: تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات.

	مفيد لتحقيق الأهداف	**مضر** لتحقيق الأهداف
الأصل الداخلي سمات المؤسسة	**مواطن القوة** ■ وفورات كبيرة في تكلفة واستخدام المياه العذبة ■ استرداد جزئي لتكاليف التشغيل والصيانة من خلال مبيعات المياه المعاد تدويرها إلى فنادق أخرى ■ الفوائد البيئية المرئية: ■ زيادة المساحات الخضراء ■ تحسين الصحة العامة	**مواطن الضعف** ■ زيادة نسبة الزيت في مياه الصرف الصحي تؤثر على كفاءة محطة معالجة مياه الصرف الصحي ■ على الرغم من توفر الخبرة المحلية في تشغيل محطة معالجة مياه الصرف الصحي، إلا أن هناك خبرة محدودة في تقنيات المعالجة المتقدمة
العوامل الخارجية سمات البيئة	**الفرص** ■ مصدر جديد للمياه لأغراض تنسيق الحدائق في محيط الفندق والفنادق المجاورة الأخرى ■ انخفاض الطلب على المياه البلدية لاستخدامات المناظر الطبيعية	**التهديدات** ■ في حالة فشل محطة معالجة مياه الصرف الصحي، سيتم تصريف المياه غير المعالجة إلى البحر ■ مشكلة الرائحة إذا انخفضت كفاءة معالجة محطة معالجة مياه الصرف الصحي

تشمل الدروس المستفادة ما يلي:

- يتعاون المجتمع المحلي مع هذه المشاريع بمجرد أن يكون هناك دعم حكومي.
- إن وعي المزارعين حول الري الفعال سيقلل من كميات المياه المستخدمة ويقلل من تكاليف التشغيل والصيانة.
- من شأن تيسير الإجراءات الحكومية أن يشجع المزارعين على الاستفادة من الدعم الحكومي.

الأساليب والموارد

تتم إدارة وتشغيل محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسى من قبل شركة مياه العقبة. للوصول إلى البيانات المتعلقة بالمحطة، يجب إرسال طلب رسمي من خلال سلطة المياه الأردنية والتي ترسله إلى شركة مياه العقبة. بمجرد إعداد المعلومات المطلوبة من قبل شركة مياه العقبة، يجب معالجتها وفحصها من خلال قسم الحقوق المعلومات في سلطة المياه الأردنية في عمان قبل إصدارها. لا يسمح بالتواصل المباشر مع الموظفين في المحطة.

لهذا الغرض، تم إرسال خطاب طلب البيانات المطلوبة لتوصيف المحطة إلى الأمين العام لسلطة المياه الأردنية في مايو 2021 باستخدام النموذج المطلوب. تشمل مصادر المعلومات الأخرى المستخدمة في دراسة حالة إعادة استخدام المياه هذه تقارير سلطة المياه الأردنية المنشورة، وموقع شركة مياه العقبة والمواقع الأخرى ذات الصلة، ومعلومات من الدراسات السابقة.

استغرق الأمر أسبوعين حتى تتم معالجة طلب البيانات والموافقة عليه وتسليمه. قام الاستشاري بمراجعة البيانات وتجميعها حسب الحاجة في النموذج. وفي الحالات التي كانت فيها البيانات مفقودة، أصدر الاستشاري حكما مستنيرا بناء على الخبرة، ومن خلال مقارنة المعلومات حول محطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي موسي مع محطات أخرى مماثلة.

شملت مصادر المعلومات الأخرى المستخدمة لجمع البيانات لدراسة الحالة هذه الموقع الإلكتروني للسلطة والاجتماعات مع ممثلي السد الأحمر ومختلف منشورات الرابطة.

المراجع

AWC (شركة مياه العقبة). 2021. قاعدة بيانات شركة مياه العقبة. الأردن.

هيئة الأمم المتحدة للمرأة (هيئة الأمم المتحدة للمرأة)؛ (REACH). 2018. مشاركة المرأة في القطاع الزراعي والمؤسسات الريفية والحياة المجتمعية. عمان، الأردن: هيئة الأمم المتحدة للمرأة. 112ص. متوفر على: https://jordan.unwomen.org/en/digital-library/publications/2018/womens-participation-in-the-agri-cultural-sec- tor-rural-institutions-and-community-life (تم الاطلاع في 25 يوليو/تموز 2022).

الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID). 2018. وضع المرأة الأردنية في قطاع المياه. الأردن: مبادرة إدارة المياه في الأردن. متاح على portal.com/resources/the-status-of-women-in-jordans-water-sector (تم الاطلاع في 25 يوليو/تموز 2022).

WAJ (سلطة المياه الأردنية). 2021. سلطة المياه. الموقع الرسمي للحكومة الإلكترونية الأردنية. متاح على: https://portal.jordan.gov.jo/wps/portal/Home/GovernmentEntities/Ministries/Ministry/Ministry%20of%20Water%20and%20Irrigation/Water%20Authority/ (تم الاطلاع في 23 يونيو/حزيران 2022).

دراسة الحالة 8: الإمارات العربية المتحدة

محطة الوثبة 2 لمعالجة مياه الصرف الصحي ومخطط الري في أبوظبي

محمد داود

Acronyms

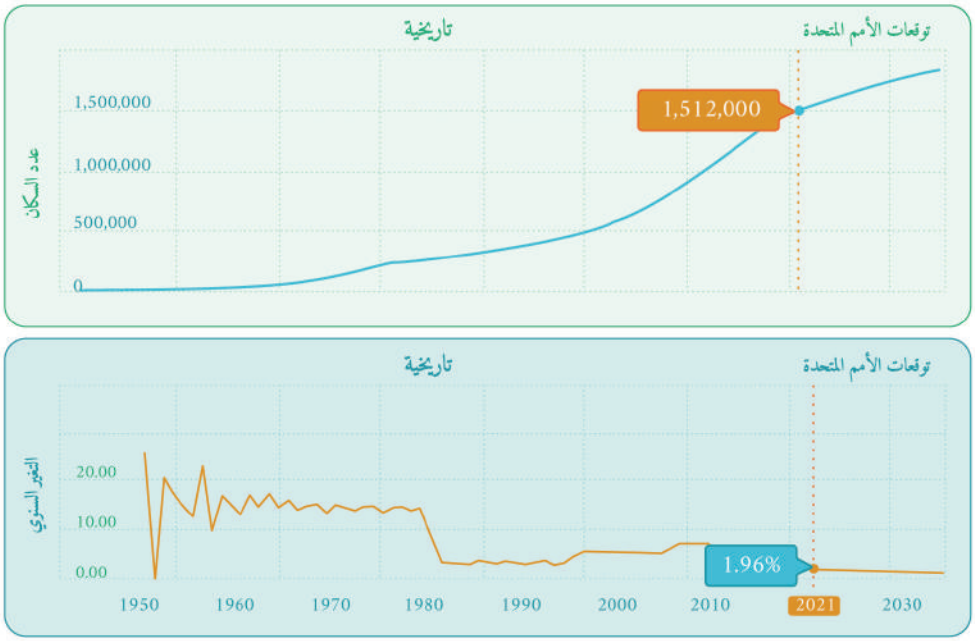
AADC	شركة العين للتوزيع
ADDC	شركة أبو ظبي للتوزيع
ADSSC	شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي
DOE	وزارة الطاقة
RSB	مكتب التنظيم والرقابة
SCAD	مركز الإحصاء - أبو ظبي
UAE	الإمارات العربية المتحدة
WWTP	محطة معالجة مياه الصرف الصحي

التاريخ ومبررات المشروع

أدى النمو السكاني المستمر في إمارة أبوظبي، جنبا إلى جنب مع التنمية الاقتصادية السريعة، إلى زيادة إنتاج مياه الصرف الصحي. وقد خلق هذا حاجة ملحة للإدارة المستدامة لمياه الصرف الصحي لإدراجها في خطط الإدارة المتكاملة للموارد المائية للحكومة.

في عام 2021 ، بلغ عدد سكان منطقة أبوظبي الحضرية 1,512,000، وهو ما يمثل زيادة بنسبة 2٪ تقريبا عن عام 2020 (الشكل 1). حتى عام 2021، كانت المنطقة بأكملها تخدمها محطة معالجة مياه الصرف الصحي في المفرق (محطة معالجة مياه الصرف الصحي في المفرق)، والتي تبلغ طاقتها 66,902,867 متر مكعب/ سنة (شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي 2020). كانت المحطة قديمة ومثقلة بالأعطال ولا تستطيع التعامل مع مياه الصرف الصحي المتزايدة القادمة من المدينة والمستوطنات المحيطة المطورة حديثا.

في عام 2011، تم إنشاء محطتين ومرفقين جديدين للمعالجة لتعزيز خدمات معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة أبوظبي والمناطق المحيطة بها واستبدال محطة معالجة مياه الصرف الصحي في المفرق في النهاية. تم تصميم محطتي الوثبة-1 والوثبة-2 لمعالجة مياه الصرف الصحي (المشار إليهما فيما يلي بمحطات معالجة مياه الصرف الصحي الوثبة-1 والوثبة-2) لسد الثغرات في مرافق المعالجة الحالية الناجمة عن زيادة حجم مياه الصرف الصحي وإنتاج المياه المعاد تدويرها لاستخدامها كمياه ري للمزارع والحدائق والمناطق الخضراء وما شابه ذلك في جميع أنحاء أبوظبي كجزء من أنشطة إدارة الموارد المائية المستدامة. تبلغ الطاقة التصميمية لكل محطة 109,500,000 متر مكعب/ سنة بزيادة في إمكانية القدرة من 124,100,000 متر مكعب/ سنة إلى 219,000,000 متر مكعب/ يوم. بالإضافة إلى ذلك، استمرت محطة معالجة مياه الصرف الصحي في المفرق في العمل، وإن كان ذلك بسعة محدودة، حتى عام 2021.

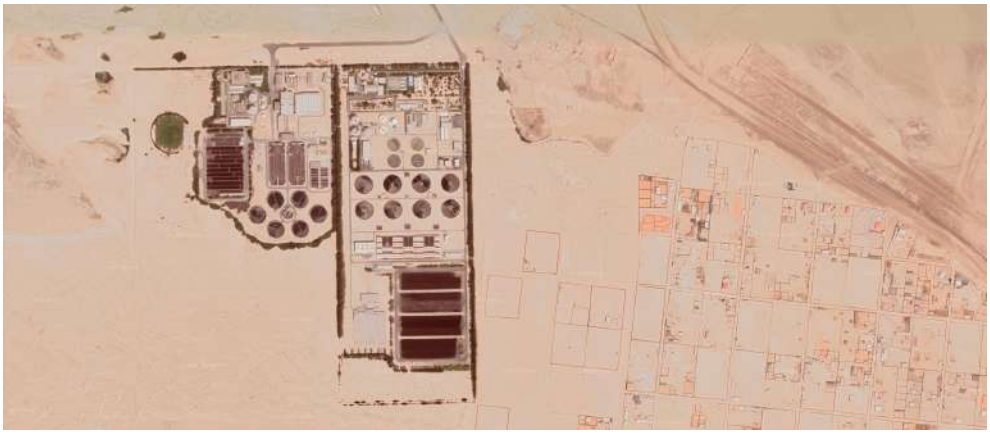


الشكل 8.1 عدد سكان المنطقة الحضرية لإمارة أبو ظبي (1950-2030). المصدر: مركز الإحصاء- أبوظبي 2021..

تعالج محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة 2 (الشكل 8.2، الصورة 8.1) جزءا كبيرا من مياه الصرف الصحي القادمة من مدينة أبوظبي. تبلغ قدرتها للمعالجة 300,000 متر مكعب/ يوم وهى مصممة لخدمة سكان يبلغ عددهم 1,500,000. ارتفع الإنتاج في المحطة من 65,000,000 متر مكعب/ سنة في عام 2012 إلى أكثر من 82,600,000 متر مكعب/ سنة في عام 2020 (الشكل 8.3).

تشمل التحديات التي تواجه محطة معالجة مياه الصرف الصحي في محطة الوثبة 2 على سبيل المثال لا الحصر:

- **تصريف مياه الصرف الصحي إلى البيئة:** بعد الانتهاء من المشروع، تم إعادة تدوير وإعادة استخدام 45٪ فقط من المياه المعالجة. أما نسبة إلى الـ 55٪ المتبقية فقد تم تصريفها إلى قناة المصفح على الخليج العربي، مما تسبب في آثار اقتصادية وبيئية سلبية. يمكن إعادة استخدام هذه المياه كمياه ري.
- **جودة مياه الصرف الصحي المعالجة:** تقع منطقة مستجمعات المياه في الوثبة 2 تحت مستوى سطح البحر. وقد أدى ذلك إلى تسرب مياه البحر إلى شبكة التجميع وأدى إلى مستويات عالية من الملوحة (بين 3000-4000 جزء في المليون)، وهو ما ينعكس في مستويات ملوحة المياه المنتجة في محطة معالجة مياه الصرف الصحي. وقد قللت المياه ذات مستويات الملوحة العالية من إمكانية إعادة الاستخدام.



الشكل 8.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة-2: خريطة الموقع والمخطط العام.

المصدر: جوجل إيرث.

الصورة 8.1 محطة معالجة مياه الصرف الصحي الوثبة-2.

المصدر: شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي.

الشكل 8.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة -2: الإنتاج 2012-2020.

لمحة عن حالة إعادة الاستخدام

تعد إعادة استخدام المياه لأغراض الري، وخاصة لإنتاج الغذاء، أمرا أساسيا في استراتيجية إمارة أبوظبي لزيادة الأمن الغذائي والاكتفاء الذاتي الغذائي. كما أنها أساسية لخططها المتكاملة لإدارة الموارد المائية، والتي تتضمن هدفا طموحا للوصول إلى صفر تصريف للمياه المعاد تدويرها في البيئة بحلول عام 2020.

تحقيقا لهذه الغاية، في عام 2016، وافقت حكومة أبو ظبي على مشروعين ضخمين لإعادة استخدام 55٪ من المياه المعالجة، والتي كان يتم تصريفها في البيئة. بدأت هذه المشاريع، التي تشمل الانتهاء من شبكات النقل والتوزيع المطلوبة ومحطات الضخ للمياه المعاد تدويرها للوصول إلى المستخدمين النهائيين، في عام 2020 بتوقع تاريخ الانتهاء في أغسطس 2022 وتكلفة استثمارية تقارب 0.3 مليار دولار أمريكي. كان من المقرر في الأصل الانتهاء من الأعمال بحلول عام 2020 ولكن تم تأجيلها بسبب جائحة كوفيد-19.

بالإضافة إلى 105,000 متر مكعب/ يوم من المياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة-2 المستخدمة حاليا لري المناطق ذات المناظر الطبيعية والمساحات الخضراء حول المرافق المحلية، هناك إمكانية استخدامها في الري الزراعي حيث يمكن أن تساهم في كل من الاستراتيجيات البيئية والغذائية. في عام 2014، تم تزويد 185 مزرعة ب 27000 متر مكعب/ يوم من المياه المعاد تدويرها من المحطة. بحلول أغسطس 2022، كان من المتوقع أن يتم استخدام 390,000 متر مكعب/ يوم إضافية من المياه المعاد تدويرها من محطة الوثبة -1 و -2 لري 4,200 مزرعة، بنصف هذه المياه المعاد تدويرها تأتي من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة -2 (داود 2017) (الشكل 8.4).

من الناحية البيئية، وجد تقييم أولي أجرته وزارة الطاقة (DOE) أن إعادة تغذية طبقة المياه الجوفية باستخدام المياه المعاد تدويرها من المحطة يمكن استخدامها أيضا كوسيلة تحسين نوعية المياه الجوفية قليلة الملوحة وإمكانية إعادة تغذية مياه الري الزائدة خلال مواسم غير الذروة إلى شبكة طبقة المياه الجوفية لاستخدامها لاحقا. من

المزايا الكبيرة لإعادة تغذية طبقة المياه الجوفية باستخدام المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي هي أنها تقطع الاتصال من الأنبوب إلى الأنبوب لإعادة الاستخدام المباشر. ويقدم مشروع إعادة الاستخدام هذا مساهمة كبيرة في استبدال استخدام المياه المحلاة ب 125,000 متر مكعب/ يوم وتكاليف صيانة وتشغيل أكثر من 1,000 بئر مياه جوفية.

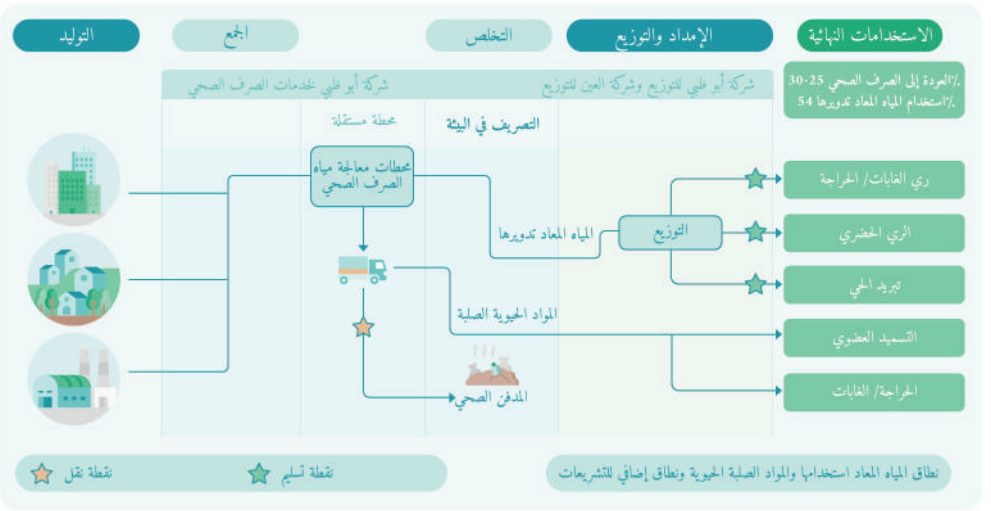
البيئة المؤسسية والسياساتية الوطنية

تاريخيا، كان جمع مياه الصرف الصحي ومعالجتها وتصريفها وإعادة استخدامها في إمارة أبوظبي تحت مسؤولية مكتب التنظيم والرقابة، وهو جزء من المكتب التنفيذي لإمارة أبوظبي. ومع ذلك، تغير هذا في عام 2018 عندما تم إنشاء هيكل حكومي جديد تضمن وزارة الطاقة الجديدة (DOE). تم إنشاء وزارة الطاقة لدفع جهود التحول في مجال الطاقة والمياه في الإمارة نحو إنشاء قطاع يعزز التنمية الاقتصادية والنمو الديموغرافي والتنمية الاجتماعية والاستدامة البيئية (وفقا للقانون رقم 11 لعام 2018).

في عام 2010، أصدر مكتب التنظيم والرقابة إطار عمل لوائح التحكم في المخلفات السائلة التجارية لإمارة أبوظبي (الشكلان 8.5 و 8.6)، لحماية الصحة العامة وتنظيم مختلف جوانب معالجة مياه الصرف الصحي وإدارتها ومراقبتها.

صحاب المصلحة المعنيين ونموذج الإدارة

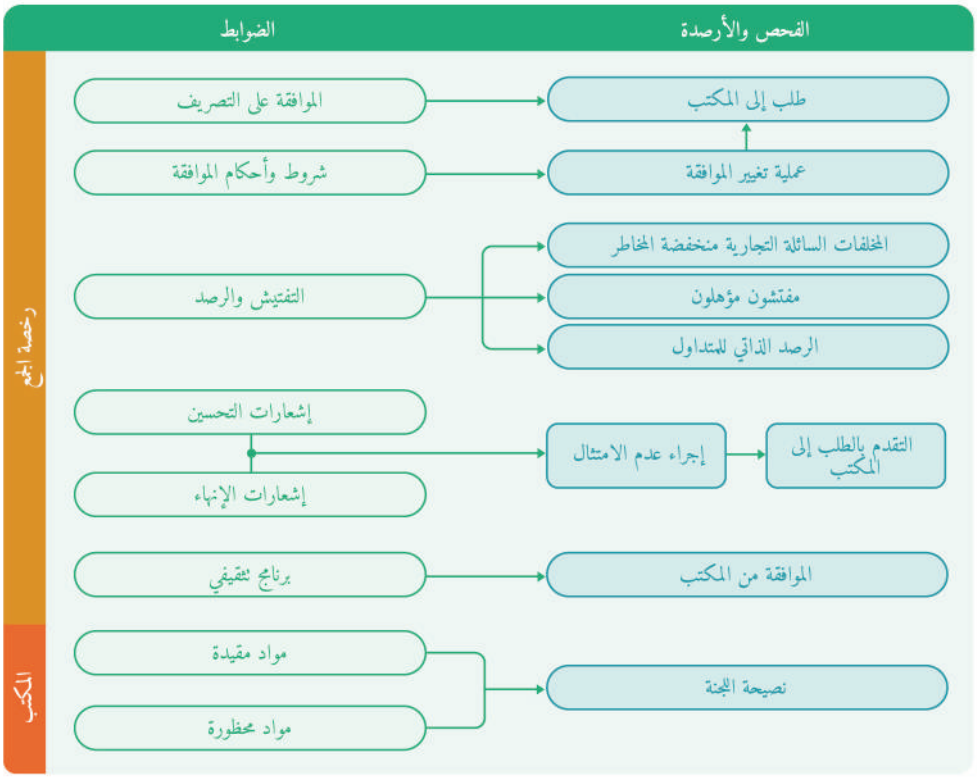
تقوم شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي بإدارة وتشغيل كل من محطتي الوثبة 1 و2 وهي مسؤولة عن أجزاء مختلفة من السلسلة بما في ذلك الجمع والمعالجة. تم مؤخرا تكليف شركة أبوظبي للتوزيع (ADDC) وشركة العين



الشكل 8.4 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة -2 ومشروع إعادة الاستخدام: رسم تخطيطي ونموذج إداري..

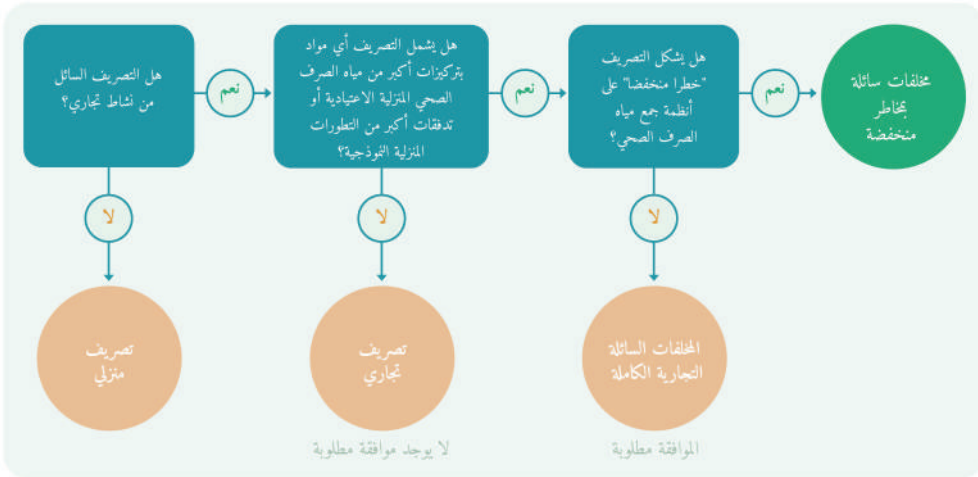
المصدر: وزارة الطاقة 2019.

ملاحظات: (AADC) شركة العين للتوزيع، (AADC) شركة أبوظبي للتوزيع، (ADSSC) شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي، (ISTP) محطة معالجة مياه الصرف الصحي المستقلة، (RW &B) المياه المعاد تدويرها والمواد الصلبة الحيوية



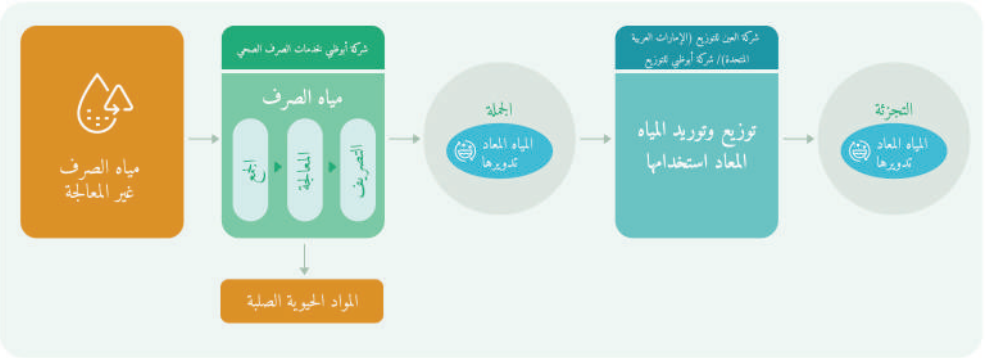
الشكل 8.5 إطار عمل لوائح التحكم في المخلفات السائلة التجارية لإمارة أبوظبي لعام 2010.

المصدر: مجلس أبوظبي للجودة والمطابقة 2010.



الشكل 8.6 مخطط توصيف تصريف المخلفات السائلة التجارية في إمارة أبوظبي.

المصدر: مجلس أبوظبي للجودة والمطابقة 2010.



الشكل 8.7 هيكل جمع مياه الصرف الصحي المعاد تدويرها ومعالجتها وإعادة استخدامها في الوثبة -2.

المصدر: وزارة الطاقة 2019. ملاحظات: (AADC) شركة العين للتوزيع، (ADDC) شركة أبوظبي للتوزيع، (ADSSC) شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي.

للتوزيع (AADC) بمسؤولية نقل وتوزيع المياه المعاد تدويرها للاستخدام غير الصالح للشرب، ومعظمها من أجل الري، في حين أن وزارة الطاقة مسؤولة عن المراقبة والتنظيم. فيما يتعلق بأصول أعمال المياه المعاد تدويرها في أبوظبي، التي كان لديها شبكة توزيع تبلغ 1050 كيلومترا و494 نقطة واجهة في يناير 2018، تم فصل الإدارة عبر كيانات مختلفة (الشكل 8.7).

تمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف

تم إنشاء محطة معالجة مياه الصرف الصحي الوثبة 2 في عام 2012 بسعة 109,500,000 متر مكعب/ سنة. وهو مشروع قائم على نظام البناء والتملك والتشغيل ونقل الملكية (BOOT) - آلية تسليم المشروع التي تمنح فيها الحكومة طرفا من القطاع الخاص الحق في تمويل وتصميم وبناء وامتلاك وتشغيل مشروع لعدد محدد من السنوات. محطات معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة -1 والوثبة -2 هي مشاريع BOOT مملوكة لحكومة أبوظبي وتمثلها شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي (ADSSC).

تم تصميم وبناء محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة 2 من قبل شركة الوثبة فيوليا بيسيكس لمياه الصرف الصحي مقابل 280 مليون دولار أمريكي (1.029 مليار درهم إماراتي). وتبلغ تكلفة التشغيل السنوية 35 مليون دولار أمريكي (128.6 مليون درهم إماراتي). حاليا، هناك تعرفة المياه المعاد تدويرها مع جميع النفقات الرأسمالية (CAPEX) والنفقات التشغيلية (OPEX) التي يدفعها الدعم الحكومي. يتم إعطاء المياه المعاد تدويرها للبلديات والمستخدمين النهائيين دون أي تكلفة.

في الوقت الحالي، لا يتم تغطية تكاليف الوثبة-2، ولكن التعرفة بالجملة للمياه المعاد تدويرها، والتي سيتم تطبيقها اعتبارا من يناير 2023، تهدف إلى تغطية تكاليف شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي المتعلقة بإنتاج المياه المعاد تدويرها. وتأتي هذه التعرفة نتيجة لمقترح شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي بتوزيع تكاليفها بين الأنشطة المتعلقة بمياه الصرف الصحي والمياه المعاد تدويرها وتنفيذ آلية لاسترداد التكاليف من خلال تعرفة الجملة. وافقت وزارة الطاقة (DOE) على اقتراح الحصول على تعرفة مياه معاد تدويرها بقيمة 0.46 دولار أمريكي/ متر مكعب (1.7 درهم إماراتي).

الجدول 8.1 التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف.

	جمع ونقل مياه الصرف الصحي	معالجة مياه الصرف الصحي	نقل المياه المعاد تدويرها	معالجة إضافية لإعادة الاستخدام	توزيع المياه المعاد تدويرها على المستخدمين النهائيين
خدمات البناء والمعدات (الوصف والأبعاد)	شبكة الجمع بما في ذلك برنامج تعزيز النفق الاستراتيجي	ترفع المضخات الغاطسة بمحطة الضخ مياه الصرف الصحي الوافدة حوالي 23 مترا في الرأس حيث تنجذب مياه الصرف الصحي عبر النباتات المعالجة الأولية: تزيل الغربال الدقيقة جميع الجسيمات التي يزيد حجمها عن 6 مم. في الخطوة التالية، يستقر الرمل والحصى والحجارة والزجاج المكسور في الخزانات. وأخيرا، تزيل الكاشطات السطحية الزيت والشحوم من مياه الصرف الصحي المعالجة الثانوية: تزيل غالبية الطلب على الأكسجين الحيوي والأمونيا من مياه الصرف الصحي من خلال عمليتين المعالجة الثلاثية: تضمن أن المخلفات السائلة تتوافق مع المعايير التشريعية لأغراض الري. تستخدم مرشحات الوسائط المزدوجة (حجر الخفاف والرمل) لعملية الترشيح. بعد ذلك، يتم تطهير المياه عن طريق حقن هيبوكلوريت الصوديوم المنتج في الموقع. وأخيرا، يتم ضخ المياه المعاد تدويرها إلى خزان بسعة 50,000 متر مكعب حيث يتم توزيعها على المستهلكين لاستخدامها كمياه لأغراض الري.	خطي نقل رئيسيان بقطر 1,200 مم – أحدهما على طول طريق العين بسعة يومية تبلغ 250,000 م3 (75 كم) والآخر على طول شارع دبي بسعة 140,000 م3 (بطول 45 كم) ثلاث محطات ضخ وخزانات أرضية	لا يوجد علاج إضافي لإعادة الاستخدام	شبكة توزيع ل 4200 مزرعة
أصحاب المصلحة الذين يقدمون الخدمة	شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي	شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي	شركة أبو ظبي للتوزيع	لا	هيئة أبوظبي للزراعة والسلامة الغذائية
النفقات الرأسمالية (بالدولار الأمريكي)	5,700 مليون	550 مليون	300 مليون	لا يوجد	50 مليون
استرداد النفقات الرأسمالية والنسبة المئوية للدعم	دعم بنسبة 100٪ من الحكومة	دعم بنسبة 100٪ من الحكومة	دعم بنسبة 100٪ من الحكومة	لا يوجد	دعم بنسبة 100٪ من الحكومة
خدمات التشغيل والصيانة (الوصف)	25 سنة مدة عقد التشغيل	25 سنة مدة عقد التشغيل	عقد التشغيل والصيانة من قبل شركة أبوظبي للتوزيع	لا يوجد	التشغيل والصيانة من قبل هيئة أبوظبي للزراعة والسلامة الغذائية
أصحاب المصلحة الذين يقدمون الخدمات	شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي	شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي	شركة أبوظبي للتوزيع	لا يوجد	هيئة أبوظبي للزراعة والسلامة الغذائية
النفقات التشغيلية (بالدولار الأمريكي/ السنة)	530 مليون	55 مليون	30 مليون	لا يوجد	5 مليون
استرداد النفقات التشغيلية والنسبة المئوية للدعم	دعم بنسبة 100٪ من الحكومة	دعم بنسبة 100٪ من الحكومة	دعم بنسبة 100٪ من الحكومة	لا يوجد	ستكون التعريفات المعتمدة حديثا 0.46 دولار أمريكي (1.7 درهم إماراتي) / متر مكعب اعتبارا من 1 يناير 2023.

ملاحظات: (ADAFSA) هيئة أبوظبي للزراعة والسلامة الغذائية ، (ADDC) شركة أبوظبي للتوزيع، (ADSSC) شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي، (BOD) الطلب على الأكسجين البيولوجي، (CAPEX) النفقات الرأسمالية، (OPEX) النفقات التشغيلية

يتم تغطية تكاليف النفقات الرأسمالية والنفقات التشغيلية لإعادة استخدام البنى التحتية لري 4,200 مزرعة بالكامل من حساب البلديات الذي يدفع لشركة أبوظبي للتوزيع (ADDC).

ترد التفاصيل الكاملة في الجدول 8.1.

الفوائد والآثار الاجتماعية والاقتصادية والصحية والبيئية

تشهد إمارة أبوظبي واحدة من أسرع الاقتصادات نموا سكانيا في العالم، حيث من المتوقع أن يصل عدد سكانها إلى ما يقرب من 7 ملايين نسمة بحلول عام 2030. كانت الحكومة بحاجة إلى اتخاذ إجراءات لضمان تلبية احتياجات البنية التحتية لمياه الصرف الصحي الآن وفي المستقبل.

على الرغم من أن محطة معالجة مياه الصرف الصحي القديمة في المفرق قد تمت ترقيتها باستمرار على مدار تاريخها، بما في ذلك ترقية السعة إلى 260,625 متر مكعب/ يوم في عام 1997 وأنظمة جديدة للتحكم في الروائح الكريهة وإدارة المواد الصلبة الحيوية، إلا أنها أصبحت محملة فوق طاقتها، مما أدى إلى ظهور تصريف مياه الصرف الصحي الخام في البيئة والمعالجة غير الفعالة للكميات المجمعة من مياه الصرف الصحي. كان بناء محطة الوثبة 2 لمعالجة مياه الصرف الصحي جزءا من الأنشطة المخطط لها التي تم تنفيذها في إمارة أبوظبي بين عامي 2010 و2013 لتلبية احتياجات مياه الصرف الصحي لـ 3 ملايين نسمة.

توفر محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة-2 بالفعل فوائد اجتماعية واقتصادية وصحية وبيئية بما في ذلك تقليل تصريف مياه الصرف الصحي الخام إلى البيئة وتقليل الروائح الكريهة وتحسين إدارة المواد الصلبة الحيوية. تصريف مياه الصرف الصحي الخام له آثار صحية وبيئية سلبية. تحسنت جودة مياه الصرف الصحي المعالجة مما زاد من إمكانية إعادة استخدامها كمياه ري لكل من المناطق الخضراء والمناظر الطبيعية وللمناطق الزراعية لتحل محل الاستخدام الحالي للمياه المحلاة. وهذا يوفر 2.77 دولار أمريكي (10.2 درهم) / متر مكعب من المياه المحلاة ويقلل من استهلاك الطاقة، مما يقلل أيضا من انبعاثات الكربون من محطات تحلية المياه. كما أنها أكثر فعالية من حيث التكلفة. تبلغ تكلفة المياه المعاد تدويرها 0.051 دولار أمريكي (1.9 درهم إماراتي)/ متر مكعب مقارنة بالمياه المحلاة باهظة الثمن.

كما يساعد استخدام المياه المعاد تدويرها من محطة الوثبة 2 لمعالجة مياه الصرف الصحي على تحسين وتعزيز جودة المياه الجوفية المتدهورة وزيادة الاحتياطيات للاستخدامات المستقبلية. بحلول أبريل 2022، من المتوقع أن يتم ري 4,200 مزرعة بالمياه المعاد استخدامها، والتي ستحل محل حوالي 250,000 متر مكعب/ يوم من مزارع المياه الجوفية قليلة الملوحة. بالإضافة إلى ذلك، سيتم إعادة تدوير الكتلة الجافة الكلية للمواد الصلبة الحيوية المنتجة في المحطة لإنتاج السماد. في عام 2020 بلغ هذا 13,859 طنا.

المساواة في النوع الاجتماعي

في مارس 2015 أطلقت سمو الشيخة فاطمة بنت مبارك رئيسة الاتحاد النسائي العام الرئيسة الأعلى لمؤسسة التنمية الأسرية رئيسة المجلس الأعلى للأمومة والطفولة الاستراتيجية الوطنية لتمكين المرأة الإماراتية في دولة الإمارات العربية المتحدة. (2015–2021). توفر الاستراتيجية إطارا لجميع الجهات الحكومية الاتحادية والمحلية والقطاع الخاص والمنظمات الاجتماعية لوضع الخطط التي من شأنها توفير العيش الكريم للمرأة وجعلها مبدعة في جميع أشكال التنمية المستدامة. المجالات التنموية. وتعد الاستراتيجية إطارا لوضع خطط العمل التي من شأنها أن تسهم في وضع دولة الإمارات العربية المتحدة في مصاف الدول المتقدمة في مجال تمكين المرأة في صناعة المياه.

توفر تنمية مياه الصرف الصحي إمكانات هائلة لتوظيف النساء حتى لو كان تمثيلهن أقل من الممكن في الوقت الحالي. تعمل ٪0.6 فقط من القوى العاملة النسائية حاليا في قطاع إمدادات المياه والصرف الصحي وإدارة المخلفات على الرغم من أن عدد النساء العاملات في قطاع الصرف الصحي، بما في ذلك في محطة الوثبة 2 لمعالجة مياه الصرف الصحي، قد زاد بنسبة ٪30 منذ عام 2015.

كما تكرس حكومة أبوظبي جهودها لزيادة عدد النساء في المشاريع المتعلقة بإعادة استخدام المياه. ما يقرب من ربع المزارع التي سيتم تزويدها بمياه الصرف الصحي المعالجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي في محطة الوثبة 1 والوثبة 2 مملوكة لنساء مع إمكانية زيادة سبل عيشهم وأمنهم الغذائي. خلال دراسات مجموعات النقاش المركزة التي أجرتها الحكومة، أظهرت النساء مستوى قبول مرتفع من حيث استخدام المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي للأغراض الزراعية.

القدرة على الصمود في مواجهة كوفيد-19

تم جمع عينات مياه الصرف الصحي المعالجة من محطة الوثبة 2 لمعالجة مياه الصرف الصحي في مايو ويونيو 2021 واختبارها بحثا عن الأحمال الفيروسية لـ كوفيد-19 (SARS-CoV-2) لتتبع انتشار الفيروس وكأداة إنذار مبكر للتنبؤ بتفشي المرض في المستقبل. تم جعل العينات المركبة التي تم جمعها على مدار 24 ساعة آمنة ثم تم اختبارها باستخدام مجموعة متنوعة من الطرق المختلفة. لم تكن أي من العينات التي تم اختبارها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة 2 إيجابية خلال فترة أخذ العينات بأكملها، مما يشير إلى أن تقنيات المعالجة المستخدمة في المحطات فعالة وأن المياه المعالجة كانت آمنة لإعادة الاستخدام.

قابلية التوسع وإمكانية التكرار

من المتوقع أن تشكل الإدارة الذكية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي في إمارة أبوظبي بما في ذلك الوثبة -2 والإدارة المستدامة لمياه الصرف الصحي المعالجة مجتمعة حجر الزاوية لتحقيق أهداف أبوظبي للاستدامة. تجربة أبوظبي قابلة للتطوير ويمكن تطبيقها في جميع أنحاء المنطقة وخارجها. ومن الأمثلة على إنجازات إعادة استخدام المياه التي يمكن تكرارها ما يلي:

- حلول التكنولوجيا والخدمات: لضبط وإدارة الأصول الكبيرة والبنية التحتية، دشنت شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي نظام التحكم عن بعد والمراقبة لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي بما في ذلك محطة الوثبة 2. يتيح النظام إمكانية الحفاظ على قاعدة بيانات شاملة تمكن المشرفين من تحليل البيانات وتقديم التقارير لاتخاذ قرارات مستنيرة. تساعد البيانات من النظام أيضا في تطوير وتخطيط برامج الصيانة.
- إعادة الاستخدام وتحقيق صفر تصريف في البيئة: ستصل حكومة أبوظبي إلى صفر تصريف لمياه الصرف الصحي في البيئة بحلول أبريل 2022 من خلال استخدام 390,000 متر مكعب/ يوم في الري. وسيتم استخدام جميع مياه الصرف الصحي المعالجة المنتجة، بما في ذلك مياه الصرف الصحي من محطة الوثبة-2 لمعالجة مياه الصرف الصحي، بشكل كامل لري 4,200 مزرعة بالإضافة إلى الاستخدام الحالي، وسيتم استخدام الزيادات المستقبلية في الإنتاج لإعادة تغذية طبقة المياه الجوفية لتحسين جودة المياه الجوفية والاحتياطي في المناطق القريبة من المزارع الحالية لاستخدامها لاحقا في الري.
- محطات المعالجة المتقدمة: في عام 2015، قامت شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي بالتعاون مع هيئة البيئة بناء أول محطة معالجة متطورة بسعة 27,000 متر مكعب/ يوم لري 230 مزرعة تستخدم المياه الناتجة عن المعالجة الثلاثية لمحطة الوثبة-2.

- الأمن الغذائي: سيساعد استخدام المياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة 2 الحكومة على تحسين نسبة الاكتفاء الذاتي الغذائي. تبلغ النسبة حاليا ٪14 بهدف حكومي للوصول إلى ٪25 بحلول عام 2030.

تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات

يوضح الجدول 8.2 تحليلا لمواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات (SWOT) لمشروع محطة الوثبة 2 لإعادة استخدام المياه في أبوظبي بما في ذلك نظرة عامة على حالات النكسات الخطيرة التي يمكن أن تواجهها خلال دورة حياتها الإجمالية بسبب الضغوط والقيود المؤسسية والاقتصادية والتقنية والاجتماعية.

العوامل الرئيسية للنجاح طوال المشروع والدروس المستفادة

تشمل العوامل الرئيسية للنجاح على طول المشروع ما يلي:

- فهم الدور الذي يمكن أن تلعبه المياه المعالجة من محطة الوثبة 2 لمعالجة مياه الصرف الصحي في منطقة قاحلة بموارد مياه عذبة متجددة ولكن محدودة للغاية، كجزء من خطط الإدارة المتكاملة للموارد المائية وتدابير الاستدامة. بالإضافة إلى كونها مصدرا إضافيا للمياه، يمكنه أيضا تخفيف الضغط على طبقات المياه الجوفية المتدهورة والمياه المحلاة المكلفة، والحد من استخدام الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بها من محطات تحلية المياه وتقليل الآثار البيئية لتحلية المياه.
- أصبحت أجهزة تنقية الغاز الكيميائية الموجودة لإزالة مركبات الغازات ذات الرائحة الكريهة في المياه المعاد تدويرها صديقة للبيئة نتيجة توريد وتركيب مرشحات التنقيط الحيوي في محطات ضخ مياه الصرف الصحي.
- إن استخدام المياه المعاد تدويرها للري في الأراضي الرطبة مثل الوثبة للأراضي الرطبة له آثار بيئية إيجابية

تشمل الدروس المستفادة:

- يمكن أن تؤدي إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بالمعالجة الثلاثية في الري إلى توفير استخدام المياه المحلاة المكلفة والمياه الجوفية الآمنة.
- يمكن أن تساعد التكنولوجيات الناشئة والحديثة في تقليل كل من النفقات الرأسمالية والنفقات التشغيلية.
- هناك العديد من خيارات المعالجة لإعادة الاستخدام المباشر للمياه المستصلحة في البلدان النامية.
- تعد إعادة الاستخدام المباشر للمياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي في إمارة أبوظبي الحل الأكثر تقنية وجدوى اقتصادية عند مقارنتها بالخيارات الأخرى مثل إعادة تغذية طبقة المياه الجوفية لتبريد المناطق.

الأساليب والموارد

لجمع ومراجعة جميع البيانات المطلوبة عن محطة معالجة مياه الصرف الصحي الوثبة-2، تم إرسال نموذج جمع البيانات الذي صممه محمد داوود إلى شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي. بالإضافة إلى ذلك، تم إجراء

الجدول 8.2 محطة الوثبة 2 لمعالجة مياه الصرف الصحي ومشروع إعادة استخدام المياه في أبوظبي: تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات.

	مفيد لتحقيق الأهداف	**مضر** لتحقيق الأهداف
الأصل الداخلي سمات المؤسسة	**مواطن القوة** ■ الإطار التشريعي التمكيني ■ التدريب على التشغيل والإدارة. ■ بناء أنفاق التجميع لتقليل تسرب مياه البحر إلى شبكة التجميع ■ سيتم تطبيق تعرفة مياه الصرف الصحي بحلول 1 يناير 2023 كجزء من استرداد التكاليف	**مواطن الضعف** ■ تصريف مياه الأمطار إلى شبكة تجميع مياه الصرف الصحي ■ يتم إعادة استخدام 45٪ فقط من المياه المنتجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الوثبة 2 ■ تصريف 55٪ من المياه المعاد تدويرها المنتجة في قنوات المصفح البحرية الضحلة والمغلقة مما يسبب آثارا بيئية سلبية ■ عدم وجود بنى تحتية لنقل وتوزيع مياه الصرف الصحي. ■ يؤدي تسرب مياه البحر إلى شبكة التجميع إلى زيادة ملوحة مياه الصرف الصحي الخام إلى 3000-4000 جزء في المليون لا يتم إزالتها بواسطة الوثبة -2 أثناء عملية المعالجة ■ تصريف 13,859 طنا من المواد الصلبة الحيوية إلى البيئة ■ تعريفات مياه الصرف الصحي يمكن أن تشكل تهديدا لإعادة الاستخدام
العوامل الخارجية سمات البيئة	**الفرص** ■ رفع مستوى الوعي البيئي كنقاط لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي ■ إنشاء البنية التحتية للنقل والتوزيع للوصول إلى الاستفادة بنسبة 100٪ من مياه الصرف الصحي المعالجة المنتجة ■ زيادة وتمكين توظيف المرأة في الأدوار التشغيلية في محطة الوثبة 2 لمعالجة مياه الصرف الصحي، والتي هي منخفضة حاليا ■ تطوير التشريعات المتعلقة باستخدام المياه المعاد تدويرها في الزراعة ■ إعادة تدوير 13,859 طنا من المواد الصلبة الحيوية لإنتاج السماد العضوي ■ وضع تدابير زراعية لمراقبة الأراضي الزراعية التي تستخدم المياه المعاد تدويرها لأغراض الري ■ إشراك أصحاب المصلحة وإشراكهم في إعادة استخدام المياه للري ■ تعزيز استرداد التكاليف لإعادة استخدام المياه في الزراعة	**التهديدات** ■ النفقات الرأسمالية اللازمة لتنفيذ والحفاظ على تدابير المعالجة أو التخفيف المناسبة لحل مستوى ملوحة مياه الصرف الصحي المعالجة من الوثبة-

مقابلتين بما في ذلك واحدة مع فريق بلدية أبوظبي وواحدة مع فريق عمليات محطة معالجة مياه الصرف الصحي في محطة الوثبة 2.

وشملت الطرق الأخرى المستخدمة أثناء جمع البيانات وتحليلها تصميم نماذج البيانات ونماذج المخرجات المتعلقة بحالة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في محطة الوثبة 2 بما في ذلك السعة والإنتاج والكميات المعاد استخدامها والجودة بما يتماشى مع المبادئ التوجيهية لوزارة الطاقة.

تم جمع البيانات وتحليلها من مصادر مختلفة على النحو التالي:

- التقرير الإحصائي السنوي لدولة الإمارات العربية المتحدة 2021 المركز الاتحادي للتنافسية والإحصاء (FCSC 2021)
- أوراق جمع البيانات والتقرير السنوي، شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي (ADSSC)
- الاجتماعات الرسمية مع بلدية أبوظبي وشركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي
- التقرير الإحصائي السنوي لإمارة أبوظبي 2020
- مقابلات مع أصحاب المصلحة المشاركين في تشغيل محطة الوثبة 2 لمعالجة مياه الصرف الصحي، وإعادة استخدام المياه المعاد تدويرها من المحطة وتنظيم مياه الصرف الصحي في إمارة أبوظبي.

مراجع

شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي. 2020. التقرير الإحصائي السنوي لإنتاج وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي في أبوظبي. أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة: شركة أبوظبي لخدمات الصرف الصحي.

داوود، م. 2017. جدوى استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في تغذية طبقات المياه الجوفية في أبوظبي. جمعية الخليج لعلوم وتكنولوجيا المياه (WSTA). مؤتمر الخليج الثاني عشر للمياه ، 28-30 مارس 2017، البحرين. https://www.researchgate.net/publication/323476712_Feasibility_of_Using_Treated_Waste-water_in_Groundwater_Aquifer_Recharge_in_Abu_Dhabi

وزارة الطاقة 2019. المياه المعاد تدويرها أول سيطرة تنظيمية. أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة: وزارة الطاقة. 43ص.

FCSC (المركز الاتحادي للتنافسية والإحصاء). 2021. تقرير الإحصاءات السنوي. أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة: وزارة شؤون مجلس الوزراء بدولة الإمارات العربية المتحدة.

مجلس أبوظبي للجودة والمطابقة 2010. لوائح مراقبة المخلفات السائلة التجارية لعام 2010. أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة. مكتب التنظيم والرقابة لقطاع المياه والصرف الصحي والكهرباء في إمارة أبوظبي. 30 ص. https://jawdah.qcc.abudhabi.ae/en/_Registration/QCCServices/Services/STD/ISGL/ISGL-LIST/WA-721.pdf .

مركز الإحصاء أبوظبي (SCAD). 2021. الكتاب الإحصائي السنوي لإمارة أبوظبي 2020. أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة: https://www.scad.gov.ae/Release%20Documents/Statistical%20_Yearbook%20of%20Abu%20Dhabi_2020_Annual_Yearly_en.pdf

دراسة الحالة 9: الإمارات العربية المتحدة

محطة جبل علي لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدام المياه في دبي

محمد داود

المختصرات

EPSS	قسم حماية البيئة والسلامة
UAE	الإمارات العربية المتحدة
WWTP	محطة معالجة مياه الصرف الصحي

التاريخ ومبررات المشروع

في إمارة دبي، أدى مزيج من التنمية الاقتصادية السريعة والنمو السكاني إلى زيادة إنتاج مياه الصرف الصحي، مما زاد من الحاجة الملحة للإدارة المستدامة لمياه الصرف الصحي لتشكل جزءا من خطط الإدارة المتكاملة للموارد المائية. تشمل التحديات التي تواجه إدارة مياه الصرف الصحي في الإمارة على سبيل المثال لا الحصر ما يلي:

- الحاجة إلى تطوير القدرات في مجال العلوم والتكنولوجيا للنهوض بتجميع مياه الصرف الصحي ومعالجتها وإعادة استخدامها واللوائح
- الاستثمار في شبكات وبنية تحتية مكلفة لجمع ومعالجة وتوزيع مياه الصرف الصحي
- معالجة المواد الصلبة الحيوية وإعادة استخدامها والتخلص منها
- تصريف المياه إلى البيئة وإعادة استخدامها.

محطة جبل علي لمعالجة مياه الصرف الصحي (جبل علي محطة معالجة مياه الصرف الصحي) هي أكبر محطة حديثة في دولة الإمارات العربية المتحدة، وتقع بالقرب من مدينة دبي (الشكلان 9.1 و9.2). وبعد الانتهاء من المرحلة الثانية في عام 2019، أصبح لديها الآن قدرة سنوية تبلغ 383 مليون متر مكعب (الجدول 9.1). يمكن إعادة استخدام المياه المعالجة في المحطة لاستخدامات المياه غير الصالحة للشرب في جميع أنحاء إمارة

الشكل 9.1 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي:خريطة الموقع.
المصدر: جوجل إيرث

الشكل 9.2 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي:خريطة الموقع.
المصدر: جوجل إيرث

دبي، بمياه معالجة ثلاثياً تستخدم أساسا للأغراض الزراعية. وعند دمجها مع المرافق القائمة، ستوفر محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي معالجة مياه الصرف الصحي لأكثر من نصف سكان دبي البالغ عددهم 3.5 مليون نسمة، مع إمكانية التوسع («Al Awadhi» 2014).

تم بناء المرحلة الأولى من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي في عام 1980 وتمت ترقيتها في عام 1991. وقد ضاعف ذلك قدرتها السنوية من 45.8 مليون متر مكعب في عام 1995 إلى 83.4 مليون متر مكعب في عام 2001. زادت القدرة مرة أخرى في عام 2008 بعد الانتهاء من المرحلة الثانية إلى 137 مليون متر مكعب بقيمة 354 مليون دولار أمريكي (1.3 مليار درهم) لتصل قدرة المعالجة المجمعة إلى 383 مليون متر مكعب MCM (الجدول 9.1، الشكلان 9.3 و9.4). دور المحطة حاسم في خطط الحفاظ على المياه لبلدية دبي لأنها تسمح للمدينة بتقليل استخدامها للمياه العذبة باهظة الثمن من خلال إعادة استخدام 232 مليون متر مكعب من المياه المعاد تدويرها لري 6,250 هكتار من المناطق الحضرية الخضراء والمناظر الطبيعية. كما تتعامل المحطة مع 21,900 طن من المخلفات الصلبة، والتي يمكن استخدامها كأسمدة أو لإنتاج الوقود الحيوي (عبد الدايم 2011).

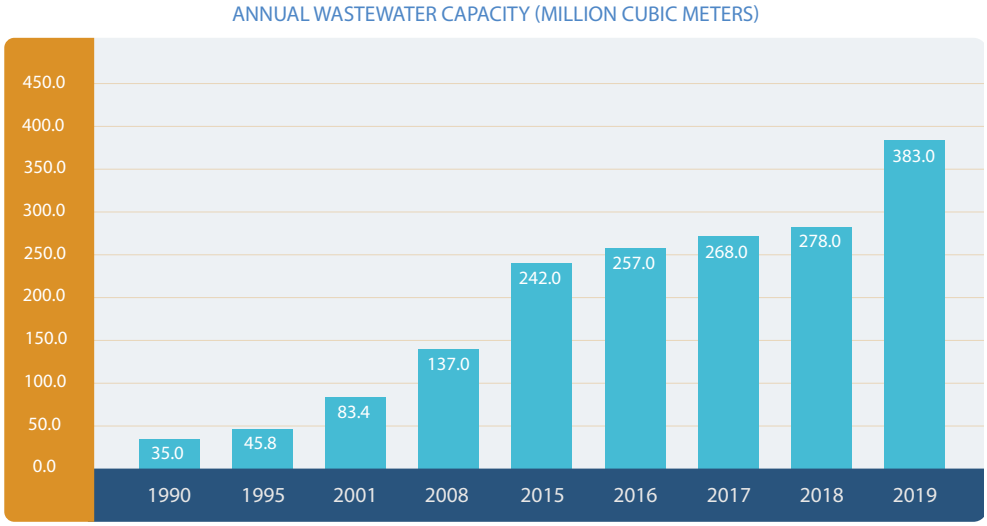
في إمارة دبي، تضم شبكة البنية التحتية لمياه الصرف الصحي ما يلي:

- 10 محطات ضخ رئيسية لمياه الصرف الصحي
- 107 محطة ضخ فرعية لمياه الصرف الصحي
- 49 محطة لمياه الأمطار
- 87 محطة ضخ ري

الجدول 9.1 قدرة المرحلة الأولى والثانية من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي.

الرقم	المرحلة	القدرة الحالية
1	تم بناء محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي (المرحلة الأولى) في عام 1980 وتمت ترقيتها في عامي 1991 و2001	110
2	محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي (المرحلة الثانية) التي شيدت في عام 2008	273

المصدر: العوضي 2014.

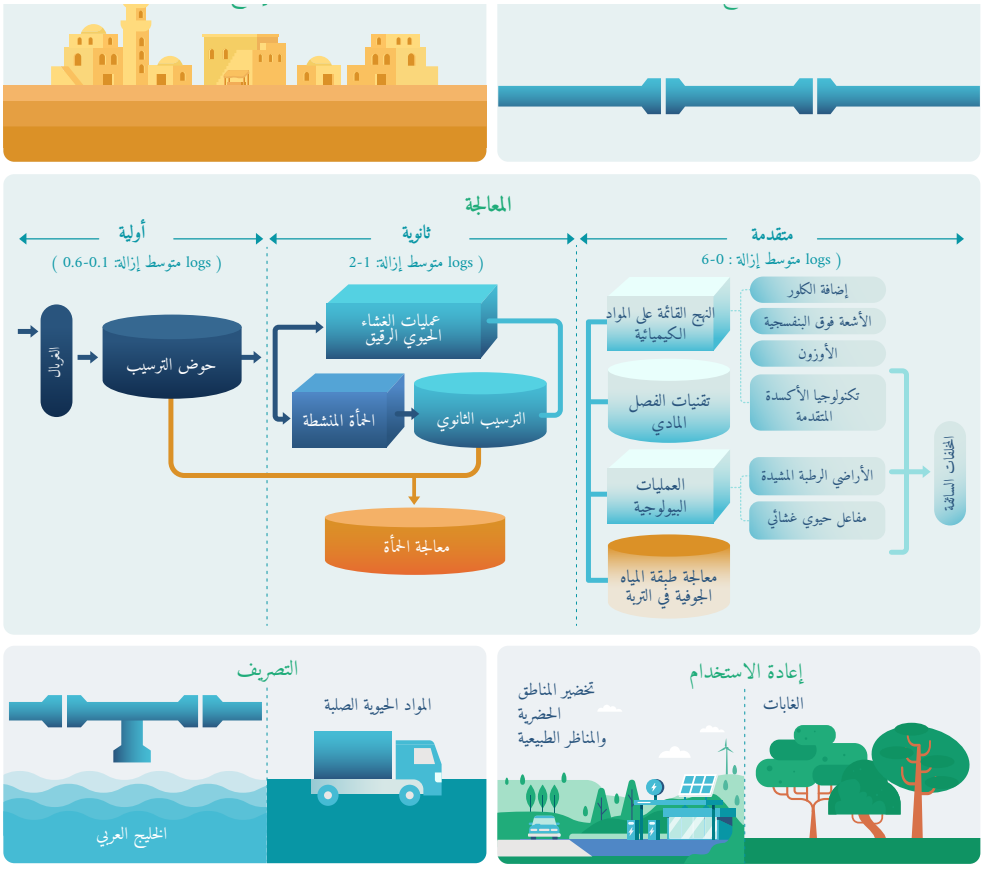


الشكل 9.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي: القدرة السنوية 1990-2019.

- 276 جهاز تحكم في الري
- 5000 كم من شبكات الصرف الصحي/ العواصف / الري
- محطتان لمعالجة مياه الصرف الصحي (جبل علي وورسان)
- أكثر من 1000 موظف.
- More than 1,000 employees.

وصف حالة إعادة الاستخدام في لمحة

في عام 2008، أنتجت محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي 137 مليون متر مكعب من المياه المعاد تدويرها من خلال عمليات معالجة النفايات. ومن هذا المنطلق، تم استخدام 91 مليون متر مكعب للري بينما تم تصريف الباقي في البيئة. وفي عام 2019، تمت زيادة القدرة إلى 383 مليون متر مكعب مع استخدام 232 مليون متر مكعب لري 6,250 هكتار من الأراضي. حاليا، توفر محطات معالجة مياه الصرف الصحي في دبي (المرحلة الأولى والثانية من جبل علي وورسان) حوالي 700,000 متر مكعب/ يوم من النفايات السائلة المعالجة، والتي تستخدم للري في جميع أنحاء المدينة للمناطق ذات المناظر الطبيعية ومشاريع التخضير الحضري والمناطق الحرجية. لعبت إعادة استخدام المياه هذه دورا رئيسيا في تحويل ما كان منطقة قاحلة إلى ملاذ سياحي جميل وأخضر ومزدهر



الشكل 9.4 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي وإعادة استخدام المياه: رسم تخطيطي.

مقابل 100000 دولار أمريكي في اليوم. إذا تم استخدام نفس الكمية من المياه العذبة للري، لكانت قد كلفت أكثر من 2 مليون دولار في اليوم من الأموال العامة. وهو ما يعادل توفير 1.9 مليون دولار أمريكي في اليوم، والذي يضيف على مدار عام ما يصل إلى 690 مليون دولار أمريكي.

تم مؤخرا طرح خطة لإعادة تغذية نظام المياه الجوفية بالمياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي. أجرت بلدية دبي دراسة جدوى في عام 2020 وبدأت حاليا مشروعا تجريبيا لتقييم جدواها الفنية والاقتصادية. واستنادا إلى نتائج المشاريع التجريبية، يمكن استخدام مياه الري الفائضة لتجديد طبقة المياه الجوفية مما يزيد من احتياطي المياه الجوفية ونوعية المياه الجوفية. في حين أن إعادة استخدام المياه لأغراض الري يخفف الطلب على موارد المياه المحلاة المكلفة وموارد المياه الجوفية المالحة قليلة الملوحة، إلا أن هناك مخاوف بشأن التأثيرات على صحة الإنسان وكذلك تلوث المياه الجوفية والتربة والملوحة بسبب وجود الملوثات العضوية والمعادن الثقيلة في المياه المعاد تدويرها (داود 2017).

البيئة المؤسسية والسياساتية الوطنية

يتم تنظيم جمع مياه الصرف الصحي ومعالجتها وتصريفها من قبل قسم حماية البيئة والسلامة (EPSS) التابع لدائرة البيئة في بلدية دبي. في عام 2003، أصدر القسم معايير بيئية تنظم الحدود المسموح بها للملوثات للأرض والماء والهواء. في عام 2011، أصدرت بلدية دبي لوائح بيئية بشأن استخدام المياه المعاد تدويرها من محطات معالجة مياه الصرف الصحي للري، بما في ذلك اللوائح التنظيمية لاستخدام الحمأة المعالجة حراريا لأغراض الزراعة التي أصدرها قسم الرقابة البيئية.

تم تصميم اللوائح وإنفاذها لحماية الصحة العامة وتنص على ما يلي:

- يجب أن تفي محطات معالجة مياه الصرف الصحي بالحدود القياسية لمياه الصرف الصحي المعالجة الصادرة عن بلدية دبي.
- يجب احتواء مياه الصرف الصحي المعالجة ضمن حدود بلدية دبي بدءً من نقطة المدخل إلى نقطة مخرج شبكة الري من محطات مرافق المعالجة التابعة للحكومة والقطاع الخاص.
- يقوم قسم الرقابة البيئية بالتعاون مع مختبر دبي المركزي بإجراء مراقبة دورية للمساحات الخضراء المروية بمياه الصرف الصحي المعالجة كل ستة أشهر. ويتم ذلك عن طريق جمع وتحليل عينات من الحشائش المروية في فترات مختلفة بعد الانتهاء من الري.
- يحتاج أصحاب المصلحة إلى التأكد من عدم تعرض الجمهور لمياه الري سواء في شكل مياه رذاذ أو من خلال المساحات الخضراء المروية بالمياه المعاد تدويرها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي لحمايتهم من الملوثات البكتيرية والفطرية، وخاصة مسببات الأمراض وبيض الديدان الطفيلية التي يمكن أن تنتقل إلى البشر.
- يجب أن تكون عمليات الري متوافقة مع قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه ونوع النباتات وعمق الجذور لتقليل استهلاك المياه وتجنب تلوث التربة وملوحة التربة، وحماية المياه الجوفية من أي تسرب من الاستخدام الزائد لمياه الري.
- يجب على أصحاب المصلحة إجراء الفحوصات الطبية اللازمة بشكل دوري للموظفين المسؤولين عن عمليات الري كجزء من تدابير الصحة والسلامة.
- يجب اتباع الحدود المقبولة لدى بلدية دبي وفقا لتشريع عام 2008 بشأن الري المقيد وغير المقيد.

أصحاب المصلحة المعنيين ونموذج الإدارة

تدير بلدية دبي محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي وهي مسؤولة عن أجزاء مختلفة من السلسلة بما في ذلك جمع ونقل ومعالجة وتوزيع مياه الصرف الصحي لأغراض الري. يقع ما يلي تحت مسؤولية الإدارات المختلفة:

- مرحلة التخطيط (قسم الهندسة والتخطيط)
- البناء والتشغيل (إدارة خدمات البنية التحتية)
- المراقبة والتنظيم (إدارة الصحة والسلامة والبيئة).

الجدول 9.2 التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف.

	جمع ونقل مياه الصرف الصحي	معالجة مياه الصرف الصحي	نقل المياه المعاد تدويرها	معالجة إضافية لإعادة الاستخدام	توزيع المياه المعاد تدويرها على المستخدمين النهائيين
خدمات البناء والمعدات (الوصف والأبعاد)	يحتوي نظام الصرف الصحي في دبي على خطوط شبكة صرف صحي طويلة بأقطار مختلفة يبلغ طولها 3000 كيلومتر، بـ 56 محطة ضخ فرعية، يقابلها 10 محطات ضخ رئيسية ومحطتين لمعالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي وورسان تتم مراقبة المحطات/ محطات المعالجة والتحكم فيها بواسطة SCADA تخطط دبي أيضا لبناء نظام صرف صحي بنفق عميق جديد بتكلفة 3.4 مليار دولار أمريكي (12.5 مليار درهم إماراتي) في السنوات الخمس المقبلة (2021-2025)	تبلغ مساحة محطة ضخ مياه الصرف الصحي في جبل علي في دبي 300 متر مربع، بجدران يتراوح ارتفاعها بين 2.2 متر و 7.3 متر وألواح بسمك 25 سم. المعالجة الأولية: تعمل الغرابيل الدقيقة على إزالة جميع الجسيمات بحجم أكبر من 6 مم. في الخطوة التالية، يستقر الرمل والحصى والحجارة والزجاج المكسور في الخزانات. أخيرا، تزيل الكاشطات السطحية الزيت والشحوم من مياه الصرف الصحي. المعالجة الثانوية: تزيل غالبية الطلب على الأكسجين الحيوي والأمونيا من مياه الصرف الصحي من خلال عمليتين. المعالجة الثلاثية: تضمن أن النفايات السائلة تتوافق مع المعايير التنظيمية لأغراض الري. تستخدم مرشحات الوسائط المزدوجة (حجر الخفاف والرمل) لعملية الترشيح. ثم يتم تطهير المياه عن طريق حقن هيبوكلوريت الصوديوم المنتج في الموقع.	شبكة نقل رئيسية بطول 120 كم و 15 محطة ضخ رئيسية	لا يوجد معالجة إضافية لإعادة الاستخدام	87 محطة ضخ ري و276 جهاز تحكم في الري و570 كم من شبكات الري
أصحاب المصلحة الذين يقدمون الخدمة	بلدية دبي	بلدية دبي	بلدية دبي	لا يوجد	بلدية دبي
النفقات الرأسمالية (بالدولار الأمريكي)	3,425 مليون	775 مليون	182 مليون	لا يوجد	43 مليون

التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف

تم تصميم محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي لخدمة ما يصل إلى 1.35 مليون شخص. للقيام بذلك، تم تجهيزها بأحدث الأدوات في مجال معالجة مياه الصرف الصحي وتقدر تكلفتها النهائية بمبلغ 775 مليون دولار أمريكي. لن تحتاج المحطة إلى أي توسع حتى عام 2025.

في مقابل خدمات الصرف الصحي التي تقدمها بلدية دبي، يتم فرض رسوم على شاغلي الوحدات العقارية (وحدات الإقامة) بناء على ما إذا كانوا متصلين بشبكة صرف صحي عامة أو خاصة، ومن يشرف على الشبكة. تم تطبيق هذه التعريفات وتطبيقها منذ فبراير 2015 وهي مفصلة أدناه (الجدول 9.2).

الجدول 9.2 التمويل والتوقعات المالية واسترداد التكاليف (تتمة).

	جمع ونقل مياه الصرف الصحي	معالجة مياه الصرف الصحي	نقل المياه المعاد تدويرها	معالجة إضافية لإعادة الاستخدام	توزيع المياه المعاد تدويرها على المستخدمين النهائيين
استرداد النفقات الرأسمالية والنسبة المئوية للدعم	دعم بنسبة 100٪ من الحكومة	دعم بنسبة 100٪ من الحكومة	دعم بنسبة 100٪ من الحكومة	لا يوجد	دعم بنسبة 100٪ من الحكومة
خدمات التشغيل والصيانة (الوصف)	عقد التشغيل والصيانة من قبل بلدية دبي	عقد التشغيل والصيانة من قبل بلدية دبي	عقد التشغيل والصيانة من قبل بلدية دبي	لا يوجد	عقد التشغيل والصيانة من قبل بلدية دبي
أصحاب المصلحة الذين يقدمون الخدمة	بلدية دبي	بلدية دبي	بلدية دبي	لا يوجد	بلدية دبي
النفقات التشغيلية (بالدولار الأمريكية/ السنة)	340 مليون	76 مليون	21 مليون	لا يوجد	5 مليون
استرداد النفقات التشغيلية والنسبة المئوية للدعم	0.01+ درهم إماراتي لكل جالون من المياه المستخدمة في وحدة عقارية ++ متصلة بشبكة الصرف الصحي العامة. 0.01 درهم إماراتي لكل جالون من المياه المستخدمة في وحدة عقارية متصلة بشبكة صرف صحي خاصة تديرها وتشرف عليها بلدية دبي. 0.005 درهم إماراتي لكل جالون من المياه المستخدمة في وحدة عقارية متصلة بشبكة صرف صحي خاصة يتم تشغيلها والإشراف عليها من قبل كيان آخر غير بلدية دبي.				

ملاحظات: (BOD) الطلب على الأكسجين البيولوجي، (CAPEX) النفقات الرأسمالية، (DM) بلدية دبي، (OPEX) النفقات التشغيلية. +USD أرقام تحويل صغيرة جدا بحيث لا يمكن سردها (0.01 درهم إماراتي= 0.0027 دولار أمريكي) ++ وحدة عقارية = وحدة سكنية.

الآثار والفوائد الاجتماعية والاقتصادية والصحية والبيئية

يمكن أن يؤدي جمع ومعالجة وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي للري في المناظر الطبيعية والمناطق الحرجية والمناظر الطبيعية إلى آثار اجتماعية واقتصادية وصحية وبيئية مثل:

- زيادة المساحات الخضراء حيث يوجد نقص في الوصول إلى موارد المياه البديلة الأخرى.
- تقليل استخدام المياه المحلاة لأغراض الري، مما يقلل من استهلاك الطاقة وانبعاثات الكربون المرتبطة بها من عملية تحلية المياه ويقلل التكاليف- تبلغ تكلفة المياه المحلاة 3.2 دولار أمريكي (10.2 درهم)/ متر مكعب مقارنة بـ 0.51 دولار أمريكي (1.9 درهم)/ متر مكعب.
- الحد من الآثار الصحية والبيئية السلبية عن طريق الحد من تصريف مياه الصرف الصحي.
- تساعد إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي على تحسين وتعزيز جودة المياه الجوفية المتدهورة والاحتياطيات للاستخدامات المستقبلية.

كما تم تصميم محطات معالجة مياه الصرف الصحي بما يتماشى مع استراتيجية حكومة دبي للحفاظ على الطاقة والاستدامة. حيثما أمكن، يستخدمون عمليات ومكونات تستخدم الطاقة الرشيدة مثل الجاذبية بدلا من الضخ لنقل المياه، واعتماد مرشحات التنقيط الحيوي لإزالة الأمونيا بدلا من التهوية واستخدام أجهزة تنقية الغاز البيولوجية لإزالة الروائح الكريهة. كما تساعد الابتكارات التكنولوجية مثل محركات الأقراص متغيرة السرعة لاحتياجات الضخ المحددة وأنظمة أتمتة العمليات المتقدمة على تقليل استخدام الطاقة. وتشمل الفوائد الأخرى للبيئة المساهمات في الصرف الصحي لخور دبي للمياه المالحة وبالتالي في الصحة العامة والبيئة في مدينة دبي ككل.

المساواة في النوع الاجتماعي

في مارس 2015 أطلقت سمو الشيخة فاطمة بنت مبارك رئيسة الاتحاد النسائي العام الرئيسة الأعلى لمؤسسة التنمية الأسرية رئيسة المجلس الأعلى للأمومة والطفولة الاستراتيجية الوطنية لتمكين المرأة الإماراتية في دولة الإمارات العربية المتحدة (2015-2021). توفر الاستراتيجية إطارا لجميع الجهات الحكومية الاتحادية والمحلية والقطاع الخاص والمنظمات الاجتماعية لوضع الخطط التي من شأنها توفير العيش الكريم للمرأة وجعلها مبدعة في جميع أشكال مجالات التنمية والاستدامة. تعد الاستراتيجية إطارا لوضع خطط العمل التي من شأنها أن تسهم في وضع دولة الإمارات العربية المتحدة في مصاف الدول المتقدمة في مجال تمكين المرأة بما في ذلك في صناعة المياه.

مع الأخذ في الاعتبار المساواة في النوع الاجتماعي، أظهرت تجربة بلدية دبي في إنشاء محطة معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة الاستخدام في جبل علي أن التدخلات التي تشمل آراء ومدخلات ومشاركة كل من الرجال والنساء تعمل بشكل أفضل بصورة عامة. نظمت بلدية دبي حلقات عمل تدريبية وحلقات دراسية ركزت على ثلاثة جوانب هي: نوعية المياه، والصحة والنظافة الصحية من منظور السياسة العامة؛ وإدماج المساواة في النوع الاجتماعي في صنع القرار بشأن مياه الصرف الصحي؛ وبناء بيئات تمكينية وتمكين لإدارة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها.

القدرة على الصمود في مواجهة كوفيد-19

في الفترة من مايو إلى ديسمبر 2021، تم جمع وتحليل أكثر من 2900 عينة من مياه الصرف الصحي البلدية الخام من 49 منطقة منفصلة في دبي بحثا عن كوفيد-19 (SARS-CoV-2)، أظهرت ما يقرب من 30 ٪ من وجود جينات SARS-CoV-2. وفي الوقت نفسه، تم أيضا اختبار الأحمال الفيروسية لعينات مياه الصرف الصحي المعالجة كوسيلة لتتبع انتشار الفيروس وكأداة للإنذار المبكر للتنبؤ انتشاره في المستقبل. لم تكن أي من العينات التي تم اختبارها من

محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي إيجابية خلال فترة أخذ العينات بأكملها، مما يشير إلى أن تقنيات المعالجة المستخدمة فعالة وتؤكد سلامة مياه الصرف الصحي المعالجة لإعادة استخدامها.

قابلية التوسع وإمكانية التكرار

من المتوقع أن تصبح الإدارة الفعالة لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي جنبا إلى جنب مع الإدارة المستدامة لمياه الصرف الصحي المنتجة حجر الزاوية من حيث تحقيق التقدم نحو أهداف الاستدامة الخاصة بدبي.

تجربة دبي قابلة للتوسع في المنطقة وفي أماكن أخرى من حيث:

- **حلول التكنولوجيا والخدمات:** يحتوي نظام الصرف الصحي في دبي على خطوط شبكة صرف صحي طويلة بأقطار مختلفة يبلغ طولها 3000 كيلومتر، بـ 56 محطة ضخ فرعية، يقابلها 10 محطات ضخ رئيسية ومحطتين لمعالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي وورسان. وللتحكم في هذه البنية التحتية الضخمة والأصول التي تحتويها وإدارتها، افتتحت بلدية دبي نظام التحكم عن بعد في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي. يعني نظام المراقبة والتحكم عن بعد هذا أنه يمكن الاحتفاظ بقاعدة بيانات شاملة تمكن المشرفين من تحليل البيانات وتقديم التقارير وتدعمهم لاتخاذ قرارات مستنيرة. تساعد البيانات من النظام أيضا في تطوير وتخطيط برامج الصيانة.
- **إعادة الاستخدام وتحقيق صفر تصريف للبيئة:** بلدية دبي هي الأولى في المنطقة التي تصل إلى صفر تصريف لمياه الصرف الصحي للبيئة. يتم استخدام جميع النفايات المنتجة بالكامل للري وسيتم استخدام الزيادات المستقبلية في الإنتاج أو التوليد لمياه الصرف لإعادة تغذية طبقة المياه الجوفية لتحسين جودة المياه الجوفية والاحتياطي.

تحليل مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات

يرد أدناه تحليل لمواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات (SWOT) لمشروع محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي ومشروع إعادة استخدام المياه في دبي (الجدول 9.3).

العوامل الرئيسية للنجاح على طول المشروع والدروس المستفادة

أثناء تصميم المشروع وبنائه وتشغيله، تشمل العوامل الرئيسية للنجاح ما يلي:

- الدور الذي يمكن أن تلعبه مياه الصرف الصحي المعالجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي في منطقة قاحلة ذات موارد محدودة للغاية من المياه العذبة المتجددة كجزء من خطط الإدارة المتكاملة للموارد المائية وتدابير الاستدامة. بالإضافة إلى كونه مصدرا إضافيا للمياه، يمكنه أيضا تخفيف الضغط على طبقات المياه الجوفية المتدهورة والمياه المحلاة المكلفة، والحد من استخدام الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بها من محطات تحلية المياه وتقليل الآثار البيئية لتحلية المياه.
- يعد استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لإعادة تغذية طبقات المياه الجوفية أمرا مهما أيضا في المناطق القاحلة ويمكن أن يساعد في تحسين جودة المياه الجوفية واحتياطياتها. يمكن استعادة المياه

المخزنة لاحقا لأغراض مختلفة مثل الري وتبريد المناطق المختلفة.

- يعد نظام التشغيل الفعال لمحطات مياه الصرف الصحي والبنية التحتية في جبل علي أمرا بالغ الأهمية لتلبية الطلب المتزايد على توصيل المياه المعاد تدويرها. وقد عززت الأنظمة التي تم تطويرها البنية التحتية للصرف الصحي في دبي لتلبية متطلبات التنمية المستدامة.
- وفر توريد وتركيب مرشحات التنقيط الحيوي في محطات ضخ مياه الصرف الصحي ترقية صديقة للبيئة لأجهزة تنقية الغاز الكيميائية الحالية لإزالة مركبات الغاز ذات الرائحة الكريهة في المياه المعاد تدويرها.

الأساليب والموارد

لجمع ومراجعة جميع البيانات المطلوبة عن محطة جبل علي لمعالجة مياه الصرف الصحي (جبل علي)، تم إرسال نموذج جمع البيانات الذي صممه محمد داود إلى بلدية دبي بطلب رسمي لاستكماله وفقا للبروتوكول المتبع. بالإضافة إلى ذلك، تم إجراء مقابلتين: واحدة مع فريق بلدية دبي والأخرى مع فريق عمليات محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي.

الجدول 9.3 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي وحالة إعادة استخدام المياه في دبي: تحليل لمواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات.

	مفيد لتحقيق الأهداف	**مضر** لتحقيق الأهداف
الأصل الداخلي سمات المؤسسة	**مواطن القوة** ■ الإطار التشريعي التمكيني وتعريفات إعادة الاستخدام ■ التدريب على التشغيل والإدارة ■ التشغيل الآلي والمراقبة ■ تسمح محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي لمدينة دبي بتقليل استخدام مياه البحر المحلاة المكلفة بمقدار 700,000,000 لتر/ يوم من خلال تطبيقات إعادة الاستخدام مثل الري ■ زيادة الكفاءة التي تحققت في تجفيف المواد الصلبة الحيوية لإعادة استخدامها من خلال استخدام ثلاثة خطوط تجفيف مجداف	**مواطن الضعف** ■ تسرب مياه البحر إلى شبكة التجميع مما يزيد من ملوحة مياه الصرف الصحي الخام إلى 3000-4000 جزء في المليون ■ تصريف المواد الصلبة الحيوية
العوامل الخارجية سمات البيئة	**الفرص** ■ رفع مستوى الوعي بالجوانب البيئية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي ■ تمكين المرأة من خلال زيادة العمل في محطة معالجة مياه الصرف الصحي ■ تطوير التشريعات المتعلقة بإعادة استخدام المياه المعاد تدويرها في الزراعة ■ وضع تدابير زراعية لرصد الأراضي الزراعية التي تستخدم المياه المعاد تدويرها لأغراض الري ■ إشراك أصحاب المصلحة وإشراكهم في استخدام المياه المعاد تدويرها للري ■ تعزيز استرداد تكاليف استخدامات المياه المعاد تدويرها في الزراعة	**التهديدات** ■ هناك حاجة إلى النفقات الرأسمالية لتنفيذ والحفاظ على تدابير المعالجة أو التخفيف المناسبة لحل مستوى ملوحة مياه الصرف الصحي المعالجة

شملت الأنشطة الأخرى لجمع ومراجعة البيانات تصميم استمارات البيانات واستمارات المخرجات المتعلقة بحالة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي بما في ذلك السعة والإنتاج والكميات المعاد استخدامها وجودتها، بما يتماشى مع إطار تطوير الإحصاءات البيئية (الشعبة الإحصائية بالأمم المتحدة 2013أ، 2013ب).

تم جمع البيانات وتحليلها من مصادر مختلفة على النحو التالي:

- الإحصائي السنوي لدولة الإمارات العربية المتحدة 2021 المركز الاتحادي للتنافسية والإحصاء (FCSC 2021)
- أوراق جمع البيانات من بلدية دبي
- لقاءات رسمية مع بلدية دبي وهيئة كهرباء ومياه دبي
- التقرير الإحصائي السنوي لإمارة دبي 2020، مركز دبي للإحصاء
- مقابلات مع أصحاب المصلحة المشاركين في تشغيل محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جبل علي، وإعادة استخدام المياه المعاد تدويرها من المحطة وتنظيم مياه الصرف الصحي في إمارة دبي
- رسائل إلى رئيس قطاع البنية التحتية في بلدية دبي.

المراجع

Abdel-Dayem, S.; Taha, F.; Choukr-Allah, R.; Kfouri, C.; Chung, C.; Al Saiid, A. 2011. إعادة استخدام المياه في العالم العربي – من المبدأ إلى الممارسة. وقائع مشاورة الخبراء حول إدارة مياه الصرف الصحي في العالم العربي، 22-24 مايو 2011، دبي، الإمارات العربية المتحدة. البنك الدولي. 40ص. https://documents1.worldbank.org/curated/en/405461468136207446/pdf/717450WP0Box3700Principle00Practice.pdf

Al Awadhi, M. 2014. إعادة الاستخدام المفيد لمياه الصرف الصحي المعالجة. عرض تقديمي من قبل مدير إدارة محطات معالجة مياه الصرف الصحي، بلدية دبي.

FCSC (المركز الاتحادي للتنافسية والإحصاء). 2021. تقرير الإحصاءات السنوي. أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة. وزارة شؤون مجلس الوزراء في دولة الإمارات العربية المتحدة.

Dawoud, M.A. 2017. جدوى استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في تغذية طبقات المياه الجوفية في أبوظبي. ورقة مقدمة في مؤتمر المياه الخليجي 12 WSTA ، البحرين. متوفر في https://www.researchgate.net/publication/323476712_Feasibility_of_Using_Treated_Wastewater_in_Groundwater_Aquifer_Recharge_in_Abu_Dhabi

UNSD (الشعبة الإحصائية بالأمم المتحدة). 2013أ. الكتاب السنوي الديمغرافي. الولايات المتحدة الأمريكية:الأمم المتحدة. https://unstats.un.org/unsd/demographic/products/dyb/dyb2013.htm

الشعبة الإحصائية بالأمم المتحدة. 2013ب. إطار لتطوير الإحصاءات البيئية. الولايات المتحدة الأمريكية:الأمم المتحدة. https://unstats.un.org/unsd/envstats/fdes.cshtml

IWMI
International Water Management Institute

CGIAR

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. من خلال الشراكة، يجمع المعهد الدولي لإدارة المياه بين البحوث المتعلقة بالاستخدام المستدام لموارد المياه والأراضي والخدمات والمنتجات المعرفية مع تعزيز القدرات والحوار وتحليل السياسات لدعم تنفيذ حلول إدارة المياه للزراعة والنظم الإيكولوجية وتغير المناخ والنمو الاقتصادي الشامل. يقع المقر الرئيسي للمعهد الدولي إدارة المياه (IWMI) في كولومبو، سريلانكا، وهو مركز أبحاث تابع للمجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية (CGIAR) له مكاتب في 15 دولة وشبكة عالمية من العلماء العاملين في أكثر من 55 دولة.

المقر
127 سونيل ماواثا،
بيلاوات، باتاراموﻻ، سريلانكا
العنوان البريدي
صندوق بريد 2075، كولومبو،
سريلانكا
الهاتف: +94 11 2880000
فاكس: +94 11 2786854
البريد الالكتروني: iwmi@cgiar.org
الموقع الإلكتروني: www.iwmi.org

مكتب الشرق الأوسط وشمال أفريقيا
الطابق 3، 7 شارع عبد الهادى صالح،
متفرع من شارع النيل، الجيزة- مصر
الهاتف: +2 02 33650013
فاكس: +2 02 33650013
البريد الإلكتروني: iwmi-mena@cgiar.org

النظام القياسي الدولي لترقيم الكتب (ردمك)
978-92-9090-956-9