

المياه الرمادية لأمن قطر المائي والغذائي

الشائعة والتقديرات الاقتصادية وخيارات السياسة لورنت أ. لامبرت وجوردن لي

نحلل في هذه الوثيقة كيف يمكن أن يقلل إعادة تدوير المياه الرمادية من التكاليف التي تتكبدها قطر لدعم تحلية مياه البحر ونقل مياه الصرف ومعالجتها. والمياه الرمادية هي تلك المستخدمة في الاستحمام والغسالات وحمامات السباحة ووحدات تكييف الهواء وأحواض المراحيض. وتختلف المياه الرمادية عن المياه السوداء الأكثر تلوثاً التي تأتي من المراحيض وأحواض المطبخ وغسالات الأطباق. ويمكن استخدام المياه الرمادية بأمان لعدة أغراض بعد قدر يسير من المعالجة أو دون معالجة على الإطلاق، وبالتالي تحل محل موارد المياه الأكثر تكلفة مثل المياه المحلاة أو المعاد معالجتها وتوفر أموالاً على الدولة. ونقدم في هذه الوثيقة معلومات كمية عن الوفورات السنوية التي قد تنتج عن إعادة تدوير المياه الرمادية في قطر، فضلاً عن قبول المواطنين القطريين والموظفين الوافدين استخدام المياه الرمادية بصورة كبيرة.

التحدي المائي في قطر ومورد المياه الرمادية غير المستغل

نظرًا لقلّة هطول الأمطار السنوية واستنزاف موارد المياه الجوفية، تعتمد قطر على محطات التحلية وإعادة المعالجة التي تستهلك قدرًا كبيرًا من الطاقة لتلبية الطلب المتزايد على المياه. ومع ارتفاع معدل الاستهلاك الذي يبلغ 551 لترًا للفرد يوميًا¹، تمثل تكاليف دعم تحلية ونقل وإعادة معالجة المياه نفقات ضخمة تتكبدها الدولة بلا داعٍ. وتساعد حملة التوعية الوطنية "ترشيد" وزيادة كل من المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء (كهرماء) وهيئة الأشغال العامة القطرية (أشغال) للتعريفة على التخفيف من أثر ارتفاع هذه التكاليف، إلا أن هناك حاجة لاستخدام أدوات إضافية لمواجهة الطلب المتزايد. ويمكن أن تؤدي إعادة تدوير المياه الرمادية إلى الحد من زيادة إنفاق قطر على المياه من خلال تقليل زيادة الطلب على مياه البحر المحلاة ومياه الصرف المعاد معالجتها.

وفي الوقت الحالي، لا تستفيد البنية التحتية المائية في قطر من معظم موارد المياه الرمادية المتاحة في البلاد. وتمزج معظم أنظمة السباكة في قطر المياه الرمادية بالمياه السوداء وبالتالي يتلوث الخليط بأكمله. ونتيجة لذلك، يجب أن تمر المياه بأكملها الموجودة في الشبكة بمرحلة المعالجة الثلاثية مرتفعة التكلفة قبل إعادة استخدام جزء منها فقط (24% طبقًا للبيانات

الحكومية)². ويؤدي فصل المياه الرمادية عن المياه السوداء إلى تقليل كمية المياه التي تخضع للمعالجة وبالتالي تقليل التكلفة الكلية لعملية المعالجة والسماح بإعادة استخدام المياه الرمادية في أنشطة أخرى.

وأكدت الدراسات التي أجراها معهد المحيط الهادئ وتلك التي نُشرت في مجلة "تحلية المياه" أنه من الآمن استخدام المياه الرمادية التي خضعت لقدر ضئيل من المعالجة في أغراض متعددة بما في ذلك ري الأشجار.³ وفي الوقت الحالي، يتم استخدام المياه المحلاة في معظم أنشطة ري الأشجار في قطر، وبالتالي سيحد الحصول على المياه الرمادية وإعادة استخدامها في ري الأشجار من الزيادة في كل من الطلب على المياه المحلاة وتكلفة دعم تحلية المياه. هذا وقد انتهت أشغال بنجاح من مشروع تجريبي صغير للمياه الرمادية في أحد المساجد بالشراكة مع وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية. وفي ظل انخفاض أسعار النفط ومطالبة القيادة القطرية بالإدارة الحكيمة للميزانية، تعد إعادة تدوير المياه الرمادية استراتيجية فعالة للحد من الزيادة في نفقات الدولة.

فضلاً عن ذلك، أوضحت نتائج استطلاعات الرأي العام التي أجراها معهد البحوث الاجتماعية والاقتصادية المسحية أن كلاً من القطريين والوافدين يعارضون إلغاء دعم المياه ويدعمون زيادة المساحات الخضراء.⁴

في ري الأشجار حول المساجد وتحل بذلك محل المياه المحلاة التي تستخدم حالياً في هذا الغرض. وتتراوح تقديرات تحلية المياه بين 2.23 ريال قطري إلى 3.34 ريال قطري للمتر المكعب. ولأن قطر تدعم تحلية المياه بصورة كبيرة، سيؤدي تخفيض استهلاك المياه المحلاة إلى وفورات كبيرة في التكلفة للدولة. ⁵ وطبقاً لكهرماء، قامت قطر بتحلية 535.4 مليون متر مكعب من المياه في 2015، ⁶ أي بما يعادل تكلفة سنوية تتراوح بين 1.2 مليار ريال قطري و 1.8 مليار ريال قطري. وفي العام ذاته، أنتج المستهلكون حوالي 129.3 مليون متر مكعب من المياه الرمادية في قطر. ⁷ وستؤدي إعادة تدوير 5% إلى 10% من هذا المورد للمياه الرمادية واستخدامها كبديل للمياه المحلاة في أغراض التشجير وغسيل السيارات وتنظيف المراحيض إلى توفير ما بين 14.4 و 43.2 مليون ريال قطري سنوياً من تكاليف تحلية المياه وفقاً لتقديراتنا.

كما تؤدي إعادة تدوير المياه الرمادية إلى وفورات من خلال تقليل كمية مياه الصرف التي تخضع للمعالجة. وتقوم الحكومة حالياً بتمويل معالجة مياه الصرف رغم إسناد هذه المهمة جزئياً إلى القطاع الخاص من خلال بعض العقود التي تم إبرامها. وتتراوح تقديرات التكلفة المباشرة للمعالجة الثلاثية في قطر بين 1.67 ريال قطري و 2.82 ريال قطري للمتر المكعب. ⁸ والأهم من ذلك أن الدولة تتحمل التكلفة الضخمة لنقل جزء من مياه الصرف الصحي إلى محطات المعالجة حيث تنقل الآلاف من الشاحنات الضخمة مياه الصرف. وحتى عند استخدام أقل التقديرات لرواتب سائقي الشاحنات وأسعار الوقود وتكلفة إصلاح الطرق وتكلفة الزيادة السنوية في أسطول الشاحنات (لمواكبة الطلب)، فإن هذه العملية ترفع تكلفة معالجة مياه الصرف إلى 5.69 ريال قطري للمتر المكعب. وقامت قطر في عام 2015 بمعالجة 194 مليون متر مكعب من مياه الصرف ⁹ مما يعني أن تكلفة هذه العملية بلغت 1.1 مليار ريال قطري تقريباً. ولذا يمكن أن يؤدي إعادة استخدام من 5% إلى 10% من المياه الرمادية في قطر إلى وفورات سنوية مباشرة تتراوح بين ما لا يقل عن 36.8 مليون و 73.6 مليون ريال قطري بالإضافة إلى الوفورات التي تنتج عن الحد من زيادة الطلب على المياه المحلاة. ويقدم الجدول ا

وقد يسمح إعادة تدوير المياه الرمادية للدولة بالتعامل مع هاتين القضيتين في الوقت ذاته؛ يمكن أن تشهد قطر من خلال إعادة استخدام المياه الرمادية لأغراض التشجير زيادة في المساحات الخضراء للمقيمين بها دون تكبد تكاليف باهظة لتوفير المزيد من المياه العذبة.

تقديرات التكلفة والوفورات

لن يترتب على إعادة تدوير المياه الرمادية في قطر إجراء تعديلات تحديتية بشكل عشوائي في جميع المباني في البلاد أو الحصول على جميع المياه الرمادية التي تخرج من المبنى، فهذه الأساليب غير ملائمة من الناحية الاقتصادية. ولكن يجب إعادة استخدام المياه الرمادية فقط عندما يكون هناك مورد كبير ولا يتطلب الأمر سوى تكاليف هندسية منخفضة مثل المباني العامة الكبيرة أو الجديدة، فإنتاج المياه الرمادية كمورد لا يكلف الدولة والمستخدم النهائي شيئاً تقريباً. كما أنه لا توجد تكاليف معالجة أيضاً من الناحية الافتراضية إذا تم استخدام المياه الرمادية الناتجة من المباني العامة الكبرى في أعمال تشجير المناطق المجاورة.

ولا يتطلب استخدام المياه الرمادية في التشجير سوى شراء مرشح رمل وأنابيب متعددة كلوريد الغينيل وكلور بالإضافة إلى صيانة بسيطة نصف شهرية تستغرق ما يقرب من 5 إلى 15 دقيقة. وتتراوح التكلفة المبدئية، شاملة العمالة، بين 2500 و 7500 ريال قطري للمبنى الواحد حسب تصميمه المعماري ومرشح الرمل الذي يتم اختياره. ورغم أنه سيلزم إجراء صيانة نصف شهرية لتنظيف الفلتر، إلا أن هذا النظام الخاص بالمياه الرمادية سيغني عن الحاجة في الوقت الحالي إلى الري اليدوي بالخرطوم وتكاليف العمالة المتعلقة بالبستاني المتفرغ.

الوفورات التي تنتج عن إعادة تدوير المياه الرمادية

يمثل الحد من زيادة الطلب على المياه المحلاة أحد أهم الطرق المباشرة التي تولد إعادة تدوير المياه الرمادية الوفورات من خلالها. على سبيل المثال، يمكن إعادة استخدام المياه الرمادية الناتجة عن الوضوء

١. نظراً لتباين الأسعار العالمية للغاز الطبيعي، تختلف التكلفة الفعلية (تكلفة الفرصة) لتحلية المياه أكثر مما يوحي هذا النطاق، ولكن تستفيد شركة الكهرباء والماء القطرية وغيرها من منتجي المياه من المواد الخام المدعومة والأكثر استقراراً.

الوفورات التي تتحقق في ظل سيناريوهات مختلفة نتيجة إعادة استخدام المياه الرمادية
(بالريال القطري/سنويًا)

خط الأساس (الحد الأدنى)	متوسط 1 (متحفظ)	متوسط 2 (طموح)	وفورات مرتفعة (طموح للغاية)	
الوفورات المحتملة من تحلية المياه سنويًا				
2.23	2.65	3.05	3.34	تكلفة تحلية المياه (لكل متر مكعب)
5%	10%	20%	30%	نسبة المياه الرمادية المعاد تدويرها
14,420,667	34,273,333	78,893,333	129,592,000	الوفورات المحتملة/ سنويًا
الوفورات المحتملة من معالجة مياه الصرف سنويًا				
1.67	2.05	2.43	2.82	تكلفة المعالجة (لكل متر مكعب)
5%	10%	20%	30%	نسبة المياه الرمادية المعاد تدويرها
10,799,333	26,513,333	62,856,000	109,416,000	الوفورات المحتملة/ سنويًا
تكاليف نقل مياه الصرف والوفورات المحتملة سنويًا				
133,560,000	253,207,500	415,520,000	415,520,000	شراء الشاحنات
222,600,000	667,800,000	1,484,000,000	1,484,000,000	تكاليف الصيانة الإضافية للطرق
81,181,250	151,350,468	242,891,250	242,891,250	تكاليف الوقود
341,874,000	389,950,031	441,039,375	441,039,375	تكلفة رواتب السائقين
780,215,250	1,462,308,000	2,583,450,625	2,583,450,625	إجمالي تكلفة النقل
5%	10%	20%	30%	نسبة المياه الرمادية المعاد تدويرها
25,973,842	97,487,200	344,460,083	516,690,125	وفورات النقل المحتملة/ سنويًا
51,193,842	158,273,867	486,209,417	755,698,125	إجمالي الوفورات/ سنويًا

ii. يعد هذا التقدير للتكاليف الأساسية متحفظًا لأنه لا يعكس عددًا من بنود التكاليف مثل هامش ربح الشركات الخاصة من نقل مياه الصرف ومياه الصرف المُعالجة.

في استخدام هذه المياه في مجموعة متنوعة من الأغراض الأخرى وخاصة إخماد الحرائق وتنظيف المراحيض، بالإضافة إلى غسيل السيارات ولكن بدرجة أقل. ويوضح الشكل 1 نسبة القطريين والموظفين الوافدين الذين يرغبون في استخدام المياه الرمادية لستة أغراض مختلفة تم سؤالهم عنها في الاستطلاع.

ما هي الطريقة الأفضل لتقديم أهمية المياه الرمادية في قطر

تكشف نتائج المسح الذي أجري في عام 2017 أيضاً أن الطريقة التي يتم بها تقديم قضية إعادة تدوير المياه الرمادية للمشاركين لها تأثير كبير على مدى قبولهم لاستخدامها. وعرض المسح مسألة استخدام المياه الرمادية بثلاثة طرق مختلفة. فبينما وضعت النسخة الأولى إعادة استخدام المياه الرمادية في إطار اقتصادي كوسيلة لتخفيض التكلفة التي تتكبدها الدولة، طرحتها النسخة الثانية كوسيلة لحماية البيئة وطرحتها النسخة الثالثة كوسيلة للحفاظ على المياه. وتم توجيه السؤال للمشاركين في المسح باستخدام أحد الإطارات الثلاثة عن مدى قبولهم استخدام المياه الرمادية في كل غرض من الأغراض الموضحة في الشكل 1. ويوضح الشكل 2 مدى تأثير استخدام

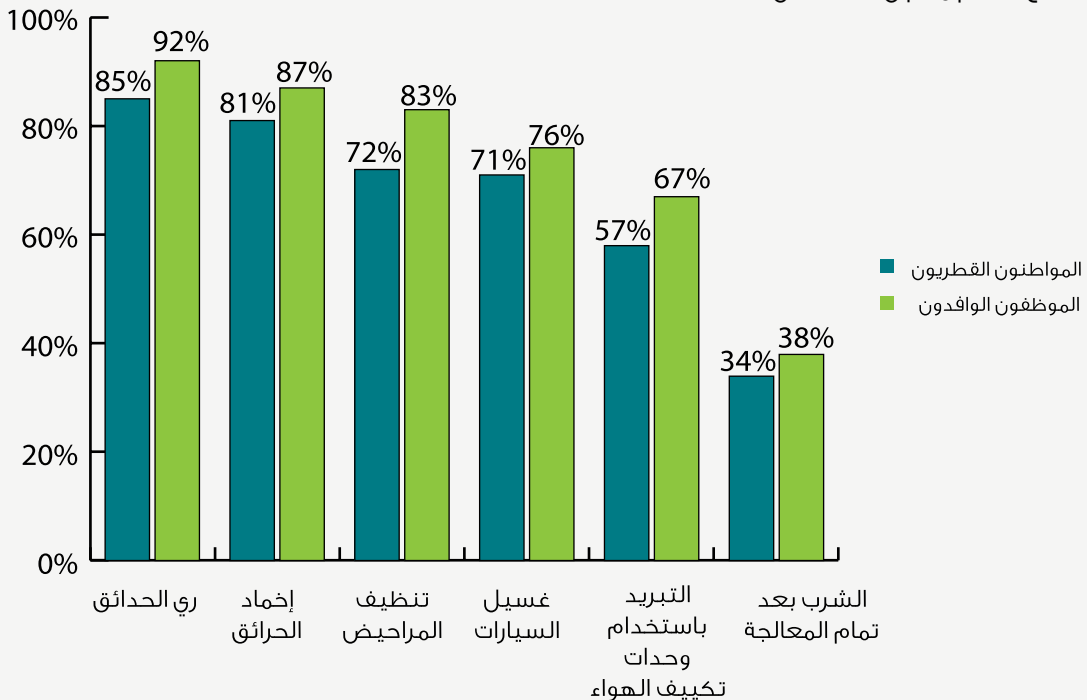
ملخصاً أكثر شمولاً لاحتمالية خفض التكلفة بإعادة استخدام المياه الرمادية في ظل سيناريوهات مختلفة.

قبول استخدام المياه الرمادية في قطر: نتائج المسح

لكي يحقق برنامج إعادة استخدام المياه الرمادية هذه الوفورات في التكلفة، يتعين أن تتوافر لدى المواطنين والمقيمين في قطر الرغبة في استخدام هذا المورد. ولتحقيق هذه الغاية، أجرى معهد البحوث الاجتماعية والاقتصادية المسحية التابع لجامعة قطر استطلاعاً للرأي العام في مايو 2017 وهو ما كشف أن الأغلبية العظمى من المقيمين في قطر يرغبون في استخدام المياه الرمادية. وعند سؤالهم عن مدى قبولهم لاستخدام المياه الرمادية بدلاً من المياه المحلاة في ري الأشجار بالمدينة، أكد 82% من القطريين و91% من الموظفين الوافدين أنهم سيستخدمونها لهذا الغرض. والأهم من ذلك أن نسبة كبيرة مماثلة من القطريين والموظفين الوافدين أكدوا أنهم سيستخدمون المياه الرمادية في ري حدائقهم المنزلية، ورغم أن ري الحدائق كان الغرض الأكثر قبولاً لاستخدام المياه الرمادية، إلا أن الاستطلاع كشف عن رغبة كبيرة للمشاركين

الشكل 1

النهج العام مقابل التخصص



ينهم إهدار ما لا يقل عن 80% من المياه الرمادية ولا يعاد استخدامها

ومن بين المشاركين من أعرب عن عدم رغبته في استخدام المياه الرمادية في ري الأشجار، وكانت المخاوف الصحية السبب الأكثر شيوعاً لعدم استخدام هذا المورد. وهذا ليس أمراً مستغرباً نظراً لعدم معرفة معظم الأفراد بهذا المورد على الإطلاق. ورغم هذا لا يوجد دليل يربط بين استخدام المياه الرمادية في الري والمشاكل الصحية العامة، كما هو موضح أعلاه.¹⁰ ولذا، يجب أن تؤكد البرامج التي تشجع على إعادة استخدام المياه الرمادية في ري الأشجار أن هذا المورد آمن بالإضافة إلى التوفير المحتمل في التكلفة وكمية المياه الكبيرة التي سيتم الحفاظ عليها بدلاً من التأكيد على الفوائد البيئية.

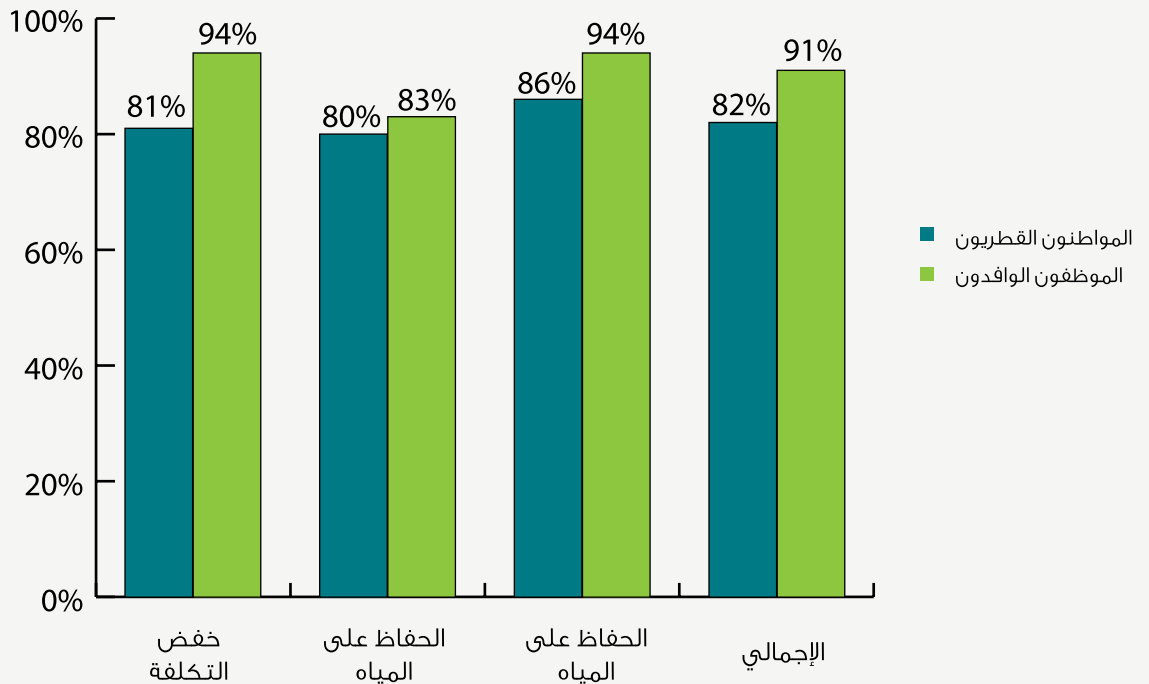
المراجع:

1. "About Us: Water Sector", Kahramaa. <https://www.km.com.qa/AboutUs/Pages/WaterSector.aspx>
2. "Water and Desalination". Hukoomi. <http://portal.www.gov.qa/wps/portal/topics/Environment+and+Agriculture/wateranddesalination>
3. Allen, Lucy and Christian-Smith, Juliet and Palaniappan, Meena. *Overview of Greywater*

هذه الأطر المختلفة على قبول المشاركين بالنسبة للمواطنين القطريين، لم يتأثر قبولهم لاستخدام المياه الرمادية في ري الأشجار بوضع السؤال في أطر مختلفة. وكما يوضح الشكل 2، لم يتسبب اختلاف الإطار المستخدم في أي تغيير إحصائي كبير في رغبة المواطنين في استخدام المياه الرمادية في ري الأشجار (بما في ذلك إطار الحفاظ على المياه). والأهم من ذلك أن هذه الأطر المختلفة لم تؤثر بصورة كبيرة على رغبة المواطنين القطريين في استخدام المياه الرمادية في أي غرض من الأغراض الستة التي شملها المسح. ورغم هذا لم يؤثر استخدام الإطارات المختلفة بصورة كبيرة على رغبة الموظفين الوافدين في استخدام المياه الرمادية. وعلى وجه الخصوص، ارتفعت احتمالية الرغبة في استخدام المياه الرمادية في ري الأشجار بالنسبة للوافدين الذين طرحت عليهم قضية استخدام هذه المياه كوسيلة لخفض التكلفة أو الحفاظ على المياه عن نظرائهم الذين طرحت عليهم القضية كوسيلة لحماية البيئة. والأهم من ذلك أن هذا النمط الخاص بأطر خفض التكلفة والحفاظ على المياه التي تولد مزيداً من الرغبة في استخدام المياه الرمادية بين الوافدين ظل ثابتاً في خمسة من الأغراض الستة التي شملها المسح.

الشكل 2

مدى قبول استخدام المياه الرمادية في ري الأشجار من خلال أطر مختلفة



يؤكد 82% من القطريين و91% من الوافدين أنهم سيستخدمون المياه الرمادية في ري الأشجار

Reuse: The Potential of Greywater Systems to Aid Sustainable Water Management. Pacific Institute. 2010. . P. 22; Al-Jayyousi, Odeh R., "Greywater reuse: towards sustainable water management," *Desalination* 156(1), Aug 2003. 181-192.

4. See Michael Ewers and Glnar Eskander and Bethany Shockley (2016), Public Acceptance of Taxation in Qatar: How will citizens and expatriates respond to new revenue-generating measures? Available at <http://sesri.qu.edu.qa/web/publications/>; See Laurent A. Lambert (2016), Climate Change and Temperature Warming in Qatar, Issues, Public Perceptions and Policy Options, SESRI Snapshot n2, Available at: <http://sesri.qu.edu.qa/web/publications/#tabs-1>;

5. Zotalis, Konstantinos et. al., "Desalination Technologies: Hellenic Experience", *Water*, 30 April 2014;

Noreddine, Ghaffour et. al., "Technical review and evaluation of the economics of water desalination: Current and future challenges for better water supply sustainability", *Desalination*, 15 October 2012.

6. Kahramaa. Statistics Report: 2015 (p. 41)
7. Mohamed, *Reclaim and Reuse Infrastructure.* Qatar Green Building Council. Aug. 27, 2017.

8. Jeuland, M. Challenges to wastewater reuse in the Middle East and North Africa. *Middle East Development Journal* 7(1). 2015. 30.

9. Mohamed, *Reclaim and Reuse Infrastructure.* Qatar Green Building Council. Aug. 27, 2017.

10. Allen, Lucy et. al. *Overview of Greywater Reuse* Pacific Institute. 2010; Al-Jayyousi, "Greywater reuse: towards sustainable water management," *Desalination*, 2003. 181-192.

ملخص السياسة

1- خريطة بؤر المياه الرمادية واستخدامها لري الأشجار بؤر المياه الرمادية هي الأماكن التي تستهلك كميات كبيرة من المياه ويوجد بها المياه الرمادية الأقل تلوثاً (مثل المساجد وحمات السباحة الموجودة في الفنادق). ويمكن أن يوفر قدر ضئيل من التدخل في هذه الأماكن كميات كبيرة من المياه يومياً بأقل تكلفة ممكنة. وتستخدم المساجد والفنادق حالياً المياه المحلاة ذات التكلفة الباهظة في ري الأشجار، ولكن هذا يمكن الحد منه أو إيقافه تماماً. وأعرب الأئمة الذين أجرينا معهم مقابلات أثناء هذه الدراسة عن دعمهم للمشروع بكل حماس، كما درست الفنادق الكبرى أيضاً خفض بصمتها البيئية وتكاليف التشغيل.

2- التواصل مع السكان حول التوفير في التكلفة الذي ينتج عن استخدام المياه الرمادية فضلاً عن احتمالية الحفاظ على المياه لأن هذا من شأنه أن يولد مزيداً من الرغبة في استخدام المياه الرمادية وخاصة بين الموظفين الوافدين.

3- تنفيذ مشاريع تجريبية إضافية والإلزام بإعادة استخدام جزء من المياه الرمادية على الأقل في كافة المساجد والفنادق مستقبلاً بعد عام 2019 أو 2020. ولأنه من المقرر زيادة عدد المساجد والفنادق بصورة كبيرة قبل انطلاق كأس العالم 2022، يمكن أن يساعد استهداف هذه المصادر المستقبلية للمياه الرمادية قطر على الريادة الإقليمية في إعادة استخدام المياه الرمادية.

4- دراسة إمكانية استخدام المياه الرمادية في التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية والتخفيف من حدة مخاطر الطوارئ والري. ويمكن أن يساعد إعادة ضخ المياه ذات المحتوى المعدني المنخفض مثل المياه الرمادية على زيادة احتياطيات الطوارئ تحت الأرض وتحقيق الاستقرار الكمي والنوعي في منسوب المياه الجوفية بتكلفة منخفضة نسبياً. ومع هذا، ستعتمد التكلفة الفعلية لهذه العملية على مقاييس إعادة الضخ. على سبيل المثال، ستكون التكلفة منخفضة للغاية إذا تمت إعادة الضخ عن طريق الجاذبية. أما إذا تمت هذه العملية باستخدام تقنيات أكثر تطوراً، فإن التكلفة سترتفع بصورة كبيرة. وسيطلب هذا إجراء المزيد من الأبحاث بما في ذلك المشاريع التجريبية.