برنامج الموئل
الأمم المتحدة
الإسكوا
ESCWA
ازدهارُ البلدان كرامةُ الإنسان
يونيسف
لكل طفل
حلول المياه المرنة لمواجهة تغير المناخ
في الأردن ولبنان
صندوق التكيف

© Ageng Bms/stock.adobe.com

E/ESCWA/CL1.CCS/2026/Brief.5

من الهدر إلى الاستدامة
حلولٌ لمعالجة المياه الرمادية في المنطقة العربية

تساعد أنظمة إعادة استخدام المياه الرمادية على تحويل مياه الصرف المنزلية إلى موردٍ قَيِّم. فمن خلال إعادة تدوير المياه التي كان من الممكن فقدانها، تخفّف هذه الأنظمة الضغط على موارد المياه العذبة المحدودة ومنشآت معالجة المياه، مما يوفّر دعماً حيوياً للأسر والمجتمعات والنُظم البيئية على حدٍّ سواء.

ما هي المياه الرمادية؟

المياه الرمادية هي مياه الصرف الناتجة من الاستحمام وغسل اليدين وأحواض الحمامات. وهي لا تشمل المياه الصادرة من المراحيض (التي تُعرف بـ «المياه السوداء») أو أحواض المطبخ، لأنّ مياه المطبخ تحتوي على زيوت ودهون وبقايا طعام تتطلّب معالجةً أكثر تطوراً.

وتعمل أنظمة إعادة استخدام المياه الرمادية من خلال جمع هذه المياه ومعالجتها وإعادة استخدامها لأغراض مختلفة غير الشرب، مثل ري الحدائق، أو شطف المراحيض، أو تنظيف المساحات الخارجية.

وتَبرُز أهمية اعتماد هذه التقنيات كضرورةٍ ملحّة بالنظر إلى الواقع المائي في المنطقة العربية، التي تُعَدّ واحدة من أكثر المناطق ندرةً في المياه على مستوى العالم. فإعادة استخدام المياه الرمادية تتيح سبيلاً عملياً ومستداماً لتخفيف الضغط على موارد المياه العذبة وتعزيز قدرة المجتمعات على الصمود.

©NADA Art Studio/stock.adobe.com

تعزيز الأمن المائي والقدرة على الصمود

- توفر هذه الحلول مصدراً موثوقاً للمياه غير الصالحة للشرب في الأماكن التي يكون فيها الإمداد متقطّعاً، لا سيما في المناطق الريفية.
- تقلّل الاعتماد على موارد المياه العذبة الشحيحة، وتدعم المجتمعات المحلية خلال فترات الجفاف أو النزاعات.

توفير التكاليف والموارد

- تخفّض هذه الحلول فواتير المياه للأسر والمؤسسات، وهو أمر بالغ الأهمية في البلدان التي تواجه صعوبات اقتصادية.
- تخفّف الاعتماد على البدائل المكلفة مثل تحلية المياه (خاصة في منطقة الخليج العربي) وضخ المياه الجوفية.

الحفاظ على الصحة وحماية البيئة

- تسهم هذه الحلول في تحسين ظروف الصرف الصحي في المرافق مثل المدارس والمساجد، وهو أمر حيوي في المناطق الريفية ومناطق استقبال اللاجئين مثل الأردن ولبنان.
- تقلّل من تصريف مياه الصرف الصحي غير المُعالَجة في التربة والأنهار وشبكات المياه.
- تحمي طبقات المياه الجوفية التي تتعرّض للاستغلال المفرط، وتساعد المجتمعات على التكيّف مع تغيُّر المناخ، وهو أحد الشواغل الرئيسية في جميع أنحاء المنطقة العربية.

التوعية والفوائد المجتمعية

- تعزز هذه الحلول الوعي بأهمية الحفاظ على المياه، لا سيما بين الطلاب والشباب.
- تشجع على التعاون بين الوزارات والمدارس والمجتمعات في المناطق التي تعاني من ندرة المياه.
- توفر فرص عمل محلية في مجالات تركيب الأنظمة وصيانتها، مما يدعم سُبل العيش في المناطق المحرومة.

المصدر: UN Habitat Jordan, 2025.

ملاحظة: قد تختلف الأنظمة في بعض المواقع من حيث المظهر العام، مثل لون الخزانات وشكلها أو ترتيبها، لكنّها لا تختلف من حيث المكونات ومراحل المعالجة (كما هو موضح في الصور). وللحدّ من خطر التخريب، يمكن تركيب سياج معدني لحماية مكونات النظام.

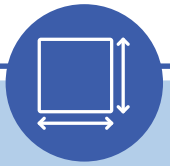
الاعتبارات الرئيسية للتنفيذ

مصدر المياه ونوعيتها

تُعتبَر المياه الرمادية الناتجة من غسل اليدين والوضوء نظيفة نسبياً، لكنّ مياه غسل الملابس قد تحتوي على منظفات ومبيضات تتطلّب معالجة إضافية أو استخدام منتجات قابلة للتحلّل البيولوجي.

التعديلات في أنظمة السباكة

في معظم البلدان العربية، لا تُصمَّم المباني على نحو يتيح فصل المياه الرمادية عن المياه السوداء، مما يتطلّب إجراء تعديلات على نظام السباكة. وفي المباني الجديدة، يمكن فصل الأنظمة منذ البداية.



المتطلبات المكانية

على مستوى الأسر، لا يتطلب تركيب هذه الأنظمة سوى بضعة أمتار مربعة، إذ يُفضل استخدام الخزانات على أسطح المنازل عند تركيب الأنظمة التي تعتمد على الجاذبية. ولا تتطلّب وحدات المعالجة سوى مساحة أرضية محدودة. أما المرافق الكبيرة، مثل المدارس والمساجد، فتتطلّب مساحة أكبر.

التشغيل والصيانة

تتطلّب الأنظمة صيانة دورية، بما في ذلك الفحص المنتظم للتدفق، وتنظيف المرشحات، وفحص الخزانات ووحدات المعالجة، والتنظيف العميق الدوري. ويمكن تنفيذ هذه المهام بعد تلقّي تدريب بسيط. وقد تتطلّب المرافق الأكبر مثل المدارس والمساجد تعيين مشغّل متخصّص وتوفير دعم فني من حين لآخر.

الاستدامة المالية

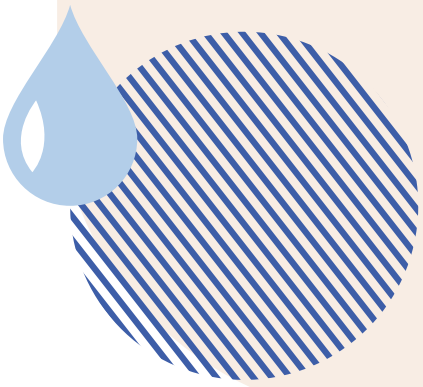
تتطلّب الاستدامة المالية وضع ميزانية لا تقتصر على تكاليف التركيب فحسب، بل تشمل أيضاً التكاليف المستمرة، مثل تكاليف استبدال المرشحات، وتكاليف المواد المطهِّرة، وإزالة الحمأة، وقطع الغيار، واليد العاملة اللازمة للتشغيل أو لتوفير الدعم الفني الدوري. وتتحمّل الأسر عادةً نفقات متواضعة، في حين تتطلّب المرافق الكبيرة، مثل المدارس والمساجد، ميزانية مخصّصة للتشغيل والمراقبة.

التوعية المجتمعية

ينبغي أن يفهم المستخدمون الغرض من النظام وفوائده لضمان قبوله واستخدامه على النحو الصحيح. ويساعد إشراك المستخدمين من خلال توفير التدريب والمواد الإعلامية والعروض العملية على فهم هذه الأنظمة بشكل أفضل، وتشجيع استخدامها بصورة صحيحة، وتعزيز الشعور بالملكية.

التلوث الصوتي

عند تركيب الأنظمة في المدارس الواقعة بالقرب من المناطق السكنية، ينبغي اتخاذ التدابير اللازمة لضمان ألا يتسبب تشغيل هذه الأنظمة في إصدار ضوضاء قد تزعج السكان المجاورين.



إدارة المياه الرمادية: الاعتبارات المتعلقة بالصحة والسلامة

تُعَدّ إعادة استخدام المياه الرمادية آمنة ومفيدة عند اتباع الإجراءات الأساسية للصحة والسلامة، مما يضمن معالجة المياه بشكل سليم واستخدامها فقط للأغراض المناسبة.

تجنُّب التلامس المباشر

- عدم شرب المياه الرمادية.
- تقليل ملامسة الجلد إلى أدنى حدّ ممكن؛ وارتداء القفازات عند معالجة المياه الرمادية.

عدم غسل الطعام بالمياه الرمادية

- عدم استخدام المياه الرمادية لغسل الفواكه أو الخضروات أو أدوات الطهي، وذلك لتجنّب أي تلوث محتمل.

استخدام المياه الرمادية للأغراض المناسبة

- استخدام المياه الرمادية لري نباتات الزينة غير الصالحة للأكل، أو لتنسيق الحدائق، أو لشطف المراحيض عند توفُّر الأنظمة المناسبة لمعالجتها.
- اعتماد طرق الري التي تقلل من التلامس البشري، مثل أنظمة الري بالتنقيط تحت السطح.

تجنُّب استخدام المياه الشديدة الاتساخ

- استبعاد المنسوجات الشديدة الاتساخ، أو الملوّثة بالدم، أو الخِرَق الملوّثة بالدهون، أو الزيوت، أو المواد الكيميائية القوية.

استخدام سوائل الغسيل الآمنة

- اختيار منتجات غسل اليدين التي تحتوي على معدلات منخفضة من الفوسفات والبورون لحماية النباتات والتربة وجودة المياه.

تجنُّب الركود والتسربات

- التأكد من أنّ المياه الرمادية تتدفق بسلاسة، وتجنُّب تجمّع المياه أو بقائها راكدة، مما قد يؤدي إلى تكاثر البكتيريا.

الالتزام باللوائح المحلية

- الالتزام باللوائح والمعايير الوطنية أو الإقليمية التي تنظّم إعادة استخدام المياه الرمادية.

©JAYDA RIN/stock.adobe.com

الاستفادة من إمكانات إعادة استخدام المياه الرمادية في المدارس والمساجد في الأردن

في الأردن، تم تجريب أنظمة إعادة استخدام المياه الرمادية في محافظات المفرق وإربد والرمثا، التي تعاني من نقص حادّ في المياه وتستضيف أعداداً كبيرة من اللاجئين. ونُفِّذَت هذه المبادرة بقيادة برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (موئل الأمم المتحدة)، وبالشراكة مع منظمة الأمم المتحدة للطفولة (اليونيسف)، ووزارة التربية والتعليم، ووزارة الأوقاف والشؤون والمقدسات الإسلامية، في إطار مشروع «زيادة قدرة النازحين والمجتمعات المضيفة على مواجهة تحديات المياه المتعلقة بتغيُّر المناخ في الأردن ولبنان» التابع لصندوق التكيّف.

وفي إطار هذا المشروع، تم تركيب أنظمة في 35 مدرسة وخمسة مساجد. وقدّمت وزارة التربية والتعليم قائمةً بالمدارس المناسبة، مع مراعاة معايير رئيسية مثل توفر المساحة (نظراً للحاجة إلى تركيب ثلاثة خزانات للمعالجة)، وتوفر كميات كافية من المياه الرمادية الناتجة من غسل اليدين، وإمكانية استخدام المراحيض. وفي بعض المدارس، كان الطلاب يتجنّبون استخدام المراحيض بسبب سوء الصيانة، مما أدى إلى انخفاض كمية المياه الرمادية المتولّدة. لذلك كان من الضروري توفير مراحيض صالحة للاستخدام ونظيفة لضمان تشغيل هذه الأنظمة بشكل فعال.

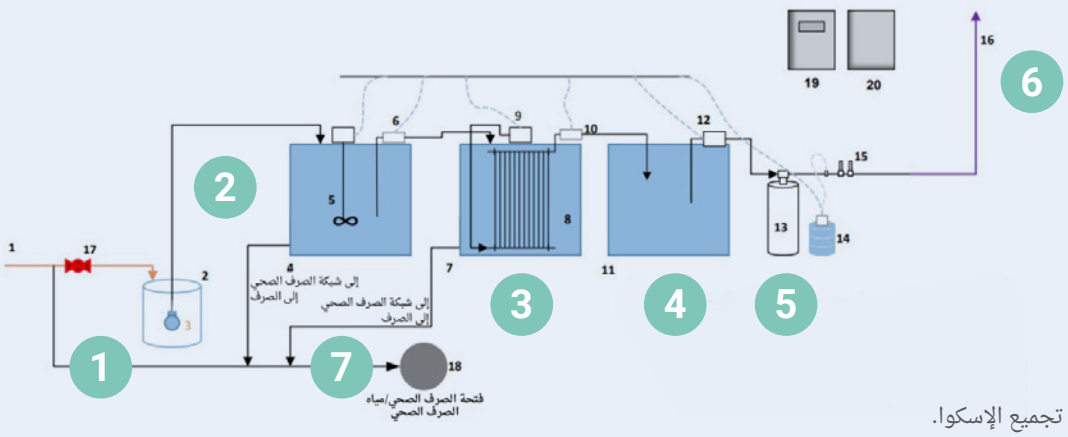
لماذا تم تركيب هذه الأنظمة في المدارس والمساجد؟

- تقع في مناطق هشّة وتشهد طلباً مرتفعاً على المياه
- يمكن إعادة استخدام المياه الرمادية في الموقع لغسل المراحيض والتنظيف.
- تُعَدّ المدارس بمثابة مراكز للمعرفة، مما يساهم في نشر الوعي بأهمية الحفاظ على المياه.

تصميم النظام ووظائفه (كما هو موضح في الشكل):

1. تتلقّى خزانات التجميع المياه الرمادية الصادرة من أحواض غسل اليدين.
2. تساعد المعالجة اللاهوائية على تقليل المواد العضوية في المرحلة الأولى.
3. تساعد المعالجة البيولوجية باستخدام مفاعل أحيائي غشائي على تنقية المياه بشكل إضافي في الخزان الثاني.
4. تتم عملية الكلورة والترشيح بالرمل في الخزان الثالث، حيث يتم تنقية المياه وتطهيرها قبل إعادة استخدامها.
5. تُنقل المياه المُعالَجة عبر المضخات إلى خزان مرتفع لتخزينها.
6. تتيح الخزانات إعادة استخدام المياه التي تتدفق بفعل الجاذبية لشطف المراحيض.
7. يتضمن النظام فتحةً لمياه الصرف الصحي مخصّصة لأغراض الصيانة وحالات الطوارئ. وفي حالة تسرّب المنظفات أو منتجات التنظيف أو المواد الكيميائية الأخرى إلى أحواض الغسيل، يتم تحويل المياه إلى فتحة الصرف الصحي بدلاً من توجيهها إلى خزانات المياه الرمادية. بهذه الطريقة، تتجاوز المياه نظام المعالجة وتتدفّق مباشرةً في شبكة الصرف الصحي، مما يمنع إلحاق الضرر بعملية المعالجة. ويمكن اللجوء إلى هذا الخيار أيضاً في حالة حدوث عطل فني يمنع تشغيل النظام، فيتم توجيه المياه الرمادية إلى فتحة الصرف الصحي إذ لا يمكن تخزينها من دون معالجة.

نظام معالجة المياه الرمادية



المصدر: تجميع الإسكوا.

وبالتالي، تعمل فتحة الصرف الصحي كمخرج للطوارئ، إذ تسمح بتصريف المياه الرمادية إلى شبكة الصرف الصحي إلى أن يتم إصلاح النظام وإعادة تشغيله بشكل طبيعي، مما يحمي وحدة المعالجة ويضمن استمرار عمل النظام بمجرد إصلاحه.

المراقبة وجودة المياه

- تتضمن الأنظمة أجهزة استشعار ولوحة مراقبة لتتبّع المعايير الرئيسية لجودة المياه (الرقم الهيدروجيني، الكلور، المواد الصلبة).
- تتاح البيانات للوزارات المعنية لتمكينها من الإشراف عن بُعد، مما يضمن توافق المياه الرمادية المُعالَجة مع المعايير الوطنية.

التحديات والدروس المستفادة

- القدرات الفنية: تفتقر العديد من المدارس إلى الكوادر الفنية ذات المهارات اللازمة للإشراف على تشغيل الأنظمة وصيانتها.
- احتياجات الصيانة: المتابعة المنتظمة ضرورية؛ فمن دونها، قد تتعطل الأنظمة أو لا تعمل بالكفاءة المطلوبة.
- الإجازات المدرسية وأعمال الصيانة: خلال الإجازات المدرسية، عندما تكون المراحيض غير مستخدمة، قد تتطلب صيانة مرافق الغسيل استخدام منتجات تنظيف كيميائية قد تتسبّب في تلف نظام معالجة المياه الرمادية. ولتجنّب ذلك، ينبغي تركيب أنبوب وصمام لتحويل مياه الصرف هذه إلى شبكة المجاري بدلاً من خزان المعالجة.
- القيود المتعلقة بالبنية التحتية: تطلّبت بعض المواقع إجراء تعديلات على الأنابيب وتوفير مساحة إضافية لخزانات المياه.
- الاتصال بالإنترنت: تتطلّب المراقبة عن بُعد اتصالاً موثوقاً بالإنترنت. وفي بعض الحالات، تم تركيب أجهزة إعادة الإرسال لضمان وصول إشارة الواي فاي إلى المراحيض.
- حجم استهلاك المياه: تكون أنظمة المياه الرمادية أكثر كفاءة عندما تُستخدَم المراحيض من قبل مجموعات أكبر (أي الطلاب والمعلمين). فالمراحيض التي يستخدمها المعلمون فقط لم تولّد كميةً كافية من المياه الرمادية لضمان الأداء الأمثل للأنظمة.

تُبرز هذه التحديات أهمية توفير التدريب للموظفين التقنيين، وإجراء عمليات المراقبة والصيانة بانتظام لدعم كفاءة النظام على المدى الطويل.

بناء القدرات والتوعية

لمواجهة هذه التحديات، يركّز المشروع بشكل كبير على بناء قدرات المعلمين والطلاب والأئمة والمصلين والمجتمعات المحلية. ويشمل ذلك تنظيم دورات تدريبية، وإعداد دليل للمدربين، ودليل للمتدربين من المجتمعات المحلية، وكتيب للطلاب، ودليل للتشغيل والصيانة.

ولتسهيل فهم النظام ومراقبته، تم استخدام أنابيب مُرمَّزة بالألوان:

اللون البرتقالي: أنبوب تجميع المياه الرمادية (المياه الرمادية غير المُعالَجة).

اللون الأزرق: أنبوب المياه الرمادية المُعالَجة المستخدمة لشطف المراحيض.

المصدر: UN Habitat Jordan, 2025.

المصدر: ESCWA, 2024.

المصدر: UN Habitat, 2025.

حلول المياه المرنة لمواجهة تغير المناخ
في الأردن ولبنان

هذه النشرة الإعلامية هي جزء من مشروع «حلول المياه المرنة لمواجهة تغيُّر المناخ في الأردن ولبنان»، بقيادة موئل الأمم المتحدة، بالتعاون مع الإسكوا واليونيسف، وبتمويل من صندوق التكيّف.

2600129A