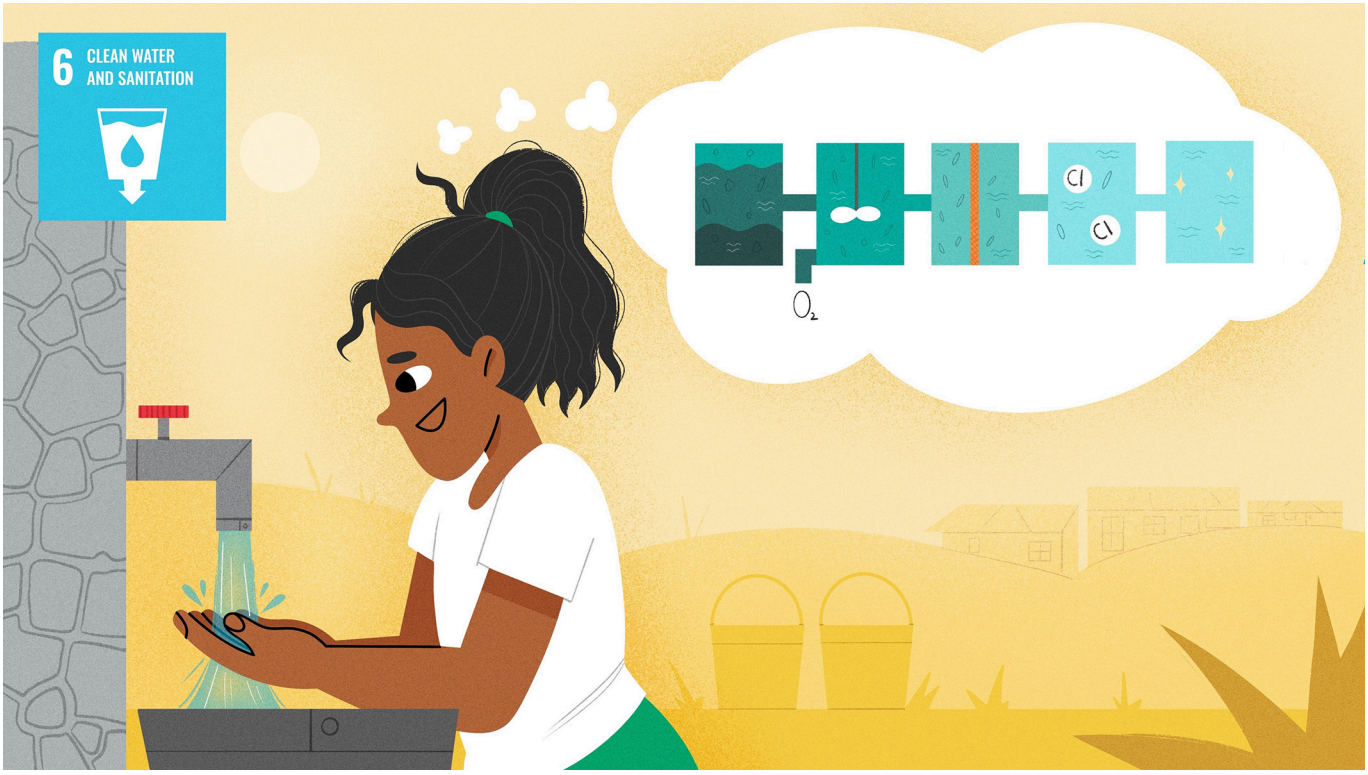
الهندسة والتكنولوجيا
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 31 مارس 2025
doi: 10.3389/frym.2024.1418929-ar



معًا لتحقيق الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة: معالجة مياه الصرف الصحي توفر لنا موردًا ثمينًا للمياه

***Bothayna Al-Gashgari*[1,2], *Fatimah Almulhim*[1,2], *Claudia Sanchez-Huerta*[2] و *Pei-Ying Hong*[1,2*]**

[1]برنامج العلوم الحيوية، قسم العلوم والهندسة البيولوجية والبيئية بجامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية، ثول، المملكة العربية السعودية

[2]مركز التميز للأمن الغذائي المستدام، قسم العلوم والهندسة البيولوجية والبيئية بجامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية، ثول، المملكة العربية السعودية

مياه الشرب النظيفة ومرافق الصرف الصحي الجيدة من الأمور المهمة لصحتنا ورفاهيتنا. ومن المحزن أن حوالي 2.2 مليار شخص في جميع أنحاء العالم لا يحصلون على مياه شرب نظيفة أو مرافق صرف صحي جيدة. لذا، فإن علينا التعاون لحل هذه المشكلة. وقد وضعت الأمم المتحدة -لهذا السبب- هدفًا رئيسيًا يُسمى الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة. يتضمن هذا الهدف فهم جميع مصادر المياه على كوكب الأرض واستخدامها بحكمة. كما أنه يبرز أهمية الانتباه إلى إهدار المياه، لا سيما في المناطق التي تعاني من شُح المياه، وإيجاد حلول لنقص المياه. وستتعرف -في هذا المقال- على تقنية معالجة مياه الصرف الصحي، التي تتمثل في تنظيف المياه الملوثة حتى نتمكن من إعادة استخدامها. والهدف هو إنشاء دورة

المراجعون الصغار

ARNAU
العمر: 12

CARTER
العمر: 12

IMRAN
العمر: 11

ISLA
العمر: 12

LINAR
العمر: 11

RAPHAEL
العمر: 12

الفيديو 1
(VIDEO 1)
شاهد مقابلة مع مؤلفي هذه المقالة لمعرفة المزيد.

مستمرة لإعادة استخدام المياه بشكل متكرر، على غرار طريقة عمل الطبيعة. ومن ثمّ، يمكننا أن نهتم بالناس والكوكب من خلال التحلي بالحكمة في استخدام المياه.

شاهد مقابلة مع مؤلفي هذا المقال لمعرفة المزيد (الفيديو 1).

الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة—المياه النظيفة وخدمات الصرف الصحي

هل سبق لك أن سألت نفسك من أين يأتي الماء؟ إذا كانت إجابتك من الصنبور، فأنت ضمن نسبة 74% من أكثر الناس حظًا في العالم لأنك تحظى بإمكانية الوصول المباشر إلى المياه [1]. الماء عنصر حيوي لجميع أشكال الحياة على الأرض وضروري لحياتنا اليومية. ومن المحزن أن أكثر من ملياري شخص لا يحصلون على المياه النظيفة بسبب سوء أنظمة النظافة؛ فليست كل المياه آمنة للاستخدام المباشر. وقبل أن نتمكن من استخدام المياه الجوفية، يجب علينا ضخها إلى السطح. ويجب معالجة المياه السطحية أولًا لإزالة المواد الكيميائية والكائنات الحية الدقيقة، مثل البكتيريا والفيروسات. وأخيرًا، فإن مياه البحر شديدة الملوحة بحيث لا يمكن شربها، لذا يجب إزالة الملح منها لاستخدامها. وتعاني العديد من البلدان من انخفاض خطير في إمدادات المياه بسبب وقوعها في مناطق جافة منخفضة الأمطار، مثل المملكة العربية السعودية. ويمكن أن يزداد هذا الخطر الطبيعي سوءًا عندما تنخفض مستويات المياه الجوفية في البلدان. وثمة حوالي 22 دولة -للأسف- مُعرضة لخطر شديد من نقص المياه [1].

يجب علينا الاهتمام بمواردنا المائية والتفكير في كيفية استخدامها بحكمة. فقد وضعت الأمم المتحدة -لهذا السبب- الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة: المياه النظيفة وخدمات الصرف الصحي. يُعد الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة أحد الأهداف السبعة عشر التي وُضعت لتحسين صحة كوكبنا، ويتعلق بإيجاد حلول لأزمة المياه في العالم وضمان أن يتمكن الجميع من شرب المياه النظيفة واستخدام المرافق النظيفة. كما يرمي هذا الهدف إلى الحد من التلوث وإطلاق المواد الكيميائية والمواد الخطرة في البيئة، لتجنب تلويث مصادر المياه الثمينة [2].

مياه الصرف الصحي
(WASTEWATER)
هي المياه التي تحتوي على ملوثات وتحتاج إلى تنقية.

يسلط الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة الضوء أيضًا على مصدر مياه خفي غالبًا ما ننساه، ألا وهو مياه الصرف الصحي، المياه التي نتخلص منها بعد الاستخدام. يمكن أن تكون معالجة مياه الصرف الصحي أكثر صعوبة من معالجة مصادر المياه الأخرى المذكورة أعلاه، ولكنها مصدر المياه الوحيد المتاح في جميع البلدان. إذ يمكن أن يكون استخدام مياه الصرف الصحي المُعالَجة كمصدر أساسي للمياه طريقة فعالة لتوفير المياه حتى نتمكن من الحفاظ على استقرار إمدادات المياه وتخفيف الضغط على موارد المياه العذبة. إنه تحدٍ كبير، ولكن يمكننا تحقيقه معًا! وتُعد سنغافورة مثالًا ممتازًا على تحقيق الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة. هل تعلم أن سنغافورة، وهي دولة على جزيرة صغيرة يتراوح عدد سكانها بين 5 و7 ملايين نسمة، لا توجد بها مياه جوفية؟ كما لا يمكن للبلد أيضًا جمع كل الأمطار الغزيرة التي تهطل عليها وتخزينها

[3]. ولكنها توصلت إلى حل رائع من خلال التركيز على إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المُعالَجة. وقد سمح لهم ذلك بإنشاء دورة مياه مستمرة، مما يضمن عدم إهدار أي مياه [3]. إن مساعدة التكنولوجيا لنا في التغلب على بعض أكبر التحديات التي تواجهنا لهي أمر مذهل حقًا!

من ينتج مياه الصرف الصحي؟

هل تعلم أن الأنشطة اليومية مثل استخدام المرحاض والاستحمام وغسل الملابس تنتج الكثير من مياه الصرف الصحي؟ فتنتج دفقة واحدة من المرحاض -مثلًا- حوالي 6 لترات من مياه الصرف الصحي، وينتج الاستحمام لمدة 10 دقائق 65 لترًا، ويمكن لغسلة واحدة من الملابس أن تنتج ما يصل إلى 95 لترًا، حتى تصنيع المنتجات اليومية يحتاج إلى الكثير من المياه. على سبيل المثال، يتطلب إنتاج كيلوغرام واحد فقط من التفاح 822 لترًا من الماء، في حين يتطلب إنتاج كيلوغرام واحد من اللحوم كمية هائلة من المياه تصل إلى 15,000 لتر. ويتطلب صنع قميص واحد 2,700 لتر من المياه، وحتى إنتاج هاتف آيفون يحتاج إلى 12,000 لتر من المياه. ولما كنا ننتج الكثير من مياه الصرف الصحي يوميًا، فمن المهم تنظيف هذه المياه وإعادة استخدامها لحماية البيئة والحفاظ على الموارد [4].

أنواع معالجة مياه الصرف الصحي

هل تريد التعرف على تاريخ معالجة مياه الصرف الصحي؟ دعونا نبدأ من القرن الثامن عشر، عندما اكتشف الناس أن التخلص من مياه الصرف الصحي في الأنهار يجعل المياه ملوثة. وقد تسببت المياه الملوثة -للأسف- في إصابة الأشخاص الذين شربوا من تلك الأنهار بالأمراض. ولحل هذه المشكلة، شُيدّت أول محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي لخفض التلوث الموجود في مياه الصرف الصحي (الشكل 1A). ولكن، كيف نجح الأمر؟ أولًا، تمر المياه الملوثة من خلال حوض أفقي طويل، يُسمى حوض الترسيب حيث تستقر الأوساخ في القاع. وبعد ذلك، تمر المياه عبر خزان عمودي يحتوي على رمال وحصى بأحجام مختلفة، تؤدي دور المُرشِّح لحجز الأوساخ الأصغر حجمًا - وهي عملية تسمى الترشيح [4]. وفي عام 1854، بدأت محطات معالجة مياه الصرف الصحي بإضافة الكلور في نهاية المعالجة لقتل البكتيريا ومسببات الأمراض الأخرى، وتسمى هذه العملية بالتطهير (الشكل 1B) [4]. ثم، في عام 1913، وجد عالمان كائنات دقيقة محددة (بكتيريا نافعة) تتنفس الأكسجين وتأكل الملوثات في مياه الصرف الصحي وتنظفها. يُطلق على استخدام هذه البكتيريا لتنظيف مياه الصرف الصحي اسم طريقة الحمأة المنشطة . يمكن بعد ذلك إزالة البكتيريا النافعة وتطهير المياه وإطلاقها في البيئة كمياه نظيفة (الشكل 2A). وتُعد طريقة الحمأة المنشطة أكثر كفاءة وأسرع من الترشيح العادي. ولا تزال هذه الطريقة مستخدمة في معالجة مياه الصرف الصحي، إلا أن العلماء يكتشفون طرقًا أفضل لتنظيف مياه الصرف الصحي لتلبية احتياجات الأعداد المتزايدة من السكان في المدن الكبرى [4].

الترسيب (SEDIMENTATION)

هي العملية التي تستقر فيها الجسيمات الكبيرة في قاع المحلول بمرور الوقت.

الترشيح (FILTRATION)

هي عملية إزالة الجسيمات من الماء عن طريق فصلها حسب حجمها.

التطهير (DISINFECTION)

هو العملية التي تُستخدم فيها مواد كيميائية أو ضوء الأشعة فوق البنفسجية على المياه المُعالَجة لضمان قتل البكتيريا والكائنات الحية الخطرة الأخرى.

الحمأة المنشطة (ACTIVATED SLUDGE)

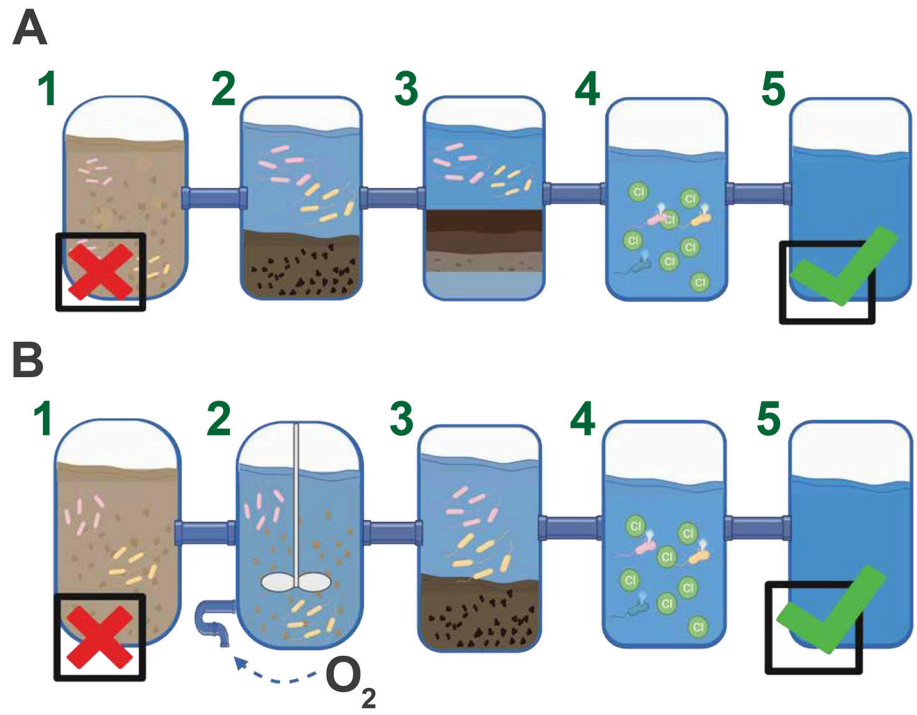
هي عملية تقوم فيها البكتيريا النافعة بتنظيف مياه الصرف الصحي عن طريق أكل الملوثات وتكوين كُتل يمكن إزالتها، مما يجعل المياه آمنة لإطلاقها مرة أخرى في الطبيعة.

طريقة جديدة وفعالة لتنظيف المياه

تتطلب معالجة مياه الصرف الصحي الكثير من الطاقة. ولما كانت معظم طاقة العالم لا تزال مُستمدة من الوقود الأحفوري، فنحن بحاجة إلى إيجاد طرق لاستخدام أقل قدر ممكن من الطاقة في جميع جوانب حياتنا، مع الانتقال إلى مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح. لذلك، بدأ فريقنا من العلماء العمل على تقنية جديدة لتنظيف مياه الصرف الصحي بسهولة وباستخدام طاقة أقل. فطورنا طريقة جديدة باستخدام كائنات دقيقة لاهوائية صغيرة.

اللاهوائية (ANAEROBIC)

هي حالة عدم وجود الأكسجين.



شكل 1

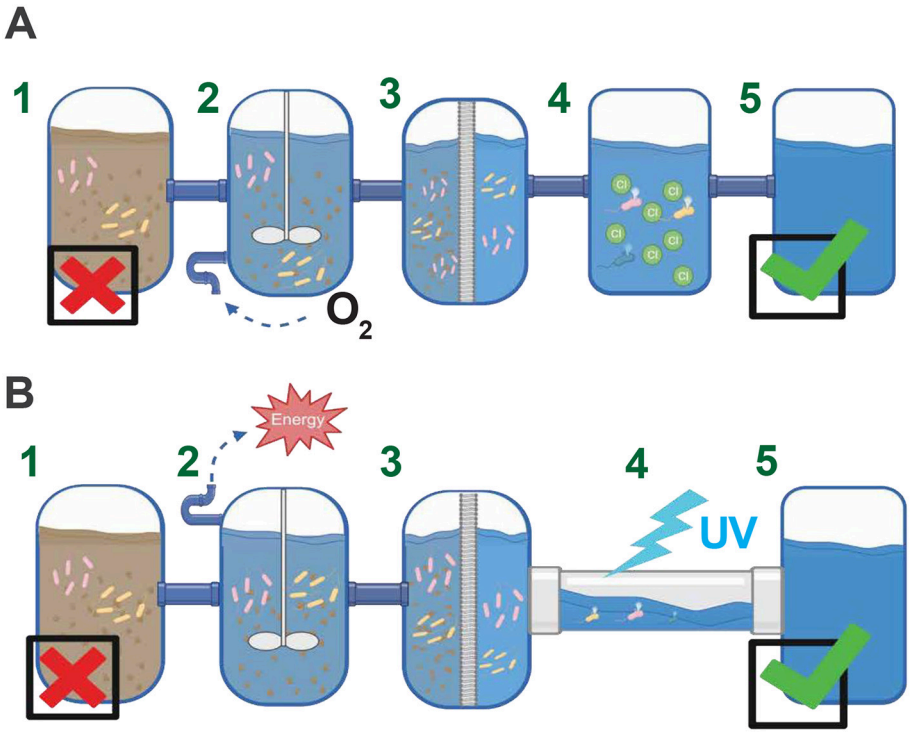
(A) عملت محطة معالجة مياه الصرف الصحي الأولى عن طريق (1) تجميع مياه الصرف الصحي و(2) إرسالها إلى أحواض ترسيب كبيرة للسماح للجسيمات الكبيرة بالغرق في القاع. (3) تؤدي طبقة من الرمل والحصى دور المرشِّح للجسيمات الأصغر حجمًا. (4) استُخدم التطهير بالكلور لقتل الكائنات الحية الدقيقة المتبقية، مما ينتج عنه (5) مياه نظيفة ومعالجة. **(B)** في طريقة لاحقة، تسمى طريقة الحمأة المنشطة، (1) تُوجه مياه الصرف الصحي إلى حوض و(2) تضاف كائنات دقيقة نافعة. تأكل الكائنات الحية الدقيقة النفايات العضوية في مياه الصرف الصحي. ويلي هذا (3) الترسيب و(4) التطهير، مما ينتج عنه أيضًا (5) مياه نظيفة ومعالجة.

تعمل هذه الكائنات الحية الدقيقة في غياب الأكسجين وتحلل الأوساخ الموجودة في مياه الصرف الصحي، وتحولها إلى غاز الميثان. ويمكن تجميع غاز الميثان واستخدامه كمصدر للطاقة لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي أو حتى لعمليات أخرى.

المفاعل الحيوي الغشائي اللاهوائي (ANAEROBIC MEMBRANE BIOREACTOR)

هو نظام مصمم هندسيًا يعمل في غياب الأكسجين ومُزود بغشاء للترشيح.

ثم دمجنا بعد ذلك استخدام الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية مع الأغشية في نظام يسمى المفاعل الحيوي الغشائي اللاهوائي. يشير مصطلح «المفاعل الحيوي» إلى التفاعل البيولوجي الذي يحدث عندما تعالج البكتيريا النافعة مياه الصرف الصحي. وأضفنا أيضًا خطوة تطهير أخيرة باستخدام ضوء الأشعة فوق البنفسجية، الذي يستطيع قتل الكائنات الحية الدقيقة عن طريق إتلاف حمضها النووي (الشكل 2B). ما الذي حصلنا عليه؟ مياه نظيفة تحتوي على مغذيات إضافية ممتازة للنباتات ولزراعة الأغذية! ولاختبار هذه العملية الجديدة في عالم الواقع، شيدنا محطة معالجة مياه صرف صحي على نطاق صغير في المملكة العربية السعودية. هذه المحطة أكبر من



شكل 2

شكل 2

(A) في الوقت الحاضر، تمر (1) مياه الصرف الصحي (2) بمعالجة الحمأة المنشطة يليها (3) الترشيح الغشائي لإزالة الجسيمات الدقيقةو (4) يُستخدم التطهير بالكلور لتحسين جودة المياه. **(B)** شكل بديل لتكنولوجيا (1) معالجة مياه الصرف الصحي في (2) الظروف اللاهوائية، حيث تتغذى الكائنات الحية الدقيقة على المواد العضوية في غياب الأكسجين لإنتاج غاز الميثان. ويلي ذلك (3) الترشيح الغشائي و(4) التطهير باستخدام الأشعة فوق البنفسجية، وينتج عن ذلك في النهاية (5) مياه نظيفة ومعالجة.

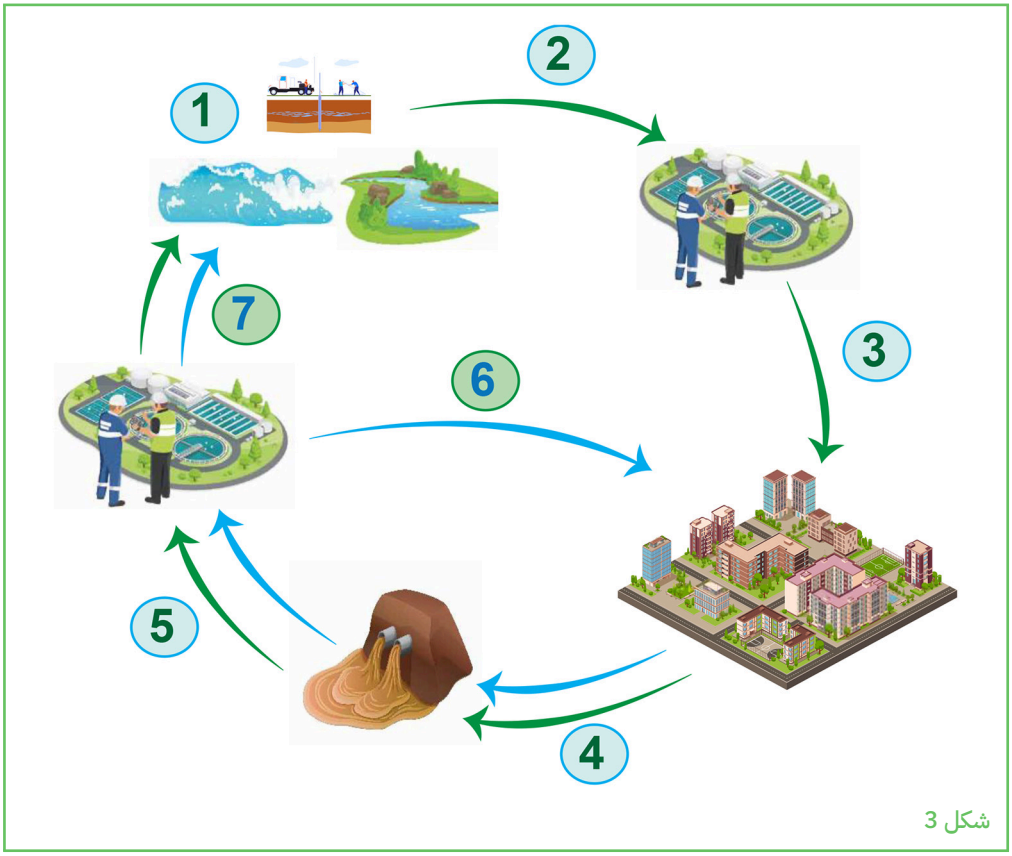
نموذج التجربة المختبرية، ولكنها أصغر من محطة معالجة مياه الصرف الصحي كاملة الحجم. المحطة قيد التشغيل حاليًا، وقد أثبتت حتى الآن أنه يمكننا الحصول على مياه نظيفة مثالية لنمو النباتات دون استخدام أي مصادر طاقة غير الطاقة الناتجة عن العملية نفسها [5]!

ما الذي اكتشفناه؟

ناقشنا في هذا المقال مشكلة مهمة للغاية؛ هي نقص المياه. وقد دعت الأمم المتحدة إلى مساعدة العلماء والمواطنين حتى يتكاتف الجميع لإيجاد حلول لهذه المشكلة. يمكن للجميع المساعدة من خلال التحلي بالحكمة عند استخدام المياه المتوفرة لديهم. فتذكر أن الجميع يستخدم المياه، والجميع ينتج مياه الصرف الصحي. لذلك، تقع على عاتق الجميع مسؤولية العمل ودعم تحقيق الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة.

ولكن، كيف يمكنك المساهمة في تحسين استخدام المياه وإدارة مياه الصرف الصحي؟ يمكنك تقليل كمية المياه التي تستخدمها، ويمكنك توعية عائلتك وأصدقائك بضرورة تجنب إهدار المياه أو تلويثها. فمثلًا، يمكنك تقصير مدة استحمامك، وإغلاق صنبور المياه أثناء تنظيف الأسنان، وتجنب التخلص من الأدوية في المرحاض واستخدام دلو لجمع مياه الأمطار التي يمكن استخدامها بعد ذلك لسقي النباتات.

ومن المهم أيضًا أن يثق الناس في أن مياه الصرف الصحي المُعالَجة هي مورد ثمين يمكن أن يوفر إمدادات ثابتة من المياه العذبة وبيئة نظيفة. ومن الملهم أن نرى أن البلدان الأخرى تسير على خطى الإنجاز المذهل الذي حققته سنغافورة في معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها (الشكل 3). فقد نجحت هذه البلدان في معالجة 100% من مياه الصرف الصحي لديها، بما يضمن عدم تأثير مياه الصرف الصحي سلبًا على البيئة. ومن بين هذه الدول الكويت وقطر، مما يثبت أنه حتى أكثر مناطق العالم ندرة في المياه (أي الشرق الأوسط) يمكنها إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المُعالَجة بأمان [6]. ومن الرائع معرفة أن 58% من مياه الصرف الصحي تُعالج بالفعل في جميع أنحاء العالم [1]، لكننا بحاجة إلى مواصلة بذل قصارى جهدنا لتحقيق هدف معالجة 100% من مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها على مستوى العالم.



شكل 3

شكل 3

الرؤية المستقبلية لمصادر المياه في المستقبل. يوضح الرسم البياني هدفنا المستقبلي النهائي: أي معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها بنسبة 100%. فنحن نحلم بمستقبل يمكن فيه (1) تجميع موارد المياه الطبيعيةو (2) معالجتها من أجل (3) الاستخدام البشري،و (4) إعادة تجميع مياه الصرف الصحي (5) ومعالجتها (6) وإعادة استخدامها في الزراعة أو الاستخدام الصناعي أو (7) إعادتها بأمان إلى البيئة لتجديد المصادر الطبيعية.

شكر وتقدير

نودّ أن نتوجه بالشكر لكلٍ من روبن كوستا ونيكي تالبوت في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية على دعمهما الثمين لنا خلال مرحلة الكتابة الأولية وعملية المراجعة، فلولاهما ما اكتملت هذه المجموعة. كما نود أن نعرب عن امتناننا لمكتب الاستدامة في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية والمكتب القُطري لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي في المملكة العربية السعودية لتفانيهما في التوعية بأهمية أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة في رحلتنا نحو عالم أكثر استدامة.

المراجع

1. FAO UW. 2021. *Progress on Level of Water Stress Global Status and Acceleration Needs for SDG Indicator 6.4.2*. Rome: FAO; United Nations Water (UN Water), 95. doi: 10.4060/cb6241en
2. United Nations 2015. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Available at: https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/
3. Lee, H., and Tan, T. P. 2016. Singapore's experience with reclaimed water: NEWater. *Int. J. Water Resour. Dev*. 32:611–21. doi: 10.1080/07900627.2015.1120188
4. Lofrano, G., and Brown, J. 2010. Wastewater management through the ages: a history of mankind. *Sci. Total Environ*. 408:5254–64. doi: 10.1016/j.scitotenv.2010.07.062
5. Zhang, S., Tchalala, M. R., Cheng, H., Medina, J. S., Xiong, Y., and Hong, P.-Y. 2023. Anaerobic membrane bioreactor as the core technology for future decentralized wastewater treatment plants. *Curr. Opin. Chem. Eng*. 42:100975. doi: 10.1016/j.coche.2023.100975
6. WHO UN-Habitat. 2021. *Progress on Wastewater Treatment Global status and acceleration needs for SDG indicator 6.3.1*. Geneva: United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat) and World Health Organization (WHO).

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 31 مارس 2025

المحرر: Susana Carvalho

مرشدو العلوم: Nicki Talbot

الاقتباس: Al-Gashgari B, Almulhim F, Sanchez-Huerta C و Hong P (2025) معًا لتحقيق الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة: معالجة مياه الصرف الصحي توفر لنا موردًا ثمينًا للمياه. Front. Young Minds.
doi: 10.3389/frym.2024.1418929-ar

مُترجَم ومقتبس من: Al-Gashgari B, Almulhim F, Sanchez-Huerta C and Hong P-Y (2024) Towards SDG 6: Wastewater Treatment Generates a Precious Water Resource. Front. Young Minds 12:1418929. doi: 10.3389/frym.2024.1418929

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

حقوق الطبع والنشر © 2024 © Al-Gashgari, Almulhim, 2025 و Hong Sanchez-Huerta. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

ARNAU، العمر: 12
مرحبًا اسمي Arnau، وأبلغ من العمر 12 عامًا. أحب العلوم والقراءة والطهي والسفر حول العالم.

CARTER، العمر: 12
أحب ممارسة الرياضة والعزف على البيانو. وأنا نشيط للغاية وأجيد الرياضيات والعلوم. كما أنني أحب الثعابين لدرجة أنني أقمت حفلة عيد ميلاد مع الكثير من الثعابين والزواحف.

IMRAN، العمر: 11
أحب قراءة الكتب العلمية والكتابة عن الموضوعات العلمية. وأنا لاعب كرة سلة شغوف وأستمتع بالخروج في الهواء الطلق عندما لا يكون الطقس شديد الحرارة.

ISLA، العمر: 12
لدي أخت صغيرة وأحب القطط. وأحب الماء والحيوانات البحرية... يا إلهي كم هي لطيفة! وألعب كرة السلة وكرة القدم الأمريكية وتنس الريشة. وذهبت إلى جزر المالديف هذا العام في رحلة مدرسية.

LINAR، العمر: 11
أحب المحيط والحيوانات البحرية... والقطط. وأحب قراءة القصص المصورة وأنا مبدع جدًا في الموسيقى، وأحب تأليف الإيقاعات. وأستمتع بلعب كرة الريشة والكرة الصامتة.

RAPHAEL، العمر: 12
أحب لعب كرة القدم وأحب مشاهدة BetaSquad على YouTube. كما أنني شاهدت جميع سلسلة أفلام سيد الخواتم. وأحب الفيلة، وأشجع فريق بايرن ميونيخ.

المؤلفون

BOTHAYNA AL-GASHGARI
Bothayna حاصلة على درجة الدكتوراة تحت إشراف الأستاذة الدكتورة بيينغ هونغ. تركز أبحاث Bothayna على علم الأحياء الدقيقة البيئي التطبيقي، حيث تعكف حاليًا على تحليل أهمية الانتقال الأفقي للجينات داخل محطات معالجة مياه الصرف الصحي وبيئات إعادة الاستخدام في توليد بكتيريا مقاومة للأدوية المتعددة.

FATIMAH ALMULHIM
Fatimah طالبة دكتوراة تحت إشراف الأستاذة الدكتورة بيينغ هونغ. وقد حصلت على درجة البكالوريوس في العلوم البيولوجية من جامعة ولاية كاليفورنيا، إيست باي، وعملت على فهم المنتجات التي تفرزها البكتيريا خلال دراستها للماجستير. ينصب تركيزها الرئيسي خلال بحثها للحصول على درجة الدكتوراة على دراسة كيفية تشكيل البكتيريا للطبقات الميكروبية التي يمكن أن تؤثر على جودة المياه في أنظمة توزيع مياه الصرف الصحي المُعالَجة.

CLAUDIA SANCHEZ-HUERTA
Claudia حاصلة على درجة الدكتوراة من برنامج علوم وهندسة البيئة في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية. وهي مهتمة بدراسة وتحسين كفاءة العمليات البيولوجية الهوائية/اللاهوائية وعمليات الفصل الغشائي واستخدام عمليات التطهير لمعالجة مياه الصرف الصحي البلدية والآن مياه الصرف الصحي الصناعية.

PEI-YING HONG
تشغل Peiying منصب أستاذ في قسم العلوم والهندسة البيولوجية والبيئية في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية. وقد حصلت على درجة الدكتوراة في العلوم والهندسة البيئية من جامعة سنغافورة الوطنية في سنغافورة، وحصلت على تدريب ما بعد الدكتوراة في جامعة إلينوي في أوربانا شامبين. وفي جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية، تسعى مجموعتها البحثية في مختبر السلامة الميكروبية البيئية والتكنولوجيا الحيوية إلى توفير العلوم الأساسية والأبحاث الموجهة نحو تحقيق الأهداف التي تدعم التحسينات في مجال صحة المياه وإدارة المياه على مستوى العالم. *peiying.hong@kaust.edu.sa

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology