ماذا لو استطعنا إنقاذ أكثر من مليون شخص سنوياً من الوفاة بسبب مياه الشرب الملوثة؟

23

تحلية بلا ترسّبات ملحية

بواسطة الذكاء الاصطناعي التوليدي

قريب المدى | **متوسط المدى** | بعيد المدى

ابتكار أنظمة ذكية لتحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة والمواد المبتكرة، لتعمل على تحويل مياه البحر أو المياه الجوفية إلى مياه عذبة في المناطق التي تعاني من شح أو ندرة المياه.

المتغيّرات الغامضة

الأنظمة، التكنولوجيا

التوجهات العالية الكبرى

إدارة النُظم البيئية

الاتجاهات السائدة

المحاكاة الحيوية
الشراكة بين القطاعات
مصفوفة الغذاء والماء والطاقة
التعاون الدولي
المواد الجديدة

التكنولوجيا

تكنولوجيا المناخ
تكنولوجيا النانو

القطاعات المتأثرة

الزراعة والغذاء
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
البنية التحتية والبناء
المواد والتقنية الحيوية
المرافق العامة

الكلمات الرئيسية

المحاكاة الحيوية
التحلية
الطاقة المتجددة
الاستدامة
الأمن المائي

الواقع الحالي

تُعد المياه العذبة من أهم الموارد الطبيعية على كوكب الأرض. فرغم أن الماء يشكل 70% من سطح الأرض، إلا أن أكثر من 97% منها غير صالحة للشرب بسبب ملوحتها.[856] أما المياه العذبة فحوالي 69% منها محتجزة في الأنهار الجليدية والقمم الجليدية، و30% في جوف الأرض، مما يعني أن 1% فقط من المياه العذبة هي الكمية المتوفرة للاستخدام البشري – على شكل ثلوج، وبحيرات، وأنهار.[857] وتشير التقديرات الحالية أن نحو ملياري شخص يعانون من صعوبة الحصول على مياه الشرب الآمنة،[858] ومن المتوقع أن يتأثر 4 مليارات شخص بهذه الأزمة بحلول عام 2030.[859] وإلى جانب التحديات الناتجة عن النمو السكاني حول العالم،[860] سيفاقم التغيّر المناخي من أزمة المياه العذبة لتسببه في زيادة ملوحة المياه الجوفية وتلوث المياه الناجم عن الفيضانات والجفاف.[861]

ويؤثر النقص في المياه النظيفة سلباً على صحة الإنسان ونظافته الشخصية. فكل عام، يفقد نحو مليون شخص حياتهم بسبب الإسهال الناتج عن شرب المياه الملوثة وسوء خدمات الصرف الصحي. وفي عام 2021، واجه أكثر من 251 مليون شخص خطر الإصابة بالبلهارسيا، وهو مرض تسببه طفيليات في المياه الملوثة.[862] من ناحية أخرى، يؤدي ارتفاع ملوحة المياه إلى انخفاض إنتاج المحاصيل[863] وتآكل التربة،[864] مما يقلل الإنتاج الزراعي العالمي بنحو 124 تريليون سعرة حرارية سنوياً، وهو ما يعادل غذاء 170 مليون شخص.[865]

وقد شهدت القدرة الإنتاجية لمحطات تحلية المياه حول العالم ارتفاعاً بنسبة 7% سنوياً منذ العام 2010، لتصل هذه القدرة إلى 99 مليون متر مكعب يومياً في عام 2022، تتركز 70% منها في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.[866] وفي حين تعتمد دول الاتحاد الأوروبي بشكل رئيسي على تقنيات التناضح العكسي التي تشكل 88.5% من عمليات تحلية المياه بها، تفضل منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا محطات التحلية الحرارية – وهي عملية متقدمة تتطلب طاقة أقل ويمكنها إنتاج كمية كبيرة من الماء في فترة زمنية قصيرة.[867] ورغم أهميتها في توفير المياه العذبة، تواجه تقنيات التحلية تحديات بيئية كبيرة. فإلى جانب انبعاثاتها الكربونية،[868] تُنتج التحلية أكثر من 150 مليون متر مكعب يومياً من المياه المالحة شديدة التركيز، مما يضر بالأنظمة البيئية البحرية عبر خفض نسبة الأوكسيجين في المياه وقتل الحياة فيها.[869]

تقريباً

2 مليار

شخص يعانون من صعوبة
الحصول على مياه الشرب الآمنة

4 مليارات

شخص من المتوقع أن يتأثروا
بهذه الأزمة بحلول عام 2030

الفرصة المستقبلية

تتيح أنظمة التحلية الذكية المتكاملة تلبية احتياجات المجتمعات من المياه العذبة حول العالم بالاستفادة من إمكانات الذكاء الآلي المتقدم وإنترنت الأشياء والحوسبة الطرفية والتحليلات اللحظية، حيث يتم دمج هذه التقنيات مع أنظمة هجينة لإنتاج الطاقة الشمسية[870] وطاقة الرياح[871] في شكل وحدات منفردة أو مجموعة من وحدات متعددة،[872] تكون وظيفتها توفير المياه العذبة والنظيفة[873] من مياه البحر على نطاق واسع وبتكلفة منخفضة.[874] ويمثل هذا التكامل نقلة نوعية للمناطق التي تعاني من ندرة المياه،[875] حيث تعالج هذه التقنية التحديات المرتبطة بتحلية المياه بالطاقة الشمسية التقليدية، والتي كانت تعاني من انخفاض إنتاجيتها وارتفاع تكاليفها وانقطاع إمداداتها مقارنة بطرق التحلية التقليدية.[876]

وتسهم ابتكارات المواد الجديدة[877] في تعزيز كفاءة تحلية المياه؛ حيث تسهم المواد النانوية ثنائية الأبعاد، مثل الجرافين، في تطوير أغشية فائقة الأداء لترشيح المياه،[878] بينما تضيف الهياكل ثلاثية الأبعاد (التي تشبه في تصميمها الأشجار)[879] ميزة نقل المياه عبر قنوات شعيرية مدمجة مع خاصية التنظيف الذاتي، مما يقلل من الترسبات الملحية بشكل ملحوظ.[880]

وتوفر تقنيات تحلية المياه التي لا تتطلب تصريفاً للمحلول الملحي أو تتطلب تصريف قدر ضئيل منه[881] فرصاً واسعة للابتكار، مع إمكانية تحسين الكفاءة وخفض التكاليف من خلال تطبيقات المحاكاة الحيوية. فعلى سبيل المثال، استكشف الباحثون في جامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا إمكانات المحاكاة الحيوية عبر ابتكار حل شامل لتحلية المياه بالاعتماد على الطاقة الشمسية، ومحاكاة العمليات الوظيفية داخل أشجار القرم، واستخدام آليات تبلور متقدمة للتخلص من المحلول الملحي، مما أدى إلى منع تكون الترسيبات الملحية كمخلفات لعملية التحلية.[882]

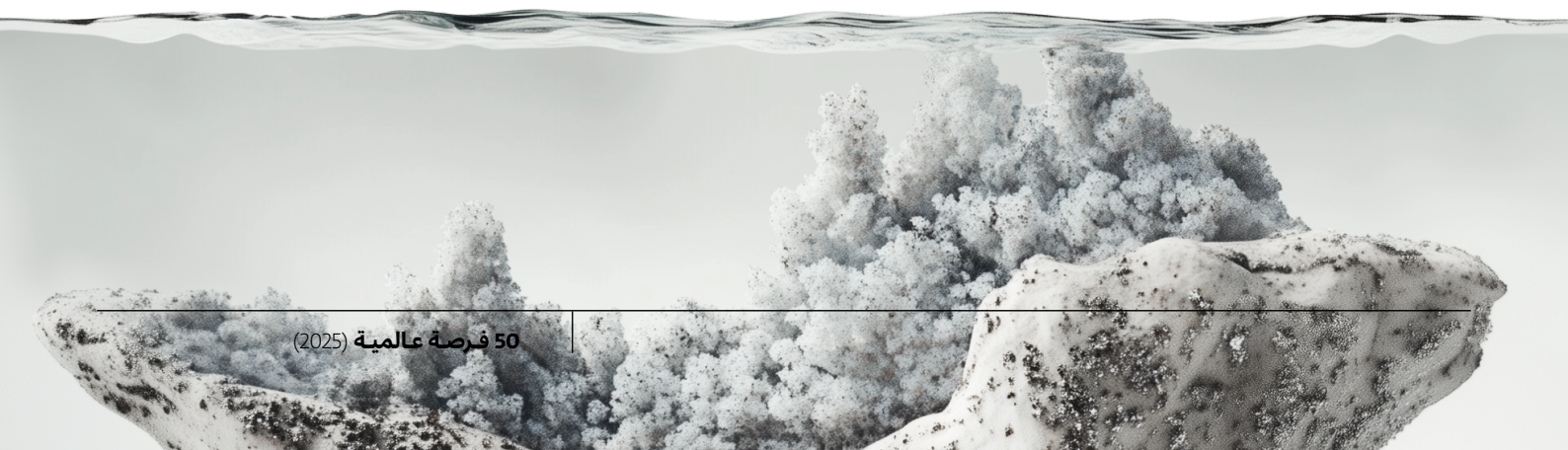
الإيجابيات

تحقيق الأمن المائي، وتقليل الانبعاثات، والحد من المخلفات الملحية لعملية التحلية، مع تحسين الصحة العامة عبر توفير إمدادات المياه النظيفة، فضلاً عن تعزيز الإنتاج الزراعي ودعم الاقتصاد القائم على الزراعة.

المخاطر

عدم ضمان متانة المواد المستخدمة، فضلاً عن تكلفة تقنيات الطاقة النظيفة المتنوعة وإدارتها وصيانتها. والصعوبات المتعلقة بذلك.

استكشف الباحثون في جامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا إمكانات المحاكاة الحيوية عبر ابتكار حل شامل لتحلية المياه **بمحاكاة العمليات الوظيفية داخل أشجار القرم، واستخدام آليات تبلور متقدمة للتخلص من المحلول الملحي، مما أدى إلى منع تكون الترسيبات الملحية كمخلفات لعملية التحلية**



تسهم ابتكارات المواد الجديدة في تعزيز كفاءة تحلية الميـاه