Khalifa University Science and Technology Review بالعربي
مجلة جامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا

مجلة علمية ربع سنوية تصدرها
جامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا

إصدار المياه

مستقبل المياه

تعلمناها من خنفساء الصحراء

قد يدين سكان المناطق القاحلة والأكثر جفافاً في العالم يومًا ما بالفضل الكبير لخنفساء صحراء ناميبيا - ص 46

تحلية المياه

قد تساهم محطات التحلية القائمة على الطاقة الشمسية في تحقيق الأمن المائي عالميًا الأمر الذي سيعود بفوائد كبيرة على مجال حفظ الطاقة - ص 08

تشكيل الأمطار

تلقيح السحب يعود بفوائد تتعدى هطول الأمطار في المناطق الصحراوية ومواد جديدة تحقق فعالية هذه التكنولوجيا في مختلف الظروف - ص 28

أنهار الغلاف الجوي

يساهم تغير المناخ في ظهور مياه مجهولة المصدر للباحثين المهتمين بدراسة نطاقات واسعة من البخار في الهواء - ص 36

العدد 01 مارس-مايو 2023

kustreview.com

رسالة المحرر

إن كنا قد تعلمنا بعض الدروس خلال فترة جائحة كوفيد-19، فأهمها هو الدراية الشاملة للأفراد في مجال العلوم لما لذلك من دور محوري في تحقيق مجتمع صحي خال من الأمراض.

تساهم المعرفة العلمية في منحنا الأدوات اللازمة التي تمكننا من صنع القرارات الذكية الملائمة لصحتنا وصحة أسرنا والقدرة على التمييز ما بين الحقيقة والخيال في خضم الآراء المتضاربة، كما تساهم في توفير الفهم الشامل لتأثير القوى الكبيرة التي صنعها الإنسان والقوى الطبيعية التي تؤثر بدورها على تشكيل العالم والدور الذي يلعبه جميع الأفراد في تحقيق مستقبل مشرق مستدام وعادل للجميع.

وفي هذا الإطار، تأتي توجيهات سمو الشيخ حامد بن زايد آل نهيان، رئيس مجلس أمناء جامعة خليفة، بإصدار مجلة جامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا.

قمنا بإصدار هذه المجلة بإشراف من سموه لنشارك معرفتنا في العلوم والتكنولوجيا مع المهتمين في مختلف أنحاء العالم وهنا في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، حيث يقوم الباحثون والمبتكرون في جامعة خليفة وغيرها من المؤسسات بمشاريع بحثية علمية متميزة تساهم في إيجاد الحلول للتحديات الهامة في الوقت الحالي والمستقبل.

تعتبر مشكلة المياه من أبرز القضايا التي تشهدها دولة الإمارات العربية المتحدة والمنطقة المحيطة.

وعلى الرغم من أن موضوع ندرة المياه النظيفة ليس جديدًا في المنطقة، إلا أن الارتفاع المتزايد في عدد السكان ومشاكل تغير المناخ تساهم في إيجاد المزيد من الضغوطات على موارد المياه، حيث يشهد منسوب المياه الجوفية تراجعًا ملحوظًا وعدم انتظام الأمطار وزيادة المتطلبات الزراعية.

باختصار، تعاني منطقة الشرق الأوسط بما فيها دولة الإمارات من جفاف كبير وشح في الموارد المائية النظيفة، والأمر يزداد سوءًا..

تعد مسألة شح المياه وندرتها شأنًا دوليًا، على الرغم من شدتها في دولة الإمارات والمنطقة بشكل خاص.

يفقد حوالي مليون فرد سنويًا حياتهم كل عام بسبب عدم قدرتهم على الوصول للمياه النظيفة، فيما يشهد 4 مليون فرد، أي ما يقارب ثلثي سكان العالم، ندرة كبيرة في توفر المياه النظيفة لمدة شهر واحد في السنة كحد أدنى وفقًا لمنظمة الأمم المتحدة.

وقد أصدرت منظمة الصحة العالمية قرارًا ينص على أن نصف كوكب الأرض سيعاني من المزيد من نقص المياه بحلول العام 2050 نتيجة مجموعة من العوامل التي تشمل تغير المناخ الذي يؤدي إلى حدوث فيضانات خطيرة وجفاف وآثار التلوث على جودة المياه والنمو المتوقع لمتطلبات التصنيع وزيادة عدد سكان العالم.

إضافة لآثار نقص المياه الحاد على البيئة والكائنات الحية المعرضة للانقراض.

لهذا، فإننا نبحث في الإصدار الأول من مجلة جامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا في بعض الطرق التي يركز عليها الباحثون والمبتكرون في مجال مستقبل المياه وآلية إدارة المصادر بشكل أفضل وقياس التغيرات الجوية والتنبؤ بها نظرًا لدورها في تشكيل عالمنا الجديد والوصول إلى الموارد التي لم نتمكن من الوصول إليها في السابق وتفعيل جميع تلك الجهود دون انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون المسبب الرئيس لمشكلة تغير المناخ.

يمكنك الاطلاع على المزيد من المقالات والفيديوهات والصور في موقعنا الإلكتروني www.KUSTReview.com وعلى فيسبوك وإنستغرام ولنكدإن وتويتر وغيرها من منصات التواصل الاجتماعي من خلال البحث عن KUSTReview@ حيث يمكنك أن تتابع أفضل التغطيات العلمية في منطقة الشرق الأوسط وجميع أنحاء العالم بالأسلوب الذي تفضله للمشاهدة والاطّلاع.

الدكتور عارف سلطان الحمادي
رئيس التحرير

Khalifa University Science and Technology Review بالعربي

تتخصص مجلة جامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا بنشر المعلومات الموثوقة والمعتمدة والمتوفرة في متناول الجميع، حيث تتضمن آخر الأخبار والتطورات في مجالات العلوم والابتكار والتكنولوجيا، ونقوم من خلالها بتغطية الأخبار في مختلف أنحاء العالم، كما نسلط الضوء على أحدث التطورات والابتكارات والمواضيع ذات الأهمية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

نهدف لنشر المعرفة العلمية والتكنولوجية في المنطقة وخارجها من خلال كتابة المقالات بمصداقية عالية.

المجلس الإداري

عارف الحمادي رئيس التحرير
ستيفن غرفث نائب رئيس تحرير
ديفيد شيهان
إرنيستو دامياني
حسن بردى
جون روك
سعيد الحسن
ساموبل ماو

اللجنة التقنية

ديانا فرنسيس
إيهاب فهمي السعدني
إميليو بوركو
إرنيستو دامياني
حبيبة الصفار
كرياكي بوليكرونوبولو
لورديس فيغا
محمد رامي المعري
محمد عمر
نواف الموسى
شون شان من سوي
سينيفراتني موديغنسلاجي
شارمراكي محمد
ويسلي كانتويل

فريق المجلة

سيد الهاشمي، رئيس قسم التسويق والاتصالات
سوزان كوندي لمبيرت، محرر علوم أول
مؤمن خيتي، مشرف الترجمة
كلدرينس مايكل، علاقات عامة
أنس البني، المشرف الإبداعي
منى المصعبي، مساعدة إدارية
جيد ستيرلنغ، كاتب علوم أول
مارغريت كنسيلا، كاتب علوم
أماني سليمان القيسي، مترجم
ندى أسدي، التسويق الرقمي
زينة مثبوت، وسائل التواصل الاجتماعي
كندة العظم، وسائل التواصل الاجتماعي
جاكوب جورج، التسويق
وضحة صالح الجابري، علاقات إعلامية
نسمة العامري، مدير الفعاليات والبروتوكول
سويدان خليفة النعيمي، البروتوكولات
محمد معتوق صقر، الفعاليات

تصدر **مجلة جامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا** عن جامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا.

جامعة خليفة
Khalifa University

شارع شخبوط بن سلطان، أبوظبي،
الإمارات العربية المتحدة

المشاركون

حسن عرفات

مدير مركز الأغشية وتكنولوجيا المياه المتقدمة في جامعة خليفة.

مايكل جفرسون

أستاذ في الجامعة الأوروبية لإدارة الأعمال في لندن، وشغل سابقاً منصب رئيس الخبراء الاقتصاديين في شركة "شل إنترناشيونال"

مي بوي

باحثة في مركز السياسة البيئية في جامعة إمبريال كوليدج لندن.

مارتن هاي

يركز على نمذجة الطاقة طويلة الأمد من خلال السيناريوهات المعروضة.

عدنان شهاب الدين

باحث أول زائر في معهد أكسفورد لدراسات الطاقة.

كترينا برامشدت

خبيرة أخلاقية في مجال التبرع وزراعة الأعضاء والأجهزة الطبية.

الاستفادة من مياه الصرف في دورات المياه على متن المركبات الفضائية 06

المستقبل الواعد لتحلية المياه 08
قد تساهم محطات التحلية القائمة على الطاقة الشمسية في تحقيق الأمن المائي عالميًا الأمر الذي سيعود بفوائد كبيرة في مجال حفظ الطاقة.

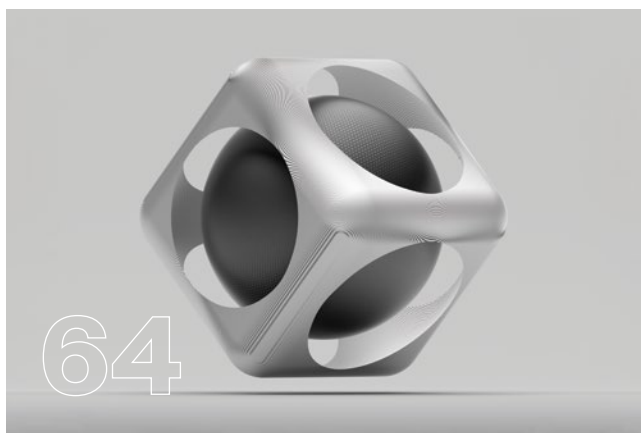
الفوائد الإجتماعية والاقتصادية لتحلية المياه 16

شركة "إكس" تحدد طريقة الوصول للمياه النظيفة 17

إطار عمل متخصص في مجالات الابتكار 18

بشكل مباشر من الغلاف الجوي 20
تكنولوجيات جمع الماء تتيح للأفراد في المناخات الجافة إمكانية الحصول على مياه نظيفة

المحيطات الملوثة: فلندع النفايات تنظّف نفسها بنفسها 34



أنهار الغلاف الجوي 36
يساهم تغير المناخ في ظهور مياه مجهولة المصدر للباحثين المهتمين بدراسة نطاقات واسعة من البخار في الهواء.

الخطر الخفي 44

تعلمناها من خنفساء الصحراء 46

ما هو تسلسل البلوك تشين 52
تعد واحدة من التكنولوجيات الواعدة لكنها تواجه بعض العوائق التي يجب التخلص منها.

الرموز غير القابلة للاستبدال (إن إف تي) 58
الطريقة التي يتعامل بها الإنترنت مع المقتنيات الرقمية وهناك بعض الأمور التي يجب معرفتها قبل البدء بالتداول.

اقرأ في هذا العدد

مستقبل المياه

يشهد العالم في الوقت الحاضر نموًا متزايدًا في عدد السكان والذي يؤدي بدوره إلى ارتفاع مخاطر التلوث الجوي وتغير المناخ الذي يترتب عليه حدوث الفيضانات والعواصف والجفاف. لذلك، يعتبر إيجاد مصادر جديدة للمياه النظيفة والمحافظة عليها أمرًا أكثر أهمية من ذي قبل.

في العدد الأول من مجلة جامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا، بحثنا في الطرق التي يستعين بها الباحثون والمبتكرون في حماية مصادر المياه في كوكب الأرض وتوفيرها لأكثر من 8 مليارات فرد.

ستجد في هذه الصفحات مجموعة من المقالات حول العالم البحثي الإماراتي الذي اعتمد على تكنولوجيا النانو لتحفيز السحب على الإمطار والمبتكر الذي يزرع طماطم تعتمد على مياه البحر وتنمو في الصحراء وخنفسة الصحراء التي تعلم الإنسان آلية جمع المياه من الهواء وغيرها الكثير من المقالات.

الأبواب الثابتة

المشاركون 02
رسالة المحرر 03
نحن نسأل:
تشكيل الأمطار 28
المبتكرون
خيرات في البيئة الصحراوية 48
اسأل الخبراء:
مستقبل الهيدروكربونات 64
اسأل خبير الأخلاق:
حماية حياة الأفراد مع المحافظة على المعتقدات الدينية 70

واكتشف العلماء سحابة كبيرة من بخار الماء على بعد 30 مليار ميل تحتوي على 140 مليار ضعف كمية المياه في جميع البحار والمحيطات على سطح الأرض.

يعود أصل جميع المياه على سطح الأرض إلى الفضاء من خلال تراكم الجليد على المذنبات والكويكبات التي اصطدمت بكوكب الأرض. نعم، صحيح! يمكن اعتبار المياه عنصرًا فضائيًا.

يشكل ضمان توفير موارد منتظمة وبشكل متواصل للأفراد الذين يقومون برحلات استكشاف فضائية أمرًا في غاية التعقيد في الوقت الحالي، وهو أمر أكثر صعوبة مقارنة مع التركيز على سحابة البخار وعمليات الحفر في الأقمار المتجمدة. لذلك، يتعين على مكتشفي الفضاء إحضار اللازم معهم وإدارة ذلك.

وعلى صعيد آخر، قالت رائدة الفضاء جيسيكا ماير في الموقع الإلكتروني لوكالة ناسا .NASA gov: "نقوم بتدوير نسبة 90% من السوائل المائية في محطة الفضاء والتي تشمل البول والعرق، حيث تمكنا من محاكاة عناصر دورة المياه الطبيعية في كوكب الأرض على متن المحطة الفضائية لاستعادة الماء من الهواء. وفيما يتعلق في البول من العاملين على متن محطة الفضاء الدولية، فيمكننا القول بأن قهوة اليوم هي نفسها قهوة الغد".

يتم جزء من عملية معالجة السوائل في دورة المياه الفضائية الجديدة التابعة لوكالة ناسا والتي تمتلك نظامًا عالميًا لإدارة الفضلات بقيمة 23 مليون دولار تم إطلاقه في محطة الفضاء الدولية في 2020.

تهدف دورة المياه، التي صُممت لرائدي ورائدات الفضاء، إلى تعزيز تدوير المزيد من البول لصنع قهوة المستقبل. والجدير بالذكر أنه في الوقت الحالي يتطلع العلماء في وكالة ناسا إلى إعادة تدوير المياه في محتوى البراز .

وسيساهم ذلك في رفع النسبة الحالية للباحثين في مجال استعادة المياه والبالغة 90% والتي يسعى أفراد وكالة ناسا إلى أن يوصلوها لـ 98%. إضافة لذلك، تتطلع وكالة ناسا للبدء برحلات استكشاف المريخ في العام 2030. ●

مصدر الصور: NASA

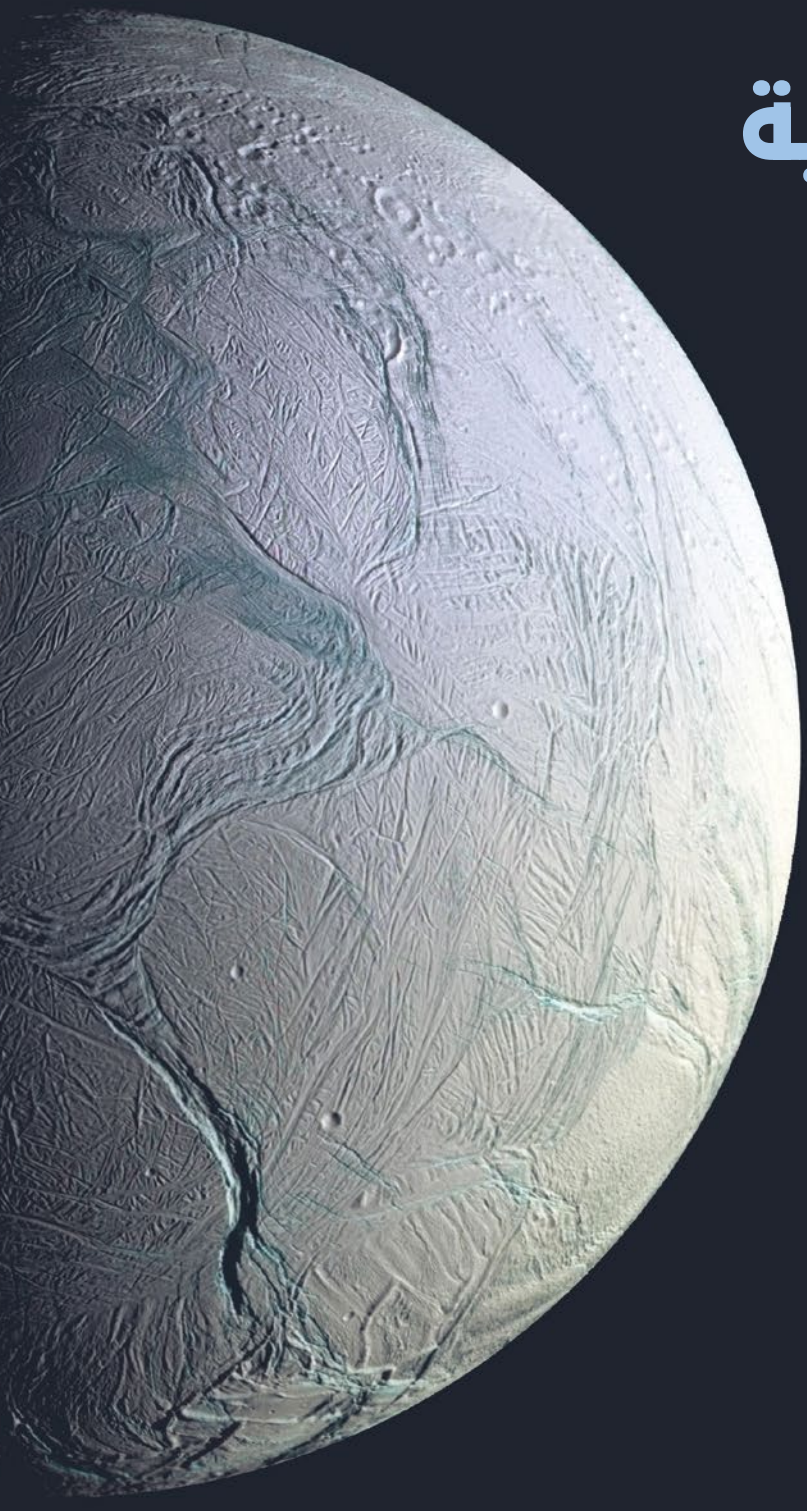
⊙ **في الأعلى:** يسعى رائد الفضاء في وكالة ناسا ومهندس طيران الرحلة رقم 65، مارك فاندي هاي، إلى إنشاء دورة مياه متقدمة جديدة في وحدة "ترانكواليتي" في محطة الفضاء الدولية.

⊙ **في الأسفل:** تقع دورة المياه داخل حجرة صغيرة تحظى بالخصوصية تمامًا كما هو حال دورات المياه العامة في كوكب الأرض.

الاستفادة من مياه الصرف في دورات المياه على متن المركبات الفضائية

يعتبر ضمان الوصول للمياه على كوكب الأرض في السنوات القادمة أولوية قصوى بالنسبة للعلم. ويجب كذلك ضمان توفرها في الفضاء.

بقلم: **فريق عمل المجلة**
ترجمة: **أماني القيسي**



مصدر الصورة: NASA/JPL/Space Science Institute

⊙ **في الأعلى:** يتميز "إنسيلادوس"، القمر السادس لكوكب زحل، بأنه مغطى بالجليد. ويمكن يومًا ما أن يكون بمقدور الإنسان في الفضاء الاستفادة من هذه المياه وغيرها من مصادر المياه خارج كوكب الأرض. وحتى ذلك الحين، يجب على رواد الفضاء إحضار المياه معهم من كوكب الأرض.

فمن غير المستحيل الحصول على مياه في الفضاء لأن العناصر الكيميائية المكونة للمياه والتي تشمل الهيدروجين والأكسجين متوفرة بشكل كبير في الفضاء.

يقول إلن ستوفان، رئيس علماء وكالة ناسا الأمريكية، في الموقع الإلكتروني للوكالة .NASA gov: "ساهمت الأنشطة العلمية في وكالة ناسا في توفير مجموعة كبيرة من النتائج المتعلقة بالمياه خلال السنوات الأخيرة، الأمر الذي يحفزنا لمواصلة الدراسات والبحوث المتخصصة في أصولنا وإمكانية الكشف عن وجود عوالم وحياة أخرى في الكون".

وتشير وكالة ناسا إلى الكواكب الأربعة الضخمة في نظامنا الشمسي والتي تشمل كوكب أورانوس والمشتري وزحل ونبتون، مؤكدةً على احتمالية احتواء هذه الكواكب على كميات كبيرة من المياه، وهو أيضًا دليل على أن الأقمار الخمسة في المشتري وزحل تحتوي على محيطات تحت أسطحها.

وفي العام 2020، أعلنت وكالة ناسا عن اكتشاف مركب أكسيد ثنائي الهيدروجين في المناطق التي تشرق فيها الشمس في القمر التابع لكوكب الأرض، ما يعني انتشار جزيئات المياه بشكل واسع في جميع أنحاء سطح القمر.

الغلاف: تحلية المياه ومصادر الطاقة المتجددة والطاقة وتغير المناخ جميعها مرتبطة ببعضها.

الرسومات: أنس البني

الصور: Shutterstock

المستقبل الواعد لتحلية المياه

قد تساهم محطات التحلية القائمة على الطاقة الشمسية في تحقيق الأمن المائي عالميًا الأمر الذي سيعود بفوائد كبيرة في مجال حفظ الطاقة.

بقلم: **جيد ستيرلينج**
ترجمة: **أماني القيسي**

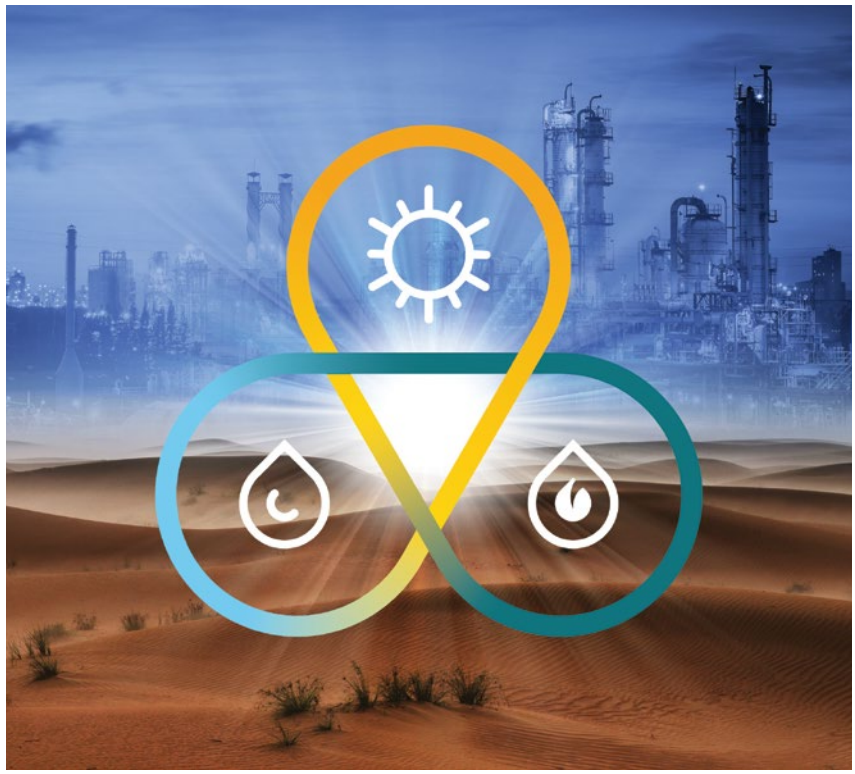
يعتبر توفر مصدر المياه في حال كنت تائهًا في الصحراء أمرًا هامًا لبقائك على قيد الحياة، لكن يصعب توفر ذلك في الأراضي الصحراوية التي تفتقر لهطول الأمطار كما تفتقر لموارد المياه التي تشمل الأنهار والبحيرات والتي تمكن الأفراد قاطني تلك المناطق من العيش فيها، خاصة وأن كل ما تمتلكه المناطق الصحراوية هو خطوط ساحلية تتيح إمكانية الحصول على كميات كبيرة من مياه البحر المالحة.

تحلية المياه:

تعد عملية تحلية المياه طريقة فعالة للحصول على مياه نقية، حيث تشكل المياه في الكرة الأرضية نسبة 70% لكن تشكل نسبة المياه الصالحة للشرب 1% فقط، والحل هنا هو فصل الملح عن المياه.

وفي دولة الإمارات، تعتبر المياه الجوفية مالحة أيضًا وقد تصل ملوحتها في بعض الأحيان إلى 8 أضعاف ملوحة مياه البحر، لكن يمكن الاستفادة من هذه المياه في ريّ النباتات الملحية كأشجار النخيل. أما النباتات غير الملحية، فتحتاج إلى مياه معالجة بالتحلية.

تتصدر منطقة الشرق الأوسط الطليعة في مجال الاستدامة لأن حكومات الدول هنا تركز على مواجهة شح المياه منذ البداية، ويأتي التطور في مجال حفظ المياه واستدامتها في المنطقة نتيجة لمنهجية متعددة الأبعاد تتطلب إعادة النظر في تخطيط المدن والاستخدام الفعال للمياه والحلول المبتكرة لتوفير مياه نظيفة. «



عمليات معالجة المياه، وهناك اهتمام متزايد في مجال استخدام الطاقة المتجددة بهدف الحد من تكاليف تشغيل المحطات وآثارها البيئية. وفي منطقة الشرق الأوسط حيث تعتبر تحلية المياه المصدر الرئيس لإنتاج المياه، فيما تعد الطاقة المتجددة أقل تكلفة من الطاقة المعتمدة على الوقود الأحفوري على الرغم من وفرته.

وأضاف: "نظريًا، يمكن الاستفادة من أي شكل من أشكال الطاقة المتجددة في عملية تحلية المياه، لكن تشكل الطاقة الشمسية محط الاهتمام الأكبر، إضافة إلى أن المناطق الصحراوية التي تحتاج لتحلية المياه تحظى بكميات كبيرة من أشعة الشمس".

وقال كورادو: "تشهد منطقة الشرق الأوسط في الوقت الحالي تزايدًا في محطات الطاقة الشمسية لإنتاج المياه النظيفة في المناطق القاحلة.

وتصل أسعار الطاقة لمدة ست ساعات في اليوم كحد أدنى إلى (1) سنت أمريكي للكيلو واط في الساعة، حيث يتم إرسال تلك الطاقة إلى مختلف المرافق من المحطات الكهروضوئية لأن كمية الطاقة الكهربائية التي يتم إنتاجها من قبل هذه المحطات تفوق طلب الشبكات في ساعات معينة خلال اليوم، كما تتيح المحطات الكهروضوئية الفرصة لتشغيل محطات التحلية لتشكل بذلك مولدات للمياه النظيفة وأجهزة امتصاص وتخزين في شبكات الطاقة". ‹‹‹

⊙ **في الأعلى, مثلث تحلية المياه:** هل يمكن لأشعة الشمس أن تكون مصدرًا للطاقة في غياب النفط؟

أكثر من

1000

واط ساعي

تحتاج تحلية متر مكعب من مياه البحر إلى طاقة بمقدار كيلو واط ساعي واحد أو أكثر.

يتزايد الطلب على الإدارة الأفضل مع

تزايد الطلب على المياه

ساهم سوء إدارة المياه في السابق والممارسات الزراعية غير المستدامة في منطقة الشرق الأوسط في تفاقم مشكلة التصحر ونقص المياه التي أصبحت مشكلة كبيرة في بعض الدول كالأردن واليمن.

وقد رفعت زيادة مستويات الزراعة والصناعة والتوسع العمراني والنمو السكاني من نسبة الطلب على المياه، كما ساهم تغير المناخ في الحد من موارد المياه يومًا بعد يوم.

ووفقًا لمنظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة، **فإن لكل درجة سلسيوسية واحدة من الاحتباس الحراري يشهد ما نسبته 7% من العالم جفاف 20% من مصادر المياه الناتجة عن الطاقة المتجددة**,حيث يؤدي تعاقب فترات الجفاف وحاجة المحاصيل المتزايدة للمياه خلال ارتفاع درجات الحرارة إلى زيادة الضغط على المياه وبالتالي تضاؤل مواردها.

وفي سياق مشروع المياه والتركيز على مستقبل محطات التحلية في منطقة الشرق الأوسط ، يتم التشجيع على اكتشاف أشكال الطاقة والمياه البديلة وعقد المحادثات المتمحورة حول المياه النظيفة.

الحل المثالي:

تتوفر محطات تحلية المياه بشكل كبير في منطقة الشرق الأوسط، ووفقًا لهيئة المسح الجيولوجي الأمريكية فإن 70% من محطات التحلية في العالم تقع في هذه المنطقة ومعظمها في السعودية والإمارات والكويت والبحرين، حيث تعاني هذه الدول من نقص في المياه النقية لكنها غنية بالنفط وبالتالي يمكن الاستفادة من التقنيات التي تعتمد على الطاقة في إنتاج مياه نظيفة.

ولأن النفط لن يدوم لوقت طويل والعالم اليوم يعاني من آثار الاحتباس الحراري وتغير المناخ نتيجة الاعتماد على الوقود الأحفوري في التطبيقات التي تشمل تحلية المياه في المناطق الصحراوية، فقد كان لا بد من إعادة تجديد مصادر الطاقة. وفي هذا الإطار، تتمتع منطقة الشرق الأوسط بمصادر وفيرة للطاقة المتجددة البديلة كالشمس.

ولكن، ما هي آلية عمل تقنية تحلية المياه؟

تعد تقنية الضغط الأسموزي العكسي من أشهر الطرق التي تتيح مرور كميات كبيرة من مياه البحر من خلال أغشية شبه منفذة لفصل الملح عن المياه، حيث تمثل هذه الأغشية مصفاة دقيقة تساهم في التقاط الملح والشوائب الأخرى.

ومع أن هذه الطريقة تعتبر فعالة في مجال تحلية المياه، إلا أنها تعتمد على ضغط مائي عال وتتطلب عمليات ضخ قوية ومعالجة مسبقة ذات تكلفة اقتصادية مرتفعة. ففي المنطقة الشرقية في السعودية على سبيل المثال، تحتاج مياه البحر أولًا لتنقيتها من الزيوت والشحوم وقناديل البحر.

مياه البحر:

تتميز عملية التحلية بأنها تتطلب كميات كبيرة من الطاقة. ووفقًا لريتشارد مولر، أستاذ الفيزياء في جامعة كاليفورنيا، نحتاج لتحلية متر مكعب من مياه البحر إلى طاقة بمقدار كيلو واط ساعي واحد أو أكثر.

ويؤكد كورادو سوماريفا، المؤسس والمدير التنفيذي لشركة مستشاري المياه والطاقة المستدامة في منطقة الشرق الأوسط، على أن قطاع تحلية المياه قد شهد ثورة خلال السنوات الخمس الماضية ويرى أنه بالإمكان تعزيزه بالطاقة المتجددة وبشكل خاص الطاقة الشمسية.

تراجعت تكلفة عمليات التحلية بالطريقة الإسموزية بشكل ملحوظ في السنوات الأخيرة بسبب تبسيط الإجراءات وانخفاض تكلفة الكهرباء. وعلى اعتبار أن الطاقة الشمسية أقل تكلفة من الطاقة الكهربائية، فإن الانتقال لمصادر الطاقة المتجددة هو أمر حتمي.

وفي سياق متصل، قال توم بانكراتز، محرر مجلة "ووتر ديسالينيشن ريبورت" الأمريكية: "تعتبر عملية تحلية المياه من العمليات التي تعتمد بشكل كبير على الطاقة مقارنة بغيرها من

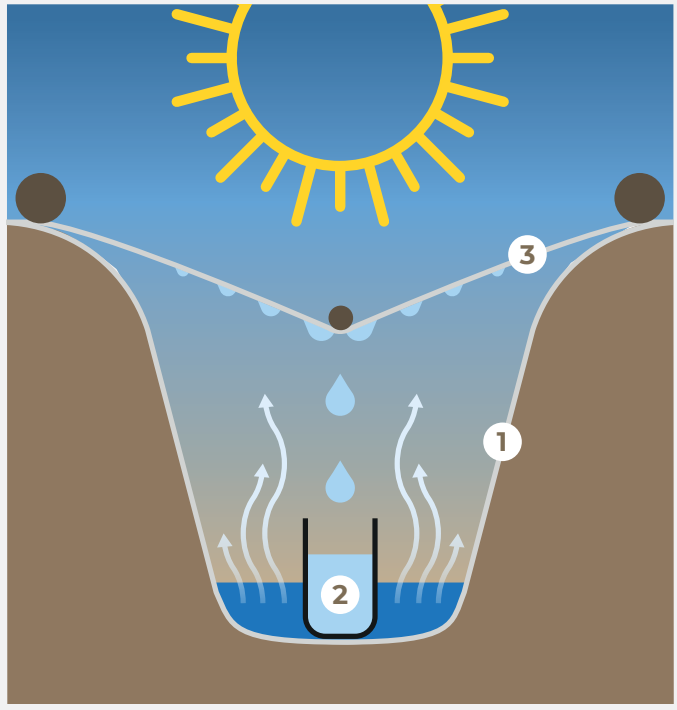
المُقطِّرات الشمسية

تعتبر **الطرق التقليدية** في بعض الأحيان الطرق الأفضل.

تعد المقطرات الشمسية التكنولوجيا الأقدم من نوعها في مجال تحلية المياه، فهي أجهزة بسيطة تستفيد من أشعة الشمس لتنقية المياه.

يتم وضع المياه المالحة في قاع المقطر وتوضع فوقها قطعة من الزجاج أو البلاستيك ذات زاوية منحرفة، حيث تساهم أشعة الشمس في تبخر المياه الذي يتكاثف على السطح الذي يعلوه ثم يتساقط ليتجمع في حوض منفصل، وتبقى الشوائب والأملاح في قاعدة المقطر والمياه التي في الحوض هي مياه نقية ونظيفة صالحة للشرب.

فإذا احتجت لمصدر مياه نظيف، يمكنك صنع المقطرات الشمسية بواسطة صفيحة من البلاستيك (1) يمكنك من خلالها تشكيل حفرة في الأرض وكوب لجمع المياه النظيفة (2) وصفيحة بلاستيكية أخرى (3) توضع في الأعلى يتم تثبيتها بحصى للحصول على سطح مائل لتكاثف البخار.



ماذا نفعل

بالمحلول الملحي

يتكون المحلول الملحي من نسبة تركيز عالية من الأملاح الذائبة في الماء وهي ناتج ثانوي عن العديد من العمليات الصناعية التي تشمل عملية تحلية المياه وأسهل طريقة للتخلص من هذا المحلول الملحي هي إرجاعه إلى المحيط، لكن سيؤدي ذلك إلى ارتفاع نسبة ملوحة مياه البحر وزيادة نسبة القلوية فيها، الأمر الذي يشكل خطرًا بيئيًا كبيرًا.

وتوجد طريقة أخرى شائعة للتخلص من المحلول الملحي وهي الاستعانة ببرك التبخير التي تتبخر من خلالها المياه وتُجمع الأملاح ليتم الاستفادة منها في عمليات أخرى، ولكن كل من هاتين الطريقتين غير آمنتين على البيئة بشكل تام، وفي نفس الوقت قد يكون المحلول الملحي غير المعالج سامًا وضارًا إذا لم يتم التخلص منه بالطرق المناسبة.

وفي هذا الإطار، قام فريق بحثي تعاوني يضم جامعة الملك عبدالله للعلوم والتكنولوجيا في السعودية وجامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا في دولة الإمارات بتصميم نموذج التبلور الشمسي الذي يعتمد على الشمس كمصدر رئيس للطاقة يساهم في رفع درجة حرارة المحلول الملحي وتبخره، وهي فكرة مشابهة لمبدأ عمل برك التبخير باستثناء أن النموذج المطور يقوم بجمع البخار المتكاثف والحصول على مياه نقية.

يبدو ذلك الحل مناسبًا للحد من خسارة المياه، لكن يمكن أن تؤثر زيادة كميات الملح في المياه على أداء المواد في البلور. لذلك، قرر الفريق البحثي تصميم جهاز جديد يقوم على الفصل بين سطح التبخر وسطح امتصاص أشعة الشمس بواسطة صفيحة من الألمنيوم ذات توصيل حراري عال. وبذلك، تقوم جدران القاعدة والجدران الداخلية بامتصاص الطاقة الشمسية، بينما تقوم الجدران الخارجية بعمليات التبخير والتكاثف.

وأكد الفريق البحثي على أن التوصيل الحراري المرتفع الذي يتميز به فاصل الألومنيوم يساهم بشكل فعال في إيصال الحرارة التي تنتج في قاعدة الجهاز إلى الجدران لتتم عملية التبخر. ويرى الباحثون أن هذه الطريقة تعتبر بسيطة لكنها تمثل استراتيجية واعدة قادرة على توفير حل مستدام وبتكلفة اقتصادية مناسبة لمعالجة المحاليل الملحية الصناعية، خاصة في التطبيقات الصغيرة ومتوسطة الحجم.

الموازنة الصعبة:

لا يعتبر انتقال الطاقة الكهربائية من محطات توليد الطاقة إلى منازلنا وشركاتنا أمرًا سهلًا، حيث تواجه مشغلات الشبكات العديد من المهام الصعبة التي تكمن في الموازنة بين كميات الكهرباء التي تغذي الشبكة وكميات الكهرباء التي تُستهلك في المحافظة على استقرار تشغيل النظام، كما تشكل مصادر الطاقة المتجددة المتقطعة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح التي تغذي الشبكة تحديًا آخرًا لتحقيق التوازن.

ويشير توم إلى أنه ليس من الصدفة تنفيذ محطات التحلية التي تقوم على الطاقة المتجددة في السعودية ودولة الإمارات اللتين تمتلكان أهم وأكبر محطات الطاقة الشمسية الكهروضوئية.

وقال توم: "من غير المجدي بناء محطة كبيرة للطاقة الشمسية أو طاقة الرياح على مقربة من محطة لتحلية المياه على الساحل، ويفضل من الناحية الاقتصادية والعملية بناء محطات الطاقة المتجددة على بعد مسافات كبيرة داخل حدود الدولة وتزويد شبكة الكهرباء بالطاقة ليتم توزيعها لمحطات تحلية المياه والمرافق الأخرى".

وأضاف توم: "وتضمن هذه المنهجية موقع محطات التحلية ومحطات الطاقة الذي يتميز بتكلفة اقتصادية مناسبة، وتساهم أيضًا في الحد من الحاجة للبطاريات الكبيرة المستخدمة في حفظ الطاقة خلال الليل أو ظروف عدم توفر الرياح".

بطارية مبتكرة:

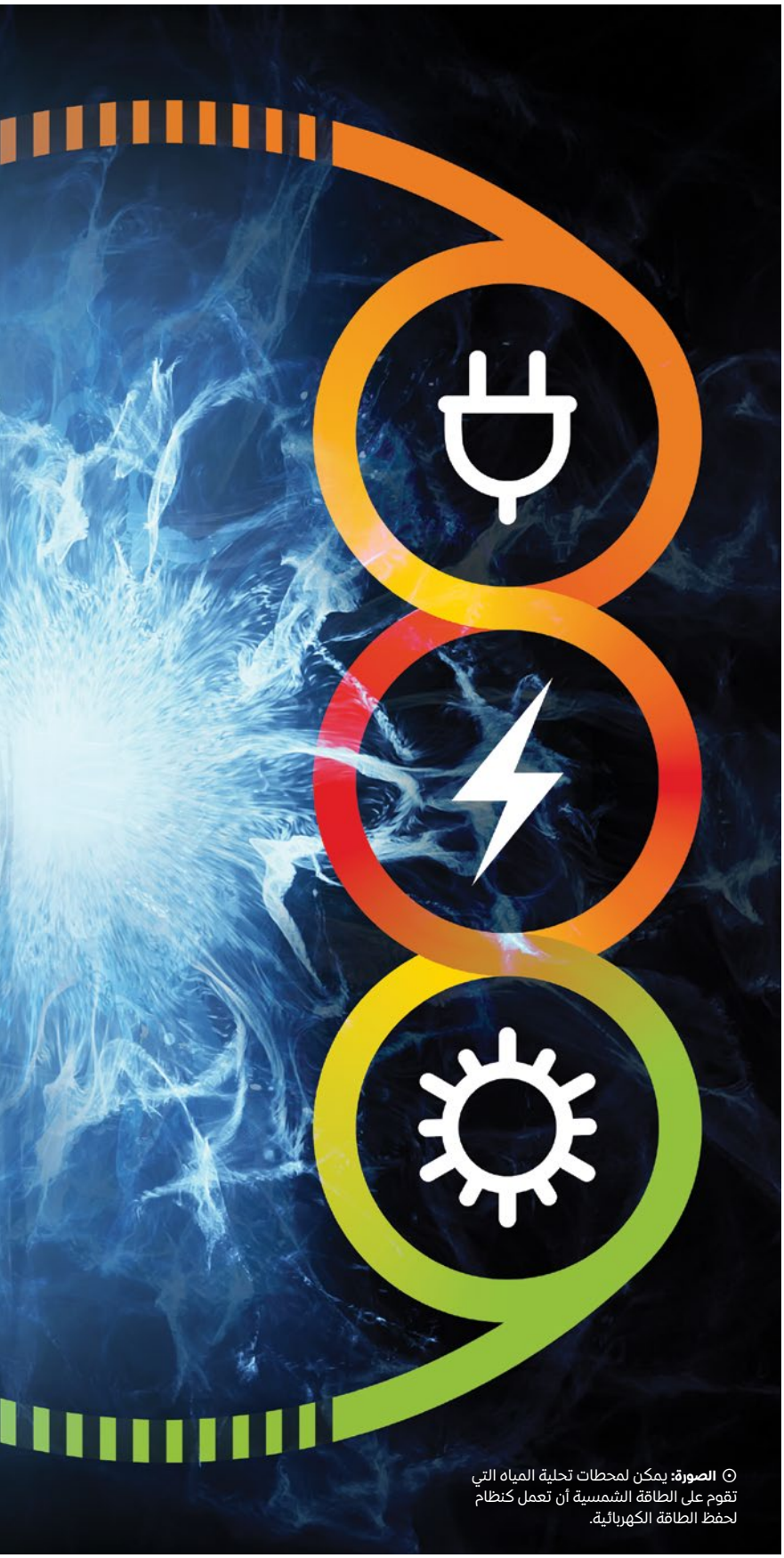
يرى كورادو أنه يمكن لمحطات تحلية المياه التي تقوم على الطاقة الشمسية أن تؤدي دور نظام حفظ الطاقة الكهربائية من خلال الاستفادة من الكهرباء الزائدة عن الحاجة التي تنتجها المحطات الكهروضوئية، بدلًا من تشغيل محطات الوقود الأحفوري بشكل مستمر، في مجال تحلية المياه.

وقد يكون ربط محطات التحلية بشبكة الطاقة المتجددة حلًا لمشكلتين تواجهان المنطقة هما، حفظ الطاقة المتجددة ونقص مياه الشرب.

قال كورادو: "إذا انتقل القطاع الصناعي من المفهوم التقليدي لإنتاج المياه الذي يفرضه نقص المياه، يمكن توظيف محطات التحلية بأسلوب مستدام ومرن لإنتاج المياه عندما يكون هناك فائض طاقة ناتج عن المحطات الكهروضوئية في الشبكة وتقليص عمليات التحلية عندما تصل الشبكة لوضع الذروة"

إضافة لذلك، لا يتطلب إنتاج المياه في حال توفر طاقة فائضة في محطات الطاقة وتقليص إنتاجها في حال وصول الشبكة إلى الذروة تغييرات جذرية في البنية التحتية، ولكن يتطلب زيادة في سعة التخزين لمياه الشرب الناتج عن ذلك. ويشير كورادو في هذا السياق إلى أن سعة تخزين المياه تعد جزءًا من التطوير الاستراتيجي في المنطقة.

وأضاف كورادو: "من المهم أن يبدأ صناع القرار بالنظر إلى عملية تحلية المياه ليس كوسيلة لإنتاج الماء فقط وإنما مخزن للطاقة ونظام حفظ غير مباشر، إضافة إلى الميزة التي ‹‹‹



الصورة: يمكن لمحطات تحلية المياه التي تقوم على الطاقة الشمسية أن تعمل كنظام لحفظ الطاقة الكهربائية.

الفوائد:

توفر طريقة تحلية المياه كميات كافية من المياه حسب الحاجة، الأمر الذي يعزز مفهوم أمن المياه في الدولة ويساهم في دعم الاستقرار إقليميًا من خلال تفادي أية صراعات على مصادر المياه والذي يعني توفير عدد كبير من الفرص التي تعود بالفائدة على المجتمع من خلال تكنولوجيات تحلية المياه.

يعتبر توفير فرص العمل المحلية والمتمثلة بعمليات إنشاء وتشغيل محطات التحلية هي واحدة من تلك الفوائد، كما تتيح تكنولوجيا تحلية المياه فرص التعليم والعمل في المجتمعات الفقيرة من خلال الحصول على المياه بشكل سهل ومنخفض التكلفة خاصة للسيدات اللاتي اعتدن على إحضار المياه وحملها من أماكن بعيدة الأمر الذي يستهلك الوقت والجهد. ○

> **من المهم أن يبدأ صناع القرار بالنظر إلى عملية تحلية المياه ليس كوسيلة لإنتاج الماء فقط وإنما مخزن للطاقة ونظام حفظ غير مباشر** - كورادو سوماريفا

ومن ناحية أخرى، يتم تزويد مدينة الملك عبدالله الاقتصادية ومدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتكنولوجيا في السعودية بمحطات لتحلية مياه البحر الأحمر تقوم على الطاقة الشمسية.

وفي دولة الإمارات، تساهم محطة مصدر في غنتوت بإنتاج مياه معالجة بالتحلية بالاستعانة بالطاقة الشمسية وتقوم شركة "مسكارا لتحلية المياه بالطاقة المتجددة" التي طورت المحطة بتطوير مشاريع أخرى مشابهة في موريشيوس والرأس الأخضر وجنوب إفريقيا والمغرب وفانواتا.

مشاريع أخرى

شهدت بعض المناطق العديد من المشاريع التجريبية محدودة النطاق كمنطقة الشرق الأوسط وإسبانيا والهند، حيث جمعت التجارب ما بين الطاقة الشمسية المركزة وتحلية مياه البحر. وأشار توم إلى أن هناك مجموعة من المشاريع البحثية في الوقت الحالي تركز على استخدام أشكال أخرى من الطاقة المتجددة تشكل طاقة الأمواج ومصادر الطاقة الجوفية الحرارية والكتل الحيوية، إضافة لأشكال الطاقة التي تحتوي على أجزاء ملحية وكيميائية ومستويات مختلفة من الضغط.

وأضاف توم: "تحظى هذه التكنولوجيا بمستقبل واعد يتحقق في الوقت الحالي، حيث أثبتت تحلية المياه التي تقوم على الطاقة المتجددة فعاليتها في محطات دول مجلس التعاون الخليجي وفي جميع أنحاء العالم وعلى المستوى المحلي، كما يوجد المئات من محطات تحلية المياه الصغيرة التي تعتمد على الطاقة المتجددة والتي لا تزال قيد الإنشاء في الدول النامية التي تضم كينيا ومدغشقر وموزمبيق ونيجيريا".

وستواصل تكنولوجيا تحلية المياه بتوفير المياه النظيفة للمدن المتعطشة للمياه طالما يواجه كوكب الأرض مستقبلًا مجهولًا بالنسبة للمياه. ولأن الطاقة المتجددة تشهد إقبالًا متزايدًا في الوقت الحالي وتكاليف التكنولوجيا آخذة بالانخفاض، ستصبح الطاقة المتجددة الخيار الاقتصادي الأنسب والحل الأمثل للحفاظ على البيئة.

تاريخ قاس من المخلفات

قال توم بانكراتز: "يعتبر توفر المياه عبر التاريخ أمرًا أساسيًا لتقدم الحضارات الإنسانية وازدهارها منذ بداية عصر بلاد ما بين النهرين إلى الوقت الحاضر الذي يشهد تطورًا متسارعًا في المدن في منطقة الشرق الأوسط.

وعلى صعيد آخر، تسبب الهدر في استخدام المياه وسوء الإدارة والتحديات البيئية في نفاد وتراجع مصادر المياه النظيفة الذي انعكس بشكل سلبي على صحة الإنسان وظروف المعيشة وعملية التقدم الاجتماعي والاقتصادي".

توم بانكراتز،
جلوبال ووتر إنتيليجينس

⊙ توجد في دولة الإمارات، وتحديدًا في منطقة غنتوت، محطة لتحلية المياه تعتمد على الطاقة الشمسية.

الصورة: جامعة خليفة

تحظى بها محطات التحلية في منطقة الخليج والعالم في مجال التحديث والتطوير الذكي لعمليات التشغيل التي لا تتطلب طاقة بشكل كامل.

تحسينات متواصلة:

يعد استخدام الطاقة المتجددة في مجال تحلية المياه فكرة ليست جديدة، حيث صدر قرار في منتصف التسعينات حول محطات معالجة المياه التقليدية في الولايات المتحدة والتي قامت بإدراج الطاقة الشمسية في مجال معالجة المياه كمحطة ماساتشوستس في العام 2009.

وأصبحت بعد ذلك تكنولوجيات الطاقة المتجددة الحديثة متوفرة في تطبيقات تحلية المياه. فعلى سبيل المثال، بدأ المشروع التجريبي الأسترالي عملياته في العام 2015، ويعتمد المشروع على تكنولوجيا طاقة الأمواج لتحلية مياه البحر بالاستعانة بالعوامات المغمورة في المياه.

ويساهم العديد من الباحثين، على الرغم من التحديات، في العمل على تحسين عمليات التحلية لإتاحة وصولها لأكبر عدد ممكن من السكان ومواجهة مشكلة تغير المناخ دون آثار سلبية.

وفي هذا الصدد، وضع "التحالف العالمي لتحلية المياه النظيفة" هدفًا لـ 20% من محطات تحلية المياه الجديدة وهو أن يتم تزويدها بالطاقة المتجددة ما بين الأعوام 2020 و2025. وفي الوقت الحالي، تشكل الحصة العالمية للطاقة المتجددة المستخدمة في تحلية المياه نسبة 1%.

ويؤكد كورادو على أن التحدي الرئيس للوصول لتحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة هو تحويل أصول تحلية المياه الحرارية التقليدية، حيث قال: "امتدت الصلاحية الاقتصادية لهذه المحطات لعقود عديدة، إضافة لاستهلاكها الكبير للطاقة.

وفي نفس الوقت، تعتبر تحلية المياه تكنولوجيا سريعة التطور.

وأضاف: "لم تجر أية تطورات رئيسة في هذه التكنولوجيا مؤخرًا، لكن تشهد عمليات التحلية تحسينات بمعدل ثابت التي تعزز العمليات وتزيد فعاليتها بشكل دائم.

منهجية متطورة:

يتجه الشركاء في قطاع صناعة تحلية المياه نحو الطاقة المتجددة، حيث تهدف هيئة كهرباء ومياه دبي على سبيل المثال إلى تزويد محطات التحلية بالطاقة الشمسية بحلول العام 2030، كما تشجع الهيئة على رفع مستوى فعالية الطاقة المتجددة ودمجها في عمليات إنتاج المياه بشكل واسع النطاق.

وفي ميناء أوغستا في أستراليا، تعتمد إحدى محطات التحلية على الطاقة الشمسية لتوفير مياه الشرب في مزارع الطماطم. وفي غرب أستراليا، يتوجب على جميع محطات التحلية الحديثة استخدام الطاقة المتجددة.

قال توم: "تحظى جميع مشغلات محطات تحلية مياه البحر الأسترالية بعقود مع مزودي الطاقة المتجددة الذين يساهمون في تزويد الطاقة في الشبكة المحلية بكمية مساوية لتلك التي تتطلبها محطات تحلية المياه مقابل تكلفة معينة".

شركة "إكس" تحدد طريقة الوصول للمياه النظيفة

بدأت شركة "إكس" المتخصصة بتقنيات "مون شوت" والتابعة لشركة "ألفابيت"، الشركة الأم لجوجل، في العام 2020 بإجراء أولى اختباراتها في مجال تصميم نموذج لجمع المياه النظيفة من الغلاف الجوي بالاعتماد على الطاقة الشمسية.

الرسومات: ذكاء اصطناعي،
مجلة جامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا

وركزت الورقة البحثية التي نشرها فريق شركة إكس في المجلة الدولية "نيتشر" على حساب عدد السكان الذين يمكن أن يستفيدوا من هذا الجهاز في جميع أنحاء العالم.

وباستخدام مجموعات البيانات الصادرة عن منظمة الصحة العالمية ومنظمة اليونيسف، حدد فريق إكس أماكن سكن الأفراد الأقل حصولًا على مياه شرب آمنة وقارنوا تلك المواقع بالمناطق التي تحظى بأفضل ظروف مناخية وبمعدل رطوبة نسبي يتراوح ما بين 30% إلى 90% بهدف الاستفادة من أجهزة جمع المياه من الغلاف الجوي.

وصل عدد السكان الذين يصعب وصولهم لمصادر مياه الشرب الآمنة إلى مليار شخص، وبينت الدراسة أيضًا أن هؤلاء الأشخاص يقطنون في مناخات رطبة، مما يسهل استفادتهم من جهاز جمع المياه من الغلاف الجوي.

ويشير الكاتب جاكسون لورد، الذي عمل في السابق في مشروع شركة إكس، إلى أن مشاريع البنية التحتية الكبيرة كمشاريع محطات تحلية المياه قد تستغرق العديد من السنوات لإنشائها، حيث قال: "يمكن لهذا النموذج أن يقفز قفزة كبيرة ومباشرة إلى المصدر بالاستعانة بجهاز صغير يتم تشغيله بالطاقة الشمسية".

وقال الدكتور لودوفيك دومي، الأستاذ في جامعة خليفة والذي شارك بالدراسة: "يمكن الاستفادة من نظامنا المبتكر في مجال إنتاج المياه من الغلاف الجوي بانبعاثات كربونية تساوي صفر في حال تم دمج هذه التكنولوجيا مع مصادر الطاقة المتجددة كالهيدروجين والطاقة الشمسية لتصبح منافسة لتكنولوجيا الأسموزية العكسية المستخدمة حاليًا في معالجة المياه، علمًا بأن كمية الطاقة اللازمة للنظام المبتكر أكبر منها في تكنولوجيا الأسموزية العكسية".

تُقدر نسبة الأفراد الذين يشربون مياهًا غير آمنة في جميع أنحاء العالم بـ 1 إلى 3، وهو ما يسبب الأمراض التي تشمل الكوليرا والزحار والتيفوئيد وشلل الأطفال.

ويصل مجموع عدد الأفراد الذين يتوفون نتيجة الإصابة بالإسهال وحده إلى 485,000 فرد سنويًا وفقًا لمنظمة الصحة العالمية.

يذكر أن مختبر شركة إكس قد بدأ بتطوير سيارة جوجل ذاتية القيادة.

الفوائد الاجتماعية والاقتصادية لتحلية المياه

تشهد تحلية المياه العديد من التحديات في مجال تلبية المتطلبات العالمية المتزايدة التي تتنوع ما بين متطلبات الطاقة والقضايا البيئية، وفي معظم الأحيان يتم تجاهل مجموعة العوامل السياسية الاجتماعية التي تؤثر على اتخاذ هذه التكنولوجيا واعتمادها بشكل واسع.

بقلم: **جيد ستيرلينج**
ترجمة: **أماني القيسي**

بحث فريق من دولة الإمارات التي تتسم بمحدودية مصادر المياه الطبيعية وتعتمد على التحلية لتحويل مياه البحر إلى مياه صالحة للشرب، مجموعة من الحالات في دول مختلفة بهدف تحديد هذه العوامل وأثرها على التحلية في جميع أنحاء العالم، ونشر الفريق البحثي نتائج دراسته في المجلة العلمية الدولية "ديزالينيشن".

وقال يزن إبراهيم، أحد أعضاء الفريق البحثي ومهندس بحثي في جامعة خليفة: "على الرغم من الاهتمام الكبير بالعوامل الاقتصادية والبيئية، يوجد دليل على أن استخدام تكنولوجيات التحلية وآثارها المرتبطة بها يفاقم من أوجه اللامساواة في المجتمعات".

وأضاف: "يعزى ذلك إلى انبعاثات الغاز المسببة للاحتباس الحراري وارتفاع أسعار المياه ودوافع التطور الحضري وتحويل العلاقات الجيوسياسية المتعلقة بأمن المياه، إضافة لزيادة مستويات التلوث الكيميائي".

واعتمد الفريق البحثي على مفاهيم نقاط القوة ونقاط الضعف والفرص والمخاطر في تحليلهم كإطار عمل لمراجعتهم النقدية المتحورة حول العوامل السياسية الاجتماعية التي تؤثر على اعتماد واستخدام التحلية، وتم توظيف هذه المفاهيم في مجال اكتساب المعلومات حول نقاط القوة والضعف والفرص والمخاطر في نطاق المبادرة.

وقال يزن: "قمنا بتحديد العوامل السياسية الاجتماعية كعوامل ذات بعد اجتماعي كبير تكمن وراءها جميع الأسباب والنتائج الاجتماعية والاقتصادية والسياسية، حيث تمكنا من تحديد 8 عناصر من نقاط القوة والفرص و7 عناصر من نقاط الضعف والمخاطر".

وتشمل الفرص ونقاط القوة والتنفيذ السريع وانخفاض مستوى الانبعاثات والذي ينجم عنها تكنولوجيات تحلية قادرة على تعزيز دور المجتمعات المحلية النائية والمرافق السياحية في الازدهار، حيث تساهم تحلية المياه بشكل ملحوظ في تحقيق الأمن المائي في الدول ودعم الاستقرار الإقليمي من خلال تفادي النزاعات حول مصادر المياه.

وتوجد فائدة أخرى للتحلية تتمثل بفرص التوظيف المحلي خلال عمليات إنشاء وتشغيل محطات التحلية، كما تساهم في زيادة فرص العمل والتعليم للسيدات اللاتي لولا ذلك يمكن أن يقمن بمهام تستهلك الكثير من الوقت كالبحث عن مصادر المياه وحملها.

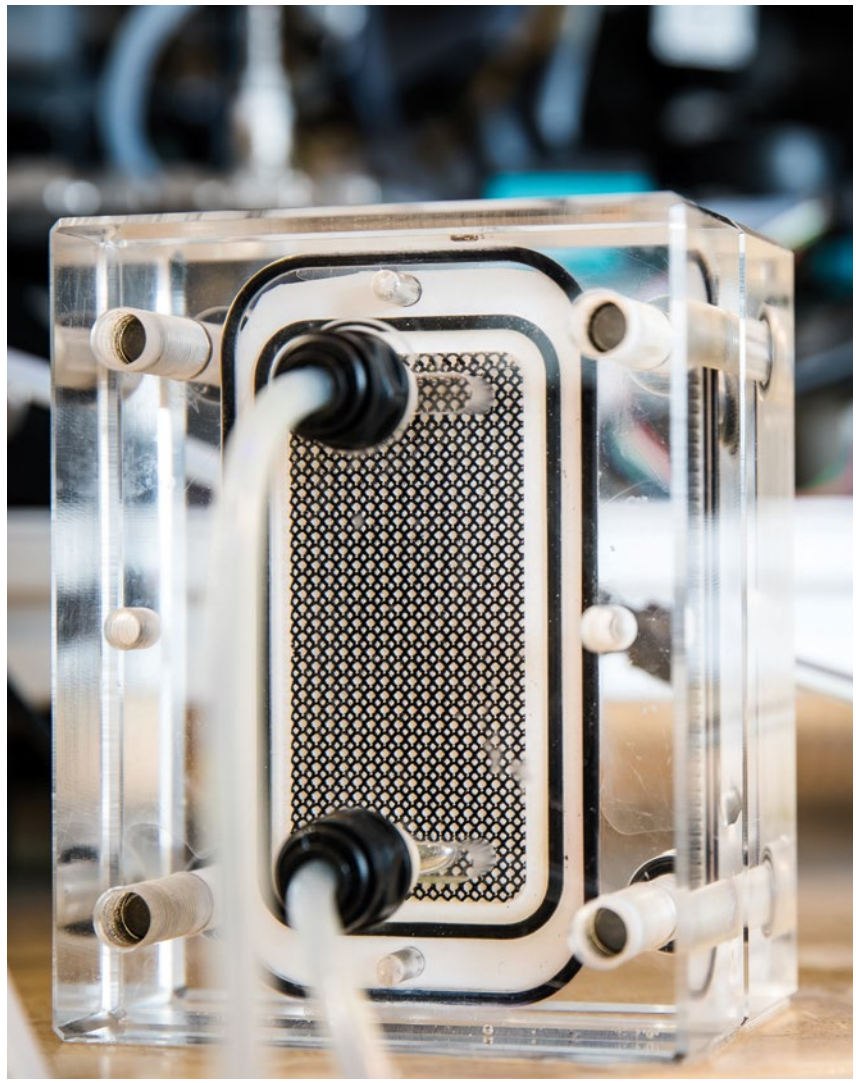
وتشمل نقاط الضعف آثار مرئية والضوضاء وآثار في استخدام الأراضي، إضافة للنتائج غير المقصودة الناتجة عن الاعتماد المفرط على تحلية المياه والآثار الممكنة التي قد تؤدي إلى الحصول على مياه محلاة تفتقر للمعادن مما يضر بصحة الإنسان.

تحتوي المياه العذبة على المعادن المفيدة للصحة، ومن غير المعلوم حتى الآن إذا كان هناك أضرار صحية عكسية للمياه المحلاة التي لم يتم إضافة المعادن إليها.

وترجع أسباب المخاطر الكامنة في عملية التحلية إلى قلق أفراد المجتمع بسبب عدم ثقتهم بهذه التكنولوجيات، إضافة إلى مجموعة كبيرة من المخاطر الطبيعية والمخاطر المتعلقة بالإنسان المتعلقة والتي تتنوع ما بين الهجمات الإلكترونية والكوارث الطبيعية وتسرب النفط.

ويوضح الفريق البحثي أنه بعيدًا عن الاستقرار السياسي والأمن المائي والتطور الاقتصادي، يمكن لعمليات تحلية المياه أن تعزز القطاع السياحي والزراعي وقطاع التعليم.

وقال يزن: "منذ بداية العمل بها، ساهمت تحلية المياه في تقديم مجموعة واسعة من الفوائد للمجتمعات والمناطق الصحراوية، كما ساهمت في دعم التطور الاقتصادي والاستقرار السياسي. ينبغي التأكيد على أن هناك العديد من العوامل التي تؤثر في البعد السياسي الاجتماعي للتحلية، ولا بد من توفر منهجية شاملة في هذا الموضوع".



الدكتور حسن عرفات هو مدير مركز الأغشية وتكنولوجيا المياه المتقدمة في جامعة خليفة.

⊙ **اليمين:** يساهم مركز جامعة خليفة للأغشية وتكنولوجيا المياه المتقدمة في دعم البحوث الرامية إلى إنتاج مورد مياه مستدامة قابلة للشرب.

⊙ **أقصى اليمين:** تكمن أهداف المركز البحثية في تطوير تكنولوجيات مبتكرة بغرض الاستفادة منها في عمليات تحلية المياه واستصلاح مياه الصرف وغيرها.

من تكاليف تحلية المياه، وتشمل هذه الابتكارات الأغشية وأجهزة استخراج الطاقة وغيرها من التكنولوجيات القائمة على الأغشية والمعالجة المسبقة.

وعلى الرغم من ذلك، لا يزال التوفير المستدام لمياه الشرب من خلال التحلية ومعالجة مياه الصرف أمرًا صعبًا في كل من دولة الإمارات والعالم بشكل عام.

وفي هذا الإطار، أكدت قيادة دولة الإمارات على أن تأمين مورد مستدام للمياه النظيفة يأتي على رأس أولويات الدولة. ويعتبر هذا الأمر تحديًا كبيرًا يتطلب حلولًا كبيرة ومبتكرة وشاملة تستدعي تضافر الجهود من مختلف التخصصات.

لذلك، قامت جامعة خليفة بإنشاء مركز الأغشية وتكنولوجيا المياه المتقدمة والذي يهدف إلى إيجاد إطار عمل لتنسيق الجهود البحثية الساعية لتحقيق هدف واضح مشترك وهو إنتاج مورد مستدام لمياه الشرب يعود بالفائدة على دولة الإمارات والعالم.

ويأتي في طليعة الأهداف البحثية لمركز الأغشية وتكنولوجيا المياه المتقدمة تطوير التكنولوجيات المبتكرة في مجال تحلية المياه واستصلاح مياه الصرف والعمليات المرتبطة بالأغشية.

ويستفيد إطار العمل هذا استفادة كاملة من القدرات البحثية المتراكمة في جامعة خليفة لتطوير التكنولوجيات المبتكرة لتحلية المياه واستصلاح مياه الصرف والبحوث المتعلقة بالأغشية.

ويساهم مركز الأغشية وتكنولوجيا المياه المتقدمة أيضًا في إتاحة الفرصة أمام جامعة خليفة لإشراك القطاعين الصناعي والحكومي في الدولة في عمليات البحث والتطوير وتطبيق ونشر تكنولوجيات المياه المبتكرة، حيث يركز المركز على البحوث التي تتصدى لتأمين القدر الكافي من المياه اللازمة لتلبية حاجات المجتمع مع التركيز على قضايا السلامة البيئية والجدوى الاقتصادية.

النتيجة: يعتبر مركز الأغشية وتكنولوجيا المياه المتقدمة منظومة فعالة ومتخصصة في مجال التطوير التكنولوجي ونقل الملكية الفكرية ودعم وتحريك عجلة بحوث الأغشية الحديثة والمتنوعة وتكنولوجيات المياه التي تهدف بدورها إلى تأمين مصادر مستدامة لمياه الشرب النظيفة في دولة الإمارات والعالم، في الوقت الحاضر وفي المستقبل. ●

الصور: مركز جامعة خليفة للأغشية وتكنولوجيا المياه المتقدمة

إطار عمل متخصص في
مجالات الابتكار

مركز الأغشية وتكنولوجيا المياه المتقدمة في جامعة خليفة يحتضن البحث والتطوير وغيرها

بقلم: **الدكتور حسن عرفات**
ترجمة: **أماني القيسي**

اتجهت أنظار الدول في جميع أنحاء العالم اليوم إلى مصادر المياه غير التقليدية كاستصلاح مياه الصرف وتحلية المياه نظرًا لتراجع وفرة مصادر المياه الطبيعية النظيفة بشكل متسارع عالميًا كنتيجة لزيادة النمو السكاني وتغير أساليب الحياة وتغير المناخ.

وارتفعت خلال فترة العشرين عامًا الماضية نسبة الاعتماد العالمي الكلي على محطات تحلية المياه بنسبة تزيد على 1,500%.

وبشكل خاص، أصبح اعتماد دولة الإمارات وغيرها من دول مجلس التعاون الخليجي كبيرًا على تكنولوجيا تحلية المياه التي تساهم اليوم في توفير أكثر من 90% من إجمالي إمدادات مياه الشرب في هذه الدول.

تم تحفيز هذا النمو الكبير على يد مجموعة متنوعة من الابتكارات التي ساهمت بدورها في تحسين مستويات كفاءة الطاقة والحد

تعتبر أجهزة التبخير، أو ما يعرف بأبراج التبخير كما ورد في سلسلة حرب النجوم، هي أجهزة تستخدم لإضفاء الرطوبة في المزارع التابعة لكوكب "تاتواين"، حيث تقوم هذه الأجهزة بالتقاط الماء من الغلاف الجوي.

وتتصف هذه الأجهزة بأنها اسطوانية طويلة موضوعة على المسطح الأرضي وتعتمد على المكثفات المبردة، حيث تقوم بسحب المياه التي تحيطها من الغلاف الجوي ليتم بعد ذلك ضخ المياه في حوض كبير لتخزينها.

ويمكن لهذه الأجهزة جمع 1.5 لتر من المياه يوميًا حتى وإن كانت الرطوبة النسبية في الغلاف الجوي تساوي 1.5%.

ويعد ذلك فكرة قيمة، حيث أصبحت تلك الفكرة اليوم حقيقة بفضل التكنولوجيات الحديثة والمواد المتقدمة الذي ظهرت لجمع الماء من الغلاف الجوي.

ويمثل ذلك مفهومًا أساسيًا بسيطًا، فإذا أخذت كأس ماء شديد البرودة وخرجت به في يوم شديد الحرارة ستلاحظ حينها قطرات الماء قد تشكلت على السطح الخارجي للكأس. فإذا رفعت درجة حرارة الهواء ستفقد المياه قدرتها على المحافظة على شكلها الفيزيائي وستتبخر وتتكاثف. ‹‹‹

⊙ **الصورة الرئيسة:** تعتبر محطات تزويد المدن بالمياه التي تم جمعها من الغلاف الجوي حتى هذا اليوم خيالًا علميًا، ولكن يسعى الباحثون إلى إحراز التقدم في هذا المجال.

جميع الصور: ذكاء اصطناعي، مجلة جامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا

تكنولوجيات جمع الماء تتيح للأفراد في المناخات الجافة إمكانية الحصول على مياه نظيفة.

بقلم: **جيد ستيرلنغ**
ترجمة: **أماني القيسي**

بشكل مباشر من الغلاف الجوي

يتسم المناخ في أحد المناطق الواقعة في كوكب صحراوي تابع لمجرة بعيدة جدًا بارتفاع درجة الحرارة والجفاف وخلوه من أية مسطحات مائية، فهو عالم متعطش للمياه وبمعزل عن بقية الكواكب تتم إضاءته بنجمين ثنائيين فقط.

يوجد سببان للبدء بتقديم وصف حول "تاتواين" وهما، أن هذا الكوكب الصحراوي ظهر في سلسلة حرب النجوم التي استعرضت تكنولوجيات أصبحت حقيقة واقعة في يومنا هذا، كما أنه بإمكاننا اختبار الأماكن الحقيقية على أرض الواقع والتي كانت مصدر إلهام لهذه المشاهد الخيالية.

سنتحدث الآن عن الزراعة الرطبة.

العيش في عالم مادي

تعتمد عملية جمع المياه من الغلاف الجوي على أجهزة مجمعات الرطوبة التي تلتقط البخار من الهواء من خلال الامتصاص، حيث تلتصق جزيئات الماء بسطح المادة من خلال تفاعلات كيميائية وفيزيائية.

ففي الامتصاص الكيميائي، يقوم السطح بامتصاص الماء من خلال روابط كيميائية قوية، وتتطلب عملية إطلاق الماء مصدر كبير من الطاقة.

أما عملية الامتصاص الفيزيائي، فتتطلب وجود المسامات على السطح لتتجمع عليها جزيئات الماء. وبالنسبة لموضوع الطاقة، تتطلب عملية الامتصاص الفيزيائي معدلًا أقل من الذي تتطلبه عملية الامتصاص الكيميائي لإنتاج المياه النظيفة.

وبما أن المواد المسامية تساهم في التقاط المياه من الغلاف الجوي، فلا بد لها من توفر مسام فعال ومتكامل، فلا يمكنك أن تضع قطعة من الإسفنج في منطقة صحراوية وتتوقع من المياه أن تتجمع فيها.

ويمكن للهياكل العضوية المعدنية، وهي شبكة من المواد العضوية والمعدنية، التقاط بخار الماء بكل سهولة وإطلاقه باستخدام الطاقة التي تحصل عليها من أشعة الشمس. ‹‹‹

⊙ **أعلى:** يركز الباحثون على المواد التي تشمل الهيدروجل والزيوليت والمواد المسامية المشابهة لما في هذه الصورة.

الجمع بين كل من

الضباب والزراعة الرطبة

تحظى دولة الإمارات بجميع العناصر الضرورية لتشكل الضباب كدولة ذات ظروف مناخية صحراوية جافة تقع إلى جانب الخليج العربي حيث الهواء الرطب الذي يحمله نسيم البحر إلى اليابسة ليتم تبريده خلال الليل على سطح تلك اليابسة الصحراوية.

ويجد جزءًا من الضباب طريقه مع الكثبان الرملية في ساعات الصباح الباكرة ويمكن التقاطه عن طريق تكنولوجيات زراعة الضباب المنتشرة. وفي نفس الوقت، تساهم الرطوبة التي تجتاح المنطقة خلال أشهر الحر في تعزيز عملية إنتاج المياه من الغلاف الجوي.

وقد يساهم الجمع بين المنهجيتين في الحد من الاعتماد على عمليات تحلية المياه وتوفير المياه النظيفة لعدد كبير من المزارع في المناطق الصحراوية.

تشكيل الأمطار بدلًا من انتظارها

عند حصولنا على مياه الشرب النظيفة من صنابير المياه في البيوت، فإننا نتصور أن المياه متوفرة بكميات كبيرة وبشكل دائم، إلا أن المياه النظيفة في حقيقة الأمر هي نادرة جدًا، حيث تشكل نسبة المياه الصالحة للشرب في جميع أنحاء العالم 3% ويتم تخزين ما مقداره ثلثي مجموع المياه في الكرة الأرضية وبعضها الآخر متجمد في الأنهار الجليدية أو غير صالح للاستخدام البشري.

ونتيجة لذلك، يفتقر أكثر من مليون فرد في العالم للوصول للمياه النظيفة طيلة أيام السنة. ويمكن لظاهرة الاحتباس الحراري أن تساهم في تذويب تلك الأنهار الجليدية، لكن يواصل سكان الأرض إطلاقهم لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، ما يؤدي إلى حدوث تغييرات في الأنماط المناخية والمياه وبالتالي الحد من وفرة المياه لجميع الأفراد في جميع أنحاء العالم. ووفقًا للصندوق العالمي للأحياء البرية فإنه بحلول العام 2025 سيشهد ثلثا سكان العالم نقصًا حادًا في المياه.

وتم تطوير التكنولوجيات التي تشمل تنقية المياه وتحلية المياه والتنقية باستخدام الطاقة الشمسية بهدف الاستفادة من مياه البحر المالحة ومن مياه الصرف، لكن تعتبر هذه التكنولوجيات صالحة فقط في المناطق الساحلية نظرًا لاعتمادها على مصادر مياه أرضية. ومن جهة أخرى، تعد المياه في الغلاف الجوي متوفرة في كل مكان، حيث تساهم دورة المياه العالمية في توفير مصدر مياه مستدام، إضافة إلى أنها مصدر لمياه نظيفة بنسبة 10% من مجموع المياه النظيفة في البحيرات على كوكب الأرض.

يحتوي الغلاف الجوي عند درجة حرارة 40 درجة سلسيوسية على نسبة 100% من الرطوبة، أي ما يقارب 51 مليلتر من المياه لكل متر مكعب من الهواء. وعندما تكون درجة الحرارة في الهواء 10 درجات سلسيوسية، فإن الهواء في هذه الحالة يحتوي على 9.3 مليلتر. وإذا زادت درجات الحرارة أكثر من ذلك فإنه يمكن الحصول على كميات كبيرة من المياه في منطقة شبه الجزيرة العربية التي تتسم بارتفاع درجات الحرارة والرطوبة.

وتساهم التكنولوجيات المتوفرة في التقاط الضباب وجمع قطرات الندى التي تتكاثف خلال فترات الليل، لكن سحب المياه بشكل مباشر من الغلاف الجوي دون استهلاك كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية هو أمر لا يزال قيد التطوير. وفي هذا الإطار، يقول روزو وانغ، الأستاذ في جامعة شنغهاي جياو تونغ، أن عملية جميع المياه من الغلاف الجوي هي عملية متاحة في كل مكان ويمكن التعاون في تنفيذها بسهولة بالاستعانة بمصدر طاقة بهدف الاستفادة منها في تلبية الحاجات المحلية.

وكتب الأستاذ روزو في المجلة العلمية "جول" أن المشكلة تكمن في قلة وفرة الأنظمة التجارية المتخصصة بجمع المياه. ولكن، متى ستصبح هذه الأنظمة متوفرة؟

ويضيف الأستاذ روزو: "يجب على أية تكنولوجيا قابلة للتطبيق في مجال جمع المياه من الغلاف الجوي أن تستوفي خمسة معايير رئيسة وهي، أن تكون فعالة وغير مكلفة من الناحية الاقتصادية وقابلة للتطوير ويمكن الاستفادة منها على نطاق واسع وأن يمكن الاعتماد عليها لتشغيلها على مدار عام كامل أو كحد أدنى في فترة الرياح الموسمية".

لا تتوفر هذه المعايير الخمسة في أي من المولدات التجارية لجمع المياه من الغلاف الجوي، ويعزي الأستاذ روزو ذلك إلى عدم كفاء الطاقة في العمليات.

لذلك، تعتبر أجهزة جمع الرطوبة مثالية عندما تتميز بارتفاع معدل امتصاص المياه ومعدل طاقة منخفض وسرعة في دورة عمليات التقاط الرطوبة وإطلاقها واستقرار عال وتكلفة منخفضة،حيث من الممكن تحقيق هذه الشروط الكثيرة من خلال الاستفادة من التطور في مجال علوم المواد.

أسفل: تعد الدول ذات المناخات الصحراوية أكثر الدول المستفيدة من تقنية جمع المياه من الغلاف الجوي.

تفاقم المشكلة

يعتبر الجهاز الذي تم تطويره في بوجاما واحدًا من الأمثلة على نظام المكثفات.

يعد مايكل روتمان الرئيس التنفيذي المشارك في "ووترجن"، وهي شركة تساهم في إنتاج مياه الشرب من الغلاف الجوي ومقرها في إسرائيل التي يشبه مناخها إلى حد كبير المناخ في دولة الإمارات. وتعتمد شركة ووترجن على نظام يتكون من مكثفات بوليمرية غير ضارة ومصاف لالتقاط المياه المحيطة بنا من الغلاف الجوي.

يقول مايكل: "يمكن لعملية الامتصاص إنتاج كميات كبيرة من المياه، ويعتمد ذلك على توفر مصدر للطاقة أكثر من الاعتماد على المكثفات، وتجري في الوقت الحالي عمليات التطوير على الهياكل العضوية المعدنية لتقوم بالتقاط المياه من الغلاف الجوي دون الحاجة لكميات كبيرة من الطاقة، لكن يجب التركيز على الجزء المعدني من الهياكل العضوية المعدنية".

يشير مايكل إلى التشابه في آلية العمل ما بين أنظمة تبريد الهواء ونظام شركة ووترجن للتكثيف، حيث تقوم أنظمة تبريد الهواء بسحب الهواء الدافئ من الغلاف الجوي وتبريده وينتج عن تلك العملية ماء. وتم صنع المادة التي تساهم في تغيير درجة الحرارة في المكيفات من المعدن الذي يخرج بدوره مع الماء الناتج من المكيف.

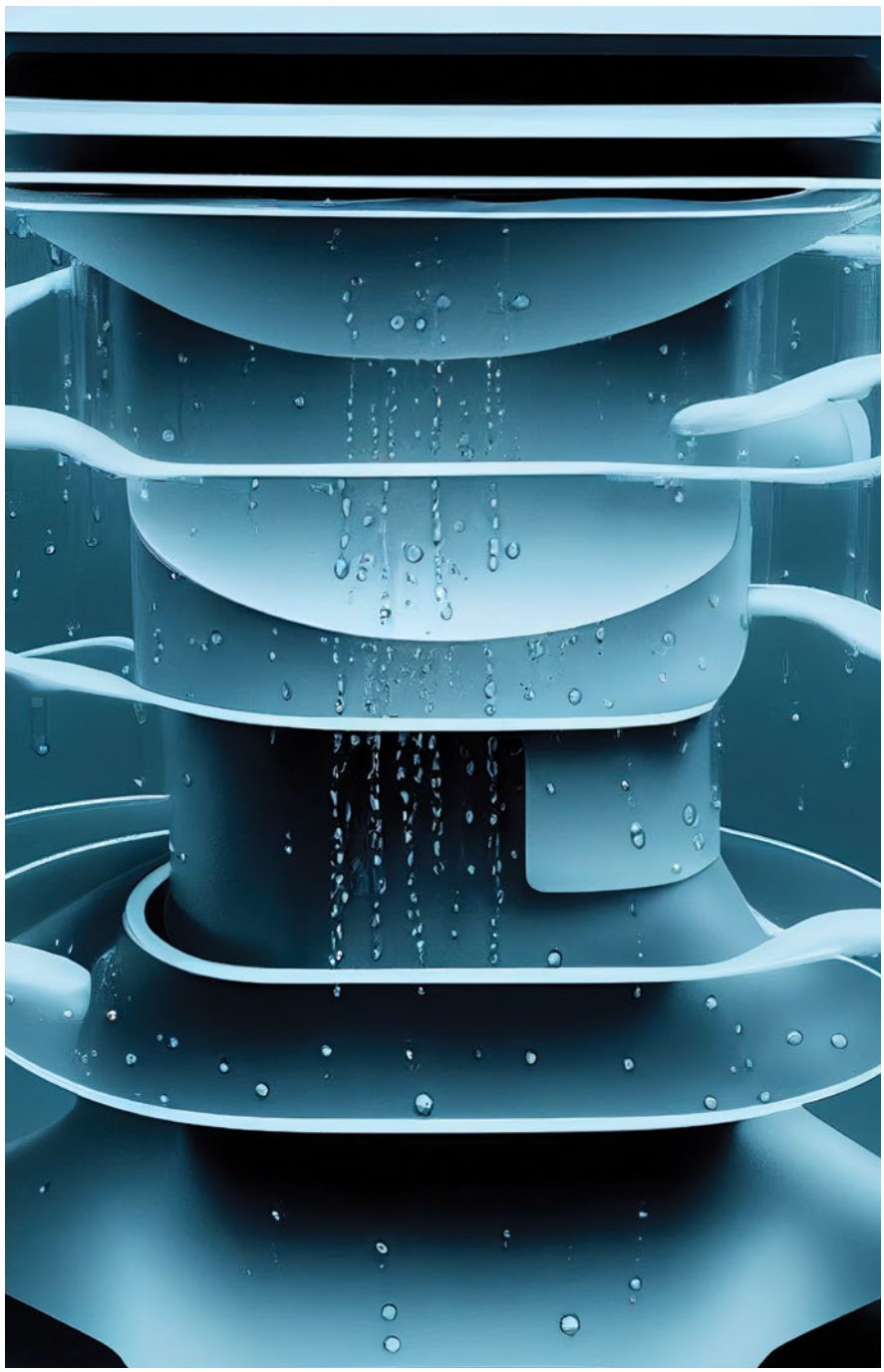
ويضيف مايكل: "لهذا السبب لا يمكنك أن تشرب الماء الناتج عن المكيف، على الرغم من أن أنظمة التكييف تساهم في إنتاج أطنان من المياه لكن هذه المياه ملوثة بالمعادن الثقيلة. وفي هذا الإطار، تقوم أنظمة ووترجن باستخدام بوليمرات غير ضارة تعمل كتكنولوجيا لتغيير درجات الحرارة وبالتالي إنتاج مياه صالحة للشرب بشكل فوري، كما نقوم في الشركة بإضافة بعض المعادن لتحسين جودة المياه".

لم يهدف تأسيس شركة ووترجن إلى حماية العالم من مشكلة المياه، وإنما تأسست بهدف جعل أجهزة إزالة الرطوبة أكثر فعالية دون استهلاك كبير للطاقة.

وصرح مايكل ميريلاشفيلي، رجل أعمال إسرائيلي من ولاية جورجيا والرئيس الحالي لشركة ووترجن، أنهم بالبداية أضاعوا فرصة الاستفادة من هذه التكنولوجيا وأدرك في الوقت الحالي أهمية هذه البوليمرات عالية الفعالية وأنه يمكن استخدامها في إيجاد الحلول لأكبر المشاكل العالمية، حيث أمضى مايكل السنوات الخمس الأخيرة ومن خلال شركته في التركيز على إنتاج المياه من الغلاف الجوي لتلبية متطلبات جميع الأفراد.

وقد نجح نظامهم في المناطق التي تشهد ارتفاعات في نسب الرطوبة والتي تشمل دولًا مثل كولومبيا وجنوب أفريقيا، كما نجح النظام أيضًا في المناطق شديدة الجفاف كولاية أريزونا في الولايات المتحدة والتي تشهد معدل رطوبة نسبي يصل إلى 38.5%.

يؤكد مايكل روتمان على المستقبل القادم سيشهد إقبالًا كبيرًا في مجال إنتاج المياه من الغلاف الجوي. ‹‹‹



⊙ **يسار:** من الممكن صناعة وحدات التكييف مستقبلًا باستخدام بوليمرات آمنة تساهم في جمع مياه الشرب.

مجموعة الخيارات لإنتاج المياه النظيفة

إن الهياكل العضوية المعدنية ليست المادة الوحيدة المستخدمة في جمع المياه، فهناك أيضًا مادة الهيدروجيل ومادة الزيوليت. تعمل الهياكل العضوية المعدنية بشكل فعال في المناطق ذات نسب الرطوبة المنخفضة، إلا أن عدد المسام فيها محدود، فإذا امتلأت مسامات الجهاز لابد من إفراغه لإعادة استخدامه.

وعلى العكس من ذلك، يمكن لمواد الهيدروجيل أن تتمدد لتحميل المزيد من المياه. وتتميز مواد الهيدروجيل بأنها مواد ناعمة ومرنة ودقيقة يمكنها صنع ما يزيد على 90% من العدسات اللاصقة التي يتم وصفها في الولايات المتحدة.

وتعتبر مادة الهيدروجيل بوليمرية ثلاثية الأبعاد يمكنها امتصاص كميات كبيرة من الماء مع المحافظة على هيكلها. وتتكون مواد الهيدروجيل ثلاثية الأبعاد من بوليمرات مائية قادرة على امتصاص الماء مع المحافظة على هيكلها ومرونتها وديناميكيتها، كما تتسم بأنها قابلة للتحلل البيولوجي والأهم من ذلك أيضًا أنها قادرة على احتواء والاحتفاظ بكميات كبيرة من الماء.

دعونا نستخدم مواد الهيدروجيل فقط، بالرغم من أنها ليست الأفضل في المناطق ذات معدلات الرطوبة المنخفضة، فهي فعالة فقط في المناطق شديدة الرطوبة.

ووفقًا لذلك، قد لا تكون مواد الهيدروجيل ملائمة للاستخدام في المناطق الصحراوية في منطقة الشرق الأوسط، لكنها مناسبة للاستخدام في مجموعة من المناطق ذات نسب رطوبة عالية والتي تعاني من نقص في المياه النظيفة كالبيرو وليما.

ففي جنوب ليما، توجد قرية اسمها بوجاما التي تصل فيها نسبة الرطوبة في الغلاف الجوي إلى 98% ويغلب على مناخها الطابع الصحراوي ويعيش سكانها في ظروف صعبة نتيجة لشح مصادر المياه النظيفة.

قام باحثون من جامعة الهندسة والتكنولوجيا في ليما بتطوير أجهزة لجمع الرطوبة وتحويلها إلى مياه صالحة للشرب للسكان وتتكون هذه الأجهزة من مصاف ومكثفات وساهمت في إنتاج 96 لترًا من المياه في اليوم الواحد في العام 2013.

وبذلك، نلاحظ أنهم تمكنوا من التوصل لأحد الحلول التي تعالج ندرة المياه النظيفة، ولا يعني ذلك عدم إمكانية الاستفادة من مواد الهيدروجيل في بوجاما.

أما مواد الزيوليت فتعتبر "مصاف جزيئية" نظرًا لقدرتها على انتقاء الجزيئيات بعناية وفقًا لحجمها، وهي مواد سهلة التصنيع وتحظى بمساحة سطح داخلي كبير مليء بالمسامات التي تساهم بامتصاص الكميات الدقيقة من المياه الموجودة في الغلاف الجوي في المناطق الصحراوية، كما تعتبر مواد الزيوليت واحدة من المواد منافسة للمواد التي تعمل بفعالية في المناطق ذات معدلات رطوبة منخفضة.

ويمكن لمادة الزيوليت جمع بخار الماء طيلة فترات الليل، كما يمكنها جمع الحرارة من الشمس للاستفادة منها في الحصول على المياه الصالحة للاستخدام البشري.

وإذا قمنا بمقارنة الزيوليت بالهياكل العضوية المعدنية ومادة الهيدروجيل، تعتبر سعة المياه في مواد الزيوليت قليلة نسبيًا وإنتاج المياه يتطلب استهلاك كميات كبيرة من الطاقة حتى وإن تم إمدادها بالطاقة الشمسية، الأمر الذي يجعل مواد الزيوليت الخيار الأقل فعالية.

وفي هذا الصدد، من المهم الأخذ بعين الاعتبار اختلاف التكنولوجيات والمنهجيات في المناطق التي تعاني من مشكلة نقص المياه النظيفة وتغير المناخ الذي يزيد من الأمر سوءًا فيها.

⊙ **أعلى:** تتوفر مياه الغلاف الجوي في كل مكان، لكن يكمن السر في إيجاد الطرق الاقتصادية والتي لا تستهلك طاقة كبيرة لجمعها.

نعود للحلول الواقعية

ساهمت المعاهد البحثية في منطقة الشرق الأوسط في استثمار هذا النوع الجديد من التكنولوجيا. فقد قامت السعودية ممثلة بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتكنولوجيا بتمويل العديد من المشاريع الواعدة في الولايات المتحدة، وتشمل مشاريع تم تصميمها على يد عمر ياغي وفريقه، وهو رائد في مجال الهياكل العضوية المعدنية.

وقامت مدينة مصدر، المدينة الحضرية المستدامة في أبوظبي في دولة الإمارات، بإطلاق مشروع متقدم يهدف إلى تقييم تكنولوجيا الشركة الأمريكية "أكووفام" في مجال إنتاج المياه من الغلاف الجوي لتوفير مصدر مياه غير منقطع وبكميات كبيرة من خلال الاستعانة بمصادر الطاقة المتجددة من محطة الطاقة الشمسية في معهد مصدر في جامعة خليفة.

ووفقًا لمنظمة الصحة العالمية، يعاني معظم سكان كوكب الأرض من ظروف تهدد بنقص المياه، لا سيما مع تزايد الطلب عليها بشكل كبير وثبات مصدر الإمداد. وتؤكد وكالة الأمم المتحدة على أن الحصول على مياه نظيفة وخدمات الصرف الصحي هما جوهر عملية التطوير المستدام وضمان تحقيق ذلك يتطلب مزيدًا من الابتكار. وقد يكون الحل هو استخلاص المياه من الغلاف الجوي، وهو في متناول أيدينا. ●

⊙ **أسفل:** سيصبح الوصول لمياه الشرب النظيفة تحديًا كبيرًا نتيجة التغيرات المناخية، لكن قد تساهم التكنولوجيا الحديثة في علاج ذلك من خلال جمع المياه بشكل مباشر من الغلاف الجوي.

إزالة الرطوبة

أم شيء جديد؟

قد يتبادر إلى الأذهان أن عملية إنتاج المياه من الغلاف الجوي تتم باستخدام جهاز ضخم لإزالة الرطوبة، لكن هناك فرق كبير لأن المياه المستخرجة من جهاز إزالة الرطوبة هي مياه غير صالحة للشرب. ويمكن تنقية وتنظيف تلك المياه لجعلها صالحة لشرب، لكن سيشكل ذلك خطوة إضافية تختلف عن طريقة سحب المياه النظيفة من الغلاف الجوي بشكل مباشر. إضافة لذلك، تحتاج أجهزة إزالة الرطوبة إلى مصدر ثابت للطاقة وبكميات كبيرة، على العكس من تكنولوجيا جمع الرطوبة من الغلاف الجوي.

وقال: "شارفت المياه على النفاد وندرك بأن عملية تحلية المياه ليست الحل الأفضل. فالمياه ليست مياه الشرب فقط، وإنما جميع المياه المستخدمة في الصناعة والزراعة، حيث تستهلك عملية صنع بنطال جينز 160 لتر من المياه و60 لترًا لصناعة رغيف خبز، وجميع هذه المياه المستخدمة في تلك العمليات يمكن استبدالها بمياه مستخلصة من الغلاف الجوي ونحن على مقربة من هذا الحل بمدة تقل عن 10 سنوات لأن تكنولوجياتنا المتقدمة فعالة وقادرة على إثبات فعاليتها في كل مكان".

وفي سياق الحديث عن توفير المياه لكل الأماكن، لا بد من التفكير في إمكانية النقل. يبدأ مورد المياه التقليدي بمحطة مركزية كبيرة توزع المياه إلى السكان. وإذا كان الجهاز صغير الحجم، فإنه من الممكن دمجه مع المنزل لسد الفجوات في إمدادات المياه، وإذا كان حجم الجهاز أصغر يمكن نقله إلى جميع المناطق غير الصالحة للسكن والتي تشمل المناطق الصحراوية والقطبية وكوكب المريخ.

لا تأكل
هذا المغلف

نلاحظ جميعنا عند شراء سلعة معينة وجود عبوة صغيرة تحتوي على حبيبات السيليكا الهلامية والموضوعة داخل السلعة بهدف امتصاص الرطوبة.

تعتبر مادة السيليكا مادة متوفرة تجاريًا وغير مرتفعة الثمن ومجففة بشكل عالي الفعالية. يمكن استخدام مادة السيليكا أيضًا في عمليات إنتاج المياه من خلال منهجية التكثيف التقليدية.

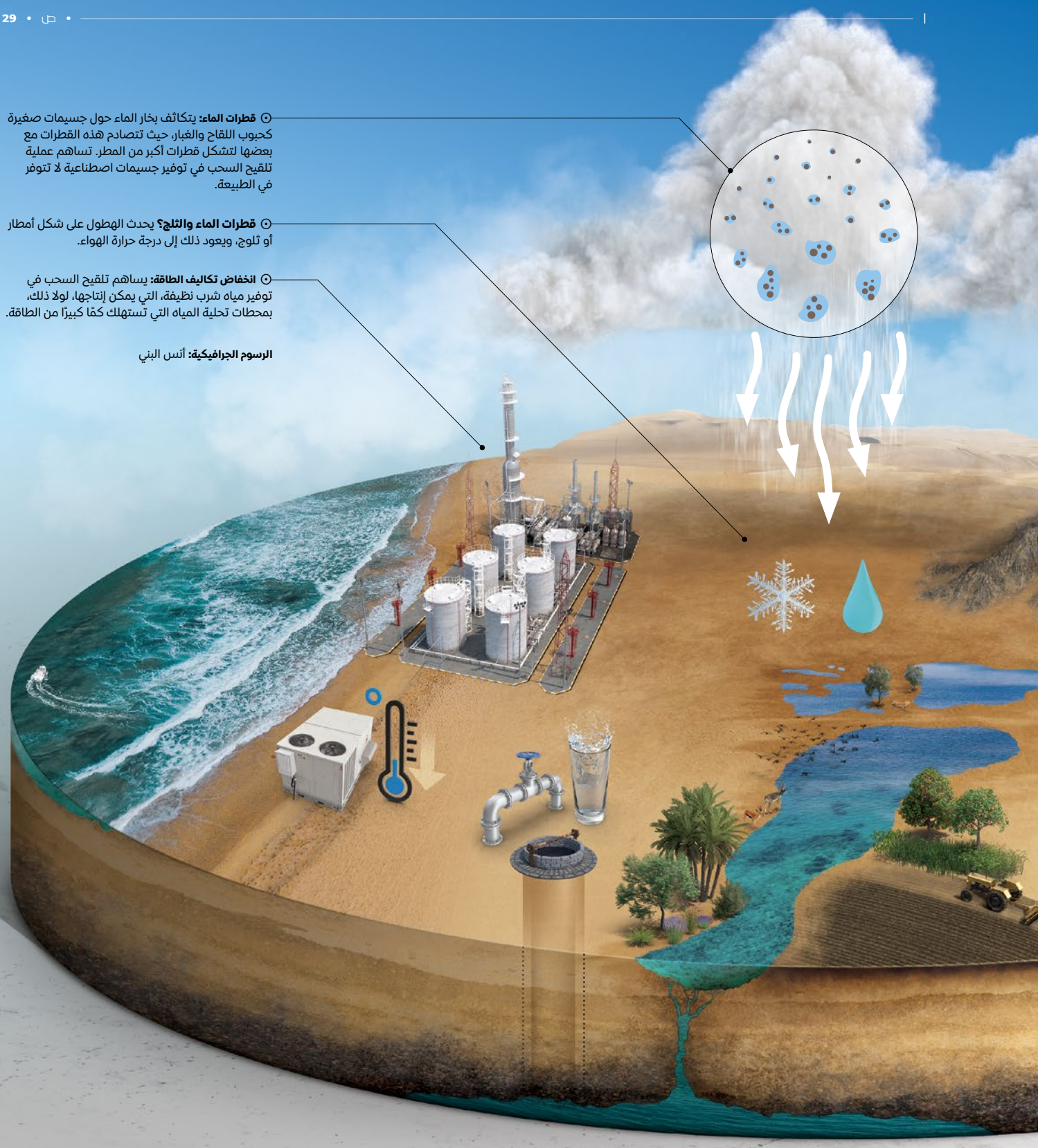
وتعتبر السيليكا الهلامية واحدة من أكثر المواد المستخدمة شيوعًا في مجال جمع الرطوبة. وفي هذا الإطار، قامت الأستاذة ليزا كلاين، أستاذة علوم وهندسة المواد في جامعة روتجرز ، ببحث لدراسة المادة واستخدمت مجموعة من أنماط السيليكا لتسهيل تشكل قطرات الماء.

وأجرت ليزا سلسلة من التجارب لتكاثف بخار الماء في نمط السيليكا الهلامية المائية. وعلى الرغم من النمط المائي لمادة السيليكا الهلامية، فإن المادة الهلامية نفسها غير مائية، لذلك فإن قطرات الماء تنزلق إلى الأسفل وتتجمع في وعاء بدلًا من امتصاصها في المادة الهلامية.

ويدل ذلك على وجود سبل أخرى في مجال البحوث المتعلقة يمكن من خلالها جمع المياه من الغلاف الجوي.

وتشير ليزا إلى أن مادة السيليكا تشهد تطورًا كبيرًا في مجال الاستفادة منها في صناعة النفط والغاز والصناعات البتروكيميائية في دول منطقة الشرق الأوسط.

تقول ليزا: "قد يتيح هذا التطور التكنولوجي زيادة في طرق الاستفادة من السيليكا الهلامية في جمع المياه من الغلاف الجوي إضافة لاستخداماته الاعتيادية الأخرى".



⊙ **قطرات الماء:** يتكاثف بخار الماء حول جسيمات صغيرة كحبوب اللقاح والغبار، حيث تتصادم هذه القطرات مع بعضها لتشكل قطرات أكبر من المطر. تساهم عملية تلقيح السحب في توفير جسيمات اصطناعية لا تتوفر في الطبيعة.

⊙ **قطرات الماء والثلج؟** يحدث الهطول على شكل أمطار أو ثلوج، ويعود ذلك إلى درجة حرارة الهواء.

⊙ **انخفاض تكاليف الطاقة:** يساهم تلقيح السحب في توفير مياه شرب نظيفة، التي يمكن إنتاجها، لولا ذلك، بمحطات تحلية المياه التي تستهلك كمًا كبيرًا من الطاقة.

الرسوم الجرافيكية: أنس البني

⊙ **مخزون المياه الجوفية ودرجات حرارة الهواء:** يساهم هطول الأمطار في إعادة تعبئة الأحواض المائية والحد من ارتفاع درجات الحرارة على سطح الأرض، وبالتالي تقليل الحاجة للمكيفات. وتعتبر الدكتورة ليندا تلقيح السحب جزء من مجموعة كبيرة من الاستراتيجيات الرامية للحد من مشكلة تغير المناخ التي تتفاقم.

تشكيل الأمطار

تلقيح السحب يعود بفوائد تتعدى هطول الأمطار في المناطق الصحراوية ومواد جديدة تحقق فعالية هذه التكنولوجيا في مختلف الظروف

بقلم: **سوزان كوندي لامبيرت**
ترجمة: **أماني القيسي**

تعتمد الدكتورة **ليندا زو، وهي باحثة من دولة الإمارات،** على تكنولوجيا النانو لتطوير مواد جديدة واستخدامها في تلقيح السحب. وتُعرف عملية تلقيح السحب بأنها تكنولوجيا تغيير الطقس تساهم في تعزيز إنتاجية السحب للأمطار. **وتحدثت الدكتور ليندا مؤخرًا إلى مجلة جامعة خليفة** "ساينس آند تكنولوجي ريفيو" حول مشروعها البحثي ومستقبل تكنولوجيا تلقيح السحب.

س: هل لك أن تشرحي لنا أساسيات تكنولوجيا تلقيح السحب وما يجب أن يعرفه الأفراد في هذا المجال؟

عندما تصدر الشمس أشعتها تتبخر المياه على سطح الأرض ويرتفع البخار إلى أعلى إلى أن يتكاثف ويتحول إلى مطر أو ثلج.

ويتكاثف بخار الماء بوجود جسيمات صغيرة كالأنوية مكونًا أجزاء صغيرة من الرذاذ الذي يلتصق برذاذ آخر مشكلًا رذاذًا أكبر، ويستمر حجم الرذاذ بالنمو، حيث يكون حجم قطرات الماء عند وصولها إلى الجزء السفلي من الغلاف الجوي كبيرًا وثقيلًا جدًا تتساقط على شكل أمطار. وللأسف، لا يمكن الحصول على هذا النوع من الأنوية بشكل مستمر في الغلاف الجوي لعدم توفرها بشكل كبير، حيث أنها جسيمات تتكون بشكل طبيعي نتيجة رماد البراكين وجسيمات الغبار ، لكن لا يضمن ذلك توفرها وقت الحاجة إليها. ‹‹‹

س: قد تكون مواد تلقيح السحب القائمة على التكنولوجيات القديمة ضارة بالبيئة، هل هذه مشكلة أخرى تسعين لحلها؟

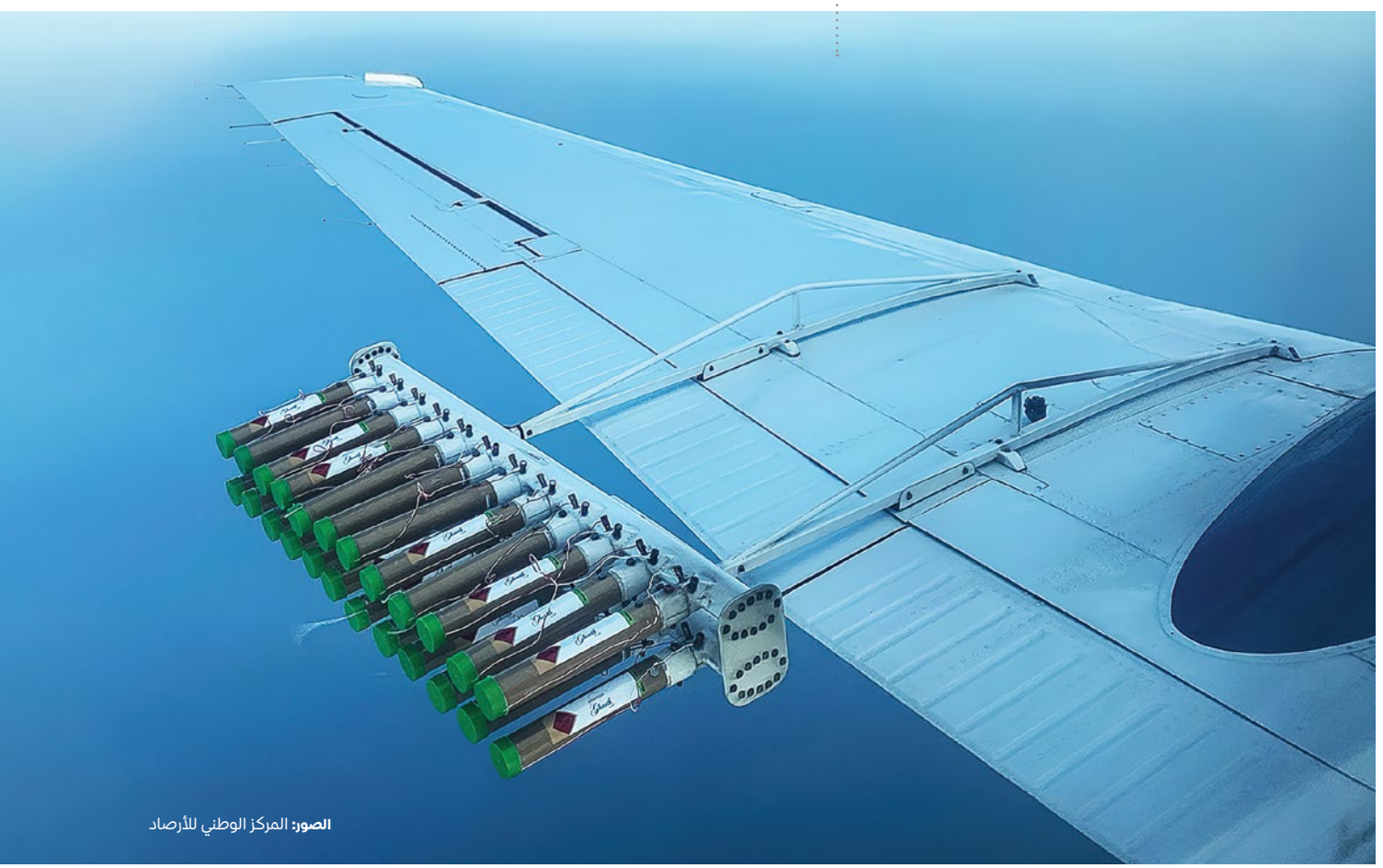
توجد أنواع مختلفة من مواد تلقيح السحب المستخدمة، حيث يتم استخدام العديد من أشكال الجسيمات الملحية للسحب الدافئة وآثارها البيئية لا تشكل ضررًا، لكن بالنسبة ليوديد الفضة الذي يُستخدم للسحب الباردة والجليد وصنع الثلج قد يساهم في ظهور بعض الآثار السامة. لذلك، لم أقم باستخدام يوديد الفضة في مشروعي البحثي لأني أسعى إلى تصميم مواد جديدة بعيدًة عن المواد التي يمكن أن تسبب أضرارًا.

س: استعنت بمواد تقوم على فكرة التكيف الطبيعي عند الكائنات الحيوية، ما أهمية الاستعانة بالطبيعة لحل المشكلات؟

شهدت الطبيعة تطورًا خلال ملايين السنين وكل نظام حيوي متطور اليوم ما هو إلا نتيجة هذا التطور، حيث تساهم أدوات التحليل الحديثة في تمكين الباحثين من دراسة تفاصيل علم الأحياء على المستوى الكيميائي الحيوي وتعزيز فهمهم لآلية العمل، كما ساهمت المعرفة المكتسبة حديثًا في تعزيز قدرتنا على محاكاة الآلية الحيوية في مجال تصميم مواد نانوية. وبالرغم من عدم مقدرتنا على تكرار تلك الآليات بشكل تام، يمكننا في هذا الإطار أن نستمد الأفكار ونتعلم المبادئ. ‹‹‹

⊙ **يسار:** يجري المركز الوطني للأرصاد في دولة الإمارات مناقشاته التي تهدف إلى تصنيع مواد جديدة لتلقيح السحب في الدولة.

⊙ **أسفل:** يتم توزيع المواد من قبل طائرات، ويمكن أيضًا توزيعها من مناطيد وطائرات بدون طيار.



الصور: المركز الوطني للأرصاد

الدكتورة ليندا زو، أستاذة في قسم هندسة البنية التحتية المدنية والبيئية في جامعة خليفة ورئيسة مختبر النانو والمياه. تم تعديل هذه المقابلة للتوضيح.

> **قد يسبب استخدام يوديد الفضة لفترات طويلة العديد من الآثار السامة، لهذا لم استخدمه في مشروعي.** – ليندا زو

تحدث عملية تلقيح السحب عند نشر مواد اصطناعية عبر طائرات تحلق عند قاعدة السحب ومن ثم إطلاق المواد لتقوم التيارات الهوائية العالية بحملها وإدخالها في السحابة لبدء عمليات التكاثف وتحويل بخار الماء إلى قطرات بشكل اصطناعي.

س: ما مدى أهمية هذه التكنولوجيا للعالم؟

قامت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية بدراسة استقصائية خرجت من خلالها بتقرير يبين أن أكثر من 45 دولة تمارس نوعًا من أنواع تكنولوجيات تغيير الطقس، وتعتبر تكنولوجيا تلقيح السحب إحدى أهم تلك التكنولوجيات، بما في ذلك التقدم في المواد المستخدمة لتلقيح السحب والتي قد تساهم في مواجهة مشكلة نقص المياه عالميًا.

س: هل تُستخدم تقنية تلقيح السحب بشكل أساسي في الدول الصحراوية فقط أم على نطاق واسع من الدول؟

تعتمد تقنية تلقيح السحب بشكل كبير على التكنولوجيا، فهي تحتاج لسرب طائرات. وتعتبر دول كالولايات المتحدة وجنوب إفريقيا وبعض الدول الأوروبية من الدول التي تعتمد هذه التقنية بشكل ملحوظ في مجال حماية المزروعات من التلف، وتستخدم روسيا هذه التقنية في الحد من تساقط البرد، أما الصين فتعاني من وجود مناطق جافة وتلجأ لهذه التقنية لحل المشكلة. وبما أن هذه العملية العلمية لم تشهد أية ابتكار وتطوير منذ عشرات السنين، فإن دولة الإمارات تساهم في الوقت الحالي في دفع عجلة الابتكار في هذا المجال من خلال برنامجها (برنامج الإمارات لبحوث علوم الاستمطار).

س: يقودنا ذلك إلى السؤال التالي، ما المشكلات والقيود التي يسعى مشروعك لحلها؟

يعتمد نوع المواد المتبعة في جميع أنحاء العالم على نسبة الرطوبة النسبية في الغلاف الجوي، ما يعني أن تلك المواد تنشط في ظروف عالية الرطوبة ولا فائدة من تلك المواد إن لم تتوفر الرطوبة. ولأنني أبحث في علوم التفاعلات بين المواد ونسبة الرطوبة في الغلاف الجوي، أجد أن هناك مجال للتحسين.

س: وهل يرتكز مشروعك على تغيير المواد المستخدمة في عمليات تلقيح السحب؟

نعم، يتضمن مشروعي البحثي ثلاث أفكار بحثت فيها بشكل متعمق وتحققت من صحتها. تكمن الفكرة الأولى في تغيير سطح المادة لتصبح أكثر تفاعلية لتتمكن من تأدية وظيفتها في نسب رطوبة منخفضة نسبيًا، فبدلًا من 75% أو أعلى يمكن أن نستخدمها اليوم في درجة رطوبة 65%.

ولتحقيق ذلك، استعنا بتكنولوجيا النانو لهندسة مادة تنشط في نسب رطوبة واسعة النطاق لأن طبيعة المادة المسامية تسهل سيلان الماء مشكلة بذلك قطرات أكبر حجمًا، الأمر الذي سيساهم في نجاح هذه العملية.

ثانيًا، تم ابتكار نمط حيوي مائي وغير مائي في المادة لتعزيز التفاعل مع بخار الماء. وثالثًا، تم تطوير مادة نانوية مسامية ثلاثية الأبعاد لتعزيز نمو الأنوية الجليدية وبالتالي تحسين عملية تلقيح السحب في السحب الباردة.

س: هل هناك معلومات أخرى لم نغطيها وتودين ذكرها؟

أثمن دور برنامج الإمارات لبحوث علوم الاستمطار الذي وفر لنا الدعم المالي اللازم للمشروع البحثي الذي ستعم فائدته على الجميع.

من ناحية أخرى، نسعى إلى تحويل المواد الجديدة إلى منتج على نطاق تجاري واسع ليشمل أكبر قدر ممكن من التطبيقات، وقد بدأنا العمل على ذلك ويحتاج لدعم القطاعين الحكومي والصناعي في هذا الجانب لأنه إذا نجحت هذه التكنولوجيا على المستوى التجاري ستستفيد منها العديد من الدول. ●

قمت بتصميم مادة بديلة قادرة على صنع الثلج الاصطناعي في أماكن التزلج، وقد تم التأكد من فعاليتها خلال تجارب السحب. - ليندا زو

الذكاء الاصطناعي
في مجال التنبؤ الفوري بالمناخ

تساهم تقنية تلقيح السحب بزيادة معدلات الأمطار في منطقة ما، إلا أن معرفة الوقت المناسب والظروف الملائمة لتطبيق هذه التقنية تعد من الأمور الصعبة.

ويرى الباحثون الذين حصلوا مؤخرًا على منحة مالية بقيمة 1.5 مليون دولار أمريكي من المركز الوطني للأرصاد في دولة الإمارات أنه يمكنهم التنبؤ بالظروف الملائمة لعملية تلقيح السحب باللجوء للذكاء الاصطناعي.

حصل لوكا ديللي موناشي، نائب مدير مركز الظروف الجوية الصعبة والمياه في المنطقة الغربية في معهد سكريبس لعلوم المحيطات التابع لجامعة كاليفورنيا في سان دييغو، في شهر مارس الماضي على منحة مالية لمدة ثلاث سنوات من برنامج الإمارات لبحوث علوم الاستمطار لمشروعه الذي طوره بالاستعانة بنظام مختلط لتعلم الآلة يساهم في تعزيز عملية التنبؤ الفوري للقيام بعملية الاستمطار.

يتمحور دور عملية التنبؤ الفوري في علم الأرصاد الجوية حول التنبؤ بظروف الطقس والحالة الجوية في الوقت الحاضر أو في المستقبل القريب جدًا.

وفي هذا الصدد، قام كل من الأستاذ إرنيستو دامياني والأستاذة الدكتورة ليندا زو والأستاذ حسام الحمادي، وجميعهم من جامعة خليفة، بجمع البيانات لتطوير نموذج أولي لنظام قائم على الذكاء الاصطناعي بهدف دمج البيانات والتنبؤ الفوري بالظروف الجوية.

وأكدت مديرة برنامج الإمارات لبحوث علوم الاستمطار، علياء المزروعي، على أن هذا المشروع مكمل لدور المؤسسة المتمثل بتطوير تكنولوجيا الاستمطار وتعزيز مكانة دولة الإمارات كمركز رئيس وبارز في بحوث الاستمطار ودعم العالم في التصدي للتحديات التي يفرضها نقص المياه النظيفة.

س: ما هي أكبر التحديات في مجال تلقيح السحب؟

تكمن إحدى المشكلات الرئيسة في مجال تلقيح السحب في العمليات التي تُنفذ جميعها في ظروف مناخية مفتوحة والتي لا يمكن التحكم فيها في إطار نظام مغلق.

ثانيًا، تختلف طبيعة السحب عن بعضها كما أنها جميعها متنوعة ولا يمكن التنبؤ بها، مما يصعّب تقييم الآثار الناجمة عن تلقيح السحب، لكن في حال تزايد فعالية المواد المستخدمة تكون احتمالية النجاح أكبر بغض النظر عن الظروف التي تشهدها السحب.

س: تركز بعض بحوثك على الجليد والثلج بدلًا من المطر، كيف تختلف هذه المنهجيات عن بعضها؟

تختلف هذه المنهجيات في بعض المناطق وتتشابه في مناطق أخرى، حيث تصل درجة حرارة السحب التي تتشكل على بعد آلاف الأمتار عن سطح الأرض إلى ما دون الصفر ويكون الهطول في تلك الارتفاعات جليدًا، وعند سقوط الجليد في مناطق باردة فإنه يتحول إلى ثلج وإذا سقط في مناطق حارة كدولة الإمارات فإنه يذوب مشكلًا مطرًا.

الصورة: Shutterstock

وتتوفر العديد من التقنيات التي يمكن استخدامها في مجال السحب التي تصل درجة حرارتها إلى ما دون الصفر والتي لها ظروف مختلفة، فعندما تتبخر المياه تدخل إلى السحب الباردة وتملأها بمعدل رطوبة نسبي يزيد عن 100%، وفي نفس الوقت تحافظ على حالتها كبخار ماء شديد البرودة.

وفي هذه المرحلة، إذا التقى البخار شديد البرودة بنواة جليدية مناسبة تتكون حينها بلورات الجليد وتنمو بشكل سريع لتكون كتلة جليدية كبيرة.

وبحثت أيضًا في مجال تطوير هذا النوع من الأنوية الجليدية التي غالبًا ما تتكون من يوديد الفضة، وقد يرجع ذلك إلى الفرضية التي تقر بوجود شبه بين طبيعة هيكل الأنوية الجليدية البلورية والجليد، حيث يصعد البلور الجليدي فوق بعضه البعض نظرًا لتطابق أطرها البلورية المتشابكة. وبذلك، تختلف آلياتها بشكل كبير عن الرذاذ.

تحدثنا سابقًا حول يوديد الفضة ومشكلاته وعدم توفر الكثير من البدائل، لكن قمت بتصميم مادة بديلة قادرة على تكوين ثلج اصطناعي في منتجعات التزلج ويمكن الاستفادة منها في التجارب المتعلقة بالغرف السحابية.

س: هل يمكن أن تصفي لنا المادة؟

تتميز مادة تلقيح السحب الجديدة بشكلها الصدفي وتتكون نواتها من كلوريد الصوديوم ومغطاة بجسيمات التيتانيا النانوية، حيث يساهم هذا التركيب في توفير الأثر التبادلي خلال التكاثف في مستويات رطوبة أقل نسبيًا وتشكيل رذاذ أكبر حجمًا، وهما فائدتان هامتان لزيادة احتمالية سقوط الأمطار.

س: هل سيُستخدم هذا النوع من التكنولوجيا للتحكم في الأحوال الجوية غير المرغوب بها كالحد من البَرَد مثلًا؟

نعم، ذلك هو الحال في بعض الدول الأوروبية لحماية القطاع الزراعي من الظروف الجوية السيئة كالبَرَد والصقيع.

س: في رأيك، ما هو الأثر الذي ستتركه تكنولوجيا تلقيح السحب على تغير المناخ؟

هذا سؤال مهم جدًا، تقع عملية تلقيح السحب ضمن النطاق الأوسع لاستراتيجيات تغير المناخ، فإذا حصلنا على أمطار كثيرة من خلال تلقيح السحب، سيساهم ذلك في تبريد الجو وسد النقص في خزانات المياه الجوفية وسيقل الطلب على أجهزة تكييف الهواء وعلى عمليات التحلية، وهي آثار إيجابية وفعالة بشكل كبير.

س: ما هي المرحلة القادمة؟ ما هو التطوير المقبل؟

تتمحور الخطوة التالية في تطوير الإنتاج الذي من شأنه توفير المزيد من مواد تلقيح السحب.

وبعيدًا عن الطائرات، يمكن إطلاق المواد عبر وسائل عديدة تشمل البالونات والطائرات بدون طيار، كما يمكن الاستفادة منها في تطبيقات جمع المياه السطحية كشبكات جمع المياه.

ويقول الباحثون في الورقة البحثية التي نشروها في مجلة وقائع الأكاديمية الوطنية للعلوم في الولايات المتحدة أن 8 ملايين طن من النفايات البلاستيكية هي ناجمة عن التصدي للفيروس ومواجهته، حيث بلغ مجموع النفايات الطبية الناجمة عن المستشفيات والتي وصلت إلى المحيطات 25,000 ويُتوقع وصول المزيد أيضًا للمحيطات لتشكل خطرًا على الكائنات الحية البحرية وتزيد من نسبة انتشار الملوثات في المحيطات والتي من بينها مخلفات جهود مكافحة فيروس كوفيد-19.

وأوضح الباحثون أن كميات النفايات الناجمة عن المستشفيات تطغى على كمية النفايات الناتجة عن التخلص من معدات الحماية الشخصية والمغلفات البلاستيكية الناتجة عن زيادة التسوق عبر الإنترنت بسبب ظروف الجائحة، كما يشير الباحثون في ورقتهم البحثية إلى دراسة أخرى تقدّر مجموع عدد الكمامات التي تم إلقاؤها في المحيطات في العام 2020 بـ 1.56 مليون كمامة.

وتقع خمسة أنهار من بين أعلى ستة أنهار ترتبط بعمليات التخلص من النفايات الطبية في قارة آسيا في شط العرب ونهر السند ونهر اليانغتسي ونهر الغانج براهمابوترا ونهر آمور، بينما يقع النهر السادس في قارة أوروبا وهو نهر الدانوب.

ودعا الباحثون إلى تعزيز مستويات الوعي العام بالآثار البيئية السلبية للبلاستيك وتحسين عمليات جمع النفايات البلاستيكية ومعالجتها وإعادة تدويرها وتحسين ممارسات إدارة النفايات في مناطق انتشار الجائحة، خاصة في الدول النامية.

هل تساهم الروبوتات الدقيقة في إنقاذنا؟

قد يكون حل مشكلة الجسيمات البلاستيكية في المياه في ابتكار يعادل حجمها يتمثل في تطوير روبوتات مصغرة.

فعندما تضاف الروبوتات الدقيقة، والتي يوازي حجمها حجم البكتيريا، إلى المياه مع القليل من بيروكسيد الهيدروجين تلتصق هذه الروبوتات بجسيمات مجهرية من البلاستيك وتبدأ بتفكيكها. وتم نُشر هذا البحث مؤخرًا في المجلة الدولية المرموقة "إيه سي إس أبلايد ماتيريالز آند إنترفيسز".

ويقول مارتن بوميرا، المؤلف المشارك في الدراسة والباحث لدى جامعة الكيمياء والتكنولوجيا في براغ: "يمكن لتلك الروبوتات الدقيقة القيام بمسح منطقة أكبر بكثير من التي يمكن تصل إليها التكنولوجيات الأخرى التقليدية".

ويرى مارت أن هناك إمكانية لنشر الروبوتات الدقيقة في المحيطات لجمع الجسيمات البلاستيكية. وعلى صعيد آخر، يؤكد وين كاوغر، خبير التلوث البلاستيكي في جامعة كاليفورنيا في مدينة ريفرسايد والذي لم يشارك في الدراسة، لمجلة ساينتفك أمريكان أن الأنظمة المغلقة التي تشمل أنظمة معالجة مياه الشرب ومياه الصرف الصحي قد تشكل أهدافًا أخرى محتملة في مجال الاستفادة من تلك التكنولوجيا. ●

الصورة: Unsplash

⊙ **الصورة:** يرى الباحثون أنه يجب على جميع سكان العالم الحد من كميات البلاستيك التي ينتجونها إذا كان هدفهم تنظيف المحيطات.

المحيطات الملوثة:
فلندع النفايات تنظّف نفسها بنفسها

بقلم: **فريق عمل المجلة**
ترجمة: **أماني القيسي**

يقدر حجم النفايات التي وصلت إلى محيطات العالم بـ 12.7 مليون طن سنويًا، مشكلّة "جزرًا بلاستيكية" ضخمة في التيارات المحيطية، وتسبب ضررًا كبيرًا للطيور والحياة البحرية.

وتشير التقديرات إلى أنه في الوقت الحالي تتم عملية تنظيف وجمع المواد البلاستيكية من البحر ثم تخزينها وشحنها إلى الشاطئ للتخلص منها، وتمتد تلك العملية من 50 إلى 130 عاماً وقد تصل تكلفتها السنوية إلى ما يقارب 37 مليون دولار.

وتتحلل النفايات بشكل أسرع من عملية جمعها وتتفكك إلى جسيمات ضارة دقيقة جدًا يصعب الحد من أثرها (انظر إلى الصفحة 44 للاطلاع على مقال الدكتور لودوفيك دومي حول مخاطر الجسيمات البلاستيكية).

وفي هذا الصدد، يقترح فريق بحثي من ماساتشوستس في الولايات المتحدة منهجية جديدة تتمثل باستخدام سفن للتنظيف ذاتية التشغيل تساهم في تحويل النفايات التي تجمعها من البحار إلى وقود تستخدمه لإتمام تلك المهمة.

ويمكن للسفن التي تعمل بالديزل الأزرق أن تساهم في خفض كمية الوقود وعدد الرحلات اللازمة لإزالة النفايات من المحيطات، حيث نشر الباحثون نتائج تلك الدراسة في ورقة بحثية نشرتها المجلة الدولية "وقائع الأكاديمية الوطنية للعلوم في الولايات المتحدة".

ويقترح الباحثون من جامعة هارفارد ومعهد ذا وودز هول لعلوم المحيطات ومعهد وورشيستر بوليتكنيك استخدام حرارة عالية وضغط مرتفع ضمن عملية تسمى التميع الحراري المائي بهدف تفكيك بوليمرات البلاستيك وتحويلها إلى طاقة يمكن الاستفادة منها، الأمر الذي يساهم في الحصول على عملية تنظيف ذاتية التشغيل تخفف من الحاجة إلى إعادة التزود بالوقود أو تفريغ النفايات البلاستيكية، وبالتالي تخفيض مجموع أوقات عمليات التنظيف.

ووفقًا لما أشار إليه الباحثون أنه لا يكفي تنظيف المحيطات بشكل أسرع وأقل هدرًا للوقود، وإنما يحتاج العالم قبل ذلك إلى معالجة كمية النفايات التي تصل إلى المحيطات، وأضافوا: "يعد تقليل كمية النفايات البلاستيكية أو التخلص منها بشكل

الصورة: تتحلل المخلفات البلاستيكية في المحيطات بشكل أسرع من إمكانية تنظيفها، ويعتقد الباحثون بأنهم قد يكون لديهم الحلول لذلك.

تام أمرًا في غاية الأهمية، خاصة مع احتمالية امتداد كميات التحميل الحالية لسنوات أو حتى عقود".

تأثير كوفيد-19 على المحيطات

في سياق متصل، يقول باحثون من كلية علوم الغلاف الجوي في جامعة نانجينغ الصينية ومعهد سكريبس لعلوم المحيطات في جامعة كاليفورنيا الواقعة في مدينة سان دييغو أن جائحة كوفيد-19 ساهمت في زيادة الأوضاع سوءًا في المحيطات.

سيواجه الباحثون، المهتمون بدراسة نطاقات واسعة من البخار في الهواء، تحديات جديدة لم تكن في الحسبان نتيجة تغير المناخ.

بقلم: **جيد ستيرلنغ**
ترجمة: **أماني القيسي**

هل تعتقد أن نهر الأمازون هو أكبر نهر في العالم؟ نظريًا، يعتبر نهر الأمازون النهر الأكبر على سطح الأرض، لكن هناك أنهار يشكل حجمها ضعف حجم نهر الأمازون وتوجد في الغلاف الجوي.

تتميز أنهار الغلاف الجوي بطولها ونطاقاتها الضيقة المكونة من بخار المياه المركّز الذي ينتج عنه كميات كبيرة من الأمطار. وتتوفر أنهار الغلاف الجوي على نطاق عالمي، حيث تقوم بنقل الرطوبة من المناطق المدارية إلى خطوط العرض العليا ويمكن أن تؤثر بشكل كبير على طريقة عيش الأفراد.

قالت كايلي ماتنغلي، باحثة دكتوراه في جامعة روتجرز: "تعتبر أنهار الغلاف الجوي مسؤولة عن مجموعة من الآثار الهامة التي تحدث في خطوط العرض الوسطى والقطبية والتي تشمل الفيضانات والتأثير على مصادر المياه وذوبان الصفائح الجليدية القطبية". ‹‹‹

تصميم الأعمال الفنية: أنس البني
الصور: Unsplash, Shutterstock

أنهار الغلاف الجوي

⊙ **الصور:** تتميز ظاهرة أنهار الغلاف الجوي العالمية بتأثيرات بعيدة المدى على الأنماط الجوية والكوارث الطبيعية.

تعزي كايلي حدوث ذلك لعدة من الأسباب. وقالت: "أثبتت البحوث حتى الآن قدرة أنهار الغلاف الجوي على زيادة الذوبان الجليدي نتيجة الاحتباس الحراري الذي يعزز عمليات التبخر وبالتالي تتشكل السحب التي تعكس الحرارة مرة أخرى على السطح. إضافة لذلك، ترتبط أنهار الغلاف الجوي بشكل وثيق بالجبهات الجوية التي تعلو المحيط الجنوبي، الأمر الذي يعزز بالمقابل ديناميكيات الأعاصير في المناطق القريب من منطقة القطب الجنوبي".

وقد شهدت العقود القليلة الماضية زيادة من عدد الأعاصير وكثافتها حول منطقة القطب الجنوبي نتيجة للاحتباس الحراري.

ونتج عن حدوث جرف (آمري) الجليدي في العام 1963 نشوء جبل جليدي كبير جدًا في سبتمبر 2019 يبلغ ارتفاعه 1,636 كيلومتر مربع ويصل وزنه لـ 315 مليار طن.

لذلك، يعتبر ذوبان الجليد في الأقطاب أمرًا في غاية الأهمية إلا أن الاحتباس الحراري والتغيرات الناجمة عنه التي تؤثر في الظروف الجوية والمناخية قد يساهم في تشكل المزيد من الأحداث الجليدية كالجبال والكتل الجليدية.

يعتبر تكون الأعاصير عاملًا رئيسًا في هذا المجال، وتساهم زيادة تكرار أنهار الغلاف الجوي وارتفاع كثافتها في تفاقم المشكلة. لن نركز على تكوّن الجرَف الجليدية فقط.

قال كايلي: "يؤكد تحليلنا للحدث الجليدي (بولينيا) في سبتمبر 2017، وهي كتلة محيطية غير متجمدة ظهرت في كتلة جليدية خلال فصل الشتاء في المنطقة القطبية الجنوبية، على أن أنهار الغلاف الجوي التي سببت ذلك كانت ذات كثافة قياسية عالية. ونتج عن هذه الأنهار أيضًا تساقط أعلى كميات من الثلوج فوق المنطقة المعنية بالدراسة، ولكن ساهمت درجات الحرارة المرتفعة في ارتفاع درجة حرارة الثلج الذي عزز ذوبان الجليد وحال دون إعادة عملية التجمد".

ويتوقع أن يزيد نشاط أنهار الغلاف الجوي في ظل ارتفاع درجات حرارة المناخ، وهو أمر يثير العديد من المخاوف على صعيد ذوبان الجليد في البحار خلال فصل الشتاء في القارة القطبية الجنوبية.

ومن جهة أخرى، يعمل الجرف الجليدي (بولينيا) ضمن مناطق الجليد البحري في نصفي الكرة الأرضية كواحات تساهم في تهيئة الحياة البحرية للثدييات كالحوت البحري (بيلوغا) ووحيد القرن وغيرها من الحيوانات البحرية.

تحدث جُرَف البولينيا الجليدي، كالجرف الجليدي في المياه الشمالية بين كندا وغرينلاند، في نفس المكان والزمان في كل عام، حيث يمكن للحيوانات في تلك المناطق التكيف مع هذا النظام، كما هو الحال أيضًا في الجرف الجليدية في منطقة مكموردو ساوند في المنطقة القطبية الجنوبية التي تساهم في توفير مكان هام في فصل الشتاء مزود بالغذاء لمستعمرات طيور البطريق في كيب رويدس.

وتتمثل المشكلة في هذا السياق في كثافة أنهار الغلاف الجوي التي تؤثر على مساحات واسعة بشكل أكبر من تأثير الجرَف الجليدية الطبيعية (بولينيا)، الأمر الذي قد يعيق توسع الجليد البحري حول الجرف الجليدي، مما يؤدي إلى بقائه كمنطقة مفتوحة.

وبحث جوناثون ويل، باحث الدكتوراه في جامعة غرونوبل ألب، آثار أنهار الغلاف الجوي في القطب الجنوبي.

وقال جوناثون: "تشهد القارة القطبية الجنوبية، كغيرها من الصحاري الأخرى في العالم، هطول أمطار بنسب كبيرة في كل عام. وقد يكون تكرار الأمطار قليلًا نوعًا ما، إلا أنه يحظى بأثر ملحوظ فوق الصفائح الجليدية مسؤول عن سقوط الثلوج بنسب تتراوح ما بين 10% إلى 20% من مجموعة كميات الثلوج المتساقطة في منطقة شرق القطب الجنوبي".

وأضاف: "تبدو تلك النسبة المئوية متواضعة إلى حد ما، إلا أنها تساهم في تعزيز اتجاهات تساقط الثلوج السنوي الإيجابي في بعض المناطق واتجاهات التساقط السلبي في مناطق أخرى. ويمكن لأنهار الغلاف الجوي كذلك التحكم بمتغيرات هطول الأمطار من عام لآخر فوق الصفائح الجليدية". ‹‹‹

هل تعتقد أن نهر الأمازون هو أكبر نهر في العالم؟ نظريًا، يعتبر نهر الأمازون النهر الأكبر على سطح الأرض، لكن هناك أنهار يشكل حجمها ضعف حجم نهر الأمازون وتوجد في الغلاف الجوي.

تتميز أنهار الغلاف الجوي بطولها ونطاقاتها الضيقة المكونة من بخار المياه المركَّز الذي ينتج عنه كميات كبيرة من الأمطار. وتتوفر أنهار الغلاف الجوي على نطاق عالمي، حيث تقوم بنقل الرطوبة من المناطق المدارية إلى خطوط العرض العليا ويمكن أن تؤثر بشكل كبير على طريقة عيش الأفراد.قالت كايلي ماتنغلي، باحثة دكتوراه في جامعة روتجرز: "تعتبر أنهار الغلاف الجوي مسؤولة عن مجموعة من الآثار الهامة التي تحدث في خطوط العرض الوسطى والقطبية والتي تشمل الفيضانات والتأثير على مصادر المياه وذوبان الصفائح الجليدية القطبية".

وذكر كل من يونغ زو وريجينالد نويل، الباحثان اللذان صاغا مصطلح "أنهار الغلاف الجوي"، في ورقتهما البحثية التي نُشرت عام 1998 أن أنهار الغلاف الجوي تشكل أكثر من 90% من كميات بخار المياه المنقولة ما بين الشمال والجنوب.

ويتراوح عدد الأنهار الموجودة في نصف الكرة الأرضية من ثلاثة إلى خمسة أنهار، وقد يتمتع النهر الواحد بتدفق مياه أكبر من نهر الأمازون يصل تقريبًا لـ 6,592 كيلو متر مكعب من المياه في كل عام، أي ما يعادل أكثر من مجموع أكبر سبعة أنهار في العالم. وتساهم أنهار الغلاف الجوي في تجديد احتياطي مخزون المياه وإعادة توزيعها في النظام المائي، إلا أنها قد تلحق الضرر بالأماكن التي تترسب فيها مياهها.

لوحظ في الآونة الأخيرة وجود علاقة وثيقة تربط ما بين العديد من الظروف الجوية والمناخية الصعبة كالفيضانات القوية والرياح الشديدة من جهة وأنهار الغلاف الجوي من جهة أخرى، حيث تقوم هذه الأنهار المليئة بالرطوبة التي تمتد من المناطق المدارية نحو القطب كأحزمة ناقلة لكميات كبيرة من الرطوبة المدارية إلى الأنظمة الجوية لتعزز كثافة الأمطار هناك. لذلك، يرتبط هطول الأمطار القياسي بأنهار الغلاف الجوي التي تصل إلى اليابسة.

الجدير بالذكر أن الأمطار الناتجة عن أنهار الغلاف الجوي لا تتكون بشكل سريع ومفاجئ، بل تمر عبر مختلف الظروف الجوية خلال رحلتها. فعندما تكون الظروف الجوية مناسبة للهطول، يتم إنتاج المياه على شكل مطر أو ثلج كما هو الحال في المناطق الجبلية التي تستحوذ على الرطوبة في أنهار الغلاف الجوي حالما تتحرك الرياح نحو لأعلى باتجاهها.

ظاهرة قديمة جديدة

لوحظ وجود أنهار الغلاف الجوي في السماء منذ ملايين السنين على الرغم من اكتسابها الاسم في العام 1998. لذلك، فهي لا تعتبر ظاهرة جديدة. لكن لماذا برزت أنهار الغلاف الجوي بشكل ملحوظ في العصر الحالي؟ بسبب مشكلة تغير المناخ.

وإضافة إلى أن مصطلح "أنهار الغلاف الجوي" هو مصطلح هام ومتعدد الاستخدامات، قالت كايلي: "يساهم المصطلح المجازي (أنهار الغلاف الجوي) في تسهيل نقل الأفكار العلمية بشكل واضح بين سكان المنطقة. ففي كاليفورنيا مثلًا ، يحظى المصطلح بأثر بارز في مجال ربط الأفراد ما بين التجارب المناخية الشخصية والعمليات التي يتم توظيفها على نطاقات واسعة في المنظومة المناخية".

> **تؤكد النماذج في مختلف أنحاء العالم أن أنهار الغلاف الجوي ستصبح أكثر كثافة وأكثر تكرارًا مع تزايد درجات الحرارة في الكوكب.**

ويعتبر الفهم الشامل لأنهار الغلاف الجوي أمرًا في غاية الأهمية في مجال تحسين عمليات التنبؤ المناخي الرامي إلى رفع مستوى إدارة مصادر المياه والتنبؤ بمخاطر الفيضانات، على الرغم من تأثر تلك الأنهار بمشكلة تغير المناخ.

ركزت البحوث السابقة على العلاقة ما بين الأنماط المناخية وتطور أنهار الغلاف الجوي، لكن بوجود تغير المناخ قد تصبح هذه الخصائص عرضة للتغيرات والتي يمكن بالتالي أن تزيد من صعوبة التنبؤ.

يعتبر سقوط الأمطار الناتجة عن أنهار الغلاف الجوي بكميات كبيرة في منطقة الشرق الأوسط أمرًا نادر جدًا، وإن حدث ذلك فإنه يُستفاد منها في سقي الواحات والمحاصيل وغسل الغبار والأتربة التي تتراكم في المدن. ولكن قد يكون حجم الضرر الناجم عن تلك الأمطار أكبر من حجم الفائدة المرجوة. ولا تزال المعلومات المتوفرة عن دور أنهار الغلاف الجوي في صناعة الكوارث الطبيعية المناخية والفيضانات قليلة في منطقة الشرق الأوسط، على الرغم من توفر عدد كبير من البحوث التي توضح تلك الآثار في أوروبا ومنطقة غرب الولايات المتحدة.

وفي سياق متصل، تمت ملاحظة أثر أنهار الغلاف الجوي في حدوث فيضانات كبيرة في مارس 2019 في إيران ساهمت في إلحاق الضرر بثلث البنية التحتية هناك، كما شوهدت العديد من حالات الوفيات التي بلغت 76 حالة. بدأ النهر رحلته التي امتدت لمسافة 9,000 كيلومتر في المحيط الأطلسي ووصلت إلى منطقة اليابسة فوق جبال زاغروس، كما امتدت لمسافات فوق شمال إفريقيا لوجود بعض الظروف المناخية الخاصة لذلك والتي تشمل ارتفاع درجات الحرارة غير الطبيعي فوق سطح البحر.

هل يمكن اعتبار ارتفاع درجات الحرارة فوق سطح البحر مؤشرًا لظاهرة الاحتباس الحراري؟ تتجاوز كمية الرطوبة التي تم نقلها عبر هذا النهر الجوي الـ 150 ضعف تدفق أربعة أنهار رئيسة مجتمعة مع بعضها في المنطقة كنهر دجلة ونهر الفرات ونهر كارون ونهر كرخة، ولا يزال سكان تلك المنطقة يعانون من تبعات ذلك.

شكل ذلك النهر الجوي في عام 2019 حالة فريدة من نوعها، وقد تمتد أنهار الغلاف الجوي لفترات أطول كما هو الحال في الأعاصير وعلى نطاقات أوسع وأكثر تدفقًا. وساهمت الدراسات الحديثة في نمذجة الطريقة التي ستتغير فيها أنهار الغلاف الجوي في العقود القادمة، حيث سيساهم ارتفاع درجات الحرارة في كوكب الأرض في زيادة نسبة تبخر المياه، وبالتالي تزداد نسبة الرطوبة في الغلاف الجوي وتزداد شدة العواصف.

الرياح الحارة والباردة

تتزايد عمليات البحث لفهم نشأة أنهار الغلاف الجوي في المناطق القطبية نظرًا لتكونها بالقرب من الأقطاب، وهو ما يتيح لها نقل كميات كبيرة من الرطوبة والحرارة. وتلعب أنهار الغلاف الجوي دورًا ملحوظًا خلال فترة زمنية قصيرة تشمل حدوث ذوبانات كبيرة للصخور الجليدية في منطقة القطب الشمالي والقطب الجنوبي في السنوات الأخيرة.

⊙ **صورة:** على الرغم من بعد المسافات، ترتبط كل من الكثبان الرملية القادمة من الصحراء الكبرى والأغطية الجليدية للقارة القطبية الجنوبية بالظواهر العالمية المتعلقة بالغلاف الجوي.

وفي ضوء ذلك، يؤدي النشاط المتزايد لأنهار الغلاف الجوي مستقبلًا إلى تزايد تساقط الثلوج في القارة القطبية الجنوبية. وإذا قمنا بدمج تلك النتيجة مع نتائج كايلي سيتضح لنا أن الثلج هو السبب في ذوبان الجليد البحري.

بالقرب من سطح الأرض

إذا اعتبرنا أن القارة القطبية الجنوبية بعيدة جدًا لنتأثر بها، فلتتجه أنظارنا نحو جبال الألب الأوروبية الأقرب.

شهدت العقود الأربعة الماضية انخفاضًا واضحًا في عمق الثلوج في جبال الألب، وفقًا لما قالته الدكتورة ديانا فرنسيس، الأستاذة في جامعة خليفة، حيث لا يمكن إلقاء اللوم المباشر على ارتفاع درجات الحرارة في الكوكب بسبب ظهور نهر جوي جديد كان قد نشأ في البداية من منطقة شرق المحيط الأطلسي متجهًا نحو الصحراء الكبرى ومنها إلى أوروبا حاملًا معه بعض الأتربة والغبار. قالت الدكتورة ديانا: "تلعب الغبار الدور الأكبر في ذوبان الثلوج مقارنة بدرجة حرارة الهواء المحيطة.

ويتوقع أن الحدث الناجم عن الغبار في مارس 2018 نتيجة الرياح الرملية القادمة من الصحراء الكبرى إلى جبال القوقاز، ساهم في تقليل مدة تغطية الثلوج بنسبة وصلت إلى 30 يومًا لا سيما في المرتفعات".

تساهم الغبار الرملية في تعزيز عملية ذوبان الثلوج بعدد من الطرق. تساهم ذرات الغبار العالقة في الهواء في تعزيز الأثر الإشعاعي لتبخر المياه في أنهار الغلاف الجوي، الأمر الذي يعني قيام جزيئات الهواء بالتقاط أكبر كمية ممكنة من الرطوبة، حيث تشكل جسيمات الغبار أنوية لتكاثف السحب، وبالتالي تعزيز تطوير السحب التي تمطر على الجبال الثلجية فيما بعد.

تعمل ذرات الغبار الموجودة في الثلج على إعاقة أثر ظاهرة الألبيدو (مدى قدرة الأسطح على عكس الطاقة الشمسية)، حيث تعكس ذرات الثلج الأشعة فوق البنفسجية بشكل عكسي، مما يقلل من درجة الحرارة ويحافظ على البرودة.

تؤكد الدكتورة ديانا على أن الثلوج المغطاة بالغبار لا تقوم بذلك، وإنما تساهم ظاهرة الألبيدو في الثلج الناتجة عن الغبار القادمة من الصحراء الكبرى في تسريع ذوبان الثلوج بمدة تسبق المدة الزمنية المعتادة بـ 38 يومًا.

وهذا ليس كل شيء

تقوم ذرات الغبار المعدنية في الثلج والجليد بتغذية الطحالب الدقيقة التي تنمو هناك، وذلك لا يبدو بالأمر السيء لكن عندما تنمو الطحالب والميكروبات بكميات كبيرة فإنها تتسبب بحدوث نتوءات على أسطح الجليد والثلج تسمى بفتحات الكريوكونايت.

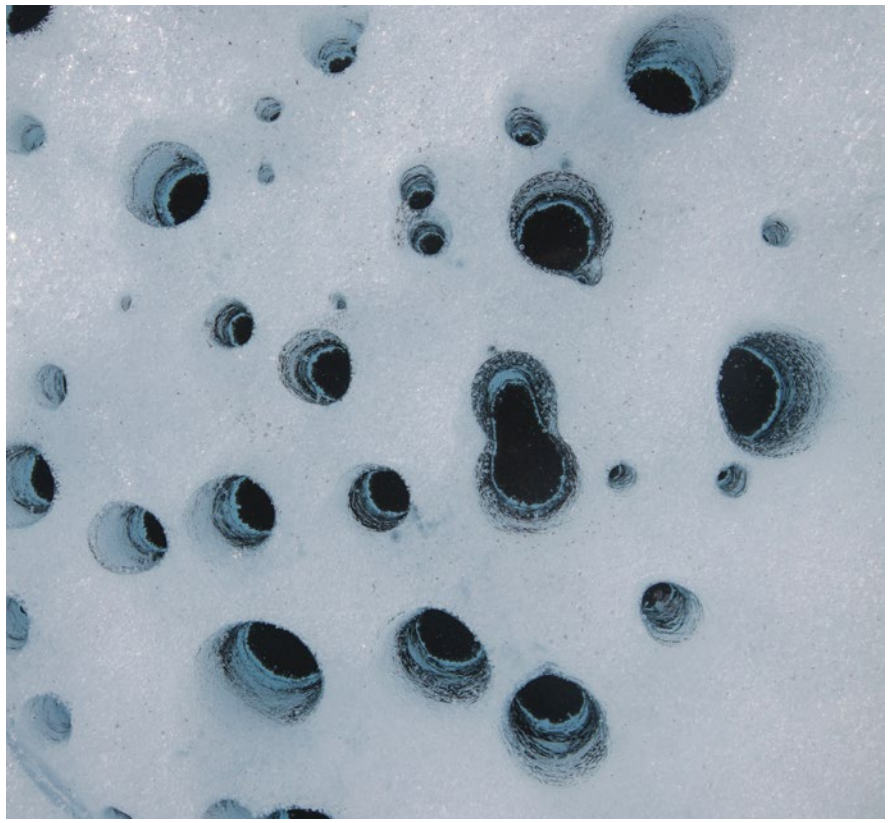
تميل الطحالب الدقيقة إلى التمركز في قاع هذه الفتحات مشكّلة كتلة سوداء، مما يساهم في زيادة الحد من أثر ظاهرة الألبيدو ومع ذوبان الثلوج يظهر المزيد من كتل المادة السوداء على السطح لتتشكل لدينا حلقة مفرغة. وتساهم كذلك أنهار الغلاف الجوي القريبة من سطح الأرض في نشر الغبار في منطقة خطوط العرض الشمالية، ولكن بوجود أنهار الغلاف الجوي، لن يتمكن متزلجو جبال الألب من نيل فرصة التزلج والاستمتاع بالمنحدرات.

على الرغم من ذلك، سيسود الجفاف في كل مكان إذا خلا العالم من أنهار الغلاف الجوي، فهي هامة جدًا في مجال إعادة توازن توزيع المياه في جميع أنحاء الكوكب. فإذا كانت زيادة «

أنهار الغلاف الجوي ليس أعاصير كبيرة على الرغم من أنها تشترك في بعض الخصائص التي تشمل (الرياح العالية وكميات كبيرة من الأمطار القادمة من المناطق المدارية). تعتبر أنهار الغلاف الجوي مستدامة وتتضمن مجموعات متحركة من الرطوبة ذات الأثر واسع النطاق، وتشبه الطائرة النفاثة لكنها مليئة بالرطوبة وأقرب من سطح الأرض.

من جهة أخرى، تعتبر الأعاصير أنظمة عواصف سريعة الحركة تركز محتواها المائي كأمطار في مناطق أصغر، وتستمد الأعاصير الحرارة من المناطق المدارية والقطبية، وهو ما يلعب دورًا هامًا في تنظيم المناخ العالمي. أما أنهار الغلاف الجوي، فتستمد الرطوبة من المناطق المدارية وتقوم بتوزيعها في جميع أنحاء العالم.

⊙ **صورة:** يمكن الحد من ظاهرة التصحر من خلال الرطوبة التي تمنح الحياة للكائنات في أنهار الغلاف الجوي.



الأمطار تسبب الأضرار في مع معظم الأحيان، فإن انحباس الأمطار أيضًا تسبب العديد من الأضرار. ومن ناحية ثانية، يساهم الفهم الشامل لمستقبل أنهار الغلاف الجوي في تعزيز دور مديري مصادر المياه على سطح الأرض.

أخبار جيدة!

ترى مهري أكباري، الأستاذة المساعدة في جامعة طهران، أنه يمكن الاستفادة من نتائجها في تطوير أنهار الغلاف الجوي في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا من خلال تعويض النقص الحاصل في مصادر المياه في هذه المنطقة الصحراوية.

تقع منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في واجهة المناطق شبه المدارية وخطوط العرض الوسطى، ويعني هذا الموقع الجغرافي وجود حالة من عدم اليقين حول حجم التغيرات المتعلقة بهطول الأمطار في المنطقة مستقبلًا.

ولأن بخار مياه الغلاف الجوي يزداد بارتفاع درجات الحرارة، أكد باحثون من مختبر الدفع النفاث من جامعة بلمند دبي وجامعة كاليفورنيا وجامعة ولاية كاليفورنيا، في ورقتهم البحثية التي نُشرت في العام 2020 على أن زيادة هطول الأمطار سترتفع من ناحية الكثافة والتكرار في جميع أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

وترى مهري أن ذلك سيكون أكثر فائدة من كونه يسبب ضررًا. وقالت: "تقع معظم المناطق القاحلة في العالم في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

لذلك، يمكن اعتبار أنهار الغلاف الجوي مصدرًا ملائمًا للأمطار، حيث استفادت كل من إيران ومصر والسعودية من بين ما مجموعه 21 دولة من منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا من هذه الظاهرة الهامة".

تشكل أنهار الغلاف الجوي نسبة أكثر من 30% من مجموع كميات الأمطار في منطقة في جميع أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، كما يرجع هطول منتصف الأمطار في بعض المناطق إلى ظاهرة أنهار الغلاف الجوي.

وقالت مهري: "يمكن الاستفادة من هذه الكميات من الأمطار وحفظها في أنظمة حفظ المياه المناسبة لمواجهة الجفاف مستقبلًا".

في نماذج محاكاة العام 2100 التي تم تصميمها لاستعراض انبعاثات الغازات مستقبلًا، شاهدنا زيادة في تكرار أنهار الغلاف الجوي في منطقة الساحل الإفريقي الشمالي وتركيا وإيران، وهذا لا يعني وجود الجفاف في بقية أنحاء المنطقة بل على العكس هناك زيادة متوقعة في نسب الهطول في منطقة شبه الجزيرة العربية.

المزيد من الأمطار قادمة من القرن الإفريقي إلى دولة الإمارات العربية المتحدة.

يسعى الجميع للحصول على كميات كبيرة من المياه لسقاية الأراضي القاحلة، لكن يحتاج السكان المحليون إلى أن يكونوا مستعدين للرياح القوية المرافقة وإمكانية حدوث الفيضانات.

ولاحظت كايلي أن الأثر الأكبر لتكرار حدوث أنهار الغلاف الجوي هو تأثيرها على الفيضانات ومصادر المياه،

حيث قالت: "ستساهم أنهار الغلاف الجوي ذات الكثافة العالية في حدوث فيضانات قوية مستقبلًا، ونشهد في الوقت الحالي أمثلة على فيضانات شديدة في السنوات الأخيرة فاقم من حجمها ارتفاع درجات حرارة الغلاف الجوي التي زادت من كميات بخار المياه.

وعلى الرغم من أن هطول الأمطار يعزز تجديد مصادر المياه في بعض المناطق، إلا أن ارتفاع درجات الحرارة في أنهار الغلاف الجوي ونسب الرطوبة فيها يساهم في تشكيل مجموعة من التحديات أمام مدراء المياه في المستقبل.

فعلى سبيل المثال، في مناطق كمنطقة غرب الولايات المتحدة التي تعتمد بشكل كبير على الحزم الثلجية كمصادر للمياه، من المتوقع أن تعود أنهار الغلاف الجوي هناك بكميات كبيرة من الأمطار في تلك المنطقة أكثر من الثلج، وهو ما سينتج عنه نضوب في الحزم الثلجية ومصادر مياه محدودة خلال أشهر الجفاف في فصل الصيف".

من جهة أخرى، تقول كايلي: "يسعى مدراء المياه بشكل عام إلى أن يكونوا أكثر مرونة في منهجيتهم لإدارة موارد المياه في المستقبل.

وتعتبر كاليفورنيا مثالًا جيدًا في هذا السياق لأنها شهدت في السنوات القليلة الماضية عددًا من الفصول الرطبة على خلفية فترات الجفاف طويلة الأمد والاحتباس الحراري، والذي أدى إلى استنزاف خزانات المياه وحزم الثلج. ويكمن التحدي هنا في تطوير منهجيات تساهم في الاحتفاظ بالمياه التي نتلقاها جراء الهطول الكثيف للأمطار لتخطي سنوات الجفاف".

تؤكد النماذج في مختلف أنحاء العالم أن أنهار الغلاف الجوي ستصبح أكثر كثافة وأكثر تكرارًا مع تزايد درجات الحرارة في الكوكب. ويؤكد الباحثون الذين توصلوا لهذه النماذج أيضًا على ضرورة معرفة آلية تطور أنهار الغلاف الجوي وطريقة تحركها وانتقالها وأهمية ذلك في التنبؤ بها وارتباطها بسقوط الأمطار.

تقدر كمية الجسيمات البلاستيكية التي يتناولها الإنسان يوميًا ما بين 50,000 و100,000 جسيم بلاستيكي

– لودوفيك دومي

ومصدرها، على مستويات مختلفة من الجسيمات البلاستيكية النانوية التي قد تضر بعمليات المعالجة. فعلى سبيل المثال، يؤثر وجود الجسيمات البلاستيكية على أداء واستقرار المنظومة الميكروبية التي تساعد في عمليات الهضم ويحد من فعاليتها.

وتساهم رواسب الجسيمات البلاستيكية بشكل غير مباشر في تلف عمليات الفصل التي تقوم بها الأغشية الذي ينجم عنه تآكل ميكانيكي وتراكمات فوق الأغشية تعيق عملية الفصل والتدفق. من ناحية أخرى، تسبب هذه الظاهرة زيادة تكلفة عمليات تحلية المياه ومعالجتها، كما قد تؤثر على جودة المياه الناتجة.

إضافة لذلك، أظهرت الدراسات أن الجسيمات البلاستيكية قد تكون مركَّزة بشكل أكبر في وحدات معالجة وتحلية المياه يتم التخلص منها من خلال تصريفها في مياه الأنهار والجداول وبالتالي الحصول على مياه تحتوي على نسب كبيرة جدًا من الجسيمات البلاستيكية.

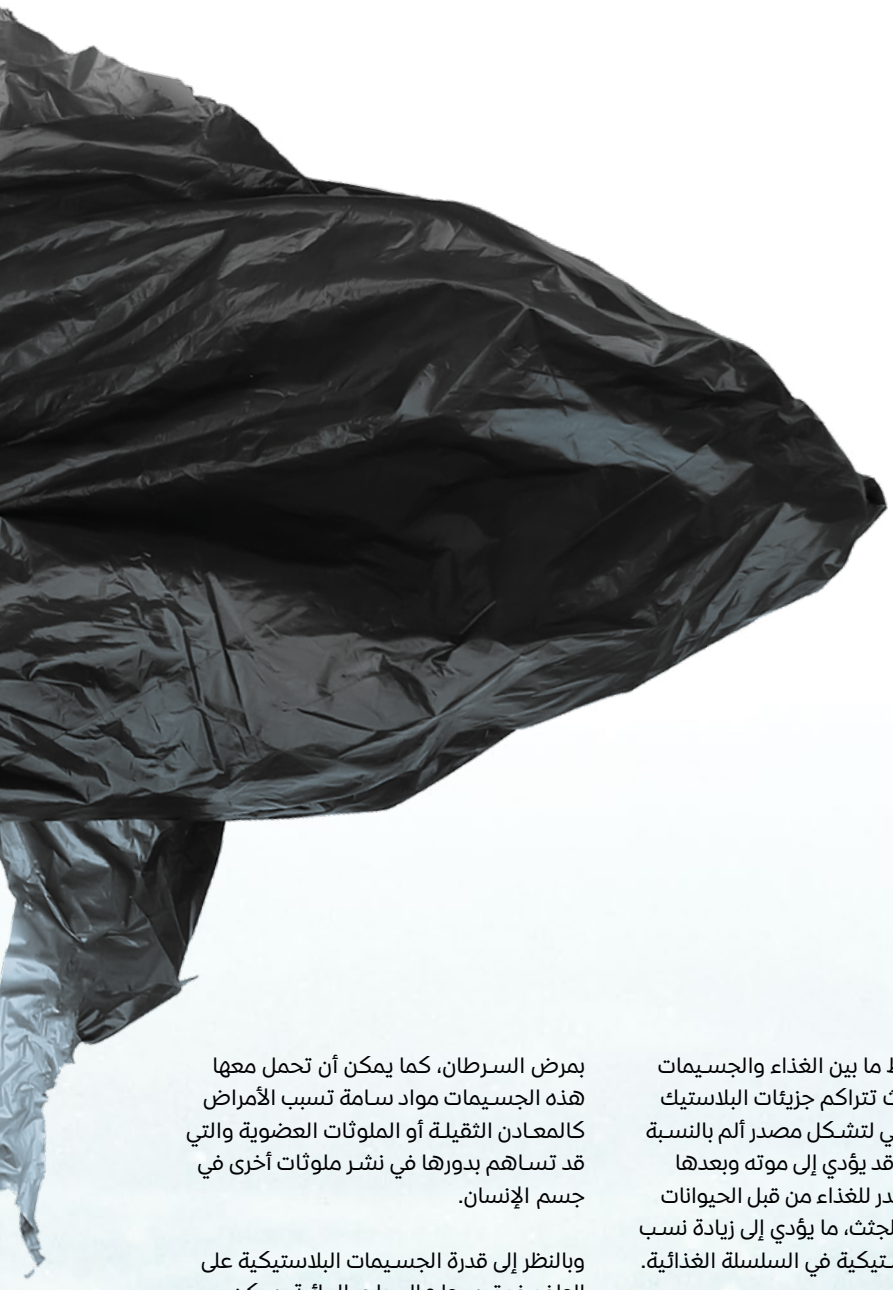
كيف يمكنك المساعدة؟ تخلص من المخلفات البلاستيكية بطريقة سليمة وتأكد من وضعها في سلة المهملات الصحيحة لتجنب وصولها إلى مجاري المياه، كما اتبع خيارات التعبئة المستدامة وساهم في الحد من استخدام المنتجات البلاستيكية ذات الاستخدام الواحد.

ما المطلوب في هذه المرحلة لفهم المخاطر بشكل أفضل؟ يقوم الباحثون في الوقت الحالي بتطوير أدوات ومنصات متقدمة للكشف عن المواد البلاستيكية النانوية في مياه الصرف لتحقيق الفهم الأفضل في مجال تفاعلاتها مع الكائنات الميكروبية وعمليات معالجة المياه وتقييم أثرها الصحي والاقتصادي، كما نقوم بتطوير استراتيجيات للكشف عن مدى التلوث في المنظومات المحلية وفهم أثر جزيئات البلاستيك على اختلاف أحجامها وأشكالها على أداء أنظمة الفصل، إضافة لدراسة تأثير الجسيمات البلاستيكية على صحة الإنسان لمنع حدوث أية أمراض على المدى البعيد. ●

لودوفيك دومي: هو أستاذ مساعد في قسم الهندسة الكيميائية في جامعة خليفة، يقوم بالإشراف على الفريق البحثي المتخصص بـ (مواد الفصل المتقدمة). وتتنوع بحوث لودوفيك ما بين هندسة المواد الوظيفية والتفاعلية وتطبيقاتها في مختلف التطبيقات البيئية. تلقى لودوفيك في العام 2020، جائزة جمعية الأغشية الآسيوية الأسترالية لجهوده في مجال فصل الجسيمات البلاستيكية.

الصور: Shutterstock, Envato

الخطر الخفي



التلوث الناجم عن الجسيمات البلاستيكية خطر يهدد القطاع الصناعي والكائنات البحرية وصحة الإنسان

بقلم: **لودوفيك دومي**
ترجمة: **أماني القيسي**

تبلغ كميات المواد البلاستيكية التي يتم إنتاجها كل عام ما يزيد عن 300 مليون طن يتم حرق ما تصل نسبته إلى 40% منها أو إعادة تدويره والباقي يتم التخلص منه في مكبات النفايات أو طرحها في البيئة بطريقة غير ملائمة، ما يؤدي عبر مرور الوقت إلى تجزئتها إلى جسيمات صغيرة.

تُطلق هذه الجسيمات البلاستيكية، التي يبلغ بعدها أقل من 5 مليمتر، في مجاري المياه لتشكل بعد ذلك خطرًا كبيرًا على المنظومة البيئية عالميًا وعلى سلسلة الغذاء التي تقوم على الأنشطة الصناعية المعتمدة على مياه الأنهار والبحار.

وقد تؤدي تجزئة هذه الجسيمات البلاستيكية إلى تشكّل البلاستيك النانوي الذي تصل أبعاده إلى أقل من ميكرومتر، ويعتبر هذا النوع من المواد البلاستيكية صعبًا من ناحية تحديد خصائصه وكمياته ويمثل تحديًا كبيرًا للمهندسين والباحثين.

لماذا تصل الجسيمات البلاستيكية إلى السلسلة الغذائية وتؤثر في صحة في الإنسان؟

صدرت مجموعة من التقارير حول الجسيمات البلاستيكية في العديد من الطيور والكائنات البحرية التي تخلط ما بين الغذاء والجسيمات البلاستيكية، حيث تتراكم جزيئات البلاستيك في الجهاز الهضمي لتشكل مصدر ألم بالنسبة للكائن الحيواني قد يؤدي إلى موته وبعدها يتم تناوله كمصدر للغذاء من قبل الحيوانات التي تتغذى على الجثث، ما يؤدي إلى زيادة نسب الجسيمات البلاستيكية في السلسلة الغذائية.

وتنتقل الجسيمات البلاستيكية بمرور الوقت إلى عدد أكبر من الحيوانات والإنسان، حيث تقدر نسبة الجسيمات البلاستيكية التي يتناولها الإنسان من 50,000 إلى 100,000 كل عام وهي نسبة ترتفع بزيادة الاستهلاك الكبير للعبوات البلاستيكية المستخدمة للمياه والمشروبات الباردة.

ومن الأمثلة على المخاطر المصاحبة لتناول الجسيمات البلاستيكية عند الإنسان والتي يتم توزيعها في الدم زيادة فرصة الإصابة بمرض السرطان، كما يمكن أن تحمل معها هذه الجسيمات مواد سامة تسبب الأمراض كالمعادن الثقيلة أو الملوثات العضوية والتي قد تساهم بدورها في نشر ملوثات أخرى في جسم الإنسان.

وبالنظر إلى قدرة الجسيمات البلاستيكية على الطفو فوق سطح المجاري المائية، يمكن لتلك الجسيمات أن تقوم في نشر الملوثات إلى مسافات أكبر وأبعد.

كيف تؤثر الجسيمات البلاستيكية على الأنشطة الصناعية التي يقوم بها الإنسان؟ من المجالات الرئيسة التي تتأثر بوجود المواد البلاستيكية النانوية، إضافة لصناعة الغذاء، صناعة المياه.

قد تحتوي المياه التي يتناولها الإنسان ومحطات تحلية ومعالجة المياه، وفقًا لموقعها

يعود أصل معظم سلالات خنافس الصحراء الناميبية إلى صحراء ناميبيا الواقعة في جنوب غرب أفريقيا التي لا تتوفر المياه على أراضيها وتشهد هطول أمطار بمعدل يتراوح ما بين 1.3 إلى 5 سم سنويًا. وتعرف الخنافس بأنها محبة للضباب، حيث تتجه له مرات عديدة حال ظهوره خلال الأسبوع لتجمع المياه اللازم لإبقائها على قيد الحياة، حيث تقوم بتجميعه في بطنها لينتقل بعد ذلك لفمها.

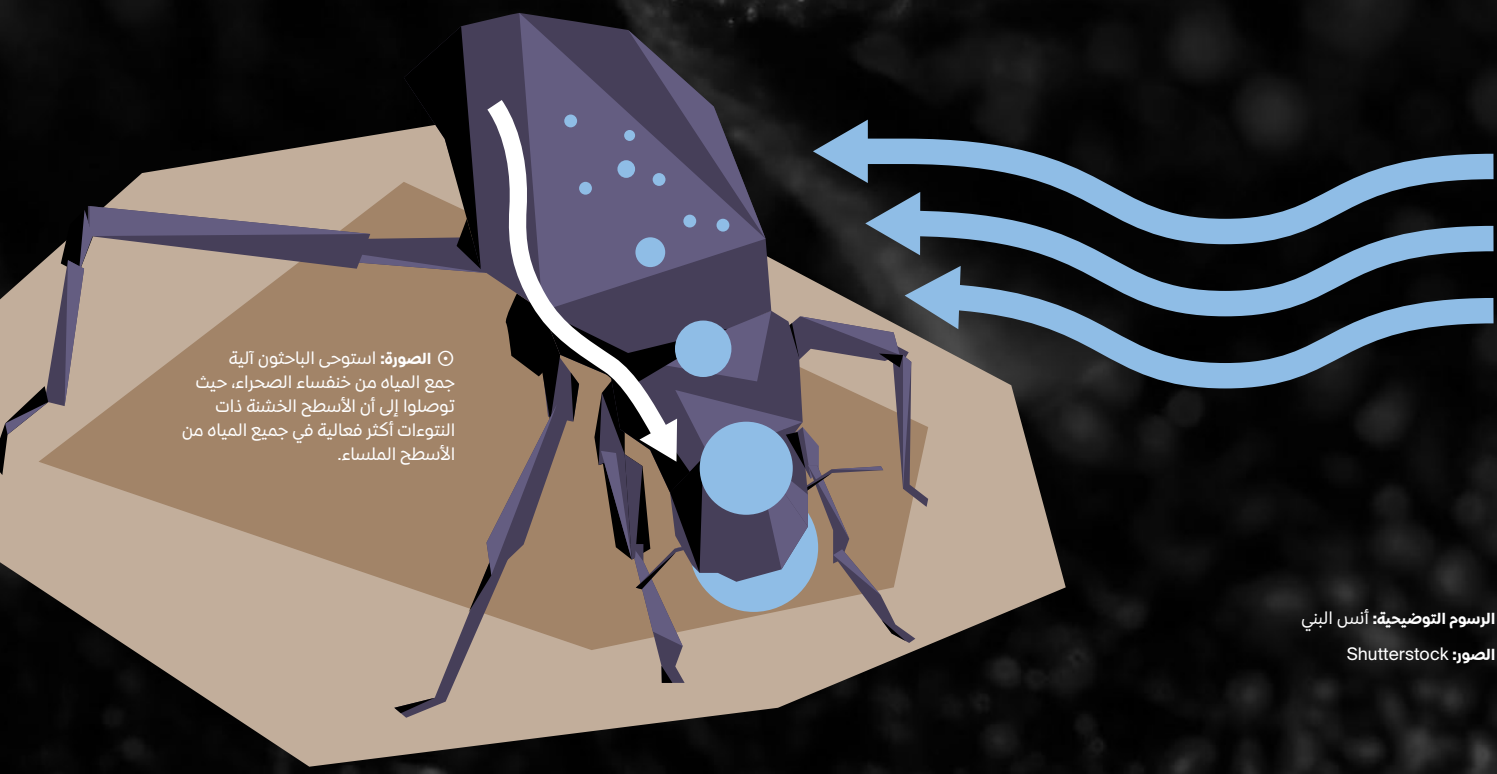
قام الباحثون بدراسة الخنافس لعقود عديدة وكشف العديد منهم عن وجود المزيد من الأسرار فيها خلال السنوات الأخيرة.

وفي هذا الإطار، قام العالم الفيزيائي في جامعة أكرون في ولاية أوهايو الأمريكية، هنتر كنغ، وفريقه البحثي بالحصول على بعض الإشارات من النتوءات الموجودة على ظهر الخنفساء وتوصلوا إلى أن شكل وتركيبة تلك النتوءات قد تؤدي دور "مغناطيس الضباب"، لا سيما وأن 1 مليمتر من النتوءات قادرة على التقاط المياه بفعالية تتجاوز نسبة 2.5 لسطح أملس بنفس المساحة.

قال هنتر: "تكمن أهمية هذا الاكتشاف في الحصول على تنقية معززة لجسيمات المياه التي يصعب التقاطها ولكنها في نفس الوقت تتميز بقصور ذاتي متدني".

وفي العام 2021، أعلن باحثون من جامعة فوجو وجامعة سوشاو في الصين وجامعة نانيانغ التكنولوجية في سنغافورة عن آلية محاكاة الهيكل الخارجي للخنفساء مع الدمج بين المواد المائية والمواد غير المائية وجسيمات النحاس بهدف زيادة معدل جمع المياه من الضباب، حيث توصل الباحثون بعد ذلك إلى أن المواد الحيوية التي استعانوا بها خلال عملية المحاكاة مناسبة بشكل فعال لإنتاج المياه على نطاق واسع. ●

> **تكمن أهمية هذا الاكتشاف في الحصول على تنقية معززة لجسيمات المياه التي يصعب التقاطها ولكنها في نفس الوقت تتميز بقصور ذاتي متدني** - هنتر كنغ



⊙ **الصورة:** استوحى الباحثون آلية جمع المياه من خنفساء الصحراء، حيث توصلوا إلى أن الأسطح الخشنة ذات النتوءات أكثر فعالية في جميع المياه من الأسطح الملساء.

الرسوم التوضيحية: أنس البني

الصور: Shutterstock

تعلمناها من خنفساء الصحراء

بقلم: **سوزان كونديه لامبيرت**
ترجمة: **أماني القيسي**

قد يدين سكان المناطق القاحلة والأكثر جفافًا في العالم يومًا ما بالفضل الكبير لخنفساء صحراء ناميبيا، والتي أطلعتنا على أسرار استخراج المياه من الهواء.

بدأ **رايان ليفرز** وشريكه **مارك تستر** بمشروع "مزارع البحر الأحمر" بهدف إيجاد أفضل الطرق التي تساهم في تحقيق الأمن الغذائي والمائي في المجتمعات الصحراوية، وفي نفس الوقت الكشف عن طرق حديثة لتوفير الطاقة والحد من انبعاثات غاز الكربون.

رايان هو باحث من جامعة الملك عبدالله للعلوم والتكنولوجيا في السعودية وهو صاحب مشروع زراعي تكنولوجي فريد من نوعه يعتمد على أشعة الشمس ومياه البحر لإنتاج المحاصيل الزراعية في البيئات القاسية التي يصعب فيها نمو النباتات، وقد نشأ في مزرعة للألبان في ولاية داكوتا الجنوبية في الغرب الأوسط من الولايات المتحدة، حيث تعلم هناك أن "الطبيعة الأم" متقلبة ويمكنها أن تنتج المحاصيل أو تتلفها.

قال رايان: "يعد تفقد حالة الطقس صباحًا ومساءً جزءًا أساسيًا من حياتي اليومية، وكان السؤال الذي يتبادر لذهني دائمًا متى ستمطر؟".

وخلال دراسته للزراعة المستدامة واستخدام المياه، اطلع على الموضوعات ذات الأهمية الكبيرة والمتعلقة بالمناخات القاسية والصعبة في منطقة الشرق الأوسط حيث الإجابة عن السؤال "متى ستمطر؟" هي "لن يحدث ذلك أبدًا".

وأضاف رايان: "عندما يعتمد محصولك على تقلبات الطبيعة سينجم عن ذلك العديد من المخاطر واحتمالية الفشل، حيث يمثل البَرَد والجفاف والحشرات والأعشاب الضارة والفيضانات والصقيع جزءًا صغيرًا من مجموعة التحديات التي تواجه نجاح الحقول المفتوحة في الغرب الأوسط من الولايات المتحدة. وفي شبه الجزيرة العربية، يمكن الإضافة لتلك القائمة العواصف الرملية ودرجات الحرارة المرتفعة ورداءة التربة وزيادة نسب الرطوبة".

وأضاف أيضًا: "نقوم بالتصدي لهذه التحديات من خلال وضع جميع المحاصيل في بيئات داخلية محمية ومحكمة، كما نقوم بذلك بطريقة تتسم بالفعالية في استخدام المياه والطاقة بالاستعانة بأجهزة استشعار وقاعدة بيانات كبيرة للحصول على أفضل النتائج التي تخدم كوكبنا ومحاصيلنا ومجتمعاتنا والقطاعات الرئيسة".

وتعتمد معظم البيوت البلاستيكية التقليدية على طاقة الشبكات والمياه النظيفة لري النباتات والحفاظ على درجة حرارة معتدلة داخلها، لكن بالنسبة لرايان وفريقه البحثي فقد استفادوا من المصادر المتوفرة في الصحراء والتي تشمل الشمس والمياه المالحة لتقليل نسبة التكاليف اللازمة لعمليات التشغيل وإنتاج المحاصيل بشكل قريب من الأسواق التي يخدمونها، الأمر الذي ينتج عنه تحقيق الأمن الغذائي المحلي والحد من تكاليف وتحديات شحن المنتجات لمسافات طويلة. ‹‹‹

خيرات في البيئة الصحراوية

تمكن باحث من زراعة الغذاء في البيئات القاسية من خلال أشعة الشمس ومياه البحر

بقلم: **سوزان كوندي لمبيرت**
ترجمة: **أماني القيسي**

الصور: مزارع البحر الأحمر

وتقوم مزارع البحر الأحمر في السعودية على الطاقة الشمسية والمياه المالحة لري المحاصيل والحفاظ على مستوى درجات حرارة معتدلة داخل البيوت البلاستيكية، حيث يتم اختيار النباتات وفقًا لتحملها للمياه المالحة. أما بالنسبة لأنظمة التبريد، فيؤخذ بعين الاعتبار عملية اختيار المواد والتصميم الهندسي الذكي وأنظمة التحكم الذكية التي تساهم جميعها في تجنب الآثار الضارة للمياه المالحة.

وقال رايان: "بالنسبة للطماطم، يساهم وجود القليل من الملح في عمليات ري الطماطم في رفع مستوى الخصائص الفيزيائية التي تشمل مقياس "بريكس" الذي يُستخدم لقياس مستوى السكر والفيتامينات والمعادن، حيث لاحظنا أن الطماطم التي رويت بمياه مالحة تتمتع بمذاق متميز وفترة صلاحية أطول".

ويرى رايان أن منهجيته فعالة خاصة في أعقاب جائحة كوفيد-19 التي أدت إلى ضعف في سلاسل التوريد التقليدية. وأضاف: "في إطار جائحة كوفيد-19، يتعين علينا قدر الإمكان النظر في إنتاج المحاصيل قصيرة الأجل محليًا، والسؤال هنا هو كيف نحقق ذلك؟ تساهم تكنولوجياتنا في توفير فرص نمو هذه المحاصيل محليًا ومرونة في مواجهة سلاسل التوريد المتقطعة.

إضافة لذلك، زيادة الوعي لدى المستهلك الذي يتمثل بزيادة الطلب على الأغذية الصحية المحلية. وستعود هذه الأنظمة الزراعية التي تعمل بتكنولوجياتنا بمستقبل واعد على مجتمعاتنا المحلية التي تستفيد من هذه التكنولوجيات".

ما هي المجتمعات التي ستستفيد من هذه التكنولوجيات؟ يمكن استخدام واحدة أو أكثر من تكنولوجيات مزارع البحر الأحمر في أي مكان، إلا أنها تناسب بشكل خاص المجتمعات ذات البيئات القاسية عالميًا.

قال رايان: "تشمل البيئات القاسية المناطق الصحراوية والجُزر والمناطق التي تزخر بالموارد الشمسية والبيئات الساحلية والمناطق التي تعاني من نسب مرتفعة من الرطوبة".

وأضاف: "تشهد مزارع البحر الأحمر مستقبلًا متطورًا، حيث نسعى لمتابعة الفرص التي تمنحنا التطور محليًا داخل السعودية وإقليميًا في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وعالميًا في أمريكا الشمالية كأول خطوة لنا في هذا المجال، كما نسعى إلى التوسع في نشر تكنولوجياتنا المبتكرة المتعلقة بالأنظمة الزراعية من السعودية إلى البيئات القاسية في جميع أنحاء العالم".

وعلق رايان في ختام حديثه قائلًا: "أود أن أشير إلى ملاحظة شخصية وهي أني أتطلع مستقبلًا لليوم الذي أنظر فيه إلى الوراء لأدرك ما قام به فريق مزارع البحر الأحمر لتحقيق مفهوم الأمن الغذائي وآلية إدارته للمشروع الذي يحسن حياة الأفراد ويحمي الكوكب الذي نعيش عليه نحن والأجيال القادمة". ●

⊙ **أسفل:** يساهم استخدام المياه المالحة لري الطماطم في تحسين مذاقها، وفقًا لما قاله الباحث.

⊙ **أقصى اليمين:** يحاول كل من مارك تستر ورايان ليفرز إيجاد الطرق التي تهدف إلى حفظ الطاقة وتحد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وفي نفس الوقت تحقق الأمن الغذائي في البيئات الصحراوية.

⊙ **اليمين:** يتم اختيار الخضراوات التي تُزرع داخل البيوت البلاستيكية في مزارع البحر الأحمر وفقًا لمدى تقبلها للمياه المالحة.

⊙ **الأسفل:** تتيح التصاميم الهندسية الذكية وأنظمة التحكم الذكية للبيوت البلاستيكية الاستفادة من المياه المالحة في مجال ري المحاصيل وضبط درجة الحرارة داخل البيوت البلاستيكية.

⊙ **الأدنى:** تتيح تكنولوجيا الباحث رايان للمحاصيل أن تنمو بالقرب من الأسواق في أصعب البيئات.

مزارع البحر الأحمر
بالأرقام

%95▽

تستهلك مزارع البحر الأحمر مياه نظيفة بنسبة 95% أقل من البيوت البلاستيكية التقليدية في المناطق الصحراوية.

%90▽

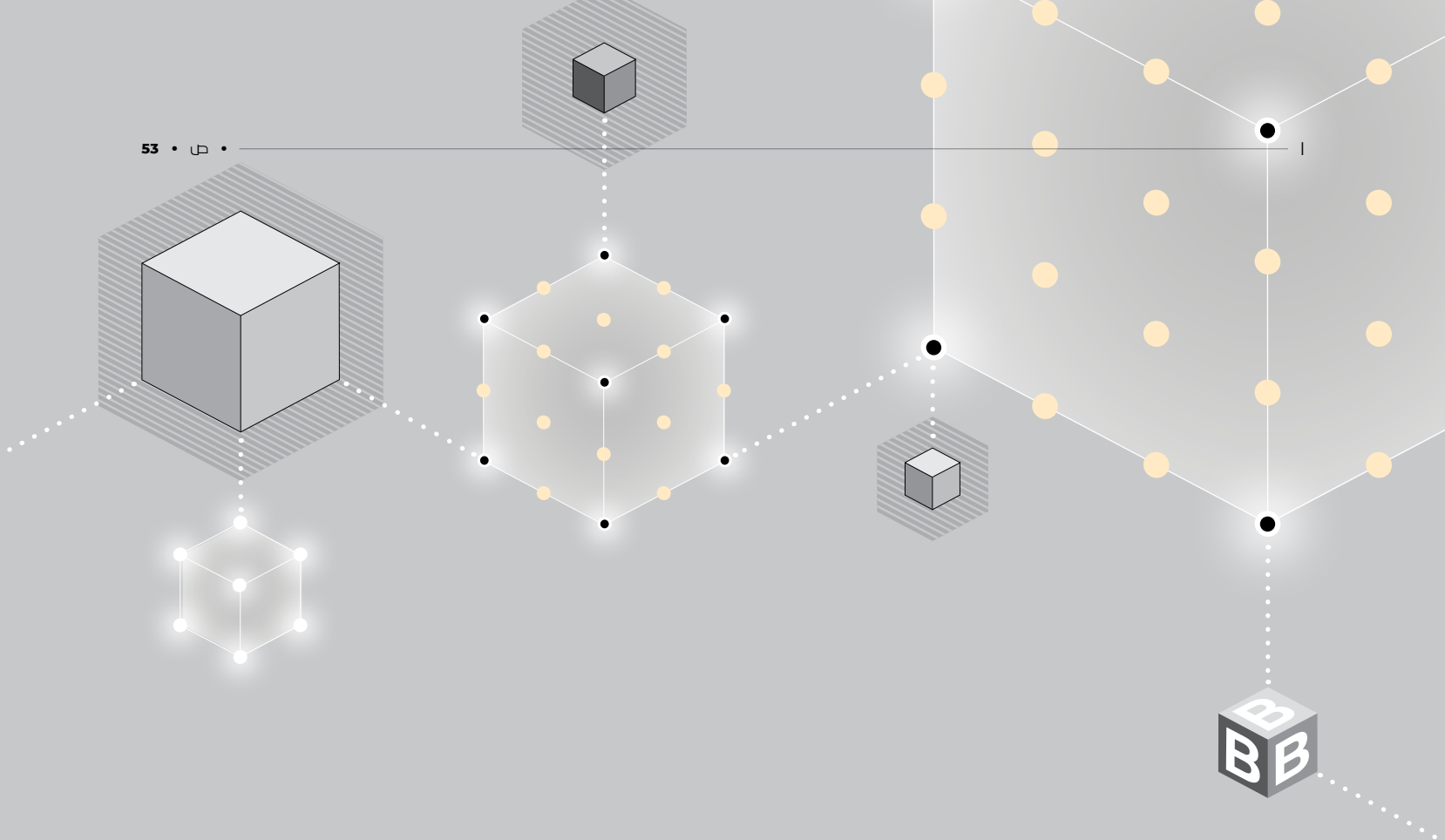
تستهلك مزارع البحر الأحمر طاقة بنسبة 90% أقل من البيوت البلاستيكية التقليدية.

3

عدد المواقع التي تنتشر فيها هذه التكنولوجيا في السعودية.

7

عدد الدول المشاركة بمشاريع نشطة.



قد تكون تكنولوجيا البلوك تشين من أكثر التكنولوجيات انتشارًا بين الأفراد لكن القليل منهم يفهمها أو يستخدمها بشكل أكثر فاعلية.

ومن أكثر وأحدث مجالات استخدامها هو مجال العملة الرقمية (البتكوين) التي أصبحت كلمة مستخدمة في كل مكان، خاصة بعد ظهور شركات العملات الرقمية كشركة إيثيريوم وكاردانو اللتان تحظيان باهتمام كبير من قبل الأفراد والمستثمرين.

وعلى الرغم من التذبذب الكبير في الأسعار وعمليات الاحتيال في مجال العملة الرقمية، والتي أكدت عليها لجنة التجارة الاتحادية في الولايات المتحدة بقولها أن القيمة التي أنفقها 7,000 فرد على العملات الرقمية في الفترة ما بين أكتوبر 2020 ومارس 2021 بلغت 80 مليون دولار أمريكي، إلا أن الاقتصاد الرقمي لا يزال مستمرًا، حيث ارتفعت قيمة رأس المال في الأسواق المالية إلى ما يزيد عن 2.4 مليار دولار أمريكي. ووفقًا للدراسة التي أجريت في العام 2021، يُتوقع من ما مجموعه 7 مستثمرين من أصل 10 شراء أصول رقمية أو استثمارها مستقبلًا.

تُعتبر التطبيقات المالية جزءًا من الإمكانات الكبيرة التي تتمتع بها تكنولوجيا البلوك تشين الكبيرة، حيث يشير مؤيدو هذه التكنولوجيا إلى استخداماتها الأخرى التي تشمل أمن البيانات الطبية وتعقب سلاسل الإمدادات وتسهيل عملية التصويت وحماية أمن الهوية الشخصية.

ولاتزال تكنولوجيا البلوك تشين تواجه بعض الصعوبات التي لا بد من التخلص منها لتصنع التغيير في عالم التكنولوجيا، حيث تعتبر هذه التقنية واعدة منذ ظهور البتكوين في العام 2009.

لكن أولًا: ما تعريف البلوك تشين؟

تعتبر البلوك تشين منصة لحفظ المعلومات ونقلها بطريقة افتراضية لا يمكن تغييرها دون علم المستخدم، كما تعتبر آمنة لعدم مركزية محتواها، حيث يقوم المستخدم بإرسال المعاملات إلى سجل عام يُدار من خلال شبكة حواسيب التي تسمى بـ "التعدين" والتي تقوم أيضًا بالتحقق من البيانات دون وجود طرف ثالث كمؤسسة أو مصرف أو غيرها من المؤسسات الوسيطة.

وتُسمى مجموعة البيانات التي تم التحقق منها "الكتلة"، وترتبط مجموعة الكتل برموز معقدة يتم حلها من قبل شبكة الحواسيب "التعدين" التي تتحقق من المعاملات وعند ظهور أي خطأ في السجل فإنه يلغي جميع الكتل التابعة فيما بعد، لنحصل على قاعدة بيانات موثقة وواضحة وغير مركزية وغير قابلة للتزوير.

هل نحتاج لهذه التكنولوجيا فعلًا؟

تواجه البلوك تشين العديد من الصعوبات، تتعلق أولها بعصر البلوك تشين.

وفي هذا الإطار، يسأل الصحفي جس فريدريك في صحيفة "ذا كورريسبوندنت" في العام 2020 عما إذا كانت البلوك تشين حلًا للمشاكل. وبمعنى آخر، هل تعتبر حلول المشكلات الناتجة عن مشاريع البلوك تشين أفضل من الحلول المتوفرة لدينا؟

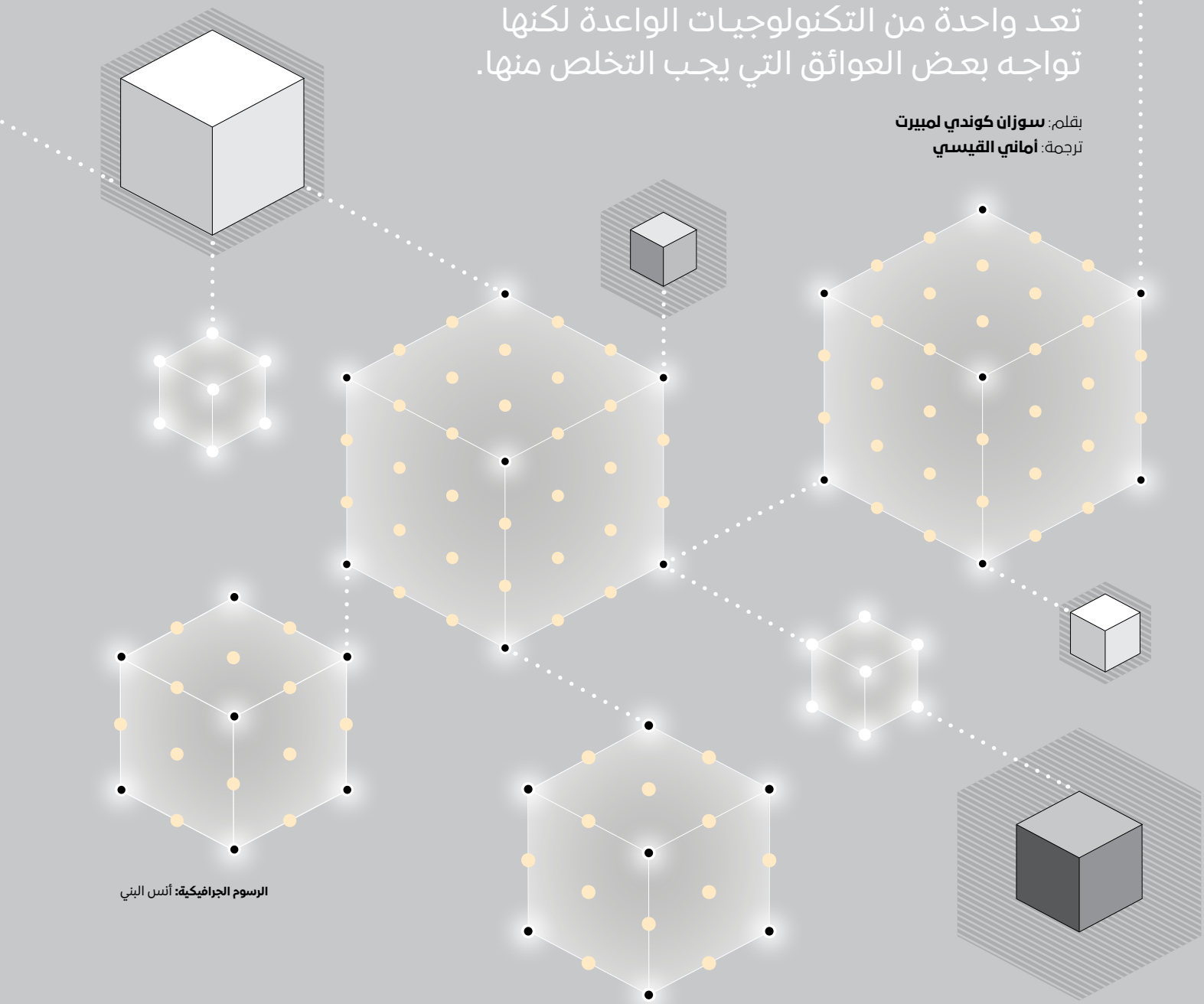
من جهة أخرى، يرى دراغان بوسكوفتش، أستاذ بحثي ومدير مشارك في قسم الحوسبة التابع لكلية هندسة أنظمة المعلومات والقرارت في جامعة أريزونا، أن البلوك تشين تحتاج مزيدًا من التطور والتحسن إلا أنها تكنولوجيا مجدية وتساهم في حل المشكلات العالمية، فهي طريق يمكن اتباعه على نطاق واسع.

وقال: "تمثل البلوك تشين تطورًا تكنولوجيًا مشتركًا تمامًا كما تنتقل من استخدام آيفون 11 إلى آيفون 12 أو 13، وهناك العديد من الأمثلة المتعلقة بالاستفادة من تكنولوجيا البلوك تشين في مجال حل المشكلات العملية، منها صندوق الغذاء التابع لشركة "آي بي إم" الذي يهدف إلى تتبع سلسلة إمداد الغذاء". ‹‹‹

ما هو تسلسل البلوك تشين؟

تعد واحدة من التكنولوجيات الواعدة لكنها تواجه بعض العوائق التي يجب التخلص منها.

بقلم: **سوزان كوندي لمبيرت**
ترجمة: **أماني القيسي**



الرسوم الجرافيكية: أنس البني

وساهمت حلول البلوك تشين الجديدة في تحسين مستوى إنتاجية المعاملات بشكل سريع وفعال في استهلاك الطاقة، ومثال ذلك شبكة كاردانو التي تحظى بتصميم جديد للبلوك تشين متطور وفعال في مجال الطاقة".

وبشكل أكثر وضوحًا

يتمتع العديد من مستخدمي البلوك تشين بخاصية متميزة وهي المعاملات المجهولة التي تتيح لهم جمع المعلومات دون معرفة أحد، لكن يمكن أن يشكل ذلك مشكلة في حال تم استخدام تلك الخاصية في غسل الأموال أو لغايات أخرى غير أخلاقية.

ولا يعني إخفاء هوية المستخدم أن المعاملات غير معروفة، حيث يمكن تتبع هويات المستخدمين وفقًا لما قاله دراغان: "تعتبر البلوك تشين مصدر غني بالمعلومات الرقمية، ويمكن من خلال أدوات التحليل الجنائي الرقمي الربط بين شخص معين وهويته الرقمية التي استخدمها في إجراء معاملاته في البلوك تشين".

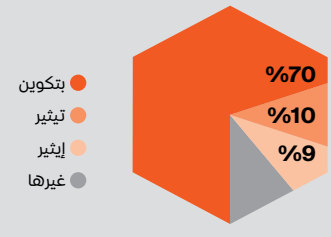
وفي هذا الإطار، قام مكتب التحقيقات الفيدرالي بإجراء التحقيقات الجنائية للهجمات الإلكترونية التي ضربت خطوط أنابيب النفط في مايو 2021 التي أدت إلى إغلاق نظام أنابيب النفط الأمريكي وطلب 75 بتكوين كفدية، أي ما يقارب 2.8 مليون دولار أمريكي، حيث تم استرجاع 63.7 بتكوين من الفدية وفقًا لتصريحات دراغان وعرضت الحكومة الأمريكية في نوفمبر مكافأة بقيمة 10 مليون دولار أمريكي لمن يقدم أي معلومات بشأن المجموعة المسؤولة عن هذه الجرائم الإلكترونية والمعروفة بـ "دارك سايد". ‹‹‹

المصدر في اليمين:
ديجيكونومست، وورلد بايبوليشن رفيز

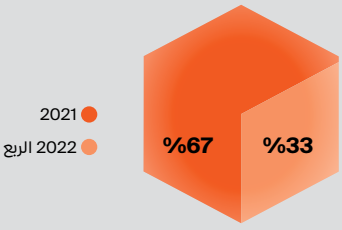
المصدر في الأسفل: لجنة التجارة الفيدرالية الأمريكية

الخسائر الناتجة عن الاحتيال

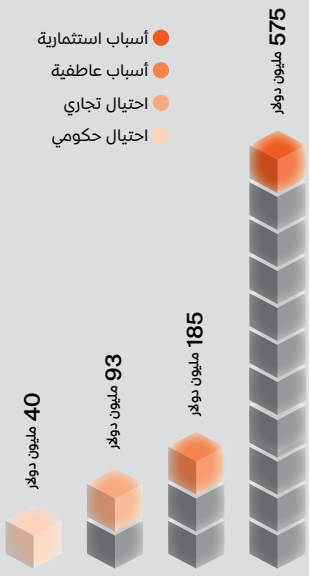
أكثر العملات الرقمية المستخدمة في عمليات الاحتيال في الفترة ما بين 2021 ومارس 2022



النسبة المئوية لخسائر العملات الرقمية الناتجة عن الاحتيال من العام 2021 لغاية مارس 2022



مجموع خسائر العملات الرقمية الناتجة عن الاحتيال حسب الموضوع من العام 2021 لغاية مارس 2022



لغويات البلوك تشين

المصطلحات التي يجب أن تعرفها

التجزئة: هي عملية تستوفي جميع المتطلبات اللازم حلها خلال عمليات الحوسبة في البلوك تشين.

الرموز غير القابلة للاستبدال: هي جزء من البيانات المحفوظة في السجل الرقمي يمكن بيعها وشراؤها، ويمكن أن تكون على شكل صورة أو فيديو أو أي ملف رقمي. وتقوم بعض الشركات كشركة نايك ووالت ديزني وورنر براذرز و"إن بي إيه" وكوكاكولا بإصدار مثل هذه الرموز.

العُقد: أجهزة الكمبيوتر التي تكون شبكة البلوك تشين، والتي تحفظ السجلات وتحدثها عند كل معاملة بشكل فوري.

العَقد الذكي: اتفاقية رقمية موقعة وغير قابلة للتعديل محفوظة في البلوك تشين.

المحفظة: هي محفظة رقمية تتيح للمستخدمين حفظ وإرسال العملات الرقمية.

العملة الرقمية للبنك المركزي: وهي عملة رقمية يتم إصدارها بتكنولوجيا البلوك تشين.

تقوم الدول في مختلف أنحاء العالم بإجراء مشاريع تعتمد على العملة الرقمية للبنك المركزي. وكشفت دراسة أجراها بنك التسويات الدولية عام 2021 أن 86% من البنوك المركزية عالميًا تقوم حاليًا بإجراء البحوث في مجال العملة الرقمية للبنك المركزي.

وقال الدكتور راميش رامادوس، رئيس مشارك في مبادرة البلوك تشين التي ينظمها معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات: "من الضروري الإشارة إلى أن البلوك تشين ليست كتلة واحدة، وإنما هي مجموعة من التراكيب الموزعة في السجلات، وتختلف التراكيب باختلاف التطبيقات.

لذلك، يعتبر من الصعب أن نعمم الاستخدام الفعلي لهذا المجال أو مدى إمكاناته".

الاستهلاك الكبير للطاقة

من الآثار السلبية التي تسببها تكنولوجيا البلوك تشين انبعاثات غاز الكربون. فوفقًا للمجلة العلمية "هارفرد بزنس رفيو"، تستهلك عمليات إنتاج البتكوين ما يقارب 110 تيرا واط في الساعة سنويًا، وهو ما يعادل نسبة 0.55% من مجموع إنتاج الطاقة العالمي.

وتستهلك العملة الرقمية إيثيريوم وبتكوين كميات من الطاقة سنويًا تعادل كميات الطاقة التي يستهلكها سكان بلجيكا وتايلند على التوالي وفقًا لتقرير مجلة "ديجي إكونومست" حول مؤشر استهلاك الإيثيريوم للطاقة.

وتستهلك كل معاملة في البتكوين، سواء صغيرة أم كبيرة، قيمة 176 دولار من الكهرباء اللازمة لتزويد شبكة الحواسيب بالطاقة، وذلك حسب الموقع الإلكتروني التابع للمملكة المتحدة "موني سوبر ماركت".

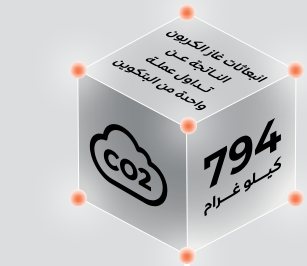
ووفقًا لدراغان، تتطلب هذه التكنولوجيا العديد من المصادر، لذلك بدأ القطاع الصناعي بتصحيح مساره، مشيرًا إلى أن شركة إيثيريوم أطلقت في العام 2020 المرحلة الأولى من مبادرة "إيثيريوم 2.0" الرامية للحد من استهلاك الطاقة بنسبة 99%.

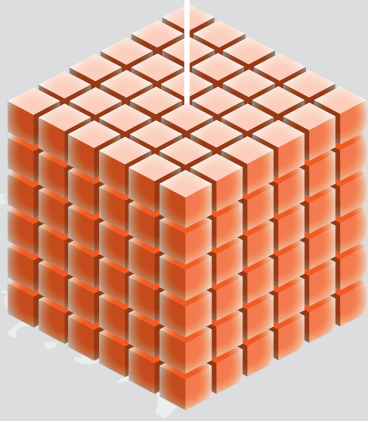
وقال: "تتعهد الشركة بأن تكون أكثر تطورًا وأمنًا واستدامة عند انتهاء المرحلة الأخيرة عام 2022".

ويؤكد الدكتور راميش على أن استهلاك الطاقة في عمليات البلوك تشين الخاصة لا يشكل أية معضلة.

ويضيف دراغان: "تتطلب عمليات البلوك تشين الوصول لمجموعات كبيرة من المصادر الموزعة، ليتسنى لها الاستفادة من التحقق من المعاملات بشكل مستقل وفي وقت فعلي.

البصمة الكربونية





+199,000

يتم في اليوم الواحد ما يزيد عن 199,000 عملية تداول للبتكوين بدءًا من من يوليو 2022.

بلغ حجم انبعاث غاز الكربون السنوي الناجم عن معاملات البتكوين في العام 2022 ما يعادل **57.87 مليون طن.**

بلغ حجم انبعاث غاز الكربون السنوي في اليونان **56.13 مليون طن** في العام 2022.

احتلت اليونان **المركز 59** عالميًا في مجال انبعاث الكربون في العام 2022 وتليها سنغافورة التي وصلت فيها نسبة الانبعاث إلى 56.11 مليون طن.

أكثر من اليونان

يمكن مقارنة انبعاثات الكربون السنوية الناجمة عن البتكوين بانبعاثات كربون سنغافورة أو اليونان.

7 استخدامات أخرى لتكنولوجيا البلوك تشين

يعتقد العديد من الأفراد أن تطبيقات البلوك تشين ترتبط فقط بالجوانب المالية، لكن إليكم سبعة أمثلة من واقع حياتنا لاستخدامات البلوك تشين.

السلامة الغذائية

تصل نسبة الأغذية التي يتم إتلافها كل عام 1.4 مليار طن، وفقًا لمنظمة الأمم المتحدة، نظرًا لعدم فعالية سلسلة الإمدادات الغذائية. ويسعى صندوق الغذاء التابع لشركة "آي بي إم" إلى تغيير ذلك إضافة لمراقبة السلامة الغذائية والاستدامة وعمليات الاحتيال من خلال برنامج البلوك تشين الذي يعزز دور مستخدمي سلاسل الإمدادات في التواصل مع بعضهم.

حقوق الإنسان

تقوم كل من شركة كوكا كولا ووزارة الخارجية الأمريكية والعديد من شركات العملات الرقمية بالعمل على خطة تقضي بإتاحة الفرصة أمام العاملين لاستخدام تكنولوجيا البلوك تشين للإبلاغ عن حالات العمل القسري، حيث تم الإعلان عن هذه المبادرة بعد دراسة "تعرف إلى التسلسل" في العام 2019، والتي كشفت عن فشل العديد من شركات الطعام والمشروبات في معالجة انتهاك الحقوق العمالية في سلسلة الإمدادات.

تجنب المكالمات المزعجة

دعت هيئة تنظيم الاتصالات في الهند مزودي الخدمات إلى استخدام تكنولوجيا السجل الرقمي لحل مشكلة المكالمات والرسائل النصية المزعجة لجميع العملاء في الدولة والبالغ عددهم 500 مليون مستخدم. لذلك، طورت شركة تكنولوجيا المعلومات (تيك ماهندرا) نظام سجل رقمي فعال قادر على إدارة جميع المكالمات غير المرغوبة لدى مزودي الخدمات.

الرعاية الصحية للمستهلك

تساهم العقود الذكية في تطبيق "بيرست آي كيو" في مساعدة المرضى والأطباء على إدارة نقل المعلومات والبيانات الشخصية الهامة، وتشمل أنظمة البلوك تشين الأخرى التي تحفظ السجلات الطبية تطبيقات أخرى مثل "بيشنتوري" و"إميونيتي.لايف" و"ميديكال تشين".

قطاع الترفيه

يمثل نظام "ميديا تشين"، الذي تم شراؤه من قبل شركة سبوتيفاي عام 2017، استخدامًا آخر للعقود الذكية، حيث ساهم في تقييم مستوى المغنيين وبالتالي كسب الأموال.

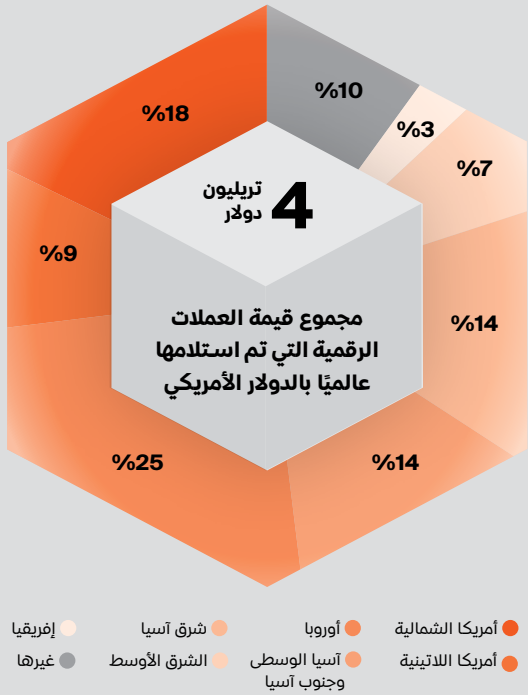
الزواج

استخدمت ربيكا روز وبيتر كاشرغنسكي في أبريل 2021 تقنية البلوك تشين "إيثيريوم" للزواج، حيث يعمل الزوجان في شركة "كوينبيس" للعملات الرقمية وقاما بكتابة عقد ذكي وتبادلوا خواتم الزواج بطريقة الرسوم المتحركة (أنيميشن). وتم هذا الزواج الرقمي منسجمًا مع التقاليد اليهودية في تبادل الخواتم، حيث تبادل الزوجان الخواتم الإلكترونية من خلال تبادل الصور عبر هواتفهم.

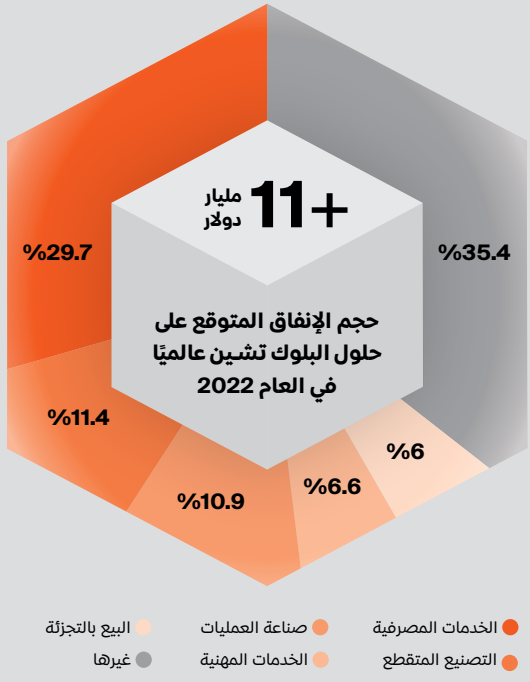
تتبع اللقاحات

في ضوء جائحة كوفيد التي ترتب عليها تطوير اللقاحات والتركيز على مدى سلامتها لتصبح محط اهتمام بالغ في جميع أنحاء العالم، تتقدم شركة "آي بي إم" مرة أخرى من خلال مشروعها الذي يهدف إلى ضمان موثوقية اللقاحات وتوزيعها بشكل فعال. تحرص شركة "آي بي إم" على أن تساهم شبكة توزيع اللقاحات التابعة لها في ضمان السرعة والشفافية وحس المسؤولية تجاه اللقاحات، إضافة لرصد الآثار الجانبية وتسهيل اتّخاء الإجراءات اللازمة.

مجموع قيمة العملات الرقمية التي تم استلامها
حسب المنطقة من الفترة ما بين يوليو 2020 إلى يونيو 2021



التوزيع القيمة السوقية للبلوك تشين
عالميًا حسب القطاع في العام 2020



المصدر: مؤسسة البيانات الدولية

ولما أصبحت القوانين متخصصة بالجوانب التكنولوجية وملمة بها، بدأ المستخدمون بالبحث عن طرق جديدة تغطي معاملاتهم الإلكترونية، وأشار الدكتور راميش من معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات إلى أن البلوك تشين كالعملة الرقمية "مونيرو" و"زي-كاش" تم تصميمها بطريقة عالية الخصوصية وصعبة التعقب.

التطلّع للمستقبل:

ما هو مستقبل تكنولوجيا البلوك تشين؟ قد لا تكون الأنظمة الدولية جزءًا من هذا المجال.

يرى الدكتور راميش أنه من الصعب أن يكون للاتفاقيات الدولية دور إذا أخذنا بعين الاعتبار الطبيعة المجزأة لمشهد الأنظمة الدولية.

وأكد على ذلك قائلًا: "تختلف الأنظمة الرقمية المشفرة من دولة لأخرى، فبعض الدول أنظمتها مؤيدة كسنغافورة والسلفادور وأوكرانيا ومالطا وبعضها الآخر لا يزال يعمل على إنشاء إطار عمل جديد للأنظمة كدول الاتحاد الأوروبي والبعض الآخر قام بحظر استخدام العملات الرقمية بشكل صريح كالصين". ويرى دراغان أيضًا أنه لا داعي لوجود مثل هذه الاتفاقيات الدولية.

وقال: "تعتبر حلول البلوك تشين دولية وليس لها حدود، ويحتاج مشرعو الأنظمة لتفسير ووضع الخطط للفرص التجارية الدولية في مجال البلوك تشين وتنفيذها ضمن المنظومة التجارية المحلية لدعم اقتصاداتهم عالميًا".

من يتصدر هذا المجال؟

يختلف الخبراء في تحديد المناطق الرائدة في مجال البلوك تشين مستقبلًا.

يرى الدكتور راميش أن الصين، التي لا تعتمد على تكنولوجيا العملات الرقمية، ستتقدم في هذا المجال نظرًا لقيامها بمشروع "يوان" الرقمي القائم على البلوك تشين، إضافة للاتحاد الأوروبي الذي يساهم بتمويل البنية التحتية لخدمات البلوك تشين الأوروبية التي تمثل منصة لإصدار الهويات وإدارة الأعمال الدبلوماسية وتوثيق المستندات ومشاركة البيانات المعتمدة مع الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي".

يستثمر دراغان أمواله في أمريكا الشمالية، ويعزي ذلك إلى: "نظرًا لروح الريادة التي يتميز بها جيل الشباب وتركيزه الكبير على الاقتصاد العالمي وسهولة الوصول للأسواق المالية، وفقًا لتصريحاته، ولا تختلف أوروبا وسنغافورة كثيرًا عنها".

يتفق الخبيران على أن طبيعة هذه التكنولوجيا المربكة ليست مشكلة على الإطلاق.

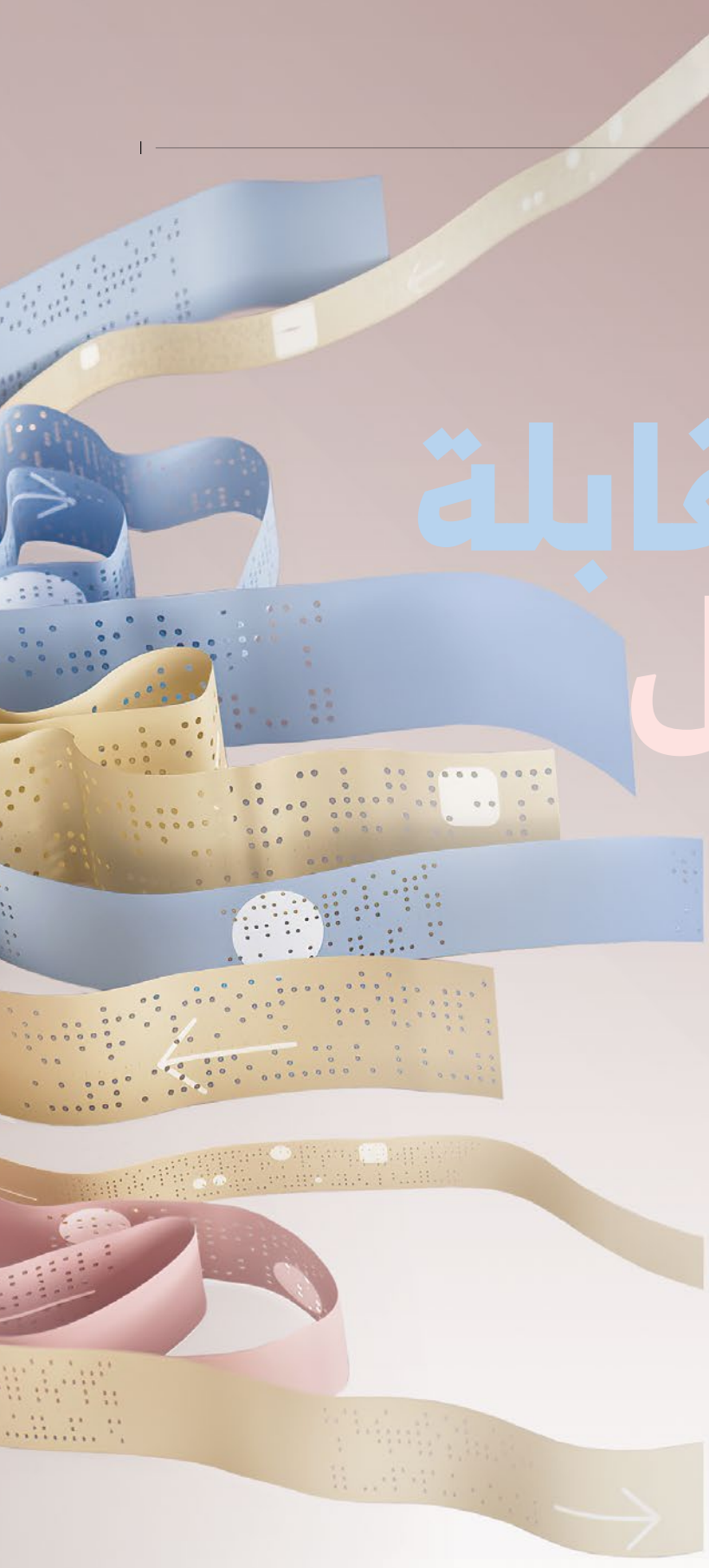
ويؤكد الخبيران على عدم ضرورة وجود الإنترنت للاستفادة من البلوك تشين، حيث أصبح بإمكان مستخدمي هذه التكنولوجيا الاستفادة منها من خلال تطبيقات سهلة الاستخدام.

متى سنصل لمستقبل البلوك تشين؟ يقول دراغان: "إن مستقبل البلوك تشين متاح حاليًا". ●

سوق البلوك تشين

⊙ **الغلاف:** تعتبر الـ (إن إف تي) حديثة نسبيًا إلا أنها على الرغم من ذلك تحظى بسجل متقلب فيما يخص الأسعار. لذلك، يجب على المستثمرين الحذر قبل الدخول إلى السوق.

الصور: Unsplash



الرموز غير القابلة للاستبدال

(إن إف تي)

إن إف تي هي الطريقة التي تتعامل بها شبكة الإنترنت مع المقتنيات الرقمية، وهناك بعض الأمور التي يجب معرفتها قبل البدء بالتداول.

بقلم: **جيد ستيرلينج**
ترجمة: **أماني القيسي**

يحتوي الإنترنت على العديد من الصور المضحكة كالصور الكرتونية لبعض الحيوانات والتي يقوم بتصميمها فنانون متخصصون بالرسوم الرقمية في جميع أنحاء العالم.

ويعتبر نادي قرد اليخوت الملول مثالًا على هذه المجموعات التي تساهم في إنتاج رسوم الكرتون الرقمية لقرود ترتدي قبعات والتي تعد مسلية ولطيفة، حيث بيع أحدها بمبلغ 3.4 مليون دولار أمريكي في العام الماضي.

وتجسد صور هذه القرود أمثلة على الـ (إن إف تي)، أي الرموز غير القابلة للاستبدال. ولنوضح مفهوم الـ (إن إف تي)، دعونا نبدأ أولًا بتوضيح مفهوم الاستبدال. يمكن تعريف الأصول المستبدلة بأنها سلع يمكن تبادلها بسلع أخرى من نفس النوع، فورقة الدولار النقدية هي ورقة نقدية بغض النظر عن رقمها التسلسلي وهي أيضًا أربعة أرباع أو عشرة سنتات وهكذا يبقى الدولار محافظًا على قيمته.

وعلى نفس النسق يعمل سوق الأسهم، حيث تساوي قيمة الحصة الواحدة لأسهم شركة ما نفس قيمة أي حصة أخرى للشركة ذاتها، فلا يهم أيهما تمتلك لأنه تم تصميم الأسهم بطريقة متساوية ويمكن تبادلها.

عند ذهابك إلى محل لبيع الكتب وأردت شراء نسخة ورقية لكتاب، فأنت بذلك تحظى بنسخة يمكن استبدالها. أما إذا اشتريت الطبعة الأولى من الكتاب أوكتاب بنسخ محدودة، فهنا يختلف الأمر لأنك حصلت على شيء ‹‹‹

أصلًا بعينه وإنما وحدة بيانات أو (أصل رقمي) في البلوك تشين يمثل ملكية الأصول ويؤكد عليها سواء كانت رقمية أو مادية. فإذا قمت بشراء قطعة فنية رقمية مُدرجة في قائمة الـ (إن إف تي)، فإن الـ (إن إف تي) هي سلسلة الأرقام الموجودة في البلوك تشين والتي تقول: "نعم، أنت تمتلك هذا الآن"، والذي يمثل إيصالًا رقميًا لا يمكن لأحد أن يطعن في صحته.

ويمكن للـ (إن إف تي) أن يمثل فنًا رقميًا يتنوع ما بين نسق الرسومات المتبادلة (جي آي إف) والفيديوهات والمعاملات الحياتية التي تشمل وثائق المنازل ومستندات قانونية وتذاكر وغيرها الكثير. ووفقًا لموقع إثيريوم الإلكتروني "ليس من الصعب تصور عالم تصبح فيه محفظة الإيثيريوم الخاصة بك مفتاحًا لسيارتك أو لمنزلك، حيث يمكن فتح الأبواب الخاصة بك من خلال إثبات مشفر للملكية".

أين الأرباح؟

وكما هو الحال مع أية سلعة فريدة من نوعها ومحدودة في عددها تتوقع ارتفاعًا متزايدًا في قيمتها مع مرور الوقت، تتطلب حقوق المفاخرة أسعارًا مرتفعة أيضًا. فقد تمكنت رموز (إن إف تي) من إنشاء 10,000 قرد ملول جالسين في المستودعات الرقمية ويشمل ذلك مجموعة من المشاهير العالميين كجستن بيبر وباريس هيلتون وجيمي فالون، كما يمكن أن تستخدم كتذاكر لنادٍ اجتماعي خاص وقد تم بيعها جميعها.

و يمكن في نفس الوقت كذلك كسب الأموال للأفراد في أي مكان إن أرادوا الدفع لشيء ما، وبعض الأشخاص يرغبون بدعم صانعهم المفضل من خلال شراء أجود قطعة، في حين يهدف بعض الأفراد فقط لامتلاك قطعة فنية رقمية.

ويوجد أيضًا مفهوم الأصول الملموسة وغير الملموسة، وهو مصطلح جديد في السوق لكنه فعال بشكل كبير، حيث تمتلك بعض رموز (إن إف تي) عقودًا ذكية تقوم بدفع ثمن تلك الأصول لصانعيها بشكل تلقائي عندما يتم بيعها، وخلال عملية البيع من شخص لآخر يكسب صانعوا الأصول الأموال بصورة مباشرة.

وقد تكون قيمة هذه الأصول متزايدة بشكل سريع. كتب الأستاذ الخبير بعلوم الرياضيات الدكتور آندريا بارونتشيللي من جامعة سيتي لندن، تقريرًا يتحدث فيه عن "ثورة إن إف تي"

بحث الدكتور آندريا بيانات تتعلق بـ6.1 مليون صفقة تجارية لـ 4.7 مليون رمز (إن في تي) في الفترة الممتدة ما بين 23 يونيو 2017 و27 أبريل 2021 وقال أن سوق الـ (إن إف تي) شهد نموًا بمقدار 150 ضعف خلال ثمانية أشهر امتدت من نهاية العام 2020 إلى العام 2021.

صورة: تمتلك بعض رموز الـ (إن إف تي) لغة موجودة في العقد تقوم بدفع ثمن الأصول بشكل تلقائي لمطوري رموز الـ (إن إف تي) عند إعادة بيع الأصل.

يقول الدكتور آندريا: "بعد النمو الأولي السريع في أواخر العام 2017 عندما لاقت مجموعة كريبتو كيتيز، وهي لعبة قائمة على البلوك تشين، شهرة واسعة في جميع أنحاء العالم. بقي حجم سوق الـ (إن إف تي) مستقرًا وثابتًا لغاية العام 2020 بمعدل يساوي ما يقارب الـ 60,000 عملية تجارية بشكل يومي.

وفي بداية يوليو 2020، شهد السوق نموًا جذريًا بحجم تبادل كلي وبشكل يومي يزيد عن 10 مليون دولار أمريكي في مارس 2021". ما مدى أهمية الـ (إن إف تي)؟ يقول عثمان كوهان، الخبير الاقتصادي في جامعة نيو ساوث ويلز: "تعتمد قيمة الـ (إن إف تي) على مدى إظهار الأفراد لرغبتهم بالدفع لها". إذًا، فهي كأي شيء آخر.

بكمية محدودة يمكن لقيمته أن ترتفع في معظم الأوقات بسبب ندرته ويمكن لبعض الأفراد أن يقوموا بدفع مبالغ كبيرة للحصول على ذلك الغلاف الفريد أو الطبعة الأولى المتميزة.

وفي سياق الفن، يمكن أن تشتري واحدة من سلسلة لوحات الرسام مونيه "زنابق الماء" لتعلقها على الجدار ويمكن أن تبحث عنها في الإنترنت وتطبعها وتعلقها على الجدار، حيث أن تكلفة اللوحة الفنية الأصلية الواحدة من سلسلة لوحات "زنابق الماء" مرتفعة جدًا وأغلى بكثير من النسخة التقليدية المطبوعة.

فأنت لا تدفع للصورة فحسب، وإنما تدفع للقيمة التاريخية التي تحظى بها تلك اللوحة وللمصدر الأصلي الذي قام برسمها وهو الرسام مونيه. فإذا أردت أن تكون مقتنياتك ذات قيمة فذلك يعني أن تكون غير قابلة للاستبدال.

يبدو مفهوم عدم قابلية الاستبدال منطقيًا بالنسبة للممتلكات المادية، فبعض الأشياء تمتلك قيمة أكبر عن غيرها بالرغم من تشابهها.

وفي مجال الإعلام الرقمي، يمكن إعادة إنتاج الأشياء وتكرارها بشكل غير محدود ليصبح كتابي الإلكتروني ذو الغلاف التقليدي صورة طبق الأصل عن نسختك المتميزة الأصلية. فكيف يمكنك الحصول على نسخة أصلية وفريدة من نوعها؟ كيف لك أن تحصل على نسخة خاصة ومتميزة عند قيامك بمحاكاة نسخة معينة؟

الدخول إلى البلوك تشين

البلوك تشين هي التكنولوجيا التي ستعتمد عليها جميع الأشياء، وهي النظام الجديد الذي نسمع عنه جميعًا وبكثرة ولكن حتى الآن قليل من الأشخاص الذين يفهمونه بالشكل الوافي.

⊙ **صورة:** يمكن لأي شيء أن يكون (إن إف تي)، حيث أن الـ (إن إف تي) ليست الصورة الرقمية بحد ذاتها ولكنها الإيصال الذي يثبت امتلاكك لها، كما يساهم سجل البلوك تشين بتأكيد عملية الشراء.

توفر تكنولوجيا البلوك تشين سجل بيانات ثابت ولا يمكن العبث به أو تغييره، حيث يشكل سجل كتلة تم الاتفاق عليها واعتمادها من قبل المجموعة المشاركة في المنصة، وذلك قبل إقرانها بالمدخلات السابقة في السلسلة. وتعد البلوك تشين قاعدة بيانات مشتركة تم التحقق من صحتها من قبل مجموعة أكبر بدلًا من سلطة مركزية، حيث تقوم تلك المجموعة بجعل قاعدة البيانات عامة لا يمكن تزويرها بسهولة لعدم استطاعة شخص بمفرده أن يعود إليها ويغير ما فيها.

وبناءً على ما سبق، فإنك إن قمت بشراء (إن إف تي) فأنت حينئذ المالك الوحيد وهذه الحقيقة محمية من خلال تكنولوجيا البلوك تشين، بحيث لا يمكن لأحد التعديل على سجل الملكية ولا يمكن لأي شخص أيضًا أن يقوم بنسخ وإلصاق (إن إف تي) جديد.

وتعمل العقود الذكية على تحديد الملكية وإدارة عملية نقل الـ (إن إف تي)، فإذا طور شخص (إن إف تي) فإنه يقوم بتنفيذ الرموز المحفوظة في العقود الذكية التي تتطابق مع معايير مختلفة من خلال هذه المعلومات المضافة إلى البلوك تشين لتكون غير قابلة للتغيير أو التلاعب إلى الأبد.

فعوضًا عن طبعة مادية محدودة من روايتك المفضلة، تقول لك رموز (إن إف تي): "اشتريت طبعة واحدة من أصل 500 طبعة محدودة من الرواية نفسها وليس مهمًا عدد المرات التي تم فيها نسخ الطبعة، حيث سيكون هناك 500 من هذه الرموز فقط".

ويعرف ذلك بحقوق النسخ الرقمي أو حقوق المفاخرة الرقمية، فأنت لديك قطعة فنية للرسام مونيه لكن هل تمتلك الرسام مونيه؟ لديك قطعة فنية رقمية، لكن هل تمتلك (إن إف تي)؟

يعتبر الـ (إن إف تي) نموذجًا، حيث شكل في العام 2021 الاتجاه السائد ويمكن من خلاله اقتناء أي شيء. ومن جهة أخرى، يمكن اعتبار الـ (إن إف تي)

ويتم احتضان العديد من القطع الفنية القيمة في محطات حرة تتسم بمساحات تخزين آمنة جدًا تضمن الحماية الفعالة للقطع.

ويتم عرض القطع الفنية في مزاد وشراؤها باستخدام أموال غير شرعية ليتم بيعها فيما بعد بشكل مجهول وهي لا تزال في مكانها في المحطة الحرة لم تغادرها أبدًا، حيث يقوم المشتري الجديد باسترداد قطعته الفنية الجديدة من نفس المحطة الحرة .

وبذلك، يكون المشتري الأصلي الذي تحول إلى بائع قد حصل على المال من هذه العملية التجارية بطريقة تبدو في ظاهرها أنها مشروعة لإخفاء الاحتيال.

يذكر أن (إن إف تي) قد تساهم في تسهيل تلك العملية.

لا شيء يمكنه أن يمنعك من إدراج أي أصل من الأصول ضمن (إن إف تي) مقابل كميات كبيرة من الأموال، ثم يأتي مستخدم مجهول ليشتري تلك الـ (إن إف تي) لتتلقى بعضًا من العملات الرقمية.

يعتبر عدم الكشف عن الهوية في هذه الحالة أمرًا في غاية الأهمية، فإذا أرادت حكومة دولتك معرفة مصدر أموالك حينها يمكنك أن تشير إلى المعاملة التي تم دفعها شخص مجهول الهوية.

تبدو ضعيفة نوعًا ما

عند شرائك لـ (إن إف تي) فإنك تشتري شهادة مصداقية تثبت ملكيتك لـ (إن إف تي) وليس للشيء بعينه، إضافة للرابط الذي يشير لذلك الشيء الذي اشتريته.

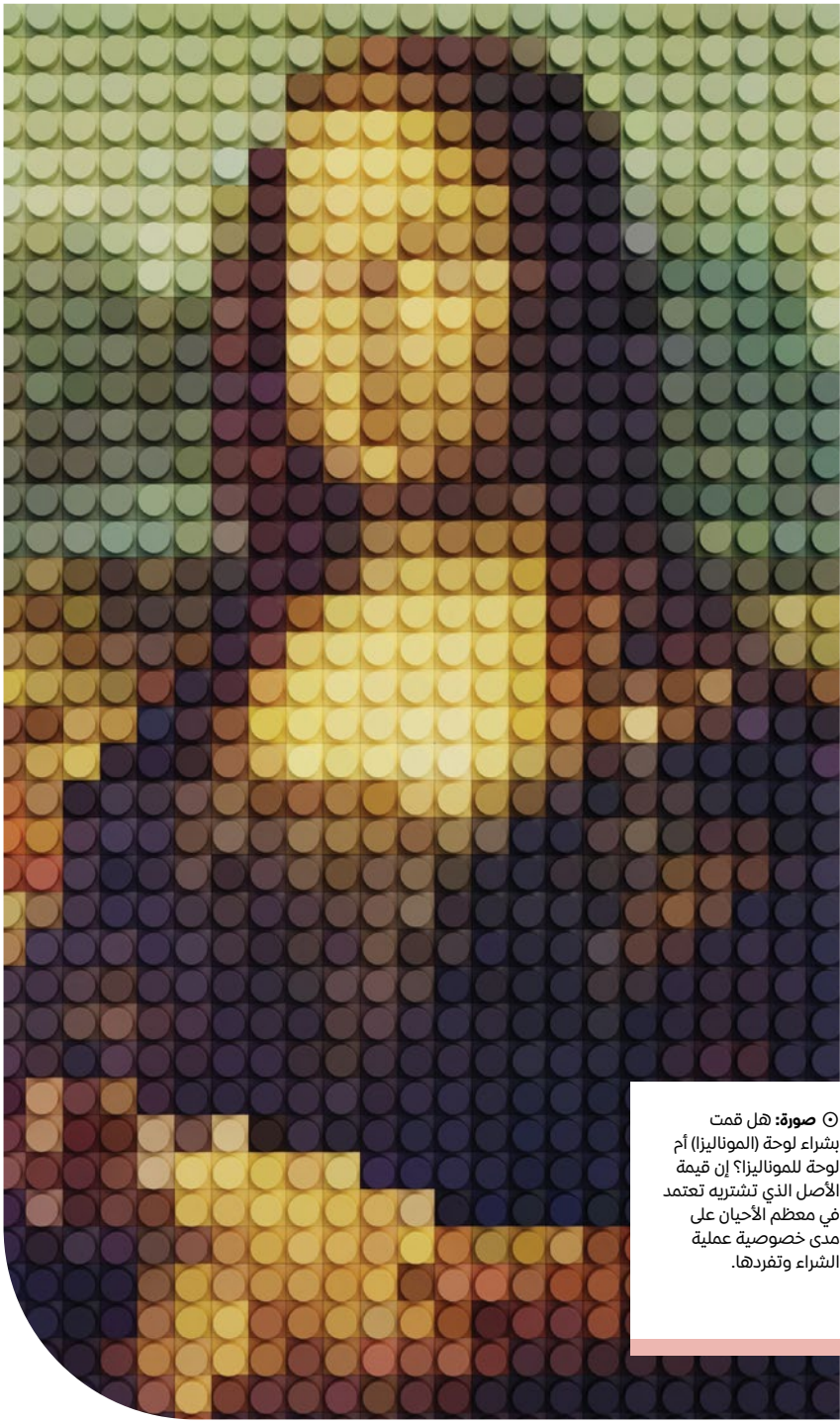
ويمكن أن يكون ذلك الشيء صورة أصلية كصور القرد الملول الذي طالما رغبت بالحصول عليها، لذلك لا بد من الإشارة إلى أن الرابط يبقى متوفرًا طيلة فترة استمرار الخدمة فقط، الأمر الذي يشكل ضعفًا وركاكة نظرًا لاعتماد القيمة على الأفراد واستخداماتهم.

ويقول الدكتور آندريا: "يصل عمر سوق الـ (إن إف تي) إلى أقل من أربع سنوات، وتعتبر رموز الـ(إن إف تي) أداة جديدة تلبي بعض حاجات منشئي ومستخدمي فئة واسعة من المواد الرقمية وغير الرقمية.

وبذلك، تمثل رموز (إن إف تي) الخطوة الأولى تجاه أدوات جديدة للتعامل مع الممتلكات ومصادر الأصول".

تعتبر رموز الـ (إن إف تي) طريقة تحاكي التفرّد المادي من خلال الأصول الرقمية، فحتى لو كان هناك ملايين النسخ المتشابهة لنفس العمل، بالنسبة للـ (إن إف تي) أنت مالك النسخة الأصلية، وهو آمن ومحمي باستخدام تكنولوجيا البلوك تشين، وهي نفس الطريقة التي تستعين بها العملات الرقمية لضمان عدم قدرة إنشاء ملايين النسخ من عملتك الرقمية بيتكوين.

ومثال آخر، يوجد عدد لا يُحصى من النسخ التي تمثل لوحة الموناليزا، لكن في الحقيقة هناك لوحة موناليزا واحدة فقط. ●



⊙ **صورة:** هل قمت بشراء لوحة (الموناليزا) أم لوحة للموناليزا؟ إن قيمة الأصل الذي تشتريه تعتمد في معظم الأحيان على مدى خصوصية عملية الشراء وتفردها.

لا تخلو من التحديات

وفي سياق الحديث عن البلوك تشين، تعتبر البيانات ثابتة ولا يمكن تغييرها، لذلك فإن معلوماتك والأصول التي عليها آمنة، لكن مع وجود العديد من أسواق الـ (إن إف تي) والعديد من سلاسل البلوك تشين الفردية يسهل التقاط صور (إن إف تي) من إحدى المنصات وإدراجها كشيء جديد وفريد ومتميز في منصة أخرى.

ويضيف: "نظريًا، يمكن لأي شخص تحميل عمل فني ما على (إن إف تي) دون برهان على أن القطعة أصلية لصانعها الأصلي وهذا الأمر يساهم في تشكيل مخاطرة واضحة ناتجة عن قدرة المحتالين على تحميل رموز (إن إف تي) وإرسالها لأسواق المزادات من خلال ادعائهم بأنهم هم المالكون الأصليون وصانعو المحتوى".

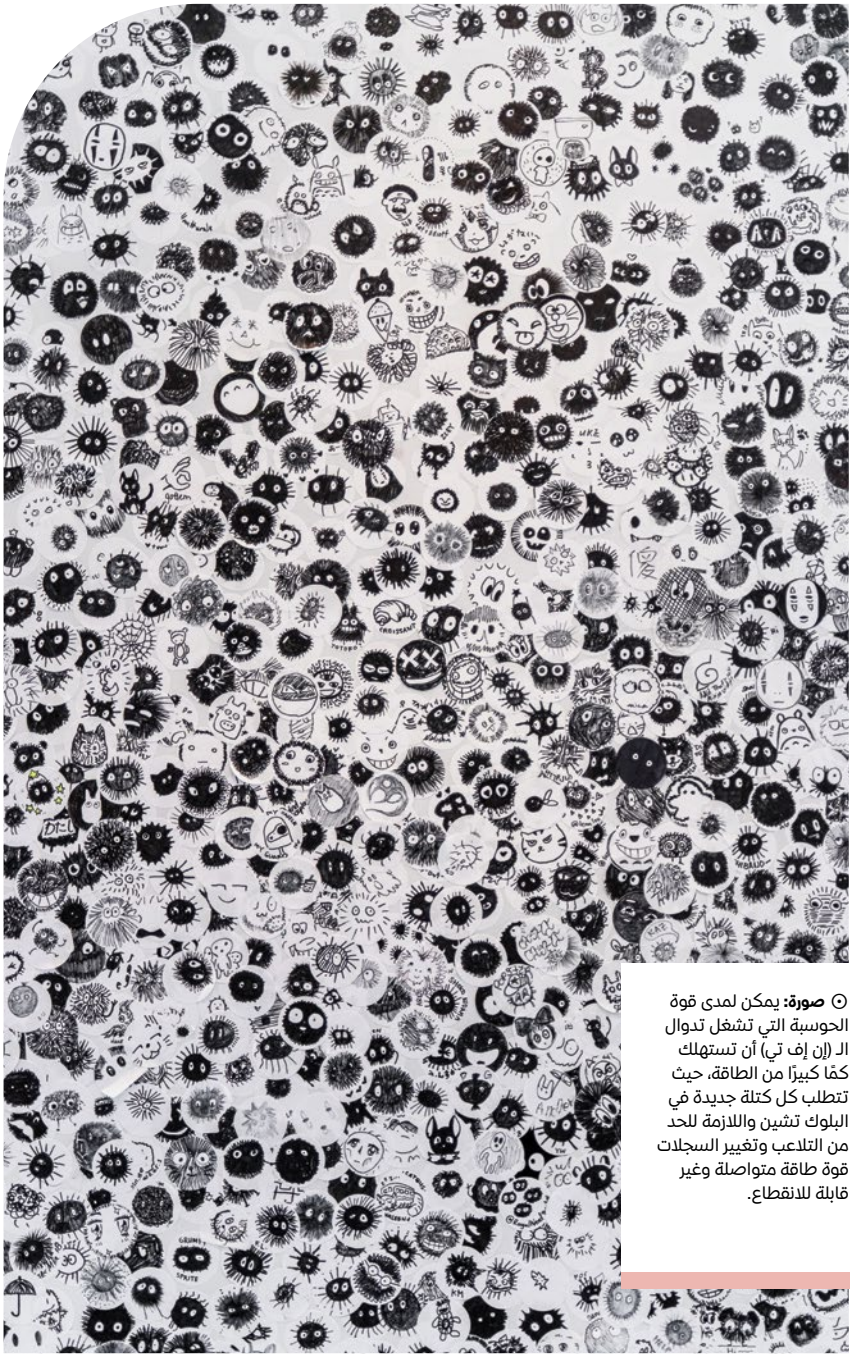
ويواصل عثمان حديثه قائلًا: "نظريًا، يمكن أن يوجد هناك العديد من رموز (إن إف تي) المُنشأة كأصل معين ويدعي البعض بأنها الرموز الحقيقية التي تمثل فكرة ما أو صورة أو سلعة مادية".

و تتوفر بعض العقود التي يمكن أن تساهم في الحد من ذلك، فإذا أردت أن تشتري رموز (إن إف تي) يمكن أن تطلب من عقد ذكي أن تشغل "العقدة"، وهي نوع من البرمجيات القادرة على التأكد من دقة وصحة كل شيء في البلوك تشين وتمييزه في حال كان مزيفًا، وذلك يتطلب من العقد الذكي أن يكون ذكيًا بشكل كبير لدرجة تمكنه من العثور على أي شيء زائف.

فإذا كان العقد ذكيًا بدرجة كبيرة وتمكن من إيجاد موضع التزييف، ستدرك حينها أن الـ (إن إف تي) هي نسخة مكررة غير أصلية ويمكنك بعدها الانسحاب من عملية الشراء.

ويعمل النظام بشكله الكامل لأن تكنولوجيا البلوك تشين هي تكنولوجيا غير مركزية وآمنة، لكن هناك تكلفة كبيرة مقابل هذه المزايا، حيث تتطلب هذه السمات التي تميز تكنولوجيا البلوك تشين طاقة حاسوبية كبيرة لإنشاء كتل جديدة في سلسلة البلوك تشين، خاصة أن إنشاء الكتل يتم بشكل دائم ومتواصل للحفاظ على المعلومات وضمان عدم تزويرها حتى وإن لم تقم الكتل بتخزين بيانات جديد يتم إنشاء المزيد من الكتل، لأنه كلما زاد عددها ارتفعت نسبة الأمان في سلسلة الكتل.

ويعني ذلك أن هناك حاجة ماسة لطاقة حاسوبية متواصلة وكثيفة. ووفقًا لصحيفة نيويورك تايمز، تستهلك عملية التنقيب عن البيتكوين طاقة كهربائية أكثر من بعض الدول. وتنص الصحيفة في تقرير لها على ما يأتي: "تستهلك عملية إنشاء البيتكوين والتنقيب عليه والتجارة به ما يقارب 91 تيرا واط في الساعة سنويًا، وهي كمية تفوق الكمية المستهلكة في فنلندا".



صورة: يمكن لمدى قوة الحوسبة التي تشغل تدوال الـ (إن إف تي) أن تستهلك كمًا كبيرًا من الطاقة، حيث تتطلب كل كتلة جديدة في البلوك تشين واللازمة للحد من التلاعب وتغيير السجلات قوة طاقة متواصلة وغير قابلة للانقطاع.

وتحرص شركات البلوك تشين كشركة إيثيريوم على جعل عمليات التنقيب عن العملات الرقمية نظيفة وآمنة على البيئة، إلا أنه من المحتمل أن يبقى استهلاك الطاقة في تكنولوجيا البلوك تشين كما هو عليه.

"الفن" عند الفنانين المحتالين

من المعروف أن جميع الأشياء عرضة للاستغلال بما في ذلك الـ (إن إف تي)، ونقول لأولئك الذين يسعون لغسيل الأموال أن عالم الفن أصبح يمثل سحبًا يمكن من خلاله جني الأموال، لا سيما وأن الفن يتطلب أسعارًا مرتفعة ويسمح هذا النوع من الصناعة بالصفقات التجارية ذات العملات النقدية الكبيرة.

يجب تغيير السلوكيات الآن

يعتبر **مايكل جفرسون** أستاذًا في الجامعة الأوروبية لإدارة الأعمال في لندن، وشغل سابقًا منصب رئيس الخبراء الاقتصاديين في شركة "شل إنترناشيونال" من العام 1974 حتى العام 1979، إضافة للعديد من المناصب في مجال التخطيط والتجارة والإمدادات النفطية. وشغل أيضًا مايكل جفرسون منصب نائب الأمين العام في مجلس الطاقة العالمي في الفترة ما بين 1990-1999 وكاتب رئيس وكاتب مساهم في التقارير الصادرة عن الفريق الحكومي الدولي المعني بشؤون تغير المناخ وحاصل على شهادة من الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ لإنجازاته في جائزة مسابقة نوبل للسلام 2007، كما تولى منصب رئيس مجلس إدارة لجنة السياسات في الشبكة العالمية للطاقة المتجددة في الفترة 1991-2007 ومحرر أول في المجلة الدولية "إنيرجي بوليسي" من عام 2013 للعام 2019.

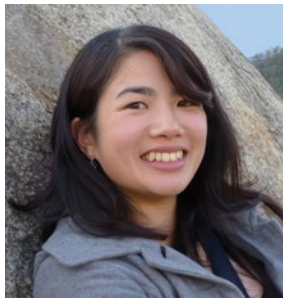
تواجهنا بعض المشكلات، من ناحية العرض، في سعينا لتحقيق عالم البيئة المستدامة. فعلى سبيل المثال، تعتبر المملكة المتحدة أكثر الدول الأوروبية التي تشهد تشكل الرياح فيها ولكن في نفس الوقت لم تنجح طاقة الرياح خلال أول 11 شهرًا من عام 2021 بتوفير الطاقة الكهربائية لمدة 85 يومًا لم تستطيع تحقيق حتى 10% من الطاقة الكهربائية الكلية، الأمر الذي فرض الحاجة لاستخدام الغاز والفحم لسد الحاجة. ونتيجة لذلك، طُلب من منتجي طاقة الرياح الذين يساهمون في إنتاج الكهرباء عند عدم الحاجة إليها بإغلاق محطاتهم بشكل مؤقت.

أما من ناحية الطلب، توجد أيضًا مشكلات تتمحور حول طريقة تكيف المجتمعات مع ارتفاع الطلب على الكهرباء بالتزامن مع الضغط على تقليل الاعتماد على المواد الهيدروكربونية، واحدة من تلك المشكلات هي إعادة شحن المركبات الكهربائية. ويوجد أيضًا اعتراض متزايد على استخدام البلاستيك، وتقدر نسبة المنتجات البلاستيكية بـ 9,000 مادة جميعها تعتمد على في تصنيعها على الهيدروكربون أو (المواد البتروكيميائية). وبناءً على ذلك، لا نزال في الوقت الحالي في بداية مرحلة التحقق من التحديات الكبيرة في سعينا للتقدم نحو العالم الأخضر.

وفي هذا الإطار، يجب القيام بجهود أكبر في مجال استخدام الطاقة الشمسية وأبراج الرياح والتعلم من التصاميم المعمارية التقليدية طريقة الحد من الاعتماد على الهيدروكربون. ونحتاج جميعًا إلى الوعي بالعديد من الحاجات الأساسية التي توفرها البتروكيماويات والوقت الفعلي اللازم للتحول عن النفط في قطاع المواصلات والدور الرئيس الذي يلعبه الغاز في الانتقال للطاقة اللازمة. وفي العديد من الدول يركز السكان بشكل عام على سلامة الطاقة النووية، وقليل منهم من لديه الوعي الكافي في مجالات سلامة الطاقة النووية والقيود والتحديات المتعلقة بطاقة الرياح أو طاقة الأمواج والمواد الحيوية ككل.

قد يعتقد القارئ بأنّي متشائمة بلا مبرر، لكن أشير إلى أن الأنشطة التي يقوم بها الإنسان ساهمت برفع درجة الحرارة عالميًا إلى أكثر من درجة سلسيوسية واحدة خلال الـ 140 عام الماضية وقد ترتفع 3 درجات سلسيوسية في أواخر هذا القرن. لقد عملت مع باحثين في مجال المناخ لمدة 40 عامًا ومع الفريق الدولي الحكومي المعني بتغير المناخ من العام 1991 إلى العام 2015 في العديد من المهام وأرى أن هناك حاجة ماسة لسياسات احترازية سليمة وتغيرات سلوكية للتصدي لمشكلة تغير المناخ. ○

تواصل الهيدروكربونات دورها الكبير



مي بوي هي باحثة مشاركة في مركز السياسة البيئية في جامعة إمبريال كوليدج لندن.

ساهمت الهيدروكربونات بتلبية كم كبير من حاجات العالم للطاقة لقرون، فهي مستخدمة في العديد من مجالات الحياة ولعبت دورًا محوريًا في قطاع الطاقة والصناعة والنقل والقطاعات التجارية والسكنية، حيث تبلغ نسبة الاستهلاك العالمي من الوقود الأحفوري في الوقت الحالي 84%. وعلى نطاق عالمي وصل مجموع انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون 36.4 في العام 2019 والتي انخفضت لنسبة 34.7 في العام 2020 بسبب جائحة كوفيد-19.

أصبح من الواضح الآن أنه بهدف خفض نسب الاحتباس الحراري العالمي بمعدل 1.5 درجة سلسيوسية والحد من الآثار السلبية لتغير المناخ، يتعين على العالم الحد من انبعاثات الغاز المسببة للاحتباس الحراري بشكل ملحوظ، حيث أدركت عدد من الدول والشركات حاجتهم لتحقيق هدف الوصول لمجموع انبعاثات يساوي صفرًا بحلول العام 2050، والعام 2060 بالنسبة للصين. وعلى نطاق محلي، يعتبر الوصول لنسبة انبعاثات تساوي صفرًا تحديًا كبيرًا، فهو يتطلب مستويات غير مسبوقة لخفض انبعاث الغازات المسببة للاحتباس الحراري وإزالتها من الغلاف الجوي.

يقوم التحول للصافي الصفري على مجموعة متنوعة من الخيارات التكنولوجية التي تشمل الطاقة المتجددة والهيدروجين وتحسين كفاءة الطاقة، وتلعب تكنولوجيات التقاط الكربون وحفظه دورًا هامًا في الحد من الانبعاثات المرتبطة بالهيدروكربون في قطاع الطاقة والقطاع الصناعي، إضافة لإنتاج الهيدروجين ‹‹‹

مستقبل الهيدروكربونات

اسأل الخبراء: ما مستقبل الهيدروكربونات في عالم البيئة المستدامة؟

ترجمة: **أماني القيسي**

ثلاث طرق للوصول لمستقبل يتحقق فيه الصافي الصفري

يركز **مارتن هاي** على نمذجة الطاقة طويلة الأمد من خلال السيناريوهات المعروضة.

نحتاج للتخلص من مشكلة الاحتباس الحراري العالمي وارتفاع درجات الحرارة بشكل متزايد إلى تحقيق الصافي الصفري لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون على المدى البعيد، ويعني ذلك أنه يجب علينا اتباع طريق معين للحد من اعتمادنا على الهيدروكربون الأحفوري يمكن أن نختصرها بالخيارات الثلاثة التالية:

- عدم حرق الهيدروكربون الأحفوري والاستفادة منه بدلًا من ذلك في صنع المنتجات البلاستيكية التي يمكن إعادة تدويرها أو التخلص منها بطريقة مسؤولة.
- حرق الهيدروكربون الأحفوري والتقاط الغازات المنبعثة.
- حرق الهيدروكربون الأحفوري وموازنة الانبعاثات بانبعاثات أخرى في مكان آخر.

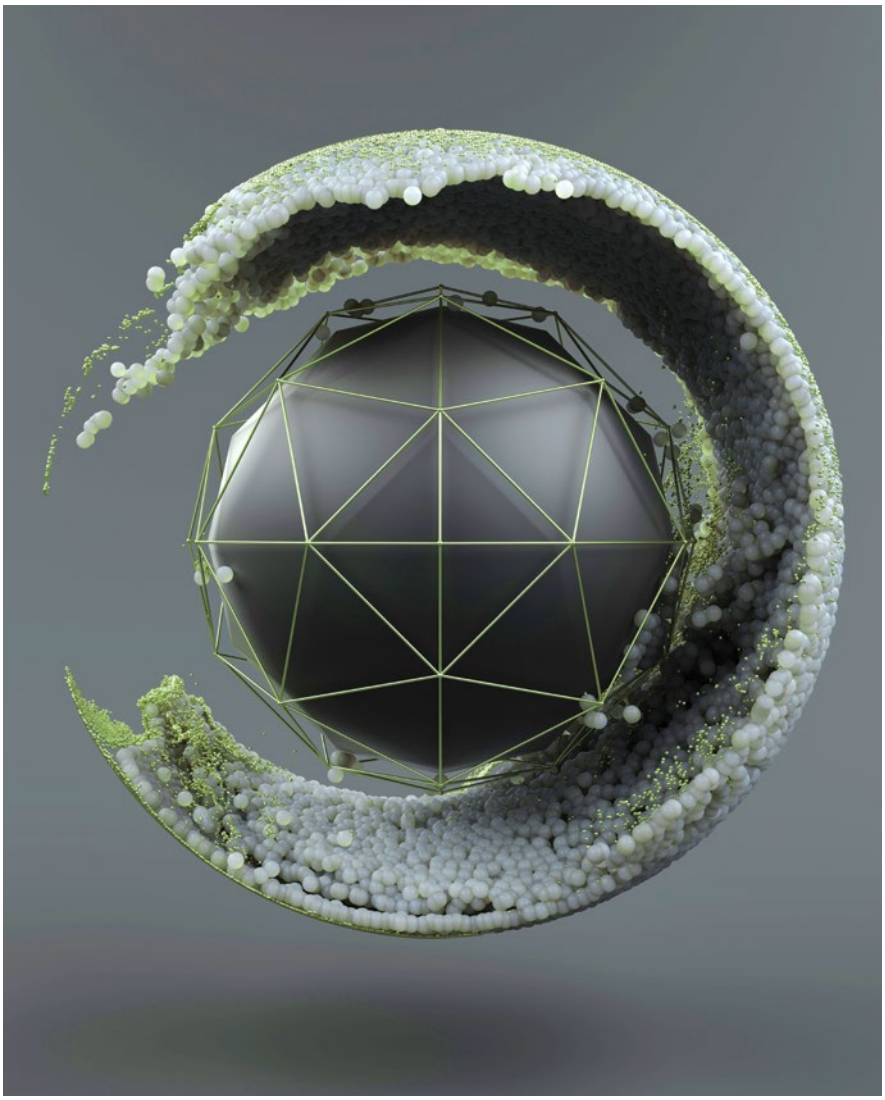
وهنا، يتمحور النقاش حول آلية تحقيق ذلك. نظرًا للاستخدام الواسع للهيدروكربون في مختلف الاقتصادات ومختلف جوانب الحياة، فإن الآثار المترتبة على ذلك جذرية تتمثل بالعدالة والمساواة.

ما هي الاستخدامات التي تعتبر قانونية؟ كم من الوقت تحتاج الدول النامية للتخلص من الكربون؟ هل يمكن لنسب انبعاث الغازات في الدول النامية أن ترتفع لفترة ما لاستيفاء أهداف التطور؟

- الطلب أو العرض في مجال الهيدروكربون الأحفوري، هل يمكنك إجراء التغييرات من خلال الحد من إنتاج الهيدروكربون الأحفوري أم هل ستعالج مشكلة الطلب بإيجاد تغيير دائم؟
- الاقتصادات والنواحي العملية. ما حجم التغيير الذي سيتحقق بحلول العام 2030؟ ما هي الآثار المترتبة على التغيرات؟ ما هي السياسات الأكثر تأثيرًا على حركة التغيير؟

تعتبر هذه الأمثلة قليلة، لكنها تدخل في جميع المجالات السياسية والاقتصادية والتكنولوجية والمجتمعية.

قمنا بالكشف عن مجموعة من البدائل في السيناريوهات التي طرحناها، الأمواج والجزر والسماء 1.5 التي يمكن التعرف إليها من خلال هذا الرابط الذي يبين محركات التغيير والآثار المترتبة على نظام الطاقة والهيدروكربون والمواد غير الهيدروكربونية.



⊙ **في الأعلى:** يتطلب الحفاظ على البيئة العديد من العوامل التي تتعدى مجال الحد من استهلاك الطاقة.

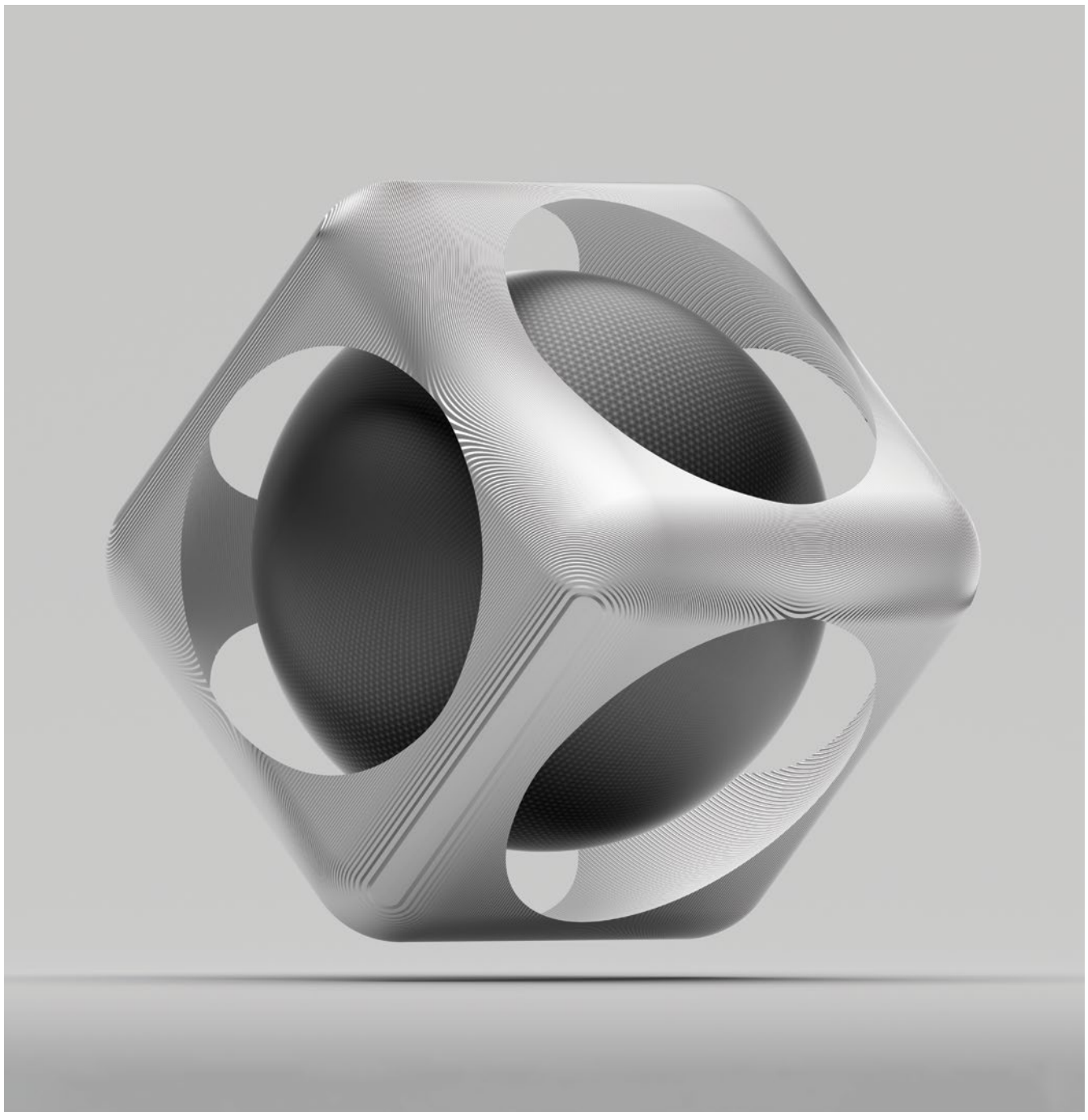
ففي سيناريو السماء 1.5، الذي يمثل عالم سريع من التغيير في نظام الطاقة، نركز على الوسيلة العملية لضمان زيادة في درجة الحرارة تصل إلى 1.5 درجة سلسيوسية تفوق معدلات ما قبل الصناعة بحلول العام 2100، ويشمل ذلك جميع الخيارات المتاحة التي تتضمن انبعاث الغازات الضارة والحلول التكنولوجية المتمثلة بالطاقة الحيوية المرتبطة بالتقاط الكربون وحفظه والحلول الطبيعية التي ترتكز على الطبيعة.

وفي مجال الأمواج، تمثل المطالبة والرغبة واسعة النطاق في تعزيز تحول الطاقة من خلال التركيز على الحد من الاعتماد على المواد الهيدروكربونية الأحفورية لأنها تشكل السبب ‹‹‹

منخفض الكربون المستخرج من الغاز الطبيعي والمواد الحيوية للاستفادة منه في مجال النقل أو تدفئة الأماكن السكنية. ويمكن الاستفادة من تكنولوجيا التقاط الكربون وحفظه في إزالة ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي للتخلص من بقاياه التي لم يتم التقاطها.

وقد تواصل الهيدروكربونات دورها الكبير في العقود القادمة خاصة في الدول والقطاعات التي تعتمد في الوقت الحالي على الوقود الكربوني. وقد يبدو العام 2050 بعيدًا جدًا، إلا أن الحد من انبعاث الغازات يتطلب تغييرات رئيسة في البنية التحتية على نطاق كبير وتنفيذ التكنولوجيات منخفضة الكربون بشكل واسع.

إضافة لذلك، تحظى الدول بدور بارز في تطوير سياسة قادرة على دعم وتسهيل الانتقال للصافي الصفري، وبالرغم من الحاجة الملحة لإجراء عاجل لابد من تحقيق التحول لمستقبل أخضر بطريقة غير مكلفة اقتصاديًا ومتوازنة اجتماعيًا، فنحن نهدف إلى تحقيق التوازن الصحيح بين التكلفة وأمن الطاقة واستيفاء أهداف الحد من الانبعاثات مع تفادي أية آثار سلبية على المجتمع والبيئة.



⊙ **في الأسفل:** قد يكون التقاط الكربون وحفظه من أهم الحلول اللازمة لمواجهة للاحتباس الحراري.

إلى 25% أي نسبة 1% من مجموع انبعاثات الغاز عالميًا، وهو انخفاض ملحوظ مقارنة بحجم اقتصادات تلك الدول الذي تبلغ نسبتها 1.8 من الاقتصاد العالمي.

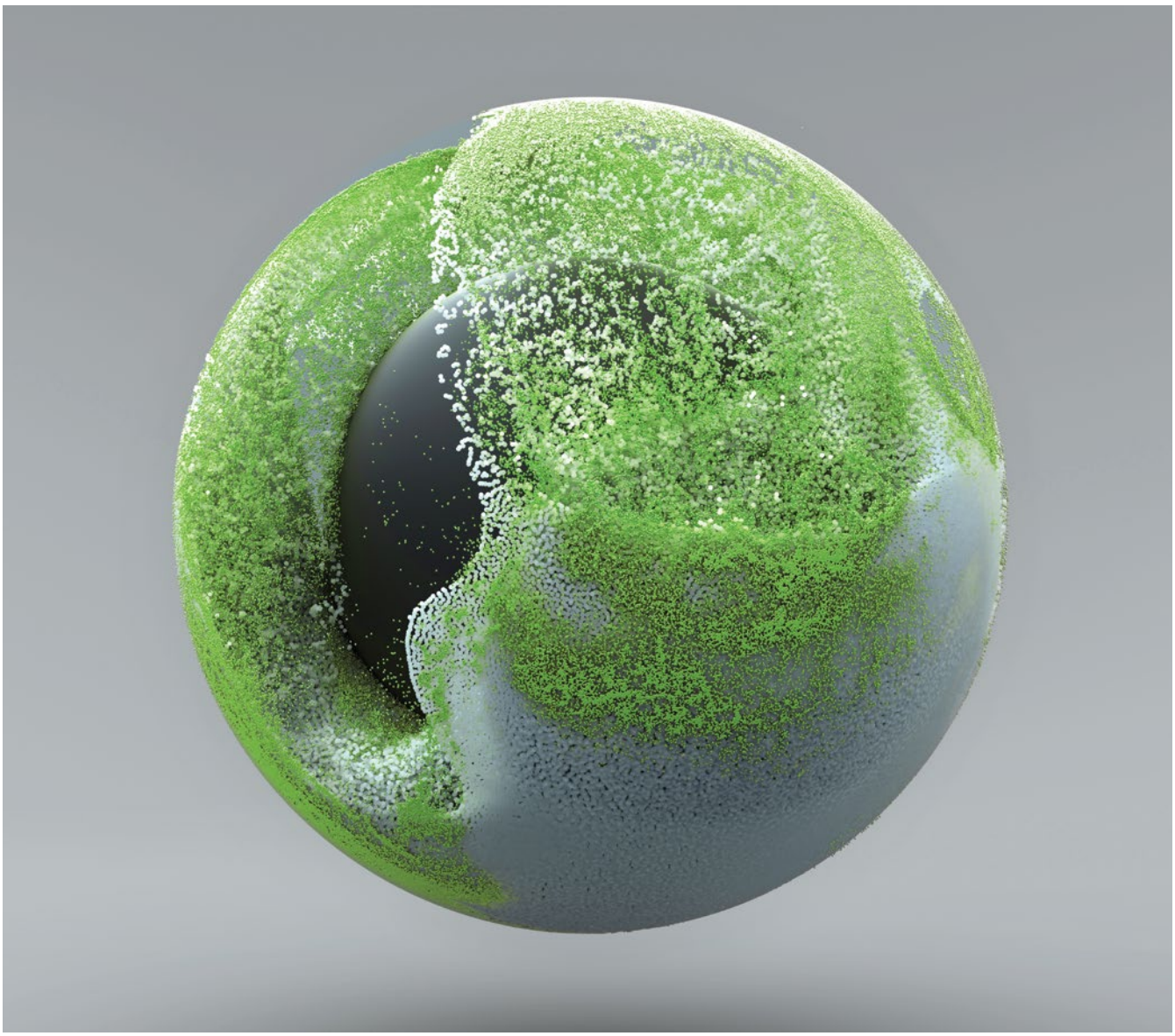
إضافة لذلك، سيساهم تنفيذ هذه المبادرة بشكل ملحوظ في خفض كلفة تكنولوجيات التقاط الكربون وحفظه وزيادة قبولها واعتمادها عالميًا وضمان استمرارية الدور الفعال للنفط والغاز للنصف الثاني من هذا القرن، إلى جانب توفير مصادر الطاقة النظيفة (الكهرباء والوقود) للدول الفقيرة في العالم.

ومؤخرًا، قامت دول الخليج باتخاذ خطوات مشجعة في هذا الاتجاه، حيث اعتمدت المملكة العربية السعودية ودولة الإمارات استراتيجيات واضحة ودقيقة في مجال تحول الطاقة. وكجزء من رؤيتها للعام 2030، نفذت السعودية مبادرات بيئية رئيسة وبرامج للحد من الانبعاث اشتملت على مبادرة "السعودية الخضراء" التي أعلنت السعودية من خلالها عن التزامها بتحقيق الحياد الكربوني بحلول العام 2060 وإنتاج 50% من الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة بحلول العام 2030.

وعلى نهج مشابه، أطلقت دولة الإمارات منذ 15 عامًا مبادرات رائدة وأنشأت مدينة مصدر للطاقة النظيفة وأربع محطات للطاقة النووية والعديد من محطات الطاقة الشمسية الكبيرة بقدرة تفوق 2 غيغا واط. ولتتمكن من جعل تكنولوجيات التقاط الكربون وحفظه والوقود الأحفوري النظيف جزءًا مهمًا من مستقبل مصادر الطاقة النظيفة عالميًا، نحتاج المزيد من الاستثمارات والابتكارات في هذا الإطار. وتعد دول الخليج والدول النفطية الأخرى المستفيد الأكبر في حال تنفيذ المزيد من الابتكارات والاستثمارات، وهم الخاسر الأكبر في حال عدم تنفيذ أية حلول. ●

⊙ **في الأسفل:** تتبنى كل دولة سياساتها الخاصة بها في مجال الحفاظ على البيئة لتحقيق مستقبل ما بعد الكربون.

الصورة: Shutterstock



الرئيس لمشكلة تغير المناخ. ويشترك سيناريو الأمواج مع سيناريو سماء 1.5 بالتطور الكبير في مجال مصادر الطاقة المتجددة والهيدروجين، لكن في سيناريو الأمواج ليس هناك دور أساسي لتقنية التقاط الكربون وحفظه وإنما تأخذ الانبعاثات وقتًا أطول لتصل للذروة وتنخفض.

وفي سيناريو الجزر، ينخفض الطلب على طاقة الهيدروكربون بشكل تدريجي بطيء نظرًا لتركيز الدول على تحفيز الاقتصادات الراكدة ومواجهة القضايا المحلية. ويكمن الوجه الآخر للعوامل المؤدية للنمو البطيء في انخفاض الطلب على الهيدروكربون في وتيرة الانتقال البطيئة والمشابهة للمعايير السابقة.

وفيما يلي توقعاتنا حول مستقبل العرض والطلب على النفط. وعلى المدى البعيد، سينتهي الطلب على النفط ولكن يختلف توقيت الوصول لذروة ذلك ويحتمل أن يكون في هذا العقد.

وبناءً على ما تقدم، هناك العديد من الاتجاهات الإقليمية وراء ذلك واتجاهات في مختلف أشكال القطاعات. وتواصل بعض الاستخدامات خارج نطاق الطاقة (كاستخدام مواد البلاستيك) فعاليتها خلال القرن، إلا أنها تبتعد بشكل سريع عن بعض القطاعات كقطاع السيارات. وتوفر مجموعة البيانات التي نقدمها أرقامًا ضمن الرسم البياني إلى جانب توقعاتنا ومصادر الطاقة وطريقة الاستفادة من مختلف أشكال الطاقة المتقدمة. ○

تحتاج دول الخليج لأن تتصدر هذا المجال

الدكتور عدنان شهاب الدين باحث أول زائر في معهد أكسفورد لدراسات الطاقة وعضو مجلس في معهد كيرني للتحول في الطاقة في أمستردام وعضو مجلس بنك الخليج في الكويت.

مع زيادة الرغبة في التحول العالمي لمصادر الطاقة النظيفة أو ما يعرف بـ (الصافي الصفري للانبعاثات) بحلول العام 2050، اعتمد مؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغير المناخ (كوب-26) في نوفمبر مجموعة من القرارات التي تضمنها "ميثاق غلاسكو للمناخ" والذي يهدف إلى تحقيق هدف اتفاق باريس للمناخ المتمثل بالحفاظ على الارتفاع المتوقع في معدل درجة الحرارة العالمي إلى ما دون 1.5 درجة سلسيوسية.

تأتي تكنولوجيات الطاقة المتجددة، وبالتحديد طاقة الرياح والطاقة الشمسية، في مقدمة مصادر الطاقة النظيفة. وقد تكون الطاقة النووية وطاقة الوقود الأحفوري النظيف محايد الكربون أيضًا جزءًا من مجموعة مصادر الطاقة النظيفة، إلا أن أدوارها غير مضمونة نتيجة مجموعة من الأسباب التي تشمل الطريقة المثالية للتحول وتكنولوجياتها المكونة لها والتكاليف الاستثمارية التي تُقدر بـ 5 تريليون دولار سنويًا بحلول العام 2030 وفقًا لسيناريو وكالة الطاقة الدولية للعام 2050.

ولا تزال هناك بعض الفروقات الملحوظة في الدول الصناعية والتي تتمحور حول آلية متابعة إجراءات الحد من الانبعاثات، حيث تعارض بعض الدول وبشدة التوسع في مجال الطاقة النووية وتكنولوجيات الوقود الأحفوري النظيف وتعارض بعض الدول الأوروبية إدراج هذه التكنولوجيات في قائمة مصادر الطاقة النظيفة وفي المنتجات الخاصة بالتجارة العالمية، الأمر الذي يشكل عائقًا أمام التخطيط لتصدير واستيراد الهيدروجين الأحفوري النظيف (الهيدروجين الأزرق) والأمونيا.

وتراهن هذه الدول ونشطاء البيئة على إمكانية الطاقة المتجددة في توفير جميع إمدادات الطاقة النظيفة اللازمة بالرغم من العراقيل التقنية والاقتصادية التي تحول دون زيادة مساهمتها في شبكات الكهرباء عن معدل 30%.

ويتنبأ عدد من سيناريوهات تحول الطاقة بحدوث انخفاض حاد بمساهمة الطاقة الأحفورية في مجموع الطلب من 80% إلى 20% بحلول العام 2050 وفقًا لتقرير وكالة الطاقة الدولية للعام 2050، وتعتبر هذه السيناريوهات غير واقعية ومكلفة اقتصاديًا ومن الصعب تحققها.

ومن مجموعة السيناريوهات الأخرى واسعة النطاق، سيناريو منظمة الدول المصدرة للنفط في تقريرها السنوي الأخير لتوقعات النفط العالمية الذي يتوقع زيادة الطلب على النفط والغاز حتى العام 2045 حتى وإن كانت الزيادة بطيئة نظرًا لانخفاض حصة المصادر الأحفورية إلى نسبة 70%. وبغض النظر عن درجة التشاؤم أو التفاؤل في هذه السيناريوهات، يعتبر الهدف والمسار في هذا الصدد واضحًا وقطعيًا وهو التحول السريع لمصادر الطاقة النظيفة وما تشمله من تكنولوجيات متنوعة.

ومن ناحية أخرى، يُحاط الاهتمام المتزايد بحماية البيئة بنظرة سلبية تجاه مصادرة الطاقة الأحفورية، وهو ما يساهم في تسريع التغيير في السياسات في حال لم تقم الدول التي تحظى بمخزون ضخم من مصادر الطاقة الأحفورية، كدول الخليج، بتشكيل استثمارات استراتيجية لتطوير تكنولوجيات التقاط ثاني أكسيد الكربون والاستفادة منه وحفظه، والتي تشمل الالتقاط المباشر لثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي.

تعتبر هذه الاستثمارات كبيرة جدًا إلا أن نتيجتها مجدية جدًا، خاصة وأنها تحافظ على الدور الفعال لمصادر الطاقة الأحفورية.

ويتم في الوقت الحالي تنفيذ العديد من المشاريع التي تعتمد على تكنولوجيات التقاط الكربون وحفظه من قبل الدول المنتجة للنفط والغاز، لكن لا تزال قدرات معظم تلك الدول صغيرة الحجم وعددها يرتفع ببطء نتيجة التكاليف المرتفعة.

وانسجامًا مع دعوة وكالة الخليج التجارية للدول الأعضاء لوضع أهداف الحد من انبعاثات الكربون، يتعين على دول الخليج الإعلان عن مبادرة طموحة وهادفة يتعهدون من خلالها بتزويد جميع محطات الطاقة الأحفورية بمعدات أنظمة التقاط الكربون وحفظه بحلول العام 2035، حيث تمثل هذه المبادرة موضع ترحيب بالنسبة للعالم، كما أنها ستساهم في الحد من انبعاث ثاني أكسيد الكربون في دول الخليج بنسبة تقريبية تصل

في العدد القادم

شهد العالم تغيرات كبيرة خلال جائحة كوفيد-19،
ونسعى هنا إلى استعراض مدى تلك التغيرات.

الجائحة وما بعدها

في العدد القادم من مجلة جامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا، نسلط الضوء على دور العالم في تمويل بحوث اللقاحات وأسباب اعتبار رصد مياه الصرف مستقبل الصحة العامة ورأي الخبراء في الدروس التي تعلمناها من الجائحة.

تفضل بزيارة

www.KUSTReview.com

لتحميل المجلة وقراءة المزيد من المقالات

تابع @KUSTReview على:

حماية حياة الأفراد

مع المحافظة على المعتقدات الدينية

ترجمة: **أماني القيسي**

الدكتورة حبيبة الصفار هي خبيرة إماراتية متخصصة في علم الوراثة ومهندسة في الطب الحيوي وعضوة في الهيئة الأكاديمية في جامعة خليفة. تضع الدكتورة حبيبة موافقة المريض على العلاج وخصوصيته على رأس أولوياتها، إضافة لمراعاتها لتنوع الثقافات.

وتقدم الدكتورة حبيبة مثالًا على ذلك في مجال الحصول على موافقة المريض للعلاج. ففي الولايات المتحدة الأمريكية، يمكن للفرد منح الموافقة على العلاج عند بلوغه سن الـ 18، في حين يعتمد الأطفال في دولة الإمارات على الأهل في العلاج لعمر أطول يصل لـ 21 عامًا، حيث قالت" "نعتمد على التواصل مع أولياء الأمور بشكل مباشر".

> **أحرص على أن يكون عملنا منسجمًا مع أخلاقيات المجتمع.**
> - حبيبة الصفار

الدكتورة حبيبة الصفار حائزة على جائزة برنامج زمالة "لوريال-اليونسكو" الدولية من أجل المرأة في العلم.

المشكلة: ما رأيك في الموقف التالي؟ طور مشروع صغير في التكنولوجيا الحيوية جلدًا مصممًا بالهندسة الحيوية للمرضى الذين يعانون من حروق شديدة، وذلك باستخدام خلايا الخنزير التي قد يعترض استخدامها المرضى والأطباء من بعض الخلفيات الدينية. ولكن، كيف يمكن للشركة أن توازن ما بين حماية حياة الأفراد والحفاظ على المعتقدات الدينية في نفس الوقت؟

الخبير الأخلاقي: يتضمن هذا الموقف مشكلتين هامتين هما، احترام ثقافة الأفراد وقيمهم الدينية وهو أمر في غاية الأهمية، حيث تعد حماية أرواح الأفراد أيضًا قيمة هامة أخرى للحفاظ على النسل البشري.

ويعتبر استهلاك منتجات الخنزير في بعض الثقافات والأديان كالإسلام واليهودية أمرًا محظورًا، لكن في بعض الحالات التي تعرّض حياة الفرد للخطر يكون الحظر جزئيًا.

وعلى اعتبار أن الجلد عضو رئيس في جسم الإنسان نظرًا لوظيفته المناعية الخاصة في مكافحة بعض الأمراض وخاصة في مجال الحروق الخطيرة التي قد تهدد حياة الأفراد كالتعرض للمواد الكيميائية وحرائق المنازل وحوادث المركبات، فإن خسارة كميات كبيرة من الجلد هو أمر هام يؤدي إلى الإصابات الخطيرة بالأمراض والجفاف التي تسبب بدورها الوفاة.

إضافة لذلك، هناك نقص في مجال التبرع بالجلد، ما يستدعي النظر إلى الخيارات اللازمة لإيجاد تكنولوجيات متخصصة في الجلد المعدل جينيًا، خاصة أن هناك استثناءات مقبولة دينيًا في مجال الاستفادة من منتجات الخنزير.

ويتعين على شركات التكنولوجيا الحيوية المتخصصة في تطوير المنتجات المرتبطة بمنظور ديني استشارة الأفراد المستهلكين وخبراء أخلاقيات العلوم الحيوية. كما يتعين عليها توفير المواد التي تشمل المنشورات والمواقع الإلكترونية والتي من شأنها المساهمة في التصدي للمسائل الأخلاقية بشكل فعال ورفد المرضى والأطباء بالمعلومات الصحيحة والدقيقة ليتسنى لهم المشاركة في صنع القرار حول المنتج وبدائله. ○

تعد **كترينا برامشدت** خبيرة أخلاقية في مجال التبرع وزراعة الأعضاء والأجهزة الطبية.

وقد شغلت سابقًا منصب رئيسة مجلس إدارة وكالة لوكسمبورغ للنزاهة البحثية، كما عملت في إدارة الغذاء والدواء الأمريكية وشركة فيليبس ومستشفى كليفلاند كلينك.

إضافة لمساهمتها في كتابة العديد من الكتب وما يزيد عن 100 مقال نُشر في مجلات علمية دولية. وتعتبر كترينا متحدثة وباحثة دولية.

ما هي كمية المياه المستهلكة لإنتاج هذه المواد

تتجاوز كميات المياه المستهلكة المقدار الذي تستخدمه للاستحمام والشرب لتصل إلى الكميات التي يتم استهلاكها في حاجاتنا اليومية. **لكن كم قارورة من المياه بسعة لتر واحد نحتاج لصناعة المواد التالية؟**

5.3 لتر
لإنتاج عبوة ماء أو مشروبات غازية بلاستيكية [1]

132 لتر
لإنتاج كوب من القهوة، ويحتاج إنتاج الشاي إلى 27 لترًا [2]

140 لتر
لزراعة ثمرة خوخ واحدة [2]

155 لتر
لإنتاج 300 غرام من الخبز الفرنسي، حيث يذهب مقدار 80% من المياه لإنتاج القمح [2]

196 لتر
لإنتاج بيضة واحدة بوزن 60 غرام [2]

1,259 لتر
لإنتاج بيتزا مارغاريتا واحدة [2]

1,900 لتر
لإنتاج بنطال جينز، ويتضمن ذلك أيضًا كمية المياه المستهلكة لإنتاج القطن [3]

4,325 لتر
لإنتاج كيلوغرام واحد من لحم الدجاج [2]

15,415 لتر
لإنتاج كيلوغرام واحد من اللحم البقري [2]

17,730 لتر
لصناعة سيارة واحدة، حيث تذهب نسبة 50% فقط للإطارات [4]

الصورة: Envato Elements, **المصادر:** [1] foodprint.org [2] WSJ.com [3] Waterfootprint.org [4] USGS.gov