الأمم المتحدة للبيئة

آفاق ٢٠١٧

قضايا ناشئة تدعو للقلق على الصعيد البيئي

© ٢٠١٧ برنامج الأمم المتحدة للبيئة
الرقم الدولي المعياري للكتاب: ٩٧٨-٩٢-٨٠٧-٣٦٨٠-٩
رقم العمل: DEW/2145/NA

بيان إخلاء المسؤولية
يمكن نسخ هذا الإصدار كليّاً أو جزئيّاً وبأي صورة من الصور للخدمات التعليمية أو غير الهادفة للربح دون تصريح خاص من مالك حقوق الطبع، بشرط الإشارة إلى المصدر. وستكون منظمة الأمم المتحدة للبيئة ممتنّةً لتلقّي نسخة من أي إصدار يستخدم هذا الإصدار كمصدرٍ له.

لا يجوز استخدام هذا الإصدار لإعادة البيع أو لأي أغراض تجارية أخرى أيّاً كانت دون إذن خطي مسبق من الأمم المتحدة للبيئة. يتم تقديم طلبات الحصول على مثل هذا التصريح، متضمنة بيانًا بالغرض من النسخ ونطاقه إلى مدير شعبة الاتصالات على العنوان التالي: UN Environment, P. O. Box 30552, Nairobi, 00100, Kenya.

لا تنطوي التسميات المستخدمة وعرض المواد في هذا المنشور على التعبير عن أي رأي أيًا كان من جانب الأمم المتحدة للبيئة فيما يتعلق بالوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو سلطاتها أو فيما يتعلق بترسيم تخومها وحدودها. للحصول على إرشادات عامة بشأن المسائل المتعلقة باستخدام الخرائط في المنشورات، يرجى زيارة الرابط: http://www.un.org/Depts/Cartographic/english/htmain.htm

لا ينطوي ذكر أي شركة تجارية أو منتج تجاري في هذا الإصدار على أي دعم من قِبل الأمم المتحدة للبيئة. لا يُسمَح باستخدام المعلومات المتعلقة بالمنتجات المُسجَّلة الملكية التي يحتوي عليها هذا الإصدار لأغراض الدعاية أو الإعلان.

© حقوق الطبع بالنسبة للخرائط والصور الفوتوغرافية والرسوم التوضيحية طبقًا لما هو مبيّن.

التنويه المقترح
برنامج الأمم المتحدة للبيئة (٢٠١٧). آفاق ٢٠١٧ قضايا ناشئة تدعو للقلق على الصعيد البيئي. برنامج الأمم المتحدة للبيئة، نيروبي.

الإنتاج
شعبة العلوم
الأمم المتحدة للبيئة
P.O. Box 30552
Nairobi, 00100, Kenya
هاتف: ٧٦٢١٢٣٤ ٢٠ (٢٥٤+)
فاكس: ٧٦٢٣٩٢٧ ٢٠ (٢٥٤+)
بريد إلكتروني: publications@unenvironment.org
موقع إلكتروني: www.unenvironment.org

تروّج الأمم المتحدة للبيئة
الممارسات السليمة بيئياً على
المستوى العالمي وفي أنشطتها الخاصة.
وتهدف سياستنا في التوزيع إلى خفض
البصمة الكربونية للأمم المتحدة للبيئة.

آفاق ٢٠١٧

قضايا ناشئة تدعو للقلق على الصعيد البيئي

جدول المحتويات

تمهيد ٧

مقدّمة ٨

شكر وتقدير ١٠

مقاومة مضادات الميكروبات: استكشاف البعد البيئي ١٢

ما هي مقاومة مضادات الميكروبات؟ ١٢

المضادات الحيوية وعوامل الانتقاء المشاركة والبكتيريا المقاومة في البيئة ١٤

التخفيف من تفريغ مضادات الميكروبات في البيئة ١٧

الأبحاث المستقبلية والأنشطة التي تُرشِدُ السياسات ١٩

المراجع ٢٠

المواد النانومترية: تطبيق مبدأ التحوّط ٢٤

الأبعاد النانومترية - اكتشافات جديدة عن مواد مألوفة ٢٤

أشكال وتطبيقات وآثار محددة ٢٦

التعرض البيئي والصحي للمواد النانومترية المُصمَّمة هندسيًا ٢٩

اللوائح الملائمة من أجل السلامة الصحية والبيئية ٣٠

المراجع ٣٢

المحميات البحرية: ضمان الفوائد من أجل التنمية المستدامة ٣٦

تراجع صحة المحيطات: تزايد الطلب على فوائدها ٣٦

تزايد المحميات البحرية ٣٨

تحسين الحوكمة يزيد من فعّالية المحميات البحرية ٣٩

المستقبل: استخدام المحميات للتنمية المستدامة ٤٢

المراجع ٤٤

العواصف الرملية والترابية: كبح جماح ظاهرة عالمية ٤٦
اجتياح الرمال والغبار ٤٦
دوافع من الطبيعة، وسوء إدارة الأراضي، والتغيّر المناخي ٤٨
تقليل الضرر من خلال التركيز على النطاقات الصغيرة ٥٠
الدعم المتعدد الأطراف للحد من أضرار العواصف الرملية والغبارية ٥٢
المراجع ٥٤

حلول شمسية: سدّ الفجوة في التغذية بالطاقة للمستوطنات الواقعة خارج شبكات التوزيع ٥٨
عدد سكّان المدن خارج شبكة التوزيع ٥٨
تطور التقنية الفولطاضوئية الشمسية ٦٠
التسويق الابتكاري للطاقة الشمسية خارج نطاق الشبكة ٦٢
مواصلة السير على درب الطاقة المتجددة ٦٤
المراجع ٦٦

التشرد البيئي: التنقّل البشري في عصر التأثير البشري "الأنثروبوسين" ٧٠
ما هو التشرد البيئي؟ ٧٠
فهم التشرد البيئي ٧٢
حلول مؤسسيّة ٧٤
التعامل مع التشرد البيئي ٧٦
المراجع ٧٧

© West Coast Scapes / Shutterstock.com

تمهيد

يواجه هذا الكوكب وسكانه عدداً متزايداً من التحديات، وهي متنوعة بتنوع ثقافاتنا وبيئاتنا، ولكن بالإمكان مواجهتها جميعاً بمزيج من العلم والسياسة والإجراءات. يلقي تقرير آفاق ٢٠١٧ الضوء على التحديات الناشئة لصناع القرار من الحكومة وقطاع الأعمال والمجتمع المدني، لكي يقدم لهم المعرفة والخيارات اللازمة للتصرف بسرعة.

وقد قامت شبكة من العلماء والخبراء والمؤسسات بتحديد القضايا الواردة في هذا التقرير باعتبارها يمكن أن تكون ذات أثر هائل على المجتمع والاقتصاد والبيئة. والبعض منها موجود منذ وقتٍ طويل، إلا أنه لم يحظَ بالقدر الكافي من الاهتمام، مثل سوء إدارة الأراضي والتصحر مما يسبب العواصف الرملية والترابية والتشرد. والبعض منها مستمر، وتظهر له حلول وأدوات جديدة، مثل المحميات التي تستفيد من الموارد البحرية والساحلية أو حلول الطاقة الميسورة التكلفة والتي يمكن التعويل عليها. والبعض منها ينشأ من نتائج علمية جديدة تستلزم تدخلاً عاجلاً، مثل الانتشار السريع للمواد النانومترية والمقاومة المتزايدة للمضادات الحيوية.

على سبيل المثال، هناك منشأة في مدينة باتانتشيرو بالقرب من حيدر آباد، في الهند تُعالج مياه الصرف من ٩٠ مُصنِّع أدوية يومياً. ثم يُصرَف ناتج المعالجة في جدول إيساكافاغو، الذي يُغذّي عدة أنهار. ولكن، حينما حلَّل فريق بحثي يقوده البروفيسور جواكيم لارسون مياه الصرف، وجد أن تركيز المضاد الحيوي العريض النطاق، السيبروفلاكسين، كان كافياً لمعالجة ٤٤ ألف شخص يومياً. وهذه ليست حالة منفردة. إذ إنَّ تصريف النفايات المنزلية والزراعية والصناعية في البيئة في شتى أنحاء العالم يعني أنَّ من الشائع وجود تركيزات المضادات الحيوية في العديد من الأنهار والرواسب وأنواع التربة. وهي تدفع بانتظام إلى نشوء البكتيريا المقاومة: إنَّ دواءً كان ذات مرة يحمي صحتنا أصبح الآن يحمل خطر تدميرها في صمت.

وقد حان الوقت الآن لكي تُعالج الحكومات الوطنية والمحلية وقطاع الأعمال والمجتمع المدني هذه التهديدات الناشئة التي تهدد صحة هذا الكوكب وسكانه. آملُ أن يُلهِم هذا التقرير السياسات المُنسَّقة والاستراتيجيات والإجراءات لتحويل هذه المخاطر إلى فرص فيما نعمل للوصول إلى كوكبٍ خالٍ من التلوث وإلى مستقبل مزدهر.

إريك سولهيم
رئيس وكالة الأمم المتحدة للبيئة

مقدّمة

يستعرض تقرير الآفاق لعام ٢٠١٧ ستّ قضايا ناشئة مثيرة للمخاوف البيئية وذات تداعيات عالمية. ظهرت مقاومة مضادات الميكروبات على جدول الأعمال العالمي كقضية تهدد الصحة العامة والتنمية المستدامة. وفي أثناء انعقاد الجمعيّة العامّة للأمم المتحدة في أيلول/سبتمبر ٢٠١٦، أقرّ زعماء الدول بأن الوضع بات مُلِحًا مع تزايد أعداد الأمراض المُعدِيَة التي تطوِّر مقاومة للأدوية الموجودة بالفعل بمعدلات متسارعة. وقد تعهد زعماء الدول بمعالجة الأسباب الجذرية لمقاومة مضادات الميكروبات عبر القطاعات، وبخاصة في مجالات الصحة البشرية وصحة الحيوان والزراعة. ومن بين العوامل الأقل شهرة ولكنه ذو أهمية دور المكوِّنات البيئية في تضخيم المقاومة. فعادةً ما تنتهي النفايات الصلبة المنزلية والزراعية ومياه الصرف للوصول إلى البيئة الطبيعية. وبالتالي تصبح البيئة الطبيعية عبارة عن مخزون لبقايا المضادات الحيوية ومسببات الأمراض ذات المقاوِمة وغيرها من الجزئيات ذات الخصائص المضادة للميكروبات التي تحسِّن انتشار جينات المقاومة في المجتمعات الميكروبية. وعلى مدار هذا التقرير، تهدف منظمة الأمم المتحدة للبيئة لإلقاء الضوء على البعد البيئي لهذه القضية والتأكيد على الحاجة لأخذ التعرض البيئي لمضادات الميكروبات في الاعتبار ضمن جهود كبح المقاومة.

دخلت المواد النانومترية بسرعة إلى العديد من مجالات حياتنا اليومية. والبعض منها، مثل الفضة النانومترية، يمكنها أن تعمل كعوامل مضادة للميكروبات. المواد النانومترية موجودة على الدوام في الأشياء التي نستهلكها بانتظام، والتي تتراوح من المنتجات الغذائية إلى مستحضرات التجميل والمطهرات وأدوات المطبخ ومستلزمات الأطفال والملابس والأقمشة والأثاث والإلكترونيات والأجهزة الكهربائية. وفي حين ظلت تكنولوجيا النانو تتطور على مدار عقود، فإن الأبحاث المستمرة الآن تتيح لنا تصنيع المواد التقليدية على نطاق متناهي الصغر. وتوفِّر الخصائص الفريدة التي تصاحب المواد المُصمَّمة هندسياً ذات الأحجام النانومترية تطبيقات مذهلة. ولكن، برزت تساؤلات - ولا تزال الإجابات عليها جزئية - بشأن المخاطر الصحية لهذه المواد الجديدة. وقد يقدِّم لنا ما تعلمناه عن المواد الخطرة الأخرى المشابهة لها في الحجم والشكل والتركيب الكيميائي بعض الدروس المستفادة بشأن كيفية إدارة التعرض للمواد النانومترية وضمان سلامتها مع الاستمتاع بفوائدها العديدة في الوقت ذاته.

وقد أكَّدت الدول الأعضاء في مؤتمر الأمم المتحدة للمحيطات الذي عُقِد في حزيران/يونيو ٢٠١٧ التزامها بالحفاظ على المحيطات والبحار والموارد البحرية للتنمية المستدامة واستخدامها بصورة مسؤولة. وقد كان تعزيز استخدام أدوات الإدارة الفعّالة والمناسبة القائمة على المناطق مثل المحميات البحرية من بين التعهدات التي جُدِّدَت. توفِّر المحميات البحرية أحد أفضل الخيارات للحفاظ على صحة المحيطات. وخلال العقد الماضي، اتخذت بلدان من شتى أنحاء العالم بصورة تدريجية إجراءات لتسمية محميات بحرية جديدة أو توسعة المحميات البحرية القائمة بالفعل، وذلك لحماية الموارد الطبيعية والوظائف الإيكولوجية. وحتى يومنا هذا، أعلن نحو ١٤,٤ في المائة من المناطق الساحلية والبحرية الخاضعة للولاية الوطنية في العالم كمحميات. ويشير هذا إلى التزام المجتمع العالمي بحماية هذه الأنظمة الإيكولوجية الثمينة. ولكن لكي تكون المحميات البحرية فعّالة بحق، فإنها تتطلب أيضاً حوكمةً قوية تشمل ذوي الصلة من المستخدمين وأصحاب المصلحة وتؤثر على سلوكياتهم وتؤدي في نهاية الأمر إلى خفض الآثار التي تنتج من الممارسات الاستخراجية. إن المشاركة الفعّالة لتكاليف المحميات البحرية وفوائدها تُعدّ خطوة أساسية لضمان تنمية مستدامة حقيقية.

وتُمثّل العواصف الرملية والترابية قضية بيئية أخرى ذات تداعيات عالمية - وتسبّب مشكلات صحية مزمنة وتدمّر الزراعات والبنية التحتية وتزيد من حدة تآكل التربة وتسبب خسائر اقتصادية تصل إلى ملايين الدولارات سنويًا. ترتبط العواصف الرملية والترابية بنطاق من القضايا البيئية والتنموية التي تمتد عبر الحدود الوطنية والإقليمية والقارية. وقد أشارت التحليلات إلى تزايد وتيرة العواصف الترابية في بعض مناطق العالم. وبالإضافة إلى ذلك، هناك رابط قوي بين الاستخدام غير المستدام للأراضي والمياه وبين زيادة الانبعاثات الترابية. ويمكن للاستراتيجيات المتكاملة التي تعزز الإدارة المستدامة للأراضي والمياه، واستعادة النظم الإيكولوجية والتكيف مع تغير المناخ أن تساعد على خفض التهديدات الناجمة عن العواصف الرملية والترابية وتجنبها على المدى البعيد.

في عام ٢٠١٥، تجاوزت الطاقة المتجددة الفحم من ناحية القدرات المثبتة لتوليد القدرة. ويُعزى الكثير من هذا النمو إلى الطاقة الشمسية. ويجري تركيب ما يقدّر بنصف مليون من الألواح الشمسية يوميًا. وفي أنحاء من أفريقيا وآسيا حيث لا تزال إتاحة الوصول إلى الكهرباء من الشبكة بصورة موثوقة تمثل تحدياً، فإن الأنظمة الشمسية الفولطاضوئية متناهية الصغر اكتسبت انتشارًا سريعًا في أوساط المجتمعات الواقعة خارج الشبكات الكهربائية في كلٍ من المناطق الريفية والحضرية، وبخاصة في المستوطنات غير الرسمية. ويُستمَد انتشارها من الانخفاض الحاد في أسعار المعدات والخدمات، بالإضافة إلى أنظمة الائتمان متناهي الصغر وإمكانيات الخدمات المصرفية عبر الهواتف المحمولة. ورغم أن استخدام أنظمة الطاقة الشمسية صغيرة الحجم قد لا يمثل على المدى الطويل الحلّ لقضية إدخال الكهرباء وتفاوت الطاقة، إلا أنه أحد مسارات التنمية البديلة التي تساعدنا في تجنُّب الانبعاثات الكربونية مستقبَلاً.

في عام ٢٠١٦، شُرِّدَ نحو ٣١,١ مليون شخص جديد داخل بلادهم بسبب النزاعات والعنف والكوارث الطبيعية - وقد تسببت الأخيرة وحدها في تشريد ٢٤,٢ مليونًا منهم. إن الحدوث المفاجئ للكوارث الطبيعية، مثل العواصف والفيضانات والتقدم البطيء للتغير والتدهور البيئيين، بما في ذلك التصحر وارتفاع منسوب سطح البحر، قد يؤدي إلى جعل بعض المناطق غير قابلة للسكن، ويشرّد السكان سواء بصورة مؤقتة أو دائمة. من شأن زيادة الوعي بالمخاطر الناتجة عن تغير البيئة والمناخ تعزيز الحاجة للتخطيط الجيد للتكيف في نفس المكان وإلى تصميم السياسات بهدف منع تشرُّد البشر أو إدارته.

إريك سولهيم
الأمين العام المساعد للأمم المتحدة
والمدير التنفيذي لمنظمة الأمم المتحدة للبيئة

شكر وتقدير

مقاومة مضادات الميكروبات: استكشاف البعد البيئي

المؤلّفون الرئيسيون

ويليام غيز، كلية الطب بجامعة أكستير، تورو، المملكة المتحدة
مايكل ديبليدج، كلية الطب بجامعة أكستير, تورو، المملكة المتحدة

المُساهِمون والمُنقّحون

إرنستو ليبانا كريادو، الهيئة الأوروبية لسلامة الأغذية، بارما، إيطاليا.
كلاوس كوميرير، معهد الكيمياء المستدامة والبيئية، لونيبرغ، ألمانيا
آنجيلو ماغيوري، الهيئة الأوروبية لسلامة الأغذية، بارما، إيطاليا.
أولاديلي أوغونسايتان، مكتب الصحة العالمية والدفاع البيولوجي، وزارة خارجية الولايات المتحدة، واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة
جيسيكا بيتريلّو، مكتب الصحة العالمية والدفاع البيولوجي، وزارة الخارجية الأمريكية، واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة
توماس فان بويكل جامعة ETH زيورخ، زيورخ، سويسرا
إيفيلين ويسانغولا وزارة الصحة الكينية، نيروبي، كينيا
تونغ زانغ، جامعة هونغ كونغ، هونغ كونغ، الصين

المواد النانومترية: تطبيق مبدأ التحوّط

المؤلّف الرئيسي

جاكلين ماكغليد، الأمم المتحدة للبيئة، نيروبي، كينيا

المُساهِمون والمُنقّحون

مارتن كابيللي، الأمم المتحدة للبيئة، نيروبي، كينيا
ديفيد كويست، مراجع مستقل، كوبنهاغن، الدنمارك
بينيا ساراساس، الأمم المتحدة للبيئة، نيروبي، كينيا

المحميات البحرية: ضمان الفوائد من أجل التنمية المستدامة

المؤلّفون الرئيسيون

بيتر جونز، كلية جامعة لندن، لندن، المملكة المتحدة
روث موراي، كلية جامعة لندن، لندن، المملكة المتحدة
أولي فيستيرغارد، الأمم المتحدة للبيئة، نيروبي، كينيا

المُساهِمون والمُنقّحون

ستيف فليتشر الأمم المتحدة للبيئة – المركز العالمي لرصد حفظ الطبيعة، كامبريدج، المملكة المتحدة
ريتشارد كينتشنغتون، جامعة ، ولونغونغ، أستراليا
بريان ماكشاري، الأمم المتحدة للبيئة – المركز العالمي لرصد حفظ الطبيعة، كامبريدج، المملكة المتحدة
ماري إليزابيث ميلر، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، روما، إيطاليا

العواصف الرملية والترابية: كبح جماح ظاهرة عالمية

المؤلّفون الرئيسيون

جيمّا شيبرد، الأمم المتحدة للبيئة، نيروبي، كينيا

المُساهِمون والمُنقّحون

أليكساندر باكلانوف، المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، جنيف، سويسرا
فالنتين فولتيسكو، التحالف المعني بالمناخ والهواء النقي، الأمم المتحدة للبيئة، باريس، فرنسا
أوتشانغ كانغ، اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحّر، بون، ألمانيا

الحلول الشمسية: سدّ فجوة الطاقة للمستوطنات الواقعة خارج نطاق الشبكة

المؤلّفون الرئيسيون

خافيير ليماير، كلية جامعة لندن – معهد الطاقة، لندن، المملكة المتحدة
دانيل كيرّ، كلية جامعة لندن – معهد الطاقة، لندن، المملكة المتحدة

المُساهِمون والمُنقِّحون

شون خان، الأمم المتحدة للبيئة، نيروبي، كينيا
فينسنت كيتيو برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية، نيروبي، كينيا
ياشيكا ريدي الطاقة المستدامة في أفريقيا، شركة غير ربحية، كيب تاون، جنوب أفريقيا
أليكسي سيلّر، شركة بولينات إينيرجي، لوكناو، الهند
لويز تايت، مركز أبحاث الطاقة، جامعة كيب تاون، جنوب أفريقيا

التشرد البيئي: حركة البشر في عصر التأثير البشري

المؤلّف الرئيسي

أولي براون، الأمم المتحدة للبيئة، نيروبي، كينيا

المُساهِمون والمنقِّحون

ساشا ألكسندر اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحّر، بون، ألمانيا
بابلو مانزانو باينا، لجنة إدارة النظام الإيكولوجي، الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة، غلاند، سويسرا
جوناثان دافيز الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة، غلاند، سويسرا
باولو غروبّو، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، روما، إيطاليا
دينا أيونيسكو، المنظمة الدولية للهجرة، جنيف، سويسرا
آليس كيماني، المنظمة الدولية للهجرة، جنيف، سويسرا
دايان كلايمي، الأمم المتحدة للبيئة، المنامة، البحرين
منير الوهاشي، المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة، بيروت، لبنان
حسن بارطو، الأمم المتحدة للبيئة، جنيف سويسرا

مع شكر خاص لكلٍ من:
إيلي كلين وسوراج بات، مركز ديناميّات الأمراض والاقتصاد والسياسات، واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة، و آمبر آندرسون وآنجيلين دجيمبو وروبرت فيو وفالنتين فولتيسكيو ومارتن كابيل وجيان ليو وجاكلين مارتينيز دي روسو وَناندا ماتّا وباسيلي موتشيسيا وسوزان موتيبي-ريتشارد وثيوري موانغي وَأونا تولي وإدواردو زاندري وشيرين زوربا، الأمم المتحدة للبيئة، نيروبي، كينيا

رئيس التحرير

بينيا ساراساس، الأمم المتحدة للبيئة، نيروبي، كينيا

المدقق اللغوي (الفصول ١-٥)

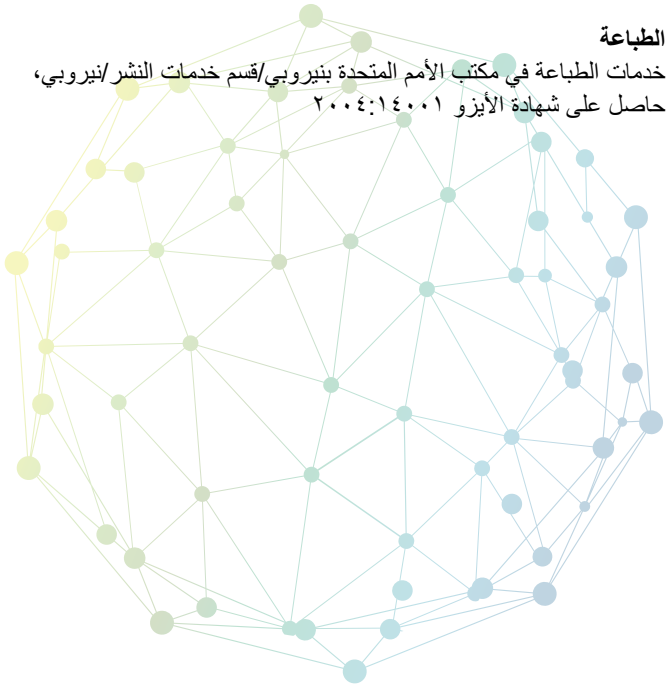
كاثرين ماكمولين، أيرلندا

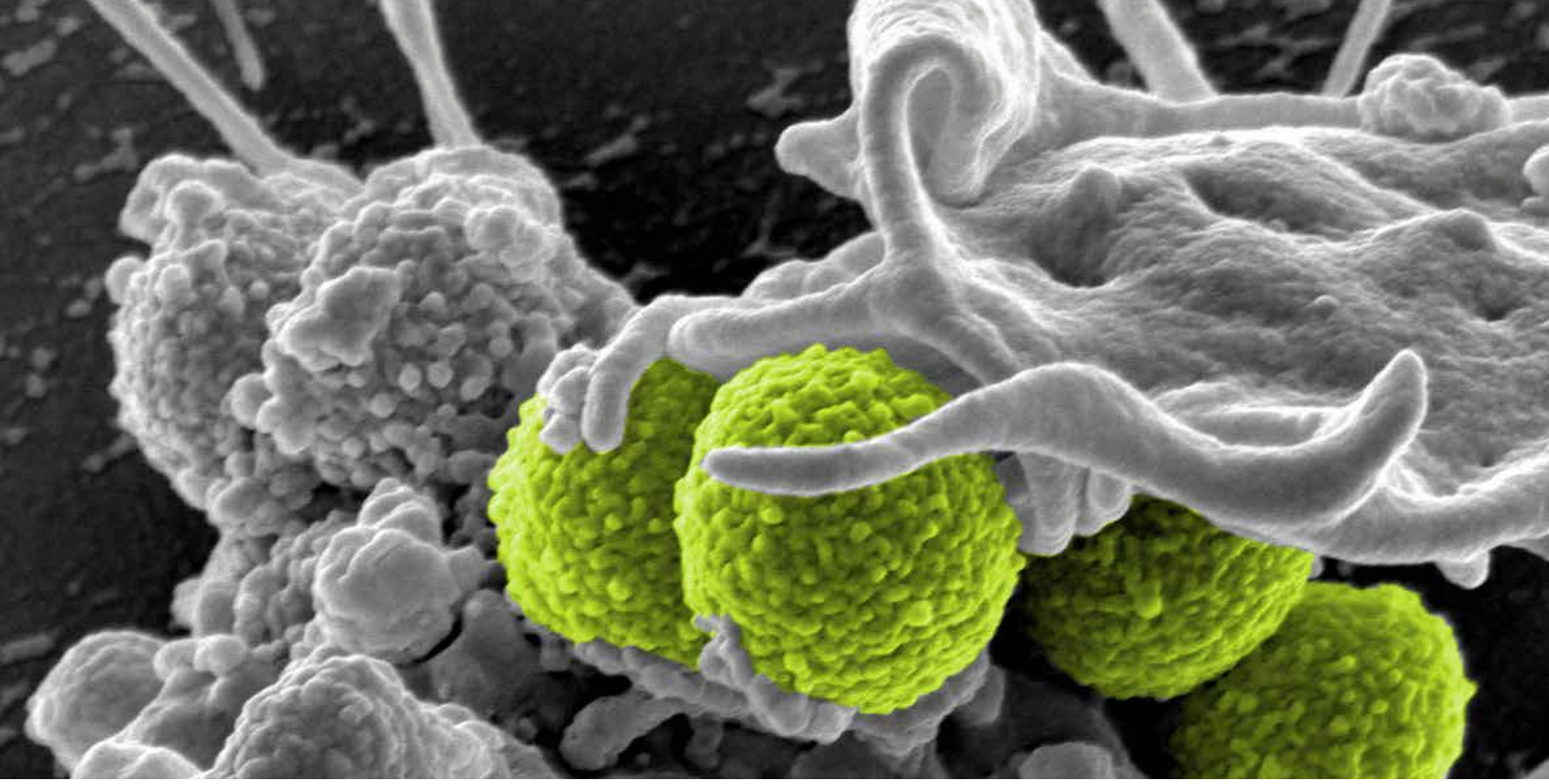
الرسوم والتصميم وتخطيط الطباعة

آودري رينغلر (الرسوم والتصميم وتخطيط الطباعة) وَجين موريتي (رسم الخرائط)، الأمم المتحدة للبيئة، نيروبي، كينيا

الطباعة

خدمات الطباعة في مكتب الأمم المتحدة بنيروبي/قسم خدمات النشر/نيروبي، حاصل على شهادة الأيزو ١٤٠٠١:٢٠٠٤





أربع من بكتيريا المكورات العنقودية الذهبية المقاومة للميثيسيلين تحيط بها خلايا الدم البيضاء البشرية
المرجع: معهد الولايات المتحدة الوطني للحساسية والأمراض المُعدِية

مقاومة مضادات الميكروبات:
استكشاف البعد البيئي

ما هي مقاومة مضادات الميكروبات؟

طبقاً لمنظمة الصحة العالمية، فإننا قد نكون مقبلين على عصر ما بعد المضادات الحيوية حيث من الممكن أن تصبح إصابات بكتيرية بسيطة، كانت في الماضي قابلة للعلاج، قاتلة، وحيث يستحيل إجراء عمليات طبية روتينية، مثل تغيير المفاصل والعلاج الكيميائي، والتي تعتمد على العلاج الوقائي بالمضادات الحيوية.[١] وقد قدّر تقرير أونيل لعام ٢٠١٤، الذي كلّفت به حكومة المملكة المتحدة أنَّ الإصابة المقاومة لمضادات الميكروبات قد تصبح السبب الرئيسي في الوفاة على مستوى العالم بحلول عام ٢٠٥٠.[٢]

تستخدم المستحضرات الصيدلانية من المضادات الحيوية في شتى أنحاء العالم لمعالجة الإصابة البكتيرية والوقاية منها لدى البشر والحيوانات وحتى النباتات. كما استُخدِمت على نطاق واسع كمعززات للنمو لزيادة إنتاج اللحوم، على الرغم من حَظْر هذه الممارسة في الاتحاد الأوروبي في عام ٢٠٠٦.[٣،٤] ورغم الربط بين إساءة استخدام المضادات الحيوية في الممارسات الطبية والزراعية وبين زيادة المقاومة، إلا أن دور البيئة الطبيعية في ظهور المقاومة وانتشارها حظيَ باهتمامٍ محدودٍ نسبيًا.

يمكن أن تكون مقاومة مضادات الميكروبات طبيعية أو مكتسبة. ويمكن أن تحدث المقاومة المكتسبة من خلال طفرة في الحمض النووي للبكتيريا أو عن طريق اكتساب جينات المقاومة من خلال الانتقال الأفقي للجينات حين ينتقل الحمض النووي من أحد أنواع البكتيريا إلى آخر. وتمثِّلُ المقاومة المكتسبة التي تؤدي إلى فشل علاجات الإصابة في البيئات السريرية والبيطرية في الوقت الحالي مصدراً للقلق.

إن العديد من المضادات الحيوية هي مواد طبيعية مثل البنسلين الأصليّ الموجود في عفن الخبز، في حين أن العديد منها مركّب أو معدّل كيميائياً من مضادات حيوية طبيعية لتحسين النشاط والاستقرار.[٥] وتُعدّ المضادات الحيوية فئة فرعية من مضادات الميكروبات - وهي المواد التي تقتل أو تُثبِّط نمو الكائنات المجهرية. وكثيرًا ما يستخدم المصطلحان للتعبير عن نفس المعنى.

وتحدث المنافسة دائماً بين الكائنات المجهرية عن طريق إنتاج جزئيات المضادات الحيوية لمنع كائنات مجهرية أخرى من الازدهار. ولكي تحافظ البكتيريا على بقائها، فقد طوّرت بنجاح آليات لمقاومة هجمات المضادات الحيوية. وتشير الأبحاث إلى أن مقاومة المضادات الحيوية، بما في ذلك بعض المضادات المستخدمة في الطب الحديث، موجودة منذ ملايين السنين، مما يشير إلى أن مقاومة المضادات الحيوية هي أمر طبيعي وقديم ومن الخصائص الثابتة في جينات الميكروبات.[٦]

بدون تدخُّلٍ بشري، يحدث انتقاء المقاومة بالفعل بصورة طبيعية في الكائنات الميكروبية في التربة والمياه وغيرها من الموائل. ولكن الاستخدام الحالي للمضادات الحيوية بكميات تصل إلى مئات الآلاف من الأطنان سنويًا وما يلي ذلك من انبعاث بقايا المضادات الحيوية إلى البيئة يؤدي إلى تغيّر حاد في قيمة ضغوط الانتقاء التي تؤدي إلى زيادة في البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية.[٧] وبمجرد استهلاكها، يتم طَرحُ أدوية المضادات الحيوية بدون تمثيل غذائي، جنبًا إلى جنب مع البكتيريا المقاومة. ويمكن بعد ذلك أن تمُرّ إما من خلال أنظمة الصرف الصحي أو بطريقة مباشرة أكثر إلى المياه والتربة، وأن تختلط بالبكتيريا الموجودة في البيئة في وجود مُلوِّثات أخرى قد تضيف المزيد من الضغط للمساعدة على اختيار المقاومة للمضادات الحيوية، بصورة مباشرة أو غير مباشرة. ويخضع مدى ما تُسهم به البيئة في هذه المشكلة لفحصٍ مكثَّف، ولكن الإجابات سوف تعتمد جزئيًا على مستوى التلوث البيئي، وطول الفترة التي تقضيها البقايا المضادة للميكروبات في حالة نشطة.

تمتلك البكتيريا في المياه والتربة تنوعًا هائلاً من الجينات المقاومة. وقد وجدت الأبحاث أن مسببات الأمراض التي كانت في الماضي سريعة التأثر تستطيع اكتساب جينات المقاومة من البكتيريا الموجودة في البيئة.[٨-١١] وتُعدُّ الأسس الجينية لمقاومة المضادات الحيوية في البكتيريا وكيف يمكن للمقاومة أن تنتشر ما بين البيئة والعيادات الطبية موضوعات تحظى باهتمام هائل في الوقت الحالي.[١١-١٣]

يمكن أن يحصل التعرض البشري للبكتيريا البيئية وجينات مقاومة المضادات الحيوية من خلال مياه الشرب أو استهلاك الأطعمة أو من خلال الاحتكاك المباشر مع البيئة. وهناك مسألة أخرى تتمثل في مدى انتشار البكتيريا المقاومة من خلال سلسلة الطعام أو من خلال الاتصال المباشر مع البيئة. على سبيل المثال، بيَّنت الأبحاث أنّه حتى في ظل مستويات الاستثمار المرتفعة في معالجة مياه الصرف، فهناك ما يقدَّر بـ٦ ملايين من أحداث التّعرُّض التي تحصل لنوع واحد من *الإيكولا* المضادة للمضادات الحيوية في كل عام في المياه الساحلية الترفيهية في المملكة المتحدة.[١٤] وهناك حالات موثَّقة جيدًا لتطور البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية داخل الحيوانات التي تستخدم كغذاء، وانتشارها بعد ذلك لدى البشر.[١٥]

ما هي المادة المقاومة للميكروبات؟
أي مادة من أصول طبيعية أو نصف مخلَّقة أو مخلَّقة تقتل أو تثبِّط نمو الكائنات المجهرية مثل البكتيريا والفيروسات والكائنات الأولية والفطريات. تُستخدم المواد المضادة للميكروبات في صورة أدوية من المستحضرات الصيدلانية مثل المضادات الحيوية ومضادات الفيروسات ومضادات الفطريات أو في صورة مواد كيميائية مثل المطهرات ومبيدات الجراثيم والمُعقِّمات.

ما هو المضاد الحيوي؟
تُنتِج البكتيريا أو الفطريات المواد المقاومة للميكروبات بصورة طبيعية والتي يمكن أن تقتل الكائنات المجهرية الأخرى أو أن تكبح نموها. يستخدم الناس أنواعًا كثيرة من المضادات الحيوية كأدوية للوقاية من العدوى التي تنقلها البكتريا المسببة للمرض والفطريات وبعض الطفيليات، ولعلاج هذه العدوى. وتُستَخدم أغلبية المضادات الحيوية ضد البكتيريا بصفة أساسية.

نظرًا لأن المضادات الحيوية هي نوع من أنواع مضادات الميكروبات، فإن المصطلحين يستخدمان عادةً للتعبير عن نفس المعنى.

ما هي مقاومة مضادات الميكروبات؟
تحدث مقاومة مضادات الميكروبات حين تتطور الكائنات المجهرية لتقاوم آثار عامل مضاد للميكروبات وتتكاثر في وجوده. على مستوى العالم، يموت حوالي ٧٠٠ ألف شخص بسبب الإصابة المُقاوِمة كل عام نظرًا لأن الأدوية المتاحة المضادة للميكروبات أصبحت أقلّ فاعليَّة في قتل مسببات الأمراض المُقاوِمة.

ما هو الانتقاء من أجل المُقاومة؟
الانتقاء الطبيعي عبارة عن آلية تؤدي إلى تكيُّف الكائنات لتُحسِّن من بقائها في بيئتها لكي تزدهر وتتكاثر. في سياق مقاومة مضادات الميكروبات، تبذل المواد المضادة للميكروبات ضغطًا على الميكروبات يؤدي إلى تطوّر المقاومة. تنجو الميكروبات التي تتمكن من مقاومة آثار مضادات الميكروبات وتتكاثر، في حين تُقتل الأضعف منها أو يُعاق نموها. ويزيد الإفراط في استخدام المضادات الحيوية أو سوء استخدامها من الانتقاء على أساس مقاومة المضادات الحيوية بين البكتيريا.

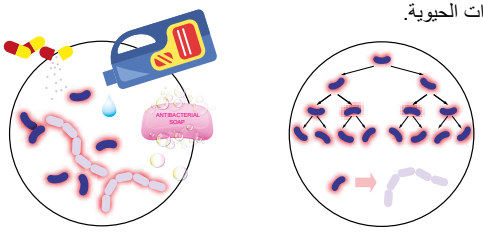
المضادات الحيوية وعوامل الانتقاء المشاركة والبكتيريا المقاومة في البيئة

يمكن أن يؤدي تفريغ المضادات الحيوية وغيرها من المركبات المضادة للميكروبات، مثل المطهرات والمعادن الثقيلة، في البيئات الطبيعية إلى تطور البكتيريا المقاوِمَة. توجد هذه المركَّبات في المياه والتربة بنطاقات واسعة من التركيز، طبقاً للمصدر وللسلوك من ناحية معدّل التحلّل والامتصاص في المواد الصلبة.[١٦،١٧] وتحتوي مياه الصرف في البلديات على مجموعة كبيرة من الملوِّثات: المستحضرات الصيدلانية ومنتجات العناية الشخصية من المنازل، ونفايات المستشفيات ذات التركيزات العالية من المضادات الحيوية والمُعقِّمات ومركبات من الأنشطة الصناعية بما في ذلك المعادن الثقيلة. تصرِفُ بعض منشآت إنتاج المستحضرات الصيدلانية كميات كبيرة جدًا من المضادات الحيوية مباشرةً إلى البيئة، مما يؤدي إلى تركيزات تصل إلى ما يُستخدم لمعالجة الإصابة في البشر أو تتجاوزها.[١٨،١٩] ويُعدّ مستوى المقاومة المرتفع الموجود بالقرب من المُنشأة دليلاً قاطعًا على أنَّ الانتقاء بالنسبة لمقاومة المضادات الحيوية يحدث في البيئات الملوَّثة.[٢٠] ولكن تركيزات المضادات الحيوية في معظم النفايات السائلة والمياه السطحية وبيئات التربة يمكن أن تكون أقل بمقدار ١٠٠٠ مرة من المستويات المستخدمة في العيادات أو في النفايات الصناعية السائلة غير المعالجة.[١٦] إن التلوث منخفض التركيز هو المهم بصفة خاصة - لأنّ التركيز أقلّ بكثير من أن يقتل البكتيريا التي تتعرض له، ولكنه يكفي لانتقائها للمقاومة.[٢١] وتتمثل المسألة في العتبة التي لا يكون فيها للمضادات الحيوية أثر انتقائي على المجتمعات الميكروبية. عند مستوى تركيز المضادات الحيوية المنخفض، قد يعتمد اكتساب المقاومة أكثر على انتقال الجين من كائن بكتيري آخر، وهو ما يُعرف باسم الانتقال الأفقي للجينات. ولذلك فإنه من غير المحتمل أن تعطي دراسات البكتيريا التي تُجرى على نوعٍ واحد على ألواح آغار فهمًا مُجديًا بشأن تطور المقاومة في المجتمعات الميكروبيّة المعقدة الموجودة في البيئة الطبيعية.

تعتمد التركيزات في مياه الأنهار على منشآت معالجة مياه الصرف بالإضافة إلى استخدام المضادات الحيوية لدى السكان الذين تخدمهم. تُصمَّم محطات المعالجة بوجه عام لإزالة الملوثات التقليدية مثل المواد المُغذيّة والمواد العضوية والمواد الصلبة المعلقة ومسببات الأمراض إلى حدٍ ما، ولكن ليس لإزالة المضادات الحيوية.[٢٢] وقد تحتوي أيضًا النفايات الزراعية مثل روَث الحيوانات على تركيزات من المضادات الحيوية تبلغ نفس الفعالية المستخدمة لمعالجة الإصابة. ولكن، بعد الامتزاز في جزئيات التربة، يُبطِل مفعول بعض المضادات الحيوية، في حين يبقى البعض الآخر نشطًا ويبذل ضغطًا انتقائيًا على البكتيريا الموجودة في التربة.[٢٣] ويُعتبر توليد بيانات زمنية ومكانية موثوقة بشأن تعرض المجتمعات الميكروبية لبقايا المضادات الحيوية في التربة والمياه أمرًا حيويًا لفهم مدى الانتقاء الذي يحدث في البيئات الطبيعية بصورة أفضل.[٢٤،٢٥] وتتعقَّد المسألة أكثر بفعل الخلط بين بقايا المضادات الحيوية والملوثات الأخرى، والتي يمكن أن تتحد لتُنتج ضغوط انتقائية زائدة بالمقارنة بالمواد المنفردة.[٢٦] وتتراكم الأدلة على الانتقاء غير المباشر أو الانتقاء المشارك لمقاومة المضادات الحيوية للمعادن الثقيلة مثل الفضة والكادميوم

الانتقاء الطبيعي ومقاومة المضادات الحيوية

في عالم الميكروبات، دائماً ما تحدث المنافسة بين الكائنات العضوية من خلال إنتاج جزيئات مضادة حيوياً لمنع غيرها من الازدهار. وتفنى الكائنات العضوية المعرّضة للخطر. ولكن يُعرَف عن البكتيريا والفطريات تطويرها لآليّةٍ لمقاومة هجوم المضادات الحيوية وللبقاء، أو بمعنى آخر، يُصبح لديها مناعة ضد المضادات الحيوية.



يُمكن للجينات المُقاومة أن تنتقل إلى الجيل التالي، وحتى بين البكتيريا غير المتصلة ببعضها عن طريق نقل الجينات الأفقي. إنّ الاستخدام المُفرَط وسوء استخدام العقاقير المُضادة حيوياً إلى جانب التعرّض المتزايد للمواد المُضادة للميكروبات في البيئة يعمل على زيادة انتقاء المناعة تجاه المُضادات الحيوية بين البكتيريا.

مقطع فيديو: المضادات الحيوية والبيئة: الأزمة الصامتة

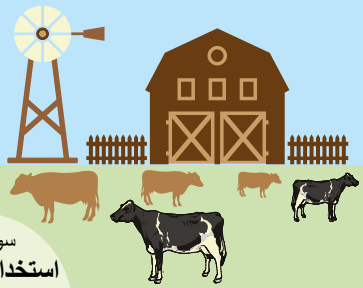
الرابط: www.youtube.com/watch?v=WSIrKEUxsPs

© جامعة ماك ماستر

مقاومة مضادات الميكروبات والبيئة

تعدّ البيئة عاملاً أساسياً في مقاومة المضادات الحيوية، وتستطيع البكتيريا الموجودة في التربة، والأنهار ومياه البحر تطوير مقاومتها من خلال التلامس مع البكتيريا المقاومة. والمضادات الحيوية والمطهّرات الناجمة عن النشاط البشري. وحينها قد يصبح البشر والمواشي عُرضةً للمزيد من البكتيريا المقاومة من خلال الغذاء والماء والهواء.

قفزَ الاستخدام البشري لمضادات الميكروبات بمعدل ٣٦٪ خلال العقد الأول من القرن الحالي.



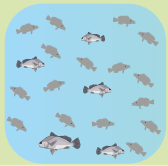
تُستَخدم مضادات البكتيريا بصورة متزايدة لزيادة نموّ الحيوانات في الزراعة الكثيفة وخصوصاً في البلدان النامية.

سوف يقفز **استخدام المضادات** البكتيرية للمواشي **بمعدّل ٦٧٪ بحلول عام ٢٠١٣.**

تتسبّب الأسمدة الحيوانية بتلوّث المجاري السطحية، والمياه الجوفية وشبكات الصرف الصحي.

٧٠٪ من المضادات الحيوية تُستخدَمُ مع الحيوانات.

قد تضيعُ نسبة **تصل إلى ٧٥٪ من المضادات** الحيوية المستخدمة في تربية الأحياء المائية داخل البيئة المحيطة.



يمكن امتصاص المضادات الحيوية من قِبَل النباتات والمحاصيل.

تحتوي تدفقات النفايات الرئيسية بما في ذلك المياه العادمة والأسمدة الحيوانية والصرف الزراعي على بقايا المضادات الحيوية والبكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية.

قد توجدُ البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية في **مصادر المياه الخام ومياه الشرب المعالَجة.**

٣٠٪ من المضادات الحيوية تُستَخدَمُ من قِبل البشر.

يُفرَز ما يصل إلى ٨٠٪ **من المضادات الحيوية المُستهلَكة** من خلال البول والبُراز.

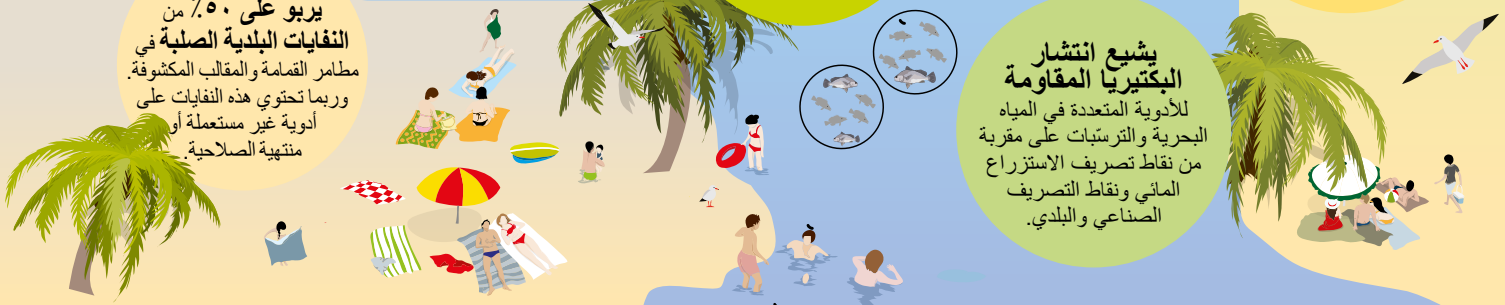
ليس بإمكان محطات معالجة المياه العادمة **التخلّص** من جميع المضادات الحيوية والبكتيريا المقاومة.

تزيدُ **مجموعة واسعةٌ من الملوّثات الموجودة في المياه العادمة** البلدية والصناعية من الضغط على البكتيريا لتُصبح بكتيريا مقاومة.

إنَّ تركيزات المضادات البكتيرية في معظم النفايات السائلة **أقلُّ من أن تكون مميتة** حال التعرض للبكتيريا، ولكنّها قد تكون كافية لتحفيز المقاومة البكتيرية.

ينتهي المطاف بما يربو على ٥٠٪ من **النفايات البلدية الصلبة** في مطامر القمامة والمقالب المكشوفة. وربما تحتوي هذه النفايات على أدوية غير مستعملة أو منتهية الصلاحية.

يشيع انتشار البكتيريا المقاومة للأدوية المتعددة في المياه البحرية والترسّبات على مقربة من نقاط تصريف الاستزراع المائي ونقاط التصريف الصناعي والبلدي.



مقطع فيديو: مقاومة البكتيريا وأثرها على الصحة

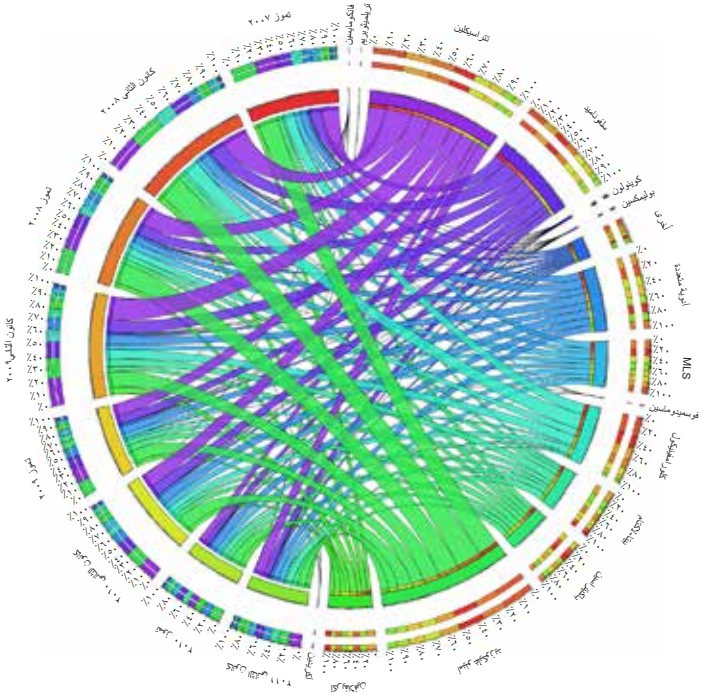
https://www.youtube.com/watch?v=eDhhv31vuV8 © جامعة إكستير

مرجع الصورة: جيمس غاثاني

والنحاس والزئبق والزنك وللمركبات ذات الخصائص المضادة للميكروبات مثل المُعقِّمات والمبيدات الحشرية.[٢٦-٣٠] وتُعدّ المعادن الثقيلة واسعة الانتشار في البيئات الزراعية والصناعية والحضرية. لذلك من المحتمل أن تتزايد مقاومة مضادات الميكروبات في البكتيريا المعرضة حتى حين يغيب الضغط الانتقائي المباشر من المضادات الحيوية.

نظرًا لأن المضادات الحيوية والبكتيريا المضادة للمقاومات الحيوية يأتيان من نفس المصدر، فإنهما عادة ما يوجدان معاً. كذلك تحتوي تدفقات النفايات الرئيسية بما في ذلك مياه الصرف ورَوَث الحيوانات وصرف الزراعة على بكتيريا مقاومة للمضادات الحيوية. ومن المحتمل أن يكون تفريغ مياه الصرف الصحي غير المعالجة أحد عوامل الدفع المؤدية إلى زيادة مقاومة المضادات الحيوية في البيئة، ولكنها مشكلة يُمثّلُ حلُّها تحدياً كبيراً. حتى في البلدان ذات الاستثمارات الكبيرة في مجال معالجة مياه الصرف واستراتيجيات الإدارة الرامية لخفض التلوث المائي الناجم عن الزراعة، هناك تفاوتات كبيرة في أعداد البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية التي لا تزال توجد داخل مصائد الأسماك النهرية. وقد وُجِدَت نتائج متعارضة تتعلق بقدرة معالجة مياه الصرف على خفض كمية البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية في النفايات السائلة، حيث تبيِّنُ بعض الدراسات فاعلية الإزالة بينما خلص البعض الآخر إلى زيادة أعداد البكتيريا المقاومة في النفايات السائلة بالمقارنة بالتدفق الداخل.[٢٢] وتشير هذه النتائج الأخيرة إلى أن محطات معالجة مياه الصرف قد تمثل نقاطًا ساخنة لانتقال الجينات أفقيًا نظرًا لارتفاع كثافة البكتيريا وزيادة المواد المُغذية.[٣١،٣٢] ولذلك فإن مياه الصرف وحمأة مياه المجارير تُعدّ أدوات استطلاع هامة، تتيح تقييم مدى وفرة البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية وجينات المقاومة لدى البشر.[٣٣،٣٤]

وفرة جينات مقاومة المضادات الحيوية في الحمأة المُنشطة من محطة شاتين لمعالجة مياه الصرف في هونغ كونغ، الصين، ٢٠٠٧-٢٠١١



إهداء من البروفيسور تونغ زانغ، جامعة هونغ كونغ انظر أيضاً يانغ وآخرون (٢٠١٣)[٣٣]

تُبيِّن الخطوط المتقاطعة وفرة جينات المُقاومة في ثمان عينات مأخوذة من الحمأة. وكلما زادت سماكةُ الخط، زادت وفرة فئة الجينات المُقاوِمَة. على سبيل المثال، الجينات المُقاوِمة للغليكوزيدات الأمينية والتتراسيكلين هي أكثر الأنواع السائدة المُكتشفة في جميع العينات.

التخفيف من تفريغ مضادات الميكروبات في البيئة

اتسمت السياسات التنظيمية الحالية بالبطء في النظر بصورة مناسبة إلى مسألة تفريغُ المضادات الحيوية والبكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية. أدى الوعي المتزايد بالقدرة المحتملة لبقايا المضادات الحيوية على إتلاف الكائنات المائية إلى إدراج ثلاثة من مركبات المضادات الحيوية على قائمة مراقبة الاتحاد الأوروبي لملوثات المياه الناشئة في عام ٢٠١٥.[٣٥] وهناك مبادرات طوعية لخفض تركيزات النفايات السائلة من المضادات الحيوية من قِبل بعض مُصنِّعي الأدوية.[٣٥] في أيلول/سبتمبر ٢٠١٦ وقَّع العديد من شركات المستحضرات الصيدلانية الرائدة على خارطة طريق لمقاومة مضادات الميكروبات قُدِّمَت إلى الأمم المتحدة تشمل الإدارة البيئية للإنتاج المرتبط بالمضادات الحيوية كموضوع محوري.[٣٦]

وقد مُنِعَت بعض المركبات المشاركة في الانتقاء مثل الترايكلوسان، والمستخدم في نطاق واسع من المنتجات الاستهلاكية، أو قُيِّدَت في أسواق عديدة. وقد فرضت رابطة أمم جنوب شرق آسيا قيوداً على الحد الأقصى لتركيز الترايكلوسان في مستحضرات التجميل والعناية الشخصية.[٣٧] وقد قضت إدارة الأغذية والعقاقير في الولايات المتحدة في عام ٢٠١٦ أن المنتجات المضادة للبكتيريا التي تباع دون وصفات طبية وتحتوي على الترايكلوسان و١٨ مركبًا آخر ينبغي ألا تُسوَّق إذ اكتُشِفَ أنَّ التعرض لهذه المكونات النشطة على المدى الطويل يمكن أن يسبب مخاطر صحية مثل مقاومة البكتيريا أو الآثار الهرمونية.[٣٨]

يمكن لزيادة تنظيم المضادات الحيوية، والمركبات المشاركة في الانتقاء أن تكون بمثابة القوى الدافعة لتطوير حلول للتخفيف وخفض المخاطر وأن تحفِّز المناقشات بشأن المسؤولية عن بقايا المضادات الحيوية وعن البكتيريا المقاومة التي تنشأ نتيجة لها. ويرى البعض أن مصنِّعي المضادات الحيوية والذين يصفونها للمرضى والمزارعين وحتى المرضى يتحملون بعض المسؤولية عن الآثار المدمرة لبقايا المضادات الحيوية التي تصل إلى البيئة. ويمكن أن يؤدي مثل هذا التغير الكبير في الطريقة التي نتعامل بها مع مقاومة المضادات الحيوية، وبخاصة في سياق نهج "توحيد الأداء في مجال الصحة"، إلى تحويل حوافز خفض استخدام المضادات الحيوية وإلى تحسين ممارسات إدارة النفايات.

توجد بالفعل العديد من استراتيجيات التخفيف التي تخفض أو تزيل المضادات الحيوية والبكتيريا المقاوِمَة من مسارات النفايات الداخلة إلى البيئة: معالجة مياه الصرف الثانوية والثالثيّة؛ الترشيح بالأغشية والأوزون الذي يزيل المضادات الحيوية والبكتيريا؛ وإزالة الإصابة عن طريق الأشعة فوق البنفسجية والمعالجة الحرارية، والتي تُعدّ أكثر فاعلية في إزالة البكتيريا القابلة للحياة. هناك بالفعل العديد من استراتيجيات التخفيف التي تخفض أو تزيل المضادات الحيوية والبكتيريا المقاوِمَة من مسارات النفايات الداخلة إلى البيئة: معالجة مياه الصرف الثانوية والثالثيّة؛ الترشيح بالأغشية والأوزون

الانتقاء المشارك لمقاومة المضادات الحيوية والمعادن والمبيدات الحشرية

مقطع فيديو: لماذا فرضت إدارة الغذاء والدواء حظرًا على الصابون المضاد للبكتريا؟

الرابط: www.youtube.com/watch?v=9dExiRwh-DQ
مرجع الصورة: غالوشكو سيرجي Shutterstock.com

© SciShow

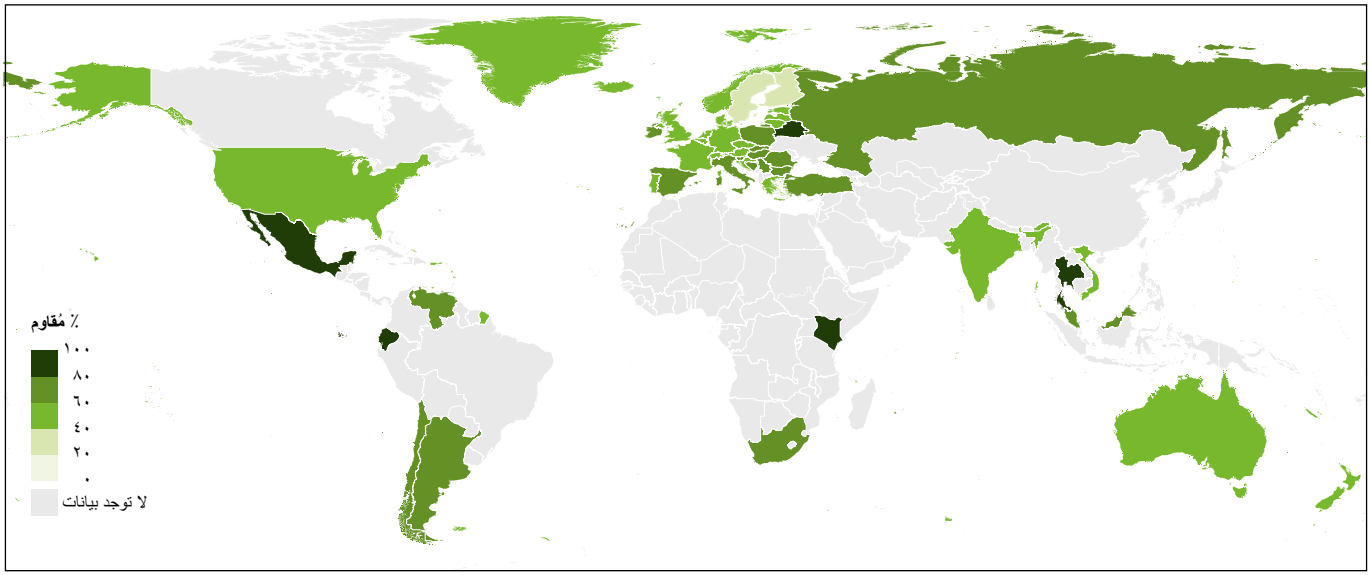
الذي يزيل المضادات الحيوية والبكتيريا؛ وإزالة الإصابة عن طريق الأشعة فوق البنفسجية والمعالجة الحرارية، والتي تُعدّ أكثر فاعلية في إزالة البكتيريا القابلة للحياة. لهذه المقاربات مستويات متباينة من الفاعلية وبعضها يمكن أن يؤدي إلى عواقب غير مقصودة، مثل النواتج الثانوية السامة. كما يمكن أيضاً استخدام معالجة نفايات الحيوانات قبل وضعها على الأرض واستخدام الأساليب البسيطة لخفض التلوث المائي. وتُعدّ العوائق التي تواجه هذه النُهج مالية إلى حدٍ كبير وترتبط بقدرة المجتمعات على التغيير أو رغبتها فيه. وهناك حاجة مُلحة لفهم المخاطر التي تمثلها مقاومة مضادات الميكروبات على نحوٍ أفضل في البيئة وتطوير تقنيات تخفيف مستدامة.

يقال إنّ تعقيد المشكلة شديد للغاية إلى درجة يصعب الوقوف عليها، بالنظر إلى احتماليّة التفاعلات بين أعداد لا يمكن تخيّلها من البكتيريا مع قدرة تبدو غير محدودة على نقل الجينات، وإلى الخلائط المعقدة من المركبات المُسببة للانتقاء، وإلى تباين آليات بناء المقاومة.[٣٩] ومع وجود بيانات كافية، فإن هذا يبدو غير صحيح، ولكن السؤال يبقى ما إذا كان لدينا الوقت لننتظر حتى يتم توليد بيانات كافية قبل اتخاذ القرارات.

إننا نعلم أنه حيثما يحدث النشاط الإنساني تظهر مستويات متزايدة من المضادات الحيوية ومقاومة المضادات الحيوية في البيئة. كما نعلم أن بعض المضادات الحيوية في الظروف المخبَريّة تؤدي إلى الانتقاء من أجل مقاومة المضادات الحيوية حتى عند التركيزات الموجودة في البيئة الطبيعية.

كما نعلم أيضاً أن جينات المقاومة الهامة من الناحية الإكلينيكية والتي ظهرت مؤخرًا في مسببات الأمراض جاءت في الأصل من بكتيريا موجودة في البيئة الطبيعية. هناك بيانات متاحة بالفعل تُبيّن أن الانتقال يحتمل أن يحدث عن طريق سلسلة الغذاء ومن خلال التعرض للبيئات الملوثة. وكثيراً ما يكون هناك دعوة للقرارات القائمة على الأدلة، ولكن في مشكلة معقدة مثل مقاومة المضادات الحيوية، ما هو القدر الكافي من الأدلة؟ فقد يكون الحصول على أدلة كافية من النوع الذي تولّده التجارب الإكلينيكية ضربًا من المستحيل أو مهمةً تُمثّل تحديًا إلى الدرجة التي تجعلنا نخاطر بالتأخّر في تنظيم استخدام المضادات الحيوية وتنفيذ استراتيجيات التخفيف.

النسبة المئوية من *الإشريكية القولونية* الغازية المعزولة المُقاومة للأمينوبنسلين



إهداء من مركز ديناميات الأمراض والاقتصاد والسياسة (CDDEP). للمزيد من خرائط المقاومة، يُرجى زيارة http://resistancemap.cddep.org/AntibioticResistance.php

الأبحاث المستقبلية والأنشطة التي تُرشِدُ السياسات

توجد مقاومة مضادات الميكروبات بصورة متزايدة في مسببات الأمراض ذات الأهمية الإكلينيكية، ويتزايد الإنتاج الحيواني بشدة استجابةً لتزايد الطلب، ويؤدي النمو السكاني والتوسع الحضري المتسارع إلى المزيد من التلوث. وتشير هذه الاتجاهات معاً إلى أن العمليات الدافعة إلى انتشار مقاومة المضادات الحيوية سوف تستمر خلال المستقبل المنظور، ما لم تتدخل إجراءات متضافرة ومُنسَّقة على المستوى العالمي. ومن المُؤمَّل أن تدفعنا هذه الاتجاهات إلى إدارة القضية بصورة أفضل وإلى تمكين السياسات التي تأخذ الأدوار الحاسمة للبيئة الطبيعية في الاعتبار.

قد تتضمّن التدابير الاحتياطية خفض الانبعاث الكلي للمضادات الحيوية، والمركبات المشاركة في الانتقاء إلى البيئة من خلال المزيد من الاستخدام الرشيد والخاضع للمراقبة بالإضافة إلى معالجة الأماكن البالغة الأهمية مثل المستشفيات ومواقع إنتاج الأدوية ومحطات معالجة مياه الصرف والمصادر الزراعية من خلال تحسين الصرف الصحي وإدارة مياه الصرف. وتتضمن الاحتياطات الأخرى إنهاء استخدام المضادات الحيوية كمعزِّزات للنمو في تربية الحيوانات، وخفض استخدام المنتجات المنزلية ومنتجات العناية الشخصية التي تحتوي على مواد مضادة للميكروبات إلى أقصى حدٍ ممكن وتشجيع الابتكارات التكنولوجية التي تضمن تحلّل المضادات الحيوية المطوّرة حديثًا بسرعة بعد تقديمها لآثارها المفيدة.

يجب أن تستقي السياسات المسؤولة المعلومات من الأبحاث الأساسية في إسهام مضادات الميكروبات والتلوث الكيميائي المشارك في الانتقاء في البيئة الطبيعية في المستويات الإجمالية لمقاومة مضادات الميكروبات، بالإضافة إلى تطور المقاومة وانتقالها. على سبيل المثال، تساعد الأبحاث التي تُجرى حول مصير بقايا المضادات الحيوية عند التقائها بالتربة الجهات التنظيمية في معرفة المضادات الحيوية التي تظلُّ نشطة بيولوجيًا - أي قادرة على ممارسة ضغوط انتقائية - وبالتالي تتطلب المزيد من الاهتمام.[٢٣] وبالمثل، فإن اكتساب فهم لقدرات مضادات الميكروبات على انتقاء المقاومة في البيئات المائية يمكن أن يساعدنا في تصميم تدابير تنظيمية أكثر فاعليّة واستراتيجيات لإدارة مياه الصرف استناداً إلى الآثار الانتقائية، بدلاً من تركيز الصرف. ويعدّ نشر النتائج إلى جمهور أوسع ذا أهمية بالغة في زيادة الوعي بالقضية بين الجمهور وصانعي السياسات وزعماء المجتمع المحلي.

حين يفشل العلاج بالمضادات الحيوية نتيجة المقاومة، فإن الاستجابة تكون عن طريق استخدام المزيد من المضادات الحيوية. وقد أدى هذا إلى الإفراط في الاستخدام وإدامة الطلب على مضادات حيوية جديدة لاستبدال تلك التي لم تعد فعّالة. حين يواجه الأطباء والأطباء البيطريون مرضى مصابين بالعدوى يمكن أن يستفيدوا من العلاج بالمضادات الحيوية، فإن القلق بشأن مقاومة مضادات الميكروبات في البيئة الطبيعية لا يمثل أولوية ضمن مخاوفهم. وعلى الرغم من ذلك، يجب منع المضادات الحيوية القابلة للاستمرار، والمركبات التي تساعد في الانتقاء والبكتيريا المقاومة من دخول البيئة الطبيعية حيث يمكن أن تؤدي إلى ظهور جينات مقاومة جديدة. بدون وقاية، سوف نكون عُرضةً لمخاطر مباشرة وكبيرة تتعلق بالتعرض لمخزونات البيئة من مسببات الأمراض المقاومة لمضادات الميكروبات.

الترحيب بمشاركة المواطنين في رصد المواد المضادة للميكروبات في البيئة

لخفض حدوث المزيد من مقاومة مضادات الميكروبات، يحتاج الباحثون إلى فهم كيفية تعرُّض البكتيريا لمقاومة مضادات الميكروبات والمركبات التي تساعد في الانتقاء في بيئات متباينة وكيف يتطور مثل هذا التعرض حتى ظهور المقاومة وانتشارها. وتعوق العديد من التحديات - مثل الوقت والموارد وقيود البيانات - قدرتنا على الإجابة على مثل هذه الأسئلة الأساسية.

ويمكن أن يكون طلب المساعدة من المجتمع المدني مُكمِّلاً للقوى العاملة المهنية العلمية والفنية، وسوف يؤدي تضمين إسهاماتهم إلى جعلهم جزئاً من الحل بالإضافة إلى بناء الوعي. يمكن أن يُعالج إشراك مختلف أصحاب المصلحة عبر القطاعات فجوات البيانات وأن يوفِّر فرصاً لاكتساب فهم جديد. ويمكن أن يساعد العلماء على اكتشاف النقاط الساخنة للتلوث بمضادات الميكروبات، ورسم خرائط للأنماط وتحديد استراتيجيات التدخل.

على سبيل المثال، يمكن أن تحفِّز الأدوات المتاحة على شبكة الإنترنت المزارعين على إدخال بيانات بشأن أنواع المضادات الحيوية التي يستخدمونها وتوفير معلومات تتعلق بكيفية التخلص من المياه الملوثة بالمضادات الحيوية. يمكن للمستهلكين المهتمين إدخال بيانات بشأن استخدام المضادات الحيوية أو التخلص من الأدوية منتهية الصلاحية أو استخدام منتجات منزلية ذات خصائص مضادة للميكروبات. ويمكن لطلاب المدارس الثانوية جمع عينات التربة والمياه أو حتى عينات البراز من سلالات حيوانية ذات دلالة، لتحليلها في المشروعات التي يوجهها العلماء.[٤٠،٤١] ويمكن تصميم الحملات التي تستضيف فعاليات مسابقات مخصصة، تجتذب المبرمجين للمساعدة في تطوير أدوات جديدة مثل تطبيقات الهواتف للتعرف الكيميائي والتحليل الإحصائي للتركيزات والاتجاهات المتعلقة بالتوقيت.

المراجع

1. Chan, M. (2011). World Health Day 2011: Combat drug resistance: no action today means no cure tomorrow, Statement by WHO Director-General, Dr Margaret Chan 6 April 2011. World Health Organization, Geneva. http://www.who.int/mediacentre/news/statements/2011/whd_20110407/en/
2. O'Neill Commission (2014). *Review on Antimicrobial Resistance: Tackling a crisis for the health and wealth of nations*. Review on Antimicrobial Resistance, London. https://amr-review.org/Publications.html
3. Angelakis, E., Merhej, V. and Raoult D. (2013) Related actions of probiotics and antibiotics on gut microbiota and weight modification. *The Lancet Infectious Diseases*, 99-889 ,(10)13. https://www.researchgate.net/publication/257134399_Related_actions_of_probiotics_and_antibiotics_on_gut_microbiota_and_weight_modification
4. Cogliani, C., Goossens, H. and Greko, C. (2011). Restricting Antimicrobial Use in Food Animals: Lessons from Europe. *Microbe*, 279–274 ,(6)6. https://louise.house.gov/sites/slaughter.house.gov/files/migrated/uploads/Cogliani202011%.pdf
5. O'Brien, J. and Wright, G.D. (2011). An ecological perspective of microbial secondary metabolism. *Current Opinion in Biotechnology*, 558-552 ,(4)22. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958166911000620
6. Bhullar, K., Waglechner, N., Pawlowski, A., Koteva, K., Banks, E.D., Johnston, M.D., Barton, H.A. and Wright, G.D. (2012). Antibiotic Resistance is Prevalent in an Isolated Cave Microbiome. *PLoS ONE*, 4)7), e34953. http://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0034953&type=printable
7. Gaze, W.H., Zhang, L., Abdouslam, N.A., Hawkey, P.M., Calvo-Bado, L., Royle, J., Brown, H., Davis, S., Kay, P., Boxall, A.B.A. and Wellington, E.M.H. (2011). Impacts of anthropogenic activity on the ecology of class 1 integrons and integron-associated genes in the environment. *The International Society for Microbial Ecology*, 1261-1253 ,5. https://www.nature.com/ismej/journal/v5/n8/full/ismej201115a.html
8. Humeniuk, C., Arlet, G., Gautier, V., Grimont, P., Labia, R. and Philippon, A. (2002). Beta-lactamases of Kluyvera ascorbata, probable progenitors of some plasmid-encoded CTX-M types. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 3049-3045 ,(9)46. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC127423/pdf/0710.pdf
9. Nordmann, P., Lartigue, M.F. and Poirel, L. (2008). Beta-lactam induction of ISEcp1B-mediated mobilization of the naturally occurring bla(CTX-M) beta-lactamase gene of Kluyvera ascorbata. *FEMS Microbiology Letter*, 249-247 ,288. https://academic.oup.com/femsle/article-pdf/247-2-288/1415383/247/2/288.pdf
10. Poirel, L., Rodriguez-Martinez, J.M., Mammeri, H., Liard, A. and Nordmann, P. (2005). Origin of plasmid-mediated quinolone resistance determinant QnrA. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 3525-3523 ,(8)49. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1196254/pdf/05-0337.pdf
11. Wellington, E.M., Boxall, A.B., Cross, P., Feil, E.J., Gaze, W.H., Hawkey, P.M., Johnson-Rollings, A.S., Jones, D.L., Lee, N.M., Otten, W., Thomas, C.M. and Williams, A.P. (2013). The role of the natural environment in the emergence of antibiotic resistance in Gram-negative bacteria. *The Lancet Infectious Diseases*, 165-155 ,(2)13. http://www.thelancet.com/pdfs/journals/laninf/PIIS1-70317(12)3099-1473.pdf
12. Ashbolt, N.J., Amezquita, A., Backhaus, T., Borriello, P., Brandt, K.K., Collignon, P., Coors, A., Finley, R., Gaze, W.H., Heberer, T., Lawrence, J.R., Larsson, D.G.J., McEwen, S.A., Ryan, J.J., Schönfeld, J., Silley, P., Snape, J.R., Van den Eede, C. and Topp, E. (2013). Human Health Risk Assessment (HHRA) for environmental development and transfer of antibiotic resistance. *Environmental Health Perspectives*, 1001-993 ,(9)121. https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/9/121/ehp.1206316.pdf
13. Finley, R.L., Collignon, P., Larsson, D.G.J., McEwen, S.A., Li, X.Z., Gaze, W.H., Reid-Smith, R., Timinouni, M., Graham, D.W. and Topp, E. (2013). The scourge of antibiotic resistance: the important role of the environment. *Clinical Infectious Diseases*, 710-704 ,(5)57. https://academic.oup.com/cid/article-pdf/885497/704/5/57/cit355.pdf
14. Leonard, A.F., Zhang, L., Balfour, A.J., Garside, R. and Gaze, W.H. (2015). Human recreational exposure to antibiotic resistant bacteria in coastal bathing waters. *Environment International*, 100-92 ,82. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412015000409
15. Price, L.B., Stegger, M., Hasman, H., Aziz, M., Larsen, J, Andersen, P.S., Pearson, T., Waters, A.E., Foster, J.T., Schupp, J., Gillece, J., Driebe, E., Liu, C.M., Springer, B., Zdovc, I., Battisti, A., Franco, A., Žmudzki, J., Schwarz, S., Butaye, P., Jouy, E., Pomba, C., Porrero, C., Ruimy, R., Smith, T.C., Robinson, A.D., Weese, J.S. Arriola, C.S., Yu, F., Laurent, F., Keim, P., Skov, R. and Aarestrup, F.M. (2012). Staphylococcus aureus CC398: Host adaptation and emergence of methicillin resistance in livestock. *mBio*, 1)3), e-00305e00311. http://mbio.asm.org/content/1/3/e11-00305.full.pdf+html
16. Kummerer, K. (2009). Antibiotics in the aquatic environment – a review – part I. *Chemosphere*, 434-417 ,(4)75. https://www.researchgate.net/publication/284296697_Antibiotics_in_the_aquatic_environment_-_A_review
17. Kummerer, K. (2009). Antibiotics in the aquatic environment – a review – part II. *Chemosphere*, 441-435 ,(4)75. https://www.researchgate.net/publication/23959090_Antibiotics_in_the_aquatic_environment_-_A_review_-_Part_II
18. Larsson, D.G.J. (2010). Release of active pharmaceutical ingredients from manufacturing sites – need for new management strategies. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 186-184 ,(1)6. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ieam.20/epdf
19. Larsson, D.G.J. (2014). Pollution from drug manufacturing: review and perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 20130571 ,369. http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/20130571/1656/369.full.pdf
20. Rutgersson C., Fick, J., Marathe, N., Kristiansson, E., Janzon, A., Angelin, M., Johansson, A., Shouche, Y., Flach, C.F. and Larsson, D.G. (2014). Fluoroquinolones and qnr genes in sediment, water, soil, and human fecal flora in an environment polluted by manufacturing discharges. *Environmental Science & Technology*, 7832-7825 ,(14)48.

21. Gullberg, E., Cao, S., Berg, O.G., Ilback, C., Sandegren, L., Hughes, D. and Andersson, D.I. (2011). Selection of resistant bacteria at very low antibiotic concentrations. *PLoS Pathogens*, 7)7), e1002158. http://journals.plos.org/plospathogens/article/file?id=10.1371/journal.ppat.1002158&type=printable

22. Pruden, A., Larsson, D.G., Amezquita, A., Collignon, P., Brandt, K.K., Graham, D.W., Lazorchak, J.M., Suzuki, S., Silley, P., Snape, J.R., Topp, E., Zhang, T. and Zhu, Y.G. (2013). Management options for reducing the release of antibiotics and antibiotic resistance genes to the environment. *Environmental Health Perspectives*, 885-878 ,(8)121. https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/8/121/ehp.1206446.pdf

23. Subbiah, M., Mitchell, S.M., Ullman, J.L. and Call, D.R. (2011). β-Lactams and Florfenicol Antibiotics Remain Bioactive in Soils while Ciprofloxacin, Neomycin, and Tetracycline Are Neutralized. *Applied and Environmental Microbiology*, 7260-7255 ,(20)77. http://aem.asm.org/content/7255/20/77.full.pdf+html

24. Berendonk, T.U., Manaia, C.M., Merlin, C., Fatta-Kassinos, D., Cytryn, E., Walsh, F., Burgmann, H., Sorum, H., Norstrom, M., Pons, M., Kreuzinger, N., Huovinen, P., Stefani, S., Schwartz, T., Kisand, V., Baquero, F. and Martinez, J.L. (2015). Tackling antibiotic resistance: the environmental framework. *Nature Reviews Microbiology*, 317–310 ,13. https://www.nature.com/nrmicro/journal/v13/n5/full/nrmicro3439.html

25. Boxall, A.B.A., Rudd, M.A., Brooks, B.W., Caldwell, D.J., Choi, K., Hickmann, S., Innes, E., Ostapyk, K., Staveley, J.P., Verslycke, T., Ankley, G.T., Beazley, K.F., Belanger, S.E., Berninger, J.P., Carriquiriborde, P., Coors, A., DeLeo, P.C., Dyer, S.D., Ericson, J.F., Gagné, F., Giesy, J.P., Gouin, T., Hallstrom, L., Karlsson, M.V., Larsson, D.G.J., Lazorchak, J.M., Mastrocco, F., McLaughlin, A., McMaster, M.E., Meyerhoff, R.D., Moore, R., Parrott, J.L., Snape, J.R., Murray-Smith, R., Servos, M.R., Sibley, P.K., Straub, J.O., Szabo, N.D., Topp, E., Tetreault, G.R., Trudeau, V.L. and Van Der Kraak, G. (2012). Pharmaceuticals and personal care products in the environment: what are the big questions? *Environmental Health Perspectives*, 1229-1221 ,(9)120. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3440110/pdf/ehp.1104477.pdf

26. Gullberg E, Albrecht, L.M., Karlsson, C., Sandegren, L. and Andersson, D.I. (2014). Selection of a multidrug resistance plasmid by sublethal levels of antibiotics and heavy metals. *mBio*, 5)5), e14-01918. http://mbio.asm.org/content/5/5/e14-01918.full.pdf+html

27. Baker-Austin, C., Wright, M.S., Stepanauskas, R., McArthur, J.V. (2006). Co-selection of antibiotic and metal resistance. *Trends in Microbiology*, ,(4)14 182-176. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16537105

28. Gaze, W.H., Zhang, L., Abdouslam, N.A., Hawkey, P.M., Calvo-Bado, L., Royle, J., Brown, H., Davis, S., Kay, P., Boxall, A.B.A and Wellington, E.M. (2011). Impacts of anthropogenic activity on the ecology of class 1 integrons and integron-associated genes in the environment. *The ISME Journal*, 1261-1253 ,(8)5. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21368907

29. Wales, A.D. and Davies, R.H. (2015). Co-Selection of Resistance to Antibiotics, Biocides and Heavy Metals, and Its Relevance to Foodborne Pathogens. *Antibiotics*, 604-567 ,(4)4. http://www.mdpi.com/-2079567/4/4/6382/pdf

30. Seiler, C. and Berendonk, T.U. (2012). Heavy metal driven co-selection of antibiotic resistance in soil and water bodies impacted by agriculture and aquaculture. *Frontiers in Microbiology*, 399)3). http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2012.00399/full

31. Stalder, T., Barraud, O., Casellas, M., Dagot, C. and Ploy, M-C. (2012). Integron involvement in environmental spread of antibiotic resistance. *Frontiers in Microbiology*, 119)3). http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2012.00119/full

32. Tennstedt, T., Szczepanowski, R., Braun, S., Pühler, A. and Schlüter, A. (2003). Occurrence of integron-associated resistance gene cassettes located on antibiotic resistance plasmids isolated from a wastewater treatment plant. *FEMS Microbiology Ecology*, 252-239 ,(3)45. https://academic.oup.com/femsec/article-pdf/239-3-45/18091371/239/3/45.pdf

33. Yang, Y., Li, B., Ju, F. and Zhang, T. (2013). Exploring variation of antibiotic resistance genes in activated sludge over a four-year period through a metagenomic approach. *Environmental Science & Technology*, ,(18)47 10205-10197. http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es4017365

34. Zhang, T. (2016). Antibiotics and resistance genes in wastewater treatment plants. *AMR Control*, 9 July 2016. http://resistancecontrol.info/amr-in-food-water-and-the-environment/antibiotics-and-resistance-genes-in-wastewater-treatment-plants/

35. EU JRC (2016). *First Watch List for emerging water pollutants*. The Join Research Centre of the European Union. https://ec.europa.eu/jrc/en/news/first-watch-list-emerging-water-pollutants

36. IFPMA (2016). Leading Pharmaceutical Companies Present Industry Roadmap to Combat Antimicrobial Resistance. International Federation of Pharmaceutical Manufacturers & Association Press Release, 20 September 2016. https://www.ifpma.org/resource-centre/leading-pharmaceutical-companies-present-industry-roadmap-to-combat-antimicrobial-resistance/

37. ASEAN (2016). Opinion on Triclosan in cosmetic products. The Association of Southeast Asian Nations http://aseancosmetics.org/uploads/UserFiles/Opinion20%on20%Triclosan20%Feb_202016%.pdf

38. US-FDA. FDA issues final rule on safety and effectiveness of antibacterial soaps. United States Food and Drug Administration. https://www.fda.gov/newsevents/newsroom/pressannouncements/ucm517478.htm

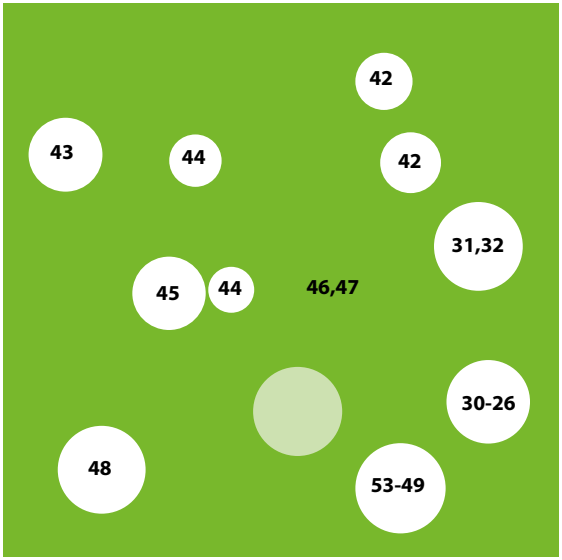
39. Smith, D.L., Dushoff, J. and Morris, J.G. (2005). Agricultural antibiotics and human health. *PLoS Medicine*, 8)2), e232. http://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.0020232

40. Macquarie University (2017). Citizen scientists tackling antibiotic resistance one possum poop at a time. *This Week*, 7 August 2017. Macquarie University, Sydney. http://www.mq.edu.au/

thisweek/07/08/2017/citizen-scientists-tackling-antibiotic-resistance-one-possum-poop-at-a-time

41. NSF (2017). RAISE: Neighborhood Environments as Socio-Techno-bio Systems. National Science Foundation's Awards website. https://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=1744724&HistoricalAwards=false

مراجع الرسم التوضيحي



42. Van Boeckel, T.P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B.T., Levin, S.A., Robinson, T.P., Teillant, A. and Laxminarayan, R. (2015). Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 5654–5649 ,(18)112. http://www.pnas.org/content/5649/18/112.abstract

43. Grigorakis, K. and Rigos, G. (2011). Aquaculture effects on environmental and public welfare – The case of Mediterranean mariculture. *Chemosphere*, 919-899 ,(6)85. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653511008344?via3%Dihub

44. O'Neill Commission (2015). *Antimicrobials in agriculture and the environment: Reducing unnecessary use and waste.* The Review on Antimicrobial Resistance, London. https://amr-review.org/Publications.html

45. Gothwal, R. and Shashidhar, T. (2014). Antibiotic Pollution in the Environment: A Review. Clean ñ Soil, Air, Water, 1 ,42ñ11. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/clen.201300989/abstract

46. Bergeron, S., Boopathy, R., Nathaniel, R., Corbin, A. and LaFleur, G. (2015). Presence of antibiotic resistant bacteria and antibiotic resistance genes in raw source water and treated drinking water. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 374-370 ,102. https://www.researchgate.net/publication/276075506_Presence_of_antibiotic_resistant_bacteria_and_antibiotic_resistance_genes_in_raw_source_water_and_treated_drinking_water

47. Jia, S., Shi, P., Hu, Q., Li, B., Zhang, T. and Zhang, X.X. (2015). Bacterial community shift drives antibiotic resistance promotion during drinking water chlorination. *Environmental Science & Technology*, -12271 ,(20)49 12279. https://www.researchgate.net/publication/282135668_Bacterial_Community_Shift_Drives_Antibiotic_Resistance_Promotion_during_Drinking_Water_Chlorination

48. Hoornweg, D. and Bhada-Tata, P. (2012). *What a Waste : A Global Review of Solid Waste Management.* Urban development series; Knowledge papers no. 15. World Bank, Washington, DC. https://openknowledge.worldbank.org/handle/17388/10986

49. Berglund, B. (2015). Environmental dissemination of antibiotic resistance genes and correlation to anthropogenic contamination with antibiotics. *Infection Ecology & Epidemiology*, 28564 ,5. http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3402/iee.v5.28564?needAccess=true

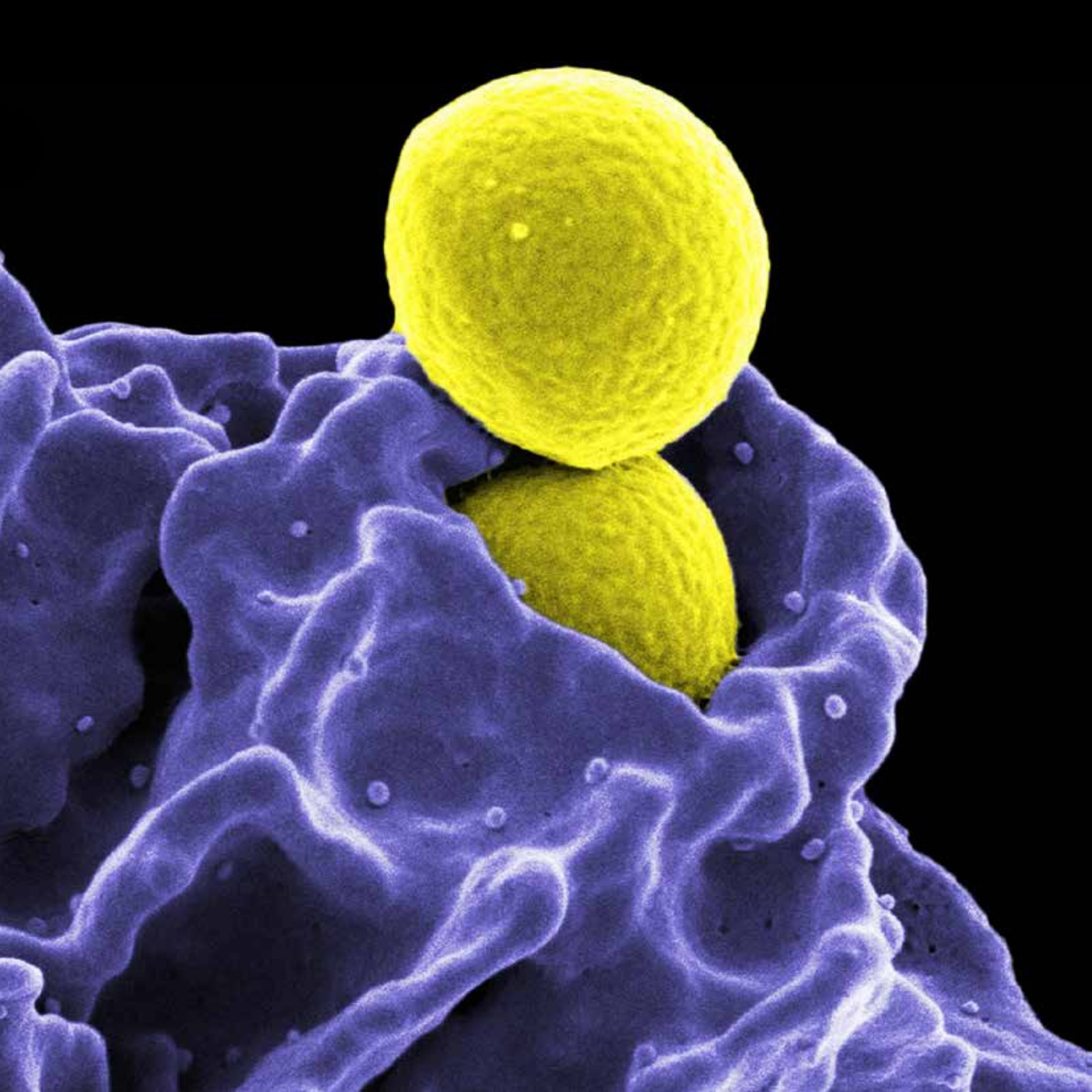
50. Guyomard-Rabenirina, S., Dartron, C., Falord, M., Sadikalay, S., Ducat, C., Richard, V., Breurec, S., Gros, O. and Talarmin, A. (2017). Resistance to antimicrobial drugs in different surface waters and wastewaters of Guadeloupe. *PLoS ONE*, 3)12), e0173155. http://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0173155&type=printable

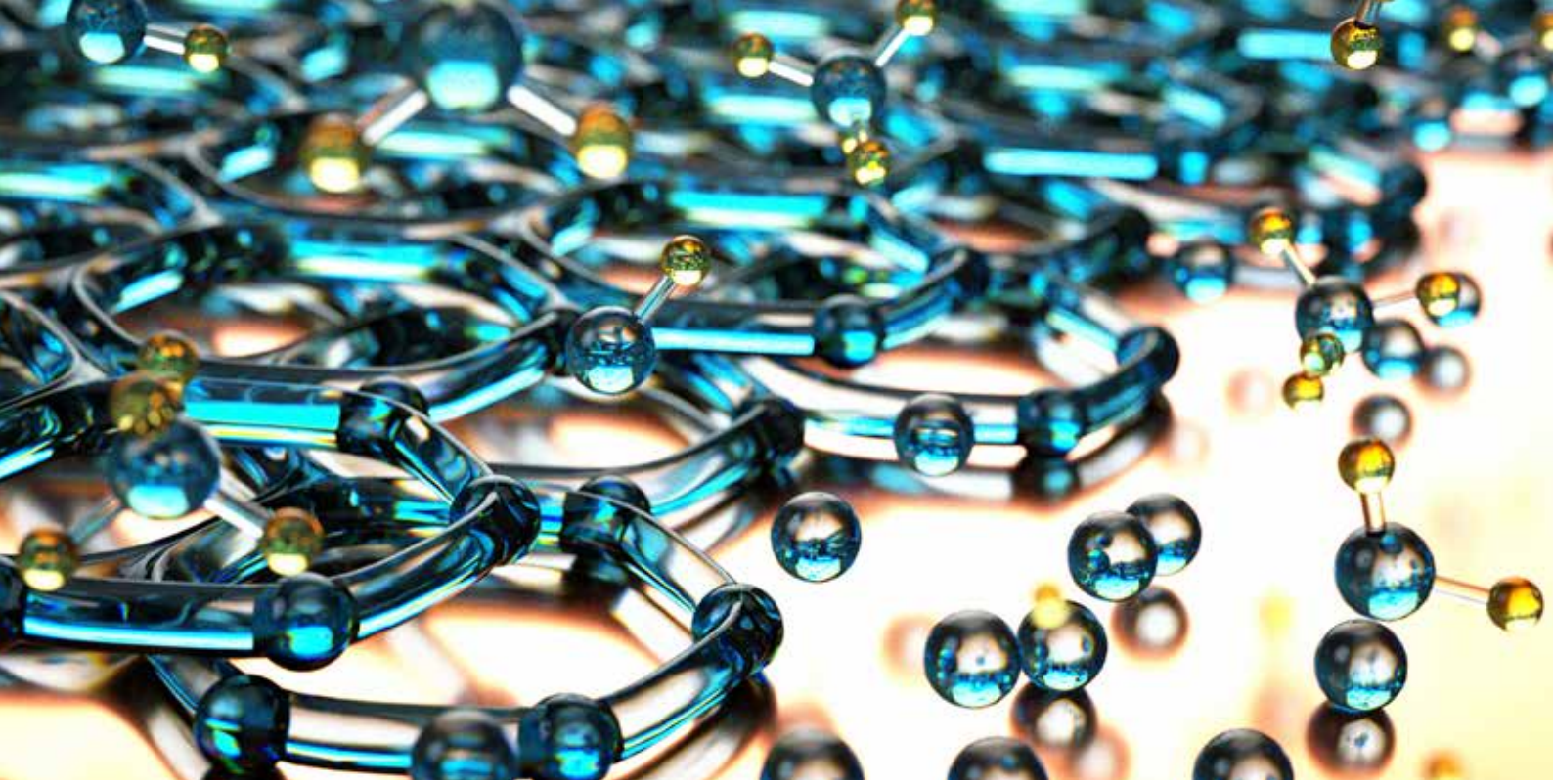
51. Maloo, A., Borade, S., Dhawde, R., Gajbhiye, S.N. and Dastager, S.G. (2014). Occurrence and distribution of multiple antibiotic-resistant bacteria of Enterobacteriaceae family in waters of Veraval coast, India. *Environmental and Experimental Biology*, 50-43 ,12. http://drs.nio.org/drs/bitstream/handle/4533/2264/Environ_Exp_Biol_43_12.pdf?sequence=1

52. Shah, S.Q.A., Cabello, F.C., L'Abée-Lund, T.M., Tomova, A., Godfrey, H.P., Buschman, A.H. and Sørum, H. (2014). Antimicrobial resistance and antimicrobial resistance genes in marine bacteria from salmon aquaculture and non-aquaculture sites. *Environmental Microbiology*, 1320-1310 ,(5)16. https://www.researchgate.net/publication/260681099_Antimicrobial_resistance_and_antimicrobial_resistance_genes_in_marine_bacteria_from_salmon_aquaculture_and_non-aquaculture_sites

53. Zhao, J.Y. and Dang, H. (2012). Coastal Seawater Bacteria Harbor a Large Reservoir of Plasmid-Mediated Quinolone Resistance Determinants in Jiaozhou Bay, China. *Microbial Ecology*,199-187 ,64. https://www.researchgate.net/publication/221754196_Coastal_Seawater_Bacteria_Harbor_a_Large_Reservoir_of_Plasmid-Mediated_Quinolone_Resistance_Determinants_in_Jiaozhou_Bay_China

Methicillin-resistant Staphylococcus aureus bacteria being enveloped by a human white blood cell
Credit: US National Institute of Allergy and Infectious Diseases





مرجع الصورة: مجموعة هيكل، *مُرخَّصة بموجب نَسب المُصنَّف - غير تجاري - منع الاشتقاق ٢,٠*

المواد النانومترية:
تطبيق مبدأ الاحتياط

الأبعاد النانومترية - اكتشافات جديدة عن مواد مألوفة

مُنِحَت جائزة نوبل في الكيمياء لعام ٢٠١٦ إلى جان بيير ساوفاج، والسير. جي فريزر ستودارت وبرنارد إل. فيرينغا لجهودهم على مدار ثلاثة عقود في تعلُّم تصميم وتوليف الآلات الجزيئية، والتي تجلَّت من خلال "سيارة" يبلغ طولها أربعة نانو مترات ولها أربع عجلات تعمل بمحرّك جزيئي.[١] وقد استمر العلماء في توسيع الدائرة واستكشاف التقنيات الجديدة، وفي هذه الحالة كان ذلك بحثًا عن ابتكارات تتجاوز القيود المادية وتحقق إمكانية تطبيقات لا حصر لها في الحياة اليومية. استحدث التقدم الذي أحرزَ مؤخرًا في تكنولوجيا النانو وعلوم النانو موادًا نانومترية ذات خواص مادية وكيميائية ناشئة لتغيير العالم.[٢،٣،٤]

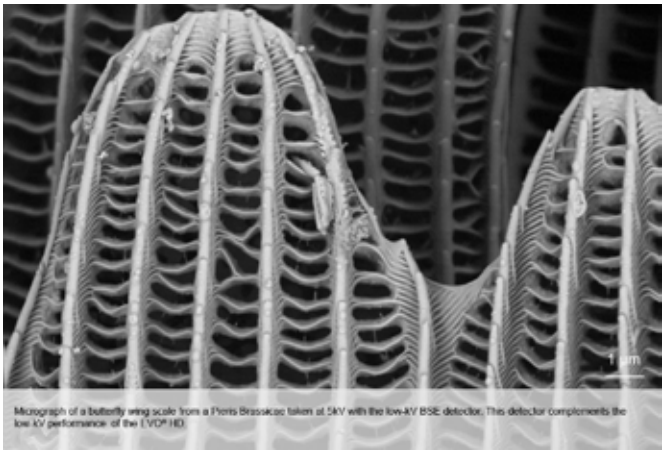
تتألف المواد النانومترية من جزيئات في حجم النانو، يقلُّ أحد أبعادها على الأقل عن ١٠٠ نانومتر: النانومتر هو جزءٍ من مليار جزء من المتر، أو ما هو أصغرُ تقريبًا بـ٨٠ ألف مرَّة من الشَّعرةِ البشرية. المواد النانومترية ليست جديدة وليست جميعها مُخلَّقة؛ فهي توجد في الطبيعة وفي كل مكان.

لكنّ الجديد هو قدرتنا على تصميمها هندسيًا من مواد شائعة لأغراض وظيفية. في العالم الطبيعي، تظهر المواد النانومترية في هياكل العوالق البحرية والشعاب المرجانية؛ وفي مناقير الطيور وريشها، بما في ذلك التنوع البشري، وشبكات العنكبوت والحرشفيات والأجنحة؛ وحتى في الورق والحرير والقطن. كما توجد أيضًا مواد نانومترية غير عضوية في الطبيعة، مثل بعض أنواع الطين والرماد البركاني والسخام والغبار البينجمي وبعض المعادن. وتعدّ المواد النانومترية الطبيعية بصفة أساسية نواتج لعمليات كيميائية وكيميائية ضوئية وميكانيكية وحرارية وبيولوجية.[٥،٦]

وتشير الأبحاث إلى أنَّ بعض طرق التحضير المستخدمة في الطب التقليدي، مثل التكليس، تُنتِج بصورةٍ عرَضيّة موادًا نانومترية وخواصها الفريدة.[٧،٨] وبالإضافة إلى ذلك، يفحص الباحثون أسلحة من العصور الوسطى، مثل شفرات دمشق الحديدية، لاختبار نظرية تقضي بأن تقنيات تلدين محددة وطقوس أجنبية كانت تستخدم إنتاج المواد النانومترية لتحسين صلابة الحديد وليونته.[٩،١٠]

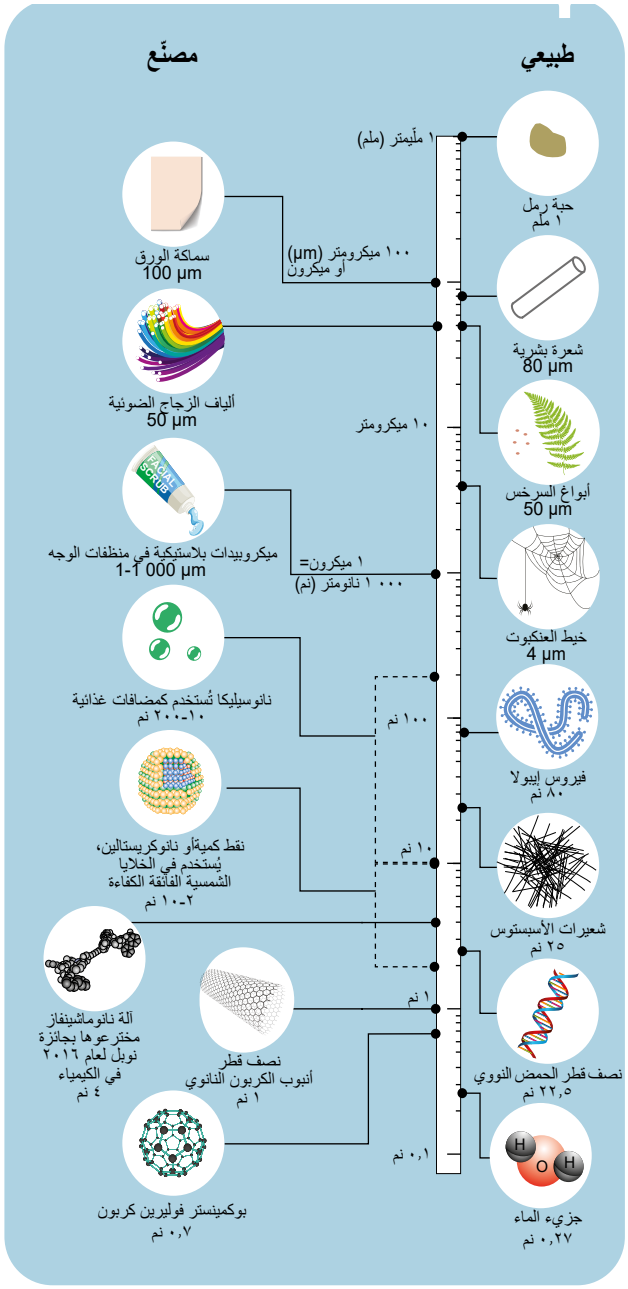
في العالم المصمَّم هندسيًا، تُصمم المواد النانومترية عمدًا وتُخلَّق من أجل تطبيقات ضوئية وإلكترونية وميكانيكية وطبية وإنزيمية مُحددة باستخدام نطاقٍ من أساليب التصنيع المتناهي الصغر. واليوم، تُستخدم المواد النانومترية على نطاق واسع في العديد من المنتجات، مثل الطعام ومستحضرات التجميل ومنتجات العناية الشخصية والعوامل المضادة للميكروبات والمطهرات والملابس والأجهزة الإلكترونية.

وبالإضافة إلى الإثارة المرتبطة بالفرص التي يمكن أن تقدمها المواد النانومترية المُصمَّمة هندسيًا، فقد ظهرت أسئلة بشأن السلامة البيئية للمواد النانومترية، بالإضافة إلى إنتاجها وتطبيقاتها. ولا تزال هناك فجوات كبرى بين معرفتنا بما يمكن أن تقوم به المواد النانومترية وبين آثارها المحتملة. وعلى الرغم من كثرةِ المواد النانومترية التي يجري تطويرها حاليًا، فهناك خطر شديد ينجم عن عدم معرفتنا ما يكفي عن آثار هذه المواد على المدى الطويل على صحة الإنسان أو على البيئة لكي نستخدمها دون سبل حماية إضافية.



حرشفة الجناح النانومترية لفراشة الكرنب البيضاء، *بييريس براسيكاي*

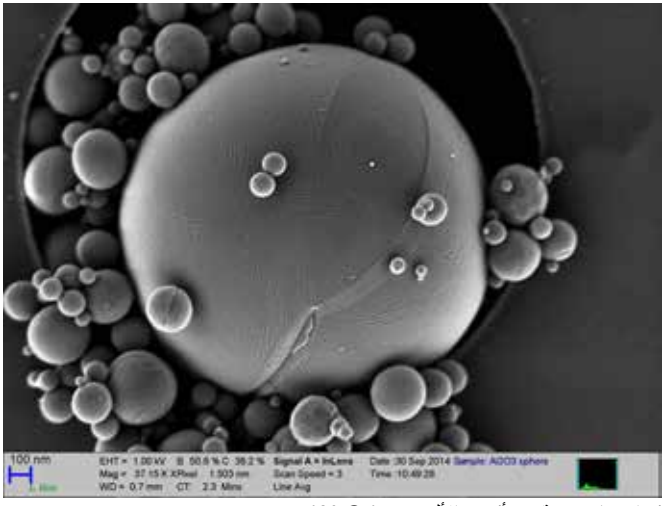
مرجع الصورة: شركة زايس للتصوير الميكروسكوبي، مُرخَّصة بموجب تَسب المُصنَّف - غير تجاري - منع الاشتقاق ٢,٠



أشكال وتطبيقات وآثار محددة

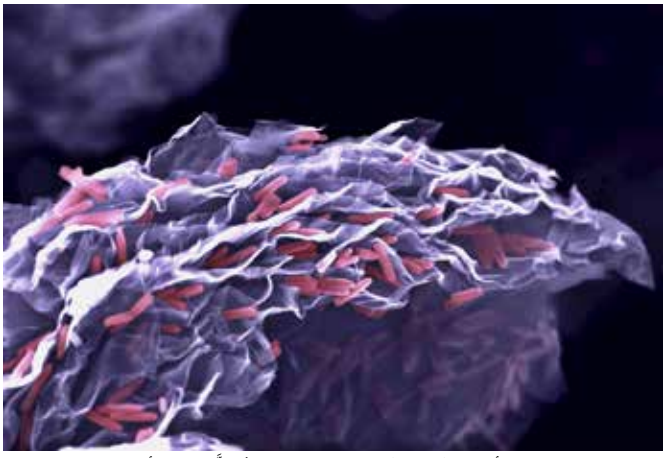
في قصة *أليس في بلاد العجائب* التي كتبها لويس كارول، تبتلع أليس جرعة تجعلها متناهية الصّغر. وفي حجمها الجديد، تستطيع الدخول إلى عالم من الحيوانات والشخصيات التي لها تصرفات غير مألوفة تختلف تمامًا عن مثيلاتها في نُسخ العالم الأكبر حجمًا. على المقياس النانومتري، تتغير الخواص والسلوكيات المادية والكيميائية والضوئية والمغناطيسية والكهربائية للمواد بشدة بالمقارنة بنفس المواد عند أحجام أكبر. ويحدث هذا نتيجة الزيادة الهائلة في النسبة بين السطح والحجم وظهور الآثار الكَمِّية مع صغر حجم المادة. إن إنتاج نسخة بحجم النانو من مادةٍ ما يمكن أن يُنتج قدراتٍ في مواد تعدّ خاملة في غير هذا الحجم. على سبيل المثال، الذهب الخام معاكس للمغناطيسية - أي أن استجابته للمجال المغناطيسي ضعيفة للغاية - ولكن جزئيات الذهب النانومترية لها خواص مغناطيسية غير عادية.[١١]

وتستخدم الأشكال النانومترية من معادن مثل الفضة والتيتانيوم والزنك وأكاسيدها، كما هو الحال بالنسبة لمثيلاتها من الأحجام الكبيرة، في الحماية من الشمس ومعاجين الأسنان ومستحضرات التجميل والأطعمة والطلاء والملابس[١٢] ونظراً لخصائصها المضادة للميكروبات، فإن الفضة النانومترية تُدمَج على نطاق واسع في العديد من المنتجات الاستهلاكية مثل المنسوجات الرياضية والأحذية ومزيلات العرق وأغراض العناية الشخصية ومساحيق الغسيل والغسّالات.



كرات نانومترية من أكسيد الألومنيوم (Al_2O_3)

مرجع الصورة: شركة زايس للتصوير الميكروسكوبي، مُرخَّصة بموجب نَسب المُصنَّف - غير تجاري - منع الاشتقاق



قضبان نانومترية من أكسيد الحديد الثلاثي (Fe_2O_3)، مُصنَّعة فوق أكسيد غرافين مُختزل لتصنيع المكثفات فائقة السعة.

مرجع الصورة: ديليك أوزغ/الهندسة في كامبريدج، مُرخَّصة بموجب نَسب المُصنَّف - غير تجاري - منع الاشتقاق ٢,٠

ويُظهر الماس النانومتري خصائص وظيفية تتيح له اختراق الحواجز بين الدم والمُخ وتتيح توصيل التدابير العلاجية إلى أنواع عديدة من الأورام السرطانية.[١٣،١٤] ونظراً لخصائصه التألُّقية والضوئية والكهروكيميائية، فإن الماس النانومتري يُستخدم في أساليب التصوير الحيوي المتطورة وهو من المواد الواعدة في مجال نقل الإشارات التي تشير إلى صحة وظائف المخ.[١٥،١٦]

الإنزيمات النانومترية هي عبارة عن مواد نانومترية لها خصائص طبيعية مشابهة للإنزيمات، تُصنع للاستشعار البيولوجي والتصوير البيولوجي وتشخيص الأورام وعلاجها.[١٧] كما توجد لها تطبيقات في مكافحة الحشف البحري وإزالة الملوثات والرصد البيئي.

ويمكن أن تظهر المواد النانومترية الكربونية في أشكال وصور مختلفة. الجرافين عبارة عن لوح من الكربون بسماكةِ ذرَّة واحدة. تعدّ أنابيب الكربون النانومترية في الأساس ألواحاً من الغرافين ملفوفة لتصبح في شكل أسطوانات مُفرغة متصلة ذات قطر في حدود النانومتر.[١٨] ومادة الباكمينسترفولرين، أو الباكيبول، التي اكتُشِفت عام ١٩٨٥، هي عبارة عن هيكل كروي مكون من ٦٠ ذرة كربون، وقد سُمِّيَت باسم آر. باكمينستر فولر، المشهور بتصميمه للقباب الجيوديسية.

وتتميز أنابيب الكربون النانومترية بخصائص مذهلة، فهي أقوى من الصلب، وقدرتها على التوصيل الكهربائي أفضل من النحاس، وتوصيلها الحراري أعلى من الماس. تُستخدم أنابيب الكربون النانومترية على نطاقٍ واسع في بطاريات الليثيوم أيون المستخدمة في أجهزة الحاسب المحمولً والهواتف

المواد النانومترية

ما هي المادّة النانومترية؟

المادّة النانومترية هي مادّة يكون قياس أيّ من أبعادها الخارجية **أقل من ١٠٠ نانومتر** النانومتر الواحد يساوي جزءاً واحداً من بليون من المتر

Cu Ag Ti Au Zn

المواد النانومترية قد **توجد طبيعياً**، أو **بشكل اصطناعي** عن طريق تغيير حجم المواد الشائعة الاستخدام إلى حجم متناهٍ في الدقة، ومنها الكربون، وأكسيدات الفلزّات، والمعادن النفيسة.

يبلغ معدّل نموّ سوق المواد النانومترية العالمية ٢٠,٧٪

ومن المتوقع أن يصل إلى **٥٥ مليار دولار أمريكي** بحلول عام ٢٠٢٢

على مقياس النانو، تتغير **خصائص وسلوكيات** المادّة بشكل كبير مقارنة بالأشكال السائبة من المادّة نفسها. ويعود ذلك إلى **الزيادة في نسبة السطح إلى الحجم وإلى الآثار الكمّية.**

مادة غير نانومترية

مادة سائبة

مع انخفاض حجم المادّة، تزيد نسبة مساحة السطح إلى الحجم، بما يجعل المادّة أكثر تفاعلاً كيميائياً مع البيئة المحيطة بها.

كذلك تعمل الأبعاد الضئيلة ونسبة السطح إلى الحجم المرتفعة التي تمنح المواد النانومترية المصممة هندسياً خصائص مدهشة على **تبديل كيفية تفاعلها** مع النظم البيولوجية وتراكُمها فيها، وتتراوح بين البيئة والكائنات الحية والأعضاء والخلايا وحتى مستوى الحمض النووي.

يمكن لتغيير خصائص المادة بتصغيرها إلى حجم متناهي الدقة **أن يزيد بشدّة آثارها الصحية والبيئية.**

فعلى سبيل المثال، تبدو الأنابيب النانوية الكربونية وتتصرّف مثل ألياف الأسبستوس. فبنيتها الطويلة والمدببة قادرة على اختراق الأنسجة، وتُسبّب الالتهاب والتليّف مثل آثار التعرّض للأسبستوس. يمكن للفضة النانومترية أن تزعج الجهاز المناعي، وأن تتسبب بشذوذ في الإبانة الجينية.

الآثار العكسية

ومتى ما أردنا تحقيق الإمكانيات الكاملة للمواد النانومترية المُهَندسة، فلا بُد لنا كذلك أن **نتنبّأ بآثارها**، وإلاّ فسوف نخاطر بتعريض أنفسنا لآثار أكبر بكثير في المستقبل.

وثمّة حاجة إلى وضعَ أطر تنظيمية تكرارية واستجابية **تُطبِّق مبدأ التحوّط** لتقليل المخاطر إلى أدنى حد وضمان صحة الإنسان وسلامة البيئة.

تطبيقات

توفّر الخصائص الفريدة **الميكانيكية** و**المغنطيسية** و**الكهربائية** و**البصرية** للمواد النانومترية استخدامات لا تُحصى في الصناعات الدوائية والطبية الحيوية والإلكترونية وهندسة المواد.

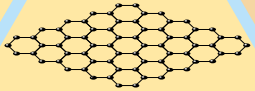
الفضّة النانومترية

أواسعة الانتشار في المنتجات، مثل المنسوجات، والدُمى، ومنتجات الرعاية الشخصية والصحية، والأجهزة الطبية، والأطعمة، بسبب **الخصائص المضادة للميكروبات.**

توجد المواد النانومترية التي خضعت للهندسة في مواد استهلاكية متنوعة، **وعلى سبيل المثال** في منتجات الأطعمة، ومستحضرات التجميل، والمطهّرات، وأدوات المطبخ، وسلع الأطفال، والملابس، والأقمشة، والأدوات الإلكترونية، والأجهزة.

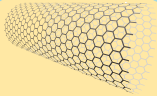
بسبب خصائصها المغناطيسية، فإنّ **للجزيئات النانومترية من أكسيد الحديد** إمكانات كبيرة في التوصيل الموجَّه للدواء في علاج السرطان، وتقنيات التصوير الطبي، ونزع الزرنيخ من الماء.

يُستخدم **الماس النانومتري** في تطبيقات التصوير الطبي الحيوي بسبب خصائصه المضيئة، وارتفاع درجة استقراره الكيميائي، وتوافقه الحيوي.



الغرافين هو صفيحة سميكة أحاديّة الذرّة من ذرّات الكربون. وتشمل استخداماته المحتملة أنظمة توصيل الأدوية، والناقلات الجزيئية، وهندسة الأنسجة والاستزراع.

إنّ قفصاً شبيهاً بملعب كرة القدم يتألف من ٦٠ ذرّة كربون، يُعرف باسم **بوكمينستر فوليرين** (كربون) أو باكيبول، له القدرة على معالجة العظام وتفسّخ الغضاريف، والاعتلالات العظمية العضلية ونخاع العظم.



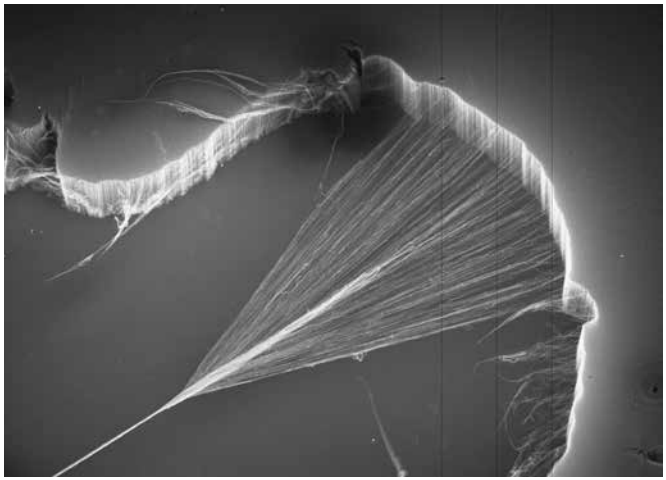
الأنبوب النانومتري الكربوني هو طبقة كربونية بسماكة ذرّة واحدة ملفوفة إلى شكل أسطواني انسيابي. وهو أقوى بمقدار ١١٧ مرّة من الفولاذ من نفس القطر وذو ناقليةٍ أفضل من النحاس.

تُستخدم أنابيب الكربون النانوية على نطاق واسع في بطاريات أيون الليثيوم، وفي ريش توربينات الرياح الخفيفة الوزن، وفي كابل البيانات. تشمل الاستخدامات المحتملة هندسة الأنسجة وإعادة توليدها، والعلامات البيولوجية للسرطان.

المحمولة، وفي شفرات توربينات الرياح الخفيفة الوزن، وفي صناعة أبدان القوارب وكابلات البيانات والمستشعرات البيولوجية والأجهزة الطبية.[١٩] وقد تخطت قدرة الإنتاج التجاري لأنابيب الكربون النانومترية في الوقت الحالي عدة آلاف من الأطنان سنويًا.

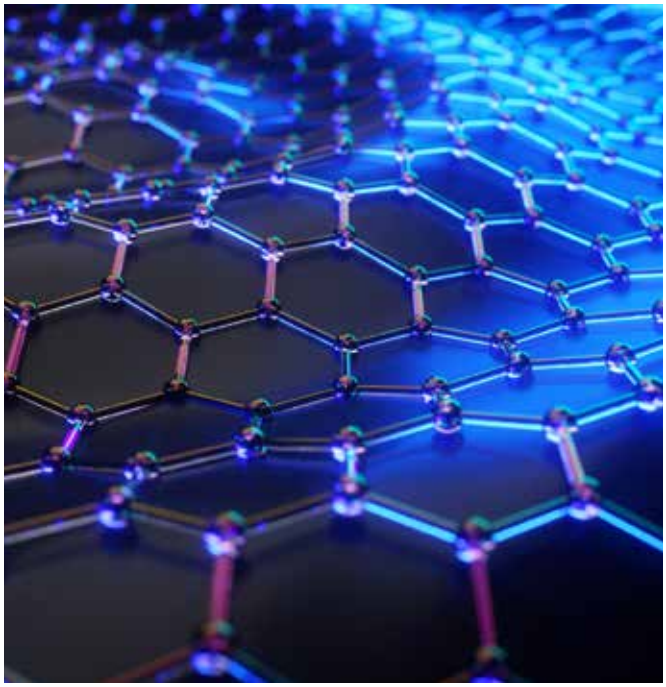
ومع حلول المواد النانومترية المُصمَّمة هندسياً محل المواد التقليدية في منتجات الحياة اليومية، من الضروري أن نعرف الآثار العكسية لمثل هذه المواد. وإذا أردنا الاستفادة من كامل إمكانات المواد النانومترية، فيجب أيضًا أن نتنبّأ بآثارها على البيئة وعلى صحة الإنسان؛ وإلا فإننا نخاطر بتعريض أنفسنا لمخاطر أكبر بكثير في المستقبل.[٢٠]
يمكن أن يؤدي تغيير خواص مادةٍ ما من خلال تحويلها إلى الحجم النانومتري إلى زيادة شدة آثارها البيئية والصحية. وفي حالة الفضة النانومترية، فإن سُمِيَّتها يمكن أن تُسبب مرض التصبُّغ بالفضة، الذي يحول البشرة إلى اللون الأزرق المعدني بصفة دائمة؛ والالتهابات الرئوية ؛ والتغييرات في وظائف الأعضاء واختلال الجهاز المناعي والتعبير الجيني.[١٢،٢١،٢٢] ويمكن أن يؤدي التعرض إلى جزيئات الفضة النانومترية إلى استجابة للضغوط وتغيرات جينية في البكتيريا، التي قد تُسهم في تطوير الجينات المقاومة للميكروبات.[١٢،٢٣] ويمكن لثاني أكسيد السيليكون وثاني أكسيد التيتانيوم أن يسببا الالتهاب الرئوي.[٢٤]

وبالتوازي مع الاكتشافات المستمرة لتطبيقات طبية بيولوجية وعلاجية جديدة للفوليرين، بما في ذلك الباكيبول C_{60}، فإن هذه المواد النانومترية الخارقة تخضع للدراسة أيضًا لاستكشاف آثارها المحتملة على الخلايا، والتعبير الجيني، والوظائف المناعية، والتمثيل الغذائي والخصوبة.[٢٥] وتظهر أنابيب الكربون النانومترية وألياف الكربون النانومترية قدرتها على إلحاق الضرر بالجلد والعين والرئة وخلايا المُخ، والتراكم داخل الجسم.[٢٦،٢٧]



لف أنابيب الكربون النانومترية لتحويلها إلى خيوط
مرجع الصورة: منظمة الكومنولث للأبحاث العلمية والصناعية (CSIRO)

مقطع فيديو: الجرافين - مادة المستقبل



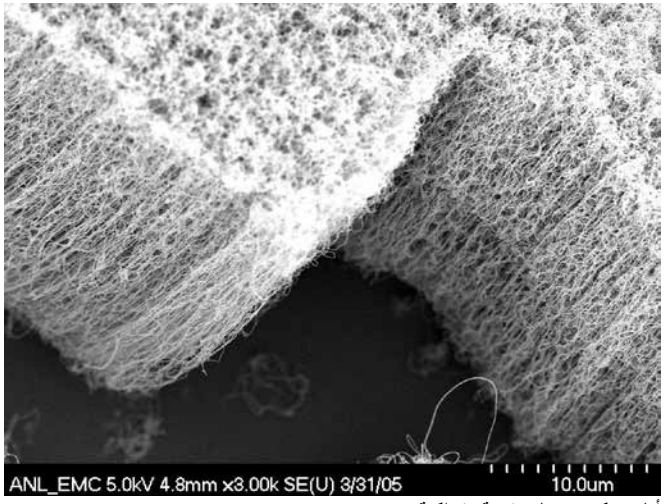
رابط الفيديو: https://www.youtube.com/watch?v=TFo٢xShvtj٠ © DW برنامج "غدًا اليوم"
مرجع الصورة: شجرة زيتون/Shutterstock.com

التعرّض البيئي والصحي للمواد النانومترية المُصمَّمة هندسيًا

من المتوقع أن ينمو السوق العالمي لتكنولوجيا النانو بمقدار ١٨ في المائة تقريباً بشكلٍ سنويّ وأن تصل قيمته إلى ١٧٤ مليار دولار أمريكي بحلول عام ٢٠٢٥.[٢٨] ومن المحتمل أن تؤدي زيادة إنتاج واستخدام المواد النانومترية المُصمَّمة هندسياً من قِبل صناعات متباينة إلى انبعاثها غير المقصود في البيئة عند أي نقطة في دورة حياة المُنتَج[٢٩] على سبيل المثال، تنبعث الفضة النانومترية من الملابس والأقمشة أثناء الغسيل؛ وتنبعث جزئيات ثاني أكسيد التيتانيوم النانومترية من الطلاء ومواد البناء إلى الهواء والمياه نتيجة عوامل التعرية؛ وتصبح أنابيب الكربون النانومترية محمولة جوًا أثناء الإنتاج أو تنطلق من بطاريات الليثيوم أيون التي يتم التخلص منها إلى التربة والمياه الجوفية.[٣١،٣٠،١٩]

لتقييم المخاطر المحتملة على صحة الإنسان والبيئة، من المهم للغاية فهم التعرض والآثار الضارة للمواد النانومترية المُصمَّمة هندسيًا.[٣٢] وفي الوقت الحالي، هناك عدد محدود من الدراسات المتاحة لتفسير مصير المواد النانومترية المُصمَّمة هندسيًا بمجرد انبعاثها في الغلاف الجوي والتربة والرواسب والمياه والكائنات الحية، بما في ذلك سلوكها وتركيزها وانتقالها وتوزيعها وتحولها وإتاحتها البيئية وتراكمها البيئي في سلاسل الغذاء، وتفاعلاتها الكيميائية الحيوية مع المجتمعات الإيكولوجية.[٣٦-٣٣،٢٩] وفي المقابل، تتوسع المعرفة والأدلة على الآثار السمية للمواد النانومترية. تشير النتائج إلى أن المواد النانومترية يمكن أن تسبب نطاقًا واسعًا من الآثار الصحية. تقدِّم دراسات السُميَّة المقارنة للمواد والجزيئات والألياف المألوفة، ذات الخصائص الشكلية والكيميائية المتشابهة مع المواد النانومترية, مثل الأسبستوس والجزيئات الدقيقة للغاية وأبخرة عادة الديزل، مفاهيم تتعلق بإمكانية حدوث تهديد للصحة من جراء التعرض للمواد النانومترية.[٣٧] وبالإضافة إلى ذلك، فإن ما تعلمناه من إدارة هذه المواد الخطرة المعروفة جيدًا يمكن أيضًا أن يساعدنا على الاستعداد بصورة أفضل لهذه المواد النانومترية المفهومة بدرجة أقل.

وقد وُجِد أن أنابيب الكربون النانومترية تشترك في خصائص مشابهة مع ألياف الأسبستوس[٣٨] إذ أنها ذات شكل يشبه الإبر، وكلاهما ثابت بيولوجياً. ويمكنها اختراق أنسجة الرئة والتسبب في الالتهابات.[٣٩] وترد الأدلة على المخاطر الصحية التي ينطوي عليها العمل مع الأسبستوس منذ عام ١٨٩٨ من لوسي ديان، إحدى أوائل مفتِّشي المصانع في المملكة المتحدة.[٤٠] وقد لاحظت أن أعمال الأسبستوس تمثل "خطراً واضحًا على صحة العمّال... نظرًا لوجود حالات إصابة موثقة في الشعب الهوائية والرئتين تُعزى طبيًا إلى وظيفة المريض".



أنابيب كربون نانومترية متراكبة

مرجع الصورة: جانبينغ يانغ/معمل أرغون الوطني، مُرخَّصة بموجب نَسْب المُصنَّف - غير تجاري - منع الاشتقاق ٢,٠

ألياف الأسبستوس مُكبَّرة ١٥٠٠ مرة تحت المجهر الإلكتروني الماسح

مرجع الصورة: المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها / جون ويلر / جانيس هاني كار

عاملات مستلقيات فوق مراتب من الأسبستوس صنَعنَها في مصنع لانكشاير، المملكة المتحدة، أيلول/سبتمبر ١٩١٨
مرجع الصورة: © متحف الحرب الإمبراطوري (Q 28250)

في عام ١٩٨٢، أبرزَ فيلم وثائقي تلفزيوني، بعنوان 'آليس، صراع من أجل الحياة' قصة آليس جيفرسون، وهي امرأة عمرها ٤٧ عاماً أصيبت بوَرَم المُتَوَسِّطَة، وهو شكل قاتل من أشكال السرطان، بسبب عملها لمدة عدة أشهر في منشأة محلية للأسبستوس في المملكة المتحدة.[٢٠] وقد كان لقصة آليس هذه أثر مباشر على الرأي العام البريطاني. استجابت الحكومة عن طريق استحداث لوائح للترخيص بالأسبستوس أدت إلى تخفيض حدود التعرض له. وتبع ذلك بعد وقتٍ قليل نظام طوعي لوضع الملصقات. واستمر تراكم الضغوط، كما تواصَلَ كذلك تراكم الأدلة العلمية على وباء وَرَم المُتَوَسِّطَة نتيجة التعرض السابق للإسبستوس[٤١]

وقد استغرق الأمر حتى عام ١٩٩٩ لكي يُفرَض الحظر على جميع أنواع الأسبستوس في المملكة المتحدة: بعد ١٠١ عام من بدء تراكم الأدلة على حدوث الضرر وبعد موت آلاف الأشخاص من الأسبستوس أو أنواع السرطان المرتبطة به. واليوم، لا تزال الجهود تُبذل من أجل خفض مخاطر التعرض للإسبستوس بالنسبة للعمال المشاركين في ترميم المباني التي تحتوي على الإسبستوس وصيانتها.[٤٢]

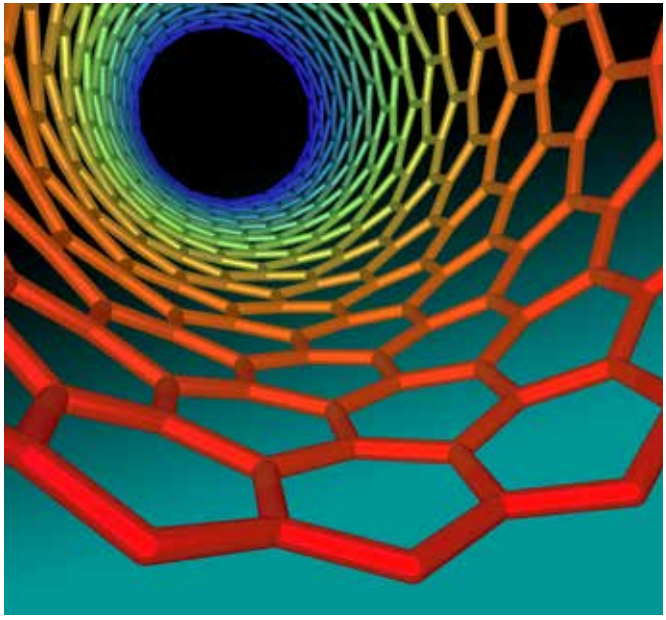
والسؤال هو، "ما هي الدروس المستفادة من قرنٍ كامل من الكفاح لفهم المخاطر القاتلة التي يمثلها التعرض للإسبستوس والتصدي لها عند إدارة المواد النانومترية وضمان سلامتها في المستقبل؟"

اللوائح الملائمة من أجل السلامة الصحية والبيئية

ومن تجاربنا مع الأسبستوس وغيره من المواد الخطرة، نعلم أن قائمة التهديدات المحتملة طويلة. ويُعتبر التعرض البيئي للمواد النانومترية المُصمَّمة هندسيًا أمراً حتمياً. إذ يمكن أن يكون لآثارها العكسية واستدامتها عواقب وخيمة على الكائنات المجهرية والنُظم الإيكولوجية والسلاسل الغذائية.[٣٢،٣٥،٤٣،٤٤] وقد يؤدي التعرض الفموي والجلدي والرئوي لها إلى الالتهابات والتليُّف، واضطراب التمثيل الغذائي ووظائف الأعضاء، والتسبب في تلف الحمض النووي وعدم الاستقرار الجينيّ.[٢٢،٢٦،٤٥،٤٦]

وتتجاوز سرعة التطور الصناعي بكثير معدل التطوّر التنظيمي. في غياب الرصد الطويل الأمد والمعلومات العلمية بشأن الجوانب العديدة من سُمّيّة المواد النانومترية وعلم السموم الخاص بها، فقد اتّسم ظهور اللوائح المحددة لهذا الغرض بالبطء على الرغم من المؤشرات المتراكمة على إمكانية التعرض والمخاطر.[٤٧]

مقطع فيديو: هل تكون أنابيب الكربون النانومترية هي الأسبستوس الجديد؟



رابط الفيديو: https://www.youtube.com/watch?v=6L7xXgWcbrQ © متحف الحياة والعلوم
مرجع الصورة: جيوف هتشيسون، مرخصة بموجب رخصة المشاع الإبداعي نَسْبُ المصنَّف غير تجاري. ٢,٠ .

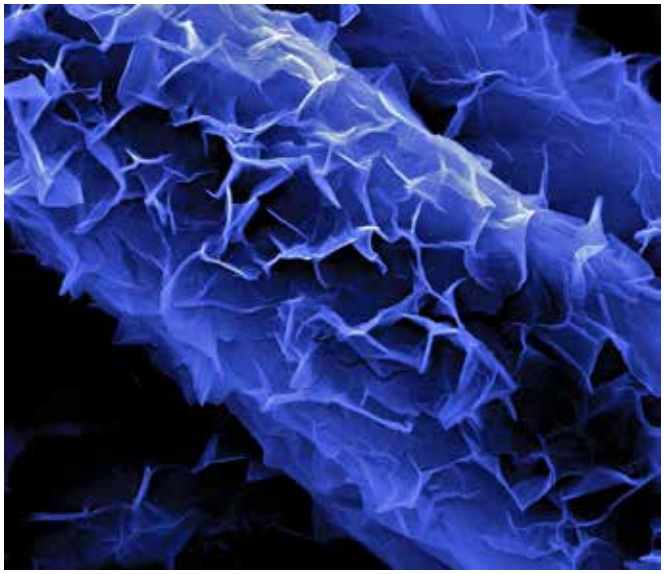
وكما في حالة الأسبستوس، فإن أول مَن يتعرض للمواد النانومترية هم العمّال. مهدت الدراسات القليلة الأولى التي أجريت في نهاية التسعينات وأوائل الألفية الثالثة لتقييم التعرض المهني لأنابيب الكربون النانومترية الطريق نحو المزيد من التحقيقات في أماكن العمل، ومهدت الطريقَ لاحقًا لإصدار أول مبادئ توجيهية صادرة عن المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس بشأن تحديد قيم التعرض المهني للأيروسولات النانومترية في عام ٢٠٠٧.[٤٨،٤٩]

بناءً على دراسات للحيوانات المُعرّضة لأنابيب الكربون النانومترية وألياف الكربون النانومترية، يعتبر معهد الولايات المتحدة الوطني للسلامة المهنية والصحة أن النتائج مثل التهاب الرئة وحبيبات الرئة والتليف الرئوي في الحيوانات المُعرضة هي على قدر كافٍ من الأهمية يستلزم اتخاذ إجراء لوضع توصية بحدّ التعرض.[٢٢] وقد شرعت منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي في برامج متعددة السنوات بغية توليد بيانات السُميّة لمختلف المواد النانومترية لتعديل المبادئ التوجيهية الاختبارية القائمة.[٥٠]

ونظرًا لاتساع التطبيقات، فإن الجهات التنظيمية في حاجة إلى الاعتماد على اللوائح القائمة التي تحكم مجالات المواد الكيميائية والمستحضرات الصيدلانية ومستحضرات التجميل والغذاء والتلوث والنفايات ووضع الملصقات سعيًا للعثور على أحكام تخص المواد النانومترية.[٥١] ولكن هناك أيضًا تحديات تكمن في تطبيق أُطر اللوائح القائمة على المواد ذات الحجم النانومتري.[٤٧] على سبيل المثال، قد لا يستلزم انخفاض حجم أي مادة مراجعة اللوائح أو التشريعات القائمة إذا كانت المواد كبيرة الحجم والمواد النانومترية من نفس المادة الكيميائية. أو قد لا تخضع بعض المنتجات الاستهلاكية لمتطلبات لسلامة ويمكن دخولها السوق دون اختبارها.

في الاتحاد الأوروبي، تُستخدَم 'لوائح تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والتصريح بها وحظرها' (REACH) لضمان سلامة صحة الإنسان والبيئة من أي مادة كيميائية تُصنَّع أو تُسوَّق في الاتحاد الأوروبي. ويتوجّب على الشركات تسجيل المواد الكيميائية التي تنوي تصنيعها والتجارة فيها، بناءً على المبادئ التوجيهية المحددة في 'لوائح تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والتصريح بها وحظرها' لبيان كيف يمكن إدارة المخاطر المتعلقة بالمواد من أجل الحفاظ على صحة الإنسان والبيئة.[٥٢،٥٣]

وعلى المستوى العالمي، وبموجب إطار سياسات النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية (SAICM) الذي تديره الأمم المتحدة للبيئة، فإن المواد النانومترية تعد إحدى قضايا السياسات الناشئة لهذا الإطار. وهي تعمل مع الحكومات وأصحاب المصلحة الدوليين لتيسير تبادل المعلومات بشأن تكنولوجيات النانو والمواد النانومترية المُصمَّمة هندسيًا ولوضع إرشادات فنية وقانونية قابلة للتطبيق دوليًا بشأن الإدارة السليمة للمواد النانومترية المُصنَّعة.[٥٤]



ألياف النانو في القشرة الأساسية للبناء الهرمي للغرافين-الكربون

مرجع الصورة: رانجيث شانموجام/ شركة زايس للتصوير الميكروسكوبي، مُرخَّصة بموجب رخصة المشاع الإبداعي نَسْبُ المصنَّف-غير تجاري. ٢,٠.

عند العمل مع التكنولوجيات الجديدة، تواجه الهيئات التنظيمية مزيجًا من الفرص الواعدة والمخاطر وعدم اليقين.[٥٥] وسوف يلزم للتوسع في أبحاث المواد النانومترية المُصمَّمة هندسيًا وإنتاجها واستخدامها في شتى أنحاء العالم سياسات تحويلية لتشجيع الابتكار والتطبيقات الصناعية للكيمياء الخضراء، والأمر الأكثر أهمية، لتشجيع الأطر التنظيمية المتتالية والمستجيبة التي تطبِّق مبدأ التحوّط لضمان سلامة النواتج وعدم تسببها في التلوث. إن العالم لا يملك رفاهية تجاهل دروس الماضي بشأن المخاطر والأضرار على الصحة البشرية والبيئة عند الاستجابة للفرص الواعدة التي تخلقها المواد الجديدة.

المراجع

1. Nobel Media AB (2016). *The Nobel Prize in Chemistry 2016 - Popular Information*. Nobel Prize website. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2016/popular.html
2. UNEP (2007). *GEO Year Book: An Overview of Our Changing Environment*. United Nations Environment Programme, Nairobi. http://staging.unep.org/yearbook/2007/
3. UNEP (2010). *UNEP Year Book: New Science and Developments in Our Changing Environment*. United Nations Environment Programme, Nairobi. http://staging.unep.org/yearbook/2010/
4. UNEP (2013). *UNEP Year Book: Emerging Issues in Our Global Environment*. United Nations Environment Programme, Nairobi. http://staging.unep.org/yearbook/2013/
5. Hochella Jr., M.F., Spencer, M.G. and Jones, K.L. (2015). Nanotechnology: nature's gift or scientists' brainchild? *Environmental Science: Nano*, 119-114 ,2. http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2015/EN/C4EN00145A
6. Sharma, V.K., Filip, J., Zboril, R. and Varma, R.S. (2015). Natural inorganic nanoparticles – formation, fate and toxicity in the environment. *Chemical Society Reviews*, 8423-8410 ,44. http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2015/CS/C5CS00236B
7. Pavani, T., Venkateswara Rao, K., Chakra, Ch. S. and Prabhu, Y.T. (2015). Ayurvedic synthesis of γ-Fe_2O_3 nanoparticles and its Characterization. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 324-321 ,(1)5. http://inpressco.com/wp-content/uploads/02/2015/Paper324-57321.pdf
8. Sumithra, M., Raghavendra, Rao, P., Nagaratnam, A. and Aparna, Y. (2015). Characterization of SnO_2 Nanoparticles in the Traditionally Prepared Ayurvedic Medicine. *Materials Today: Proceeding*, 9)2), Part A., 4639-4636. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785315009074
9. Reibold, M., Paufler, P., Levin, A.A., Kochmann, W., Pätzke, N. and Meyer, D.C. (2006). Materials: Carbon nanotubes in an ancient Damascus sabre. *Nature*, 286 ,(7117)444. https://www.nature.com/nature/journal/v444/n7117/pdf/444286a.pdf
10. Sanderson, K. (2006). Sharpest cut from nanotube sword. *Nature News*, 15 November 2006. http://www.nature.com/news/061113/2006/full/news11-061113.html
11. JASRI (2012). Clarifying the hidden magnetism of gold (Au). Press Release, 23 January 2012. Japan Synchrotron Radiation Research Institute, Kouto. http://www.spring8.or.jp/en/news_publications/press_release/2_120123/2012/
12. SCENIHR (2013). *Opinion on Nanosilver: safety, health and environmental effects and role in antimicrobial resistance*. The Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks of the European Union, Luxembourg. http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_039.pdf
13. Mochalin, V.N., Shenderova, O., Ho, D. and Gogotsi, Y. (2011). The properties and applications of nanodiamonds. *Nature Nanotechnology*, 23-11 ,7. https://www.nature.com/nnano/journal/v7/n1/pdf/nnano.2011.209.pdf
14. Xi, G., Robinson, E., Mania-Farnell, B., Vanin, E.F., Shim, K.W., Takao, T., Allender, E.V., Mayanil, C.S., Soares, M.B., Ho, D. and Tomita, T. (2014). Convection-enhanced delivery of nanodiamond drug delivery platforms for intracranial tumor treatment. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 391-381,(2)*10*. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23916888
15. Bačáková, L., Brož, A., Lišková, J., Staňková, L., Potocký, S. and Kromka, A. (2016). The Application of Nanodiamond in Biotechnology and Tissue Engineering. In *Diamond and Carbon Composites and Nanocomposites*, M. Aliofkhazraei (ed.). InTech, Rijeka. https://www.intechopen.com/download/pdf/51099
16. Waddington, D.E.J., Sarracanie, M., Zhang, H., Salameh, N., Glenn, D.R., Rej, E., Gaebel, T., Boele, T., Walsworth, R.L., Reilly, D.J. and Rosen, M.S. (2017). Nanodiamond-enhanced MRI via in situ hyperpolarization. *Nature Communications*, 15118. http://walsworth.physics.harvard.edu/publications/2017_Waddington_NatureComm.pdf
17. Gao, L., and Yan, X. (2016). Nanozymes: an emerging field bridging nanotechnology and biology. Science China: Life Science, 402–400 ,59. https://link.springer.com/content/pdf/2%10.1007Fs3-5044-016-11427.pdf
18. Aqel, A., El-Nour, K.M.M.A., Ammar, R.A.A. and Al-Warthan, A. (2010). Carbon nanotubes, science and technology part (I) structure, synthesis and characterisation. *Arabian Journal of Chemistry*, 23–1 ,5. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535210001747
19. De Volder, M.F.L., Tawfick, S. H., Baughman, R. H. and Hart, A. J. (2013). Carbon nanotubes: Present and future commercial applications. *Science*, 539-535 ,(6119)339. http://science.sciencemag.org/content/535/6119/339/tab-pdf
20. EEA (2001). *Late lessons from early warnings: the precautionary principle 2000-1896*. EEA Report No. 22. European Environment Agency, Copenhagen. https://www.eea.europa.eu/publications/environmental_issue_report_22_2001/Issue_Report_No_22.pdf
21. De Jong, W.H., Van Der Ven, L.T.M., Sleijffers, A., Park, M.V.D.Z, Jansen, E.H.J.M., Van Loveren, H. and Vandebriel, R.J. (2013). Systemic and immunotoxicity of silver nanoparticles in an intravenous 28 days repeated dose toxicity study in rats. *Biomaterials*, 8343-8333 ,34. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142961213007631
22. Johnston, H.J., Hutchison, G., Christensen, F.M., Peters, S., Hankin, S. and Stone, V. (2010). A review of the in vivo and in vitro toxicity of silver and gold particulates: Particle attributes and biological mechanisms responsible for the observed toxicity. *Critical Reviews in Toxicology*, 346-328 ,(4)40. http://www.tandfonline.com/doi/abs/10408440903453074/10.3109?journalCode=itxc20

23. Graves Jr., J.L., Tajkarimi, M., Cunningham, Q., Campbell, A., Nonga, H., Harrison, S.H. and Barrick, J.E. (2015). Rapid evolution of silver nanoparticles resistance in *Escherichia coli*. *Frontiers in Genetics*, ,(42)6 13-1. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4330922/pdf/fgene00042-06-.pdf

24. Weir, A., Westerhoff, P., Fabricius, L., Hristovski, K. and von Goetz, N. (2012). Titanium dioxide nanoparticles in food and personal care products. *Environmental Science and Technology*, 2250-2242:(4)46. http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es204168d

25. Aschberger, K., Johnston, H.J., Stone, V., Aitken, R.J., Tran, C.L., Hankin, S.M., Peters, S.A. and Christensen, F.M. (2010). Review of fullerene toxicity and exposure--appraisal of a human health risk assessment, based on open literature. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 473-455 ,58. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20800639

26. NIOSH (2013). *Occupational Exposure to Carbon Nanotubes and Nanofibers.* Current Intelligence Bulletin 65. The Centers for Disease Control/The National Institute for Occupational Safety and Health, Atlanta. *https://www.cdc.gov/niosh/docs/145-2013/pdfs/145-2013.pdf*

27. Oberdörster, E. (2004). Manufactured Nanomaterials (Fullerenes, C_{60}) Induce Oxidative Stress in the Brain of Juvenile Largemouth Bass. *Environmental Health Perspectives*, 1062-1058 ,(10)112. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1247377/pdf/ehp001058-0112.pdf

28. Business Wire (2016). Global Nanotechnology Market Worth USD 173.95 Billion by 2025 - Analysis, Technologies & Forecasts Report 2025-2016 - Key Vendors: Acusphere, Glonatech, Isotron - Research and Markets. *Business Wire*, 28 September 2016. http://www.businesswire.com/news/home/20160928005566/en/Global-Nanotechnology-Market-Worth-USD-173.95-Billion

29. Lowry, G.V., Bernhardt, E.S., Dionysiou, D.D., Pedersen, J.A., Wiesner, M.R. and Xing, B. (2010). Environmental Occurrences, Behavior, Fate, and Ecological Effects of Nanomaterials: An Introduction to the Special Series. Journal of Environmental Quality, 1874–1867 ,39. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21284284

30. Geranio, L., Heuberger, M. and Nowack, B. (2009). The behavior of silver nanotextiles during washing. *Environmental Science & Technology*, 8118-8113 ,(21)43. http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es9018332

31. Shandilya, N., Le Bihan, O., Bressot, C. and Morgeneyer, M. (2015). Emission of Titanium Dioxide Nanoparticles from Building Materials to the Environment by Wear and Weather. *Environmental Science & Technology*, 2170–2163 ,49. http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es504710p

32. Gottschalk, F. and Nowack, B. (2011). The release of engineered nanomaterials to the environment. *Journal of Environmental Monitoring*, 1155-1145 ,13. https://www.researchgate.net/profile/Bernd_Nowack/publication/50349175_The_release_of_engineered_nanomaterials_to_the_environment/links/54c75fc30cf238bb7d0a7d1a/The-release-of-engineered-nanomaterials-to-the-environment.pdf

33. Batley, G.E., Kirby, J.K. and McLaughlin, M.J. (2012). Fate and risks of nanomaterials in aquatic and terrestrial environments. *Accounts of Chemical Research*, 862-854 ,(3)46. https://www.researchgate.net/publication/228113803_Fate_and_Risks_of_Nanomaterials_in_Aquatic_and_Terrestrial_Environments

34. Gardea-Torresdey, J.L., Rico, C.M. and White, J.C. (2014). Trophic Transfer, Transformation, and Impact of Engineered Nanomaterials in Terrestrial Environments. *Environmental Science & Technology,* 2540–2526 ,(5)48. http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es4050665

35. Garner, K.L. and Keller, A.A. (2014). Emerging patterns for engineered nanomaterials in the environment: a review of fate and toxicity studies. *Journal of Nanoparticle Research*, 2503 ,16. https://link.springer.com/content/pdf/2%10.1007Fs2-2503-014-11051.pdf

36. Peijnenburg, W. J. G. M.; Baalousha, M.; Chen, J.; Chaudry, Q.; Von der kammer, F.; Kuhlbusch, T. A. J.; Lead, J.; Nickel, C.; Quik, J. T. K.; Renker, M.; Wang, Z.; Koelmans, A. A. A Review of the Properties and Processes Determining the Fate of Engineered Nanomaterials in the Aquatic Environment. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology,* 2134–2084 ,45. http://www.tandfonline.com/doi/abs/1064338/10.1080 9.2015.1010430

37. Xia, T., Li, N. and Nel, A.E. (2009). Potential Health Impact of Nanoparticles. *The Annual Review of Public Health*. 50–137 ,30. http://annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.publhealth.031308.100155

38. Poland, C.A., Duffin, R., Kinloch, I., Maynard, A., Wallace, W.A., Seaton, A., Stone, V., Brown, S., Macnee, W. and Donaldson K. (2008). Carbon nanotubes introduced into the abdominal cavity of mice show asbestos-like pathogenicity in a pilot study. *Nature Nanotechnology*, 428–423 ,3. http://www.nature.com/nnano/journal/v3/n7/pdf/nnano.2008.111.pdf

39. Nagai, H. and Toyokuni, S. (2012). Differences and similarities between carbon nanotubes and asbestos fibers during mesothelial carcionogensis: Shedding light on fiber entry mechanism. *Cancer Science*, ,(8)103 1390-1378. https://www.researchgate.net/publication/224924547_Differences_and_similarities_between_carbon_nanotubes_and_asbestos_fibers_during_mesothelial_carcinogenesis_Shedding_light_on_fiber_entry_mechanism

40. Deane, L. (1898). *Report on the health of workers in asbestos and other dusty trades*. In HM Chief Inspector of Factories and Workshops, 1899, Annual Report for 172–171 ,1898.

41. Peto, J., Hodgson, J.T., Matthews, F.E. and Jones, J.R. (1995). Continuing increase in mesothelioma mortality in Britain. *The Lancet*, ,(8949)345 539-535. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7776771

42. HSE (2017). Asbestos health and safety. The Health and Safety Executive website. http://www.hse.gov.uk/asbestos/index.htm

43. Delay, M. and Frimmel, F.H. (2012). Nanoparticles in aquatic systems. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 592-583 ,(2)402. https://link.springer.com/content/pdf/2%10.1007Fs-5443-011-00216z.pdf

44. Du, J., Wang, S., You, H. and Zhao, X. (2013). Understanding the toxicity of carbon nanotubes in the environment is crucial to the control of nanomaterials in producing and processing and the assessment of health risk for human: A review. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 462-451 ,36. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/articles/23770455/

45. Schulte, P.A., Roth, G., Hodson, L.L., Murashov, V., Hoover, M.D., Zumwalde, R., Kuempel, E.D., Geraci, C.L., Stefaniak, A.B., Castranova, V. and Howard, J. (2016). Taking stock of the occupational safety and health challenges of nanotechnology: 2015–2000. *Journal of Nanoparticle Research*, ,18 21–1. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5007006/pdf/nihms812231.pdf

46. Trouiller, B., Reliene, R., Westbrook, A., Solaimani, P. and Schiestl, R.H. (2009). Titanium dioxide nanoparticles induce DNA damage and genetic instability in vivo in mice. *Cancer Research*, 8789-8784 ,(22)69. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19887611

47. Seaton, A., Tran, L., Aitken, R. and Donaldson, K. (2010). Nanoparticles, human health hazard and regulation. *Journal of The Royal Society Interface*, 7, S-119S129. http://rsif.royalsocietypublishing.org/content/7/Suppl_1/S119.long

48. Kuhlbusch, T.A.J., Asbach, C., Fissan, H., Göhler, D. and Stintz, M. (2011). Nanoparticle exposure at nanotechnology workplaces: A review. *Particle and Fibre Toxicology*, 18-1 ,(22)8. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3162892/pdf/22-8-8977-1743.pdf

49. ISO (2007). ISO/TR 27628:2007 Workplace atmospheres - Ultrafine, nanoparticle and nano-structured aerosols - Inhalation exposure characterization and assessment. International Organization for Standardization, Geneva. https://www.iso.org/standard/44243.html

50. OECD (2016). *Single walled carbon nanotubes (SWCNTs): Summary of the dossier*. OECD Environment, Health and Safety Publications – Series on the safety of manufactured nanomaterials No.70. The Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris. http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(22(2016&doclanguage=en

51. Charitidis, C.A., Trompeta, A.F., Vlachou, N. and Markakis, V. (2016). Risk management of engineered nanomaterials in EU-The case of carbon nanotubes and carbon nanofibers: A review. *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 11-1 ,(1)41. https://www.jstage.jst.go.jp/article/tmrsj/1_41/1/41/_pdf

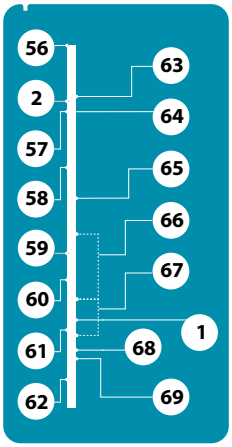
52. OECD (2016). *Single walled carbon nanotubes (SWCNTs): Summary of the dossier*. OECD Environment, Health and Safety Publications – Series on the safety of manufactured nanomaterials No.70. The Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris. http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(22(2016&doclanguage=en

53. OECD (2017). Alternative testing strategies in risk assessment of manufactured nanomaterials: current state of knowledge and research needs to advance their use. Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials No. 80. The Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris. http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV/JM/MONO(63(2016&doclanguage=en

54. UN Environment (2017). Strategic Approach to International Chemicals Management website. UN Environment, Geneva. http://www.saicm.org/

55. Hamburg, M.A. (2012). FDA's approach to regulation of products of nanotechnology. Science, 300-299 ,(6079)336. http://science.sciencemag.org/content/299/6079/336

مراجع الرسوم



56. Alden, A. (2017). All About Sediment Grain Size. *ThoughtCo*, 5 June 2017. https://www.thoughtco.com/all-about-sediment-grain-size1441194-

57. Walker, W.F., Yatskievych, G., Mickel, J.T., and Wagner, W. (2016). Fern. *Encyclopædia Britannica*, 18 October 2016. https://www.britannica.com/plant/fern/Shape

58. Du, N., Liu, X.Y., Narayanan, J., Li, L., Lek, M., Lim, M. and Li, Q. (2006). Design of Superior Spider Silk: From Nanostructure to Mechanical Properties. Biophysical Journal, 4535-4528 ,(12)91. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000634950672164658

59. Aleksandrowicz, P., Marzi, A., Biedenkopf, N., Beimforde, N., Becker, S., Hoenen, T., Feldmann, H. and Schnittler, H.J. (2011). Ebola virus enters host cells by macropinocytosis and clathrin-mediated endocytosis. *Journal of Infectious Diseases*, Supplement 3, S-957S967. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21987776

60. WHO (2000). *Air quality guidelines for Europe—Second edition*. WHO Regional Publication, European Series No. 91. World Health Organization, Copenhagen. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/74732/0005/E71922.pdf

61. Nano.gov (2017). Size of the nanoscale. United States National Nanotechnology Initiative. https://www.nano.gov/nanotech101-/what/nano-size

62. D'Arrigo, J.S. (1978). Screening of membrane surface charges by divalent cations: an atomic representation. *American Journal of Physiology*, 3)235), C117-109. http://bionumbers.hms.harvard.edu/bionumber.aspx?id=103723&ver=0

63. Yes Paper (2017). Paper glossary. Yes Paper. http://www.yes-paper.com/index.php?yespaper=yespaper-paper-glossary

64. FOA (2015). Guide to fiber optics and premises cabling. The Fiber Optic Association. http://www.thefoa.org/tech/ref/basic/fiber.html

65. UNEP (2015). Plastic in cosmetics: Are we polluting the environment through our personal care? United Nations Environment Programme, Nairobi. http://apps.unep.org/redirect.php?file=/publications/pmtdocuments/-Plastic_in_cosmetics_Are_we_polluting_the_environment_through_our_personal_care_2015-Plas.pdf

66. Athinarayanan, J., Periasamy, V.S., Alsaif, M.A., Al-Warthan, A.A. and Alshatwi, A.A. (2014). Presence of nanosilica (E551) in commercial food products: TNF-mediated oxidative stress and altered cell cycle progression in human lung fibroblast cells. Cell Biology and Toxicology, 100-89 ,30. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s-014-10565 8-9271.pdf

67. Webb, B. (2006). Quantum dots. http://ion.chem.usu.edu/~tapaskar/Britt-Quantum20%Dots.pdf

68. Khan, I., Saeed, K. and Khan, I. (2017). Nanoparticles: Properties, applications and toxicities. Arabian Journal of Chemistry (in press). http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535217300990

69. Locke, W. (1996). Buckminsterfullerene, C_{60}. http://www.chm.bris.ac.uk/motm/buckyball/c60a.htm

70. Allied Market Research (2016). Nanomaterials Market by Type (Carbon Nanotubes, Fullerenes, Graphene, Nano Titanium Dioxide, Nano Zinc Oxide, Nano Silicon Dioxide, Nano Copper Oxide, Nano Cobalt Oxide, Nano Iron Oxide, Nano Manganese Oxide, Nano Zirconium Oxide, Nano Silver, Nano Gold, Nano Nickel, Quantum Dots, Dendrimers, Nanoclay, Nanocellulose) and End-user - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2022-2014. Allied Market Research website. https://www.alliedmarketresearch.com/nano-materials-market

71. Nicomel, N.R., Leus, K., Folens, K., Van Der Voort, P. and Laing, G.D. (2016). Technologies for Arsenic Removal from Water: Current Status and Future Perspectives. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 24-1 ,(62)13. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4730453/pdf/ijerph00062-13-.pdf

72. Wu, W., Wu, Z., Yu, T., Jiang, C. and Kim, W.S. (2015). Recent progress on magnetic iron oxide nanoparticles: synthesis, surface functional strategies and biomedical applications. *Science and Technology of Advanced Materials*, 023501 ,16. http://iopscience.iop.org/article/023501/2/16/6996-1468/10.1088/pdf

73. Kostarelos, K. and Novoselov, K.S. (2014). Graphene devices for life. *Nature Nanotechnology*, 745-744 ,9. http://www.nature.com/nnano/journal/v9/n10/full/nnano.2014.224.html

74. Liu, Q., Cui, Q., Li, X.J. and Jin, L. (2014). The applications of buckminsterfullerene C_{60} and derivatives in orthopaedic research. *Connective Tissue Research*, 79–71 ,(2)55. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4124742/pdf/nihms608096.pdf

75. Chang, C.C., Hsu, I.K., Aykol, M., Hung, W.H., Chen, C.C. and Cronin, S.B. (2010). A new lower limit for the ultimate breaking strain of carbon nanotubes. *ACS Nano*, 5100-5095 ,(9)4. https://pdfs.semanticscholar.org/d072/eaf8c9c9c1730bb211346ac2d1902da369fe.pdf

76. Eatemadi, A., Daraee, H., Karimkhanloo, H., Kouhi, M., Zarghami, N., Akbarzadeh, A., Abasi, M., Hanifehpour, Y. and Joo, S.W. (2014). Carbon nanotubes: properties, synthesis, purification, and medical applications. *Nanoscale Research Letters*, 13-1 ,(393)9. https://neuraldevelopment.biomedcentral.com/track/pdf/276-1556/10.1186X-393-9?site=neuraldevelopment.biomedcentral.com

مصدر الصورة: بريت بارنز / Shutterstock.com

المحميّات البحريّة:
ضمان الفوائد من أجل التنمية المُستدامة

تراجع صحة المحيطات: تزايد الطلب على فوائدها

تعرَّضت محيطاتنا لضغوط شديدة للغاية وللكثير من الأنشطة البشرية لسنوات عديدة. واليوم، نواجه مزيجاً معقداً من الآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية. إن الصيد المفرط وغيره من الأنشطة الاستخراجية والتنمية الساحلية والتلوث والسياحة كلها تُدمِّر الأماكن الطبيعية الأساسية وتخفض تعداد الأنواع البحرية بمعدل مذهل. ويتفاقم هذا التدهور جيدًا نتيجة تغير المناخ من خلال آثار درجات الحرارة الأكثر دفئًا وزيادة الحموضة التي تُنتَج حين تمتص المحيطات ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي.

ومنذ عام ١٩٨٥، فقدنا نصف الشعاب المرجانية في العالم.[١] وفي عام ٢٠١٦ وحده، تعرَّض ساحل طوله ٤٠٠ ميل من الرصيف المرجاني الكبير لأضرار بالغة من جرّاء ابيضاض المرجان.[٢] ومن بين ٦٠٠ نوع من الأسماك، أو أنواع فرعية، ترصدها الجهات البحثية الدولية، يجري صيد ٣١ في المائة منها بمعدلات غير مستدامة، ويرجع هذا بصورة كبيرة إلى الأنشطة غير القانونية أو غير المبلغ عنها أو غير الخاضعة للتنظيم، و٥٨ في المائة منها استغلت بالكامل.[٣] وبعد انخفاض مخزون الأسماك بنسبة ٤٩ في المائة ما بين عامي ١٩٧٠ و٢٠١٢، أعقب ذلك فترة قصيرة من الاستقرار. والآن، ينخفض المخزون مرة أخرى.[٤] وباختصار، فإننا نستخدم موارد المحيط أسرع من قدرة الأنظمة الإيكولوجية للمحيط على استعادتها. إنه نمط مُدمِّر مألوف: بمجرد أن نستخرج قدرًا أكثر مما ينبغي من الموارد، فإن الأنظمة الإيكولوجية تتعافى بمعدل أبطأ. وحين نعود طلباً للمزيد، تكون الموارد المتاحة أقل عددًا وأصعب في استخراجها. لذا، فإننا نبذل المزيد من الجهد ونُلحِقُ المزيد من الضرر. وفي النهاية، يُستنفَد المورد- أو ينقرض.

هذا هو نمط إيذاء المجتمع لذاته. فالحياة الإنسانية تعتمد على ما تقدمه المحيطات من فوائد للصحة والرفاه والنمو الاقتصادي. وتؤدي عمليات المحيط إلى استدامة الأسماك التي تمثل المصدر الرئيسي للبروتين لما يقرب من ثلاثة ملايين شخص.[٣] وهناك دراسة تبين أن محيطاتنا تساوي ٤ تريليون دولار أمريكي على الأقل.[١] ولو كانت المحيطات بلدًا، لكانت تكافئ سابع أكبر اقتصاد في العالم.

تُوفِّر المحميات البحرية أحد أفضل الخيارات للحفاظ على الأنظمة الإيكولوجية للمحيطات والسواحل أو إعادتها إلى ظروف صحية، وبخاصة حين يجري تطويرها كجزء من نظام إدارة أوسع.[٥-١٠] وتأتي الفوائد الإيكولوجية من حماية الأنواع والأماكن الطبيعية والوظائف الإيكولوجية. بينما تتأتّى الفوائد الاجتماعية من إشراك أصحاب المصلحة في التخطيط ومن التقاسم العادل للفوائد. أما الفوائد الاقتصادية فتنتُجُ عن ضمان الاستخدام المستدام على المدى الطويل للموارد الطبيعية وعوائد السياحة. ويمكن للأثر المُجمَّع أن يدعم العديد من أهداف التنمية المستدامة لجدول أعمال ٢٠٣٠ للتنمية المستدامة، بما في ذلك خفض الفقر وتحسين الأمن الغذائي والتعامل مع آثار تغير المناخ.

المحيط والقِيَم الساحلية على المحكّ

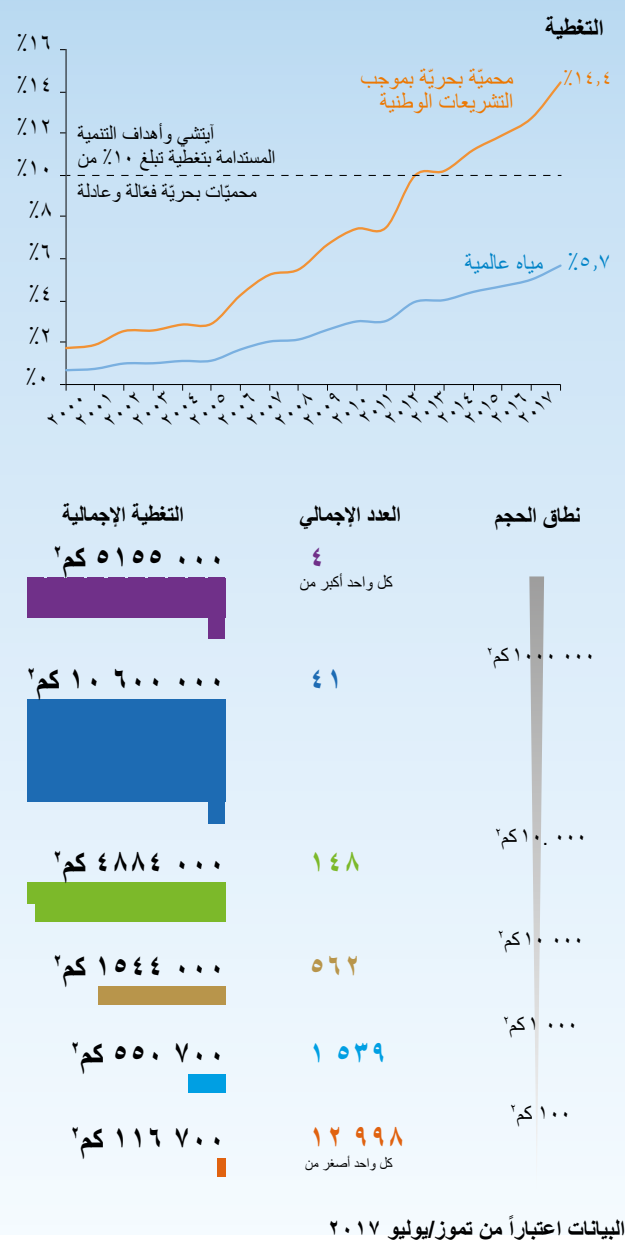
تزايد المحميات البحرية

تتفق معظم البلدان الآن على الحاجة لحماية ١٠ في المائة على الأقل من المناطق الساحلية والبحرية بحلول عام ٢٠٢٠.[١١] ويمثل هذا أحد أهداف آيتشي المتعلقة بالتنوع البيولوجي وهو يتكرر في جدول أعمال ٢٠٣٠ للتنمية المستدامة.[١٢،١١]

وهناك بالفعل زيادة قدرها ٢٥ في المائة خلال الـ١٥ عامًا الأخيرة.[١٣] وفي تموز/يوليو ٢٠١٧، سُمِّيَت ١٥,٢٩٢ محمية بحرية تغطي ما نسبته ٥,٧ بالمائة من المحيطات العالمية. وهناك ما يقرب من ١٤,٤ في المائة من المناطق الساحلية والبحرية الواقعة تحت الولايات الوطنية مُسمّاة كمحميات.[١٣] ويشير الرقم الأخير إلى أن هدف عام ٢٠٢٠ قد تحقق بالنسبة للبحار الوطنية ولكن الحقيقة أكثر تعقيدًا من ذلك. وهي معقدة لأن المناطق المادية المُغطاة لا تمثل سوى جزء واحد من الالتزام. وهناك مخاوف متزايدة من أن التسمية لا تكفي وأن التركيز يجب أن ينتقل إلى الفعالية.[١٤،١٥] وهناك بعض الأدلة على أن قدرات الحوكمة الحالية قد لا تكفي لدعم الفعالية والتنفيذ تجاه الأهداف الاجتماعية والاقتصادية.[١٦] واليوم، هناك ٤٥ من بين المناطق المُسماة البالغ عددها ١٥,٢٩٢ منطقة تمثل أكثر من ٧٢ في المائة من إجمالي المحميات البحرية.[١٣] وتعد هذه المناطق الكبيرة هامة للحفاظ على أنظمة إيكولوجية معزولة ونظيفة للغاية. ولكن مسألة حجمها وبُعدها تثير أيضًا أسئلة بشأن فعالية استراتيجيات حوكمتها والفرصة المحدودة لمشاركة فوائدها.[١٤] ويجب أن توفر المحميات البحرية حماية فعالة للتنوع البيولوجي ومشاركة مُنصفة للتكاليف والفوائد المرتبطة بها. وينبغي أن يكون التأكيد على كلٍ من الكَم والكَيف.

ولا تقتصر المسائل المتعلقة بالفعالية على المحميات البحرية الكبيرة للغاية. وقد قامت دراسة جديدة صدرت عن الأمم المتحدة للبيئة بعنوان "تمكين المحميات البحرية الفعّالة والمنصفة: إرشادات بشأن الجمع بين نُهُج الحوكمة" بتحليل حوكمة ٣٤ محمية في البحار الوطنية.[١٦] وقد حصل أكثر من نصفها بقليل على تصنيف فعالية متوسط، مما يشير إلى أنّ بعض الآثار الإنسانية عولجت بالكامل بينما عولج البعض الآخر جزئيًا. وقد حصلت المحميات الباقية على تصنيف منخفض للفعالية، مما يشير إلى أن بعض الآثار عولجت إما بصورة غير مناسبة أو لم تُعالج على الإطلاق. وتبيّن دراسات أخرى أن نحو ٤٠ في المائة من المحميات البحرية لديها أوجه قصور كبرى، مما يؤدي إلى ضعف الحوكمة وانعدام فعاليتها.[١٧]

التوجهات الحديثة في التغطية العالمية للمحميّات البحريّة



البيانات اعتباراً من تموز/يوليو ٢٠١٧

مصدر البيانات: برنامج الأمم المتحدة للبيئة - المركز العالمي لرصد حفظ الطبيعة

تحسين الحوكمة يزيد من فعّالية المحميات البحرية

لكي تصبح المحميات البحرية فعالة بحق، فإنها تحتاج إلى حوكمة قوية للتأثير على السلوك البشري وخفض آثار النظام الإيكولوجي. ويجب أن يكون النهج شاملاً ويعزز إحساسًا بالرعاية يبيِّن الفوائد الاجتماعية والاقتصادية والبيئية للمجتمعات المحلية التي تستخدمها.

ونظرًا لأن بحارنا تعتبر نظمًا إيكولوجية متشابكة تدعم أنظمة اجتماعية واقتصادية معقدة، فإن زيادة فعالية المحميات إلى الحد الأقصى يمكن أن يستنزف موارد جمّة. وغالبًا ما تتضمن التحديات الافتقار للمعرفة والإرادة السياسية والدعم المجتمعي والاستثمارات المالية. وفي كثير من الأحيان، يُنظر للمحميات البحرية باعتبارها تكلفة مبدئية على المدى القصير، بدلاً من تبنِّيها كاستثمارات طويلة الأمد ذات فوائد اجتماعية واقتصادية وبيئية كبيرة. ولكل محمية بحرية تحدياتها المختلفة، ولكن احتمال خرقِ مستخدمي الموارد البحرية للقواعد واللوائح يكون أقل إذا شاركوا في المناقشات وصنع القرار.

وتسعى مناقشات الحماية البحرية إلى إيجاد أفضل أو أصح طريقة لتحسين الحوكمة، مع التركيز على ثلاثة مقاربات. كل منها لها عيوبها. تركز الحوكمة من القمة إلى القاعدة على اللوائح التي تفرضها الحكومات. ويمكن أن يفتقر هذا إلى شمول المجتمعات المحلية، مما يؤدي إلى تقليل التعاون. بينما تركز الحوكمة من القاعدة إلى القمة على القيود المتفق عليها محليًا والتي يتعاون الناس معها. ويمكن أن يفتقر هذا إلى الإنفاذ القانوني الذي يقيد المستخدمين الجدد. أما الحوكمة القائمة على السوق فتركز على المبادرات الاقتصادية التي تنتج مكاسب مالية، مثل إعطاء المجتمعات المحلية سُبل عيش بديلة وحقوق المِلكية. ويمكن أن تعوق هذه المقاربة أهداف الحفاظ على البيئة من خلال تعطيل التعاون المحلي والتسبب في أضرار بيئية إضافية.

وتبيّن الأبحاث بشأن فعالية المحميات البحرية أن التركيز على نهج حوكمة واحد يُؤدي إلى نقاط ضعف يمكن أن تقوِّض نوايا الحفاظ على البيئة. وبدلاً من ذلك، ينبغي أن يكون هناك مقاربة متكاملة تجمع بين أدوار الحكومات الوطنية والمجتمعات المحلية ومخططات السوق.[١٦،١٨] وسوف تعتمد الأهمية النسبية لكل دور على السلوك الذي ستتم معالجته في السياق البيئي والاجتماعي والاقتصادي والسياسي الأعم.

الهدف ١١ من أهداف آيتشي للتنوع البيولوجي
بحلول عام ٢٠٢٠، سيكون ما لا يقل عن ١٠ في المائة من المناطق الساحلية والبحرية، وخصوصاً المناطق ذات الأهمية في التنوع البيولوجي وخدمات النظام الإيكولوجي محفوظاً من خلال أنظمة لمناطق محمية مُدارة بفعالية ومساواة وذات تمثيل بيئي، وجيدة التوصيل، ومن خلال تدابير فعالة أخرى للمحافظة على الطبيعة تكون قائمة على المناطق، ومتكاملة ضمن المشهد البحري الطبيعي الأوسع.

الهدف ١٤-٢
بحلول عام ٢٠٢٠، إدارة وحماية النظم الإيكولوجية البحرية والساحلية لتفادي الآثار المعاكسة والكبيرة، بما في ذلك تعزيز قدرتها على الصمود، واتخاذ الإجراءات لترميمها.

الهدف ١٤-٥
بحلول عام ٢٠٢٠، المحافظة على ١٠ في المائة على الأقل من المناطق الساحلية والبحرية بشكل متسق مع القانون الوطني والدولي واستناداً إلى أفضل المعلومات العلمية.

مقطع فيديو: كيفية اختيار المحميّات البحريّة

وصلة الفيديو: https://www.openchannels.org/videos/how-choose-marine-reserves
© هيو بوسنغهام / جنيفر مكغوان، جامعة كوينزلاند

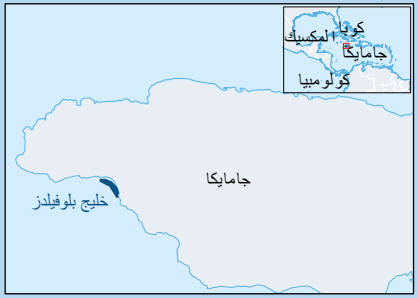
جمع المقاربات المتخذة عملياً في الحَوْكَمة

جزيرة تشومب، تنزانيا

محميات بحرية خاصة:

- مموّلة أساساً من مبادرات السياحة البيئية
- النسبة المرتفعة للموظفين مقابل السياح ستخلق وظائف أكثر، مع وجود ٩٥٪ من الموظفين من مواطني تنزانيا
- تعاون قوي مع إدارة المصائد التنزانية لِفرض الغرامات، مسنودةً بالحرس المحلي، وصيادي الأسماك وأفراد الشرطة

خليج بلوفيلدز، جامايكا



محميّات بحريّة تقودها المجتمعات المحلية:

- نقاشات وقرارات تشمل جميع المجتمعات المحلية ذات الصلة
- التوجّه نحو الاستقلال المالي لدعم نفسها ودعم المجتمع المحلي
- الحكومة تموّل دوريّات لتطبيق اللوائح التنظيمية، المسنودة بواسطة قوانين الولاية
- المنظمات الدولية والمحلية تتولّى الإدارة المالية والتشغيلية، وتوفّر موارد ماهرة للتدريب والتعليم

المتنزّه البحري في الحَيد المَرجاني العظيم، أستراليا

محميات متعددة الاستخدام:

- تعاون وثيق بين الحكومة الاتحادية وحكومات الولايات
- نظام نطاقات للتشارُك العادل في منافع خدمات النظام الإيكولوجي
- توظّف السياحة أكثر من ٧٠ ألف شخص وتدرّ دخلاً يبلغ ٥ مليارات دولار أسترالي كل سنة
- التعاون مع المجتمعات المحلية للسكان الأصليين لضمان سبل عيشهم وثقافتهم وتقاليدهم، وعلى سبيل المثال، تحظى حقوقهم في صيد الأسماك بالحماية

تُعد كل محمية فريدة من نوعها، ولكن هناك قوى دافعة مشتركة يمكن أن تزيد من تحديات الحوكمة. وتتضمن هذه القوى التوسع في الطلب من أسواق الأسماك العالمية والذي يزيد من مستويات الصيد التجاري؛ والفقر المحلي الذي يدفع بالسكان إلى الصيد من أجل الرزق وسُبل المعيشة الأساسية؛ وتزايد السياحة التي تزيد من الضغط على تنمية البنية التحتية والإتاحة الترفيهية؛ والهجرة الاقتصادية من المناطق الداخلية الأكثر فقرًا إلى المناطق الساحلية سعيًا وراء فرص العمل أو مستويات معيشة أفضل.[١٦،١٨]

يمكن لهذه القوى أن تقوِّض أهداف الحفاظ على البيئة. ومن الواضح أن تحديد الأهداف في أثناء عملية تسمية المحميات البحرية يُمَكِّن من فهم المتطلبات الأساسية للتصدي لأوجه التعارض ودعم فعالية المناطق المحمية. ويمكن أن يدعم إطار الحوكمة تطوير وتنفيذ تدابير للتخفيف من آثار سلوكيات بشرية محددة وينبغي أن يتضمن استراتيجيات الإنفاذ والاستراتيجيات المالية لدعم الأهداف الإجمالية للمحميات. وفي الوقت ذاته، يجب أن يتيح تقاسم الفوائد والتكاليف على قدم المساواة، مع حماية التنوع البيولوجي في الوقت ذاته.

وتبين دراسات الحالة للمحميات البحرية كيف يمكن للمزج بين مقاربات الحوكمة أن يحقق الفعالية. يعدّ المتنزه البحري الخاص بالرصيف المرجاني الكبير في أستراليا مثالاً للجهود من القمة إلى القاعدة، في حين يضمن التعاون مع مجتمعات الشعوب الأصلية المحلية سُبل معيشتهم وثقافتهم وتقاليدهم؛ ويعد المتنزه المرجاني لجزيرة تشومب في تنزانيا منطقة محمية تركز على السياحة البيئية، في حين يوجد تعاون قوي مع الحكومة لفرض العقوبات بدعم من الحراس والصيادين والشرطة، بينما تعد منطقة خليج بلوفيلدز في جامايكا منطقة حماية يقودها المجتمع المحلي، ولكن الحكومة تموِّل الدوريات لإنفاذ اللوائح التي تدعمها قوانين الولايات. وقد اعتمدت كلٌ من هذه الجهود أساليب من مقارباتٍ متنوعة لكي تتواءم مع الاحتياجات والظروف المحلية.[١٦،١٨]

حَوكَمة المحميّات البحريّة

ما هي المحميّة البحرية؟

توجد المحميّات البحريّة في أشكالٍ متنوعة. وقد تختلف التعريفات والتصنيفات، غير أنها مصممة في العادة لحماية أو إدارة التنوع الحيوي البحري والساحلي والنُظم و/أو الموارد الإيكولوجية. وتُستخدم في كلا المناطق الساحلية والمحيطات الممتدة عبر المناطق المدارية والمعتدلة والقطبية. وقد تُدار تحت مستويات مختلفة من اللوائح ومقاربات الحماية وتدابيرها.

تكون المحميات البحرية أشدّ فعالية حين تنتهج توليفةً من أساليب الحَوكمة

الحَوكمة القائمة على السوق

تشكّل الأسواق أهميةً للحوافز الاقتصادية، والبدائل المتوافقة لسبل العيش، والاستدامة المالية. ويُساعد إلحاق القيمة الاقتصادية بالتنوع الحيوي في تعزيز اتخاذ قرارات متوازنة.

الحَوكمة من الأسفل إلى الأعلى

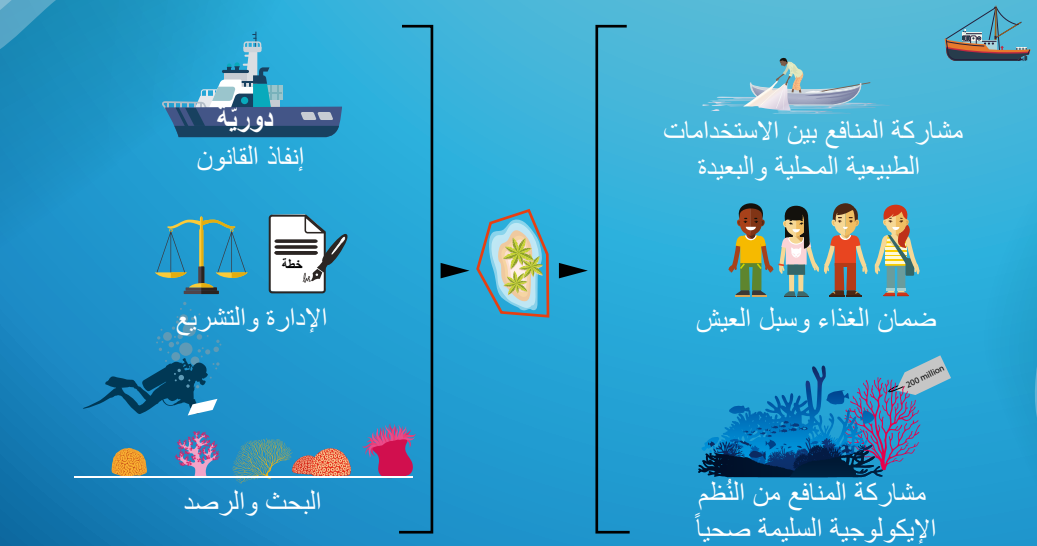
يُعد انخراط المجتمعات المحلية في اتخاذ القرارات والانتفاع من المعرفة المحلية عاملاً أساسياً في تحقيق النجاح. ومن شأن ذلك أن يعزز الحس بالمِلكية والمسؤولية والتمكين.

الحَوكمة من الأعلى إلى الأسفل

يلزم تدخّل الحكومة لكي تحمي القوانينُ واللوائح التنوعَ الحيوي والموارد الطبيعية من الدمار والتدهور على أيدي المُستخدِمين

... للتعامل مع النزاعات وتقليل الأثر الذي تخلّفه الأنشطة،

... ولضمان حصص متساوية من التكاليف والمنافع



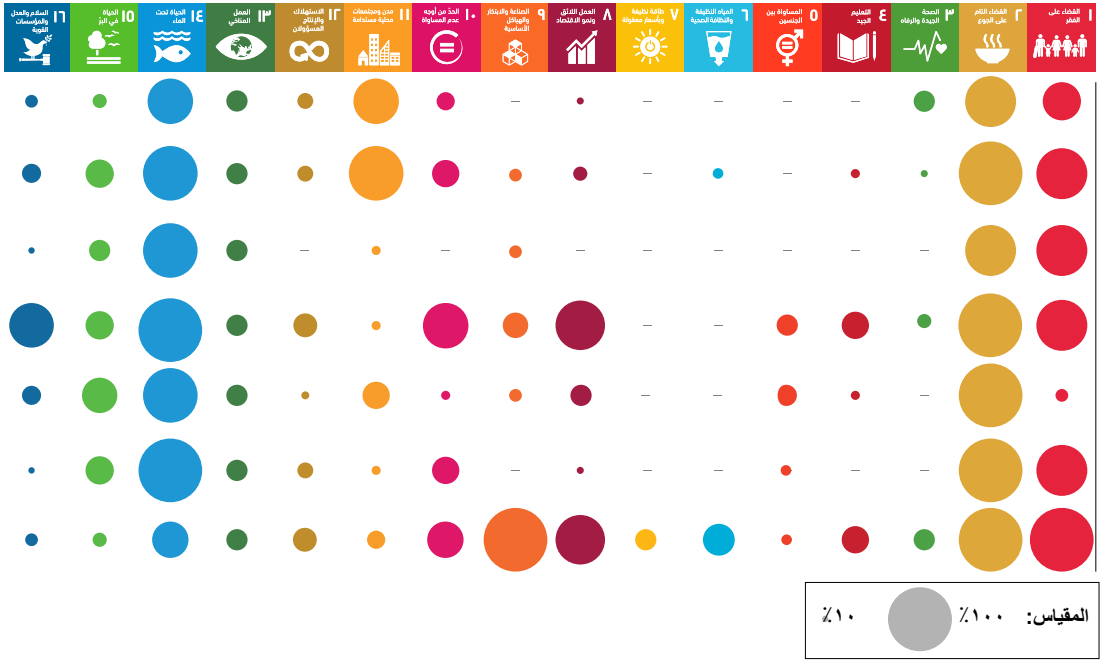
المستقبل: استخدام المحميات للتنمية المستدامة

إن الفرص التي تخلقها الحماية البحرية واسعةٌ باتساع المحيط. ولكن يلزم تحقيق نقلة في الإدراك للتركيز على جودة المحميات بالإضافة إلى كمّها، وللإقرار بالفوائد والتكاليف أيضًا. ويمكن أن توجد الفوائد الاقتصادية والاجتماعية بشكلٍ مريح جنبًا إلى جنب مع الحماية البحرية، إذا أديرت الحوكمة بفهم كامل للبيئة المحيطة.

ويقدّر أحد السيناريوهات الاقتصادية أن إنشاء شبكة من المناطق المحمية تغطي ١٠-٣٠ في المائة من المحيطات قد يكلّف ٤٥-٢٢٨ مليار دولار أمريكي، ولكن يمكن أن يحقق مكاسب اجتماعية واقتصادية مذهلة من خلال توفير فوائد الخدمات الإيكولوجية (للحماية الساحلية ومصايد الأسماك والسياحة والترفيه ومخزون الكربون) تبلغ قيمتها ٦٢٢-١,١٤٥ مليار دولار أمريكي على مدار الفترة ٢٠١٥-٢٠٥٠.[١٩] ومثل هذه الفوائد قد تزيد بمقدار ٣ إلى ٢٠ ضعفًا عن التكلفة. ويمكن أن يعني هذا أيضًا زيادة إنتاجية مصائد الأسماك وخفض تدهور مخزون الأسماك العالمي. وسيكون هناك نمو في السياحة وغيرها من الفرص الاقتصادية. على سبيل المثال، تشير الدراسات إلى أن زيادة التنوع البيولوجي من المحميات يمكن أن يجذب دخلاً من السياحة يبلغ ٣٦ ضعفًا الدخل الناتج من الصيد.[٢١] وبالإضافة إلى ذلك، فإن تحليل التكلفة والفوائد يشير إلى إمكانية تحقيق وفورات الحجم من زيادة حجم المحميات البحرية بالنسبة لتكاليف الإنشاء والتشغيل.[١٩]

ولكن، كما هو الحال مع الحَوْكَمة البحرية بصفة عامة، ليس ثمّة من حلٍّ وحيد. ويجب أخذ كل سيناريو في الاعتبار بصورة منفردة. وكما سبق التنويه إليه، هناك مؤشرات على أن المحميات البحرية يمكن أن تكون ذات مستويات أقل من الحوكمة والفعالية.[١٥،١٧،١٨] كما أشيرَ أيضًا إلى تراجع العائدات مع زيادة النطاق، ولكن هذا يعتمد على حجم التنوع البيولوجي في كل منطقة.[١٩] وقد يتطلب كل موقع تحليلاً للتكلفة والفوائد لفهم التداعيات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية. وسيكون من اللازم أن تبيّن جميعًا فعاليتها في خفض الأثر على الموارد البحرية والأنظمة الإيكولوجية، مع زيادة التقاسم المُنصِف للفوائد.

المنافع المشترَكة المتأتية من تحقيق غايات الهدف ١٤ من أهداف التنمية المُستدامة: الحياة تحت سطح الماء



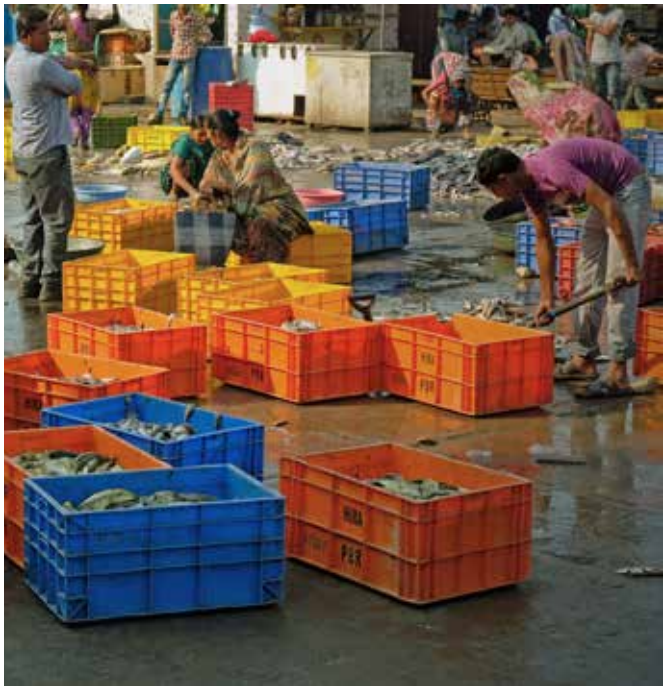
المصدر: مقتبس من سِنغ وآخرون (٢٠١٧) [٢٢]

في عام ٢٠١٦، وَضع نداءُ روما للعمل وبيانُ توافُق العلماء ذو الصلة خارطةَ طريق للحضِّ على إنشاء محمية بحريّة فاعلة ومتكافئة ذات أهداف وإجراءات واضحة.[٢٣-٢٤] واستند مؤتمر الأمم المتحدة المَعني بشؤون المحيطات، الذي عُقد في حزيران/يونيو ٢٠١٧، إلى خارطة الطريق هذه، مُدركاً الحاجة إلى الجمع بين الحفاظ على التنوع البيولوجي والاستخدام المُستدام، مع وجود دور واضح للناس والتقاسُم المتكافئ للتكاليف والمنافع.[٢٥]

وقد تُشكّل الجهود المبذولة لضمان محيطات وسواحل سليمة صحياً عائداً جيّداً على الاستثمار من حيث تحقيق تنميةٍ مستدامة أوسع نطاقاً. وتُسلّط دراسةٌ حديثةٌ الضوءَ على كثير من المنافع المُشترَكة، من تحقيق الغايات المختلفة للهدف رقم ١٤ من أهداف التنمية المُستدامة المَعني بحفظ المحيطات والبحار وحتى بلوغ مجمل خطة التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠.[٢٢]

وتتَّسم هذه الفرصة بالأهمية لتعزيز جهودنا المبذولة لصون صحّة محيطاتنا وبحارنا وبما يمكّننا بالتالي من مواصلة الانتفاع منها. وقد بات أكثر أهميةً مما مضى أن تنظر البلدان إلى ما هو أبعد من تحقيق غايات التغطية القصوى للمحميّات البحريّة، وذلك حتى تتمكن من استخدامها بطريقة تحقق التنمية المُستدامة.

فيديو: اقتصاديات مصائد الأسماك وسياستها: المحميّات البحريّة



وصلة الفيديو: www.youtube.com/watch?v=n6_JLZnQe6Y © الصندوق الاستراتيجي لحفظ البيئة
مصدر الصورة: pjhpix / Shutterstock.com

مصدر الصورة: تشين دبليو إس / Shutterstock.com

المراجع

1. Hoegh-Guldberg, O. *et al*. (2015). Reviving the Oceans Economy: the case for action – 2015. WWF International, Gland. https://www.worldwildlife.org/publications/reviving-the-oceans-economy-the-case-for-action2015-
2. Coralcoe (2017). Life and death after Great Barrier Reef bleaching. ARC Centre of Excellence for Coral Reef Studies website. https://www.coralcoe.org.au/media-releases/life-and-death-after-great-barrier-reef-bleaching
3. FAO (2016). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016: Contributing to food secrity and nutrition for all*. The Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf
4. WWF (2015). *Living Blue Planet Report: Species, habitats and human well-being*. WWF International, Gland. https://www.worldwildlife.org/publications/living-blue-planet-report2015-
5. Ballantine, W.J. and Langlois, T.J. (2008). Marine reserves: the need for systems. In: Davenport J. *et al. (eds) Challenges to Marine Ecosystems. Developments in Hydrobiology, vol 202*. Springer, Dordrecht. https://link.springer.com/chapter/2%10.1007F3_7-8808-4020-1-978
6. Guidetti, P. (2006). Marine reserves reestablish lost predatory interactions and cause community changes in rocky reefs. *Ecological Applications*, 976–963 ,16. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/-1051/10.1890 5%016(2006)0761B0963:MRRLPI5%D2.0.CO;2/epdf
7. Leleu, K., Remy-Zephir, B., Grace, R. and Costello, M.J. (2012). Mapping habitats in a marine reserve showed how a -30year trophic cascade altered ecosystem structure. *Biological Conservation*, 201–193 ,155. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320712002443
8. Moland, E., Olsen, E.M., Knutsen, H., Garrigou, P., Espeland, S.H., Kleiven, A.R., Andre, C. and Knutsen, J.A. (2013). Lobster and cod benefit from small-scale northern marine protected areas: inference from an empirical before-after control-impact study. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 20122679 ,280. http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/20122679/1754/280.full.pdf
9. Mumby, P.J. and Harborne, A.R. (2010). Marine reserves enhance the recovery of corals on Caribbean reefs. *PLoS One*, 5, e8657. http://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0008657&type=printable
10. Pita, C., Pierce, G.J., Theodossiou, I. and Macpherson, K. (2011). An overview of commercial fishers' attitudes towards marine protected areas. *Hydrobiologia*, 306–289 ,670. https://link.springer.com/content/pdf/2%10.1007Fs9-0665-011-10750.pdf
11. CBD (2017). Aichi Biodiversity Targets website. Convention on Biological Diversity, Montreal. https://www.cbd.int/sp/targets/
12. United Nations (2017). Sustainable Development Goal 14 website. Sustainable Development Knowledge Platform. United Nations, New York. https://sustainabledevelopment.un.org/sdg14
13. UNEP-WCMC (2017). The World Database on Protected Areas dataset. United Nations Environment Programme – World Conservation Monitoring Centre, Cambridge. http://www.protectedplanet.net/c/world-database-on-protected-areas
14. Jones P.J.S. and De Santo, E.M. (2016). Viewpoint – Is the race for remote, very large marine protected areas (VLMPAs) taking us down the wrong track? *Marine Policy*, 234-231 ,73. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X1630481X?via3%Dihub
15. Watson, J.E.M., Dudley, N., Segan, D.B. and Hockings, M. (2014). The performance and potential of protected areas. *Nature,* 73-67 ,15. https://www.nature.com/nature/journal/v515/n7525/pdf/nature13947.pdf
16. UNEP (2017). Enabling effective and equitable marine protected areas: guidance on combining governance approaches. United Nations Environment, Nairobi.
17. Leverington, F., Costa, K.L., Pavese, H., Lisle, A. and Hockings, M. (2010). A Global Analysis of Protected Area Management Effectiveness. *Environmental Management*, 698–685 ,(5)46. https://link.springer.com/content/pdf/2%10.1007Fs5-9564-010-00267.pdf
18. Jones, P.J.S. (2014). *Governing Marine Protected Areas: Resilience through diversity*. Routledge, London.
19. Brander, L., Baulcomb, C., van der Lelij, J.A.C., Eppink, F., McVittie, A., Nijsten, L. and van Beukering, P. (2015). The benefits to people of expanding Marine Protected Areas. IVM Institute for Environmental Studies Report R05/15-. http://assets.wnf.nl/downloads/mpa_rapport_volledig.pdf
20. Balmford, A., Gravestock, P., Hockley, N., McClean, C.J. and Roberts, C.M. (2004). The worldwide costs of marine protected areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, ,(26)101 9697-9694. http://www.pnas.org/content/9694/26/101.full.pdf_
21. Sala E., Costello, C., Parme, J.D.B. and Sumaila, R.U. (2016). Fish Banks: An economic model to scale marine conservation. *Marine Policy*, ,73 161-154. https://www.researchgate.net/publication/306420445_Fish_banks_An_economic_model_to_scale_marine_conservation
22. The 10x20 Initiative (2016). *Rome Call to Action*. Conference on Marine Protected Areas: An Urgent Imperative A Dialogue Between Scientists and Policymakers, Ministry of Foreign Affairs and International Cooperation, Rome, 9-7 March 2016. http://www.italyun.esteri.it/rappresentanza_onu/resource/resource/03/2016/rome_conference_cta_final.pdf
23. The 10x20 Initiative (2016). *Scientists' Consensus Statement on Marine Protected Areas (MPAs): Characteristics, Governance, and Sustainable Financing*. Conference on Marine Protected Areas: An Urgent Imperative A Dialogue Between Scientists and Policymakers, Ministry of Foreign Affairs and International Cooperation, Rome, 9-7 March 2016. http://www.italyun.esteri.it/rappresentanza_onu/resource/resource/03/2016/scientists_consensus_statement_on_marine_protected_areas.pdf

24. United Nations (2017). Report of the United Nations Conference to Support the Implementation of Sustainable Development Goal 14: Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable Development. A/CONF.14/230. United Nations, New York. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/15662FINAL_15_June_2017_Report_Goal_14.pdf

25. Singh, G., Cisneros-Montemayor, A., Cheung, W. and Ota, Y. (2017). *Oceans and the Sustainable Development Goals: Co-benefits, Climate Change & Social Equity*. The Nippon Foundation and University of British Columbia Nereus Program, Vancouver. http://www.nereusprogram.org/wp-content/uploads/05/2017/SDG-Report-2017-online-version.compressed.pdf

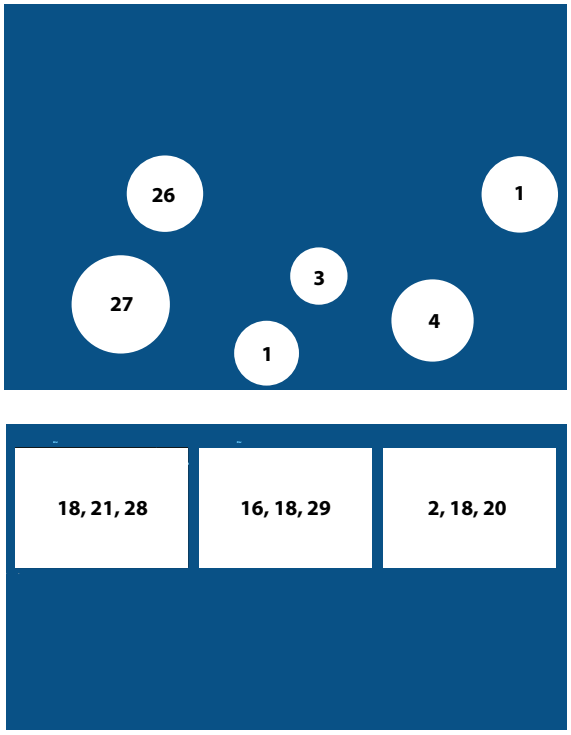
26. Burke, L., Reytar, K., Spalding, M. and Perry, A. (2011). *Reefs At Risk Revisited*. World Resources Institute, Washington DC. http://www.wri.org/publication/reefs-risk-revisited

27. Cisneros-Montemayor, A.M. and Sumaila, U.R. (2010). A global estimate of benefits from ecosystembased marine recreation: Potential impacts and implications for management. Journal of Bioeconomics, -245 ,12 268. https://www.researchgate.net/publication/227346912_A_global_estimate_of_benefits_from_ecosystem-based_marine_recreation_Potential_impacts_and_implications_for_management

28. Nordlund, L.M., Kloiber, U., Carter, E. and Riedmiller, S. (2013). Chumbe Island Coral Park–governance analysis. Marine Policy, 117-110 ,41. http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2012.12.018

29. Thorpe, C. (2011). Governance analysis of Bluefields Bay Special Fisheries Conservation Area, Jamaica. MSc Thesis, University College London. https://www.ucl.ac.uk/mpag/docs/Bluefields.pdf

مَراجع الرسوم البيانية



عاصفة رملية تحوم فوق بعثة الأمم المتحدة في شمال دارفور، الفاشر، السودان
مصدر الصورة: العملية المختلطة للاتحاد الأفريقي والأمم المتحدة في دارفور/ آدريان دراغني

العواصف الرملية والغبارية: كبحُ جماح ظاهرة عالمية

اجتياح الرمال والغبار

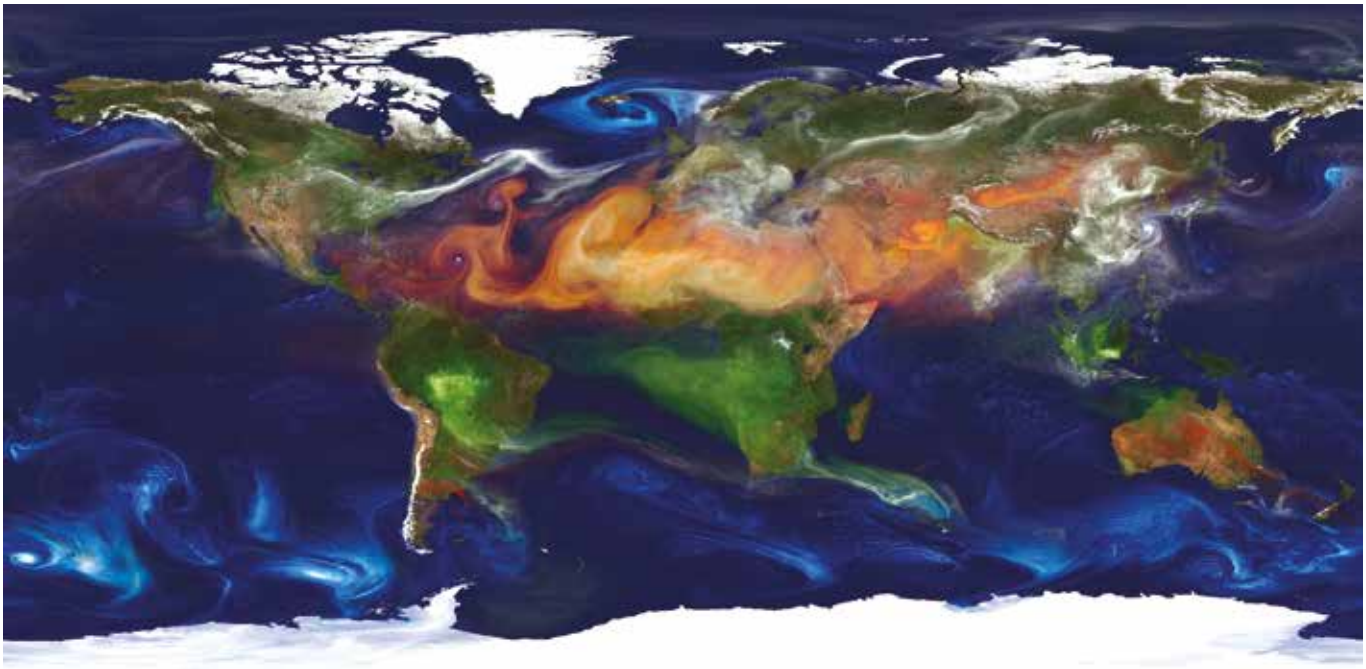
في عام ٢٠١٠ أصدرت السلطات الصينية إنذاراً بالتلوّث من الدرجة الخامسة مع انتقال عاصفة رملية هائلة من منغوليا وشمال الصين باتجاه العاصمة بكّين، إذ كانت تحوم فوق مساحةٍ تبلغ ٨١٠ آلاف كيلومتر مربّع بما يهدد ٢٥٠ مليون نسمة.[١] وفي أيار/مايو ٢٠١٦، اجتاحت سلسلة من العواصف الرملية الهائلة سائر مقاطعة ريغان في جنوب شرق إيران، وطمرت ١٦ قرية وتسببت في خسائر بلغت ٩ ملايين دولار أمريكي.[٢] وبعد بضعة أشهر غلّفت سُحب ثقيلة من الرمل والغبار إمارة أبو ظبي، وانخفض مجال الرؤية في المدينة إلى ٥٠٠ متر مما أدى إلى ارتفاع عدد المرضى بالربو الذين أُدخلوا إلى المستشفيات بنسبة ٢٠ في المائة.[٣-٤] وتُعد هذه بضعة أمثلة فحسب على التهديدات والأضرار الأخيرة التي تسببت فيها العواصف الرملية والغبارية ولحقت بأنحاء كثيرة من العالم. ويزخر التاريخ البشري بأمثلة أخرى.[٥] تنتجُ العواصف الرملية والغبارية حين تعمل رياح هائجة قوية على تآكُل جزيئات الرمل والغرين من الأراضي القاحلة وشبه القاحلة ثم تُطلقها في الهواء. وتنتقل العواصف الرملية على مقربةٍ من الأرض نسبياً ويؤدي كلٌ من حجم الجزيئات وسرعة الرياح إلى تقييد المسافة التي يقطعها كل جزيء. ترفع العواصف الغبارية كميات كبيرة من جزيئات الغرين الدقيقة وجزيئات الصلصال الصغيرة إلى مستوى أعلى في الغلاف الجوي.[٦]

يمكن للعواصف الغبارية أن تنتقل لآلاف من الكيلومترات عبر القارّات والمحيطات، وتجرّ معها ملوّثات أخرى في طريقها وترسّب الجزيئات على مسافةٍ بعيدة عن منشأها. وتنشر الرياح الغبار من الصحراء الكبرى - وهي المصدر الأشد أهمية - غرباً باتجاه الأمريكتين، وشمالاً إلى أوروبا، وشرقاً إلى الصين.[٦] وتهب رياحٌ مصدرها آسيا الوسطى والصين لتصل إلى شبه الجزيرة الكورية، واليابان، وجزر المحيط الهادئ، وأمريكا الشمالية وما وراءها.
تتبّعت دراسة حالة في عام ٢٠٠٣ كميات هائلة من الغبار المتجمّعة في عمود غباري صيني ثار في عام ١٩٩٠ ووصل إلى جبال الألب الأوروبية - منتقلاً شرقاً عبر مسافة تزيد عن ٢٠,٠٠٠ كيلومتر خلال أسبوعين.[٧]

ويلعب الغبار دوراً مهمّاً في العمليات الكيميائية الحيوية في سائر النظام الأرضي. ويشكّل مصدراً للمواد التي تتكوّن منها الامتدادات الشاسعة لتربة الطيْس.[٨] وتوفّر ترسيبات الغبار المعدنية موادَّ مُغذّية مثل الحديد وغيرها من العناصر النزرة في النُظم البيئية البرّية والبحرية، وتعزز الإنتاجية الأولية ونموّ العوالق النباتية.[٩] ويُعدّ الغبار من الصحراء الكبرى سماداً طبيعياً لغابة الأمازون المطريّة، ويوفّر الإضافات الفوسفورية التي تُوازن ما تفقده الغابة من خلال تصريف الأنهار.[١٠] وعلى نحو مماثل، تتلقّى الغابات المطريّة في هاواي المواد المغذّية من الغبار القادم من آسيا الوسطى.[١١] وفي الوقت ذاته، قد يُتلف الغبار القادم من أفريقيا وآسيا الشِّعَب المَرجانية في البحر الكاريبي.[١٢]

يمكن للغبار كذلك أن يؤذي الحيوانات والبشر، وخصوصاً في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. فبالنسبة إلى البشر، يُمكن أن يتسبب استنشاق الجزيئات الدقيقة بالرّبو وبتفاقُمه وبالتهاب القصبات الهوائية والنّفاخ الرئوي والسُّحار السيليسي.[١٣] كما أنّ الغبار الدقيق قادر على نقل مجموعةٍ من الملوّثات والأبواغ والبكتريا والفطريات والمواد المُسبِّبة للحساسية. ومن المشاكل الشائعة الأخرى التهابات العين، وتهيّج الجلد، وحمّى الوادي. وفي بلدان الساحل الأفريقي، ترتبط كميات الغبار المحمولة القادمة من الصحراء الكبرى ارتباطاً قوياً بتفشّي التهاب السحايا.[١٤] فالتعرّض المستمرّ للغبار الدقيق يُساهم بالوفاة المبكّرة نتيجة الأمراض التنفسية والقلبية الوعائية وسرطان الرئة والتهابات الجهاز التنفسي السفلي الحادّة.[١٥]

تتبع العواصفَ الغبارية أضرارٌ اقتصادية واجتماعية أخرى.[١٦،١٩] وتشمل التكاليف على المدى القصير مرض الماشية ونفوقها، وتلف المحاصيل، والإضرار بالمباني وبغيرها من البنى التحتية، وتعطّل وسائل النقل، وإزالة باهظة التكلفة لأطنانٍ من الرواسب. وقد تبلغ تكلفة الخسائر الاقتصادية من عاصفة واحدة مئات الملايين من الدولارات. أما التكاليف على المدى الطويل فتشمل تعرية التربة، وتلوّث النُظم الإيكولوجية، والمشاكل الصحية المُزمنة المُنهكة، والتصحّر.



صورة للهباء الجوي أُنتجت بواسطة المحاكاة بنظام (GEOS-5) بدقّة وضوح تبلغ ١٠ كيلومترات. يظهر الهبوب الغباري باللون البني/الأحمر.
مصدر الصورة: ويليام بوتمان، ناسا/مركز غودارد لرحلات الفضاء

دوافع من الطبيعة، وسوء إدارة الأراضي، والتغيّر المناخي

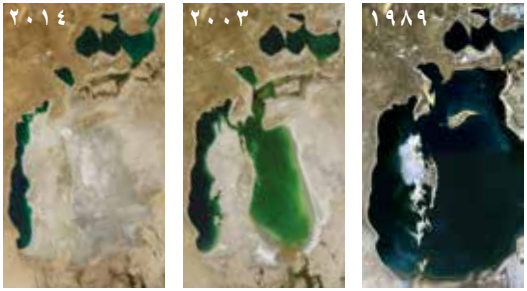
تتنوّع الأنشطة الغبارية بشكلٍ ملحوظ وفقاً لنطاقات زمنية مختلفة، مثل النطاقات الموسمية والسنوية والعقدية أو المتعددة العقود.[٢٠] وتُظهر دراسة أُجريت في سنة ٢٠١٢ على بيانات الأقمار الاصطناعية بين عامَي ٢٠٠٣ و٢٠٠٩ بالمقارنة بتحليلات مشابهة للبيانات من فترات سابقة حدوث تغييرات كبيرة على مدى العقود الثلاثة الماضية في أستراليا وآسيا الوسطى وفي السهول العليا في الولايات المتحدة؛ بينما ظلّت الأنشطة الغبارية التي تهبّ على شمال أفريقيا والشرق الأوسط وأمريكا الجنوبية عند نفس مستوى نشاطها.[٢١-٢٢] وتُظهر دراسات أخرى أنّ هذه المناطق تتعرّض لكثافة غبارية مرتفعة ومتكررة على شكل عواصف أو سديم غُباري ناتج عن أسباب طبيعية وبشرية المنشأ على حد سواء.[٢١-٢٣]

تنتُج الأسباب البشرية المنشأ، المسؤولة عن نحو ٢٥ في المائة من انبعاث الغبار العالمي، من التغيّرات في استخدام الأراضي التي تنطوي على استخراج مفرَط للمياه وتحويل الماء لأغراض الرّي، ممّا يؤدي إلى تجفيف المسطّحات المائية؛ ومن اجتثاث الغابات والممارسات الزراعية غير المُستدامة، وهو ما يعرّض التربة إلى التعرية بفِعل الرّياح. وتُعد هذه الأشكال جميعها من أشكال تدهور الأراضي. وفي الأراضي الجافّة، عندما تُحرث التربة الزراعية لمرّات كثيرة وبعُمق كبير وتُنزع فضلات المحاصيل تُترك التربة مكشوفة. أما إزالة الأسيجة وركام الرياح للسماح بإدخال معدّات أكبر حجماً فيؤدي إلى زيادة التعرية بفِعل الرّياح. ويؤدّي الرّعي الجائر في المراعي إلى فقد غطاء التربة. وحين تفقد التربة غطاءها الأرضي تحمل الرياح أدقّ الجزيئات التي تحتوي على مقدار كبير من المواد المغذّية للتربة والمادّة العضوية لتنقلها بعيداً. ويتبيّنُ من عمليات المُحاكاة النموذجية أن انبعاث الغبار عالمياً قد زاد ما بين ٢٥ إلى ٥٠ في المائة لأسبابٍ مُجتمعة من استخدام الأراضي والتغيّر المناخي منذ عام ١٩٠٠.[٢٤]

في كلّ منطقةٍ معرَّضةٍ للغبار، نجد العلاقة بين الأنشطة البشرية وزيادة الغبار ملحوظةً وأحياناً بشكلٍ ملموس. جفّت بحيرة أوينز (الجافة) التي تشكّل مصدر الغبار في كاليفورنيا بعد أن بدأ تحويل المياه إلى القناة المائية في لوس أنجلوس في عام ١٩١٣.[٢٥] وأصبحت بتاغونيا في النصف الجنوبي من الأرجنتين مصدراً رئيسياً للغبار البشريّ المنشأ من التصحّر الذي تسبَّب به رعي الماشية غير المُستدام.[٢٦] أمّا حوض الغانج الهندي فهو مصدر رئيسي للغبار في جنوب أفريقيا، ناتج عن الأنشطة الزراعية المكثّفة.[٢٢] وفي أستراليا، أفضت تهيئة الأراضي والطلب على المياه من أجل الزراعة إلى تعطيل النظام المائي وإلى ارتفاعٍ كبير في منسوب الغبار.[٢٧] وتتعرّض بحيرة بلخاش في كازاخستان إلى جفافٍ سريع منذ عام ١٩٧٠ بعد اكتمال بناء السد عند منبع نهر إيلي.

انكماش بحر آرال من عام ٢٠٠٠ إلى عام ٢٠١٣

بعد عقود من تحويل المياه على نطاق واسع، جفّ بحر آرال وأصبح مصدراً نشِطاً للغبار



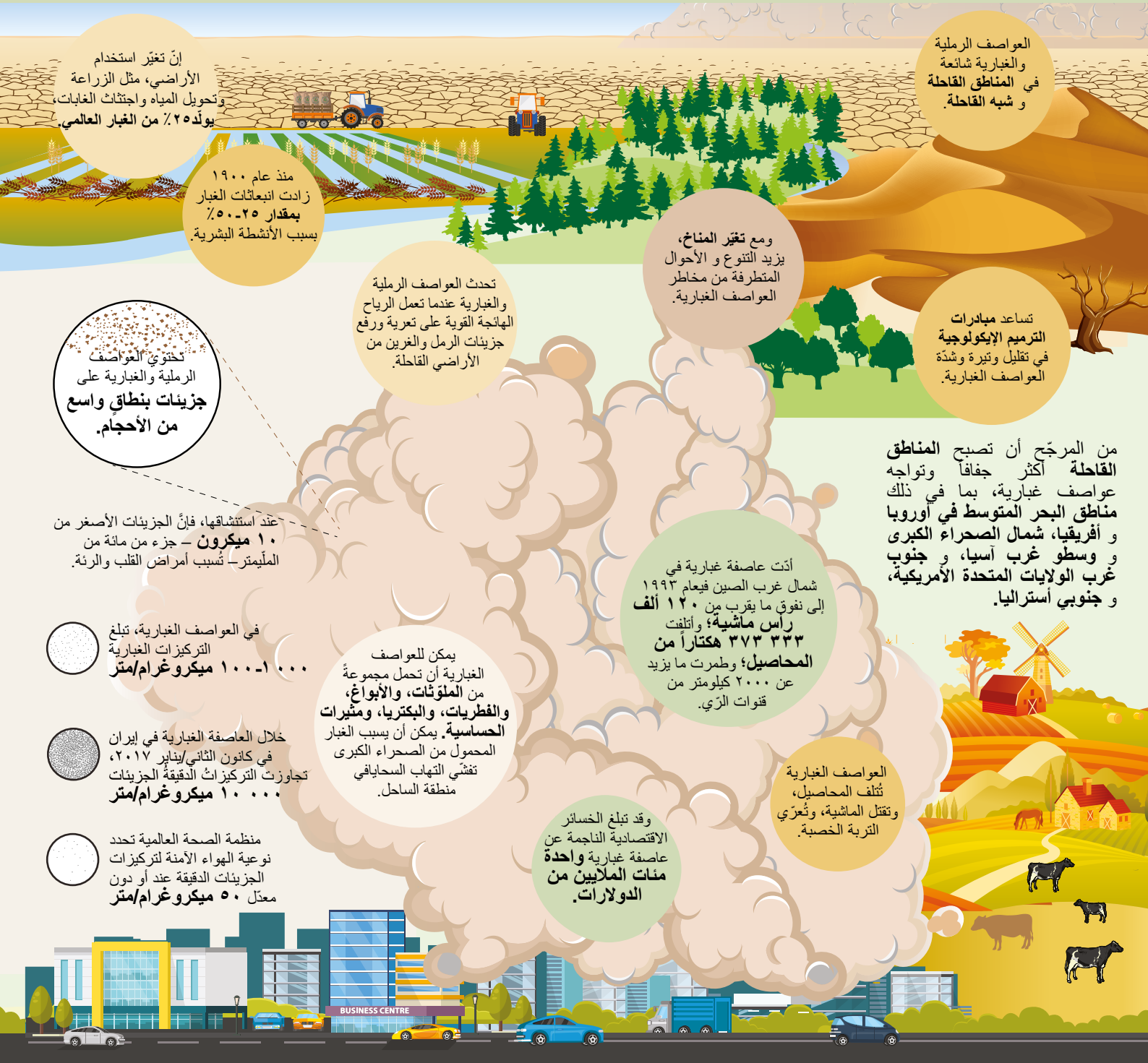
مصدر الصُوَر:
١٩٨٩ - منشأة الغطاء الأرضي العالمي في جامعة ماريلاند
٢٠٠٣ - جاك ديكلواتر، ناسا/مركز غودارد لرحلات الفضاء
٢٠١٤ - جيبسي آلان، مرصد الأرض في ناسا

وأخيراً، فبعد عقود من التحوّلات الواسعة النطاق - عن نهري المنطقة الرئيسيين سير داريا (سيحون) وآمو داريا (جيحون) إلى مخططات الرّي الشاملة - انخفض تدفق النهرين الذي يصل إلى بحر آرال، مما نتج عنه جفاف وتصحّر في سائر أنحاء المنطقة.[٢٨] وهناك مساحات شاسعة في حوض بحر آرال هي اليوم مصادر نشِطة للغبار المؤذي الملوَّث برواسب دائمة من الأسمدة الاصطناعية ومُبيدات الآفات الزراعية التي حُظِر استخدامها منذ عقود.[٢٩]

يُعدّ تغيّر المناخ البشريّ المنشأ عاملاً مهمّاً في توليد الغبار، بالإضافة إلى الغبار الناتج طبيعياً وبفِعل الإدارة غير الحكيمة للأراضي. وسوف تُصبح مناطق كثيرة هي عبارة عن أماكن غبارية حالياً أكثر جفافاً على الأرجح وستُساهم بمزيد من الغبار الجوّي. وتشمل هذه المساحات معظم مناطق البحر المتوسط في أفريقيا وأوروبا وشمال الصحراء الكبرى وغرب آسيا وآسيا الوسطى وجنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا الجنوبية.[٣٠-٣١] وبدوره، يمكن للغبار المتزايد أن يؤثّر على منظومة المناخ. وقد يؤدي ذلك إلى اضطراب في التوازن الإشعاعي للأرض ويكثّف حدّة الجفاف في المناطق القاحلة.[٣٢] ومن جانب آخر، قد يعزز الغبار هطول الأمطار في بعض المناطق، من خلال استمطار السُحب.[٣٣]

وبالتالي تترابط العواصف الرملية والغبارية بمجموعة من القضايا البيئية والتنموية التي تمتدّ عبر الحدود الوطنية والإقليمية والقارّية. وسيؤدي التغيّر المناخي البشريّ المنشأ إلى تفاقم في سوء الإدارة غير المستدامة للأراضي ومصادر المياه على مدى عقود في مناطق تولّد عواصف رملية وغبارية. غير أنّه بالإمكان تقليص هذا التهديد من خلال العمل السريع والفعّال.

مصادر العواصف الرملية والغبارية وآثارها



تقليل الضرر من خلال التركيز على النطاقات الصغيرة

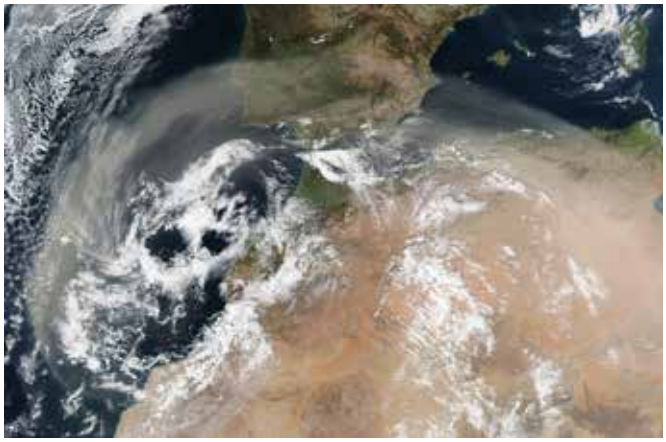
على المدى القصير إلى المتوسط، لا بُدّ أن تنصبّ الجهود الناجحة لتقليل أخطار العواصف الرملية والغبارية على الاستراتيجيات الوقائية.[٣٤] وبطبيعة الحال، تُشكّل نظم الإنذار المبكّر وإجراءات الحدّ من الكوارث عناصرَ أساسية للتأهّب، بينما تشهد البرامج الإقليمية تطوّراً في تحسين هذه الخدمات. وتشمل إجراءات التكيّف الآنيّ مع العواصف الرملية والغبارية الإعلام الإرشادي إلى الخدمات العامة؛ وإغلاق المدارس والمطارات والسكك الحديدية والطرق؛ وخدمات الطوارئ في المستشفيات.

يبدأ التأهب بالتوعية العامة حول مخاطر العواصف الرملية والغبارية من خلال التعليم في المدارس ووسائل الإعلام ووسائل التواصل الاجتماعي ووسائل الاتصالات. ولا بُد أن يشمل التأهب كذلك أساليبَ تُوفِّر وقايةً ماديةً للأصول القيّمة، مثل استزراع أو نَصب حواجز في اتجاه الريح في المناطق المأهولة بالسكان والتي تضمّ البنية التحتية الأساسية بما يدفع إلى ترسّب الغبار خارج تلك المناطق. وتشمل بعض الإجراءات محاذاة الطرق وإزالة الصخور الاتقائية وتوجيه الرياح المهيمنة وحملها بعيداً عن المواقع التي تتطلّب حمايةً.

وعلى المدى المتوسط إلى الطويل، فللحدّ من أخطار العواصف الرملية والغبارية يجب أن ينصبّ الاهتمام على الاستراتيجيات الوقائية التي تعزّز الإدارة المستدامة للأراضي والمياه في سائر البيئات الطبيعية. ويتعامل هذا المستوى من النطاق مع أراضي المحاصيل، والمراعي، والصحارى، والمناطق الحضرية. وعلى مثل هذه الاستراتيجيات أن تتكامل مع تدابير

مقطع فيديو: المبادرة الطموحة لأفريقيا "الجدار الأخضر العظيم"

وصلة الفيديو: https://www.youtube.com/watch?v=jl_nRHg-0l4
مصدر الصورة: حراثة التربة في السنغال، تصوير المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية (IFPRI)/ ميلو متشيل، نَسب المُصنَّف - منع الاشتقاق ٢,٠ عامّ
© تايم

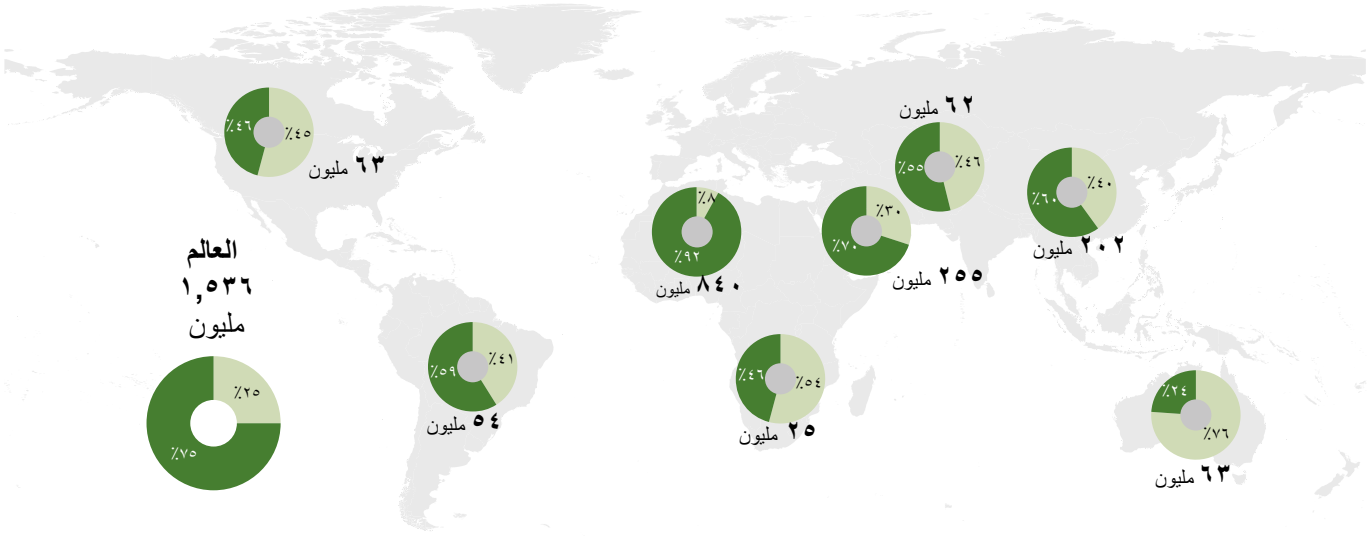


عمود غباري يهبّ من شمال أفريقيا باتجاه أوروبا والمحيط الأطلسي، ٢١ شباط/فبراير ٢٠١٧
مصدر الصورة: ناسا، تصوير جيف شمالتز، برنامج الاستجابة السريعة لنظام رصد الغلاف الأرضي والجوي شبه الآنيّ في منظومة رصد الأرض (LANCE) / نظام رصد البيانات والمعلومات لمنظومة رصد الأرض (EOSDIS)

التكيف مع التغيّر المناخي وتلطيف آثاره، إلى جانب حفظ التنوّع الحيوي. وتُعد هذه الاستراتيجيات المتكاملة البالغة الأهمية ناقصةً في كثير من المناطق المعرّضة للخطر.[٣٤]

يُطلق أحياناً على برنامج الحزام الوقائي في الشمال الثلاثي في الصين اسم السور العظيم الأخضر، وهو مجهود متكامل بدأ في عام ١٩٧٨ لمعالجة استفحال تعرية التربة، مما فاقم المشاكل القائمة مع الفيضانات والعواصف الغبارية فوق امتدادات شاسعة، بعد عقودٍ من استغلال الموارد الطبيعية بطريقة غير مستدامة. وتوحي نتائج البحوث والدروس المستفادة أنّ تركيز الاهتمام على ما ينجح على المستويين المجتمعيّ والمحلّي، في التكييف المُسبق لأنواع نباتات محلية وفقاً لمواقع معيّنة، يُحقق نجاحاً عند الوصل بينها وتوسيع نطاقها.[٣٥] وتعمل هذه الرؤى الثاقبة على تجديد التركيز على الإجراءات التي تُعزز خدمات النظم الإيكولوجية مثل إنتاج الغذاء، وعزل الكربون، واحتباس التربة والماء، والتخفيف من الفيضان، وتوفير المكان الملائم للتنوع الحيوي بما يحفظ رأس المال الطبيعي، إلى جانب صدّ العواصف الرملية والغبارية.[٣٦] وتُظهر الملاحظات حول السور الأخضر العظيم وجود تحسينات ملحوظة في مؤشر الغطاء النباتي المحيط، وتستنتج أنّ هذه الجهود خفّضت بفاعلية من حدّة العواصف الغبارية، بعد حساب التأثيرات الناتجة عن التغير المناخي والضغوط البشرية.[٣٧-٣٨]

مصادر الانبعاثات الغبارية (أطنان/سنة)



مصدر البيانات: جينو وآخرون (٢٠١٢)[٣٨]

وفي صحراء كوبوجي في منغوليا الداخلية، أدّى استثمار القطاع العام والخاص والمجتمع المحلي في زراعة أنواع محلية من الأشجار والشجيرات والأعشاب على امتداد يزيد عن ٥ آلاف كيلومتر مربع من الأراضي الصحراوية إلى تقليل وتيرة العواصف الغبارية ومقدار الضرر اللاحق بالبيوت والبنية التحتية.[٣٩]

كذلك تلقى مبادرة الجدار الأخضر العظيم في أفريقيا ومبادرة الساحل نجاحاً من خلال العمل على المستويين المحلي والمجتمعي.[٤٠] وكانت المبادرة قد انتقلت من رؤية تتعلق بزراعة الأشجار إلى التركيز على التنمية المستدامة الأوسع نطاقاً: في السنغال بدأت المبادرة بزراعة أكثر من ٢٧٠ كيلومتر مربع من الأشجار الأصلية التي لا تحتاج إلى ريّ. وفيما بعد، عاودت نباتات وحيوانات أخرى الظهور مجدداً لتحافظ على النظام الإيكولوجي. وتزرع المجتمعات المحلية في موريتانيا وتشاد والنيجر وإثيوبيا ونيجيريا أسواقاً زراعية على امتداد حافة الأراضي الجافة بما يتيح للسكان الشباب فرصَ العمل ويقدّم لهم سبباً لرفض الهجرة. ومجدداً فإنّ هذه المشاريع حتى تنجح تختارُ بعناية أنواعاً نباتية جيّدة التكيف مع الظروف المحلية، وبما يتماشى مع توفّر موارد المياه، وتكون مألوفة عند المقيمين المحليين الذين سيتولون المسؤولية عن المحافظة على النباتات والأراضي في نهاية الأمر.[٤١]

خسائر اقتصادية بفعل العواصف الرملية والغبارية

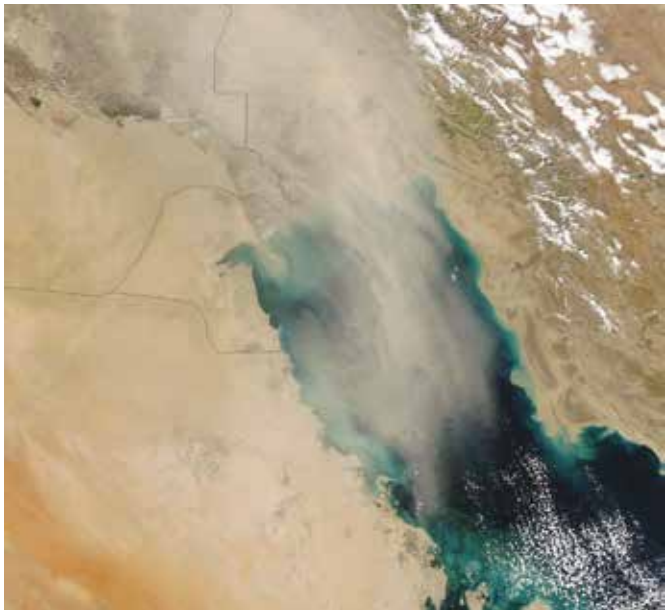
الدعم المتعدد الأطراف للحد من أضرار العواصف الرملية والغبارية

تعكس الاستراتيجيات المتكاملة التي تعالج أخطار العواصف الرملية والغبارية الإجراءات الموصى بها لاحتواء تدهور الأراضي، وفقدان التنوع الحيوي البري، وأخطار التغيّر المناخي بموجب اتفاقيات ريو الثلاثة: اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، واتفاقية الأمم المتحدة للتنوع البيولوجي، اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ، على التوالي. وبدعم من اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، وضعت منطقتا غرب آسيا وشمال شرق آسيا خطط عمل إقليمية مَعنيّة بالعواصف الرملية والغبارية، فيما يجري العمل بخطة شمال شرق آسيا بصورة كاملة.[٤٢]

وتدعم كل اتفاقية من اتفاقيات ريو المساعي المبذولة في إدارة الأراضي والمياه بالشراكة مع المؤسسات والوكالات المتعددة الأطراف المناسبة. وتنعكس الوحدة الدولية حول هذه القضايا في أهداف التنمية المستدامة - وعلى وجه الخصوص في الأهداف ١ و٢ و٥ و١٣ و١٥ - التي تتناول سلامة موارد الأراضي والمياه وإدارتها، وتحديداً الغاية ١٥-٣: "مكافحة التصحر، وترميم الأراضي والتربة المتدهورة، بما في ذلك الأراضي المتضررة من التصحر والجفاف والفيضانات، والسعي إلى تحقيق عالمٍ خالٍ من ظاهرة تدهور الأراضي، بحلول عام ٢٠٣٠".

فيديو: مكافحة التصحّر: رعاة مواشي صينيّون يكرّسون جهودهم في تحويل الصحراء إلى واحة

وصلة الفيديو: https://www.youtube.com/watch?v=giTXPUrYYJ0
مصدر الصورة: مكافحة التصحّر في نينغشيا، الصين، تصوير بيرت فان ديجك، نسب المُصنَّف - غير تجاري - الترخيص بالمثل ٢,٠ عام
© CCTV شبكة تلفزيون الصين المركزي - القناة الناطقة بالإنجليزية



عاصفة غبارية فوق الخليج الفارسي، ١٩ شباط/فبراير ٢٠١٧
مصدر الصورة: ناسا، تصوير جيف شمالتز، برنامج الاستجابة السريعة لنظام رصد الغلاف الأرضي والجوي شبه الآنيّ في منظومة رصد الأرض (LANCE) / نظام رصد البيانات والمعلومات لمنظومة رصد الأرض (EOSDIS)

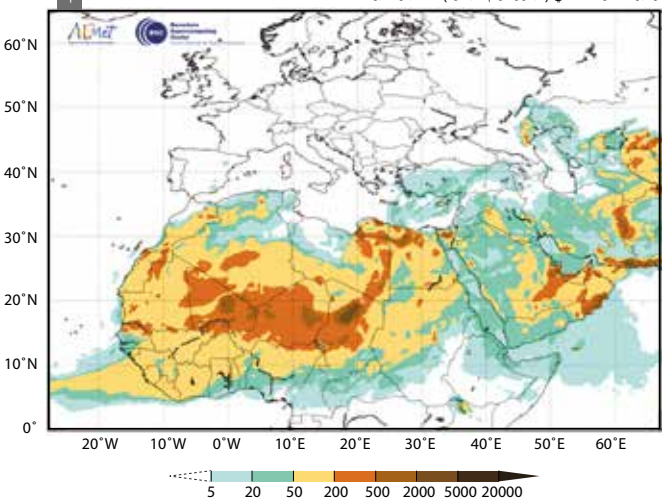
أما أطر العمل الإقليمية والاتفاقات وخطط العمل، مثل الخطة الرئيسية الإقليمية لمنع ومكافحة العواصف الرملية والغبارية في شمال شرق آسيا وخطط العمل الوطنية، كتلك التي تتطلّبها اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، فتضع أيضاً سياسات للحد من أخطار العواصف الرملية والغبارية.

وضعت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية نظاماً استشارياً وتقييمياً للإنذار بالعواصف الرملية والغبارية لتعزيز قدرة البلدان على وضع تنبؤات دقيقة ومبكّرة بالعواصف الرملية والغبارية وبرصدها وبتقديم المعلومات والمعارف عنها إلى المستخدمين.[٤٣] ويوفّر هذا النظام تنبؤات عالمية وإقليمية بخطر هبوب الغبار، وقد أنشأ مراكز إقليمية للأمريكتين وآسيا وشمال أفريقيا والشرق الأوسط وأوروبا.[٤٤]

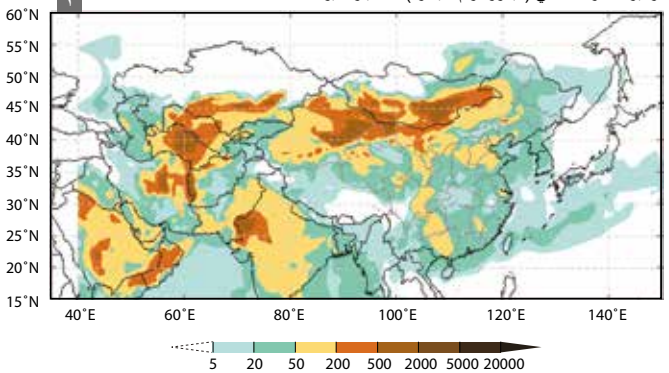
تُحيط الجهود المتكاملة لإدارة الأراضي والمياه بالأنشطة الزراعية، وتعمل منظمة الأغذية والزراعة على تشجيع الزراعة الحافظة للموارد لمواجهة التهديدات في المناطق القاحلة. وفي عام ١٩٩٢، بدأت شبكة تسمى الشبكة العالمية لنُهُج وتكنولوجيات حفظ الموارد (WOCAT) بجمع المعلومات عن الزراعة الحافظة للموارد والممارسات المستدامة في إدارة الأراضي من المتخصصين. وفي عام ٢٠١٤، تحوّلت الشبكة رسمياً إلى اتحادٍ يحظى باعتراف اتفاقية مكافحة التصحر على أنه المصدر الموصى به للبيانات حول

توقعات الغبار على الإنترنت بواسطة نظام الإنذار بالعواصف الرملية والغبارية من المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، المراكز الإقليمية الاستشارية والتقييمية

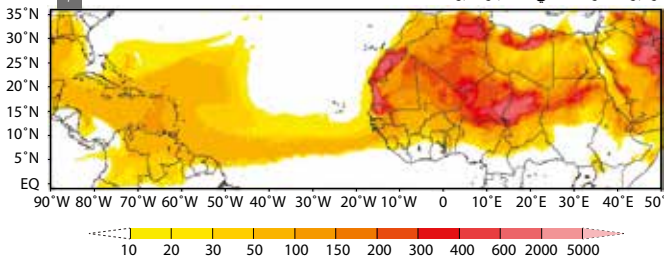
١
تركيز الغبار السطحي (ميكروغرام/مليمتر٣) ١٨ أيار/مايو ٢٠١٧



٢
تركيز الغبار السطحي (ميكروغرام/مليمتر٣) ١٨ أيار/مايو ٢٠١٧



٣
تركيز الغبار السطحي ٢١ أيار/مايو ٢٠١٧



أفضل الممارسات. وفي عام ٢٠١٧، بلغ عدد المشاركين في الاتحاد ما يزيد عن ٢٠٠٠ مُستخدِم مسجَّل، وأكثر من ٦٠ مؤسسة مشاركة، ونحو ٣٠ مبادرة وطنية وإقليمية.[٤٥]

تُعدّ الزراعة مسؤولة عن ٧٠ في المائة تقريباً من جميع عمليات استخراج المياه العذبة.[٤٦] وتشجّع الزراعة الحافظة للموارد كذلك على انتهاج أفضل الممارسات في استخدام المياه التي تحولُ دون شحّ المياه والتصحر وتحد من تشكّل العواصف الرملية والغبارية. وقد جمعت مجموعة موارد المياه لعام ٢٠٣٠ دراسات حالة من جميع أنحاء العالم حول حلول إدارة المياه المتاحة حالياً والقابلة للتكرار والعملية. وقد جُمعت هذه الحلول في فهرس إلكتروني بعنوان "إدارة استخدام المياه في بيئات شحيحة" بغرض إلهام صنّاع السياسات والقرار في اتخاذ الإجراءات.[٤٧] ولكثيرٍ من الحلول صلةٌ واضحة بالحدّ من العواصف الرملية والغبارية.

وأخيراً، هناك حاجة إلى تحسين التكامل الدولي وتنسيق البحوث للحد من العلاقة الحرجة غير المؤكدة لتفاعل الغبار مع العمليات الكيميائية الحيوية العالمية والمنظومات المناخية؛ وتحسين أساليب الرصد والتنبؤ ونظم الإنذار المبكر؛ وتقييم الآثار والتكاليف الاقتصادية للعواصف الرملية والغبارية والإجراءات التخفيفية ذات الصلة؛ وتحسين فاعلية الإجراءات قبل عمليات التدخل وفي أثنائها وبعدها.

١ مركز شمال أفريقيا والشرق الأوسط وأوروبا
https://sds-was.aemet.es/

٢ المركز الآسيوي لمنظومة الإرشاد والتقييم الإنذاري بالعواصف الرملية والغبارية (SDS-WAS) في المنظمة العالمية للأرصاد الجوية
http://eng.nmc.cn/sds_was.asian_rc/

٣ المركز الإقليمي للبلدان الأمريكية
http://sds-was.cimh.edu.bb/

المراجع

1. BBC (2010). China sandstorm leaves Beijing shrouded in orange dust. *BBC*, 20 March 2010. http://news.bbc.co.uk/2/hi/asia-pacific/8577806.stm
2. Tehran Times (2016). Sand storm buries 16 villages in southeastern Iran. *Tehran Times*, 18 May 2016. http://www.tehrantimes.com/news/402617/Sand-storm-buries-16-villages-in-southeastern-Iran
3. Emirates 7/24 News (2016). NCMS warns of active winds, low visibility. *Emirates 7/24 News*, 4 August 2016. http://www.emirates247.com/news/emirates/ncms-warns-of-active-winds-low-visibility1.637979-04-08-2016-
4. The National (2016). Asthma attacks on the rise in UAE as winds whip up sand and dust. *The National*, 19 July 2016. http://inbusiness.ae/19/07/2016/asthma-attacks-on-the-rise-in-uae-as-winds-whip-up-sand-and-dust
5. McLeman, R., Dupre, J., Berrang Ford, L., Ford, J., Gajewski, K. and Marchildon, G. (2014). What We Learned from the Dust Bowl: Lessons in Science, Policy, and Adaptation. *Population and Environment*, –417 ,35 440. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24829518
6. Goudie, A.S. and Middleton, N.J. (2006). *Desert Dust in the Global System*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg
7. Grousset, F.E., Ginoux, P. and Bory, A. (2003). Case study of a Chinese dust plume reaching the French Alps. *Geophysical Research Letters*, ,(6)30 1277. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/2002/10.1029GL016833/full
8. Pye, K. (1987). *Aeolian dust and dust deposits*. Academic Press, London
9. Wang, F., Zhao, X., Gerlein-Safdi, C., Mu, Y., Wang, D. and Lu, Q. (2017). Global sources, emissions, transport and deposition of dust and sand and their effects on the climate and environment: a review. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 13 ,11. https://link.springer.com/article/10.1007/s-0904-017-11783z
10. Yu, H., Chin, M., Yuan, T., Bian, H., Remer, L.A. Prospero, J.M., Omar, A., Winker, D., Yang, Y., Zhang, Y., Zhang, Z. and Zhao, C. (2015). The fertilizing role of African dust in the Amazon rainforest: A first multiyear assessment based on data from Cloud–Aerosol Lidar and Infrared Pathfinder Satellite Observations. *Geophysical Research Letters*, –1984 ,42 1991. https://www.researchgate.net/publication/272754426_The_Fertilizing_Role_of_African_Dust_in_the_Amazon_Rainforest_A_First_Multiyear_Assessment_Based_on_CALIPSO_Lidar_Observations
11. Chadwick, O.A., Derry, L.A., Vitousek, P.M., Huebert, B.J. and Hedin, L.O. (1999). Changing sources of nutrients during four million years of ecosystem development. *Nature*, 497–491 ,397. https://www.nature.com/nature/journal/v397/n6719/pdf/397491a0.pdf
12. Garrison, V.H., Shinn, E.A., Foreman, W.T., Griffin, D.W., Holmes, C.W., Kellogg, C.A., Majewski, M.S., Richardson, L.L., Ritchie, K.B. and Smith, G.W. (2003). African and Asian dust: from desert soils to coral reefs. BioScience, –469 ,53 480. https://academic.oup.com/bioscience/article/241414/469/5/53/African-and-Asian-Dust-From-Desert-Soils-to-Coral
13. Derbyshire, E. (2007). Natural minerogenic dust and human health. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 77–73 ,36. https://www.wou.edu/las/physci/taylor/g473/med_geo/derbyshire_2007.pdf
14. García-Pando, C.P., Stanton, M.C., Diggle, P.J., Trzaska, S., Miller, R.L., Perlwitz, J.P., Baldasano, J.M., Cuevas, E., Ceccato, P., Yaka, P. and Thomson, M.C. (2014). Soil dust aerosols and wind as predictors of seasonal meningitis incidence in Niger. *Environmental Health Perspectives*, 686–679 ,(7)122. https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/7/122/ehp.1306640.pdf
15. WHO (2013). *Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project*. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/182432/0020/e-96762final.pdf
16. Tozer, P. and Leys, J. (2013). Dust storms – what do they really cost? *The Rangeland Journal*, 142-131 ,35. http://www.publish.csiro.au/rj/pdf/RJ12085
17. Miri, A., Ahmadi, H., Ekhtesasi, M.R., Panjehkeh, N. and Ghanbari, A. (2009). Environmental and socio-economic impacts of dust storms in Sistan Region, Iran. *International Journal of Environmental Studies*, 355-343 ,(3)66. http://www.tandfonline.com/doi/abs/00207230902720170/10.1080?journalCode=genv20
18. Almasi, A., Mousavi, A.R., Bakhshi, S. and Namdari, F. (2014). Dust storms and environmental health impacts. *Journal of Middle East Applied Science and Technology*, 356-353 ,8. https://www.researchgate.net/publication/271211840_Dust_storms_and_environmental_health_impacts
19. Stefanski, R. and Sivakumar, M.V.K. (2009). Impacts of Sand and Dust Storms on Agriculture and Potential Agricultural Applications of a SDSWS. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 012016 ,(1)7. http://iopscience.iop.org/article/012016/1/7/1307-1755/10.1088/pdf
20. Shao, Y., Klose, M. and Wyrwoll, K.H. (2013). Recent global dust trend and connections to climate forcing. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 12–1 ,118. https://www.researchgate.net/publication/263182073_Recent_global_dust_trend_and_connections_to_climate_forcing_GLOBAL_DUST_TREND
21. Prospero, J.M., Ginoux, P., Torres, O., Nicholson, S.E. and Gill, T.E. (2002). Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the Nimbus 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) absorbing aerosol product. *Reviews of Geophysics*, 31–2 ,40. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/2000/10.1029RG000095/full
22. Ginoux, P., Prospero, J.M., Gill, T.E., Hsu, N.C. and Zhao, M. (2012). Global-scale attribution of anthropogenic and natural dust sources and their emission rates based on MODIS Deep Blue aerosol products. *Reviews of Geophysics*, 50. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/2012/10.1029RG000388/epdf
23. Stanelle, T., Bey, I., Raddatz, T., Reick, C. and Tegen, I. (2014). Anthropogenically induced changes in twentieth century mineral dust burden and the associated impact on radiative forcing. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 546–526 ,119. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/2014/10.1002JD022062/epdf

24. Mahowald, N.M., Kloster, S., Engelstaedter, S., Moore, J.K., Mukhopadhyay, S., McConnell, J.R., Albani, S., Doney, S.C., Bhattacharya, A., Curran, M.A.J. and Flanner, M.G. (2010). Observed 20th century desert dust variability: impact on climate and biogeochemistry. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10893–10875 ,10. https://www.mpimet.mpg.de/fileadmin/staff/klostersilvia/Mahowald_et_al_ACPD_2010.pdf

25. Gill, T.E. (1996). Eolian sediments generated by anthropogenic disturbance of playas: Human impacts on the geomorphic system and geomorphic impacts on the human system. *Geomorphology*, ,17 228–207. https://www.researchgate.net/publication/222233193_Eolian_sediments_generated_by_anthropogenic_disturbance_of_playas_Human_impacts_on_the_geomorphic_system_and_geomorphic_impacts_on_the_human_system

26. McConnell, J.R., Aristarain, A.J., Banta, J.R., Edwards, P.R. and Simões, J.C. (20 .(2007th-Century doubling in dust archived in an Antarctic Peninsula ice core parallels climate change and desertification in South America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 5748-5743 ,(14)104. http://www.pnas.org/content/5743/14/104.full.pdf

27. Marx, S.K., Kamber, B.S., McGowan, H.A. and Denholm, J. (2011). Holocene dust deposition rates in Australia's Murray-Darling Basin record the interplay between aridity and the position of the mid-latitude westerlies. *Quaternary Science Reviews*, 3305-3290 ,(23)30. https://www.researchgate.net/publication/232391398_Holocene_dust_deposition_rates_in_Australia's_Murray-Darling_Basin_record_the_interplay_between_aridity_and_the_position_of_the_mid-latitude_westerlies

28. Groll, M., Opp, C. and Aslanov, I. (2012). Spatial and temporal distribution of the dust deposition in Central Asia – results from a long term monitoring program. *Aeolian Research*, 62-49 ,9. https://www.researchgate.net/publication/257708671_Spatial_and_temporal_distribution_of_the_dust_deposition_in_Central_Asia_-_results_from_a_long_term_monitoring_program

29. Ataniyazova, O.A. (2003). *Health and ecological consequences of the Aral Sea crisis*. In the 3rd World Water Forum, Regional Cooperation in Shared Water Resources in Central Asia, Kyoto, March 2003 18, Panel III: Environmental Issues in the Aral Sea Basin. http://www.caee.utexas.edu/prof/mckinney/ce385d/papers/atanizaova_wwf3.pdf

30. Christensen, J.H., Hewitson, B., Busuioc, A., Chen, A., Gao, X., Held, I., Jones, R., Kolli, R.K., Kwon, W-T., Laprise, R., Magaña Rueda, V., Mearns, L., Menéndez, C.G., Räisänen, J., Rinke, A., Sarr, A. and Whetton, P. (2007). Regional Climate Projections. In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar-4wg-1chapter11.pdf

31. IPCC (2013). Summary for Policymakers. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_TS_FINAL.pdf

32. Han, Y., Dai, X., Fang, X., Chen, Y. and Kang, F. (2008). Dust aerosols: a possible accelerant for an increasingly arid climate in North China. *Journal of Arid Environments*, 1489–1476 ,(8)72. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196308000372

33. Twohy, C. H., Kreidenweis, S. M., Eidhammer, T., Browell, E. V., Heymsfield, A. J., Bansemer, A. R., Anderson, B. E., Chen, G., Ismail, S., DeMott, P. J. and Van den Heever, S. C. (2009). Saharan dust particles nucleate droplets in eastern Atlantic clouds, *Geophysical Research Letters*, 36, L01807. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/2008/10.1029GL035846/epdf

34. UNEP, WMO and UNCCD (2016). *Global Assessment of Sand and Dust Storms*. United Nations Environment Programme, Nairobi. https://uneplive.unep.org/media/docs/assessments/global_assessment_of_sand_and_dust_storms.pdf

35. Xu, J. (2011). China's new forests aren't as green as they seem: impressive reports of increased forest cover mask a focus on non-native tree crops that could damage the ecosystem. *Nature*, 372-371 ,(7365)477. http://www.nature.com/news/110921/2011/full/477371a.html

36. Ouyang, Z., Zheng, H., Xiao, Y., Polasky, S., Liu, J., Xu, W., Wang, Q., Zhang, L., Xiao, Y., Rao, E. and Jiang, L. (2016). Improvements in ecosystem services from investments in natural capital. *Science*, 1459-1455 ,(6292)352. http://csis.msu.edu/sites/csis.msu.edu/files/Ecosystems_China_2016.pdf

37. Tan, M. and Li, X. (2015). Does the Green Great Wall effectively decrease dust storm intensity in China? A study based on NOAA NDVI and weather station data. *Land Use Policy*, 47-42 ,43. https://www.researchgate.net/publication/268692474_Does_the_Green_Great_Wall_effectively_decrease_dust_storm_intensity_in_China_A_study_based_on_NOAA_NDVI_and_weather_station_data

38. Viña, A., McConnell, W.J., Yang, H., Xu, Z. and Liu, J. (2016). Effects of conservation policy on China's forest recovery. *Science advances*, 3)2), e1500965. http://advances.sciencemag.org/content/3/2/e1500965.full

39. UNEP (2015). Review of the Kubuqi Ecological Restoration Project: A Desert Green Economy Pilot Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/8652/20.500.11822/-Review_of_the_Kubuqi_Ecological_Restoration_Project_A_Desert_Green_Economy_Pilot_Initiative-2015Review_of_the_Kubuqi_Ecological_Restoration_Project..pdf?sequence=2&isAllowed=y

40. UNCCD (2017). Great Green Wall. United Nations Convention to Combat Desertification Secretariat, Bonn. http://www.greatgreenwall.org/great-green-wall/

41. Sacande, M. and Berrahmouni, N. (2016). Community participation and ecological criteria for selecting species and restoring natural capital with native species in the Sahel. *Restoration Ecology*, 488-479 ,(4)24. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.12337/abstract

42. UNCCD (2005). *A Master Plan for Regional Cooperation for the Prevention and Control of Dust and Sandstorms*. The Regional Master Plan for the Prevention and Control of Dust and Sandstorms in North East Asia Volume 1. United Nations Convention to Combat Desertification Secretariat, Bonn. http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/dustsandstorms_northeastasia.pdf

43. WMO (2015). *Sand and Dust Storm Warning Advisory and Assessment System (SDS–WAS): Science and Implementation Plan 2020–2015*. World Weather Research Programme Report 5-2015. World Meteorological Organization, Geneva. https://www.wmo.int/pages/prog/arep/wwrp/new/documents/Final_WWRP_5_2015_SDS_IP.pdf

44. WMO (2017). Sand and Dust Storm Warnings website. World Meteorological Organization, Geneva. https://public.wmo.int/en/our-mandate/focus-areas/environment/sand-and-dust-storm/sand-and-dust-storm-warnings

45. WOCAT SLM (2017). The Global Database on Sustainable Land Management of the World Overview of Conservation Approaches and Technologies website. University of Bern, Berne. https://qcat.wocat.net/en/wocat/

46. FAO (2016). AQUASTAT website. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm

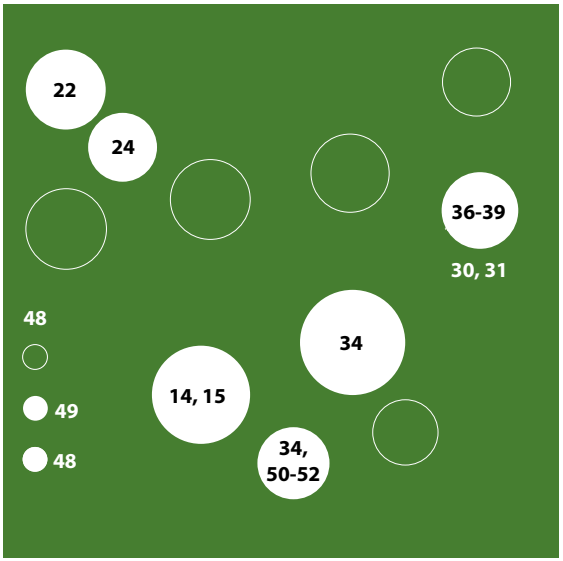
47. 2030 WRG (2015). The 2030 Water Resources Group website. https://www.waterscarcitysolutions.org/#

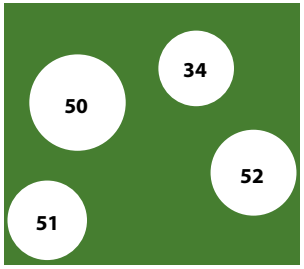
مَراجع الرسوم البيانية

48. WHO (2006). *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide - Global update 2005*. Summary of risk assessment. World Health Organization, Geneva. http://apps.who.int/iris/bitstream/1/69477/10665/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf

49. Financial Tribune (2017). Dust Storms Slam Khuzestan Again. *Financial Tribune*, 29 January 2017. https://financialtribune.com/articles/environment/58374/dust-storms-slam-khuzestan-again

50. Tozer, P. and Leys, J. (2013). Dust storms - what do they really cost? *The Rangeland Journal*, 142-131 ,35. http://www.publish.csiro.au/rj/pdf/RJ12085

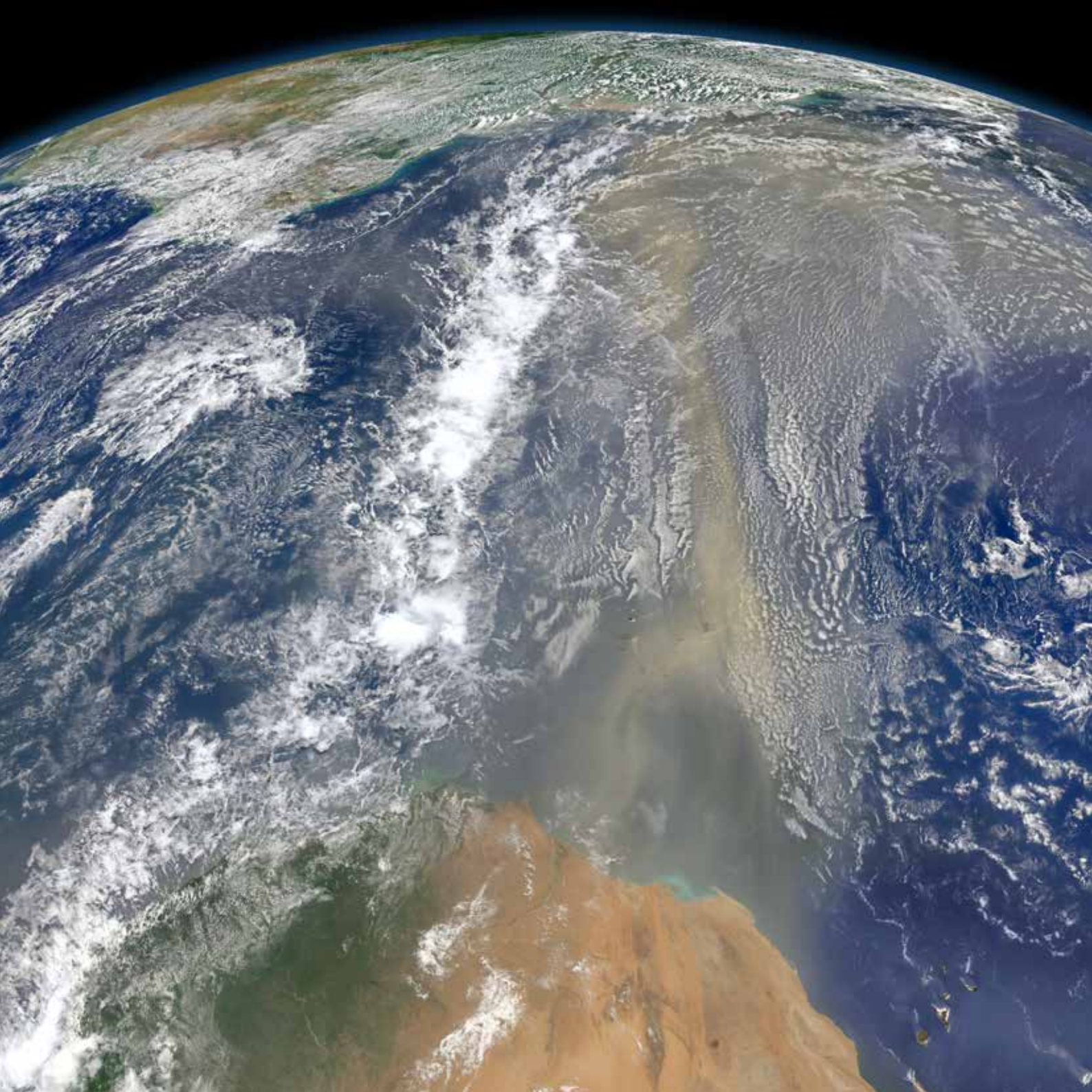




51. Jugder, D., Shinoda, M., Sugimoto, N., Matsui, I., Nishikawa, M., Park, S-U., Chun, Y-S. and Park, M-S. (2011). Spatial and temporal variations of dust concentrations in the Gobi Desert of Mongolia. *Global and Planetary Change*, 22-14 ,78. https://www.researchgate.net/publication/241100103_Spatial_and_temporal_variations_of_dust_concentrations_in_the_Gobi_Desert_of_Mongolia

52. Miri, A., Ahmadi, H., Ekhtesasi, M.R., Panjehkeh, N. and Ghanbari, A. (2009). Environmental and socio-economic impacts of dust storms in Sistan Region, Iran. *International Journal of Environmental Studies*, 355-343 ,66. http://www.tandfonline.com/doi/abs/00207230902720170/10.1080?journalCode=genv20

A dust plume blowing from western Africa towards the Amazon Basin and the Gulf of Mexico, 25 June 2014. At least 40 million tonnes of Saharan dust is delivered to the Amazon Basin each year. Photo credit: Norman Kuring/NASA OceanColor Group



مستوطنة ايكانيني غير الرسمية، كيب الغربية، جنوب أفريقيا
مصدر الصورة: السيد نوفيل/ شاترستوك

حلول شمسية:
سدّ الفجوة في التغذية بالطاقة للمستوطنات الواقعة خارج شبكات التوزيع

عدد سكّان المدن خارج شبكة التوزيع.

تُعد إتاحة الكهرباء عنصراً أساسياً في التنمية المستدامة و هي ضرورية لأنشطة الأُسر المعيشية الأساسية.[١] ويمكن أن يؤدي الافتقار إلى الكهرباء إلى إعاقة الإنتاجية والحد من فرص توليد الدخل وتثبيط القدرة على تحسين الظروف المعيشية. لا يزال هناك ١,١ مليار نسمة حول العالم يعيشون بلا كهرباء، ويوجد مليار آخر متصلون بشبكات كهرباء غير مستقرّة ولا يعوّل عليها.[٢-٣]
وفي حين أنه قد تحقق تقدم ملحوظ في السنوات الأخيرة لزيادة شبكات التمديد الكهربائي في بلدان مثل الهند ونيجيريا، تجد التصوّرات أنه بحلول عام ٢٠٣٠ قد يظلّ هناك نحو ٧٨٠ مليون نسمة خارج شبكات التوزيع.[٢] وتستدعي الحاجة اتخاذ مقاربات جديدة ومستدامة في تزويد الكهرباء تتجاوز المعايير الموضوعة، وخصوصاً إذا أردنا إنجاز هدف التنمية المستدامة المتعلّق بإتاحة خدمات الطاقة الحديثة والمعوّل عليها والميسورة التكلفة للجميع بحلول عام ٢٠٣٠.

للمناطق الريفية الحاجة الأكبر في توفير حلول الطاقة خارج شبكات التوزيع، غير أنه لا بُد من مجابهة مسألة إتاحة الكهرباء التي تواجه المقيمين في المناطق الحضرية كذلك. فهناك نحو ٤٨ في المائة من أعداد السكان في البلدان النامية ممن يقطنون اليوم في المدن، وقد ترتفع النسبة إلى ٦٣ في المائة بحلول عام ٢٠٥٠.[٤] ويعيش رُبع السكان الحضريين تقريباً في أشكالٍ شتى من المستوطنات غير الرسمية وتبلغ النسبة مقداراً أكبر في المدن المتنامية سريعاً في أفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية. ويبدو أنّ الطلبات المتصاعدة على البنية التحتية والخدمات الأساسية تتجاوز قدرات المدن في تلبية احتياجات جميع قاطنيها - مثل السكن المناسب، والمياه النظيفة وخدمات الصرف الصحي، وأشكال الطاقة الميسورة والمعوّل عليها مثل الكهرباء.

ويشكّل توفير الخدمات الأساسية للمستوطنات غير الرسمية الحضرية تحدياً كبيراً يختلف وفقاً لكيفية تعريف الحكومة البلدية لأهلية الحصول على إمدادات الخدمات الحضرية الرسمية. وفي حالة إتاحة الكهرباء، تشمل التحديات حقوق الأراضي، واعتراف السلطات بالشاغلين الشرعيين، وتردد

أصحاب المصلحة بالانخراط، وأسعار الخدمات، والعائد على الاستثمار الذي يجنيه مستثمِر الكهرباء، والمسافة إلى شبكة التوزيع القائمة، وغير ذلك من البنى التحتية الضرورية.[٥]

الافتقار إلى المِلكية الرسمية للممتلكات التي يوجد فيها الكوخ أو البيت قد يستثني طلب الربط الرسمي بمنافع الكهرباء المحلية أو الوطنية.[٦] وتشعر الجهات الموفّرة للكهرباء بالقلق حيال تحقيق ربحية عند خدمة هذه التجمعات المحلية: ويتمثّل جانب القلق الأول في ارتفاع معدل التخلف عن تسديد الالتزامات المالية أما الجانب الثاني فيكمُن في المعدل المنخفض في استهلاك الكهرباء. وتتصل المسألتان بالحد المنخفض للدخل الذي لا يمكن الاعتماد عليه بالنسبة لشاغلي هذه التجمعات المحلية.[٥-٦]

يشكل خطر الحريق تهديداً رئيسياً في المستوطنات غير الرسمية نظراً لكثافة السكان المرتفعة، والمسافات القريبة بين البنى والمساكن، والاستخدام الشائع لمصابيح الكيروسين أو البارافين، والشموع ومصادر الطاقة الأخرى ذات اللهب المكشوف.[٧،٨] ولا بُد أن تساعد مخاطر الحريق هذه، وتلوث الهواء الداخلي المصاحب، في إقناع مختلف أصحاب المصلحة في تركيب الكهرباء.[٩،١١] ومع ذلك، فبمجرد تركيب بعض التوصيلات غالباً ما تتكاثر التوصيلات الكهربائية غير القانونية والزائدة على الأحمال وتشكّل مخاطر كبيرة على سلامة المستوطنات غير الرسمية، وتشمل مخاطر الحريق الشائعة وكذلك خطر الصعق بالكهرباء. وتُظهر الاستطلاعات من جنوب أفريقيا أنه في بعض المستوطنات غير الرسمية يستخدم ما يزيد عن ٣٠ في المائة من السكّان تمديدات غير شرعية كمصدر رئيسي لهم للكهرباء.[٥]

وحتى عند تركيب خطوط من شبكة التوزيع فقد تكون التغذية الكهربائية غير جديرة بالاعتماد عليها. ففي بعض البلدان النامية، قد تتكيّف الأسر المعيشية ذات التمديدات القائمة منذ مدّة مع الانقطاع المعتاد في الكهرباء بوضع مواعيد لضخ المياه وإعادة شحن البطاريات للفترات التي تكون فيها التغذية الكهربائية أكثر موثوقية.[١٢] وحتى البلدان المتقدمة تتعرض لانقطاعات في التغذية الكهربائية وأحياناً بصورة كلية حين تضربها عواصف شديدة، وكذلك عند الانقطاعات التدويرية، وتسمّى أيضاً طرح الحمل التدويري أو تدوير التغذية، حيث تشكّل ظواهر متطرّفة أخرى مثل موجات الحرّ ضغطاً شديداً على التغذية.[١٣] وكثيراً ما تستثمر الأسر المعيشية في البلدان النامية والمتقدمة في المولّدات العاملة بالديزل كتغذية احتياطية. وتلوّث هذه المولّدات الهواء بعوادمها الضارة وتتسبب بالضجيج إلى جانب انبعاثات غازات الدفيئة.[١٢-١٣]

الأرض ليلاً، ٢٠١٦

مصدر الصورة: مرصد الأرض في ناسا / الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي (NOAA) المركز الوطني للبيانات الجيوفيزيائية (NGDC)

تطور التقنية الفولطاضوئية الشمسية

على مدى عقود، عملت أطراف متعددة وحكومات ومؤسسات غير حكومية على الترويج لمنظومات الطاقة الشمسية غير المركزية العاملة بألواح فولطاضوئية شمسية في المناطق الريفية التي لا يتاح توصيل الكهرباء إليها، ولا سيّما لتغذية الخدمات العامة، مثل إضاءة المدارس والعيادات، وتبادل المعلومات والاتصالات، وخدمات المضخات المحلية وتبريد اللقاحات.[١٤-١٥] وباتت تُعد اليوم حلولاً بديلة لشبكة توزيع الكهرباء في أي مكان في البلدان النامية حيث لا تتمكن الحكومات والقطاع الخاص من تلبية التطلّعات في توسيع شبكات التوزيع وصيانتها وتشمل المستوطنات الحضرية غير الرسمية.[١٤]

وقد شهدت الأعوام الأخيرة رواجاً متزايداً في منظومات الطاقة الشمسية الموزّعة الصغيرة في التجمعات المحلية المنخفضة الدخل في أفريقيا وآسيا، حيث يُقيم ٩٥ في المائة على الأقل من السكان خارج نطاق شبكة التوزيع.[١٦-١٨] وتتراوح هذه المنظومات من فانوس قائم بذاته مع لوح شمسي داخلي التركيب، وبطارية ومصباح بصمام ثنائي باعث للضوء، إلى وحدة شمسية صغيرة أو من مقياس بيكو مزوّدة بلوح، وبمصباح واحد على الأقل بصمام ثنائي باعث للضوء وبطارية ومخارج شحن بناقل متسلسل عام للهواتف الجوّالة أو حتى لجهاز منخفض الطاقة.[٣] وتتراوح الأسعار بين ١٠ دولارات أمريكية للفانوس الشمسي و٥٠ دولاراً أمريكياً للمنظومة الشمسية العاملة بمقياس بيكو.

وتتيح منتجات الإنارة هذه بالطاقة الشمسية الميسورة التكلفة نسبياً عائداً أفضل على الاستثمار، وخصوصاً مع مراعاة أمد صلاحيتها الطويل بالمقارنة بالتكلفة المتكررة للكيروسين أو البارافين للفوانيس، أو بطاريات الخلايا الجافة للمشاعل، أو الشموع.[٣-١٩] وتشمل منظومات الطاقة الشمسية الأقوى للمنازل مزايا مشابهة وقادرة على تحمّل عدة مصابيح إضاءة وأجهزة منزلية أكبر حجماً نسبياً تعمل بالتيار المتردد مثل أجهزة الراديو أو المراوح أو التلفزيون أو حتى البرّادات.

يُنفق كثيرٌ من السكان القاطنين خارج نطاق شبكات التوزيع الكهربائي في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى نحو ١٠-٣٠ في المائة من مدخول أسرهم المعيشية على إمدادات الكيروسين، ويُكلّف الكيروسين الفقراء في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وآسيا ما يقرب من ١٥,٧ مليار دولار أمريكي سنوياً.[٢٠-٢١] ويمكن أن يُترجم إحلال مصابيح الكيروسين محلّ المصابيح العاملة بالطاقة الشمسية إلى توفير كبير في التكلفة على الأسر المعيشية على امتداد أمد الفانوس العامل بالطاقة الشمسية إلى جانب خفض ملحوظ في استخدام اللهب المكشوف في الفوانيس والشموع، وتقليل التعرّض لتلوّث الهواء في الأماكن الداخلية ومخاطر الحريق في المستوطنات غير الرسمية.[١١،٢١-٢٣] وقد أصبحت هذه المنظومات الشمسية بمقياس بيكو والمنزلية العاملة بالطاقة الشمسية جذابة لمجموعة أكبر من السكان الموجودين خارج نطاق شبكة التوزيع أكثر من أي وقت مضى.

إنّ التخفيض المستمر في أسعار مختلف المكوّنات الفولطاضوئية والتقدم السريع في التقنيات هي جوانب ملحوظة. فقد انخفض سعر خلايا السليكون البلورية الشمسية بنسبة ٨٥ في المائة بين عامَي ٢٠٠٨ و٢٠١٦ نظراً لكفاءة التصنيع المتزايدة ووفورات الحجم.[٢١]

وقد نتج عن التقدم في تكنولوجيا الصمامات الثنائية الباعثة للضوء كفاءة متحسّنة - إذ بات ينبعث مزيد من الضوء لكل مُدخلة كهربائية. وأصبحت بطاريات الرصاص الحمضية الشديدة التلويث أمراً منسياً، واستُبدلت بها بطاريات إيون الليثيوم العالية الأداء التي توفّر سعة تخزين طاقة أعلى، وأمد خدمة أطوَل، وإعادة شحن أسرع وأكثر كفاءة.[٢٤] وفي حين أن البطاريات هي الجزء الأكثر تكلفة في منظومة الطاقة المنزلية الشمسية فقد انخفض سعر بطاريات إيون الليثيوم بنسبة ٦٥ في المائة تقريباً خلال خمس سنوات، ومن المتوقع أن يتراجع أكثر بسبب الاستخدام الواسع الانتشار لأجهزة الحواسيب المحمولة وغيرها من الأجهزة.[٢١]

مصابيح فتيل عاملة بالكيروسين مصنوعة من علب قصديرية معاد تدويرها
مقدّمة من إيفان ميلز

طاقة شمسية خارج شبكة التوزيع

عدد السكّان خارج شبكة التوزيع

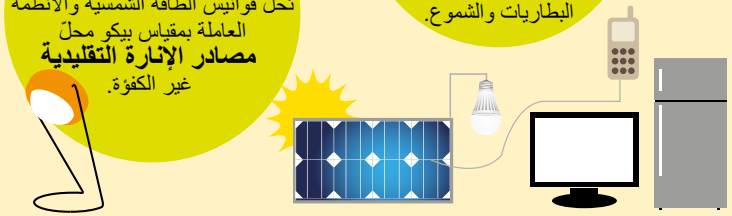
طاقة فولطاضوئية شمسية

أصبحت التغذية بالطاقة بواسطة الألواح **الفولطاضوئية الشمسية** الطريقة الشائعة بين السكان خارج شبكة التوزيع في المناطق الريفية والحضَرية وخصوصاً في أفريقيا وجنوب آسيا

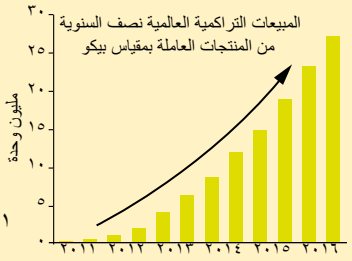
وتتراوح هذه الألواح الكهروضوئية بين **الفوانيس الشمسية**، ونظام طاقة صغير شمسي، أو **نظام طاقة شمسي يعمل بمقياس بيكو** يغذي على الأقل مصباح ضوء واحد، و**نظام طاقة منزلية شمسية** بسعة بطارية أكبر قادرة على تغذية عدة مصابيح إنارة بصمام ثنائي باعث للضوء والأجهزة المنزلية العاملة بالتيار المباشر.

في كل عام يُنفق السكان خارج شبكة التوزيع في أفريقيا وجنوب آسيا مبلغاً يُقدّر بـ **١٤,٤ مليار دولار أمريكي** و **٦,٦ مليار دولار أمريكي**، على التوالي، على الكيروسين وعلى المصابيح وشعلة البطاريات والشموع.

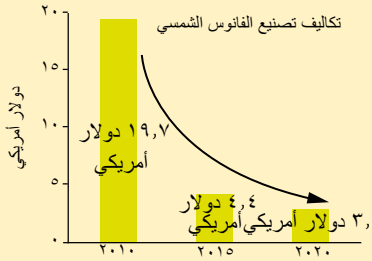
تحلّ فوانيس الطاقة الشمسية والأنظمة العاملة بمقياس بيكو محلّ **مصادر الإنارة التقليدية** غير الكفؤة.



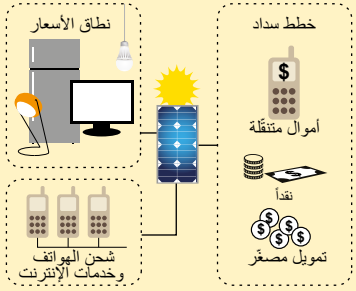
المبيعات آخذة بالارتفاع



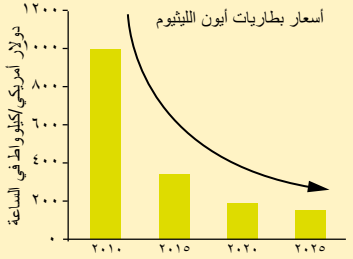
الأسعار آخذة بالانخفاض



نماذج أعمال متنوعة



تكاليف البطاريات آخذة بالانخفاض



تحديات وفُرص مستقبلية

من المتوقّع أن ترتفع النفايات الإلكترونية التي تدرّها المنتجات العاملة بالطاقة الشمسية ارتفاعاً مطّرداً في العقود المُقبلة. وسيتطلّب ذلك إدارة سليمة بيئياً من المنتجات المُنفقة، ولكنها تُقدّم في الوقت نفسه فُرص أعمال **لأسواق إعادة التدوير.**

ويمكن للسياسات الجيدة التصميم والرؤية الواضحة للطاقة المتجددة المقرونة **بالتكنولوجيا** المتقدمة **وابتكار السوق** أن تشجّع المجتمعات المحلية خارج شبكة التوزيع على البقاء على استخدام الطاقة النظيفة **ومسار الاستدامة.**

يُقدّر برنامج الأمم المتحدة للبيئة أن الانتقال إلى الإنارة الكفؤة خارج شبكة التوزيع من المرجّح أن يخلق وظائف تفوق **بمقدار ٣٠ مرّة** ما تخلقه الإنارة القائمة على الوقود.

يمكن لأنظمة الطاقة الشمسية خارج شبكة التوزيع أن توفّر **مئات الآلاف من الوظائف** على امتداد سلسلة القيمة.

التسويق الابتكاري للطاقة الشمسية خارج نطاق الشبكة

يُعد الابتكار في نماذج الأعمال عاملاً أساسياً يسمح بدخول الكهرباء المُدارة بالطاقة الشمسية إلى الأسواق.[١٦،٢٥،٢٦] ومع أن أسعار التجزئة لمنظومات الطاقة الشمسية العاملة بمقياس بيكو والأجهزة المنزلية الشمسية قد تكون مستطاعة عند بعض المُستهلكين فإن أولئك في شريحة الدخل الأدنى من السكان القاطنين خارج نطاق شبكة التوزيع لا يمكنهم تحمّل تكلفة شراء المعدات الأولية. وتطرح كثير من الشركات الصغيرة الحجم والمُبتدئة خططاً مالية لمساعدة المستهلكين في التغلب على حاجز التكاليف المُسبقة، هادفةً إلى تحقيق الربحية في نهاية المطاف من خلال اقتناص الحجم الكبير للسوق.[١٦،١٧،١٩]

وترتّب عدّة خطط منها طريقةَ التسديد للناس بحيث يدفعون نفس المبالغ الصغيرة التي كانوا يدفعونها مقابل الكيروسين. وفي خطة للدفع وفقاً للاستهلاك، يسدد الزبائن قسطاً صغيراً مقابل منظومة الطاقة الشمسية، ويدفعون دفعات منتظمة على أساس يومي أو أسبوعي أو شهري. فإذا لم تُسدَّد الدفعة يتوقف تشغيل المنظومة تلقائياً. وبعد اكتمال الدفعات يتملّك الزبائن المنتجات. غالباً ما تُستخدم الخطة بالارتباط مع الخدمات النقدية للهاتف الجوّال، وهي أعمال راسخة في المنطقة كما في أنحاء من أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى.[١٧،٢٧]

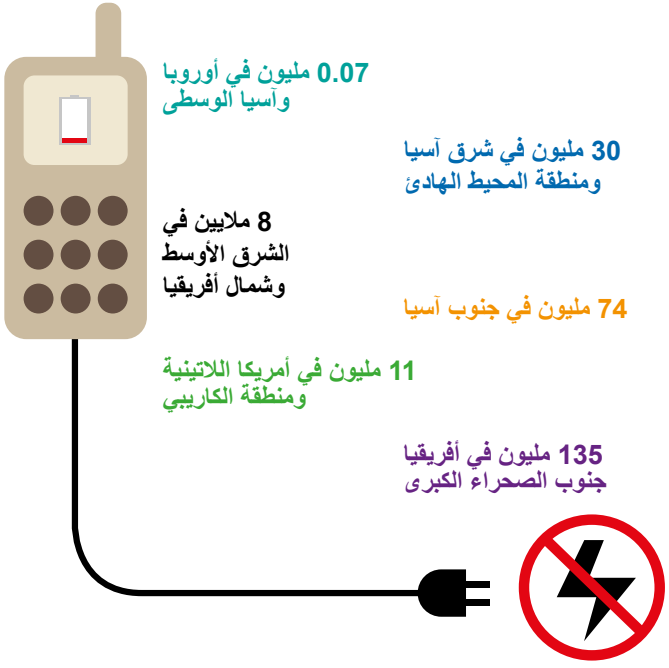
وفي الهند، يعيش ثُلث السكان الحَضر تقريباً في مستوطنات غير رسمية.[٢٨] وقدّر أحد استقصاءات المستوطنات غير الرسمية في دلهي متوسط الدخل الشهري بمقدار ١٠٥ دولارات أمريكية فقط (روبية هندية ٦٧٦٦) لكل ساكن مع نسبة إنفاق من الدخل تبلغ ٩٠ في المائة.[٢٩] وتوفّر معظم الشركات خططاً تمويلية لخدمة العائلات الأشد تهميشاً وهُم مهاجرون ريفيون وفدوا إلى المستوطنات غير الرسمية في مدن الهند السريعة النمو.

ومن دون عنوان رسمي وبإقامتهم في موقعهم لأقل من عقد من الزمن لا يُتاح للعائلات الاستفادة من الخدمات المالية التقليدية. توظّف بعض الشركات رجالا ونساء محليين يترددون إلى المساكن في المستوطنات غير الرسمية لعرض المنتجات ذات شروط الدفع الميسورة.[٣٠] ويمكن للزبائن شراء فوانيس تعمل بالطاقة الشمسية بخطة تسديد تمتد إلى ٥-٨ أسابيع. وقد ارتقت بعض الشركات في تطوير علاقات أعمالها أكثر مع مؤسسات التمويل المصغّر لتوسيع خيارات التمويل أمام الزبائن من أصحاب الدخل الأدنى.[٣١]

فيديو: لماذا تنتشر الطاقة الشمسية سريعاً جداً في أفريقيا

وصلة الفيديو: https://www.youtube.com/watch?v=tkvbZ0ADmz0 © مجلة "ذا إيكونوميست" (The Economist)
مصدر الصورة: غابرييلا جيميو بيلتران

العدد التقديري للمشتركين في الهواتف الجوّالة الذين يقطنون خارج نطاق شبكة التوزيع الكهربائي



مصدر البيانات: نيقي (٢٠١٣)[٤٢]

في جنوب أفريقيا، وحتى بعد وضع برنامج الإسكان والتغذية الكهربائية لمرحلة ما بعد نظام الفصل العنصري، هناك ما يقرب من رُبع السكان يعيشون في مستوطنات غير رسمية من دون كهرباء.[٣٢] واستهدف مشروع استدامة بقيادة جامعة ستيلنبوش تحسينَ الظروف المعيشية للقاطنين في إنكانيني البالغ عددهم ٤٥٠٠ شخص، وهي مستوطنة غير رسمية تقع خارج نطاق شبكة التوزيع في مقاطعة كيب الغربية.[٣٣،٣٥] وباستخدام تقنيات الطاقة ذات الكفاءة من حيث التكلفة شملت الاختراعات إعادة توجيه المساكن نحو الاستخدام الأمثل لإمكانات الطاقة الشمسية الخاملة بما يحسّن عزل المباني والاقتصاد في استهلاك المياه.

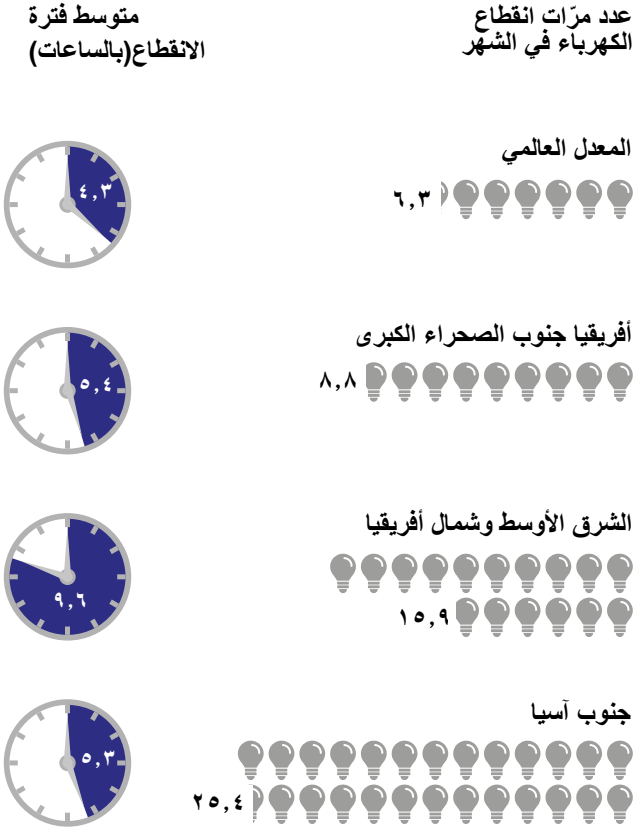
وقد أدار المشروع أعمالاً تجارية للتغذية بالطاقة الشمسية خارج نطاق شبكة التوزيع لخدمة المستوطنة، مع التوقع بتوسيع الخدمات إلى نموذج الامتياز بما يسمح بخدمة مستوطنات أخرى خارج نطاق شبكة التوزيع. وتُقدّم منظومات الطاقة المنزلية الشمسية إلى المقيمين على أساس الرسم مقابل الخدمة، وتتكون المنظومة من لوح شمسي ومصباحين داخليين بصمام ثنائي باعث للضوء، وجهاز تلفزيون واحد، وضوء كشاف خارجي، وتسهيلات شحن هاتفية. ويدفع الزبائن رسماً مقابل التركيب يبلغ ١٤ دولاراً أمريكياً (٢٠٠ راند جنوب أفريقي) ودفعات تأجير شهرية تبلغ ١١ دولاراً أمريكياً (١٥٠ راند جنوب أفريقي).[٣٣]

وقد أنشأ المشروع شركةً توظِّف طاقماً من المستوطنة وهي مسؤولة عن نشر المنظومة وصيانتها. واعتمدت بعض السلطات البلدية اليوم نموذج الأعمال لمستوطنات أخرى غير رسمية في جنوب أفريقيا.[٣٦،٣٨]

مقطع فيديو: تحت طلب مرتفع: كشك شمسي في رواندا

وصلة الفيديو: https://www.youtube.com/watch?v=QpukLasOnSo
الصورة مقدّمة من هنري نياكاروندي / موزّع الطاقة المتجددة في أفريقيا
© شبكة دويتش فيله (DW) الألمانية الناطقة بالإنجليزية

عدد مرّات انقطاع التغذية من شبكة التوزيع ومدّة الانقطاع
(يظهر في الشكل المناطق فوق المتوسط العالمي فقط)



http://www.enterprisesurveys.org ،تاسسؤملل يلودلا كبلا تاعلاطتسا :تانايبلا ردصم

تشكّل أكشاك الطاقة الشمسية السريعة شكلاً فريداً آخر من ابتكارات الأعمال التي تستغلّ الطاقة الشمسية لخدمة المجتمعات المحلية خارج نطاق شبكة التوزيع وخارج منازلهم. ويُجهّز الكشك الشمسي الصغير المتنقّل ببعض الألواح الشمسية وبوحدة بطارية أيون-ليثيوم قادرة على تغذية عشرة هواتف جوّالة في وقت واحد، وبعض هذه الأكشاك تقدّم خدمات واي فاي.[٣٩،٤٠] أما الأكشاك الأكبر حجماً فهي ثابتة ومجهزة بألواح شمسية على أسقفها.[٤١] وتعمل بمثابة متاجر استهلاكية إذ تبيع سلعاً مثل المنتجات العاملة بالطاقة الشمسية والهواتف الجوّالة والمواد الاستهلاكية والأدوية إلى جاب شحن الهواتف وخدمات الإنترنت. وتنتشر مجموعة متنوعة من أكشاك الطاقة الشمسية في أنحاء أفريقيا حيث يعيش ١٣٥ مليون مشترِك في خدمة الهاتف الجوّال بدون كهرباء في منازلهم.[٤٢]

مواصلة السير على درب الطاقة المتجددة

إنّ منظومة الطاقة الشمسية العاملة بمقياس بيكو هي الخطوة الأولى فحسب للأسرة لتنتشل نفسها من العوَز للكهرباء. وسواءً كانت التغذية الكهربائية للمساكن في المواقع الريفية أو شبه الحضرية أو الحضرية فإن المنظومة الصغيرة قد تكون كافية في البداية، ولكن حالما تنمو قوتهم الشرائية ويتواصل انخفاض الأسعار فإن الناس سيسعون إلى سعةٍ أكبر. ويمثّل ذلك مجموعة من الفُرص لمواصلة السير على درب الطاقة الشمسية، عوضاً عن التحول إلى شبكات التوزيع الكهربائي العاملة بحرق الفحم أو النفط. في عام ٢٠١٦، بلغت نسبة توليد الكهرباء من الوقود الأحفوري نحو ٨٠ في المائة في أفريقيا و٦٠ في المائة في جنوب آسيا.[٤٣،٤٤]

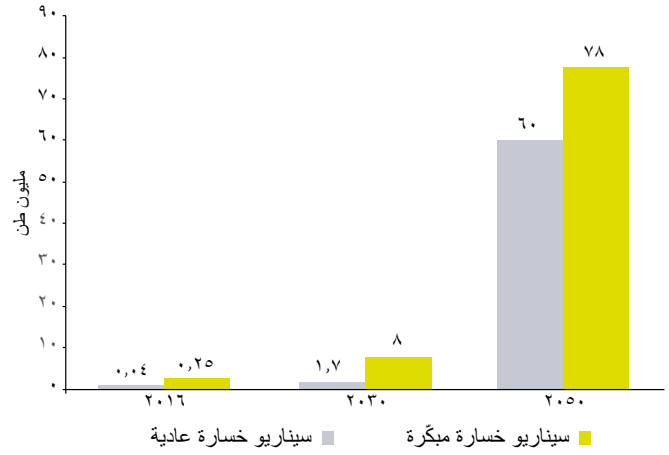
وللبقاء على درب الاستدامة وإعادة تعزيز حلول الطاقة المتجددة، لا بُد من وضع بعض العوامل في الاعتبار، نظراً لتأثيرها على توسّع الطاقة الشمسية. وتشمل هذه العوامل الحاجة إلى معايير الجودة وتوعية المستهلك والمساعدة المالية وإدارة النفايات الإلكترونية، وإعادة توجيه السياسات الحكومية.[١٧-٢٥]

في كثير من البلدان النامية، كانت المنتجات الشمسية متوفّرة لسنوات، إن لم يكن لعقود. وغالباً ما كانت المنتجات متدنّية الجودة أو ذات أمد قصير. وقد يعتمد القرار على مواصلة استخدام الطاقة الشمسية خارج شبكة التوزيع على الانطباع القائم اليوم بشأن المنتجات المتاحة في الأسواق. أما التجارب السلبية مع المنتجات العامة دون المعيارية فقد تضرّ بقبول المستهلكين المحتملين حالياً وفي المستقبل. وهناك مساران متزامنان قد يُساعدان في معالجة المشكلة: يتمثّل المسار الأول في ترسيخ معايير الجودة الرفيعة للمنتجات ذاتها ووضع

مقطع فيديو: الطاقة الشمسية من أجل أفريقيا بحلول عام ٢٠٣٠

وصلة الفيديو: https://www.youtube.com/watch?v=Bb8Su6OeWYw
مصدر الصورة: السيد نوفيل/ شاترستوك
© شبكة تلفزيون الصين العالمي - قناة أفريقيا

استعراض التوقعات العالمية لنفايات الألواح الضوئية الجهدية ٢٠١٦-٢٠٥٠



المصدر: مقتبس من الوكالة الدولية للطاقة المتجددة وبرنامج أنظمة الطاقة الضوئية الجهدية من الوكالة الدولية للطاقة (٢٠١٦)[٤٧]

ضمانات استرجاع وإعادة تدوير بواسطة مُقدّمي الخدمة. ويتمثل المسار الثاني في زيادة التوعية بين المستهلكين حول الجودة الأعلى التي باتت اليوم المعيار للمنتجات ذاتها، بالنسبة إلى الخدمات التي تصاحب المعاملة، وإلى خطط الدفع المطوّلة والتمكينية.[٢٥]

إنّ افتقار الشركات إلى رأس المال التشغيلي، وخصوصاً تلك التي توفّر التمويل للمُستخدم النهائي، قد يحدّ من تطوّر السوق. ويمكن وضع برامج مُساندة لتخفيف تلك التحديات، وتُعد نماذج الأعمال الابتكارية القائمة في الواقع أمثلةً جيّدة على ما يمكن فعله.[٥،١٦،١٧،٢٥] أما الطلب في المستقبل على منظومات الطاقة الشمسية للمنازل بسعةٍ أعلى فسوف يساعد كذلك في توسيع الأسواق الحالية، ويحفّز بصورةٍ أكبر الاهتمام التجاري والاستثمارات من القطاع الخاص ومصارف التنمية والجهات المانحة. في عام ٢٠١٦، استُثمر ٦٠ مليون دولار أمريكي على الأقل في شركتين في أفريقيا توفّران منظومات منزلية عاملة بالطاقة الشمسية أكبر سعة وأعلى سعراً مما يقدّمه مشغّلي خدمات الدفع بقدر الاستخدام.[٤٥] ومن المرجّح أن تهدف شركات الدفع بقدر الاستخدام هذه إلى إنشاء سوق جديدة للمستهلكين من أصحاب الدخل الأعلى ممّن قد يكونون مرتبطين فعلاً بشبكة توزيع كهرباء لا يعوّل عليها.

ويتمثل تحدٍّ آخر في النفايات الإلكترونية التي يولّدها الحجم المتنامي للمنتجات قيد الاستعمال. ففي حين أن بطاريات أيون-الليثيوم تُعد أقل سمّية بالمقارنة ببطاريات الرصاص، إلا أنها لا تزال قادرة على تلويث البيئة، نظراً للمواد الكيميائية المتنوعة التي تحتوي عليها البطاريات.[٤٦] وفي الوقت الحالي توفّر مصانع قليل قطع استبدال أو إعادة تدوير للبطاريات القديمة عند نهاية أمد تشغيلها.[٤٧،٤٨] وعلى نحو مشابه، تُعدّ ألواح السيليكون البلّوري سبباً للقلق إذ تحتوي كذلك على مواد سامّة مثل الكادميوم والرصاص. وإذا ما تمكّن الزبائن من ترقية سلعهم الاستهلاكية إلى منتجات أفضل من خلال برامج الاسترجاع فإن أسواق إعادة التدوير ستصبح حيوية وتقلل مخاطر التلوّث. وتجدر الملاحظة كذلك بأنه لا توجد لوائح تنظيمية متعلقة بالنفايات الإلكترونية للتعامل على وجه التحديد مع الألواح الشمسية في بلدان كثيرة حيث اكتسبت منظومات الطاقة الشمسية رواجاً.[٤٧]

تشمل التحديات التي تتضمن تدخلاً حكومياً الجوانب غير المؤكدة حول خيارات السياسات الممكنة في المستقبل بما يخصّ التغذية الكهربائية خارج نطاق شبكات التوزيع في الاستراتيجيات الوطنية والإقليمية والبلدية وتنفيذها. كما أنّ هناك بلداناً كثيرة لديها تاريخ طويل في الأسعار المدعومة حكومياً من مشتريات المواطنين من الكيروسين لامتصاص عدم الرضا بالوعود غير المستوفاة بالتغذية الكهربائية عبر شبكة التوزيع. وفي حين أن بعض التوصيات تدفع تجاه الحد من دعم الكيروسين، يتجه مسار آخر نحو السماح للزبائن خارج شبكة التوزيع بتطبيق أسعار الدعم على مشترياتهم من منظومات الطاقة الشمسية. وحالما تُسدد هذه التكاليف يظلّ الاستفسار قائماً حيال مواصلة دعم الأسعار. وكذلك، تقترح شركات التغذية الكهربائية خارج شبكات التوزيع إزالة الحواجز المالية والاستيرادية، مثل التعرفة الجمركية المرتفعة عل الواردات وضريبة القيمة المضافة على منتجات الطاقة الشمسية، التي قد ترفع أسعار المنتجات بشكل كبير.[١٩،٢٥]

وأخيراً، هناك تحديات تتعلق بتطوير القدرة، بما يتجاوز مساعي توعية الجمهور. فالشركات والمجتمعات المحلية تحتاج إلى قِوى عاملة ماهرة لدعم تطوير القطاع. ولا بُد من إتاحة الدورات التدريبية وبرامج التمرين المهني، وخصوصاً لأفراد المجتمعات المحلية الذين يشكّلون السوق.[٣،٢٥] ومن شأن المنظومات خارج شبكة التوزيع أن توفّر مئات الآلاف من الوظائف على امتداد سلسلة القيمة في المستقبل القريب، وقد توفّر مساراً للخروج من الفقر لأولئك الذين يتعلمون طريقة تركيب وصيانة نُظم الطاقة الشمسية الأكبر حجماً للمنازل.[٢٥،٤٩] وتُقدِّر دراسة صادرة عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة في أفريقيا الغربية أنه من المرجّح أن يوفّر التحوّل إلى الإنارة الكفؤة خارج شبكة التوزيع وظائف تفوق ما توفّره الإنارة القائمة على الوقود بـ٣٠ مرّة.[٥٠] وبوجود السياسات واللوائح التنظيمية المناسبة بشأن الطاقة المتجددة ورؤية واضحة للإمكانات في المستقبل، فإنّ النُظم الموزعة حالياً التي تعمل بالطاقة الشمسية قد تظلّ خيار الطاقة المرغوب لدى المجتمعات المحلية الواقعة خارج شبكات التوزيع في المناطق الريفية والحضرية. وقد يشكّل ذلك

امرأة تدرّبت في كلية بيرفوت على تركيب نُظم الطاقة الشمسية وإصلاحها وصيانتها في منزلها في راجستان، الهند

مصدر الصورة: مجموعة نوت-إريك هيله، مُرخَّصة بموجب نَسب المُصنَّف - غير تجاري - منع الاشتقاق ٢,٠

عنصراً أساسياً في تحقيق أهداف التنمية المُستدامة من أجل إتاحة خدمات الطاقة الحديثة المعوّل عليها والميسورة التكلفة للجميع بحلول عام ٢٠٣٠ وللقضاء على الفقر.

المراجع

1. GEA (2012). *Global Energy Assessment – Toward a Sustainable Future*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, and the International Institute for Applied Systems Analysis, Luxembourg, Austria. http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/Global_Energy_Assessment_FullReport.pdf
2. International Energy Agency and the World Bank (2015). *Sustainable energy for all 2015—Progress toward sustainable energy*. The World Bank, Washington DC. http://www.se4all.org/sites/default/files/GTF-2105-Full-Report.pdf
3. UNEP (2015). *Developing effective off-grid lighting policy: Guidance note for governments in Africa*. United Nations Environment Programme, Nairobi. http://www.enlighten-initiative.org/portals/0/documents/Resources/publications/OFG-publication-may-BDef.pdf
4. UNDESA (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights*. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, New York. https://esa.un.org/unpd/wup/publications/files/wup-2014 highlights.Pdf
5. Gaunt, T., Salida, M., Macfarlane, R., Maboda, S., Reddy, Y. and Borchers, M. (2012). *Informal Electrification in South Africa: Experience, Opportunities and Challenges*. Sustainable Energy Africa, Cape Town. http://www.cityenergy.org.za/uploads/resource_116.pdf
6. Reddy, Y. and Wolpe, P. (2015). *Tackling urban energy poverty in South Africa*. Sustainable Energy Africa, Cape Town. http://www.sustainable.org.za/uploads/files/file72.pdf
7. Kazerooni, Y., Gyedu, A., Burnham, G., Nwomeh, B., Charles, A., Mishra, B., Kuah, S.S., Kushner, A.L., Stewart, B.T. (2015). Fires in refugee and displaced persons settlements: The current situation and opportunities to improve fire prevention and control. *Burns*, 1046-1036 ,42. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305417915003861
8. Kimemeia, D.K., Vermaak, C., Pachauri, S. and Rhodes, B. (2014). Burns, scalds and poisonings from household energy use in South Africa: Are the energy poor at greater risk? *Energy for Sustainable Development*, 8-1 ,18. https://www.researchgate.net/publication/259519739_Burns_scalds_and_poisonings_from_household_energy_use_in_South_Africa_Are_the_energy_poor_at_greater_risk
9. Jacobson, A., Bond, T.C., Lam, N.L. and Hultman, N. (2013). *Black carbon and kerosene lighting: An opportunity for rapid action on climate change and clean energy for development*. Global Economy and Development Policy Paper 03-2013. The Brookings Institution, Washington DC https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/04/06/2016_climate_change_clean_energy_development_hultman.pdf
10. Lam, N.L., Smith, K.R., Gauthier, A. and Bates, M.N. (2012). Kerosene: A review of household uses and their hazards in low-and middle income countries. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, Critical Reviews*, 432–396 ,(6)15. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3664014/pdf/nihms447641.pdf
11. Mills, E. (2016). Identifying and reducing the health and safety impacts of fuel-based lighting. *Energy for Sustainable Development*, 59-30 ,30. https://www.researchgate.net/publication/290975529_Identifying_and_reducing_the_health_and_safety_impacts_of_fuel-based_lighting
12. Mukwaya, P.I. (2016). Urban Adaptation to Energy Insecurity in Uganda. *Current Urban Studies*, 84-69 ,4. https://file.scirp.org/pdf/CUS_2016032414011321.pdf
13. Ghanem, D.A., Mander, S. and Gough, C., 2016. "I think we need to get a better generator": Household resilience to disruption to power supply during storm events. *Energy Policy*, 92, pp.180-171.
14. Frame, D., Tembo, K., Dolan, M.J., Strachan, S.M. and Ault, G.W. (2011). A community based approach for sustainable off-grid PV systems in developing countries. In The Electrification of Transportation and the Grid of the Future, the report of the 2011 IEEE Power and Energy Society General Meeting, Detroit, MI, United States, 28-24 July 2011. https://www.strath.ac.uk/media/departments/eee/cred/Conference_Paper.pdf
15. UNDP (2004). *Solar Photovoltaics in Africa: Experiences with financing and delivery models-Lesson for the future*. Monitoring and evaluation report series, Issue 2. United Nations Development Programme, New York and Global Environment Facility, Washington DC. http://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/environment-energy/sustainable_energy/solar_photovoltaicsinafricaexperienceswithfinancinganddeliverymo.html
16. Nygaard, I., Hansen, U.E. and Larsen, T.H. (2016). The emerging market for pico-scale solar PV systems in Sub-Saharan Africa: From donor-supported niches toward market-based rural electrification. UNEP DTU Partnership, Copenhagen.
17. REN2016) 21). Renewables 2016 Global Status Report. REN21 Secretariat, Paris. http://www.ren21.net/GSR-2016-Report-Full-report-EN
18. UN-HABITAT (2016). Urbanization and Development: Emerging Futures. World Cities Report 2016. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi. https://unhabitat.org/wp-content/uploads/03/2014/WCR20%-Full-Report2016-.pdf
19. Lysen, E.H. (2013). Pico Solar PV Systems for Remote Homes: A new generation of small PV systems for lighting and communication. Report IEA-PVPS T2012 :12-9. International Energy Agency, Paris. http://iea-pvps.org/index.php?id=299&eID=dam_frontend_push&docID=1433
20. SolarAid (2013). Facts about kerosene, solar and SolarAid. SolarAid factsheet. https://www.solar-aid.org/assets/Uploads/Publications/Facts-about-kerosene-solar-and-SolarAid.pdf
21. BNEF and Lighting Global (2016). Off-grid solar market trends report 2016. Bloomberg New Energy Finance, New York and Lighting Global, Washington DC. https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/20160303/03/2016/4_BNEF_WorldBankIFC_Off-GridSolarReport_.pdf
22. UN-HABITAT (2009). Promoting Energy Access for the urban poor in Africa: Approaches and Challenges in Slum Electrification. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi. http://mirror.unhabitat.org/downloads/docs/16690_8292_GENUS20%AFRICA.EGM20%Final20%Report.pdf

23. UN-HABITAT (2012). Enhanced Energy Access for Urban Poor Practice Casebook. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi. http://www.avsi-usa.org/uploads/67429199/2/4/7/6/avsi___coelba3.pdf

24. Phadke, A.A., Jacobson, A., Park, W.Y., Lee, G.R., Alstone, P. and Khare, A. (2015). Powering a Home with Just 25 Watts of Solar PV. Super-Efficient Appliances Can Enable Expanded Off-Grid Energy Service Using Small Solar Power Systems. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley.

25. Diecker, J., Wheeldon, S., and Scott, A. (2016) Accelerating access to electricity in Africa with off-grid solar: Policies to expand the market for solar household solutions. Overseas Development Institute, London UK.

26. McKibben, B. (2017) The Race to Solar Power Africa. *The New Yorker*, 26 June 2017. http://www.newyorker.com/magazine/26/06/2017/the-race-to-solar-power-africa

27. IEA and World Bank (2015). Sustainable Energy for All 2015 – Progress Toward Sustainable Energy. World Bank, Washington, DC. https://openknowledge.worldbank.org/handle/22148/10986

28. Corrigan, G. and Di Battista, A. (19 .(2015 charts that explain India's economic challenge. World Economic Forum website. https://www.weforum.org/agenda/-19/11/2015charts-that-explain-indias-economic-challenge/

29. PRIA (2014). Government led exclusion of the urban poor: A greater contribution though a lesser recipient. Delhi Study Report 2014. The Society for Participatory Research in Asia, Delhi. https://terraurban.files.wordpress.com/01/2014/delhi-study_april2014-.pdf

30. Pollinate Energy (2017). Pollinate Energy website. https://pollinateenergy.org/

31. Davidsen, A., Pallassana, K., Singh, J., Shiv, J., Walker, P., Parrish, S. and Sitsabeshan, S. (2015). The business case for off-grid energy in India. The Climate Group. https://www.theclimategroup.org/sites/default/files/archive/files/The-business-case-for-offgrid-energy-in-India.pdf

32. Department of Energy (2012). A survey of energy-related behaviour and perceptions in South Africa: The residential sector. Department of Energy, Government of the Republic of South Africa. http://www.energy.gov.za/files/media/Pub/Survey20%of20%Energy20%related20%behaviour20%and20%perception20%in20%SA20%-20%Residential20%Sector20%202012%-.pdf

33. Lemaire, X. and Kerr, D. (2014). The iShack Project in Enkanini, Stellenbosch, South Africa. Supporting Africa Municipalities in Sustainable Energy Transitions (SAMSET) website. https://samsetproject.wordpress.com/20/12/2014/the-ishack-project-in-enkanini-stellenbosch-south-africa/

34. SM and CORC (2012). Enkanini (Kayamandi) household enumeration report. Stellenbosch Municipality and Community Organisation Resource Centre. http://sasdialliance.org.za/wp-content/uploads/docs/reports/Enumerations/Enkanini20%Final20%Report.pdf

35. Wilde, S. (2015). iShack delivers power (and television) to the people. Mail & Guardian, 13 March 2015. https://mg.co.za/article/-13-03-2015ishack-delivers-power-and-television-to-the-people

36. Kovacic, Z., Smit, S., Musango, J.K., Brent, A.C. and Giampietro, M. (2016). Probing uncertainty levels of electrification in informal urban settlements: A case from South Africa. Habitat International, 221-212 ,56. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0197397515302356

37. Lemaire, X. and Kerr, D. (2016). Informal Settlements – Electrification and Urban Services. SAMSET Policy Brief. UCL Energy Institute, London.

38. Murugan, S. (2013). Solar energy lights up Ekurhuleni's informal settlements. Vuk'uzenzele, June 2013. http://www.vukuzenzele.gov.za/solar-energy-lights-ekurhuleni's-informal-settlements

39. ARED (2017). Our solutions. African Renewable Energy Distributor. http://www.a-r-e-d.com/

40. Juabar (2017). Our design process. Juabar Design. http://juabar.com/

41. SOLARKIOSK (2017). One Solution—Various Purposes. SOLARKIOSK. http://solarkiosk.eu/product/

42. Nique, M. (2013). Sizing the opportunity of mobile to support energy and water access. GSMA, London. https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wp-content/uploads/12/2013/Sizing-the-Opportunity-of-Mobile_Nov2013-.pdf

43. UNEP (2017). Atlas of Africa Energy Resources. United Nations Environment Programme, Nairobi. http://wedocs.unep.org/handle/20476/20.500.11822

44. Shukla, A.K., Sudhakar, K. and Baredar, P. (2016). Renewable energy resources in South Asian countries: Challenges, policy and recommendations. Resource-Efficient Technologies, 5-1. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405653716302299

45. Bloomberg New Energy Finance (1 .(2017Q 2017 Off-grid and mini-grid market outlook. Climatescope 2016 website. http://global-climatescope.org/en/off-grid-quarterly/q2017-1/

46. Wang, X. (2014). Managing end-of-life lithium-ion batteries: An environmental and economic assessment. Thesis, Rochester Institute of Technology, New York. http://scholarworks.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=9337&context=theses

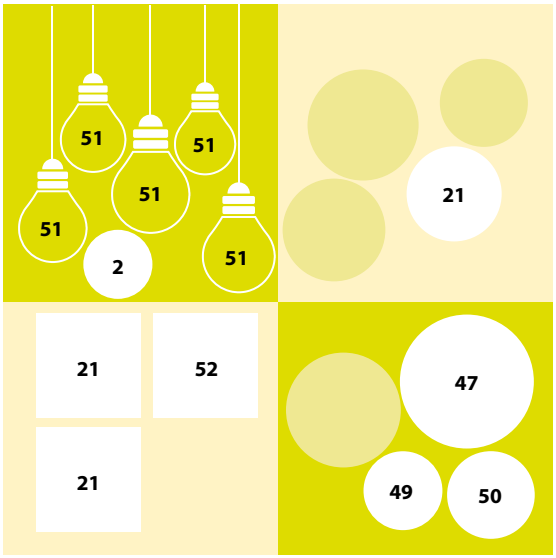
47. IRENA and IEA-PVPS (2016), "End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels," International Renewable Energy Agency and International Energy Agency Photovoltaic Power Systems. http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_IEAPVPS_End-of-Life_Solar_PV_Panels_2016.pdf

48. Industry Opinion on Lifecycle and Recycling (2014). The Global Off-Grid Lighting Association, Utrecht, https://www.gogla.org/sites/default/files/recource_docs/gogla-industry-opinion-on-lifecycle-and-recycling1.pdf

49. Mills, E., 2016. Job creation and energy savings through a transition to modern off-grid lighting. *Energy for Sustainable Development*, 33, pp.166-155.

50. UNEP (2014). Light and livelihood: A bright outlook for employment in the transition from fuel-based lighting to electrical alternatives. United Nations Environment Programme, Nairobi. http://www.ecreee.org/sites/default/files/light_and_livelihood_-_a_bright_outlook_for_employment.pdf

مراجع الرسوم



51. World Bank (2017). World Development Indicators. The World Bank, Washington DC. http://databank.worldbank.org/data/

52. GOGLA (2017). *Global off-grid solar market report July-December 2016: Semi-annual sales and impact data*. Global Off-Grid Lighting Association, Utrecht. https://www.gogla.org/sites/default/files/recource_docs/final_sales-and-impact-report_h22016_full_public.pdf

Photo credit: DK samco / Shutterstock

آلاف من المهجّرين بفعل الفيضانات والنزاع بالقرب من مدينة جوهر، الصومال في عام ٢٠١٣
مصدر الصُوَر: من صُوَر الأمم المتحدة، توبين جونز

التشرّد البيئي:
التنقّل البشري في عصر التأثير البشري "الأنثروبوسين"

ما هو التشرّد البيئي؟

نحن نعيش في عصر من التنقّل غير المسبوق: انتقال الأفكار والسلع والمال، والبشر على نحو مضطرد. فهناك مائتان وخمسون مليون نسمة يعيشون ويعملون خارج مسقط رأسهم. وهناك ٧٥٠ مليون آخرون يهاجرون داخل بلدانهم.[١]

إنّ حجم ووتيرة التنقّل البشري بالإضافة إلى تعداد سكان العالم الذي من المتوقع أن تفوق ذروته ٩ مليارات نسمة في منتصف هذا القرن، يمثّل واقعنا الديمغرافي الجديد. وتُعد الهجرة محرّكاً شديد الأهمية للتنمية والتقدّم، وتوفّرُ الفرصَ للأفراد والعائلات، وتنشر كذلك الأفكار وترتبط بين أطراف العالم. غير أن المسألة أثبتت كذلك إثارتها للخلاف على المستوى السياسي.

وفي الوقت ذاته نحن نعيش في عصر يشهد تغيراً بيئياً غير مسبوق، فقد أعادت الأنشطة البشرية تشكيل كوكبنا بعمق كبير حتى أنَّ العلماء باتوا يجدون أننا دخلنا في حقبة جيولوجية جديدة يصنّفونها على أنها عصر التأثير البشري "الأنثروبوسين".

فهناك عوامل تغير بيئية وتدهور بيئي تُعيد رسم خريطة العالم في أساسها، مثل التصحّر واجتثاث الغابات وتدهور الأراضي والتغير المناخي وشحّ المياه. ويؤثّر التدهور البيئي على المكان الذي يستطيع الناس أن يعيشوا فيه وكيف يعيشون فيه. ويدفع ذلك إلى النزوح البشري والهجرة القسريّة من خلال تهديد حياة الناس وجعل سبل معيشتهم غير حصينة، وخصوصاً أولئك الأشد فقراً والأشد ضعفاً.

وفي الوقت ذاته تؤدي النزاعات المسلّحة إلى حركات تدفق أخرى من الأشخاص الفارّين من أحداث العنف إما داخل بلدانهم (النزوح الداخلي) أو عبر الحدود الدولية (اللاجئين). وتشير تحليلات الحروب الأهلية على مدى الأعوام الـ٧٠ التي مضت إلى أن ٤٠ في المائة منها على الأقل ترتبط

بالسيطرة المتنازع عليها أو باستخدام الموارد الطبيعية مثل الأراضي والمياه والمعادن أو النفط.[٢] وبحلول نهاية عام ٢٠١٦، كان هناك ما يزيد عن ٦٥ مليون شخص لاجئ أو نازح داخلياً - وهو عدد يفوق ما سُجّل في أي وقت مضى منذ نهاية الحرب العالمية الثانية، و١٢٨ مليون شخص محتاج إلى مساعدة إنسانية.[٣،٤]

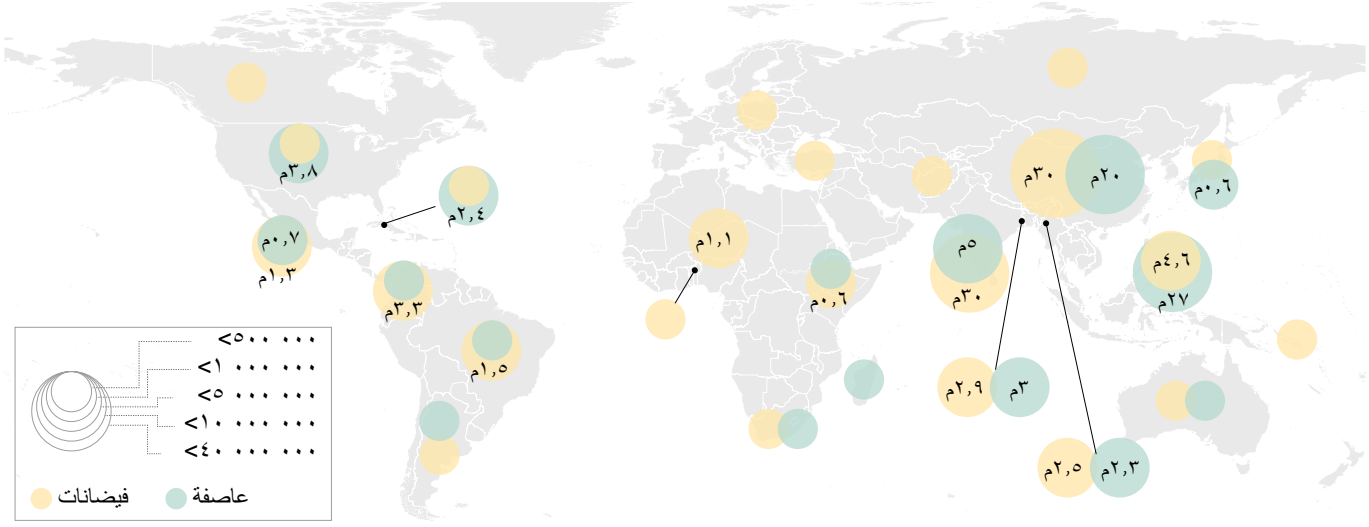
شكّلت القضايا البيئية أحد عوامل التحركات السكانية منذ أن غادر البشر أفريقيا لأول مرّة. ولطالما كانت هذه العوامل متنوعة ومعقدة، مع أنه من المهم إدراك أنّ التدهور البيئي قد اتخذ، تاريخياً على الأقل، منحى 'تمهيد أرضية' النزوح؛ غير أنّ عوامل أخرى من مواطن الضعف، مثل الفقر والافتقار إلى الفُرص، كثيراً ما تشكّل الدوافع الأساسية وراء حركة النزوح. وما يختلف الآن هو أن درجة التدهور البيئي والقدرة على التنقل تجتمعان معاً لتشكيل مؤثر من الدفع والسحب قد بلغَ مقياساً لم يُعهَد من قبل.[٥]

إنّ النمو السكّاني يدفع بأعداد أكبر من الناس للعيش في مناطق هامشية وضعيفة بيئياً.[٦] فقد بلغ معدل الأشخاص النازحين بالفعل من ديارهم ٢٦,٤ مليون نسمة بسبب الكوارث الطبيعية كل عام.[٧] وهذا المعدل يكافئ نزوح شخص واحد لكل ثانية. غير أنه ليس على الأرقام أن تصيبنا بالخدر. فكل إحصاء منفرد هو قصة ضياعٍ شخصية - عن عوالم انقلبت رأساً على عقب، وفُرصٍ بأبواب موصدة، وتعليمٍ ضائع.

وقد تُفضي الاتجاهات المتشابكة للتغير المناخي والنمو السكاني والاستهلاك المتصاعد ومشاريع البنى التحتية الكبيرة والتدهور البيئي إلى نزوح عدد أكبر من الناس في المستقبل. وعلى الأرجح أن يحدث ذلك خصوصاً إذا جاءت تلك التوجهات في سياق الاستجابات غير الملائمة من الحكومات والمجتمع الدولي لبناء قدرة البلدان والمجتمعات المحلية على الصمود أمام هذه التغيرات. ويبلغ العدد الذي يُذكر على نحو أكثر شيوعاً للأشخاص النازحين لأسباب بيئية بحلول عام ٢٠٥٠ ما يقرب من ٢٠٠ مليون نسمة.[٥]

ويعني ذلك، أنه في عالمٍ يبلغ تعداد سكّانه تسعة مليارات نسمة، هناك شخص واحد من بين كل ٤٥ شخصاً يُجبر على الخروج من دياره لأسباب بيئية، وأنّ هناك مناطق جُزرية منخفضة قد يتعيّن هجرُها. إنّ تناول مثل عمليات النزوح هذه قد يشكّل التحدّي البيئي الذي يميّز القرن الـ٢١.

عدد الأشخاص المهجّرين بفعل الفيضانات والعواصف في بُلدانٍ مُختارة ٢٠٠٨-٢٠١٦



مصدر البيانات: مركز رصد النزوح الداخلي، www.internal-displacement.org/database

فهم التشرّد البيئي

مع أنّ قضية الهجرة غير الشائعة قد اكتسبت أهمية بارزة في السنوات الأخيرة نتيجةً لـ"أزمة الهجرة" في أوروبا، إلاّ أنها لا تشكّل تحدياً أوروبياً فريداً بأي حال. فمثلما تحدث الهجرة حول العالم، فإنّ كلّ ركنٍ من أركان العالم يُحتمل أن يتأثر بالتشرّد البيئي.

وعلى سبيل المثال، تفترض النماذج بأن منطقة آسيا والمحيط الهادئ ستشهد نمواً في النزوح مع تسارُع آثار التغير المناخي.[١٠-١١] وتُعد المناطق الساحلية ومناطق الدلتا الكبيرة، والجُزر الصغيرة ضعيفةً أمام ارتفاع منسوب البحر ومكشوفة خصوصاً أمام الأعاصير البحرية. وأما توفالو، الدولة الجُزرية الصغيرة في المحيط الهادئ، والتي تصل أعلى نقطة فيها إلى خمسة أمتار فحسب فوق مستوى سطح البحر، فقد يتعيّن إخلاؤها بالكامل في الأعوام الـ٥٠ المُقبلة، والمالديف في الأعوام الـ٣٠ المُقبلة. وقد بدأت عدّة دول بالفعل بالتخطيط لترحيل بعض سكّانها أو جميعهم إلى أماكن أخرى في نهاية المطاف: ففي عام ٢٠١٤ اشترى رئيس جمهورية كيريباتي، أنوته تونغ، قطعة أرض في فيجي بمثابة بوليصة تأمين ضد ارتفاع منسوب مياه البحر.[١٢]

وفي القارة الأفريقية، في إبّان ذلك، هناك عدد أكثر من البلدان المتأثرة بالنزوح من أي قارة أو منطقة أخرى، وفي عام ٢٠١٥ كانت تستضيف أكثر من ١٥ مليون شخص تمّ تهجيرهم داخل بلدانهم لعدد من الأسباب، وتشمل تلك المتصلة بالبيئة.[١٣]

عدد الأشخاص النازحين بفعل النزاعات والكوارث المتصلة بالطقس من ٢٠١٢ إلى ٢٠١٦

مصدر البيانات: مركز رصد النزوح الداخلي،
www.internal-displacement.org/database

التصنيف مُهم

هناك مسألة مثيرة للجدل تتعلق بالمُسمّى الأنسب للأشخاص النازحين بفعل التدهور البيئي والتغير المناخي، مثل "اللاجئين البيئيين" أو "المهاجرين البيئيين" أو "النازحين لأسباب بيئية". لكنّ الأمر لا يتعلّق بالمدلول اللفظي وحسب. فالتعريف الذي سيحظى بالقبول عموماً سيكون له مضاعفات حقيقية على التزامات المجتمع الدولي بموجب القانون الإنساني وحقوق الأشخاص النازحين.

فبعد الحرب العالمية الثانية، رأى صنّاع السياسات الدوليين أن مصطلح "لاجئ" يجب أن يُقيّد بـ"الشخص الذي يُخشى أن يتعرض لاضطهاد مبرهن لأسباب تتعلق بالعرق أو الدين أو الجنسية أو الانتماء إلى مجموعة اجتماعية معيّنة او آراء سياسية ويوجد خارج بلد الجنسية التي يحملها وغير قادر بسبب تلك الخشية أو غير راغب في توفير الحماية له في تلك البلاد."[٨]

وقد استخدم المدافعون عبارة "لاجئين بيئيين" للتعبير عن الحالة المستعجلة لتلك القضية. غير أن استخدام كلمة "لاجئين" لوصف الفارّين من الضغوطات البيئية هو استخدام غير دقيق بموجب القانون الدولي. إنّ معظم الأشخاص الذين أُجبروا على الخروج من مواطنهم بفعل التغير المناخي من المرجّح أن يبقوا داخل حدود بلادهم، ولكن قد لا تكون هناك إمكانية لعودتهم إلى المناطق التي غمرها ارتفاع منسوب مياه البحر.[٩]

وبسبب الافتقار إلى التعريف الملائم جزئياً، غالباً ما تكون حركات انتقال السكان بسبب عوامل بيئية غير ظاهرة، وخصوصاً حين تجري عمليات النزوح تلك بمرور الوقت. وليس هناك مؤسسة دولية مسؤولة عن جمع البيانات حول أعداد أولئك النازحين، ناهيك عن تزويدهم بالخدمات الأساسية. ولأنهم غير قادرين على إثبات تعرضهم لاضطهاد سياسي في بلدهم الأصلي، فإنهم يسقطون من اعتبارات القانون الإنساني الدولي. يستخدم هذا التقرير مصطلح "التشرّد البيئي"، مُقرّاً بأنه ليس مصطلحاً مقبولاً بشكل عام ولكن على أمل أن ينقل الانطباع الدقيق بشكل معقول لظاهرة نزوح السكان القسري المتزايدة المرتبطة بالتدهور البيئي والتغير المناخي.

وتوجد أكثر من نصف دول العالم الهشّة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، وتُعدّ القارّة عرضةً على وجه الخصوص للجفاف الذي يفاقم من خطر ندرة الغذاء.[١٣،١٤]

التشرّد البيئي

الطلب والمنافسة على الموارد الطبيعية

على مدى الأعوام الـ ٧٠ الماضية، ارتبط ما لا يقل عن **٤٠٪ من جميع النزاعات** داخل الحدود الوطنية بالموارد الطبيعية.

المنافسة على الموارد الطبيعية الشحيحة بشكل متزايد - مثل الأراضي، والمياه، والأخشاب، والنفط، والمعادن - قد تخلق التوترات وتُشعل النزاعات بين المنتفعين. في حالات كثيرة، قد تقود التوترات إلى نزاعات عنيفة ونزوح قسري واسع النطاق.

انتزاع الأراضي بالإكراه يزيد شيوعاً في أمريكا اللاتينية نتيجةً لأعمال التعدين، والتحطيب، والزراعة.

كوارث طبيعية

تتوقّع الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ تساقط الأمطار بشكل متكرر وشديد متسبباً بانزياح الأراضي في أمريكا الشمالية والوسطى، وشرق أفريقيا وغرب آسيا، وجنوب آسيا، وجنوب شرق آسيا، وشرق آسيا، وأستراليا وجُزر كثيرة في المحيط الهادئ.

يؤثر التغير المناخي في أرجحية وتكرار وشدّة الأحوال المناخية المتطرفة. فأحوال الطقس الشديدة قد تجعل المناطق غير قابلة للسُكنى، وتُهجّر السكان بشكل مؤقت أو دائم.

سرعة الرياح في الزوابع **البحرية المدارية** باتت أقوى، ومن المرجّح أن تسبب دماراً كبيراً.

١١٧ مليون نسمة قد نزحوا بفعل الكوارث المتعلّقة بالطقس في الفترة ٢٠١٢-٢٠١٦.

التصحّر، والجفاف

الترميم الإيكولوجي للأراضي تفوق مساحته 50 ألف كيلومتر مربّع عبر بوركينا فاسو، ومالي،والنيجر يُساهم في **عكس الهجرة إلى الخارج**

تسبب الجفاف الحاد وانعدام الأمن الغذائي في **تهجير ٧٦١ ألف شخص** في الصومال منذ تشرين الثاني/ نوفمبر ٢٠١٦.

٥٠٪ من الأراضي الزراعية في أمريكا اللاتينية هي عرضة للتصحّر بحلول عام ٢٠٥٠.

من المتوقع أن يصبح الجفاف أكثر شدّةً، و وتيرةً، وأطول أمداً بسبب التغير المناخي.

تصبح الأراضي الجافة قاحلةً أكثر وأقل إنتاجاً بسبب الاستخدام غير المُستدام للأرض والمياه، وبفعل التغير المناخي. يعيش ثُلث سكّان العالم في أراضٍ جافّة.

مشاريع البنى التحتية

في الثمانينيات من القرن العشرين، أُجبر ١٠ ملايين شخص على النزوح كل سنة **بسبب بناء السدود ومشاريع النقل**

مشاريع البنى التحتية الكبيرة مثل السدود والطرُق قد تؤدي إلى نزوح هائل.

وفي الوقت ذاته، فإن عملية شراء الأراضي الواسعة النطاق في البُلدان النامية عن طريق مشاريع البنى التحتية والأعمال الزراعية، المصنّفة غالباً على أنها استيلاء على الأراضي، من المرجّح أن تشكّل سبباً بارزاً للنزوح في المُستقبل.

يُقدّر أن إنشاء سدّ **الوديان الضيّقة الثلاثة** عند نهر يانغتسي في الصين قد تسبب في **نزوح ١,٣ مليون شخص**. ولا يزال هناك كثيرون يواجهون صعوبات في الاستقرار ثانيةً.

ارتفاع مستوى سطح البحر

في جُزر سليمان، اختفت خمس جُزر نباتات حيديّة في العقود الأخيرة بسبب ارتفاع مستوى سطح البحر. وانتقلت التجمعات المحلية إلى جُزر بركانية أعلى.

تجد دراسة لأنماط الهجرة في البلدان النامية من عام ١٩٧٠ إلى عام ٢٠٠٠ أن الناس ينتقلون بعيداً عن الأراضي الجافة الهامشية والمناطق المعرّضة للجفاف باتجاه النطاق الساحلي المعرّض **للفيضانات والزوابع البحرية**.

توجد معظم المدن الكبيرة في العالم في النطاق الساحلي وعند دلتا مصبات الأنهار الواسعة التي يعتمد عليها الملايين من الناس في سبل عيشهم. تكونُ المدن المنخفضة والساحلية والجُزر الصغيرة ضعيفة أمام الفيضان، وأمواج العواصف، وتحوّل شكل خط الشاطئ، وتدخّل المياه المالحة بفعل ارتفاع سطح البحر.

الحوادث الصناعية

أجبر انصهار مفاعل تشيرنوبل النووي عام ١٩٨٦ **إخلاءَ وإعادة توطين** ما لا يقل **عن ٣٣٠ ألف شخص**.

يمكن للحوادث الصناعية الخطيرة أن تخلّف مساحات شاسعة ملوَّثةً، وأن تُجبر الناس على هجر ديارهم والاستقرار في مكان آخر. فالآثار الصحية، والاجتماعية، والاقتصادية، والبيئية الطويلة المدى للحوادث الصناعية قد تعقّد عودتهم الدائمة.

نزح **150 ألف شخص** بسبب **التسرب الإشعاعي** من محطة فوكوشيكما للطاقة النووية في اليابان، ولا تزال عودتهم واستيطانهم مجدداً غيرمؤكدة.

كما أن أمريكا الشمالية غير محصّنة من تأثيرات التشرّد البيئي. ففي عام ٢٠١٦ كان سكّان ذراع اليابسة "آيل دي جان شارل" في لويزيانا أول "مهاجرين مناخيين" في الولايات المتحدة يتلقّون أموالاً لترحيلهم إلى أماكن جديدة. وكانت المنحة البالغة ٤٨ مليون دولار أمريكي جزءاً من مليار دولار أمريكي تهبها وزارة الإسكان والتنمية الحضَرية في كانون الثاني/يناير ٢٠١٦ لمساعدة المجتمعات المحلية عبر ١٣ ولاية على التكيّف مع التغير المناخي من خلال بناء السدود وأنظمة التصريف وحواجز نهرية أقوى.[١٥]

لكن الصورة معقّدة. فالجماعات الأكثر ضعفاً غالباً ما تفتقر إلى الوسائل أو الطرق المرتبطة التي تسمح لها بالانتقال، وقد تُحاصر في مكانها. ويعتمد آخرون، مثل الرعاة، على الهجرة الموسمية بمثابة استراتيجيةٍ لتأمين سبل العيش. وفي أثناء ذلك فإنّ ترحيل السكان إلى أماكن جديدة لمواجهة خطر معيّن مثل تدهور كبير في الأراضي قد يعمل بمثابة صمّام تنفيس، بما يقلل الضغوط البيئية على النُظم الإيكولوجية الهشّة، ولكنه يؤدي بالتالي إلى "تصدير" أثرهم البيئي إلى أماكن أخرى.[١٦]

ومن المهم التذكّر أيضاً أن النزوح في حد ذاته قد يكون يحمل آثاراً بيئية، مسبباً التدهور البيئي الذي قد يُطيل حالة الطوارئ الإنسانية أو يجعل العلاقات تسوء أكثر مع المجتمعات المحلية المُضيفة. إنّ التعمير غير النظامي أو مخيمات اللاجئين غير المنظّمة قد تشكّل ضغطاً على الأراضي والمياه ومصادر الطاقة والغذاء الشحيحة. ويمكن لمثل تلك الأوضاع أن تقوّض خدمات النظام الإيكولوجي، وأن تؤدي إلى مخاطر صحية بسبب التخلّص غير الملائم من النفايات، وأن تضع الأشخاص النازحين في موضِع تنافس مع المجتمعات المحلية.[١٧،١٨]

مقطع فيديو: الاستبصار - الهجرة والتغيّر البيئي العالمي

وصلة الفيديو: https://www.youtube.com/watch?v=zt0UJU0aAVg © المكتب الحكومي للعلوم GO-Science
مصدر الصورة: آلاف من النازحين بفعل الفيضان في كاب هايتيان، هايتي، من صور الأمم المتحدة / لوغان أباسي

حلول مؤسَّسية

لقد ارتقَت قضية التشرّد البيئي الأجندة السياسية، وجذبت انتباه صنّاع السياسات والأكاديميين والمجتمع الإنساني. في عام ٢٠١١، نشر مكتب حكومة المملكة المتحدة للعلوم نتائج مشروع الاستبصار، وهو دراسة لكيفية تأثّر حركات انتقال السكّان حول العالم بالتغيرات البيئية العالمية. وقد استغرق المشروع مدة سنتين وشارك فيه أكثر من ٣٥٠ خبيراً وجهة صاحبة مصلحة من أكثر من ٣٠ بلداً وغطّى مواضيع تتراوح بين العوامل الديمغرافية والتطور الاقتصادي وعلم البيئة.[١٦] وقد كشف مشروع الاستبصار جوانب غير متوقعة، وخصوصاً في ما يتعلّق بمنافع الهجرة، إلى جانب إيلاء أهمية جديدة إلى التخطيط الجيد للتكيّف في الموضع حيثما أمكن، والانسحاب المدار جيداً من المواقع المهددة، وخطط إعادة التوطين ذات الممارسات الفُضلى في المجتمعات المحلية المُضيفة.

وفي الوقت الذي كان مشروع الاستبصار يُجري فيه البحوث، كانت الحكومتان النرويجية والسويسرية تديران حملة مبادئ حول توجيه الاستجابات تجاه التحديات المعقدة الناتجة عن نزوح السكان في سياق التغير المناخي وغيره من الأخطار البيئية.[١٩] وتطورت هذه الحملة في نهاية المطاف إلى مبادرة نانسن ثم أُصلحت إلى المنبر المَعني بالتشرّد البيئي. تتكون مهمة المنبر من تنظيم توافُق الآراء حول حقوق النازحين بسبب الكوارث والتغير المناخي وحمايتهم عبر الحدود.[٢٠] ومنذ بدايات القرن الحادي والعشرين كانت المنظمة الدولية للهجرة تعمل في القضية وأنشأت شعبةً خاصة مكرّسة للهجرة والتغير المناخي.[٢١] وفي عام ٢٠١٦، أسست جامعة ليج في بلجيكا رسمياً مرصد هوغو ليكون أول وحدة أكاديمية تُعنى بموضوع الهجرة البيئية.[٢٢]

باتت قضايا الهجرة والنزوح تُدرج بصورة متزايدة في الاتفاقيات الدولية لعام ٢٠١٥ التي تُحدد مقداراً كبيراً من الإطار الإنمائي للأعوام الـ١٥ المُقبلة. وتشمل أهداف التنمية المُستدامة التزاماً بـ'تيسير الهجرة وتنقّل الأشخاص على نحو منظّم وآمِن ومُنتظِم ومُتسم بالمسؤولية' كجزء من الهدف ١٠ للحد من عدم المساواة.[٢٣] ويُنشئ إطار سِنداي للحد من مخاطر الكوارث إطاراً عالمياً للحد من خطر الكوارث والخسارة في الأرواح وسبل العيش والصحة، ويهدف إلى الحد أساساً من عدد النازحين عالمياً بحلول عام ٢٠٣٠.[٢٤] وقد دُمجت قضايا الهجرة رسمياً في اتفاق باريس المعتمد بموجب اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ مع إنشاء مجموعة العمل وفقاً لآلية وارسو الدولية المعنية بالخسائر والأضرار المرتبطة بتأثيرات تغير المناخ لوضع مقاربات من أجل منع النزوح بفعل التغير المناخي وتقليله ومعالجته.[٢٥]

عقدت الجمعيّة العامّة للأمم المتحدة لعام ٢٠١٦ اجتماعاً رفيع المستوى لجمع توافُق آراء دولي حول تناول التحدي المتنامي للهجرة الدولية وتدفق اللاجئين المتزايد. وقد اعتمد الاجتماع إعلان نيويورك من أجل اللاجئين والمهاجرين.[٢٦] ويشمل الإعلان ملحقين: الأول عبارة عن إطار للاستجابة الشاملة للاجئين. الثاني هو خارطة طريق نحو إنجاز الاتفاق العالمي من أجل الهجرة الآمنة والمنظمة والنظامية، المُراد تقديمها لاعتمادها في مؤتمر حكومي دولي حول هذه القضية في عام ٢٠١٨.[٢٧]

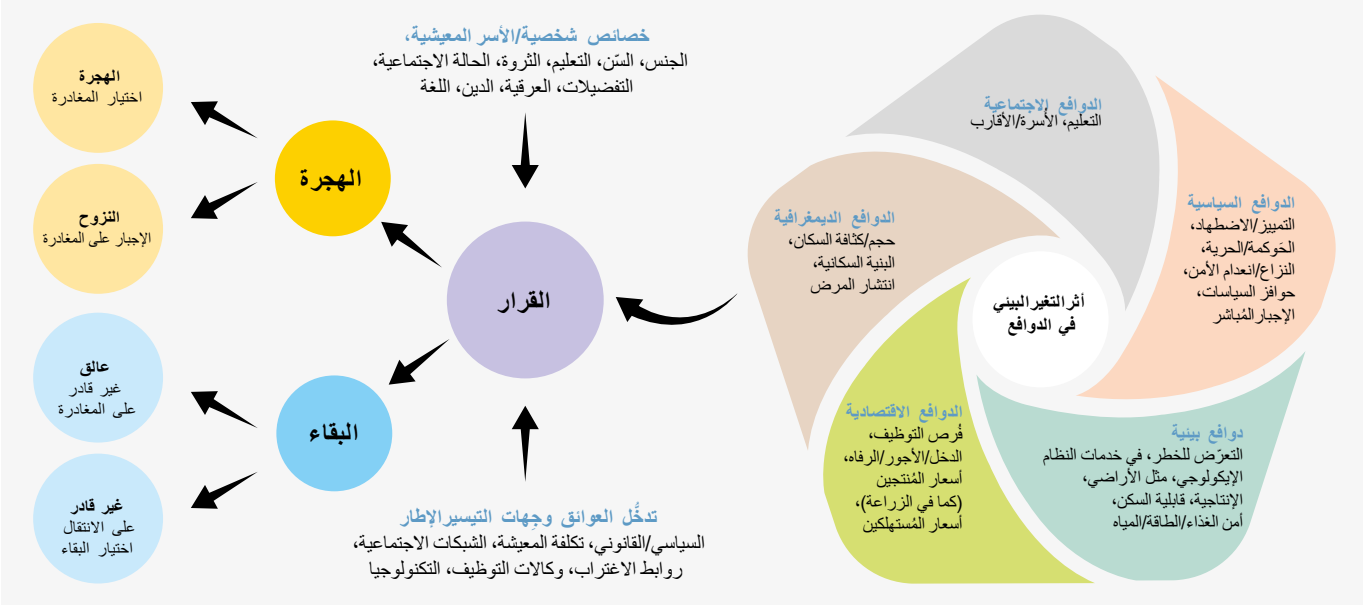
مقطع فيديو: كيف يؤثّر التغير المناخي على النزوح البشري

وصلة الفيديو: https://www.youtube.com/watch?v=a2nTq67So3U
مصدر الصورة: غراند ديسالين، هايتي في أعقاب الإعصار توماس، من صور الأمم المتحدة/ اليونيسف/ ماركو دورمينو، مُرخّصة بموجب تَسب المُصنّف - غير تجاري - منع الاشتقاق ٢,٠

© مفوضية الأمم المتحدة لشؤون اللاجئين UNHCR

التغير المناخي ودوافع الهجرة

القرار بالهجرة أو البقاء مدفوع إلى حد كبير بمجموعة من العوامل المحرّكة. التغير المناخي العالمي يؤثر كذلك على التفاعلات المعقدة لهذه الدوافع وقد يؤدي إلى نتائج مختلفة في اتخاذ القرار.



المصدر: مقتبس من إطار المفاهيم لدوافع الهجرة وتأثير التغير المناخي، المعتمد في مشروع الاستبصار من حكومة المملكة المتحدة[١٦]

التعامل مع التشرّد البيئي

تتشابك مسائل التدهور البيئي وسوء الإدارة مع الدوافع السياسية والاقتصادية والاجتماعية للنزوح. وعلينا أن نفهم هذه العوامل المعقّدة وأن نتناولها بصورةٍ أوضح. وإلاّ، فما لم نتعامل مع مواطن الضعف البيئية على المدى الطويل فسوف يُصبح نزوح أعداد هائلة من الناس كل سنة هو وضعُنا 'الطبيعي الجديد'.

للمجتمع البيئي دور مهم يلعبه في خلق الوعي بدوافع الهجرة الإيكولوجية؛ وتعزيز قدرة المجتمعات والبلدان على تحمّل الصدمات والتغير البيئي؛ والمساعدة في التخطيط لإعادة توطين المجتمعات المحلية التي من المحتمل أن تنزح بفعل تغير بيئي لا يمكن تفاديه.

إنّ التشرّد البيئي ليس مجرّد تحدٍ سياسي. فكما تُظهر الحال في الأهوار العراقية، من المهم التفكير في هذه القضية بمثابة تحدٍّ بيئي. إنّ مقياس النزوح المستقبلي الممكن تحت سيناريوهات تغير مناخي معتدل يعني أنّ العوامل البيئية والإنسانية والمعنية بالنزوح لا بُد أن تعمل معاً لبناء قدرة الناس على الصمود في عالم متغيّر.

مقطع فيديو: هؤلاء الأمريكان قد يُصبحون "لاجئين مناخيين".

فيديو: وصلة الفيديو: https://www.youtube.com/watch?v=TicvZPYuFfg © سي إن إن
مصدر الصورة: شيشماريف، آلاسكا، تقديم المحمية الوطنية لجسر بيرنغ البري، نَسب المُصنَّف ٢,٠ عام

إحياء الأهوار العراقية

في الخمسينيات من القرن العشرين كانت الأهوار في وادي الرافدين جنوبي العراق تشكّل أراضٍ طبيعية شاسعة يقطن فيها نصف مليون من السكّان يُعرفون باسم المعدان، أو عرَب الأهوار. وكانوا يعيشون في قرى منعزلة تتكون من منازل قصبيّة ويزرعون الأرُز ويربّون جواميس الماء لإعالة أنفسهم.

ولكن ابتداءً من السبعينيات من القرن العشرين، تعرّضت الأهوار إلى التدمير نتيجةً لبناء سد عند منبع النهر وبسبب أعمال الزراعة واستكشاف النفط والعمليات العسكرية، وبشكل مباشر أكثر بسبب التجفيف المتعمّد للأراضي الرطبة على يد صدام حسين كإجراء انتقامي من الانتفاضات الشعبية ضد النظام في عام ١٩٩١. وبحلول عام ٢٠٠٣، فُقدت ما نسبته ٩٠ في المائة من أراضي الأهوار ولم يبقَ فيها سوى ٢٠ ألف شخص من المعدان. ويُقدّر عدد المعدان الذين فرّوا إلى مخيمات اللاجئين في إيران بـ ١٠٠ ألف شخص، مع نزوح ١٠٠ ألف شخص آخرين داخلياً في العراق

في عام ٢٠٠١، دقَّ برنامج الأمم المتحدة للبيئة ناقوس الخطر بسبب فناء الأهوار التي عادت محنتها تحت بؤرة الضوء في الاهتمام الدولي. وفي أعقاب حرب العراق عام ٢٠٠٣، أطلق برنامج الأمم المتحدة للبيئة مشروعاً للمساعدة في إعادة إحياء الأهوار وبناء قدرات صنّاع القرار وعرض تقنيات سليمة بيئياً ورصد حالة الأهوار. وقد تبع ذلك مشروعٌ مشترَك مع منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونيسكو) في عام ٢٠٠٩ لدعم تسمية الأهوار كأحد مواقع التراث العالمي. واشتمل المشروع على وضع خطة إدارية تعكس الخصائص التاريخية والثقافية والبيئية والمائية والاجتماعية والاقتصادية الفريدة للمنطقة.

ومنذ عام ٢٠٠٣ بدأت الأهوار بالتعافي، مع أن الجفاف والسد المبني عند منبع النهر والنزاع المتواصل قد أعاقت جميعها التقدم في العملية. وقد أخذ عشرات الآلاف من جماعات المعدان بالعودة إلى ديار أسلافهم. وفي تموز/يوليو ٢٠١٦، وبدعم من برنامج الأمم المتحدة للبيئة، قُيّد تصنيف الأهوار كأول موقع تراث عالمي مختلط ثقافياً وطبيعياً في الشرق الأوسط.

المراجع

1. World Bank Group (2016). *Migration and Remittances Factbook 2016, Third Edition*. World Bank, Washington DC. https://openknowledge.worldbank.org/handle/237432/10986
2. UNEP (2009). *From Conflict to Peacebuilding: the role of natural resources and the environment*. United Nations Environment Programme, Geneva. http://postconflict.unep.ch/publications/pcdmb_policy_01.pdf
3. UNHCR (2017). *Global trends: Forced displacement in 2016*. The United Nations High Commissioner for Refugees, Geneva. http://www.unhcr.org/5943e8a34
4. UN-OCHA (2016). *Global humanitarian overview 2017*. United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, New York. https://www.unocha.org/sites/unocha/files/GHO_2017.pdf
5. Ionesco, D., Mokhnacheva, D. and Gemenne, F. (2017). *The Atlas of Environmental Migration*. Earthscan, London.
6. Huppert, H.E. and Sparks, S.J. (2006). Extreme natural hazards: population growth, globalization and environmental change. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 1888-1875 ,364. http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/1875/1845/364.full.pdf
7. IDMC (2016). *Global Estimates 2015: People displaced by disasters*. Internal Displacement Monitoring Centre, Geneva. http://www.internal-displacement.org/assets/library/Media/-201507globalEstimates--20150713/2015global-estimates-2015-en-v1.pdf
8. UNGA (1951). *Final Act and Convention Relating to the Status of Refugees*. United Nations Conference of Plenipotentiaries on the Status of Refugees and Stateless Persons, Geneva, 25-2 July 1951. United Nations General Assembly, Geneva. http://www.unhcr.org/protection/travaux/40a8a7394/final-act-united-nations-conference-plenipotentiaries-status-refugees-stateless.html
9. Davenport, C. and Robertson, C. (2016). Resettling the First American 'Climate Refugees'. The New York Times, 3 May 2016. https://www.nytimes.com/03/05/2016/us/resettling-the-first-american-climate-refugees.html
10. Cruz, R.V., Harasawa, H., Lal, M., Wu, S., Anokhin, Y., Punsalmaa, B., Honda, Y., Jafari, M., Li, C. and Huu Ninh, N. (2007). Asia. In *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/ch10.html
11. Hijioka, Y., Lin, E., Pereira, J.J., Corlett, R.T., Cui, X., Insarov, G.E., Lasco, R.D., Lindgren, E. and Surjan, A. (2014). Asia. In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR-5Chap24_FINAL.pdf
12. Caramel, L. (2015). Besieged by the rising tides of climate change, Kiribati buys land in Fiji. *The guardian*, 1 July 2014. https://www.theguardian.com/environment/2014/jul/01/kiribati-climate-change-fiji-vanua-levu
13. IOM (2009). *Migration, Environment and Climate Change: Assessing the Evidence*. International Organization for Migration, Geneva. http://publications.iom.int/system/files/pdf/migration_and_environment.pdf
14. Niang, I., Ruppel, O.C., Abdrabo, M.A., Essel, A., Lennard, C., Padgham, J. and Urquhart, P. (2014). Africa. In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1265-1199. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR-5Chap22_FINAL.pdf
15. State of Louisiana (2016). LA receives 92$ million from U.S. Dept. of Housing and Urban Development for coastal communities, disaster resilience. State of Louisiana Press Release, 25 January 2016. http://www.doa.la.gov/OCDDRU/NewsItems/Louisiana20%Receives20%NDRC20%Award.pdf
16. Government Office for Science (2011). Foresight: Migration and Global Environmental Change: Future Challenges and Opportunities. Final Project Report. The United Kingdom Government Office for Science, London. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/-1116-11/287717migration-and-global-environmental-change.pdf
17. Berry, L. (2008). *The impact of environmental degradation on refugee-host relations: a case study from Tanzania*. Research Paper no. 151. The United Nations High Commissioner for Refugees, Geneva. http://www.unhcr.org/47a315c72.pdf
18. Xu, X., Tan, Y. and Yang, G. (2013). Environmental impact assessments of the Three Gorges Project in China: Issues and interventions. *Earth-Science Reviews*, 125-115 ,124. https://www.researchgate.net/publication/260725538
19. Kälin, W. (2008). *Guiding principles on internal displacement: Annotations*. Studies in Transnational Legal Policy No. 38. The American Society of International Law, Washington DC. https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/06/2016/spring_guiding_principles.pdf
20. Disaster Displacement (2017). Platform on Disaster Displacement website. http://disasterdisplacement.org/
21. IOM (2017). *Migration and Climate Change*. International Organization for Migration website. https://www.iom.int/migration-and-climate-change
22. University of Liège (2016). The Hugo Observatory website. http://labos.ulg.ac.be/hugo/about/
23. UN (2017). *Sustainable Development Goal 10: Reduce inequality within and among countries*. Sustainable development knowledge platform. https://sustainabledevelopment.un.org/sdg10

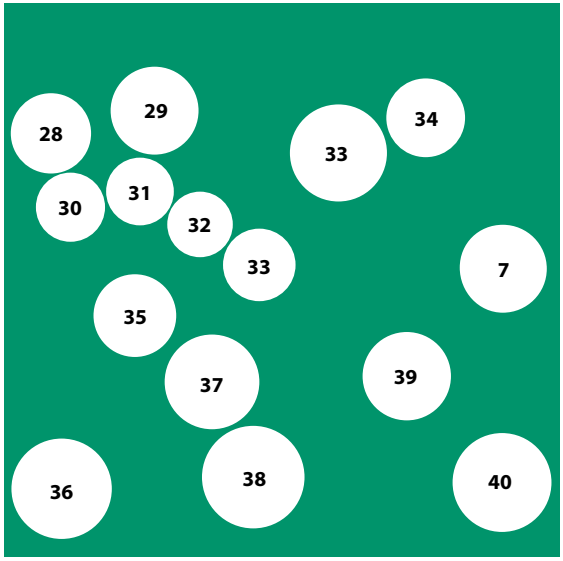
24. UNISDR (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2030-2015*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Geneva. http://www.unisdr.org/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf

25. UNFCCC (2015). *Adoption of the Paris Agreement*. The 21st session of the Conference of the Parties of the UNFCCC document, FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1. https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf

26. UNGA (2016). *New York Declaration for Refugees and Migrants*. Resolution adopted by the United Nations General Assembly on 19 September 2016, UNGA A/RES/1/71. United Nations, New York. http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/1/71

27. UNGA (2017). *Modalities for the intergovernmental negotiations of the global compact for safe, orderly and regular migration*. Final draft of the resolution. United Nations, New York. http://www.un.org/pga/71/wp-content/uploads/sites/08/2015/40/Global-compact-for-safe-orderly-and-regular-migration1-.pdf

مراجع الرسوم



28. ReliefWeb (2017). *Horn of Africa: Humanitarian Impacts of Drought – Issue 1 (as of 18 July 2017)*. The United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/HOA_drought_updates_snapshot_18July2017.pdf

29. UNCCD (2014). *Desertification: The invisible frontline*. The Secretariat of United Nations Convention to Combat Desertification, Bonn. http://www.droughtmanagement.info/literature/UNCCD_desertification_the_invisible_frontline_2014.pdf

30. IPCC (2013). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

31. IFAD (2010). Desertification pamphlet. International Fund for Agricultural Development, Rome. https://www.ifad.org/documents/77105/10180e-916f44-72ff-aa-87eedb57d730ba

32. IDMC (2017). Internal Displacement Monitoring Centre database. http://www.internal-displacement.org/database/

33. Christensen, J.H., Krishna Kumar, K., Aldrian, E., An, S.-I., Cavalcanti, I.F.A., de Castro, M., Dong, W., Goswami, P., Hall, A., Kanyanga, J.K., Kitoh, A., Kossin, J., Lau, N.-C., Renwick, J., Stephenson, D.B., Xie, S.-P. and Zhou, T. (2013). Climate Phenomena and their Relevance for Future Regional Climate Change. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

34. UNEP (2009). *From Conflict to Peacebuilding: the role of natural resources and the environment*. United Nations Environment Programme, Geneva. http://postconflict.unep.ch/publications/pcdmb_policy_01.pdf

35. IAEA (2006). Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine. The Chernobyl Forum: 2005–2003, Second revised version. International Atomic Energy Agency, Vienna. https://www.iaea.org/sites/default/files/chernobyl.pdf

36. Normile, D. (2016). Five years after the meltdown, is it safe to live near Fukushima? *Science News*, 2 March 2016. http://www.sciencemag.org/news/03/2016/five-years-after-meltdown-it-safe-live-near-fukushima

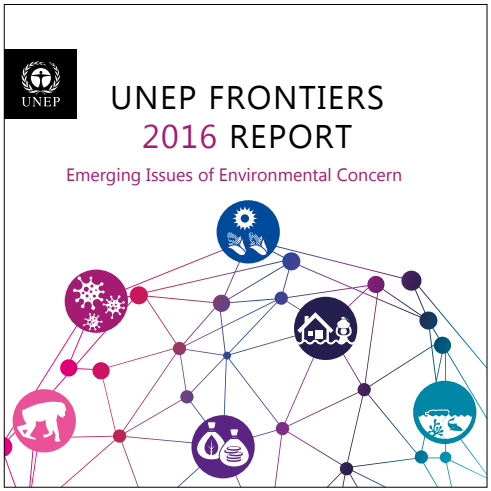
37. Albert, S., Leon, J.X., Grinham, A.R., Church, J.A., Gibbes, B.R. and Woodroffe, C.D. (2016). Interactions between sea-level rise and wave exposure on reef island dynamics in the Solomon Islands. *Environmental Research Letters*, 5)11), p.054011. http://iopscience.iop.org/article/054011/5/11/9326-1748/10.1088/pdf

38. De Sherbinin, A., Levy, M., Adamo, S., MacManus, K., Yetman, G., Mara, V., Razafindrazay, L., Goodrich, B., Srebotnjak, T., Aichele, C. and Pistolesi, L. (2012). Migration and risk: net migration in marginal ecosystems and hazardous areas. *Environmental Research Letters*, 045602 ,7. http://iopscience.iop.org/article/045602/4/7/9326-1748/10.1088/pdf

39. Cernea, M.M. (1995). Understanding and Preventing Impoverishment from Displacement: Reflections on the State of Knowledge. *Journal of Refugee Studies*, 264-245 ,(3)8.

40. Xu, X., Tan, Y. and Yang, G. (2013). Environmental impact assessments of the Three Gorges Project in China: Issues and interventions. *Earth-Science Reviews*, 125-115 ,124. https://www.researchgate.net/publication/260725538

◀ *Forced dispossession of land is increasingly common as a result of expanded plantation of commodity crops*
Photo credit: Eky Studio / Shutterstock



أطلق برنامج الأمم المتحدة للبيئة عام ٢٠١٦ سلسلة نشرته السنوية الجديدة، *آفاق جديدة - قضايا ناشئة ذات اهتمام بيئي*. يُعرّف التقرير ويقدّم نظرة متفحصة لمجموعة واسعة من القضايا البيئية الناشئة التي تتطلب اهتماماً وعملاً من الحكومات والجهات صاحبة المصلحة وصنّاع القرار إلى جانب الجمهور ككُل. يُقدّم العدد الأول، *آفاق جديدة* ٢٠١٦ ، القضايا الناشئة الستّ التالية.

- القطاع المالي: دعامةُ التقدّم في التنمية المُستدامة
- الأمراض الحيوانية التي تصيب الإنسان: خطوط غير واضحة لأمراض طارئة وصحة النظام الإيكولوجي
- اللدائن الدقيقة: مشكلة في السلسلة الغذائية
- الخسارة والتلف: آثار التغير المناخي على النُظم الإيكولوجية التي لا يمكن تفاديها
- الكأس السامّة: تراكم السموم في المحاصيل في عصر التغير المناخي
- حالة الاستهلاك غير الاعتيادي: المتاجرة غير المشروعة في الحيوانات الحية

© chuyuss / Shutterstock.com

طباعة: مكتب الأمم المتحدة في نيروبي، قسم خدمات النشر، نيروبي، المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ١٤٠٠١:٢٠٠٤ معتمد

www

unenvironment.org/resources/frontiers

الأمم
المتحدة للبيئة

برنامج الأمم المتحدة للبيئة

United Nations Avenue, Gigiri
P O Box 30552, 00100 Nairobi, Kenya
Tel +254 20 7621234 | publications@unenvironment.org
www.unenvironment.org