nature
الطبعة العربية
الدورية الشهرية العالمية للعلوم

في متناول الأَذْرُع

اجتماع الأصول غير الفقارية مع التعقيدات المشابهة للفقاريات في جينوم الأخطبوط صفحة 65

علم المواد

مواد فائقة التوصيل تثير موجة في الفيزياء

مساعٍ لإنتاج مواد معدومة المقاومة؛ لتعمل في حرارة عالية

صفحة 21

الاستدامة

لا تُهْدِروا مخلَّفات المأكولات البحرية

تحويلها إلى مواد كيماوية يعزِّز الاقتصاد، ويحافظ على البيئة

صفحة 39

فيروس حمى الضنك

استخدام الأجسام المضادة العلاجية

الجسم المضاد البشري لفيروس حمى الضنك يحمي الفئران

صفحة 56

ARABICEDITION.NATURE.COM
أكتوبر 2015 / السنة الرابعة / العدد 37
ISSN 977-2314-55003

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

nature
الطبعة العربية

رائدة العلوم في العالم العربي
متـاحـةٌ الآن للجمـيــع ..

توفير العلوم للمجتمع

لقد كانت مهمتنا دومًا إيجاد سُبُل جديدة ومبتكرة لمشارَكة أحدث الاكتشافات في مجال العلوم، وتطوير النقاش بين المجتمع العلمي العالمي. وتُعَدّ دوريّة *Nature* الطبعة العربية ـ سواء أكانت المطبوعة، أم الإلكترونية، أم التي يمكن تحميلها على الهواتف الذكية ـ بمنزلة مُنْتَدَاك الخاص لقراءة الأبحاث الرئيسة، ومشاهدتها، والاستماع إليها، والمشاركة فيها.

اخْتَرْ وَسِيلَتك المفضَّلة لمتابعة

Nature الطبعة العربية

ARABICEDITION.NATURE.COM

Follow us on:

Google play | YouTube | Available on the App Store

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

nature publishing group npg

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

nature

أكتوبر 2015 / السنـــة الرابعة / العـدد 37

فريق التحرير

رئيـس التحريـر: مجـدي سعيـد
نائب رئيس التحريـر: كريـم الدجـوي
مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسـن بيـومي
محـرر أول: نهى هنـدي
محـرر علمي: شهاب طه، سُفانة الباهي
مدير الشئون الإدارية والمشروعات: ياسمين أمين
مساعد التحرير: رغدة سيد سعد
المديـر الفنـي: محمـد عاشـور
مصمـم جرافيـك: عمرو رحمـة
مستشار التحريـر: أ.د. عبد العزيز بن محمد السويلم
مستشار الترجمة: أ. د. سلطان بن عبد العزيز المبارك
اشترك في هذا العدد: أبو الحجاج محمد بشير، أحمد بركات، أنس سعد الدين، حاتم النجدي، رضوان عبد العال، ريهام الخولي، زينة المحايري، سارة عبد الناصر، سعيد يس، صديق عمر، طارق راشد، طارق قابيل، فكرات محمود، لينا الشهابي، محمد السيد يحيى، محمد حجاج، محمد منصور، نسيبة داود، نهال وفيق، نهلة عثمان، هبة آدم، هبة الغايش، هشام سليمان، هويدا عماد، وسيم عبد الحليم، وليد خطاب.

مسؤولو النشر

المدير العام: ستيفن إينشكوم
المدير العام الإقليمي: ديفيد سوينبانكس
المدير المساعد لـ MSC: نيك كامبيل
مدير النشر: أماني شوقي

عرض الإعلانات، والرعاة الرسميون

مدير تطوير الأعمال: جون جيوليانى
(J.Giuliani@nature.com)
الرعاة الرسميون: مدينة الملك عبد العزيز
للعلوم والتقنية KACST
http://www.kacst.edu.sa
العنوان البريدي:
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص. ب: 6086 - الرياض 11442
المملكة العربية السعودية

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

التسويق والاشتراكات

التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626
تمت الطباعة لدى باكستون برس المحدودة، ديربيشاير، المملكة المتحدة.

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

http://arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

تُنشر مجلة "نيتْشر" ـ وترقيمها الدولي هو (2314-5587) ـ من قِبَل مجموعة نيتْشر للنشر (NPG)، التي تعتبر قِسمًا من ماكميلان للنشر المحدودة، التي تأسّست وفقًا لقوانين إنجلترا، وويلز (تحت رقم 00785998). ومكتب ويلز المسجّل يقع في طريق برونيل، هاوندميلز، باسينجستوك، إتش إيه إن تي إس، آر جي 21 6 إكس إس. وهي مُسَجّلة كصحيفة في مكتب البريد البريطاني. أمّا بخصوص الطلبات والاشتراكات، فيُرجَى الاتصال بمكتب دبي. وفيما يتعلق بمَنْح التفويض لعمل نُسخ مصوّرة للاستخدام الداخلي أو الشخصي، أو الاستخدام الداخلي أو الشخصي لعملاء محدّدين، فهذا الأمر يتعلق بموافقة "نيتْشر" للمكتبات، والكيانات الأخرى المسَجّلة من خلال مركز إجازة حقوق الطبع والنشر، ومقرّه في 222 روز وود درايف، دانفيرز، ماساشوسيتس 01923، الولايات المتحدة الأمريكية. والرقم الكودي لـ"نيتْشر" هو: 0028-03/0836، باتفاقية النشر رقم: 40032744. وتُنشَر الطبعة العربية من مجلة "نيتْشر" شهريًّا. والعلامة التجارية المُسَجّلة هي (ماكميلان للنشر المحدودة)، 2015. وجميع الحقوق محفوظة.

رسالة رئيس التحرير

تعليقات على قضايا بيئية

في هذا العدد السابع والثلاثين، الذي نفتتح به العام الرابع من *Nature* الطبعة العربية، وهو العدد الذي يحتوي على مختارات من أعداد الأسابيع من 13 أغسطس حتى 3 سبتمبر من *Nature* الدولية، نقدم وجبة دسمة من الموضوعات المتعلقة بالبيئة، يضمها قسم التعليقات، وتتناول كلًّا من مخلفات المأكولات البحرية، وإعصار كاترينا، وجفاف كاليفورنيا.

من مختارات عدد 13 أغسطس ننتقي مقالًا بعنوان "لا تهدروا مخلفات المأكولات البحرية"، كتبه نينج يان وزي تشين، وأشارا في بدايته إلى مجموعة من الحقائق التي تبرز أهمية تلك المخلفات.. "يتراوح حجم مخلفات المأكولات البحرية في العالم من سرطان البحر، والجمبري، وجراد البحر ما بين 6 و8 ملايين طن سنويًّا، منها مليون ونصف طن في جنوب شرق آسيا وحدها"، و"بينما تتخلص الدول النامية من مخلفات وقشور وهياكل الأطعمة البحرية بإلقائها في مكب النفايات أو البحر، تتكبد الدول المتقدمة مبالغ كبيرة في التخلص منها، إذ تصل تكلفة التخلص من الطن الواحد في أستراليا ـ على سبيل المثال ـ إلى 150 دولارًا"، و"تحتوي قشور المأكولات البحرية على عناصر كيميائية مفيدة للغاية، تتمثل في البروتين، وكربونات الكالسيوم، ومركب الكيتين، وهو بوليمر يشبه السليولوز، غير أنه غني بالنيتروجين. ويغفل كثيرون عن القيمة المحتمَلة لقشور وهياكل المأكولات البحرية في الصناعات الكيماوية. ويجدر بالعلماء أن يعملوا على اكتشاف طرق مستدامة لتكرير الهياكل القشرية، واستخلاص المواد منها، كما ينبغي على الحكومات والشركات الصناعية الخاصة الاستثمار في استغلال الكميات الوفيرة والرخيصة من هذا المورد المتجدد"، وحول تلك الطرق يدور المقال.

أما المقال المختار من عدد 20 أغسطس، وكتبه إدوارد باربير تحت عنوان "الدروس المستفادة للعالم من إعصار كاترينا"، فقد أشار فيه إلى أن إعصار كاترينا قد دمر ولايات الساحل الأمريكي منذ عشر سنوات، وبلغت قيمة الخسائر التي ألحقها بالبلاد حوالي 110 مليارات دولار، وأسفر عن مصرع أكثر من 1,800 نسمة، ونزوح 1.2 مليون نسمة. وقد أدَّت هذه الكارثة إلى إعادة النظر في إدارة ساحل الخليج، حيث إنه في السبعة عقود السابقة لعام 2005 فَقَدَتْ ولاية لويزيانا أراض ساحلية، أغلبها مستنقعات، بلغ إجمالي مساحتها 4,900 كيلومتر مربع، وهو ما يضارع مساحة جزيرتي ترينيداد، وتوباجو. وبعد الإعصار، أوصى فريق عمل إعادة إعمار النظام البيئي الساحلي للخليج ـ التابع للرئيس الأمريكي ـ بإعادة إنشاء مساحة واسعة من الأراضي الرطبة، مع التأكيد على أن تلك الأراضي "لها وظيفة طبيعية في التخفيف من حدة الفيضانات". وإثر انتهاء موسم الأعاصير في عام 2005، شَكَّل المجلس التشريعي لولاية لويزيانا "هيئة حماية السواحل، وإعادة إعمارها"، وكَلَّفها بمهمة التنسيق بين الجهود المحلية والفيدرالية المبذولة على مستوى الولاية. وشرعت الهيئة في وضع خطط أساسية، تمتد إلى خمس سنوات، بغرض توجيه صناع السياسات إلى تطوير الساحل، وجَعْله أكثر قابلية للتحمُّل. وحول تقييم تلك الخطط يدور المقال.

أما المقال الثالث، والمختار من عدد 27 أغسطس، فيتناول التعرف على الجفاف بَشَرِيّ المنشأ، الذي يضرب ولاية كاليفورنيا الأمريكية، وفيه يشير أمير أغا كوشك وزملاؤه (كُتّاب المقال) إلى أن: منذ عام 2012، تعيش كاليفورنيا أسوأ موجات الجفاف، التي لم تشهد مثلها منذ ما يزيد على قرن. فدرجات الحرارة تشهد ارتفاعًا قياسيًّا، كما أن المنطقة يعوزها سقوط الأمطار بقَدْر يعادل ما يمكن أن يسقط من أمطار لمدة سنة كاملة. كما تشهد الغابات، والسمك، والحياة البرية، وكذلك الاقتصاد الإقليمي تداعيًا. وتُعرف كاليفورنيا بأنها طبق السلطة الخاص بالولايات المتحدة، بسبب وفرة إنتاجها من الفواكه، والخضراوات، والمكسرات، ولكن للأسف.. كان لزامًا أن تُترك الحقول دون زرع؛ مما أسهم في وقوع خسائر على مستوى الولاية في عام 2014، تُقَدَّر بـ2.2 مليار دولار أمريكي. وماتت قرابة ما يزيد على 12 مليون شجرة؛ وقد انهالت آثار ذلك على البرمائيات، والطيور، والثدييات. كما أن المجاري المائية والأراضي الرطبة مستمرة في النضوب، بما في ذلك المزارع التي يعيش فيها سمك السلمون المرقط القزحي، وسلمون شينوك في نهر "أميريكان رِيفَر". كما فَقَدَ أكثر من 17 ألف أمريكي وظائفهم، وأغلبهم في الأحياء الريفية الفقيرة". وحول هذه الكارثة، وأسبابها، وسياقاتها، ومآلها يدور المقال.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

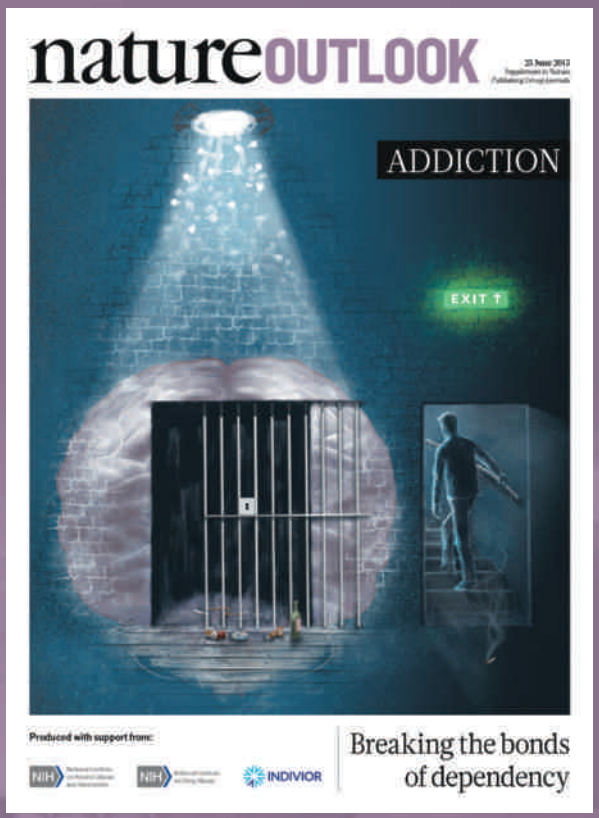
© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

nature OUTLOOK

ADDICTION

ACCESS THE OUTLOOK FREE ONLINE FOR SIX MONTHS

nature.com/nature/outlook/addiction



Published in the June 25 issue of *Nature* and available free online

Addiction is a chronic disease that can destroy the lives of individuals and their families. Researchers are teasing apart the complex neural, genetic and behavioural factors that drive people to lose the ability to resist damaging substances, and are looking for ways to treat, reverse or even prevent addictions.

Produced with support from:

NIH National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism

NIH National Institute on Drug Abuse
The Science of Drug Abuse & Addiction

INDIVIOR

If you would be interested in partnering with *Nature* on a similar project please contact: sponsorship@nature.com.
Browse all *Nature Outlooks* at nature.com/outlooks

nature publishing group npg

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

المحتويات

أكتوبر 2015 / السنة الرابعة / العدد 37

هـذا الشهـر

افتتاحيات

7 التنمية
العلوم في المجتمع
التجارب العشوائية المُحْكمة هي مجرد جزء من مجموعة من الأدوات المفيدة.

8 البحوث
طفرة صاعدة في مفهوم المُواطن العالِم
فوائد ومخاوف من زيادة الدور الذي يلعبه الهواة في البحوث العلمية.

رؤية كونية

10 **عالِجوا أزمة التيفود في نيبال الآن**
يدعو بوذا باسنيات إلى تدشين برنامج تطعيم واسع النطاق، حيث تعزز أوضاع ما بعد الزلزال من خطر اندلاع وباء التيفود.

أضواء على البحوث

12 مختارات من الأدبيات العلمية
الأنهار الجليدية الآسيوية تسجل تراجعًا سريعًا/ كيف تزيد الملاريا خطر الإصابة بالسرطان/ تفسير فعالية عقار فيروس الإيبولا/ ضفادع سامة تنطح العدو/ إيجاد حدّ لصيد السمك من أعماق البحار/ محفِّز أفضل.. لتحويل الكربون/ خلايا لاسِعة تساعد قناديل البحر على التزاوج/ تضييق البحث عن الطاقة المظلمة

ثلاثون يومًا

16 موجز الأنباء
ظهور مخلوق بحري لَزِج مرة أخرى/ نهضة علمية في إيران/ عودة متلازمة الشرق الأوسط التنفسية/ دعوة إسلامية بشأن المناخ/ اكتشاف بقايا حطام/ اسكتلندا ترفض المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا

مهن علمية

83 أبحاث الطب الحيوي
الباحثون في مجال الأدوية مطلوبون
صناعة العلاجات الحيوية في حاجة إلى علماء متخصصين، من أجل المشارَكة في جهود اكتشاف الأدوية.

لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: arabicedition.nature.com/jobs

أخبار فى دائرة الضوء

19 علم الكواكب
بيانات الضغط الجوي لـ«بلوتو» تطرح معضلة في الغلاف الجوي.

20 الأمراض المعدية
الاستفادة القصوى من فوائد الأبحاث، باستخدام عيِّنات متفرقة على نطاق واسع.

22 فيزياء الجسيمات
بعد بوزون هيجز، يتوجه الباحثون نحو دراسة الجسيم دون الذَّرِّيّ (النيوترينو).

24 الحفاظ على البيئة
علماء الأحياء الصينيون يقودون الاحتجاجات على إقامة دورة للألعاب الأوليمبية.

25 علم البحار
دفء غير معتاد في المحيط الهادئ، يستدعي قرارات تراعي النظام البيئي.

تحقيقات

32 السياسة الاجتماعية
ثورة دعاة التجارب العشوائية
جيل جديد من الاقتصاديين يحاول قلب سياسة التنمية العالمية، من خلال قوة التجارب العشوائية المُحْكَمة.

36 الصحة
مشكلة القراد
ليس هناك نقص لدى العلماء في الأفكار اللازمة لإيقاف الأمراض المنقولة بالقراد، فما الذي يعوقهم إذَن؟

تعليقات

39 الاستدامة
لا تُهْدِروا مخلّفات المأكولات البحرية
يرى نينج يان، وزِي تشين أن تحويل هياكل وقشور الكائنات البحرية إلى مواد كيماوية غنية بالنيتروجين سيعزز الاقتصاد، ويسهم في الحفاظ على البيئة.

42 سياسات
الدروس المستفادة للعالَم مِن إعصار كاترينا
بعد عشر سنوات من الدمار الذي لحق بساحل الخليج الأمريكي، يدعو إدوارد باربير إلى وَضْع خطط لحماية الساحل، مثل تلك التي تَبَنَّتْها ولاية لويزيانا.

كتب وفنون

فيزياء

لقد فَعَلَتْ ذلك كله!

فال جيبسون وقراءة في السيرة الذاتية لماري جيلارد، أول أستاذة للفيزياء في بيركلي. صفحة 48

مراسلات

52 لتدريس العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات.. استخدِموا مزيدًا من الابتكارات/ أوقِفوا تدمير الشعاب المرجانية في بحر الصين الجنوبي/ أوقِفوا هدر الطعام؛ لتساعدوا في إطعام العالَم/ راقِبوا خدمات النظام البيئي من الفضاء

تأبين

54 **يوبتشيرو نامبو (1921–2015)**
مايكل إس. تيرنر

مستقبليات

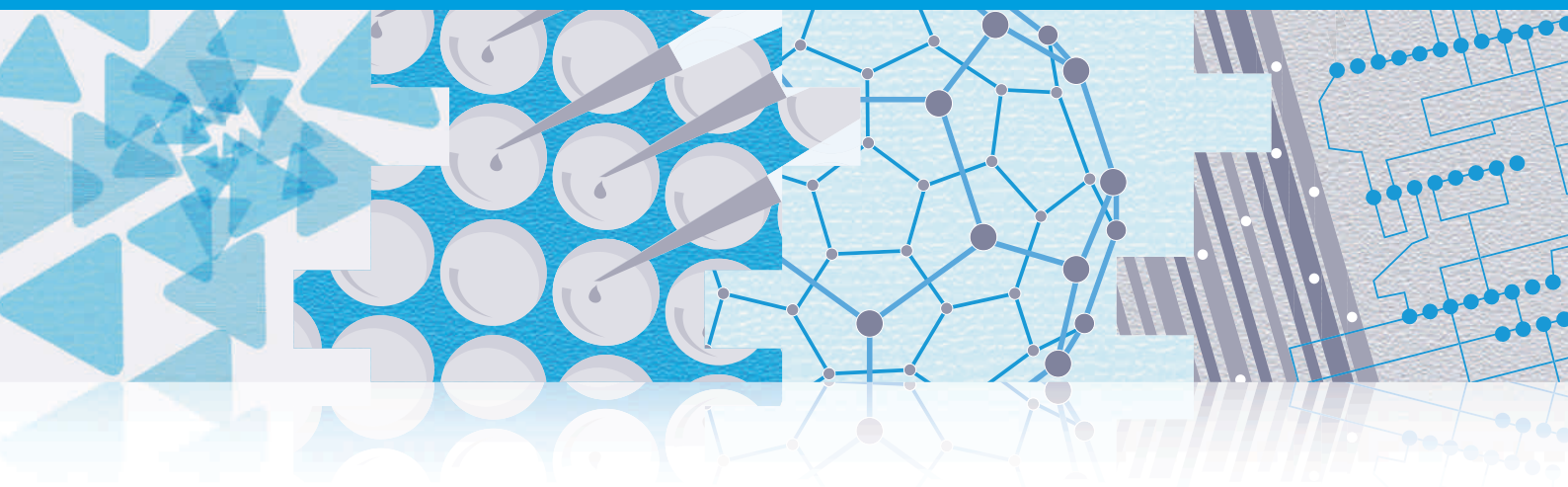
88 **منطقة غير صالحة للسكن**
إيان ستيوارت

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

nature REVIEWS MATERIALS

ANNOUNCING FOR 2016



Make, Measure, Model & Manufacture

Nature Reviews Materials will be a monthly, dedicated reviews journal, which aims to provide timely, authoritative Reviews and Perspectives that are of broad interest and of exceptional quality across the entire spectrum of materials science and engineering.

Materials science research is a diverse and fast-growing discipline and encompasses both fundamental and applied studies. The field has moved from an engineering focus to a position where it has an increasing impact on the classical disciplines of physics, chemistry and biology.

Nature Reviews Materials will be the first physical science journal in the *Nature Reviews* portfolio and will complement its 'sister' research journal, *Nature Materials*.

Recommend the journal to your institutional librarian

Register for the e-Alert

nature.com/natrevmats

nature publishing group npg

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

المحتويات

أكتوبر 2015 / السنة الرابعة / العدد 37

أبحـــاث

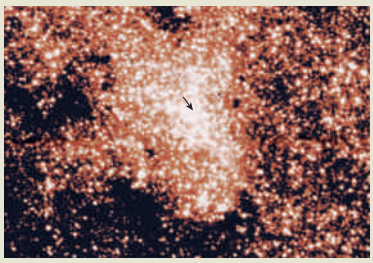
أنباء وآراء

55 علم البيئة
التوجهات العالمية لاستيطان النباتات
يؤكد تحليل توزيع الكميات العالمي للنباتات المستوطنة أنها تمثل تهديدات بيئية واقتصادية.
مارسيل ريجمانِك

56 فيروس حُمَّى الضنك
صعوبات استخدام الأجسام المضادة العلاجية
الجسم المضاد البشري لفيروس حُمَّى الضنك من النمط المصلي 2 يحمي الفئران من المرض.
ليزلي جو، وثيودور بيرسون

58 علم المواد
الإحلال في الشبكيات الفائقة
خواص الشبكيات الفائقة يمكن أن تتغير جذريًّا باستبدال بعض الجسيمات.
دانيال فانماكلبيرج

59 فيزياء الجسيمات
فحص المادة والمادة المضادة بدقة
البحث عن الاختلافات في نسبة الشحنة إلى الكتلة في البروتونات والبروتونات المضادة.
كلاوس بي. يونجمان



فيزياء فلكية

ناجٍ مُريب من ثقب أسود فائق الكتلة

نجاة السحابة G2 ـ الموجودة في وسط مَجَرَّتنا ـ من الاصطدام بالثقب الأسود المركزي

صفحة 60

62 علم الأحياء التجديدي
الحفاظ على كتلة الكبد
اكتشاف مجموعة من خلايا الكبد، تسهم في المحافظة على كتلة الكبد في الفئران يومًا بيوم.
كينيث زاريت

على الغلاف

في متناول الأذرع

أخطبوط كاليفورنيا ذو البقعتين *Octopus bimaculoides* يعرِض ابتكارات رأسيّات الأرجل، ومنها أذرعٍ مبطَّنة مصّاصة، قادرة على الإمساك بالأشياء، وعيون متطورة، بينما يكشف فك تتابع الجينوم والترانسكريبتومات عن لافقاريات نموذجية ذات ذخيرة من جينات النمو والجينات العصبية، من خلال التوسع في عائلة الجينات التي كان يُظَنّ أنها توجد بشكل استثنائي في الفقاريات.

صفحة 65

JUDIT R. PUNGOR

ملخصات الأبحاث

65 بعض **الأبحاث المنشورة في عدد 13 أغسطس 2015**

بيولوجيا الخلية **آليّة عامة لوظيفة المستقبِلات المقترنة ببروتين جي**
T Flock *et al*

علم الوراثة **مركّب صيانة الكروموسوم الصغير الجاهز للتضاعف**
N Li *et al*

فلك **قُرْص عملاق في الشبكة الكونية**
D Martin *et al*

فيزياء **نظرية CPT في موضع الاختبار**
S Ulmer *et al*

علم المواد **الزجاج المعدني يستعيد حيويته**
S Ketov *et al*

68 بعض **الأبحاث المنشورة في عدد 20 أغسطس 2015**

كيمياء حيوية **نقْل الزنك، وتوازن الأوعية الدموية الرئوية**
L Zhao *et al*

علم فسيولوجيا الخلية **دور إنزيم «باركين» في الْتِهَام الميتوكوندريا**
M Lazarou *et al*

فلك **نموذج تَرَاكُم تَكَوُّن كوكب عملاق**
H Levison *et al*

فيزياء كمية **سَبْر حدود عدم اليقين**
D Wilson *et al*

علم المناخ **خَفْض انبعاثات كربون الصين**
Z Liu *et al*

71 بعض **الأبحاث المنشورة في عدد 27 أغسطس 2015**

كيمياء **إشابة شبيكة فائقة شبه موصلة باستخدام الذهب**
M Cargnello *et al*

تطور **أصل جينات بدائيات النواة في حقيقيات النواة**
C Ku *et al*

كيمياء حيوية **كشف آلية إنزيم فليبيز**
C Perez *et al*

فيزياء **بوزيترونات معجَّلة من بلازما «ويكفيلد»**
S Corde *et al*

علم الأرض **أصل النشاط الزلزالي بداخل الصفائح الأرضية**
T Becker *et al*

74 بعض **الأبحاث المنشورة في عدد 3 سبتمبر 2015**

علم المناخ **التوقع الرقمي المستقبلي للمناخ**
P Bauer *et al*

علم الأعصاب **آليّة جديدة للتَّنَكُّس العصبي**
K Zhang *et al*

فسيولوجيا الخلية **البِنَى المعقدة لبروتين سينابتوتاجمين – سنير**
Q Zhou *et al*

أحياء جزيئية **التكسير البكتيري للفوسفونات**
P Seweryn *et al*

فيزياء **تحسُّن حال التوصيل الفائق**
A Drozdov *et al*

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

npj | Regenerative Medicine

Open for submissions

Publishing the highest quality research on ways to help the human body repair, replace, and regenerate damaged tissues and organs.

npj Regenerative Medicine covers advances in the use of cells, factors, and other biological building blocks, along with bioengineered materials and technologies to treat a range of traumatic injuries and degenerative diseases.

The journal aims to provide a collaborative forum bringing together researchers to develop effective therapies for promoting the body's own repair, through discovery of the basic mechanisms behind the regenerative process.

Submit your next manuscript and benefit from:

- Strong editorial values
- Competitive turnaround times
- Wide dissemination and high visibility
- Compliance with international open access funding mandates

In Partnership with

MONASH University

ARMI AUSTRALIAN REGENERATIVE MEDICINE INSTITUTE

EDITOR-IN-CHIEF

Professor Nadia Rosenthal
Director of the Australian Regenerative Medicine Institute (ARMI), Monash University, Australia

FREQUENCY OF PUBLICATION

Continuous, new content published weekly from late 2015

Part of the Nature Partner Journals series

npj nature partner journals

www.nature.com/npjregenmed

nature publishing group npg

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

هـــذا الشهـــر

افتتاحيات

رؤية كونية إنّ تَخَلِّي المفوضية الأوروبية عن برنامج "العلم 2.0"، بدعوى إفراطه في الطموح، لهُوَ خطوة خاطئة **ص. 11**

علم الحيوان ضفادع ذات أشواك حادة بارزة حول أنوفها وأفواهها؛ تنقل السموم إلى الحيوانات المفترسة **ص. 12**

سلوك الحيوان قناديل البحر الصندوقية يستخدم خلاياها اللاسعة السامة لضمان إخصاب ناجح **ص. 14**

العلـــــوم فـــي المجتـــمع

تُواصِل التجارب العشوائية المُحْكمة تقديم البراهين بشأن التدخلات في مجالات الصحة، والتعليم، والتنمية الدولية، إلا أنها تمثل مجرد جزء من مجموعة من الأدوات المفيدة.

شَهِدَ العقد الماضي اهتمامًا موسعًا باستخدام التجارب العشوائية المُحْكَمة؛ لاختبار السياسات العامة المتعلقة بقضايا عدة، بدايةً من الصحة والسلامة العامة، ووصولًا إلى الزراعة والتعليم. ويبذل الممارسون لهذا النوع من التجارب قصارى جهدهم، للحصول على بيانات دقيقة، وتقديم البراهين إلى الأوساط الحكومية، إلا أن ذلك يثير حفيظة علماء الاقتصاد التقليديين، الذين أعطوا جُلّ اهتمامهم ـ على مدى زمن بعيد ـ للنماذج والبيانات الميدانية النوعية. ويساور البعض القلق من أن يؤدي التركيز على العشوائية مؤخرًا إلى الانحراف عن المسائل الأساسية التي يُعنى بها الباحثون، أو أن يسفر عن نتائج مبهمة، تعجز عن تقديم إجابات على الأسئلة المهمة المتعلقة بأسباب نجاح شيء ما، أو إخفاقه. ورغم ذلك.. يبقى تقديم المزيد من البراهين أمرًا إيجابيًّا، فضلًا عن وجود متسع للأكاديميين من مختلف التوجهات، للإدلاء بما لديهم من أفكار وأبحاث.

ورغم وجود العديد من الخلافات، يظل هناك اتفاق عام على أهمية الهدف الأساسي، وهو ضمان استثمار الحكومات للموارد المحدودة في برامج تسير وفق ما هو معلَن، والبحث عن طرق لاستبدال البرامج التي تعجز عن ذلك، أو إلغائها، لكنْ في خضم فضاء فوضوي يهيمن عليه علماء الاجتماع، لن يكون من السهل التمييز بين البرامج الناجحة، وتلك التي تخفق، فضلًا عن تحديد الأسباب. لذا.. يجب السماح بإجراء التجارب العشوائية المُحْكَمة، التي يمكن من خلالها قياس التغيرات في مجموعة مختارة من الأفراد، أو الجماعات، تم اختيارها عشوائيًّا، لإجراء ـ أو عدم إجراء ـ التدخل فيها. وقد لجأت الصناعات الطبية إلى مثل تلك التجارب على مدى عقود؛ للتخلص من آثار العقاقير.

لقد مَهَّدّ خبراء التنمية الاقتصادية الطريق لذلك، حيث يقومون الآن بإجراء مئات التجارب المصمَّمة من أجل الارتقاء بمستوى فعالية المعونات الدولية، وبصورة أساسية.. تحسين الإنفاق المحلي من قِبَل حكومات البلدان النامية. وقد تمخضت هذه التجارب بالفعل عن رؤى قيِّمة؛ مما دفع بعض الحكومات إلى توسيع نطاق بعض النتائج، فمثلًا، أصبحت الحافلات في كينيا الآن أكثر أمنًا، بفضل الملصقات التي تحث الركاب على الاستغاثة بصوت مرتفع عند الشعور بعدم الأمان، كما قد يستفيد سكان ولاية جوجارات الهندية ـ في وقت قريب ـ من تطبيق نظام جديد لمراقبة التلوث في المنشآت الصناعية.

التدخل القائم على براهين

تركز تجارب عديدة على السلوك البشري في ظروف شديدة الخصوصية؛ إلا أن أهداف الباحثين تتجاوز ذلك بكثير. فقد تناولت دراسات تأثيرَ جهود التنمية التي تسوقها المجتمعات، وأسفرت عن نتائج متباينة. كما تتناول دراسات أخرى قدرة التجارب على تقديم البراهين التي تحتاج إليها الحكومات ووكالات الإغاثة؛ لتوصيل مواد الإغاثة الإنسانية بصورة أفضل. وإضافة إلى ذلك.. تلِحّ بقوة الأسئلة المثارة منذ أمد طويل عن مدى جدوى المعونات في إنقاذ الشعوب من براثن الفقر. وفي دراسة نُشرت في شهر مايو الماضي، قام فريق من الباحثين بإجراء تجارب عشوائية في ست دول؛ لبحث قدرة حزمة من التدخلات، التي تشمل أموالًا، وطعامًا، ورعاية صحية، وتدريبًا، على تقديم دعم دائم للفقراء (A. Banerjee *et al*. *Science* http://doi.org/4p7;2015). وبالفعل تؤكد الأدلة قدرة هذه التدخلات على إحداث الفارق، لمدة عام واحد على الأقل، بعد توقُّفها (انظر: *Nature* **521**, 269 ;2015).

دَعُونا نقارن ذلك بمشروع قرى الألفية (MVP)، الذي انطلق في عام 2004، وضَخَّ حزمة معونات شاملة في عدد من القرى بعشر دول أفريقية. شرع الباحثون بهذا المشروع في تقييم فعاليته حتى الآن؛ فأقرّوا في بروتوكول البحث ـ الذي نشروه في شهر يوليو الماضي (انظر: go.nature.com/3eidfr) ـ بصعوبة تقديم إجابات حاسمة على التساؤلات الخاصة بمدى تجاوز هذه القرى لمشكلاتها، مقارنةً بالقرى المجاورة التي لم تحظ بأي تدخلات. ويرجع ذلك ـ بشكل أساسي ـ إلى عدم اعتماد المشروع لمنهج تجريبي منذ البداية. ولا شك أن توافُر المعلومات بشأن فعالية هذا المشروع كان سيحمل فوائد جَمّة لصانعي السياسات، الذين يواجهون خيارات صعبة بشأن استثمار الموارد المحدودة المتاحة.

"الهدف هو ضمان استثمار الحكومات في برامج ناجحة".

وتركِّز غالبية برامج الحد من الفقر على تقديم الأموال المشروطة (فقط في حالة التحاق الأطفال بالمدارس، وزيارة العيادات الصحية، على سبيل المثال)، إلا أن بعض الباحثين يدافعون الآن بقوة عن التحويلات النقدية غير المشروطة. لقد شارك بول نيهاوس ـ وهو عالِم اقتصاد بجامعة كاليفورنيا في سان دييجو ـ في تأسيس منظمة "جيف دايركتلي" (GiveDirectly) غير الربحية في مدينة نيويورك لهذا الغرض خصيصًا. ويشير أفراد فريق العمل المعاون له إلى أن كثيرًا من أشكال معونات التنمية معقد، ويحتاج إلى تكاليف باهظة لإدارته، ويقترحون التحكيم بين فعالية هذه المعونات، وتلك التي تقوم على منح الأموال وفقط، وهو ما يمكن تنفيذه عن طريق تجارب عشوائية، تتلقى خلالها مجموعة التدخل معونات تنموية، في حين تحصل المجموعة الضابطة على الأموال نقدًا.

هناك الكثير مما يمكن تَعَلُّمه من التجارب العشوائية، إلا أنه يتعين على الباحثين أن يُقِرّوا بأن هذه التجارب تعاني من أوجه قصور، ليس أقلها أنها لا تقدِّم بالضرورة إجابات تتعلق بأسباب نجاح شيء ما، أو إخفاقه. وفي حالة برامج التنمية التي تسوقها المجتمعات، على سبيل المثال، تستطيع التجارب العشوائية المحكمة تقديم إحصاءات أساسية حول جدوى إتاحة الفرصة للمجالس المجتمعية، لاتخاذ القرارات بالإسراع في توصيل الخدمات الأساسية، وتحسين الاقتصاد، والارتقاء بالرفاهية الاجتماعية للمرأة، ولكنْ، هل تعزز هذه المجالس بالفعل التماسك الاجتماعي بطريقة هادفة؟ إنّ النتائج حتى الآن تعاني من خلط واضح؛ وهنا تكمن المكاسب التي يمكن أن تحققها الوكالات والمؤسسات من البيانات النوعية غير الدقيقة، التي تقدمها الدراسات المسحية في علوم الاجتماع، والتي دائمًا ما سعى الباحثون إلى تجاوُزها.

لن تستطيع التجارب العشوائية المُحْكَمة تقديم إجابات وافية على جميع الأسئلة المحتملة، المطروحة في جميع أنحاء العالم، كما أنها ليست الوسيلة الوحيدة لجمع بيانات دقيقة ومؤكدة. ولذلك.. طوَّر خبراء الاقتصاد مناهج أخرى شبه تجريبية، ليست عشوائية، لكنها قادرة ـ رغم ذلك ـ على توفير إحصاءات دقيقة، يمكن من خلالها تحكيم فعالية البرامج.

وإجمالًا، تقدِّم هذه المناهج مزيدًا من المعلومات إلى صانعي السياسات بصورة يومية، لكن ربما يكون الأهم هو ما سيحدث بعد ذلك؛ فالحديث عن أهمية التجارب العشوائية يضفي شعورًا بالسعادة على قلوب السياسيين والمسؤولين الحكوميين، والناشطين، وأصحاب الأعمال الخيرية، إذا جاءت النتائج على نحو يدعم سياساتهم وبرامجهم، لكن يبقى عليهم التحلّي بشجاعة الكيل بالمكيال ذاته، عندما تثبت الأدلة عكس ذلك. ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

طفرة صاعدة في مفهوم المُواطن العالِم

أدَّت التكنولوجيا إلى زيادة الدور الذي يلعبه الهواة في البحث العلمي، من علوم المحيطات إلى علوم التربة، ولكن زيادة دورهم كذلك تثير مخاوف يجب التصدي لها.

لم يَعُد العِلْم حكرًا على العلماء هذه الأيام. فهل تخطِّط مثلًا لرحلة غوص ذلك الصيف؟ شارك بيانات درجات الحرارة التي يسجلها كمبيوتر الغوص الخاص بك مع الباحثين المهتمين، من أجل سد عجز تلك البيانات في المناطق الشاطئية. هل تنتابك العصبية بسبب تلوث محتمَل ناتج عن مشروع حَفْر تربة قريب؟ قلِّلْ مخاوفك بالمساعدة في جمع وتحليل عيِّنات من الهواء، وكن جزءًا من رصد الأثر البيئي للمشروع. هل أنت ملتزِم منزلك بسبب انهمار الأمطار؟ ادخل على الإنترنت واقْضِ ساعتين في عملية طيّ البروتينات والحمض النووي الريبي؛ لمساعدة العلماء في الجامعات في فَهْم كيفية فعل الكائنات لذلك.

قَطَعَ المُواطن العالِم طريقًا طويلًا، بدأ مع انتشار المشروعات الحوسبية التي استغلَّت طاقة معالجات أجهزة الحاسب المنزلية في إجراء عمليات حسابية معقدة، أو البحث عن إشارات من الكائنات الفضائية. ولا تزال هذه المشروعات في تقدم مستمر منذ إجراء أول استطلاع جماهيري عن الحياة البرية، حيث بدأ ذلك المفهوم في الانتشار منذ عام 1900، عندما أقنعت "جمعية أودوبون" المواطنين الأمريكيين باستبدال عادة إطلاق النار على الطيور في أعياد الكريسماس بعادة أخرى أكثر إنتاجية، وهي إحصاء عدد هذه الطيور.

يقلل بعض العلماء من شأن دور الهواة، ولكن ظهر عدد متزايد من الأوراق العلمية الأكاديمية يوضح أهمية دورهم، فالنتائج المعتمِدة على بيانات مستخرَجة من مجهودات الهواة يمكن أن تكون ذات قيمة، ويمكنها المساعدة على توليد البيانات، وكذلك إعلام صانعي السياسات بها. وفي ورقة علمية نُشرت في دورية "جيوديرما" بعنوان "هل يمكن للمُواطن العالِم أن يساعد في رسم خرائط التربة الرقمية؟" (D. G. Rossiter *et al*. *Geoderma* **259**–260, 71–80; 2015)، جاءت الإجابة بنعم؛ حيث إن غير المتخصصين يمكنهم مساعدة خبراء التربة في تتبُّع جودتها، وخواصها، وأنواعها، بل وصل الأمر إلى درجة أنه ينبغي تعيين باحثي التربة الهواة؛ للمساعدة في عمليات المسح الوطنية الحالية والمستقبلية، حيث يرى المهندسون المدنيون وعمال الإنشاءات طبقات التربة التحتية بصورة روتينية، وكذلك يقومون بعمليات حفر لأساسات البنايات، وحفر مجاري خطوط المواسير؛ مما يمنحهم نظرة فريدة على تنوع أماكن الطبقات المختلفة للتربة. كما أنه يوجد عدد كبير من متتبِّعي مواقع المخابئ جغرافيًّا ـ يُسَمَّون (صائدي جوائز القرن الواحد والعشرين) ـ يزورون المناطق قاسية التضاريس، والمناطق صعبة الوصول إليها، ويمكنهم جمع معلومات عن التربة من تلك الأماكن. كما أنهم يستخدمون نظام تحديد المواقع المتصلة بالقمر الصناعي بشكل روتيني، ويسجلون أماكن رحلاتهم.

تستطيع التكنولوجيا أن تجعلنا جميعًا علماء، حيث إن تولُّد البيانات وانتقالها السهل بفعل الانتشار السريع للأدوات الاستهلاكية المزودة بتقنية تحديد المواقع عن طريق الأقمار الصناعية، بالإضافة إلى الكاميرات وأجهزة الاستشعار الأخرى، وكذلك سهولة مشاركة النتائج رقميًّا... كل ذلك أسهم في حدوث طفرة إيجابية في مفهوم المُواطن العالِم. فالمتطوعون يستطيعون بالفعل تمييز أصوات الحيتان بمساعدة التسجيلات المحفوظة، وتقديم تقارير بشأن وجود مخلفات بحرية، ووجود فصائل من الكائنات الغازية، وكذلك يستطيعون إرسال الهياكل العظمية للسَّمك الذى صادوه وتناولوه، ولكن هذا لا يكفى لتحويل المُواطن إلى عالِم، فالأمر بالطبع يقتضي الكثير من الأشياء التي لا تقتصر على جَمْع العيِّنات ومشاركة البيانات، وخصوصًا إذا كانت البيانات تُستخدم للمساعدة في تحديد السياسات.

أَبْدَى النقاد قلقهم حيال مدى جودة البيانات. ووجدَتْ دراسات أن المتطوعين تنقصهم القدرة على تحديد أنواع النباتات، مقارنة بالأكاديميين، ومديري الأراضي. كما أن هناك عددًا من القضايا المثارة حول كيفية مكافأة المتطوعين على إسهاماتهم وتقديرها، وكذلك حول ضمان السماح بمشاركة البيانات، أو إبقائها سرية، حسب الاقتضاء، لكنْ يبدو التصدي لتلك المشكلات سهلًا، على الأقل لأنها تعكس أمرًا ما، بالمقارنة بحقوق البيانات المرسَلة، ونوعيتها، وطرق الولوج إليها، وهي الأمور التي يتصارع بشأنها بالفعل العلماء المخضرمون في المجتمع العلمي.

ربما يشكل تضارب المصالح مصدرًا مرتقبًا لقلق أكبر، فقد تتغلب الأهواء السياسية على المتطوعين من المواطنين العلماء. فعلى سبيل المثال.. قد يساعد معارضو حَفْر التربة في تتبُّع التلوث، لأنهم يريدون جمع الأدلة على وجود تأثيرات ضارة. وحين سأل العلماء الأستراليون المتطوعين من الجمهور لإحصاء أعداد دببة الكوالا عن الأسلوب الأمثل للتعامل مع ذلك الحيوان؛ وجدوا أن هؤلاء المواطنين العلماء لديهم وجهات نظر قوية تتفق على حمايته، ولا تعكس وجهة نظر الرأي العام الأكثر شمولًا.

إنّ العلماء والممولين لديهم الحق في التشجيع على تحويل المُواطن السلبي من شخص يجمع البيانات والأرقام فحسب، إلى مُواطن عالِم نشط، يقوم بأدوار أكثر فعالية، منها جمْع العينات، لكن التدقيق في مصداقية تلك البيانات يقع على عاتق العلماء المتخصصين، على أنْ تكون الشفافية التامة حول دوافع وطموح الهواة أمرًا أساسيًّا. ■

كاليفورنيا عطشى

موجات الجفاف التي تعاني منها الولاية تسلط الضوء على عدم وجود استراتيجية بيئية لمواجهتها.

حاز سَمَك الهف (*Hypomesus transpacificus*) على اهتمام يفوق حجمه الصغير المتواضع، حيث إنه في قنوات دلتا نهر سكرامنتو-سان جواكين الممتدة، التي توجِّه المياه الثمينة عبر شمال كاليفورنيا، كان سمك الهف بمثابة الرقيب على البيئة. وحين قَلَّت أعداده، غمر مديرو الموارد المائية الدلتا بالماء العذب، مما أثار حفيظة المزارعين الذين يفضلون الحصول على المياه لسقاية محاصيلهم، إلا أن الجفاف هو الذي سيقضي تمامًا في نهاية الأمر على سمك الهف. فمع دخول كاليفورنيا في عامها الخامس من الجفاف، يواجه المسؤولون خيارات صعبة بصدد كيفية تدبير المياه على المدى البعيد. وحتى الآن، تصدَّى سكان كاليفورنيا لنقص المياه بصورة لافتة، بفضل مرونة نظام المياه في السنوات الماضية (انظر: Amir AghaKouchak *et al*. *Nature* **524**, 409–411; 2015). فلقد آثرت المدن أن تكبح جماح رغبتها المتزايدة في زراعة المروج الخضراء النضرة، واتجه المزارعون إلى اتباع أسلوب الريّ الفعال في استخدام المياه، وغير ذلك من التدابير الموفِّرة للمياه.

وبالنظر إلى الجفاف الشديد الذي تعاني منه كاليفورنيا.. نتساءل: إلى متى ستحتفظ الولاية الذهبية ببهائها؟ فقد أبرز تقريران جديدان (انظر: go.nature.com/jpze97، وكذلك: go.nature.com/okxrdo) الآثار المحتملة لاستمرار الجفاف في المستقبل، غير أن الدلائل لا تكون مشجِّعة على الدوام، فلن يجدي نفعًا تَمَنِّي مديري المياه شتاءً ممطرًا، ربما ينتج عن ظاهرة "إلنينو"، (وهي ظاهرة الدفء في شرق المنطقة الاستوائية في المحيط الهادئ، التي تؤثر على أنماط الطقس في جميع أنحاء العالم)، حيث إن المزارعين لا يزالون يعتمدون على ضخ المياه الجوفية إلى كاليفورنيا؛ من أجل الزراعة التي تدرّ مبلغ 46 مليار دولار أمريكي، ولذا.. سيظل منسوب المياه الجوفية في تناقص، لكن النظام البيئي الذي تشتهر به كاليفورنيا هو الأكثر عرضة للخطر، بدءًا من أشجار الخشب الأحمر الشاهقة، حتى الأنهار التي تعج بسمك السلمون والتَّراوت. وقد اتخذ مديرو الحياة البرية الترتيبات اللازمة؛ للحفاظ على رطوبة أهم المستنقعات، تأهبًا لزيارة الطيور، أما مديرو الغابات، فيُخْمِدون أي نيران برية، فور بداية اشتعالها. وينبغي أن تؤدي هذه الخطوات التدريجية إلى توليد استراتيجية طويلة المدى، مثلما فعل المزارعون والمخطِّطون الحضريون سابقًا لتوفير المياه للعناصر العطشى.

وما لم تُتَّخَذ هذه الخطوات..؛ سوف يختفي سمك الهف إلى الأبد. ■

المسؤولية الشخصية

ينبغي على المبادرة الأمريكية للدقة الدوائية توخِّي الحذر الشديد عند إطلاع المشاركين على المعلومات الصحية والجينية.

عندما فقد ماسيمو بن ستيفن دامياني القدرة على الحبو فجأة بعد إتمامه عامه الأول، وتفاقمت مشكلاته الصحية في عام 2009، عجز الأطباء عن تشخيص حالته، وأخبروا والديه أن احتمال بقائه على قيد الحياة ضعيف، إلا أن ستيفن ـ الذي لا يعمل في البحث العلمي ـ أجرى التسلسل الجيني لعائلته، وعمل مع ريان تافت، عالِم الجينات بجامعة كوينزلاند في أستراليا؛ لتحديد الجين المتحوِّر المسبِّب للطفرة، حيث ربط تافت الجين بفئة من الاضطرابات التنكُّسية العصبية، التي تتضمن الغمد الميالين المسؤول عن حماية

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

الأعصاب. وسمح هذا الاكتشاف لماسيمو أن يتلقى علاج الحالات ذات الصلة بحالته؛ مما ساعد عشرات العائلات في جميع أنحاء العالم ـ الذين أدركوا أن أبناءهم يعانون من الاضطراب ذاته ـ على تَلَقِّي العلاج الملائم.

تمثِّل هذه المبادرة الرائعة وهذا الجهد الوفير أدلة دامغة على أهمية الدقة الدوائية في الأدوية الموجهة للأفراد، ولكنْ على عكس الحالات النادرة، مثل حالة ماسيمو، لا تسهم الغالبية العظمى من العوامل الجينية والبيئية المرتبطة بالأمراض الشائعة إلا بنسبة ضئيلة في خطورة الإصابة بالمرض. إذ أن هناك مئات الجينات التي من المحتمل أن تتسبب في أمراض معينة، مثل الاكتئاب، وسرطان الثدي.

قضى الباحثون وعلماء الأخلاق عقودًا طويلة من البحث في مسألة كمية المعلومات التي يمكن إطلاع المرضى عليها. ويؤكد العديد منهم أن الكشف عن المعلومات المتعلقة بخطورة المرض لا يمثل ضرورة قصوى، فضلًا عن كونه تصرفًا غير مسؤول، نظرًا إلى احتمال سوء الفهم. كما أن زيادة مخاوف الناس بهذه الطريقة ربما يؤدي إلى إجراء فحوص طبية باهظة الثمن، دون مبرر. إضافة إلى ذلك.. يمكن أن ترسخ هذه المعلومات فكرة أن الجينات تمثل قَدَرًا محتومًا، لا مفر منه. فعلى سبيل المثال.. يمكن استخدام مخاطرة جينية بسيطة للإصابة بمرض القلب كذريعة لتجنُّب نظام غذائي، أو تدريبي صحي. أما الجانب الأسوأ في هذا الجدل، الذي يخشى العلماء الإفصاح عنه للجمهور، فيتمثل في قلق العلماء من أن يؤدي الإعلان عن هذه المعلومات للمجال العام في وقت مبكر إلى تبديد فرصهم في نشر الأبحاث.

ورغم أن غالبية التجارب الإكلينيكية ـ على مدار تاريخها ـ عمدت إلى حَجْب المعلومات الخاصة بالأفراد، إلا أن السنوات الأخيرة شهدت توجهًا نحو الانفتاح، بدءًا من "وِيكِيلِيكس"، حتى الوصول الحر إلى المنشورات، حيث صار يُنظر إلى تحكُّم قِلّة مختارة في المعلومات الخاصة بالآخرين على أنه شكل من أشكال الأبوية، وفرض الوصاية غير المقبول. وفي هذا السياق، تتبع المبادرة الأمريكية للدقة الدوائية ـ بعناية بالغة ـ الخط الفاصل بين المسؤولية المهنية من جانب، والشفافية من جانب آخر، حيث يهدف المشروع المدعوم من قِبَل الرئيس الأمريكي باراك أوباما ـ الذي أعلن عنه في خطابه السنوي عن حالة الاتحاد في يناير الماضي ـ إلى جمع معلومات جينية، وطبية، وفسيولوجية، وبيئية من مليون فرد، ومتابعتهم على مدى عقود؛ لمحاولة ربط هذه العوامل بالنتائج الصحية، لكن يبدو أن لجنة التخطيط الخاصة بالمشروع ـ التي كان يُنتظر منها أن تقترح تصميمًا للمشروع خلال شهر سبتمبر الماضي ـ لم تحسم أمرها بعد بخصوص هذه القضية، فقد بدأ الجدل بصورة متكررة وحماس شديد في ورشة عمل عقدتها اللجنة في شهر يوليو الماضي.

تتمثل أبسط المنهجيات في التعامل مع هذه المعلومات ـ وأكثرها تقييدًا في الوقت ذاته ـ في إبلاغ الأفراد بالنتائج، بمجرد التوصل إليها. ورغم ذلك.. لا يبدو حَجْب المعلومات الصحية مناسبًا، عندما تستند قرارات معينة ـ من قبيل التبرع بالأعضاء ـ إلى مبدأ ملكية الشخص القانونية لجسده. لذا.. يكمن الحل الأفضل في حجب المعلومات بشكل تلقائي، مع مراعاة الكشف عنها، إذا طلب المشاركون ذلك. وفي الحالة المثالية.. يجب أن يتم الكشف عن المعلومات بالتزامن مع إعطاء إرشادات عن كيفية تفسيرها، وكذلك تقديم المشورة بشأن أهميتها.

مِن شأن هذا النظام أن يؤدي إلى زيادة الميزانية المتدنية لمبادرة الدقة العلاجية، التي لا تتجاوز 215 مليون دولار، وإلى مَنْح الباحثين الذين يسعون إلى تبنِّي اتجاهات أوسع نطاقًا مزيدًا من المسؤوليات والأعباء. وليس من المتوقع أن تتبنى جميع الدراسات الإكلينيكية هذه المنهجية؛ لكن المبادرة حاولت تصميم أسلوبها المتميز، كدراسة غير نمطية تقوم على المساواة، ويلعب فيها المشاركون دور الشركاء مع الباحثين. ومع اتخاذ الحذر كما ينبغي، يمكن أن تكشف إتاحة الوصول إلى المعلومات عند الطلب عن كيفية الاستفادة من هذه الوعود. ■

انكشاف ضعف إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية

أدَّت الضغوط الموجهة التي تعرضت لها لجنة استشارية في اجتماعها إلى ترجيح الكفة لصالح عقار يحفز الرغبة الجنسية لدى النساء تحفيزًا بسيطًا.

تعالَى صوت التصفيق، إعلانًا عن الموافقة على ما أوصت به إحدى اللجان الاستشارية في أوائل يونيو الماضي باعتماد إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية أول دواء لعلاج انخفاض الرغبة الجنسية لدى النساء. وبالطبع، هلَّل الكثيرون بعد ذلك، عندما تبنَّت إدارة الأغذية والعقاقير توصية اللجنة؛ وصدَّقت على إطلاق العقار في 18 أغسطس الماضي، حيث يحمل اسم "آدي" Addyi، ويُستخدم بمعرفة الطبيب.

وجاء هذا القرار بعد الضغوط الشديدة التي تعرضت لها إدارة الأغذية والعقاقير، لاعتماد مزيد من العقاقير، وخصوصًا العقاقير التي تخص الحالات التي لا يوجد لها علاجات الأخرى، حيث قبلت الإدارة 89% من الطلبات التي قُدمت إليها حتى الآن في هذا العام لاعتماد أدوية جديدة، مقارنةً بمعدل قبولها للطلبات المقدمة إليها في عام 2008، الذي بلغ 50% فحسب، وذلك وفقًا لدراسة تحليلية، أجرتها دورية "فوربس". كما يمكن للتشريعات الذي يصدرها الكونجرس الأمريكي ـ مثل قانون العلاج الخاص بالقرن الواحد والعشرين ـ أن تشجع على الموافقة على المزيد من العقاقير. وما زالت إدارة الأغذية والعقاقير تتلقى مزيدًا من المعلومات من المرضى، لجمع آرائهم حول الأمراض المصابين بها، والعلاجات المتاحة لها. فعلى سبيل المثال.. عقدت الإدارة اجتماعًا عامًّا في أكتوبر 2014 على مدار يومين عن اضطراب الرغبة الجنسية لدى النساء، الذي يُنتظر أن يعالجه عقار "آدي"- (فليبانسرين flibanserin)، بيد أن النقاد أفادوا بأن الاتهامات السابقة التي ترمي إلى انحياز إدارة الأغذية والعقاقير ضد النساء قد أثَّرت على اتخاذ قرار اعتماد العقار أكثر مما أثَّرت البيانات المتعلقة بسلامة العقار وفعاليته. وبالتالي، فهم يلقون باللوم على رابطة من شركات الأدوية والمنظمات غير الهادفة إلى الربح، تُدعى "إيفين ذا سكور" Even The Score، حيث شنت حملة حوَّلت فيها مسألة الموافقة على العقار إلى مسألة مساواة بين الجنسين. وجدير بالذكر أن هذه الرابطة تضم شركة "سبراوت للمستحضرات الدوائية" Sprout Pharmaceuticals، منتجة عقار "آدي"، حتى إن أحد الشعارات التي رفعتها هذه الرابطة ألقى الضوء على نسبة عدد العقاقير التي تعالج مشاكل جنسية لدى الرجال في مقابل تلك التي تعالجها لدى النساء، وهي نسبة 26 إلى صفر.

أثناء إجراء التجارب الإكلينيكية، تم اكتشاف أن عقار "آدي" ذو فعالية متواضعة في تعزيز الرغبة الجنسية للنساء، حيث أفادت النساء اللاتي تناولن العقار بشعورهن برضا أكثر في الممارسات الجنسية التي مروا بها خلال الشهر، بمتوسط يتراوح من 0.5 حتى 1، مقارنةً بالمجموعة التي تناولت دواء وهميًّا خاليًا من المادة الفعالة. كما أفادت المشاركات بحدوث ارتفاع طفيف في الرغبة الجنسية لديهن مع انخفاض طفيف في الضيق. وعلى الرغم من قلة مزايا العقار، إلا أنه لا يمكن تجاهلها ورفضها.

رفضت إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية في اجتماعاتها في يونيو الماضي اتهامها بالانحياز إلى جنس معين. كما أوضحت أن من أهم الأمور التي تدعوها إلى القلق من عقار "آدي" أنه قد يتسبب في حالات نادرة من الانخفاض المفاجئ في ضغط الدم، كما أن له تفاعلًا مع الكحوليات غير مفهوم بوضوح حتى الآن. ومما يدعو إلى الدهشة أن الدراسة التي قامت بها شركة "سبراوت" عن تفاعل العقار مع الكحوليات قد تضمنت 23 رجلًا وامرأتين فحسب. ومن ثم، فقد طلبت إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية ـ كأحد شروط اعتمادها للعقار ـ أن تُجْرِي شركة "سبراوت" ـ التي اشترتها شركة صناعة الأدوية "فاليانت" Valeant بمبلغ مليار دولار أمريكي، بعد يومين من اعتماد عقار "آدي" ـ ثلاث دراسات أخرى حول مسألة التفاعل مع الكحوليات، بعد طرح العقار في السوق.

جاء التصويت على اعتماد العقار، بعد الشهادات العاطفية التي أدلت بها النساء اللاتي تناولن العقار أثناء فترة تجربته، وشهادات الأطباء عن عدم قدرتهم على توفير بديل جيد للمريضات، وشهادات النساء اللاتي يعانين من انخفاض الرغبة الجنسية لديهن لعقود من الزمان. كما أشار مؤيدو العقار إلى عدم تلبية حاجة النساء بوجود خيارات للعلاج، كما أشاروا إلى أنه من العدل أن يكون لهن الخيار في أخذ الدواء من عدمه. ومن الواضح أن هذه النقاط لاقت صدى لدى اللجنة الاستشارية، التي أعلنت تأييدها للعقار على مضض، حتى إن أحد أعضائها الذين صوتوا بـ"نعم" قال إنه لو كان عقار آدي "سابع عقار من نوعه، لكان النِّقاش بشأنه اختلف اختلافًا تامًّا".

ينتقد الكثيرون قرارات إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية، إمّا لكونها سريعة أكثر من اللازم، أو أبطأ مما يجب. فهذه الإدارة مطلوب منها أن تُصْدِر مزيدًا من القرارات في وقت أسرع، بالتزامن مع تزايد الطرق التي يمكن للعقاقير الجديدة أن تُعتمَد من خلالها، حيث إن الموافقة على عقار "آدي" تعكس اتجاهًا جديدًا تنتهجه الحملات الموجهة لممارسة الضغوط، بل وتشجع على انتهاجه. ومن ثم، فعلى الإدارة ولجانها التحلِّي بالمرونة؛ لضمان عدم هيمنة مثل هذه الضغوط على الحذر الذي يَستنِد إلى أدلّة كافية قبل اتخاذ القرارات. ■

ARABICEDITION.NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/nqvdkp

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

عـالِجوا أزمـة التيـفود في نيبـال الآن

يدعو **بوذا باسنيات** إلى تدشين برنامج تطعيم واسع النطاق، حيث تعزز أوضاع ما بعد الزلزال من خطر اندلاع وباء التيفود.

رحَّبنا جميعًا بالأخبار التي انتشرت عن اختبار لقاح واعد ضد الإيبولا، لكننا في نيبال نعلم جيدًا أن تطوير أي لقاح ليس ضمانًا في حد ذاته على أنه سيُستخدم. فبالعودة إلى عام 1987، نذكر تجربة ناجحة للقاح ضد التيفود، تمت هنا في مدينة كاتماندو، مَنحت العالَم طريقة جديدة وفعّالة للغاية للحماية من أحد أقدم الأمراض الفتّاكة. ومما يثير السخرية أنه بينما يستخدم السياح والرحّالة ـ الذين توجهوا في خلال العقود القليلة الماضية إلى نيبال (وهي إحدى الدول التي ما زال التيفود يستوطنها) ـ اللقاح لحماية أنفسهم، ظل أغلب السكان المحليين محرومين منه.

لا تستطيع حكومة نيبال تحمُّل تكلفة اللقاح الذي يمكنه حماية الملايين، حيث يبلغ ثمن الجرعة الواحدة 10 دولارات أمريكية، لكن الحاجة إليه كبيرة، ولا سيما بعد الزلزال المدمر الذي ضرب نيبال في شهر إبريل الماضي بقوة 7.8 درجة؛ ودمَّر شبكات المياه والصرف الصحي على اختلاف أنواعها في العديد من المناطق، ولا يزال الآلاف يعيشون في ملاجئ ومخيمات مؤقتة، مما يزيد من احتمال استهلاك مياه ملوَّثة. وفي الشهور الأخيرة، تسببت الرياح الموسمية (التي عادة ما توصِّل حالات الإصابة إلى ذروتها) في تدهور الوضع أكثر وأكثر، حتى إن هناك بلاغات متفرقة عن حالات لانتشار المرض، مما قد يتسبب في اندلاع الوباء في أشد الأماكن تأذِّيًا من المرض، مثل حيّ سيندهوبالتشوك، وحيّ جوركا.

كلما انتشر التيفود؛ زاد الخطر؛ وأصبح الأكثر تضررًا هم أطفال المدارس، حيث تصيبهم الحمى، وآلام البطن لعدة أسابيع، ثم يُشفى معظمهم، لكن سرعان ما تتطوّر مضاعفات لدى الكثير منهم، مثل صدمة انخفاض الضغط، وثقب الأمعاء، والنزيف المعدي المعوي. وعلى الرغم من أن العلاج بالمضادات الحيوية قلل من معدلات الوفيات ـ التي بلغت معدلات مرتفعة جدًّا ـ من 20%، إلى 1-4%، تشير الدراسات إلى أن بعض سلالات التيفود أصبحت مقاوِمة للمضادات الحيوية، حيث إنها تباع في نيبال، دون الحاجة إلى وصفة طبيب؛ ومن ثم يُساء استخدامها على نطاق واسع. فهناك واحد من كل ثلاثة أشخاص تقريبًا يتوجه إلى طبيب في كاتماندو، لاشتباهه في الإصابة بالتيفود، ويكون قد استخدم نوعًا من المضاد الحيوي بالفعل، دون إرشاد من طبيب.

لقد تسببت آثار الزلزال في جعل الفقراء أشد فقرًا. وبدون التأمين الصحي، يصعب على الأسرة المتوسطة في نيبال الآن تحمُّل تكاليف ذهاب طفل مريض إلى المستشفى؛ وبالتالي تنخفض إمكانية شفاء هؤلاء الأطفال، حيث تتطور لديهم مضاعفات للمرض.

إنّ "الوقاية خير من العلاج".. هذا ما صرحت به منظمة الصحة العالمية (WHO) في عام 2008، عندما أوصت بتدشين برامج لتطعيم أطفال المدارس ضد التيفود. وبعد عام من ذلك، أوصى المكتب الإقليمي لمنظمة الصحة العالمية في جنوب شرق آسيا بمنح هذه البرامج أولوية التنفيذ "الفوري"، لكن على الرغم من الوعود العديدة والبدايات غير الموفقة، لم تُدشَّن هذه البرامج في نيبال.

إن أفضل طريقة لمنع الإصابة بالتيفود تكمن في توفير المياه النظيفة، وخدمات الصرف الصحي، لكن تأسيس البنية التحتية اللازمة لذلك سيستغرق عقود عدة، كما ستتسبب آثار الزلزال في جعل الوضع أكثر صعوبة، لكن في غضون ذلك.. يمكن لإجراء مثل نشْر اللقاح على نطاق واسع أن يكون مفيدًا، ومنقذًا لحياة الناس، ومن ثم يجب على نيبال أن تبدأ بهِمَّة في برنامج التطعيم، الذي طالما وعدت به، باعتباره جزءًا من خطتها للإصلاح في مرحلة ما بعد الزلزال.

يكمن جزء من المشكلة في كون لقاح التيفود الذي أوصت به منظمة الصحة العالمية ـ وهو الذي تم اختباره في كاتماندو ـ من أغلى اللقاحات، لدرجة أن نيبال ستحتاج حتمًا إلى دعم مالي، كي تتمكن من شراء جرعات كافية وإعطائها للمواطنين. ويمكن لنيبال أن تحصل على مثل هذا الدَّعم إمّا من تحالف التطعيمات "جافي" Gavi ـ ومقره في جنيف بسويسرا ـ حيث يعد بتسهيل إمكانية الحصول على اللقاحات في البلدان الفقيرة، أو من خلال الأرباح التي تحققها شركات الأدوية. ومن المصادفات التي تستوقفنا هنا.. (أن لقاح التهاب الكبد الوبائي E ـ وهو مرض ينتقل بطريقة مماثلة للتيفود، ويمكن أن يتسبب في الوفاة للحوامل ـ تم اختباره أيضًا في كاتماندو، وهو أيضًا غير متوفر لعامة الشعب).

> بينما يستخدم السياح والرحّالة اللقاح **لحماية أنفسهم** ظل أغلب السكان المحليين **محرومين منه**

وحاليًّا، لا يوجد إلا لقاح واحد للتيفود، معتمَد من منظمة الصحة العالمية، وسيكون من الأرخص لمسؤولي الصحة بحكومة نيبال نشْر لقاح بديل غير معتمَد مسبقًا من المنظمة. أما عن السبب وراء عدم قيامهم بذلك حتى الآن، فهو غير واضح؛ فربما يكون هو خشيتهم من أن يُنظر إليهم على أنهم يعملون ضد إرشادات منظمة الصحة العالمية.

على أي حال.. يجب تدعيم اتخاذ القرار بالتطعيم ـ أيًّا كان اللقاح المستخدَم ـ بأبحاث قوية. ويمكن التحدث هنا عن بعض التقدم الذي أُحرز في هذا الشأن، حيث سيبدأ مشروع ـ يُجرى في عدة مواقع تحت قيادة مجموعة من الباحثين بجامعة أكسفورد في المملكة المتحدة في أوائل العام المقبل ـ في توضيح أعباء الإصابة بالمرض عبر آسيا وأفريقيا. والهدف من هذه الدراسة هو الحساب الدقيق لتعداد المصابين بحمى التيفود، ومضاعفاتها في دول مثل نيبال، حيث ستكون هذه المعلومات مفيدة في حملات التطعيم.

هناك أيضًا احتياجات أخرى عاجلة لإجراء الأبحاث، فمع عدم ظهور علاجات جديدة في الأفق، من المهم تتبع مقاومة المضادات الحيوية، باستخدام الكائنات المجهرية على سبيل المثال، ويشمل ذلك إجراء دراسات جينية على عناصر معزولة من التيفود، إن أمكن.

كما يجب على الباحثين دراسة الأسباب وراء كون بعض الأشخاص أكثر عرضة للإصابة بالمرض عن غيرهم. ففي العام الماضي، أشارت دراسة أولية للارتباط بين الأمراض والصفات على نطاق الجينوم ـ أُجريت على أشخاص من نيبال وفيتنام ـ إلى أن جين *HLA-DRB1* هو المساهم الرئيس في مقاومة حمى التيفود (S. J. Dunstan *et al*. *Nature Genet*. **46**, 1333–1336; 2014).

وإذا كان لقاح الإيبولا فعَّالًا كما يبدو؛ سيتمكن العالَم من تطوير طريقة لترويض هذا المرض اللعين في غضون 40 عامًا من ظهوره الأول، إلا أنه بينما تشير التقارير إلى أن التيفود ظهر منذ ما يقرب من 2000 عام، فهو لا يزال يقتل البشر؛ فالتهديدات الحديثة ليست هي فقط التي تستحق انتباهنا. ■

بوذا باسنيات يمارس الطب في كاتماندو، حيث يعمل مديرًا لوحدة الأبحاث الإكلينيكية التابعة لجامعة أكسفورد في مستشفى باتان.
البريد الإلكتروني: buddha.basnyat@ndm.ox.ac.uk

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/7blbrc

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

نظرة شخصية على الأحداث

قريبًا.. سيكون مستقبَل العِلْم مسؤوليتنا

تَخَلَّت المفوضية الأوروبية عن برنامج "العلم 2.0"، حيث اعتبرته مفرطًا في الطموح، ولكن **كولين ماسيلوين** يعتقد أنها خطوة خاطئة.

كان مطلوبًا من أعضاء المفوضية الأوروبية ـ بينما كانوا متوجهين إلى الشواطئ في أغسطس من هذا الصيف ـ أن يفكروا مليًّا في مستقبَل العِلْم. وقد أعلن المفوِّض الأوروبي للأبحاث ـ كارلوس مواداش ـ عن أولوياته، وهي "العلم المفتوح"، "والابتكار المفتوح"، ودعا فريق العمل الخاص به إلى إبلاغه بأفكارهم حيال كيفية تحقيق ذلك. وتبدو هذه الأفكار جديرة بالتقدير بما يكفي، ولكنها في واقع الأمر مجرد مسكِّنات. ومما يدعو إلى الحزن أن المفوضية أغلقت الباب في وجه مشروع أكثر طموحًا، حيث إنه في هذا الوقت نفسه من العام الماضي كانت المفوضية قد طلبت آراء بخصوص برنامج "العلم 2.0"، حيث إن هذا المصطلح يشير إلى تغيرات جذرية حقيقية، تتضمن إحداث تطور سريع في الدعامتين الأساسيتين اللتين يرتكز عليهما العِلْم، وهما: الورقة البحثية، ومِنْحة الباحث الواحد.

وكما كان متوقعًا، فقد كانت أول الأصوات المتصاعدة من كبار العلماء استجابةً لبرنامج "العلم 2.0" مفعمةً بالشك. كما غمغموا بأنّ العلم بطبيعته ينظم نفسه بنفسه من أسفل إلى أعلى، وأن كل فرع فيه قد طَوَّر إجراءاته الخاصة، ومن ثم كان مجيء الاقتصاد الرقمي – وهو المحرك الأساسي لإعادة تشغيل برنامج "العلم 2.0" – بمثابة تطور إضافي يمكِّن كل فرع من فروع العلم مِن أنْ يطور إجراءاته بنفسه في الوقت المناسب لذلك.

وإني في غاية التفهم عن سبب عدم رغبة أحد في أن تنحرف المفوضية وراء فعل أي شيء غير محسوب. وبرغم ذلك.. ما زلتُ أشعر أننا خسرنا فرصة جيدة، حيث إن استخدام الميزانية السنوية التي ترصدها المفوضية للبرامج البحثية ـ والتي تُقَدَّر بمبلغ 11 مليار يورو (12 مليار دولار أمريكي) ـ في وَضْع تصوُّر برنامج "العلم 2.0" كان من شأنه أن ينمي قدرة جيل جديد من الأوروبيين على تطوير المعرفة بطرق مختلفة.

ولنأخذ مثالًا على ذلك.. وهو الورقة البحثية المُراجَعة من قِبَل الخبراء، التي تعتبر المعيار الأساسي للنجاح أو الفشل في كل التخصصات البحثية الأكاديمية، حيث إن الورقة ـ كما يوحي اسمها ـ أصبحت شيئًا عفا عليه الزمن مع توسع عالم الإنترنت، وإطاحته بها. ومن ثم، فقد اختفت ـ على إثر ذلك ـ كل القيود التي يفرضها نشر الأوراق البحثية، من حيث تداخل أعمال المؤلفين، وتطوير المحتوى، والروابط التي توصل بأعمال وبيانات أشخاص آخرين.

فمنذ عقد من الزمان، تصوَّر الكثيرون في مجال النشر العلمي أنه بحلول وقتنا هذا ستتوسع الأوراق البحثية الفردية، أو سيتم التخلي عنها تمامًا. ونظرًا إلى درجة اعتماد المؤسسات والمسارات الوظيفية والناشرين والهيئات الممولة على هذا النظام الذي عفا عليه الزمن، استمر نظام الأوراق في مقاومة الزمن. وجدير بالذكر أن قياس تقييم الإنجاز الأكاديمي ـ عن طريق حساب الأوراق البحثية المنشورة منه في الدوريات العلمية التي يكثر الاستشهاد بها، مثل هذه الدورية ـ قد تطوَّر، حتى وصل إلى درجة الهوس. فعلى سبيل المثال.. نرى إعلان سان فرانسيسكو لعام 2012 بشأن تقييم الأبحاث، الذي أعلن كل مَن يعمل في المجال العلمي تقريبًا استهجانه له، بسبب اعتماده على بيانات الاستشهاد من الدوريات في التقييم، وهذا دليل على تجاوز مثل هذه البيانات للمجال العلمي وخروجها منه، لكن تحويل الأوراق البحثية إلى نُسَخ إلكترونية هو أمر حتمي على المدى الطويل، وحيث إنه يتم تبادل البيانات الضخمة، فيمكن تحديث نتائج الأبحاث باستمرار، ويتسنى للناس طلب التقدير الملائم لأعمالهم.

أما عن الدعامة الثانية التي يرتكز عليها العلم ـ وهي منحة الباحث الواحد المُراجَعة من قِبَل الخبراء ـ فيمكن أن تبقى قائمة لمدة أطول. فمنذ تطوير هذه المِنَح في منتصف القرن الماضي، تطوَّر انتشارها، وتم اعتبارها من أكثر الوسائل التي تم تجريبها واختبارها في مجال الدعم الجماهيري للعلم. وتكمن الصعوبة هنا في قلة صبر الجانب السياسي على ظهور النتائج الموعودة لتمويل هذه المنحة. فعلى سبيل المثال.. تم تثبيت الميزانية السنوية لمعاهد الصحة الوطنية الأمريكية ـ التي تُعَدّ أكبر ممول لمثل هذه المنح على مستوى العالم ـ منذ عقد مضى على مبلغ لا يكاد يتعدى 30 مليار دولار أمريكي. ونتيجة لذلك.. نجد أن معظم الذين يفهمون أسلوب عمل هذا النظام ويحصلون على التمويل هم الأشخاص الأكبر سنًّا، ومن ثم فالصعوبات التي يجابهها الأشخاص تحت سن 40 سنة من أجل وضع أقدامهم على سلم التمويل تزداد أكثر فأكثر. وإحدى تبعات ذلك.. كانت إصرار الكونجرس على "الجوائز"، وغيرها من الحيل المراوِغة؛ للالتفاف على مراجعة الخبراء للأبحاث.

وبالمثل.. تعاني المجالس البحثية البريطانية من ظروف سيئة، فوزير الدولة للأعمال الجديد، ساجد جافيد، الذي واجه ضغوطًا للتوفير في ميزانيته، وتقليصها بنسبة 25-40%، استدعى الشركة الاستشارية الأمريكية "ماك كينسي"، للنظر في كيفية عمل المجالس البحثية. فالكيانات الكبيرة ـ مثل المجلس البريطاني للبحوث الطبية ـ تتمتع بمكانة عالمية رفيعة تستحقها عن جدارة، ولكن عندما تبحث شركة "ماك كينسي" تحت هذا الغطاء اللامع، قد تكتشف أن النتائج ليست كما يريدها الساسة.

فما يريده الساسة هذه الأيام هو "الابتكار": وهو بمثابة هجين عجيب من العلم، والهندسة، والمال، والنوازع الإنسانية. وكما يعلم الجميع.. يزدهر "الابتكار" بصورة أكثر وضوحًا في أماكن معينة، مثل "وادي السليكون"، الذي يشتهر بالشركات العاملة في مجال التقنيات المتقدمة، ولكنْ هل سيعمل المبتكِرون هناك في ثقافة لا تشعر بالتقدير تجاه فكرة قضاء عدة سنوات في دراسة الدكتوراة، ثم تكبُّد معاناة الحفر في الصخر من أجل الحصول على درجة الأستاذية؟ إن التغير الذي هو في طريقه للحدوث على أسلوب حياة المبدعين أثناء أكثر سنواتهم إبداعًا لا يساير نظم التمويل التي كانت نُتهَج منذ عقد مضى، والتي تتبعها حتى اليوم المفوضية الأوروبية، وغيرها من جهات التمويل الكبرى.

المفوضية لديها مساحة **للمناورة**، كما أن لديها **رفاهية** التخطيط بعيد المدى.

ولا توجد طريقة سهلة لتغيير الهيكل التنظيمي لهذه الطرق في التمويل، فعلى سبيل المثال.. نجد أن الهيكل التقسيمي لـ"مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية" يَعرِف الجميعُ ـ حتى أكبر مسؤوليه ـ أنه هيكل لا يتناسب مع الاتجاه العالمي المعاصر، الذي يميل إلى تعدد التخصصات، ولكنهم غير قادرين على اقتراح التغيير، خشية أن يفسد الكونجرس الأمر. وبرغم ذلك.. فالمفوضية لديها مساحة للمناورة، كما أن لديها رفاهية التخطيط بعيد المدى. فالبرنامج الذي يبدأ كارلوس مواداش في إعداده الآن سيجري تشغيله من عام 2021 حتى 2027. وبحلول هذا الوقت، سيكون من المستحيل بالطبع التصدي للتغيرات التي يفرضها كلٌّ من الإنترنت، والعولمة. ومن ثَم، يجب أن تخطط المفوضية بما يتناسب مع ما سيكون عليه العالم في ذاك الوقت. ولذلك.. فالعمل على وضع تصوُّر ملائم لتطبيق برنامج "العلم 2.0" سيكون بداية جيدة، يمكن الانطلاق منها. ■

كولين ماسيلوين يكتب عن السياسة العلمية من إدنبرة، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: cfmworldview@googlemail.com

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/dOtCDI

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

أضـواء على الأبحـاث
مقتطفـات من الأدبيات العلميـة

علم المناعة

الملاريا تزيد خطر الإصابة بالسرطان

يُتْلِف طفيلي الملاريا الحمضَ النووي في خلايا الدم البيضاء للفأر، مما يزيد من فرص أن تصبح سرطانية. وهذا قد يفسر شيوع لمفومة "بركيت" ـ سرطان الخلايا البائية الناضجة ـ في المناطق التي تتوطن فيها الملاريا.

فقد أصاب دافيدي روبياني، وميشال نوسينزفيج وزملاؤهما ـ بجامعة روكفلر في نيويورك ـ الفئران بطفيل الملاريا (*Plasmodium chabaudi*). وتَسَبَّب هذا في تكاثر خلايا بائية معينة في الطحال بسرعة، تعبِّر عن مستويات عالية ومستدامة من إنزيم يُسمى AID، يكسر الحمض النووي.

لم تسبِّب الملاريا وحدها سرطانًا في الفئران. ومع ذلك.. عزَّزت الملاريا ـ في الحيوانات التي تفتقر إلى الجين *p53* الكابت للورم ـ نوعًا من لمفومة تتسم بإعادة ترتيب للكروموسومات، مماثِلة لتلك الموجودة في لمفومة بركيت في البشر.

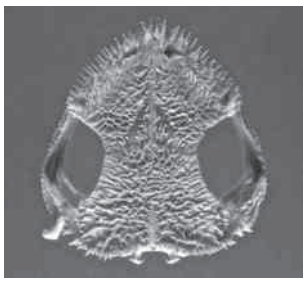
Cell **162, 727–737 (2015)**

علم الحيوان

ضفادع سامة تنطح العدو

يستخدم نوعان من الضفادع البرازيلية أشواكًا حادة بارزة حول أنوفها وأفواهها؛ لتنقل السموم في جلدها إلى الحيوانات المفترسة، وهذا أول دليل على وجود ضفدع يفرز سمه.

تنتج غالبية الضفادع السموم في الجلد، ولكن ليس لديها وسيلة لتمريرها عمدًا إلى الحيوانات المفترسة. وقد اكتشف إدموند برودي وزملاؤه ـ بجامعة ولاية يوتا في لوجان ـ طريقة نقل السموم هذه عندما كانوا يجمعون عيِّنات من نوعين من ضفدع الشجر (*Corythomantis greeningi*، و*Aparasphenodon brunoi*)، ويمسكون بها في أيديهم. لقد وخزت *C. greeningi* (**في الصورة** جمجمتها) برأسها الشوكي يد مهاجمها، وأطلقت السموم من غدد جلدها، مما سبَّب ألمًا شديدًا في الذراع لعدة ساعات. وعند اختباره على الفئران، أحدث سم نوعي الضفادع تورُّمًا، وكان قاتلًا عند التركيزات العالية. يقول الباحثون إنه من المحتمل وجود برمائيات سامة أكثر مما كان يُعتقد.



CARLOS JARED/BUTANTAN INST.

Curr. Biol. **http://doi.org/6n7 (2015)**

التقنية الحيوية

مواد أفيونيّة تُصنَّع في الخميرة

تستطيع سلالات معدَّلة وراثيًّا من خميرة المختبر تصنيع كميات صغيرة من المواد الأفيونية التي يتم استخدامها في أدوية تسكين الألم، مثل هيدروكودون.

تُعَدّ مَزارع الخشخاش حاليًّا المصدر الرئيس للمواد الأفيونية، ولكن الإنتاج غير مؤكد، بسبب الأحوال الجوية، والآفات، وعوامل أخرى. وقد أدخلت كريستينا سمولك وزملاؤها ـ بجامعة ستانفورد في ولاية كاليفورنيا ـ أكثر من 20 إنزيمًا في سلالة خميرة، بما في ذلك بعض نباتات الخشخاش. وبعد 120 ساعة من النمو باستخدام سكريات بسيطة، أنتجت الخميرة "ثيبان" thebaine ـ الذي يحوله صانعو الأدوية إلى الكودين، وغيره من العقاقير ـ وهيدروكودون.

يقول الباحثون إنه إذا أمكن زيادة الإنتاجية أكثر من 100 ألف مرة، يمكن لهذه الميكروبات توفير مصدر بديل للأفيون.

Science **http://doi.org/6s8 (2015)**

EVGENY DUBINCHUK/ALAMY

علم الجليد

الأنهار الجليدية الآسيوية تسجل تراجعًا سريعًا

فقدت سلسلة جبال تيان شان في آسيا الوسطى (في الصورة) أكثر من ربع كتلة أنهارها الجليدية في نصف القرن الماضي، وربما تفقد 50% إضافية بحلول عام 2050.

استخدم دانيال فارينوتي وزملاؤه ـ بمركز البحوث الألمانية للعلوم الجيولوجية GFZ في بوتسدام ـ بيانات أقمار صناعية، ونماذج حاسوبية لأنهار جليدية؛ لإعادة بناء التغيرات في كتلة الجبل الجليدي ومساحته على مدى الخمسين عامًا الماضية، مما يمدّ السجلات العقدية السابقة. وجد الباحثون أن كتلة الأنهار الجليدية انخفضت بنسبة تتجاوز 25% من عام 1961 إلى 2012 ـ أربعة أضعاف المتوسط العالمي ـ وتقلصت مساحة الأنهار الجليدية بنحو 3,000 كيلومتر مربع.

مع دفء المناخ، من المرجح أن تنخفض المياه الذائبة بالإقليم في الصيف، ما يعرض إمدادات المياه للخطر في قيرغيزستان، وكازاخستان، وأوزبكستان، وأجزاء من الصين، حيث تتزايد أعداد السكان، كما يقول الباحثون.

Nature Geosci. **http://dx.doi.org/10.1038/ngeo2513 (2015)**

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الأعصاب

منطقة الدماغ البصرية نشطة أثناء النوم

تنشط مناطق الدماغ المشارِكة في الوعي البصري خلال فترات معينة من النوم، وكأن الناس مستيقظون، ويرون صورًا.

راقب يوفال نير وزملاؤه ـ بجامعة تل أبيب، إسرائيل ـ نشاط الدماغ لدى أشخاص يعانون من الصرع، وتلقوا مسابير مزروعة، كجزء من علاجهم الجراحي. جمَع الباحثون بيانات من منطقة المخ المشارِكة في الوعي البصري عندما نام الأشخاص، أو شاهدوا صورًا مألوفة على شاشة حاسوب، أو رقدوا مستيقظين في غرفة مظلمة. وجد الباحثون أن أنماط نشاط الدماغ خلال نوم حركات العين السريعة (REM) كانت مشابهة لتلك التي حدثت أثناء مشاهدة الصور، ولكن ليس لأنماط الدماغ المسجلة عندما حرّك المشاركون عيونهم المفتوحة، بينما يرقدون في الظلام.

يقول الباحثون إن حركات العين أثناء نوم حركات العين السريعة يمكن أن تكون مرتبطة مباشرة بالأحلام، بدلًا من كونها مجرد مؤشر على دماغ مثار عمومًا.

Nature Commun. **6, 7884 (2015)**

علم اللقاحات

تفسير فعالية عقار فيروس الإيبولا

يبدو أن لقاح فيروس الإيبولا الذي أثبت فعاليته في تجربة على أكثر من 4,000 شخص في غينيا، يعمل عن طريق إثارة جانب من الجهاز المناعي سريعًا؛ لكبح الفيروس، بينما يزيد الجسم من إنتاج أجسام مضادة، وفقًا لدراسة على قردة.

اختبر هاينز فيلدمان وزملاؤه ـ بالمعهد الوطني للحساسية والأمراض المعدية في هاميلتون، مونتانا ـ اللقاح VSV–EBOV، الذي طُوِّر لمحاربة تفشي سلالة فيروس الإيبولا بغرب أفريقيا في 2014. قام الباحثون بتحصين 15 من قردة مكاك الريسوس (*Macaca mulatta*)، ثم أصابوها بالفيروس. نجت الحيوانات المطعَّمة كافة، إلا واحدًا، بينما نفقت الحيوانات غير المحصنة جميعها بعد أسبوع تقريبًا من الإصابة.

أظهر تحليل دم الحيوانات الناجية أن اللقاح استثار جهاز المناعة الفطري؛ للسيطرة على تكاثر الفيروس خلال الأيام الأول من الإصابة، وإعطاء بقية جهاز المناعة مهلة؛ لإنتاج أجسام مضادة خاصة بالإيبولا.

Science **http://doi.org/6p9 (2015)**

الأيض

هرمون التمرين ليس خرافة

عثر باحثون على هرمون يرتبط بالآثار المفيدة للتمرين في دم البشر الذين يمارسون الرياضة. وفي هذه المرة بفضل وسائل أقوى من تلك المستخدَمة في دراسات سابقة.

فقد أفاد بروس سبيجلمان، وستيفن جيجي وزملاؤهما ـ بكلية طب هارفارد في بوسطن، ماساتشوستس ـ في عام 2012 أن التمرين رفع مستويات هرمون "أيريسين" في دم الفئران والبشر، لكنّ باحثين آخرين وصفوا نتائج البحث بالخرافة، قائلين إن الجين البشري لهرمون "أيريسين" irisin لا يستطيع إنتاج بروتين، وإن الاختبارات المستخدَمة للكشف عن الهرمون كانت معيبة. وقد كرر الفريق الآن التجربة باستخدام تقنية مطياف الكتلة الترادفي الأكثر دقة، التي أكدت النتائج الأصلية.

يقول الباحثون إن هذه التقنية مكلفة وبطيئة، ولكن يمكن استخدامها للتحقق من صحة اختبارات إنتاجية أعلى لهرمون "أيريسين" لدى وضعها.

Cell Metab. **http://doi.org/6s9 (2015)**

بيولوجيا الخلية

مواد كيميائية تبدِّل هوية الخلايا

حَوَّلَت مجموعتان مستقلّتان من الباحثين في الصين خلايا جلد بالغة مباشرة إلى خلايا عصبية، باستخدام مواد كيميائية ذات جزيئات صغيرة فحسب.

تتطلب إعادة برمجة خلايا بالغة إلى خلايا جذعية، أو إلى أنواع أخرى من الخلايا المتخصصة مباشرة عوامل النسخ، التي تعدل الخلايا وراثيًّا. ولتجنُّب العبث بجينات الخلايا، استخدم جانج بي، وجيان تشاو وزملاؤهما ـ بمعاهد شانجهاي للعلوم البيولوجية ـ خلايا ليفية، أو خلايا جلد، سواء من بالغين أصحاء، أم مصابين بمرض الألزهايمر، وزرعوها مع مزيج من جزيئات صغيرة؛ لإنتاج خلايا عصبية.

واستخدم هونجكوي دنج وزملاؤه ـ بجامعة بكين، بكين ـ مجموعة مختلفة من مواد كيميائية؛ لتحويل خلايا فأر ليفية إلى خلايا عصبية. أنتج كلا الفريقين خلايا عصبية، أرسلت إشارات، وأقامت وصلات وظيفية، تمامًا مثل الخلايا العصبية التي نشأت من خلايا ليفية باستخدام عوامل نسخ.

تعدل المواد الكيميائية مسارات الإشارات الجزيئية الرئيسة؛ لتغير هوية خلية بالغة. يقول الباحثون إن هذا النهج قد يجعل إعادة برمجة الخلايا أسهل؛ من أجل الاستخدام الإكلينيكي.

Cell Stem Cell **http://doi.org/6p4;** ***Cell Stem Cell*** **http://doi.org/6p5 (2015)**

تغير المناخ

مَزارع لحوم البقر تؤدي إلى الاحترار

قد لا تكون أساليب إنتاج لحوم الأبقار الأكثر ملاءمة للمناخ كافية للحدّ من الآثار البيئية المترتبة على تربية الماشية.

فقد قام ريمون بيرهمبرت ـ من جامعة أكسفورد، المملكة المتحدة ـ وجدعون إشيل ـ من كلية بارد في أناندیل-أون-هدسون في نيويورك ـ بنمذجة حاسوبية لآثار الاحترار من خمس طرق مختلفة لإنتاج لحوم البقر، بما في ذلك نظم التسمين المكثفة (**في الصورة**)، وأساليب تعتمد على المراعي. استند تحليلهما على الكميات المعلومة من غازات الاحتباس الحراري الصادرة من كل أسلوب.

وجد الباحثان أن أشكالًا معينة من إنتاج لحوم الأبقار بالمراعي لها بصمة أصغر على المناخ من نظم التسمين. ومع ذلك.. ولأن سكان العالم في نمو مستمر، وشهيتهم للحوم البقر آخذة في النمو كذلك، لا تزال بصمة هذه الأساليب كبيرة بالقدر الكافي، حتى إن أكثر النظم كفاءة لن يساعد ـ على الأرجح ـ على بقاء احترار المناخ أقل من 2 درجة مئوية.

Environ. Res. Lett. **10, 085002 (2015)**

MARK NEWMAN/FLPA/IMAGEBROKER/REX

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءةً على مواقع التواصل الاجتماعي

الأخلاقيات الحيوية تتعرض لانتقاد

تقدِّم أحدث التقنيات الطبية الحيوية ـ من خلايا جذعية جنينية إلى تحرير الجينات البشرية ـ إمكانيات هائلة لعلاج المرض، كما أنها تثير تساؤلات أخلاقية صعبة، قد تؤدي في نهاية المطاف إلى وضع مبادئ توجيهية عن كيفية الحول دون سوء استخدامها. يقول عالم النفس في جامعة هارفارد – ستيفن بينكر – في مقال رأي في صحيفة "بوسطن جلوب" إن الرقابة الأخلاقية الشاملة هذه تؤخر الابتكار، وينبغي "ألا تمثل عائقًا" (go.nature.com/93t5ti). أثارت المقالة مناقشات كثيرة في وسائل الاعلام الاجتماعية بين علماء أخلاقيات حيوية وباحثين. اختلف كثيرون مع بينكر، بما في ذلك دانيال سوكول ـ عالِم الأخلاقيات الحيوية، والمحامي المقيم في لندن ـ الذي كتب في تدوينة أنه ينبغي على علماء الأخلاقيات "اعتراض طريق الأبحاث" أحيانًا (انظر: go.nature.com/zmluki). وأضاف سوكول أن بحوث تخفيف المعاناة الإنسانية مهمة، لكن "المحاولات المضلِّلة التي تهدف إلى المساعدة قد أدت إلى أضرار لا حصر لها، ولا زالت تسبب أضرارًا".

NATURE.COM
للاطلاع على المزيد من الأبحاث المُتداولة.. انظر:
www.nature.com/b6jxzu

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

الكيمياء

محفِّز أفضل.. لتحويل الكربون

يمكن أن يسرِّع مركَّبٌ بلوري ومسامي تحويل ثاني أكسيد الكربون إلى أول أكسيد الكربون في الماء. فقد استخدم عمر ياجي، وكريستوفر تشانج وزملاؤهما ـ بجامعة كاليفورنيا في بيركلي ـ هياكل تدعى أُطُرًا عضوية تساهمية (COFs)؛ وهي ترتيبات تشبه شبكة من كربون، ونيتروجين، وعناصر خفيفة أخرى؛ لتحويل ثاني أكسيد الكربون إلى أول أكسيد الكربون. أسفرت الأطر العضوية التساهمية ـ التي تحتوي على الكوبالت ـ عن نشاط تحويل أعلى 60 مرة من مركّب كوبالت جزيئي، لا يحتوي على أطر عضوية تساهمية.

يُعَدّ تحويل ثاني أكسيد الكربون كيميائيًّا إلى منتج كربوني مفيد هدفًا للطاقة النظيفة. ويقول الباحثون إنه يمكن ضبط المحفِّزات التي أُنتجت باستخدام أطر عضوية تساهمية؛ لتعزيز تفاعلات أخرى أيضًا.

Science **http://doi.org/6zr (2015)**

سلوك الحيوان

خلايا لاسعة لقناديل البحر.. لإخصاب ناجح

هناك من قناديل البحر الصندوقية ما يبدي سلوكيات تَزاوُج مدروسة، بل ويستخدم خلاياها اللاسعة السامة؛ لضمان إخصاب ناجح. تتكاثر أنواع عديدة من قناديل البحر باستخدام الإخصاب الخارجي، ولكن قد يحدث الإخصاب داخليًّا في عدد قليل من قناديل البحر الصندوقية. وفي أحد الأنواع (*Copula sivickisi*؛ **في الصورة**)، ينقل الذكر حزمة حيوانات منوية إلى معدة الأنثى؛ لإخصاب البيض، بعد أن تُشابِك الحيوانات لوامسها. تضع الإناث بعد ذلك جدائل من الأجِنّة.

درس أندرس جارم وزملاؤه ـ بجامعة كوبنهاجن ـ الأعضاء الجنسية لقنديل البحر تحت المجهر، وعيَّنوا أماكن الخلايا اللاسعة في حزمة الحيوانات المنوية والغدة التناسلية في الإناث. ارتبطت حزمة الحيوانات المنوية بالغدة التناسلية للأنثى، وهضمت خلايا الحيوانات المنوية جزئيًّا، مما حرر أنويَتها التي يتلقاها العضو التناسلي للأنثى. ومن المرجح أن الخلايا اللاسعة تساعد على ارتباط حزمة الحيوانات المنوية، وحماية الأجنة بمجرد وضعها.

J. Morphol. **276, 1055–1064 (2015)**

ANDERS LYDIK GARM/*J. MORPHOL.*

الفيزياء الفلكية

تضييق البحث عن الطاقة المظلمة

ضيَّقت مجموعتان من الباحثين حدود بحوث المادة المظلمة بعيدة المنال، والطاقة المظلمة.. تلك القوة الغامضة التي تسرع تَمدُّد الكون.

وقد أشار فيزيائيون إلى أن مصدر الطاقة المظلمة ربما يكون مجال "الحرباء"، وهي قوة يظهر تأثيرها في كثافة الفضاء المنخفضة، لكنها لن تكون محسوسة في بيئة المختبر الكثيفة نسبيًّا. وقد استخدم هولجر مولر وزملاؤه ـ بجامعة كاليفورنيا في بيركلي ـ شعاع ليزر؛ لقياس القوى بين ذرات السيزيوم وكرة من الألومنيوم في فراغ عال للغاية، في نظام مصمَّم لمحاكاة الفضاء الخارجي. لم يجد الباحثون دليلًا على قوى جديدة، واستبعدوا العديد من مجالات الحرباء، التي من شأنها أن تفسر تسارُع الكون.

لم تجد مجموعة ثانية من الباحثين ـ تعمل على تجربة "زينون 100" في مختبر جران ساسو الوطني، إيطاليا ـ أي دليل على مادة مظلمة تتفاعل مع ذرات داخل خزان المختبر من الزينون السائل تحت الأرض. تستبعد نتائج الباحثين ثلاثة أنواع من المادة المظلمة كمصدر لإشارة شُوهدت سابقًا في تجربة أخرى في المختبر نفسه.

Science **349, 849–851; 851–854 (2015)**

علوم الغلاف الجوي

ذروة مستويات CO_2 في الغلاف الجوي

يتزايد تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي العلوي للأرض بأكثر من ضعف متوسط المعدل المرصود على السطح. فقد حلَّلت جيا يو وزملاؤها ـ بجامعة هامبتون في ولاية فيرجينيا ـ قياسات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي عند ارتفاعات وخطوط عرض مختلفة بين عامي 2002، و2014، باستخدام مقياس أشعة تحت حمراء، محمول على قمر صناعي. وجد الباحثون أن مستويات ثاني أكسيد الكربون زادت بمعدل، ذروته 12% في العقد الواحد على

CHRIS FURLONG/GETTY

مصايد السمك

إيجاد حدّ لصيد السمك من أعماق البحار

إن الأثر البيئي السلبي لصيد السمك بشِباك الجر عند أعماق تتجاوز 600 متر يفوق الفوائد التجارية. يتأثر السمك في أعماق البحار بشكل خاص بالصيد الجائر؛ لأن أعداده تنمو ببطء. وقد أدى هذا إلى دعوات لتحديد أقصى عمق لاستخدام شِباك الجر، ولكن طبيعة هذا الحد لم تكن واضحة. ومن خلال دراسة أنواع من مسوح علمية لشمال شرق المحيط الأطلسي خلال 35 عامًا، وجدت جو كلارك وزملاؤها ـ بجامعة جلاسجو، المملكة المتحدة ـ أن نسبة السمك الذي يتم صيده من دون قيمة تجارية ازدادت بشكل ملحوظ تحت عمق 600 متر.

وعلى الرغم من أن هذا الدليل يدعم أن يكون حد العمق 600 متر في شمال شرق الأطلسي، فإن علاقته بمناطق الصيد الأخرى لم تخضع لاختبار.

Curr. Biol. **http://doi.org/66n (2015)**

لمعرفة المزيد عن هذا الخبر، انظر:
go.nature.com/yjedl3

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

ارتفاع 110 كيلومترات، مع زيادات أكثر وضوحًا في نصف الكرة الأرضية الشمالي عنها في النصف الجنوبي. ويبلغ معدل زيادة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي تحت ارتفاع 80 كيلومترًا حوالي 5% فقط في العقد.

يشير تراكم ثاني أكسيد الكربون السريع في الغلاف الجوي العلوي ـ الذي فشلت النماذج المناخية في إعادة إنتاجه ـ إلى زيادة الخلط الرأسي. ويشير الباحثون إلى أنه من المرجح ألا يؤثر هذا على ظاهرة الاحتباس الحراري على سطح الأرض، لكنه ـ في نهاية المطاف ـ قد يغير كثافة الغلاف الجوي العلوي، ويغير كذلك ارتفاع الأقمار الصناعية في مداراتها.

Geophys. Res. Lett. **http://doi.org/6x5 (2015)**

الفيزياء التطبيقية

مُقوِّي ضوء منخفض القدرة

يمكن لجهاز يحتوي على شبه موصِّل أن يضخم إشارة صغيرة من فوتونات واردة باستخدام كمية أقل بكثير من الطاقة، وإنتاج ضوضاء أقل بكثير من الطرق الحالية.

في السابق، كان تحويل إشارة من فوتونات إلى إشارة كهربائية يمكن استخدامها يتطلب استخدام جهازين يُداران بفولت عال نسبيًّا؛ جهاز منهما لتحويل الفوتون إلى إشارة كهربائية، والآخر لتضخيمها. لقد استغل يو-هوا لو وزملاؤه ـ بجامعة كاليفورنيا، سان دييجو ـ آلية تضخيم مختلفة؛ لتوحيد العملية في جهاز واحد. وعن طريق تصميم وصلة خاصة بين طبقات من السيليكون، ونوعين مختلفين من الشوائب، ضخَّم الباحثون الإشارات الضوئية بعامل يتجاوز 4,000، وأنتجوا ضوضاء أقل 30 مرة من الطرق التقليدية في الإشارة الصادرة من الجهاز.

Appl. Phys. Lett. 107, **053505 (2015)**

JACK LESTER

علم البيئة

عدو المرجان يصير صديقًا

غالبًا ما تمنع الطحالب البحرية نمو المرجان، لكنها قد تكون بمثابة عون عندما يواجه نجمة البحر آكِلة المرجان.

يمكن أن تحدّ الطحالب البحرية من نمو المرجان؛ بحَجْبه عن أشعة الشمس، وعن طريق إطلاق مواد كيميائية سامة. فقد أحاط كودي كليمنتس، ومارك هاي ـ من معهد جورجيا للتكنولوجيا في أطلنطا ـ فروع نوع من المرجان (*Montipora hispida*) قرب فيجي بأعداد متفاوتة من أوراق طحلب بُنِّي شائع (*Sargassum polycystum*). وبعد 4 أشهر، وجد الباحثان أن معدَّل نمو فروع المرجان التي لا تعوقها الطحالب كان 2.7 ضعف المرجان المحاط بثماني أوراق (أعلى رقم جَرَى اختباره).

مع ذلك.. نادرًا ما تعرضت فروع المرجان التي تحيط بها أربع ورقات أو أكثر من الطحالب البحرية للهجوم من قِبَل نجمة البحر (تاج الشوك *Acanthaster planci*)، التي التَهَمَت كل المرجان المكشوف.

Proc. R. Soc. B 282, **20150714 (2015)**

الخلايا الجذعية

كيف تميِّز الخلايا الجذعية الإشارات

تنشط الخلايا الجذعية للفأر برنامجًا تطويريًّا عصبيًّا عندما يدوم نشاط جين معين لمدة محددة من الزمن.

تغمر الخلايا إشارات عديدة من إشارات التعبير الجيني. ولمعرفة كيف تنتقي الخلايا تلك الإشارات المهمة من ضوضاء الخلفية، قام مات طومسون وزملاؤه ـ بجامعة كاليفورنيا في سان فرانسيسكو ـ بتعديل خلايا جذعية جنينية لفأر ورائيًّا، بحيث ينشط الجين *Brn2* عند تعرضه للضوء. وعندما بلغ نشاط هذا الجين مدة ومستوى محددين، بدأت الخلايا الجذعية في التخصص بسرعة داخل سلائف الخلايا العصبية.

وأظهرت نماذج رياضية أن ثمة شبكة من ردود الفعل الإيجابية في دوائر *Brn2* تساعد على ضمان أن تتسامى إشارته فوق الضوضاء.

Cell Systems 1, **117–129 (2015)**

علم الأرصاد الجوية

العواصف الساحلية الكبيرة القادمة

ربما تضرب أعاصيرُ مدارية ثلاث مدن ساحلية كبرى في قارات مختلفة خلال القرن المقبل، بسبب تغيُّر المناخ.

اختبرت نينج لين ـ من جامعة برينستون في نيو جيرسي ـ وكيري إيمانويل ـ من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج ـ نماذج حاسوبية إحصائية لكيفية تشكُّل العواصف بالقرب من المدن التالية: دبي، وكيرنز في أستراليا، وتامبا في فلوريدا، وكلها عرضة لارتفاع مستوى البحر. ومع تغيُّر المناخ، يمكن أن يصل عُرام العواصف إلى ارتفاع 6 أمتار في دبي خلال الـ100 سنة المقبلة، في المدينة التي لم تشهد أبدًا أعاصير مدارية. وسوف يكون عرام العواصف أدنى قليلًا في كيرنز وتامبا، لكنه لا يزال أكبر من المستويات التي شهدتها تلك المدن من قبل.

يقدِّر الباحثون أنه بحلول نهاية القرن، قد يزيد احتمال هبوب مثل هذه العواصف القوية سنويًّا في تامبا من حوالي 1 في 10,000 حاليًّا إلى ما بين 1 في 2,500، و1 في 700.

Nature Clim. Change **http://dx.doi.org/10.1038/nclimate2777 (2015)**

علم البيئة

قردة تتدبر معيشتها في موائل متدهورة

يستطيع الشمبانزي المهدَّد بالانقراض التكيف مع بيئات طبيعية تدهورت من جرّاء الأنشطة البشرية. كان يُعتقد أن الشمبانزي الشرقي (*Pan troglodytes schweinfurthii*) يوجد بأعداد قليلة في منطقة أوغندا، حيث جرت تجزئة الغابات بالمزارع والقرى (**في الصورة**). وقد جمعت مورين مكارثي، وليندا فيجيلانت وزملاؤهما ـ بمعهد "ماكس بلانك للأنثروبولوجيا التطورية" في لايبتسيش، ألمانيا ـ وحللوا وراثيًّا مئات من فضلات الشمبانزي من موئل مجزأ، مساحته 630 كيلومترًا مربعًا تقريبًا. يقدِّر الباحثون أن حوالي 260 قردًا من قرود الشمبانزي تعيش في 9 مجتمعات على حوالي 1,200 كيلومتر مربع، مما يبدو أنه موئل ثانوي في أحسن الأحوال، أي أكثر من 3 أضعاف أعداد الشمبانزي التي تعيش في هذا الموئل، وفق تقديرات سابقة.

يرى الباحثون أن هذه القردة وغيرها من الأنواع النادرة ربما تكون أكثر قدرة على التكيف ـ على الأقل في المدى القصير ـ مما كان يُعتقد.

BMC Ecol. **http://doi.org/66q (2015)**

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك متابعة التحديث الأسبوعي للأبحاث من خلال التسجيل على:
go.nature.com/hntmqc

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءةً على مواقع التواصل الاجتماعي

قاعدة تغريدات حية تضايق علماء بيئة

أنْ نغرِّد، أو لا نغرد.. تلك هي المسألة التي ناقشها عديد من علماء البيئة في الاجتماع السنوي لجمعية البيئة الأمريكية (ESA) في وقت سابق من أغسطس الماضي في بالتيمور بولاية ميريلاند. في العام الماضي، أرسل حاضِرو اللقاءات التغريدات بِحُرِّية خلال عروض الباحثين، لكنهم تلقوا هذا العام تغريدة مفاجِئة ومربكة من "جمعية البيئة الأمريكية" عشية المؤتمر، تقول: "يا مرسلي التغريدات، اسألوا المقدِّم قبل إرسال تغريدات حية في الجلسات. يا مقدمي العروض، أَعْلِموا الحضور بذلك". أغضب هذا الطلب الكثيرين، وقال تيري ويلر ـ عالِم الحشرات في جامعة ماكجيل في كندا ـ في تدوينة إن جمعية البيئة الأمريكية "تراجعت خطوة إلى الوراء" في سياستها العلنية بشأن وسائل الإعلام الاجتماعية في السنوات الماضية (go.nature.com/9knarg)، لكن ليزا ليستر ـ مسؤولة الاتصال في جمعية البيئة الأمريكية ـ قالت إن الجمعية تدعم إرسال التغريدات في المؤتمرات، ولا تعتزم تغيير موقفها. وأضافت ليزا قائلة: "لقد كان سوء تفاهم".

NATURE.COM
للاطلاع على المزيد من الأبحاث المُتَداوَلة.. انظر:
www.nature.com/tiq84i

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

ثلاثون يومًا موجز الأخبار

أبحاث

مشكلات النفايات

ذكرت دراسة مموَّلة من الاتحاد الأوروبي، وصدرت في الثلاثين من أغسطس الماضي، أن 35% فقط من نفايات أوروبا الكهربائية والإلكترونية ـ البالغ وزنها 9,5 مليون طن ـ يتم التخلص منها بشكل قانوني، أما النسبة المتبقية ـ وهي 65% ـ فإما يتم تصديرها، أو يُعاد تدويرها تحت ظروف غير خاضعة للأحكام، أو يتم الاحتفاظ بالمكونات القَيِّمة داخل النفايات، أو تُلْقَى مع القمامة العادية. تحتوي النفايات الإلكترونية على معادن سامة، مثل الزئبق، والكادميوم، والكروم، كما أنها قد تحتوي على خامات قَيِّمة يمكن أن يعاد استخدامها، مثل الذهب، والفضة، والبالاديوم، ومعادن أرضية نادرة. يقدِّم التقرير توصيات مفصلة، تركِّز بشكل خاص على توعية المستهلكين.

وفيات التلوث

جاء في دراسة أجرتها مجموعة "بيركلي إيرث" في كاليفورنيا ـ وهي منظمة غير هادفة إلى الربح، ومعنية بعلوم المناخ ـ أن تلوث الهواء في الصين مسؤول عن نحو 17% من أعداد الوفيات سنويًّا في البلاد (انظر: go.nature.com/svbild). أجرى التقرير تحليلًا للبيانات المجمَّعة على مدار 4 أشهر من أكثر من 1,500 موقع لرصد التلوث في شتى أنحاء الصين. ووجد التقرير أنه في المتوسط يتنفس 38% من السكان هواء غير صحي، وفقًا لمعايير وكالة حماية البيئة الأمريكية. والتقدير بأن تلوث الهواء يقتل 1,6 مليون شخص في الصين سنويًّا يزيد عن التقديرات السابقة بأربعمائة ألف شخص.

سياسات

قيود على الميثان

اقترحت وكالة "حماية البيئة الأمريكية" في الثامن عشر من أغسطس الماضي عدة قوانين؛ لخفض انبعاثات الميثان والمركبات العضوية المتطايرة الموجودة في الضباب الدخاني الناتج عن صناعة النفط والغاز. ستكون هذه القوانين هي الأولى من نوعها؛ للحَدّ من انبعاثات الميثان بطريقة مباشرة، وستضيف إلى قانون أُقِرّ في عام 2012، سعى إلى الحدّ من المركبات العضوية المتطايرة الناتجة عن التكسير الهيدروليكي أثناء استخراج الغاز الطبيعي. قد ينجح المزج بين القانونين معًا في خفض انبعاثات الميثان من قطاع النفط والغاز بنسبة تصل إلى 30% بحلول عام 2025، بالمقارنة بمستويات عام 2012. وهذه القوانين هي جزء من جهد أكبر يبذله البيت الأبيض؛ لخفض انبعاثات البلاد من الميثان بنسبة 40-45% بحلول عام 2025. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/o6uzlj.

إدانة لجمعية (APA)

أصدرت جمعية علم النفس الأمريكية (APA) قرارًا بمنع العلماء النفسيين من المشاركة في الاستجوابات العسكرية، استجابةً لتقرير يدين الجمعية، ويتهمها بالتورط في المشاركة في تعذيب المحتجَزين لدى الجيش الأمريكي، ووكالات الاستخبارات. وخلال الاجتماع السنوي للمنظمة ـ الذي انعقد في مدينة تورونتو في السابع من أغسطس الماضي ـ صوَّت مجلس نواب المنظمة لصالح الإجراء بأغلبية 156 صوتًا مقابل صوت واحد، مع امتناع 7 أعضاء عن التصويت. ويُذكر أنه بعد صدور التقرير، أَقْدَمَ عدد من المسؤولين الكبار بجمعية علم النفس الأمريكية على التخلي عن مناصبهم بالجمعية. من جانبها، تتعهد الجمعية بتشكيل لجنة لمراجعة التوجيهات الأخلاقية.

من أجل بيئة نظيفة

أعلنت اسكتلندا عن نِيّتها اختيار عدم المشاركة في زراعة المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا، التي أقرَّها الاتحاد الأوروبي لأسباب غير علمية، لتكون أول دولة تُقْدِم على ذلك بموجب قوانين الاتحاد الأوروبي الجديدة. قال ريتشارد لوكهيد ـ وزير الشؤون الريفية ـ في الثامن من أغسطس الماضي إن اسكتلندا رغبت في حماية وضعها كدولة "نظيفة صديقة للبيئة". وقد تم طرح القوانين في شهر إبريل الماضي؛ لحل الأزمة السياسية التي نشأت بسبب قيام الدول الأعضاء، المنقسمة حول مبدأ المحاصيل المعدلة وراثيًّا، بعرقلة الموافقة على المحاصيل التي ثبت أنها آمنة. هذا.. وتوجد مهلة أمام الدول الأعضاء، حتى الثالث من أكتوبر، لاختيار عدم المشاركة في أصناف الزراعة التي تدرسها حاليًّا المفوضية الأوروبية.

تمويل

حزمة إنقاذ لليونان

سمحت الحكومة اليونانية للباحثين بالتقدم بطلبات للحصول على مِنَح بحثية لأول مرة منذ عدة أعوام، بعد الموافقة على حزمة المساعدات الثالثة لليونان خلال خمسة أعوام؛ لإنقاذ الوضع المالي للبلاد في الرابع عشر من أغسطس الماضي. وتحتوي حزمة الإنقاذ ـ التي يتوجب تصديق برلمانات دول منطقة اليورو عليها أولًا ـ على نصيبين من الأموال، مخصَّصَيْن للأبحاث، يقدَّران بمبلغ 59 مليون يورو (66 مليون دولار أمريكي) للعروض التي تم تجميدها سابقًا أثناء الأزمة، و53 مليون يورو من أجل العروض الجديدة والمشروعات الدولية. إنّ أزمة الديون

PETER WARD

ظهور مخلوق بحري لَزِج مرة أخرى

عُثر على نوع نادر من الحيوانات البحرية المعروفة باسم نوتيلوس (*Allonautilus scrobiculatus*) بالقرب من بابوا غينيا الجديدة، وكان قد شُوهد آخر مرة منذ ثلاثين عامًا. وهو نوع من رأسيات القدم، ويرتبط من بعيد بفصيلة الحَبّار والأخطبوط، وكان أول مَن اكتشفه بيتر وارد ـ من جامعة واشنطن بسياتل ـ وبروس سوندرز ـ من كلية برين ماور ببنسلفانيا ـ في الثمانينات. وفي الخامس والعشرين من أغسطس الماضي، أعلنت جامعة واشنطن أن بيتر وارد رأى الحيوان مرة أخرى بصَدَفَته المميزة "اللزجة" التي تغطيه (في الصورة) أثناء زيارته لبابوا غينيا الجديدة في يوليو الماضي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

التي تعانيها اليونان جعلت الباحثين يعتمدون على المِنَح الدولية، حتى إنّ بعضهم اضطر لطلب إمدادات أساسية من مساهمين خارجيين. ومن المأمول أن يساعد التمويل في علاج مشكلة هجرة العلماء من اليونان.

أعمال

أقراص بطابعة ثلاثية

وافقت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) على أول دواء مطبوع بطابعة ثلاثية الأبعاد في الثالث من أغسطس الماضي، وهو دواء لعلاج الصرع، اسمه "ليفيتيراسيتام". والدواء المطبوع ـ الذي تصنعه شركة "أبريسيا فارماسوتيكالز" في لانجورن بولاية بنسلفانيا ـ هو بمثابة أقراص مسامية تذوب في الفم؛ لتسهيل بلعها. تتوقع الشركة أن يصل الدواء إلى الأسواق في بداية عام 2016، وتنوي الشركة إنتاج المزيد من العلاجات المطبوعة بالطابعات ثلاثية الأبعاد؛ لعلاج اضطرابات الجهاز العصبي المركزي.

LUCAS MARIE/AP

منشآت

مختبر ياباني متقدّم

مهَّدت اليابان الطريق لأول مختبر لها يتعامل مع أخطر الميكروبات المُمْرِضة، مثل فيروس الإيبولا، في منشأة تقع على بعد حوالي 30 كيلومترًا غربي طوكيو. أنشأ المعهد الوطني للأمراض المعدية في الأصل هذا المختبر في موساشيموريا في عام 1981؛ ليعمل في أعلى مستويات الأمان البيولوجي، وهو المستوى الرابع BSL-4، إلا أن معارضة السكان المحليين أجبرت المختبر على أن يعمل في المستوى الثالث للأمان الحيوي. وفي الثالث من أغسطس الماضي، توصَّل وزير الصحة في البلاد إلى اتفاق مع عمدة موساشيموريا، يسمح للمختبر ببدء العمليات ذات المستوى الرابع للأمان الحيوي.

SARA KRULWICH/*NY TIMES*/REDUX/EYEVINE

أحداث

اكتشاف بقايا حطام

قال مُدَّع عام فرنسي في الخامس من أغسطس الماضي إن الجزء الذي عُثر عليه من جناح طائرة على جزيرة بالمحيط الهندي ـ في التاسع والعشرين من يوليو الماضي ـ ربما يخص الطائرة (إم إتش 370) المفقودة، التابعة لشركة الخطوط الجوية الماليزية. جاء التصريح، بعد أن فحص المحققون قِطَع الحطام (**في الصورة**) في مدينة تولوز في فرنسا، ووجدوا أنها تخص طائرة من طراز (بوينج 777)، وهو طراز الطائرة المفقودة نفسه. وفي تصريح أقوى، أعلن رئيس الوزراء الماليزي، نجيب عبد الرزاق، أن الجزء الذي عثر عليه يخص الطائرة (إم إتش 370) بشكل قاطع.

استنكرت عائلات الركاب الذين كانوا على متن الطائرة التصريحات المتباينة، وأثارت غضبهم، وعدم تصديقهم.

نهضة علمية إيرانية

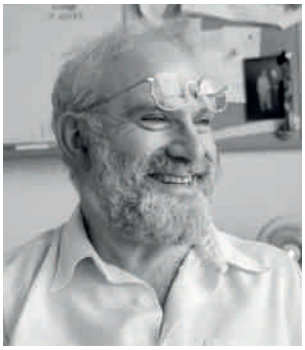
قال وزير العلوم في الحكومة الإيرانية، محمد فرهادي ـ في السابع والعشرين من أغسطس الماضي ـ إن إيران تخطط لزيادة التعاون الدولي في العلوم، بمجرد رفع العقوبات المفروضة عليها. وفي حديث له مع وكالة أنباء الجمهورية الإسلامية التابعة للدولة الإيرانية، قال فرهادي إنه جارٍ اتخاذ الاستعدادات اللازمة لزيادة تعاون الدولة مع جامعات أجنبية، وتشمل تطوير برامج التبادل الأكاديمي، وزيارة وفد من جامعة نمساوية. يُذكَر أن العقوبات المفروضة على إيران أعاقت حركة العلماء من إيران، وإليها، بالإضافة إلى إعاقة مشاركة إيران في المشروعات الدولية، إلا أن هذا كله سينتهي فور تطبيق الاتفاق النووي، الذي تم التوصل إليه في الرابع عشر من يوليو الماضي.

حول تغيُّر المناخ

وَجَّهَ قادةُ العالم الإسلامي نداء للمسلمين على مستوى العالم، البالغ عددهم 1,6 مليار مسلم، قائلين إن مواجهة التغير المناخي واجب ديني. كما دعا الإعلان ـ الذي أُطلق في الثامن عشر من أغسطس الماضي، خلال المؤتمر الإسلامي الدولي حول تغيُّر المناخ، الذي انعقد في اسطنبول في تركيا ـ إلى تفعيل دور المساجد والمدارس الإسلامية في التوعية بقضية المناخ، كما طالب المؤتمرُ الدولَ الغنية المنتجة للنفط بأنْ تبادِر بخفض الانبعاثات. كان الإعلان مصحوبًا برسائل تضامنية من خلفيات دينية أخرى. أبدى بعض المراقبين تفاؤلًا حَذِرًا بشأن تأثير الإعلان على سلوك الأفراد، ولكنهم غير واثقين من قدرته على التأثير على سياسات الحكومات.

عودة متلازمة MERS

تواجه المملكة العربية السعودية تفشيًا كبيرًا لوباء متلازمة الشرق الأوسط التنفسية (MERS)، في الوقت الذي يستعد فيه نحو 1,3 مليون مسلم للسفر للبلاد لأداء مناسك الحج. فمنذ الرابع والعشرين من أغسطس الماضي، تلقَّى 62 مريضًا علاجًا لمتلازمة الشرق الأوسط التنفسية، وتوفي نحو 25 مريضًا منذ بداية الشهر. حصد فيروس كورونا ـ المسبِّب للمرض ـ أرواح 492 شخصًا منذ دخوله البلاد في عام 2012. ويفكر المسؤولون السعوديون في منع ذبح الجمال كأضاحٍ خلال الحج، بسبب وجود شكوك في أن الحيوانات تنقل الفيروس إلى الإنسان.



شخصيات

وفاة أوليفر ساكْس

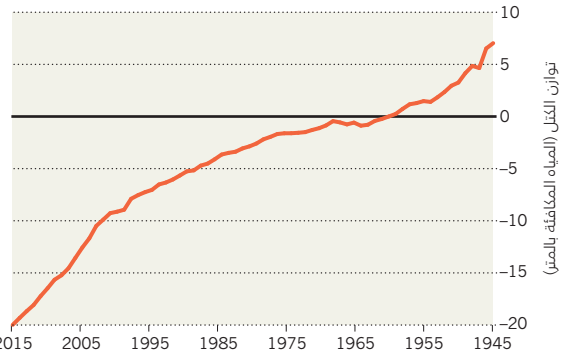
توفي عالم الأعصاب والمؤلف أوليفر ساكْس (**في الصورة**) في منزله في مانهاتن في الثلاثين من أغسطس الماضي عن عمر يناهز 82 عامًا. عمل ساكس في عدة عيادات في نيويورك، ودارت أغلبية كتاباته حول الحالات اللافتة للنظر، التي تَعامَل معها. اشتهر عالميًّا عندما تم تحويل كتابه "فترات الصحوة" *Awakenings* ـ الذي ألَّفه في عام 1973، الذي وصف به كيف استطاع إيقاظ مرضى التهاب المخ مما يشبه الغيبوبة باستخدام دواء "إل- دوبا"، المستخدَم في علاج الشلل الرعاش ـ إلى فيلم روائي في عام 1990. في يوليو الماضي، أُنشئت "مؤسسة أوليفر ساكس"، للتشجيع على فهم المخ البشري، من خلال كتابة قصص واقعية، مثل الحكايات التي امتلأت بها كتبه.

مراقبة الاتجاهات

ذكر باحثون بالمركز العالمي لخدمات مراقبة الأنهار الجليدية في الثلاثين من يوليو الماضي أن المعدل الحالي للانحسار الجليدي "لم يسبق له مثيل تاريخيًّا" (M. Zemp et *al*. *J*. *Glaciol*. **61**, 745–762; 2015). أدرج الفريق أكثر من 47,000 ملاحظة، يرجع بعضها إلى القرن السادس عشر، ووجدوا أن الكتل الجليدية تنحسر الآن بمعدل يقترب من ضعف ما كانت عليه في أواخر القرن العشرين. وحتى لو استقر المناخ، فإنه من المتوقع أن يستمر الفقد في الجليد في مناطق عديدة.

الكتل الجليدية تنحسر بشكل أسرع من أي وقت مضى

ظل الجليد العالمي يتناقص منذ ستينات القرن الماضي، إلا أن الكتل المتراكمة تختفي الآن أسرع من أي وقت مضى.



WORLD GLACIER MONITORING SERVICE

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

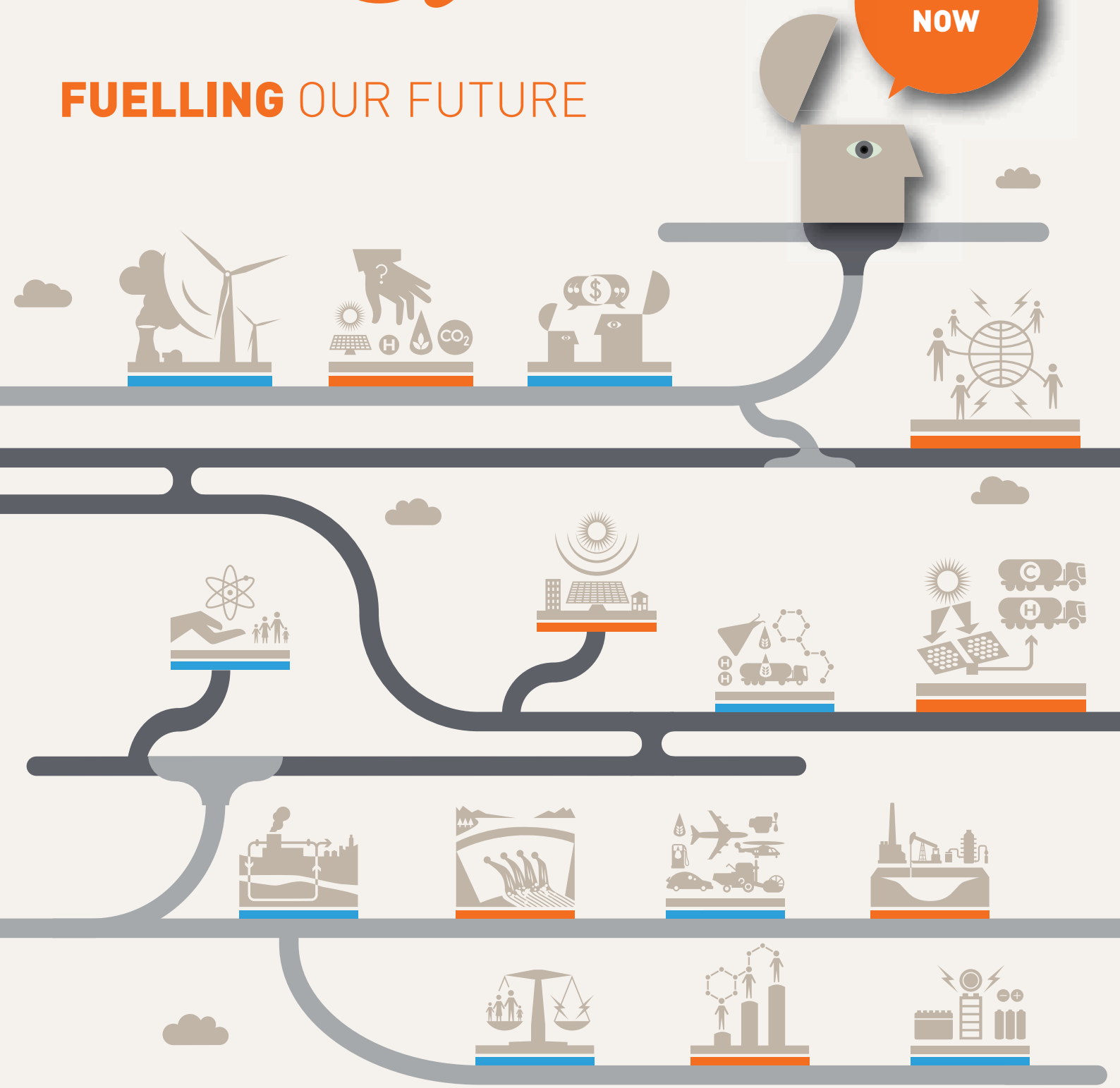
© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

nature energy

LAUNCHING IN 2016

SUBMIT **NOW**

FUELLING OUR FUTURE



www.nature.com/natureenergy

nature publishing group npg

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

أخبـــار في دائرة الضـوء

الأمراض المعدية نِقَاش دولي حول إمكانيات الاستفادة القصوى من فوائد الأبحاث على فيروس الإيبولا **ص. 20**

علم المواد يسعى الباحثون سعيًا حثيثًا، لإعادة إنتاج مواد معدومة المقاوَمة، وفَهْم خواصها جيدًا **ص. 21**

فيزياء الجسيمات أربع تجارب غير مسبوقة.. لدراسة «النيوترينو» **ص. 22**

الحفاظ على البيئة علماء الأحياء الصينيون يقودون احتجاجات على التزلج على منحدرات جليدية **ص. 24**

NASA/JHUAPL/SWRI

صورت مركبة «نيو هورايزونز» الغلاف الجوي لكوكب بلوتو، مضاءً من الخلف بالشمس، أثناء إبحار المسبار مبتعدًا عن الكوكب القزم في منتصف يوليو الماضي.

علم الكواكب

بيانـات الضغـط الجـوي لـ«بلوتـو» تطـرح معضـلة في الغـلاف الجـوي

ظهور تناقض بين قياسات المركبة الفضائية «نيو هورايزونز»، والقياسات المرصودة من الأرض.

ألكسندرا ويتز

قامت مركبة الفضاء «نيو هورايزونز» New Horizons ـ التابعة لوكالة «ناسا» ـ بحل العديد من الألغاز المتعلقة بالكوكب القزم بلوتو أثناء مرورها به في يوليو الماضي. وفي الوقت الذي يستعد فيه القائمون على البعثة لتوجيه المسبار نحو وجهته المقبلة، يعمل علماء الكواكب على فَهْم نتيجة محيرة، وهي أن قيمة الضغط الجوي عند سطح بلوتو أقل بكثير من القيمة الموضحة عن طريق القياسات التي تم الحصول عليها من على الأرض.

أشار البعض إلى أن الضغط الجوي لكوكب بلوتو ربما ينخفض بالتزامن مع قيام مدار الكوكب القزم بإبعاده عن الشمس، مما يؤدي إلى تجمُّد الغازات؛ فتسقط على السطح كالجليد، لكن غالبية البيانات الحديثة التي تم الحصول عليها لا تشير إلى حدوث تحول درامي بهذا الشكل. يقول إليوت يونج، وهو عالِم كواكب في معهد أبحاث الجنوب الغربي (SwRI) في مدينة بولدر بولاية كولورادو: «أنا متأكد أن بلوتو لم يبدأ في التجمد».

قبل المرور بأسابيع قليلة، في 29 يونيو الماضي، قام يونج بتنظيم علماء فلك عبر نيوزيلاند وأستراليا، لمشاهدة بلوتو أثناء مروره أمام نجم بعيد. وقد أدَّى ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

◀ تتبُّع مدى خفوت ضوء النجم أثناء المرور إلى إتاحة معلومات عن كمية الغاز في الغلاف الجوي لبلوتو. وباستخدام الطريقة نفسها، شاهد علماء الكواكب ازدياد كثافة الغلاف الجوي منذ 1988.

ويوضح تحليل أرصاد 29 يونيو الماضي استمرار الظاهرة، ويقدِّر يونج الضغط الجوي الحالي عند سطح بلوتو بقيمة 22 ميكرو بار (0.022 باسكال)، أو 22 جزءًا من المليون من الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر على الأرض.

في 14 يوليو الماضي، قامت مركبة «نيو هورايزونز» بقياس الضغط عند سطح بلوتو، وكان أقل من ذلك بكثير: 5 ميكرو بار فحسب. تقول كاثي أولكين، العالمة المتحدثة عن مشروع «نيو هورايزونز» في معهد أبحاث الجنوب الغربي: «لا زلنا نعمل على كيفية ربط القياسين معًا».

ومن الممكن أن يرجع جزء من التناقض بين أرصاد المركبة الفضائية والتقديرات السابقة إلى الطريقة غير المباشرة التي يستنتج بها الفلكيون القيمة من الأرصاد المتَّخَذة على الأرض، حيث تقيس تلك الدراسات الضغط على ارتفاع 50-75 كيلومترًا فوق سطح الكوكب القزم، ويستخدم الباحثون فرضيات عن بِنْيَة الغلاف الجوي لحساب القيمة المقابلة لهذا الرقم على السطح، بينما على النقيض.. قاست مركبة «نيو هورايزونز» الضغط الجوي عند السطح مباشرة، عن طريق تحديد مدى انحناء الموجات اللاسلكية المنبعثة من هوائيات على الأرض، وذلك عند مرورها خلال الغلاف الجوي لكوكب بلوتو، ووصولها إلى المركبة الفضائية على الجانب الآخر من الكوكب القزم.

«من الممكن أن يكون ما نرى هو أول اختبار لتلك النماذج، وليس انهيار الغلاف الجوي».

والتحدي القادم هو تحديد أيّ مِن النماذج العديدة المتنافسة التي تصف الغلاف الجوي لبلوتو بإمكانه التوفيق بين القياسات الأرضية، وقياسات «نيو هورايزونز» عند السطح. يقول إيفان لينسكوت، الفيزيائي بجامعة ستانفورد في كاليفورنيا، والقائد المساعد في القياسات اللاسلكية لمركبة «نيو هورايزونز»: «من الممكن أن يكون ما نرى هو أول اختبار لتلك النماذج، وليس انهيار الغلاف الجوي، أو بعض الفيزياء الغريبة. فلم يصدر الحكم بعد».

ما زال بالإمكان أن تأتي أدلّة من مركبة «نيو هورايزونز»، فهي لا تزال تحتفظ بحوالي 95% من البيانات التي جمعتها أثناء مرورها بكوكب بلوتو، بما في ذلك الكثير من المعلومات من القياسات اللاسلكية. وبسبب سرعات الإرسال البطيئة، سيضطر الفريق إلى الانتظار لشهور، حتى تصل باقي البيانات. كما أن إرسال الصور، الذي توقَّف بعد مرور 14 يوليو الماضي بقليل، استُكمل في 5 سبتمبر الماضي.

وفي آخِر أكتوبر الحالي، سيقوم القائمون على البعثة بتشغيل محركات المركبة في سلسلة من الاحتراقات، لوضعها على المسار، وضبطها نحو وجهتها التالية: وهو جرم يُطلق عليه «2014 MU69»، ويبلغ عرضه 45 كيلومترًا، ويقع في منطقة حزام كويبر، وهو مجموعة من الأجسام الصغيرة التي تدور خلف كوكب نبتون، حيث من المخطط أن تمر مركبة «نيو هورايزونز» على بعد حوالي 12 ألف كيلومتر من الجرم في يوم رأس السنة لعام 2019. ■

تحتفظ وكالات الصحة العامة المحلية والأجنبية بعيِّنات من وباء فيروس الإيبولا في غرب أفريقيا.

DANIEL BEREHULAK/NYT/REDUX/EYEVINE

الأمراض المعدية

البنك الحيوي المُوَجَّه لحفظ عيِّنات فيروس الإيبولا

يناقش مسؤولو الصحة العامة الدولية إمكانية الاستفادة القصوى من فوائد الأبحاث، باستخدام مجموعة عيِّنات متفرقة على نطاق واسع.

إريكا تشيك هيدين

هناك جهود كبيرة ما زالت تُبذَل مع تقلُّص تفشي فيروس الإيبولا من غرب افريقيا، بغرض تحقيق الاستفادة المثلى من عشرات الآلاف من عينات المرضى التي جمعتها وكالات الصحة العامة لمكافحة هذا الوباء. عقدت منظمة الصحة العالمية في يومي السادس والسابع من أغسطس الماضي اجتماعًا في مدينة فريتاون بدولة سيراليون، لمناقشة آلية إنشاء البنك الحيوي ليضم 100 ألف عينة من الدم، والسائل المنوي، والبول، وحليب الثدي من المصابين بفيروس الإيبولا، أو مِن المشتبَه في إصابتهم به، وكذلك المسحات المأخوذة من جثث الأفراد الذين لقوا حتفهم من جرّاء إصابتهم بالفيروس. وبما أن الهيئات الصحية في كل من الغرب وغرب أفريقيا تحتفظ بالعينات، قد تكون هذه العينات ذات قيمة في فهْم أسباب حدوث أزمة فيروس الإيبولا الحالية، وذلك للتحضير لمواجهة تفشي المرض مستقبلًا، ولتطوير القدرات البحثية في مجال الصحة العامة في المنطقة التي تعتمد على خبراء أجانب.

تقول كاثي روث مستشارة مديرية منظمة الصحة العالمية في جنيف بسويسرا: «هناك العديد من الطرق التي يمكن أن تجعل هذا المورد ثمينًا». وقد نظمت كاثي روث الاجتماع في إطار سلسلة من المناقشات الدولية حول إنشاء البنك الحيوي لفيروس الإيبولا، وتكمن إحدى الصعوبات في أنه لا يوجد مخطط لآلية عمل هذا البنك الحيوي، ولهذا.. لم تلتزم الدول بالانضمام إليه حتى الآن».

طرح أحد الاقتراحات فكرة ربط مجموعات العينات الموجودة في بنك حيوي على شبكة الإنترنت مع مختبر مرجعي في أفريقيا يضم عينات معينة، مثل تلك العينات المأخوذة من مجموعة بارزة من المرضى، أو من الأشخاص الذين تمت متابعتهم عن كثب طوال فترة مرضهم بالتحديد. ومن شأن خدمة كهذه أن تكون الأولى من نوعها في المنطقة، حيث إنه لا يوجَد حاليًّا أي مختبر شامل في منطقة انتشار فيروس الإيبولا، بحيث يكون مناسبًا لدراسات الفيروسات الحية شديدة الخطورة.

وعلى الرغم من أن عدد العينات كبير، ومتجاوِز لما تم جمعه في حالات التفشي السابقة، إلا أن العينات لا تزال تُعتبر مصدرًا محدودًا، حيث ستتطلب المناقشات القائمة التعامل مع الخلافات حول تحديد أصحاب القرار في كيفية استخدام العينات، وتحديد ماهية الأبحاث التي ينبغي التركيز عليها. وفي هذا الصدد يقول إيثان جيلين، وهو مدير مشروع مبادرة فيروس الإيبولا في منظمة «أطباء بلا حدود» في جنيف، التي تروِّج لمشروع البنوك الحيوية: «نريد أن نُعرِّف أولويات البحث، لأن هذه العينات تمثل مصدرًا غير متجدد».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

إن إعطاء التحكم في هذه القرارات للدول الثلاث الحاضنة لأغلبية حالات الإصابة بفيروس الإيبولا - غينيا وليبيريا وسيراليون - هو أولوية أساسية لمنظمة «أطباء بلا حدود». وقد أجرى العلماء في البلدان المتقدمة عبر التاريخ أبحاثًا كثيرة على الحمى النزفية الفيروسية، مثل فيروس الإيبولا، باستخدام عينات تم تجميعها من البلدان النامية. يرى جيلين أن جزءًا من الدافع وراء هذه الأبحاث يكمن في عدم وجود قدرة كافية للصحة العامة في بعض البلدان على مواجهة المرض واحتوائه، أو عدم وجود أدوات فعالة لعلاجه، أو الوقاية منه، وذلك على الرغم من مرور 40 سنة منذ أول توثيق للإصابة بفيروس الإيبولا في أفريقيا. ويضيف جيلين قائلًا إن البلدان المتضررة تحتاج إلى نظام، يكون للعلماء فيه «رأي فيما يحدث، بحيث يمكنهم أن يستفيدوا من تجاربهم، وبهذا.. لن يضطروا للاعتماد على عمالة أجنبية».

قامت وكالات الحكومات الأجنبية ـ التي تدخلت لاختبار مرضى الإيبولا في فترة تفشي المرض ـ بشحن آلاف العينات من أفريقيا بالفعل. وقد أعربت وكالات عديدة ـ بما فيها «مراكز الولايات المتحدة لمكافحة الأمراض، والوقاية منها» CDC، الموجودة في أتلانتا بجورجيا، ومشروع المختبر المتنقل الأوروبي، ومعهد باستور في باريس ـ عن دعمها الحذر لفكرة البنوك الحيوية. وصرحت الوكالة لدورية *Nature* بأن: «مراكز CDC تدعم مفهوم البنوك الحيوية لعينات فيروس الإيبولا، لا سيما في البلدان المتضررة، التي من شأنها أن تمكّن المنظمات في جميع أنحاء العالم من الوصول إلى عينات مأخوذة من أكبر تفشي لفيروس الإيبولا في التاريخ».

«نريد أن نُعرِّف أولويات البحث، لأن هذه العينات تمثل مصدرًا غير متجدد».

يقول ستيفان جونتر ـ وهو عالِم الفيروسات القائم على المشروع في مختبر معهد برنارد نوشت لطب المناطق المدارية في مدينة هامبورج ـ إن المختبر الأوروبي المتنقل هو فقط الذي قام بتقديم معلومات مفصلة عن عدد العينات، ولديه حوالي 3,000 عينة في مختبر شامل في مدينة هامبورج بألمانيا. ويضيف جونتر: «إن المختبر الأوروبي المتنقل يعمل كوصي على العينات، فهي لا تزال ملكًا للبلدان التي جُمِّعت منها. إن اتفاقيات المشروع قد تم توقيعها مع سيراليون، وغينيا، وهو ما يضمن إمكانية حصول الباحثين في تلك البلدان على هذه المعلومات» .

وقد صرحت منظمة الصحة العامة الكندية بأنها لا تمتلك حتى الآن عينات مشحونة من غرب أفريقيا إلى كندا، ولكنها لن تصرح عن مكان حفظ العينات، لاعتبارات تتعلق «بالسلامة الحيوية، ومخاوف الأمن الحيوي». كما صرحت مراكز CDC بأنها تحتفظ بجزء من العينات في غرب أفريقيا، والجزء الآخر في الولايات المتحدة، ولكنها لم تذكر عدد هذه العينات. فقد قام المركز في ديسمبر الماضي بشحن 7,000 عينة من سيراليون الى الولايات المتحدة (انظر: *Nature* http://doi.org/6jm; 2014). ومع ذلك.. باتت الوكالة مؤخرًا مهدَّدة بوجود ثغرات كبيرة في مجال الأمن الحيوي (انظر: *Nature* http://doi.org/6jn; 2015)، وهو ما يُعَدّ إضافة إلى عدد العقبات المحتمَلة عند إنشاء البنك الحيوي. وقد صرح جيلين بأنه يأمل أن يتم العمل على حل هذه القضايا، وأضاف: «نحن نحتاج إلى أدوات بحث أفضل، ونأمل أن نتمكن من التحرك بسرعة؛ للحصول على هذه الأدوات، واستخدامها في المكان الصحيح». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم المواد

مواد فائقة التوصيل تثير موجة في الفيزياء

يسعى الباحثون سعيًا حثيثًا، لإعادة إنتاج مواد معدومة المقاومة، وفَهْم خواصها جيدًا، بحيث تعمل عند درجات حرارة مرتفعة بشكل قياسي.

إدوين كارتليدج

يستطيع مركّب كبريتيد الهيدروجين ـ وهو المركّب ذو رائحة البيض الفاسد ـ أن يوصل الكهرباء دون أي مقاومة، وهذا في درجة حرارة مرتفعة قياسية تبلغ 203 كلفن (-70 درجة مئوية)، وفقًا لبحث[1] نشرته دورية *Nature* في 17 أغسطس الماضي. ويُعَدّ هذا العمل خطوة في اتجاه اكتشاف الناقل فائق التوصيل في درجة حرارة الغرفة الذي طال البحث عنه. وقد نُشرت النتائج الأولية على خادم الحاسب في مرحلة ما قبل الطباعة، المسمى arXiv، في شهر ديسمبر[2] الماضي، ثم أُلحقت بمزيد من التفاصيل في شهر يونيو[3]. وقد أثار كلا التقريرين موجة من الحسابات والتجارب اللاحقة، ناهيك عن الإثارة التي نجمت عنهما.

يُعتبر هذا الاكتشاف «تاريخيًّا»، حسب تعبير الفيزيائي فان تشانج من جامعة تكساس في دالاس، مضيفًا بأن تأثيره سيكون طويل المدى، حيث يمكن للمواد فائقة التوصيل، التي تعمل في درجة حرارة الغرفة أن تحسِّن من توليد الكهرباء ونقلها، كما يمكنها أن تعزز الاستخدامات الحالية للتوصيل الفائق ـ على سبيل المثال ـ في المغناطيسات الضخمة المستخدمة في أجهزة التصوير الطبية. وفي المقال[4] المنشور في قسم «أخبار وآراء»، المُرافق لبحث دورية *Nature*، المنشور على الإنترنت، يتحدث إيجور مازن، الذي يعمل في مختبر نافال البحثي في واشنطن، واصفًا هذه النتائج بأنها «أفضل ما يمكن بلوغه في مجال المواد فائقة التوصيل».

تُعَدّ هذه النتائج خلاصة أبحاث ميخائيل إرميتس، وألكسندر دروزدوف، وزملائهما في معهد ماكس بلانك للكيمياء في ماينز بألمانيا، حيث وجد هؤلاء أن تعريض عينات من كبريتيد الهيدروجين لضغط عال جدًّا ـ قرابة 1.5 مليون وحدة ضغط جوي (150 جيجا باسكال) ـ وتبريدها إلى ما دون درجة حرارة 230 كلفنًا، يؤدي إلى أن تُظهر تلك العينات العلامات المميزة الكلاسيكية للتوصيل الفائق، وهي: مقاومة كهربائية تبلغ صفرًا، إضافة إلى الظاهرة التي تُعرف بظاهرة «مايسنر»، التي تكون المادة فيها ضمن مجال مغناطيسي خارجي، دون وجود مجال مغناطيسي داخل العينة نفسها، على عكس المواد الطبيعية.

تحدِّيات التوافق

أبدى علماء آخرون اهتمامًا بالغًا بهذه النتائج، لأنها تحققت دون اللجوء إلى مواد دخيلة، مثل المركّبات التي تحتوي على عنصر النحاس، والتي يُطلق عليها النحاسات، حسب قول الفيزيائي كرستوفر هيل، من جامعة جراتس للتكنولوجيا في النمسا، حيث إنه حتى الآن حافظت هذه المركّبات فائقة التوصيل على الرقم القياسي لأعلى درجة حرارة توصيل فائق، وهي 133- كلفنًا (140- درجة مئوية) عند ضغط الهواء المحيط، أما عند الضغط العالي، فكانت درجة الحرارة قيمتها 164 كلفنًا (109- درجة مئوية).

افترض العديد من العلماء أن التوصيل الفائق عند درجات حرارة أعلى من عشرات الدرجات من وحدة كلفن يتطلب مواد مشابهة، ولكن هيل يعتقد أن كبريتيد الهيدروجين المضغوط يبدو ناقلًا فائقًا ملائمًا؛ حيث إن الاهتزازات في الشبكة البلورية للمادة تقود الإلكترونات إلى تكوين «أزواج نحاسية» قادرة على الانسياب في الشبكة البلورية، دون مقاومة. وقد سجَّل ماتيو كالاندرا وزملاؤه من جامعة بيير وماري كوري في باريس ـ استنادًا إلى حساباتهم المنشورة في إبريل[5] الماضي ـ أن هذه النتائج يمكن تفسيرها باستخدام نماذج معدَّلة من النظرية التقليدية للتوصيل الفائق في درجات الحرارة المنخفضة. وهذه النماذج مبنية على الاهتزاز الشبكي.

ورغم هذا.. اعتبر آخرون أن هذه التحليلات النظرية استفاضة غير ضرورية، إلى حين إثبات تجارب إيرمست وزملائه بواسطة فريق آخر مستقل، وهو ما يسعى كثيرون الآن لتحقيقه، ومنهم كاتسويا شيميزو وزملاؤه من جامعة أوساكا في اليابان، حيث لاحظوا فقدان المقاومة في كبريتيد الهيدروجين المضغوط، إلا أنهم لم يتمكنوا بعد من رصد ظاهرة «مايسنر». وفي غضون ذلك.. تواصلت دورية *Nature* مع ثلاث فِرق صينية وفريق أمريكي، أكدوا جميعًا عدم تمكُّنهم حتى الآن من إثبات أيٍّ من التأثيرات الكهربائية، أو المغناطيسية.

إذا تم إثبات صحة نتائج إرمست وزملائه، فإن مركّبات أخرى تحتوي على الهيدروجين مع عناصر أخرى، مثل البلاتينيوم، أو البوتاسيوم، أو السلينيوم، أو التيليريوم، بدلًا من الكبريت، قد تكون مركّبات جيدة، قابلة للتوصيل الفائق عند الحرارة المرتفعة، وذلك حسب عدة فرق بحثية. وعلى صعيد آخر.. توقَّع تشانج من دالاس، ويوجي ياو من معهد بكين للتكنولوجيا في الصين[6]، أن استبدال نسبة 7.5% من ذرات الكبريت في كبريتيد الهيدروجين بذرات فوسفور، مع رفع الضغط إلى 2.5 مليون وحدة ضغط جوي، يمكن أن يزيد درجة حرارة نقل المواد فائقة التوصيل حتى 280 كلفنًا، وهي درجة تفوق درجة حرارة تجمُّد الماء. ■

1. Drozdov, A. P., Eremets, M. I., Troyan, I. A., Ksenofontov, V. & Shylin, S. I. *Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature14964 (2015).
2. Drozdov, A. P., Eremets, M. I. & Troyan, I. A. Preprint at http://arxiv.org/abs/1412.0460 (2014).
3. Drozdov, A. P., Eremets, M. I., Troyan, I. A., Ksenofontov, V. & Shylin, S. I. Preprint at http://arxiv.org/abs/1506.08190 (2015).
4. Mazin, I. *Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature15203 (2015).
5. Errea, I. *et al. Phys. Rev. Lett.* **114,** 157004 (2015).
6. Ge, Y., Zhang, F. & Yao, Y. Preprint at http://arxiv.org/abs/1507.08525 (2015).

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

عصر النيوترينو

إليزابيث جيبني

رسوم إيضاحية: نيجيل هاوتن

بينما يحلم الباحثون في مختبر «سيرن» - المختبر الأوروبي لفيزياء الجسيمات، الواقع بالقرب من جنيف – بمصادمات ذات طاقة فائقة، للاستقصاء عن جسيم «هيجز بوزون»، يتوجه نظراؤهم ـ على الجانب الآخر من العالم ـ نحو درا سة جسيم دون ذَرّي مختلف، هو «النيوترينو».

تقع النيوترينوات في المرتبة الثانية بعد الفوتونات من حيث الوفرة، إلا أنها تتفاعل بشكلٍ ضعيف مع صور المادة الأخرى، لدرجة أنه في كل ثانية يَسري أكثر من 100 مليار تيار، غير ملحوظ في أغلب الأحيان، خلال كل سنتيمتر مربع من الكرة الأرضية. وفي السابق، كان يُعتقد أن النيوترينوات هي جسيمات عديمة الكتلة، لكنها في الواقع تمتلك كتلة صغيرة جدًّا، ويمكنها تغيير نوعها أثناء سفرها عبر المسافات، وهي سمة غريبة وغير متوقعة تمامًا، إلى حد أن الفيزيائيين لا يفهمونها بشكل كامل (انظر: «جسيم غير تقليدي»). وبالفعل، نحن لا نعلم عن النيوترينو إلا القليل من المعلومات. يقول نيجيل لوكيير، مدير مختبر مسرِّع فيرمي الوطني «فيرمي لاب» Fermilab في باتافيا بولاية إلينوي: «هذه الجسيمات هي الأكثر انتشارًا في الكون، والأكثر غموضًا».

وهناك أربع تجارب غير مسبوقة، تبدو مهيأة لتغيير هذا الوضع، اثنان منها – واحدة في الصين، وأخرى بالهند – أخذتا ضوءًا أخضر للانطلاق، ويجري حاليًا تنفيذ الخطط الموضوعة لإقامة كواشف في اليابان، والولايات المتحدة الأمريكية (انظر: «أين سيجري الاكتشاف»). وقد صُممت الكواشف لتكون في باطن الأرض؛ من أجل منع التداخل مع الجسيمات الأخرى، والكشف عن المزيد من النيوترينوات، بالإضافة إلى سبر عملية التحول على نحو أكثر تفصيلًا، عما توفّره التجارب الموجودة حاليًّا.

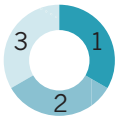
ويُتوقع لتلك النتائج أن تشارك في الإجابة على بعض الأسئلة الأكثر جوهرية في علم الكونيات (انظر: «سلسلة من التجارب»). فهناك تجارب سوف تُوجد نيوترينواتها الخاصة؛ بينما ستستخدم جميع التجارب أي نيوترينوات يمكن التقاطها من الشمس، أو انفجارات المستعرات العظمى. يقول لوكيير: «قد يستمر عصر النيوترينو إلى أمد طويل».

جسيم غير تقليدي

دائمًا ما ينتج النيوترينو (ν)، أو النيوترينو المضاد، بجانب الإلكترون (e) أو أحد أبناء عمومته الأثقل - جسيمات ميون (μ) أو تاو (τ). وجود هذا الجسيم المرافق يعطي النيوترينو "نكهته".

نكهات

بخلاف الإلكترونات والميونات وجسيمات تاو، لا تمتلك النيوترينوات كتلة محددة، لكن كل واحدٍ منها هو مزيج – أو تراكب كمّي – من حالات الكتلة الثلاث، وتمتزج هذه الحالات بنسب مختلفة لصنع نكهات مختلفة.



حالات الكتلة

سلسلة من التجارب

صُممت الكواشف الموجودة في الصين «جونو» JUNO، والهند «إينو» INO؛ لاستجلاء العلاقة بين حالات الكتلة الثلاث، وآثارها المترتبة على أصول قوى الطبيعة. في المقابل، تهدف تجربتا «ديون» DUNE في الولايات المتحدة، و«هايبر-كاميوكاندي» Hyper-Kamiokande في اليابان إلى رصد الفوارق في كيفية تأرجح النيوترينوات والنيوترينوات المضادة بين النكهات. وقد يحل ذلك لغزًا آخر في علوم الكونيات، وهو: السبب وراء صنع الكون من المادة، لا المادة المضادة. وسوف تسعى أيضًا الكواشف الأربعة لإيجاد النيوترينو الافتراضي «المعقم».

الأسئلة الكبرى

ما هو تسلسل الكتلة الهرمي؟

رغم معرفة علماء الفيزياء بأن النيوترينوات توجد في ثلاث حالات مختلفة للكتلة، تظل مسألة تحديد أيُّهم الأخف، وأيُّهم الأثقل، لغزًا مميزًا. ومن شأن معرفة الإجابة على هذا السؤال أن تساعد العلماء على التفريق بين النظريات المتنافسة حول كيفية اتحاد قوى الطبيعة الأربع في قوة واحدة عند مستويات الطاقات العالية، على غرار ما حدث بعد الانفجار الكبير مباشرة.

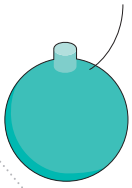
يعرف الفيزيائيون الفروق بين حالات الكتلة الأولى والثانية، والحالات الأولى والثالثة، كما يعرفون أيضًا أن حالة الكتلة الثانية أكبر من الأولى. ويترك ذلك احتمالين فقط للتسلسل الهرمي، هما:

2020

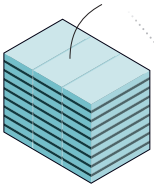
"جونو"

سوف يقيس المعدل الذي تغير به النيوترينوات المضادة - ذات الطاقات المختلفة، الناشئة في محطتي يانج جيانج، وتايشان النوويتين اللتين يفصل بينهما 53 كيلومترًا - نكهتها؛ لحساب الفروق بين حالات الكتلة.

20,000 طن من "سائل وميّاض" يضيء عندما تصطدم به النيوترينوات.



50,000 طن من ألواح الحديد المغناطيسي تميز ضربات النيوترينو من ضربات النيوترينو المضاد.



"إينو"

سوف يكشف عن النيوترينوات والنيوترينوات المضادة التي تنتجها الأشعة الكونية من الجانب الآخر من الكرة الأرضية. وإذا عززت الرحلة تحوُّل النيوترينو، سيشير ذلك إلى تسلسل هرمي طبيعي للكتلة؛ أما إذا تسارع تحول النيوترينو المضاد، فسترجح فرضية التسلسل الهرمي المقلوب.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

أين سيجري الاكتشاف

تجربة النيوترينو في عمق باطن الأرض "ديون" (DUNE)، الولايات المتحدة الأمريكية

الحالة: مخطط إجراؤها

التكلفة: مليار دولار أمريكي

ستنتج النيوترينوات عالية الطاقة المطلوبة لإجراء أي تجربة.

"هايبر-كاميوكاندي" (Hyper-Kamiokande)، اليابان

الحالة: مخطط تنفيذه

التكلفة: حوالي 800 مليون دولار أمريكي

سيصبح أكبر كاشف للنيوترينوات في العالم – هو أكبر 25 مرة من سابقه "سوبر-كاميوكاندي" Super-Kamiokande.

مرصد جيانجمن للنيوترينو بباطن الأرض "جونو" JUNO، الصين

الحالة: بدأ البناء

التكلفة: 330 مليون دولار أمريكي

يقبع أسفل 700 متر من الصخور.

مرصد النيوترينو المؤسس بالهند "إينو" INO، الهند

الحالة: اعتُمِد تمويله

التكلفة: 233 مليون دولار أمريكي

سوف يصبح المنشأة التجريبية الأضخم للعلوم الأساسية في الهند.

مصانع النيوترينو

النيوترينوات موجودة في كل مكان، تولدها مجموعة متنوعة من العمليات.

اندماج نوى الهيدروجين، لتكوين الهيليوم في الشمس.

الشمس

مستعرات عظمى

المستعرات العظمى والاصطدامات بين الأشعة الكونية وجسيمات الهواء في الغلاف الجوي للأرض.

مسرعات الجسيمات التي تدفع بالبروتونات للاصطدام بهدف، والانشطار الناتج عن التحلل الإشعاعي للعناصر داخل المفاعلات النووية.

انشطار نووي

بينما يتنقل النيوترينو، تسهم كل حالة في تشكيل كتلته بمعدل متفاوت، وهو ما يجعل النيوترينو يغير نكهته بمرور الوقت. ويعتمد تردد هذه التغيرات على الفروق بين حالات الكتل، وطاقة النيوترينو، والعوامل المتحكمة في الطريقة التي تمتزج بها الحالات.

لماذا توجد كمية قليلة جدًّا من المادة المضادة؟

$\bar{\nu}?$

قد تقدم الفروقُ في كيفية تأرجح النيوترينوات بين النكهات المختلفة وهي تتنقل مفتاحًا لحل اللغز الكبير المتعلق بأسباب امتلاء الكون بالمادة، لا المادة المضادة.

هل هناك نيوترينو "معقم"؟

$\nu_?$

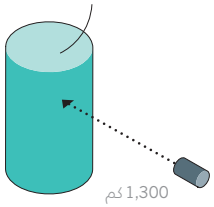
تطرح بعض النظريات وجود نيوترينو رابع معقم. وإذا صح وجوده، فإنه سوف يتفاعل مع المادة بشكل أضعف من النكهات الأخرى، وقد يكون الجزيء المكون للمادة المظلمة التي لم تكتشف بعد، ويعتقد أنها تشكل حوالي 85% من مجمل المادة الموجودة في الكون. وإذا اختفت النيوترينوات بشكل مباغت عند كاشف ما، فقد يشير ذلك إلى أنها قد تحولت إلى نيوترينوات "معقمة".

2025

"ديون"

سوف يرسل نيوترينوات ذات طاقات مختلفة "من فيرمي لاب" إلى منشأة سانفورد لأبحاث باطن الأرض في داكوتا الجنوبية. وسيسجل الفيزيائيون الفروق بين طريقة تأرجح النيوترينوات والنيوترينوات المضادة، وكيف يعتمد هذا على طاقاتهم.

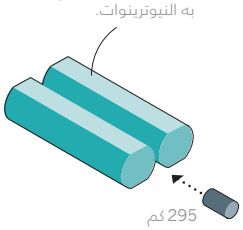
40,000 طن من سائل الأرجون ينتج إلكترونات وضوءًا عندما تصطدم به النيوترينوات.



"هايبر-كاميوكاندي"

سوف تنتقل النيوترينوات والنيوترينوات المضادة من مجمع أبحاث مسرع البروتونات الياباني (J-Parc) في توكايمورا. وسيكون لدى تلك الجسيمات طاقة مفردة، مختارة لتعظيم الكشف عن تحول النكهة عبر المسافة من مسرّع J-Parc.

ميجا طن واحد من المياه يظهر مخاريط من الضوء، أيضا تصطدم به النيوترينوات.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

FABRICE COFFRINI/AFP/GETTY

نموذج لمنطقة التزلج على المنحدرات الجليدية، قُدِّم أثناء عرض بكين استضافة دورة الألعاب الأولمبية الشتوية لعام 2022.

الحفاظ على البيئة

علماء الأحياء الصينيون يحتجّون على إقامة دورة الألعاب الأولمبية

تقع المنطقة المُقترَحة للتزلج على المنحدرات الجليدية، وسط محمية طبيعية.

ديفيد سيرانوسكي

خَفَّفَت احتجاجات علماء الأحياء الشباب على الموقع المقترَح للتزلج على المنحدرات الجليدية من احتفالات بكين بنجاحها في محاولة استضافة دورة الألعاب الأولمبية الشتوية لعام 2022؛ إذ يقولون إنها تقع ضمن محمية طبيعية قومية، تحتوي الكثير من الأنواع النادرة، منها نوع الأوركيد الوحيد الموجود في بكين، (*Cypripedium shanxiense*). والأهم من ذلك ـ وفقًا لعلماء أحياء آخرين ـ أن الموقع المُقترح سوف ينتهك قوانين حماية البيئة التي نادت بها الحكومة، ويشكل ذلك سابقة من شأنها أن تعوق بالفعل الجهود الكثيفة المبذولة للحفاظ على مواقع أخرى أكثر أهمية.

وقد صرح مسؤولون محليون بأنهم سوف يعيدون رسم الخطوط التي تحدد المحمية، لكنْ لم يُرْضِ هذا التصريح المحتجين، كما أن منشوراتهم الإلكترونية بخصوص هذا الموضوع على شبكة التواصل الاجتماعي الصينية «ويبو» Weibo لم تعد تظهر؛ فهم يقولون إنه تم حظر دخولهم على الشبكة.

في يوم 31 يوليو، أعلنت اللجنة الأولمبية الدولية ـ ومقرها في لوزان بسويسرا ـ أن بكين سوف تستضيف دورة الألعاب الأولمبية الشتوية لعام 2022، بفوزها على منافستها الوحيدة (مدينة ألماتي بكازاخستان) بأغلبية 44 صوتًا، مقابل 40، لكن سرعان ما لاحظ مناصرو الطبيعة أن الطرق المُقترَحة للتزلج على المنحدرات الجليدية تقع داخل النطاق الرئيس لمحمية سونجشان الطبيعية القومية، التي تبلغ مساحتها 4,600 هكتار. وفي الأول من أغسطس الماضي، قام وانج شي ـ الذي حصل على درجة الدكتوراة مؤخرًا في علم النبات، ويعمل في الأكاديمية الصينية للعلوم بشنجهاي ـ بتركيب خرائط مأخوذة من التقرير التقييمي الصادر عن اللجنة الأولمبية الدولية مع خرائط أخرى من الموقع الإلكتروني للمحمية، ونشر النتائج على حسابه الشخصي على موقع «ويبو»، فقد وجد أن بداية ونهاية طرق المنحدرات الجليدية تقع داخل نطاق المحمية (انظر: «تقاطع الأوليمبياد والطبيعة»).

«أنا لستُ ضد الألعاب الأولمبية، لكنْ ينبغي إجراؤها بشكل صديق للبيئة».

أخبر شي فريق أخبار دورية *Nature* أن دافعه الأساسي هو نشر أخبار التأثير البيئي المحتمَل على النباتات هناك، ومنها ثلاثة أنواع من الأوركيد، صُنفت وفقًا لحاجتها إلى أعلى مستوى من الحماية، وفقًا لنظام بكين للحفاظ على البيئة. ويقول: «إنها فرصة للحكومة، لتتواصل مع الناس، وتتحاور معهم لحل هذه المشكلة. أنا لستُ ضد الألعاب الأولمبية، لكنْ ينبغي إجراؤها بشكل صديق للبيئة».

نقرات على موقع «ويبو»

بلغت مشاهدات منشور شي حوالي 240,000 مرة، وأُعيد إرساله حوالي 1,000 مرة، لكن بعد يومين لم يعد يظهر المنشور على الشبكة. انتشر الخبر على أي حال؛ وقام يون جي ـ عالِم الحشرات، البالغ من العمر 28 عامًا، المقيم في بكين، ولم يودّ الإفصاح عن المؤسسة المنتمي إليها ـ بنَسْخ خرائط شي، وأضاف معلومات وصورًا للنباتات المتعددة الموجودة في المحمية المُدْرَجة في قائمة نباتات بكين الأكثر ندرة، كما أضاف إلى ذلك صور الطيور التي يمكن أن تُدَمَّر أماكن استيطانها، كما يقول. لم يعد ما نشره على موقع «ويبو» متاحًا الآن، فهو يدّعي أن المنشور اختفى خلال أربع ساعات، لكنه يقول إن المنشور أعيد إرساله 3,000 مرة فور نشره، وأعيد إرسال أحد تقاريره 16,000 مرة أخرى.

لم تُصْدِر اللجنة الأولمبية الصينية، ولا حكومة بكين تصريحًا رسميًّا، استجابة لمزاعم ذلك المنشور. وفي التقرير التقييمي للجنة الأولمبية الدولية، وصفت منطقة التزلج على المنحدرات الجليدية بأنها «قريبة» من المحمية. وفي السابع من أغسطس الماضي، أعلن نائب رئيس بلدية يانتشينج ـ المقاطعة الواقعة في بكين، التي تملك السلطة القضائية على محمية سونجشان الطبيعية القومية ـ أنه سوف يتم «ضبط» حدود المحمية؛ لتضم إليها الأراضي الواقعة في الشمال الشرقي للحدود الحالية، وأن جزءًا من المحمية الأصلية سوف يُؤخَذ «لتوفير المساحة اللازمة للتنمية المحلية المستدامة، ولتعزيز التداخل بين أهداف حماية البيئة، ومصالح المجتمع الاقتصادي».

لم تتضح التفاصيل بعد، لكنّ المحمية المقترَحة لها مساحةٌ أكبر بنسبة 31%، مقارنة بالمساحة الأصلية، ولا تتقاطع مع منحدرات التزلج، وفقًا لما ذكره نائب رئيس البلدية في المقابلات التي أجريت معه، والمنشورة في وسائل الإعلام الصينية. وقد أرجأ مكتب النائب استفسارات فريق أخبار دورية *Nature* للجنة المناقصات، لكن الفريق لم يتلقَّ ردًّا منها، أو من اللجنة الأولمبية الصينية. كما لم تُجِب اللجنة الأولمبية الدولية على الاستفسارات التي قدمها الفريق عن كيفية تعاملها مع الطلبات التي تحتوي على تناقضات، وما إذا كان وجود أثر سلبي على محمية طبيعية سوف يؤثر على قرارها، أم لا. وطِبقًا للوائح الحكومة الصينية لعام 2013، يتعين على من يَوَدّ تغيير حدود المحمية الطبيعية أن يقدم طلبًا، يتضمن آراء الجمهور، ونتائج التقييم البيئي، وأربع وثائق أخرى. ويَذكر شي، وجي أنهما لم يجدا دليلًا على تقديم أيٍّ من ذلك.

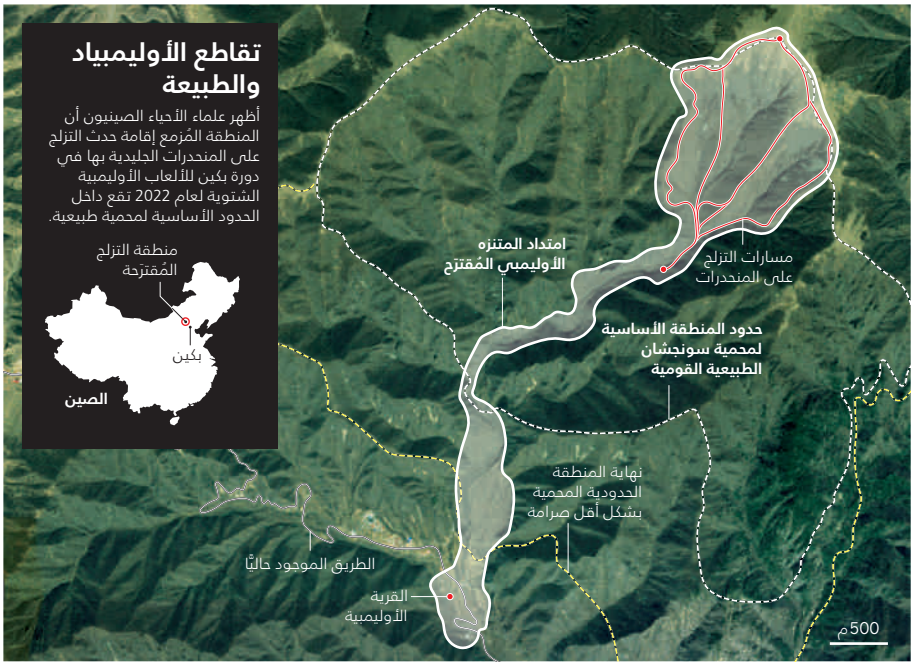
أما لي جو ـ وهو باحث في الأحياء التطورية والحفاظ على البيئة، في مرحلة ما بعد الدكتوراة، بجامعة بكين في بكين ـ فيقول إن محمية «سونجشان» ليست بتلك الأهمية من حيث التنوع الحيوي. والمشكلة الأكبر، على

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

حد قوله، أن الحكومة التي تُصْدِر تصريحات وقوانين على نحو متزايد؛ لتأكيد التزامها بالاستدامة البيئية، والحفاظ على البيئة، يبدو أنها تتراجع عن وعودها. ففي شهر مايو الماضي، على سبيل المثال، أصدرت وزارة البيئة الصينية مذكرة مُوَقَّعة مِن عشر وكالات حكومية، تنص فيها على أن أي تطوير يتناقض مع وظيفة من وظائف المحمية «ممنوع منعًا باتًّا». ويبدي كلٌّ من جو، وشي قلقهما من أنْ يرسل فشلُ تطبيق السياسات الصارمة في بكين إشارةً أكثر شمولية للحكومات المحلية بأنْ تفعل ما تريد. فإذا انتهكت بكين محمية «سونجشان»، «سيكون من السهل على الحكومات المحلية منح مشروعات البناء أولوية أعلى من قضايا الحفاظ على البيئة»، على حد قول جو، الذي لم تَعُد منشوراته على موقع «ويبو» حول هذه القضية متاحة. يقول: «التأثير الحقيقي سيكون خرق القوانين والسياسات الصينية المتعلقة بالمحميات الطبيعية».

يقول شي إن مدينة تشانج-جياكو، المجاورة لإقليم هيبي، تُعَدّ مكانًا أفضل لقيام حدث التزلج على المنحدرات الجليدية، وسوف تستضيف أيضًا بعض أحداث الدورة الأولمبية الشتوية. وهناك في المدينة جبال، تم تطويرها بالفعل لهذا الغرض، ولن تعاني أي أضرار بيئية، على حد قوله. ■



SOURCE: WANG XI/SONGSHAN NATL NATURE RESERVE/IOC

علم البحار

«فقاعة» شمال المحيط الهادئ تثير إدارة المصائد السمكية

دفء غير المعتاد في المحيط الهادئ يقوِّي موقف الداعين إلى اتخاذ قرارات مبنية على أساس النظام البيئي.

فيرجينيا جيوين

دفعت الظروف البيئية غير المسبوقة في المحيط الهادئ مديري المصائد إلى مناطق لم يحدث أن ارتادوها من قبل. وهذا بسبب «الفقاعة»، وهي بمثابة كتلة مائية دافئة ـ على غير العادة ـ ظلت رابضة في شمال المحيط الهادئ لمدة 18 شهرًا، حيث تسببت في تثبيط الموجات المائية المتقلبة التي توصِّل المغذيات إلى المياه الساحلية التي يتغذي فيها سمك السالمون والتونة والحيتان المهاجرة على «السمك العلفي»، مثل سمك الأنشوجة والسردين والكريل.

يأتي هذا النقص في المغذيات في وقت وصلت فيه أعداد هذا السمك العلفي إلى أقل مستوياتها على مر التاريخ. ومع زيادة قوة ظاهرة «إلنينو» ـ وهي ظاهرة الدفء في شرق المنطقة الاستوائية في المحيط الهادئ، التي تؤثر على أنماط الطقس في جميع أنحاء العالم ـ يواجه مديرو مصائد السمك درجة من عدم الوضوح والغموض ـ أكبر من المعتاد ـ أثناء تجهيزاتهم لتحديد حصص الصيد للعام القادم.

يكشف هذا الوضع بوضوح عن الحاجة إلى وضع العمليات البيئية في الاعتبار عند اتخاذ القرارات التي تخص المصائد، حسب قول العلماء في الاجتماع السنوي لجمعية المصائد الأمريكية، الذي انعقد في مدينة بورتلاند بولاية أوريجون في شهر أغسطس الماضي. ويميل مديرو المصائد إلى تحديد الحصص، اعتمادًا على التقييمات التي تركز على الأنواع المنفردة، وتفترض أن توجهات أعداد المجموعات السمكية ثابتة ومستقرة. وتهدف إدارة المصائد السمكية المبنية على الأنظمة البيئية إلى استخدام نهج أكثر شمولًا، يضع في اعتباره المتغيرات الموجودة، مثل العلاقات بين الفريسة والمُفترِس، والظروف المناخية، والعوامل الاقتصادية.

وحتى الآن، لم تَستخدم الجهات التي تحدِّد حصص الصيد هذه المقاربة المبنية على النظام البيئي، إلا في حالات نادرة، إذ إنه في شهر نوفمبر الماضي، قام مجلس إدارة مصائد المحيط الهادئ ـ وهو المجلس الذي يرفع توصياته عن حصص الصيد في الساحل الغربي للولايات المتحدة إلى الخدمة الوطنية للمصائد البحرية في الولايات المتحدة ـ بمراجعة نموذج حاسوبي شامل مبنيّ على النظام البيئي، كما أصدر موافقة مشروطة لاستخدامه. وتُعَدّ هذه التطورات خطوة أولى لإدخال هذه الأداة في عملية اتخاذ القرارات الإدارية. يقول تيم إيسينجتون، وهو عالِم متخصص في المصائد السمكية في جامعة واشنطن بمدينة سياتل: «يتم تقبُّل هذه المبادئ بدرجة بطيئة نسبيًّا».

وأكبر العقبات التي قد تواجه هذه المقاربة الجديدة هي الحاجة إلى تجميع وتحليل البيانات الحيوية ذات الصلة. فعلى سبيل المثال.. تجميع المعلومات عن الكيفية التي سوف تؤثر بها التقلبات الحادثة في أعداد أنواع الفرائس على أعداد الأنواع المفترسة. ويقوم داعمو المصائد المبنية على النظام البيئي بإعداد أدوات مفيدة، مثل قاعدة بيانات الأنظمة الغذائية الحالية للحيوانات المفترسة في كاليفورنيا، وهي أداة تجمع معلومات عن العادات الغذائية لـ199 نوعًا. وفي اجتماع المصائد، أوضحت أمبر زوبوزلاي ـ التي تعمل محللة للأبحاث في «معهد فارالون للأبحاث المتقدمة المختصة بالأنظمة البيئية»، الموجود في مدينة بيتالوما بولاية كاليفورنيا ـ الكيفية التي استخدمت بها قاعدة البيانات المذكورة لتحدِّد أن السمك يتغذى على 75% من سمك الأنشوجة المستهلَك في المحيط الهادئ، بينما تستهلك الثدييات 16% منها، وتتغذي طيور البحر على الـ7% الباقية.

يؤكد المختصون في الحفاظ على البيئة أنه إذا كشفت الفقاعة عن تغيُّر في نظام المحيط الهادئ، فإن اعتماد الإدارة المبنية على النظام البيئي سيكون أمرًا ضروريًّا؛ لمنع حدوث كوارث في النظام. تقول ريبيكا جولبيرج، مديرة قسم علوم المحيطات في مؤسسة «صناديق بيو الاستئمانية الخيرية» في واشنطن: «يبدو أن النظام كله يتعرض لتغيير جذري». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

PRESTON GANNAWAY

يقوم القراصنة الحيويون ـ مثل يوهان سوسا ـ باستكشاف الإمكانيات الخلّاقة لعلم الأحياء الجزيئية.

تكنولوجيا حيوية

يستعد القراصنة الحَيَوِيُّون لتحرير الجينوم

هواة العلوم مستعدون لتجربة تقنية «كريسبر» لتحرير الجينات، وقادرون عليها.

هايدي ليدفورد

لم يَقِف افتقار يوهان سوسا كثيرًا للتدريب العلمي المعتمد حائلًا بينه وبين استخدام أحد أقوى آليّات علم الأحياء الجزيئية التي تم اكتشافها، حتى يومنا هذا. فقد استخدم سوسا بالفعل تقنية «كريسبر»، المكتشَفة منذ ثلاثة أعوام، وتستهدف القيام بتعديلات في الحمض النووي داخل أنابيب الاختبار. كما ينوي سوسا تجربة تلك التقنية على الخميرة، وعلى نبات *Arabidopsis thaliana* فيما بعد.

إن تقنية «كريسبر» جديرة بالإشادة، لبساطتها، وتعدُّد استخداماتها، حيث تسمح للعلماء بإجراء تعديلات محددة لتتابع جيني ما بسهولة أكبر من ذي قبل. وقد استخدم الباحثون تقنية «كريسبر» لتحرير الجينات في جميع الكائنات، بداية من البكتيريا، ووصولًا إلى الأجنة البشرية. وتحمل التقنية إمكانية محو الأخطاء الجينية في أنساب العائلات المصابة بأمراض وراثية، ومعالجة السرطان بطرق لا مثيل لها، أو تنمية الأعضاء البشرية داخل أجسام الخنازير، بل إن أحد الباحثين اقترح أيضًا أن تُستخدم التقنية في تعديل جينوم الفيل، لإنتاج نسخة تستطيع التأقلم مع البرد من الماموث ذي الصوف الكثيف، المنقرِض منذ زمن بعيد.

مثل هذه الأمور بعيدةً كل البعد عن متناول مجتمع «القراصنة الحيويين الهواة» biohackers، وهو مجتمع نامٍ من الدارسين الهواة لعلم الأحياء، الذين يعملون في المعامل الخاصة، التي تتقاضى رسومًا دورية للحصول على الإمدادات والمعدات. أما تقنية «كريسبر» في حد ذاتها، فهي في متناول الجميع. ويتوق هؤلاء الهواة بشدة لتجربتها، مدفوعين بالروح الخلّاقة التي تلهمهم للتلاعب بالخميرة؛ لتغيير نكهة البيرة مثلًا، أو بناء تركيبات فنية من البكتيريا، أو التحقيق في تساؤلات جادة حول البحوث الأساسية. يقول أندرياس شتورمر، وهو قرصان حيوي يعيش في دبلن: «إنها الأداة الأكثر إثارة للدهشة على الإطلاق. ويمكنك أن تستخدمها في منزلك».

يتخذ سوسا ـ وهو مستشار تكنولوجيا المعلومات القادم من سان خوسيه بكاليفورنيا ـ من القرصنة الحيوية هواية له منذ ثلاثة أعوام، عندما قرر أنه يود لو ينمي أعضاء ـ أو ربما أجزاء أخرى من الجسم ـ في المعمل. في البداية، لم يدرك كم كانت فكرته تلك غير واقعية. يقول: «اعتقدتُ أنه عليك أخْذ كمية من الخلايا الجذعية، وإضافة مواد عليها فحسب»، ثم تعاظم لديه شغف التلاعب بالخلايا الحية، مع بداية قراءته لكتب الأحياء الجزيئية، وحضوره الندوات العلمية، وتعليم نفسه التقنيات المعملية. ومن ثم، انضم إلى معمل «بيوكيوريوس» (BioCurios) الخاص في ساني فيل بكاليفورنيا.

لا يعلم سوسا ما سيفعله بتقنية «كريسبر» بمجرد إجادتها؛ فربما يشارك في المجهود الجماعي في معمل «بيوكيوريوس» لهندسة الخميرة بيولوجيًّا؛ لإنتاج الكازيين، وهو البروتين الموجود في اللبن، كخطوة لإنتاج الجبن النباتي، ما قد يتطلب استخدام تقنية «كريسبر» لدراسة كيفية تغيير البروتينات كيميائيًّا في الأنواع المختلفة من الخميرة. ويقول: «نحن الآن نملك القدرة للقيام بمثل ما كانت تقوم به المعامل الكبرى طوال الوقت. إنه أمرٌ مثير جدًّا».

أما الفنان جورج تريميل ـ وهو باحث زميل في مجال تصوير البيانات الحيوية بجامعة طوكيو ـ فلديه خطط واضحة لاستخدام تقنية «كريسبر»؛ حيث يخطط هو ومعاونوه للقيام بعكس عملية الهندسة الوراثية التي أجريت لزهور القرنفل الزرقاء، التي تباع في اليابان، عن طريق نزع الجين المزروع فيها، المسؤول عن تحويل لونها إلى الأزرق، من أجل عودتها إلى لونها الطبيعي (الأبيض). وهُم يودُّون ـ من خلال هذه العملية ـ أن يتأمل الجمهور ما إذا كانت هذه الزهور المهندَسة وراثيًّا مرتين تختلف بأي شكل عن مثيلاتها غير المهندَسة وراثيًّا، التي تحمل الجينوم نفسه.

وحتى الآن، لم يكن أصعب جزء في المشروع هو استخدام تقنية «كريسبر»، بل زراعة زهور القرنفل في مُستنبَت خلوي، كما يقول تريميل. أما التحدي الآخر، فكان الحصول على تصريح لعرض العمل، فعلى الرغم من أنه قد صُرّح ببيع زهور القرنفل الزرقاء في اليابان، إلا أن الزهور البيضاء قد تحتاج إلى موافقة الجهات التنظيمية، قبل عرضها خارج المعمل.

وكما تَعِد تقنية «كريسبر» بالحصول على نتائج مبدعة، يمكنها أن تصبح ضارة. لذا.. أقام فريق الحماية من الإرهاب البيولوجي ـ الخاص بالمجلس الفيدرالي للتحقيقات في الولايات المتحدة ـ بعض العلاقات بصعوبة بالغة مع مجتمع القراصنة الحيويين على مدى السنوات القليلة الماضية، ودائمًا ما يذكِّر أعضاءه بضرورة توخي الحذر تجاه أي أنشطة مشبوهة، لكن تلك المخاوف لا داعي لها، حسب قول تود كوكين، الذي يدرس سياسات العلوم في مؤسسة ويلسون البحثية بواشنطن العاصمة. فكما يقول.. أغلب هؤلاء القراصنة لديهم أهداف حميدة، مثل خلق بكتيريا بألوان الطيف مثلًا، أو تخمير بيرة مميزة.

ويضيف كوكين قائلًا إن هناك ميلًا للمبالغة فيما يستطيع باحث الأحياء الهاوي فِعْله.. فالكواشف، مثل الإنزيمات والأجسام المضادة باهظة الثمن، وتجارب الأحياء الجزيئية تستغرق وقتًا طويلًا، بالإضافة إلى أن المعدات التي تتوفر بشكل طبيعي للعلماء المحترفين، غالبًا ما تكون بعيدة عن متناول الأفراد، أو المعامل الخاصة.

هذا.. وأغلب المعامل الخاصة تصرّ على أن يتعامل أعضاؤها مع الكائنات التي تتطلب أقل قدر من احتياطات السلامة البيولوجية، مما يَستبعد الخلايا البشرية وأغلب مسبِّبات الأمراض من القائمة. وفي بعض مناطق أوروبا، تُعتبر الهندسة الجينية نشاطًا غير قانوني، إذا ما أقيم خارج المنشآت المتخصصة.

ونظرًا إلى القيود المفروضة على المعامل الخاصة، يلجأ كثيرٌ من الهواة إلى تقنية «كريسبر» فقط عند احتياجهم لإجراء تغيير دقيق للغاية على الجينوم، كما يقول كيوني جاندال من هانتينجتون بيتش بكاليفورنيا، وهو قرصان حيوي

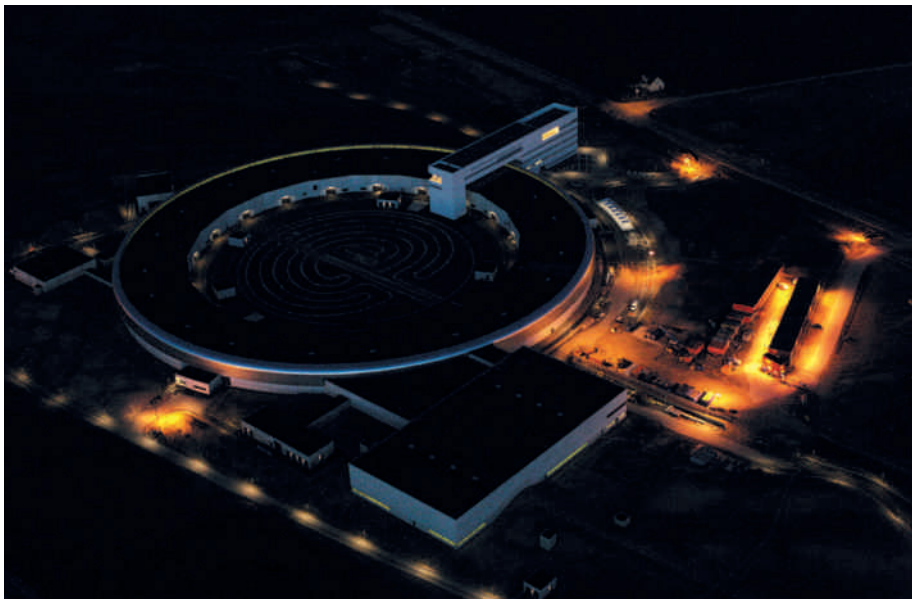
NATURE.COM
تقنية «كريسبر»: المزايا، والأضرار، والجوانب المجهولة:
go.nature.com/crispr

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

يبلغ من العمر 16 عامًا، وبطل مسابقة معرض العلوم، الذي يعمل بأجهزة تفاعل البلمرة التسلسلي والطرد المركزي في منزله منذ ثلاث سنوات. حتى الآن، استخدم جاندال تقنية «كريسبر» فقط وقت تطوُّعه في معمل بجامعة محلية، ويقول: «إنها تقنية جيدة جدًّا».

ومن أكبر المخاوف التي تحيط بتقنية «كريسبر»، أنه يمكن استخدامها لإجراء تعديل جيني مصمَّم لينتشر في مجموعة من الكائنات بمعدل فائق السرعة، لكن دان رايت ـ وهو محام بيئي، وقرصان حيوي هاوٍ بلوس أنجيليس ـ يظن أن مثل هذا السيناريو يظل بعيدًا عن قدرة أغلب الهواة. فإنشاء مثل هذا النظام يتجاوز التعديلات البسيطة نسبيًّا، التي يقوم هو وزملاؤه بدراستها. يقول رايت: «الأمر صعب جدًّا.. فمجرد فصل جين واحد في أحد النباتات، هو تحد كافٍ بالنسبة إلى القراصنة الحيويين في هذه المرحلة». ■



PERRY NORDENG/LUND UNIV.

اجتاز سنكروترون الجيل القادم في لوند بالسويد أوّل اختبار له بنجاح.

تكنولوجيا

تحديث عِلْم الأشعة السينية

سنكروترون سويدي يَعِدُ بحزم أشعة فائقة السطوع، ويفتح آفاقًا جديدة للباحثين.

ديفيد كاستيلفيكي

في خطوة.. يأمل الباحثون أن تكون بداية لعهد جديد من علم الأشعة السينية، بدأت الإلكترونات في الدوران بسنكروترون الجيل القادم في مدينة لوند بالسويد، وهو الجهاز الذي يَعِد بخفض تكاليف مصادر ضوء الأشعة السينية حول العالم، مع تحسين أدائها، وتمكين العلماء من القيام بتجارب لم تكن ممكنة من قبل.

والسنكروترونات هي مسرِّعات جسيمات، تنتِج الأشعة السينية المستخدمة في البحوث، في مجالات تمتد من الأحياء البنيوية إلى علوم المواد. وقد صرح كريستوف كويتمان ـ مدير المشروع ـ لدورية *Nature* بأنه في تمام الساعة العاشرة مساءً بتوقيت جرينتش من يوم 25 أغسطس الماضي، بدأت الحزم الأولى من الإلكترونات في الدوران داخل الجهاز الجديد، الذي يبلغ طوله 528 مترًا، وتبلغ طاقته 3 جيجا إلكترون فولت، في منشأة «ماكس 4» (MAX IV) في مدينة لوند، والذي يُعتبر أول سنكروترون من الجيل الرابع في العالم.

يقول كريس جاكوبسن، فيزيائي الأشعة السينية في مختبر أرجون الوطني في ليمونت بولاية إلينوي: «الحصول على الشعاع الأول هو خطوة أولية حاسمة للغاية» لعرض تقنية الجيل الرابع. ويستطرد قائلًا: «إن منشأة «ماكس 4» تقود العالم الآن نحو مسار جديد في مصادر السنكروترون الضوئية».

في السنكروترونات، تدور حزم من الإلكترونات بسرعة تقارب سرعة الضوء داخل أنبوب دائري مفرَّغ من الهواء، حيث تقوم مغناطيسات «ثني» قوية بتوجيه الإلكترونات فيه، بينما تقوم مغناطيسات «تركيز» بضم الإلكترونات معًا ضد التنافر المتبادَل بينها. تمر الإلكترونات بعد ذلك بين مغناطيسات خاصة، تهزها من جانب لآخر؛ لإنتاج نبضات من الأشعة السينية، تُعرف باسم «إشعاع السنكروترون».

أما مصادر الضوء من الجيل الرابع، فستقوم بضغط الإلكترونات في حِزَم أضيق، مما يؤدى إلى نبضات من الأشعة السينية، تركِّز المزيد من الفوتونات في شعاع أكثر إحكامًا وأكثر سطوعًا. يعني ذلك أن الأمر سيستغرق بضع دقائق فقط ليقوم الباحثون بتجارب كان يمكن أن تستغرق عدة أيام، إذا ما استخدم جهاز من الجيل الثالث، كما يقول جاكوبسن.

الجيل الرابع

بنهاية الأمر، سوف يصبح باستطاعة الأشعة الصادرة من أجهزة الجيل الرابع تمكين علماء المواد من مراقبة التفاعلات الكيميائية داخل البطارية وقت حدوثها مثلًا، وتمكين علماء الأحياء البنيوية من الكشف عن بنية البروتينات في بلورات بروتينية أصغر من تلك المطلوبة في حالة استخدام مصادر الضوء المتوفرة حاليًّا.

إن الابتكار الحاسم في أجهزة الجيل الرابع تلك يكمن في استخدام أنبوب فراغي أضيق، تُدار فيه الإلكترونات. في منشأة «ماكس 4»، يبلغ عرض الأنبوب 22 مليمترًا، أي حوالي نصف العرض المستخدَم في السنكروترونات النمطية الموجودة حاليًّا، ما يجعل الحصول على مجالات مغناطيسية أقوى أمرًا ممكنًا، باستخدام مغناطيسات ثني وتركيز أصغر حجمًا وأقل كلفة، وقد تستهلك أقل من عُشر استهلاك أجهزة الجيل الثالث من الكهرباء، بسبب صغر حجمها.

إنّ الحفاظ على مثل هذا الأنبوب الضيق خاليًا من الهواء لم يكن ليتحقق باستخدام مضخات التفريغ العالي التقليدية وحدها؛ فاستعارت منشأة «ماكس 4» تقنية من مصادم الهادرون الكبير (LHC) في مختبر «سيرن» (CERN) ـ وهو المختبر الأوروبي لفيزياء الجسيمات، القريب من جنيف بسويسرا ـ حيث يتم تدوير البروتونات، بدلاً من الإلكترونات. تتلخص الحيلة المستخدَمة في مصادم الهادرون الكبير ـ التي اعتُمدت الآن من قِبَل «ماكس 4» ـ في طلاء السطح الداخلي للأنابيب بخليط معدني خاص، يمتص أي جزيئات غاز تتواثب بالداخل.

يقول الفيزيائي هيرمان وينيك، خبير بناء أجهزة السنكروترون في مختبر المسرع الوطني «سلاك» (SLAC) في مينلو بارك بكاليفورنيا: «يحق للسويديين أن يفخروا بتقنيات التصنيع المبتكرة لديهم، التي أدّت إلى خفض تكلفة إنتاج هذه الأجهزة».

ويقول روبرت هيتيل، فيزيائي المسرعات بمختبر «سلاك»، إنه يتعين على فريق «ماكس 4» في الفترة المقبلة القيام باختبار ما إذا كانوا يستطيعون تدوير عدد كبير من الإلكترونات اللازمة؛ لإنتاج حِزَم عالية الجودة من الأشعة السينية، أم لا. وفي الأشهر اللاحقة، سيقوم الفريق بالفعل ببناء ثماني محطات تجريبية - أو «خطوط أشعة» - حول السنكروترون، من المخطط افتتاحها في يوم 21 من شهر يونيو لعام 2016 تحديدًا، وهو يوم الانقلاب الصيفي للشمس.

إن السنكروترون الذي تم إطلاقه في الخامس والعشرين من أغسطس الماضي، هو الأكبر ضمن جهازين، يقوم فريق «ماكس 4» ببنائهما حاليًّا. وسينتج جهاز الجيل الرابع الأصغر إلكترونات بطاقة 1.5 جيجا إلكترون فولت، للحصول على أشعة سينية أكثر لينًا وأقل طاقة. وستصل التكلفة الإجمالية للأجهزة وخطوط الأشعة الثمانية الأولى إلى 4.5 مليار كرونا سويدية (ما يعادل 530 مليون دولار أمريكي)، حسب قول كويتمان؛ وستقوم الحكومة السويدية بدفعها بالكامل. وبذلك.. يقول كويتمان عن فريقه إنه قد حقق «إنجازًا بارزًا الليلة الماضية»؛ ويضيف: «لكن لا يزال أمامنا مشوار طويل». ■

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تجربة نبات القِنَّب

مع تزايُد الإقبال على استعمال الماريجوانا، يسعى الباحثون للإجابة عن أسئلة أساسية حول هذا المخدِّر.

دانييل كريسي

في عام 2013، قام بو كيلمر بإحصاء جريء، حيث كان المواطنون في ولاية واشنطن قد انتهوا للتوّ من التصويت لتقنين استعمال مخدر الماريجوانا لأغراض ترفيهية. وكان مجلس مراقبة المشروبات الكحولية بالولاية ـ الذي سيتولى تنظيم الصناعة الناشئة ـ متشوقًا لمعرفة عدد الأشخاص الذين يستخدمون المخدر ، والأهم من ذلك.. معدل استهلاكهم.

لم تكن تلك المهمة بسيطة على الإطلاق، فمستخدمو أي مادة غير مشروعة، وخاصة المفرِطين في استخدامها، غالبًا ما يصرِّحون بتناولهم لكميات أقل من الحقيقة. لذا.. عمد كيلمر ـ وهو المدير المشارك لمركز «راند» (RAND) لأبحاث سياسات المواد المخدرة في سانتا مونيكا بكاليفورنيا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

«بوسع بائعي التجزئة الآن في كولورادو بيع القنّب لعامة الناس».

OLIVIER DOULIERY/ABACA/PRESS ASSOCIATION

ـ إلى قيادة فريق، للقيام باستطلاع على شبكة الإنترنت، ليسأل الناس عن معدل استخدامهم لنبات القنّب خلال الشهر الماضي والسنة الماضية. ولمساعدتهم على قياس الكميات، ضم الاستطلاع صورًا لقياسات تُظْهِر كميات مختلفة من مخدر القنّب. كشَف هذا الاستطلاع ـ إلى جانب غيره من البيانات التي جمعها الفريق ـ عن فجوة بين الواقع والمعتقدات. فبناءً على البيانات السابقة، قدَّر مسؤولو الولاية استخدام القنّب بنحو 85 طنًّا سنويًّا. وأشار بحث كيلمر إلى أن الرقم الحقيقي يبلغ ضعف ذلك، أي حوالي 175 طنًّا[1]. والرسالة المستنبَطة من ذلك، حسب قول كيلمر، هي أنه «يتعين علينا البدء في جمع المزيد من البيانات».

ردَّد العلماء في جميع أنحاء العالم قول كيلمر هذا. فسرعان ما بدأت القوانين التي تهدف إلى تقنين مخدر القنّب، أو تقليل العقوبات المرتبطة به، تسري في جميع أنحاء العالم؛ لتنقل مكان بيعه من آبار السلالم والأزقّة المظلمة إلى واجهات المتاجر الحديثة، تحت مرأى ومسمع من السلطات. في عام 2013، كانت أوروجواي هي أول دولة تقنن تجارة الماريجوانا، بينما قللت بلدان أوروبية عديدة ـ مثل إسبانيا، وإيطاليا ـ من العقوبات القاسية لتعاطي وحيازة المخدِّر. على الجانب الآخر، تفرض تسع وثلاثون ولاية أمريكية، بالإضافة إلى واشنطن العاصمة، على الأقل بعض الأحكام لاستخداماته الطبية، بل واتجهت كل من واشنطن وكولورادو، وألاسكا، وأوريجون إلى أبعد من ذلك؛ بتقنين الاستهلاك الترفيهي للمخدر. ومن المتوقع أن تصوّت عدة ولايات أخرى ـ من ضمنها كاليفورنيا، وماساتشوستس ـ على تدابير مماثلة للاستهلاك الترفيهي بحلول نهاية عام 2016.

أَرْبَكَ هذا التحول السريع الباحثين؛ حيث يقول كريستيان هوبفر، الباحث في الطب النفسي في كلية الطب في جامعة كولورادو بأورورا: «بشكل عام، الدراسات المجراة على التبغ والكحوليات يبلغ عددها 100 ضعف الدراسات المجراة على المواد غير المشروعة تلك. ولا أعتقد أنها تحصل على الأولوية التي تستحقها».

وبرغم الادعاءات المزعَمة عن الماريجوانا، التي تتراوح بين كونها تعالج النوبات، وكونها تسبب الفصام، فإن الأدلة الواضحة على تأثيرها على الصحة والسلوك محدودة ومتناقضة أحيانًا. ويجد الباحثون صعوبة في الإجابة حتى على الأسئلة الأساسية المتعلقة باستخدامها ومخاطرها ومزاياها، والتأثير الذي سيحدثه تقنينها.

لذا.. ينبغي للتحولات السريعة في السياسات تقديم وفرة من التجارب الطبيعية، لكن النافذة لن تظل مفتوحة لفترة طويلة. فـ«ثمة فرصة هنا»، حسب قول روبرت ماكون، عالِم النفس الاجتماعي، والباحث في السياسة العامة في كلية ستانفورد للحقوق بكاليفورنيا، الذي عمل مع كيلمر على البحث الذي أُجري في واشنطن.. «فبعض أكثر البحوث التي تقدم وفرة من المعلومات، ويمكننا القيام بها حاليًّا، هي تلك المتعلقة بتغيّرات السوق».

ما هي الآثار السلبية؟

لعدة سنوات، تعرّض الجدل حول سلامة مخدر القنّب للاستقطاب. فمن يسعون لتقنينه يدّعون أنه ليس مضرًّا، إلا أن الحكومات حول العالم وضعته بين المخدرات غير المشروعة الأكثر خطورة، مُطْلِقة حملات شديدة تحذر من التهديدات التي يشكلها على الصحة العقلية ورفاهية المجتمع.

يتيقّن العلماء ـ إلى حد ما ـ من بعض الأمور، لا سيما عندما يتعلق الأمر بالتأثيرات قصيرة المدى. فهم يعرفون مثلًا أنه يضعف الذاكرة والقدرة على التنسيق، ويمكنه أن يسبب البارانويا (وهو جنون العظمة) والذُّهان[2]. هذه هي بعض الأعراض الكلاسيكية لحالة «النشوة» التي يسببها القنّب، والتي قد تمثل ـ في حد ذاتها ـ آثارًا صحية كبيرة، أو قد تؤدي إلى أعراض أخرى. فقد وجدت الدراسات مثلًا أن احتمالات تعرُّض السائقين للتصادم تتضاعف بنحو مرتين إلى سبع مرات في حال تدخين المخدِّر قبل القيادة[3,4].

وعلى المدى الأطول، يقلّ وضوح التأثيرات، لكن هناك تأثيرات قليلة يتفق عليها معظم العلماء. وخلافًا للعديد من المجادلات الرائجة، ثمة أدلة على أن القنّب يؤدي إلى الإدمان؛ فحوالي 9% من مستخدميه يعتمدون عليه بمرور الوقت، وتظهر عليهم علامات معينة، مثل التحمّل أو المعاناة من أعراض الانسحاب عند التوقف عن تعاطيه. وفيما عدا ذلك.. يصعب تحديد التأثيرات طويلة المدى.

والطريقة الأكثر شيوعًا لتناول نبات القنّب هي تدخينه، وهو ما يزيد من مخاطر مشاكل الجهاز التنفسي والإصابة بسرطان الرئة. فقد وجدت دراسة أُجريت عام 2008 في نيوزيلندا أن تدخين القنّب يزيد من مخاطر الإصابة بسرطان الرئة بنسبة 8% لكل «عام من تدخين الماريجوانا» (أي ما يعادل تدخين لفافة ماريجوانا يوميًّا لمدة سنة)، حتى بعد أخْذ آثار تدخين التبغ بعين الاعتبار[5]. وعلى الجانب الآخر، وجدت دراسات أخرى ارتباطًا محدودًا أو معدومًا بسرطان الرئة، حتى في حالة أولئك المفرِطين في التعاطي[6].

«تشبه الأبحاث المجراة على الماريجوانا الآن الأبحاث التي أُجريت على التبغ في الستينات. وهناك تحدٍّ لأي دراسة تتناول الأضرار».

أما النتائج الأخرى المتعلقة بالصحة، فهي أكثر صعوبة في الفصل عن العوامل الخارجية، حيث وجد بعض الباحثين ارتباطًا بضعف الأداء الدراسي، وانخفاض الحضور الاجتماعي، كالحالة المهنية مثلًا، وتغيُّر تكوُّن المخ. وعلى سبيل المثال.. وجدت دراسة كريست تشيرش للصحة والتطور ـ التي تابعت حوالي 1,300 طفل وُلدوا في نيوزيلندا عام 1977 ـ أن الأشخاص الذين تعاطوا القنّب يوميًّا أكثر عرضة بمعدل 50% للإصابة بأعراض ذهانية[7] عن غير المتعاطين، وهم أكثر عرضة لاحتمال عدم إكمال الدراسة[8].

توضح دراسة أخرى من نيوزيلندا، تابعت 1,000 شخص في ديوندن منذ الولادة، حتى سن الثامنة والثلاثين، أن الاستمرار في تعاطي القنّب ـ وخاصة إذا بدأ في سن مبكرة ـ يرتبط بانخفاض أكثر حدة في معدل الذكاء في المراحل المتقدمة من العمر، ومشكلات في الذاكرة والمنطق، بالمقارنة مع الأشخاص الذين لم يسبق لهم استخدام المخدر[9].

يقول هول إن الارتباط بالنتائج السلبية على الصحة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

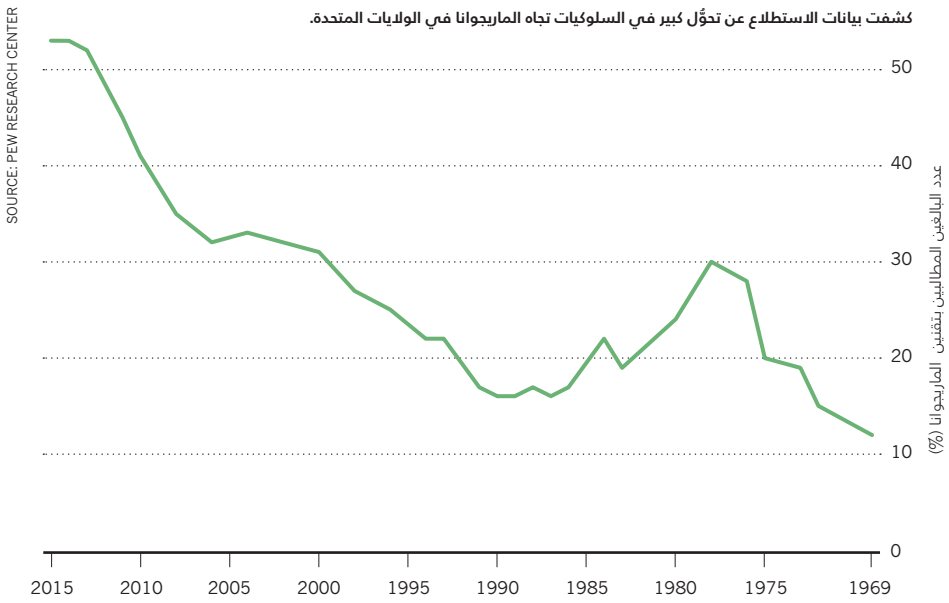
جنـون لفافـة القنّـب

بعد مرور أكثر من قرن على القوانين - المتساهلة إلى حد ما - بخصوص القنّب، تحولت السلوكيات العامة في الولايات المتحدة وغيرها ضد المخدر في أوائل القرن العشرين. تصاعدت الدعاية المعادية للماريجوانا في الثلاثينات مع ظهور أفلام تصوّر الفظائع التي تلحق بمستخدميها.

1976
هولندا تلغي تجريم حيازة كميات صغيرة من الماريجوانا، واستعمالها وبيعها.

1996
كاليفورنيا تصبح أول ولاية تشرّع القنّب الطبي من خلال الاقتراح رقم 215.

2012
واشنطن وكولورادو تصوتان لتقنين الماريجوانا الترفيهية للبالغين 21 سنة فأكثر، على الرغم من عدم توفر المخدر للبيع قبل عام 2015.



النفسية والاجتماعية كان دائمًا ملاحَظًا، لكن يتمحور الجدل القائم حول «كيفية تفسير هذا الارتباط»، وهو ما قد ينطوي على مجموعة من العوامل، على حد قوله.

وحسب قول فاليري كوران، المختصة بالأدوية النفسية في كلية لندن الجامعية، تكمن الصعوبة في الفصل بين الارتباط والسببية، لأن «ثمة الكثير من المُربِكات»، فمثلًا، المراهقون الذين يتعاطون القنّب يشربون ـ في الغالب ـ كميات كبيرة من الكحول، وينخرطون في أنشطة خطرة أخرى. لذا.. فإن نِسَب التأثيرات لمادة أو سلوك محددين أمر شديد الصعوبة.

هناك أيضًا مشكلات مماثلة في الارتباط المتجادَل بشأنه بشدة بين القنّب والفصام. وأظهرت دراسات متعددة زيادة خطر التعرض لاضطراب الصحة العقلية هذا لدى مَن يتعاطون القنّب، في مقابل مَن لا يتعاطونه؛ في دراسة أُجريت على 50,000 رجل سويدي، تتراوح أعمارهم بين 18 و20 سنة، وُجد أن المفرطين في استخدام المخدر كانوا أكثر عرضة للإصابة بالفصام بنحو ثلاثة أضعاف، مقارنة بأولئك الذين لم يتناولوه على الإطلاق[10]. وعلى الرغم من أن زيادة الخطر كانت كبيرة، إلا أن الخطر الإجمالي لا يزال منخفضًا (1.4% فقط من الرجال الذين صرحوا بتعاطيهم للقنّب أصيبوا بالاضطراب، مقارنة بـ0.6% قالوا إنهم لم يجربوا المخدر مطلقًا). ويرى بعض المدافعين عن القنّب أن الارتباط قد يعود إلى الأفراد الذين يعانون من مشكلات مثل «العلاج الذاتي» مثلًا، وهو ما يصعب إثباته.

يبدو أن نتائج سلبية صحية عديدة تتفاقم إذا استُخدم المخدر في سن المراهقة، مما يشير إلى أن القنّب يؤثر سلبيًّا على الأدمغة في مرحلة التكون. ومن الممكن ربط التأثيرات بفعالية المخدر، الأمر الذي يصعب تحديده بدقة.

مع تقنين تعاطي القنّب، قد يصبح جمْع البيانات أكثر سهولة، لكن معدَّل تعاطيه يبقى منخفضًا، مقارنة بالكحول والتبغ، وفقًا لقول واين هول، الباحث في مجال الإدمان بجامعة كوينزلاند في بريسبين بأستراليا. لذا.. يصعب التوصل إلى استنتاجات نهائية. وقد تكون الماريجوانا هي المخدر غير المشروع الأكثر شعبية، حسب قوله، فقد استخدمها حوالي 44% من البالغين في الولايات المتحدة في مرحلةٍ ما من حياتهم، وفقًا لمصدر واحد، لكن شخصًا واحدًا فقط تقريبًا من أصل عشرة استخدمها في العام الماضي. وعلى النقيض من ذلك.. تناول حوالي 70% من الأفراد الكحول في ذلك الوقت. يقول هول: «إن عدد الأفراد الذين يستخدمون الماريجوانا بانتظام لفترة طويلة صغير إلى حد ما، والعواقب على المدى الأطول لم تُدرَس بما يكفي».

ما مدى قوتها؟

يتمحور السؤال الأهم بالنسبة إلى الباحثين حول الجرعات، التي تعقد تفسير الأدلة. هناك أكثر من 85 مادة كيميائية من الكانابينويد في الماريجوانا؛ أكثرها أهمية بالنسبة للباحثين ـ والمتعاطين ـ هي رباعي الهيدروكانابينول (THC). فقد نجح المزارعون في استزراع تركيزات عالية من تلك المادة في سلالات النبات المخصصة للاستخدام الترفيهي والطبي. ووَجد برنامج لمراقبة الفاعلية، تديره جامعة ميسيسيبي لصالح المعهد الوطني الأمريكي لإساءة استعمال المخدرات «نيدا» NIDA، أن مستويات رباعي الهيدروكانابينول زادت بشكل مطّرد في الولايات المتحدة[11]، من 2–3 % في الفترة الممتدة بين عامي 1985 و1995، إلى 4.9% في عام 2010. وكانت الزيادة أكبر من ذلك بالنسبة إلى القنّب المستورد الذي يستولي عليه الموظفون المكلفون بإنفاذ القانون. وبالنسبة إلى هذه المخدرات، فقد ازدادت الفاعلية من أقل من 4% في أواخر الثمانينات وأوائل التسعينات إلى أكثر من 12% في عام 2013، لكن من الصعب تحديد كميات رباعي الهيدروكانابينول التي يستهلكها المستهلك العادي. فمن غير الواضح ـ على سبيل المثال ـ ما إذا كان المستخدمون «يعايرون» جرعاتهم، لتعديل الكمية التي يتعاطونها حسب قوة تأثيرها، أم لا. من المعروف أن مستخدمي النيكوتين يعمدون إلى ذلك مع السجائر، لكن النيكوتين لا يعطّل المحاكمة الذهنية بالطريقة نفسها التي يسببها القنّب. إن تأثيرات رباعي الهيدروكانابينول أقل فورية، وخاصة بالنسبة إلى الأنواع الممكن أكلها.

تثير الفاعلية المتزايدة تساؤلات حول الأبحاث السابقة، حيث إن المتعاطين في الدراسات القديمة ربما كانوا يستهلكون أنواع القنّب الأقل فاعلية، وربما كانت التأثيرات مختلفة (انظر: «ثغرات البحوث»). فقد ربطت دراسة نُشرت في وقت سابق من هذا العام ـ على سبيل المثال ـ بين القنّب عالي الفاعلية، وتضاعُف مخاطر الإصابة بالذهان بنحو ثلاث مرات، مقابل عدم استخدامه، لكنها لم تجد أي ارتباط مع الأنواع الأقل فاعلية[12]. واشتكى الكثير من الباحثين من أن الماريجوانا المعتمدة لدراستها في التجارب التي يمولها معهد «نيدا» لا تتطابق مع الأنواع التي تُستخدم ترفيهيًّا أو طبيًّا.

ومع تغيير القوانين، تعمد إدارة كولورادو للصحة العامة والبيئة (CDPHE) إلى إنشاء مختبرات مرجعية؛ للتحقق من فاعلية ما يباع. وتلجأ حكومة الولايات المتحدة إلى توسيع تنوعات الماريجوانا، التي يمكن للباحثين الممولين فيدراليًّا الحصول عليها.

في الأماكن المشرّع فيها استخدام المخدر، قد تكون معايير التوسيم المتّبعة غير كافية أيضًا. فقد وجد استطلاع أُجري بين شهري أغسطس وأكتوبر من العام الماضي أن 17% فقط من منتجات القنّب الصالحة للأكل في سان فرانسيسكو، ولوس أنجيليس، وسياتل كانت موسومة بدقة، وأكثر من نصفها احتوى على كميات من رباعي الهيدروكانابينول أقل مما يُدّعى، في حين احتوى البعض الآخر على كميات أكبر بكثير[13]. «الكثير من الناس يصطدمون بمفاجآت صارخة»، حسب قول ماكون.

هل لها فوائد طبية؟

على الرغم من أن الولايات قد بدأت في تخفيف القيود على الاستخدام الترفيهي للماريجوانا، إلا أن الدافع لتغيير المفاهيم العامة والمشهد القانوني للماريجوانا كان الجدل الدائر حول استخداماتها الطبية.

قدمت ولاية كولورادو قوانينها التي تسمح باستخدام الماريجوانا طبيًّا منذ أكثر من عقد من الزمن، قبل أن تسمح باستخدامها الترفيهي. وقد أوردت التعديلات الدستورية في الولاية قائمة من 8 حالات، تمت الموافقة على استخدام الماريجوانا فيها: السرطان، وعتامة العين، وفيروس العوز المناعي البشري، والدنف (وهي متلازمة الهزال التدريجي)، والتشنجات العضلية المستمرة، والنوبات، والغثيان الشديد، والألم الشديد. لكن، حسب قول لاري فولك، المدير التنفيذي والمدير الطبي لإدارة كولورادو للصحة العامة والبيئة: «تلك الحالات يمليها الدستور، وليست بالضرورة الأبحاث الطبية».

وعلى الرغم من وجود كمية كبيرة من الأدلة السريّة -

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

والجماعات المؤيدة عالية التنظيم، التي تقود الحملات لتسهيل الحصول على الماريجوانا الطبية – فهناك القليل من الأدلة العلمية القاطعة على الكثير من الفوائد الطبية المزعَمة. وأحد أسباب هذه الندرة في الأدلة هو أن الحصول على التمويل كان بشكل عام ممكنًا، لو كان بهدف إجراء البحوث على التأثيرات السلبية فقط للقنّب. أما الآن، فقد بدأ هذا الأمر في التغير.

عندما شرّعت كولورادو المخدر لأول مرة، بدأت وزارة الصحة العامة في الولاية في تحصيل الرسوم من المرضى الذين تقدموا بطلبات لشراء الماريجوانا من المستوصفات الطبية. وبحلول عام 2014، كانت الولاية قد جمعت أكثر من تسعة ملايين دولار أمريكي، استُثمر معظمها في برنامج بحثي عن الماريجوانا الطبية، كانت إدارة كولورادو للصحة العامة والبيئة قد اختارته. ومن بين المشروعات التي موّلتها ملايين كولورادو، يبحث اثنان فيما إذا كان بوسع القنب المساعدة في تخفيف نوبات الصرع في مرحلة الطفولة، أم لا. كما تجري متابعة بحث مماثل في المملكة المتحدة، وأماكن أخرى من الولايات المتحدة الأمريكية. وهناك استخدام آخر أكثر رسوخًا لهذا المخدر في حالات التصلّب المتعدد، فقد تمت الموافقة على رذاذ مصنوع أساسًا من القنّب، في 27 دولة، لعلاج المشكلات العضلية المرتبطة بهذا المرض، كالتشنجات مثلًا.

والفوائد الأخرى المزعَمة للماريجوانا، مثل زيادة الشهية لدى الأشخاص المصابين بالعوز المناعي البشري، تدعمها أدلة محدودة أكثر. فإذا كان إظهار التأثيرات الإيجابية بوضوح أمرًا ممكنًا، فسيكون بمثابة صك براءة بيِّن في أيدي مناصري الماريجوانا، وقد يتم التوجه أيضًا نحو تبرير تشريع الماريجوانا الطبية.

في هذه الأثناء، على أي حال، يراقب العلماء جبهة القنّب الناشئة بعيون حذرة. يقول روبرت بوث، وهو باحث في الطب النفسي في جامعة كولورادو: «أعتقد أنها تجربة. وعندما ننتهي من هذه الدراسة، ونتوصل إلى نتيجتها؛ سنعرف الكثير جدًّا عن تأثيرات الماريجوانا».

ما الذي سيحدث عندما تقنِّنها؟

أحد أكبر الأسئلة الدائرة هو كيف سيغيّر التقنين من أنماط الاستخدام. وأوروبا هي أحد الأماكن التي يبحث فيها الباحثون عن إجابات، حيث إن القوانين المنظِّمة لاستخدام القنّب أقل شدة بكثير مما هي عليه في الولايات المتحدة (انظر: «جنون لفافة القنّب»). وفي المملكة المتحدة، تتغاضى قوات الشرطة عن تعاطي القنّب وعمليات زراعته على نطاق ضيق. أما إسبانيا، فهي تسمح باستهلاك الأفراد للقنّب، لكنها لا تزال تضع قيودًا على بيعه.

المثال الأكثر تطرفًا والأطول أمدًا هو هولندا، التي رفعت صفة (الجُرْم) عن حيازة وبيع كميات صغيرة من القنّب في عام 1976. وبرغم تحوُّل بعض شوارع أمستردام إلى نقاط جذب سياحية ساخنة، إلا أن البلد ككل لم يغير من عاداته بشكلٍ كبير.

وعلى الرغم من عدم تجانُس المعطيات الملموسة المتعلقة باستخدام القنّب في أوروبا، إلا أن عدد المستخدمين في هولندا لا يزيد بفارق ضخم عن الدول الأخرى. وتقدِّر البيانات المجمّعة من قِبَل مكتب الأمم المتحدة المعنِيّ بالمخدرات والجريمة معدّل الاستخدام في هولندا بنحو 7%، وهو أعلى من ذلك المقدَّر في ألمانيا (5%) والنرويج (5%)، ويعادل تقريبًا المعدل في المملكة المتحدة، ويقل عن مثيله في الولايات المتحدة (15%). ولم تشهد هولندا تزايدًا كبيرًا في استخدام المخدرات الأقوى، مما يقلل المخاوف من أن تشكِّل الماريجوانا بوابة تمهِّد لمواد أكثر خطورة، مثل الهيروين والكوكايين. الرسالة التي توجهها هولندا، حسب قول فرانز تراوتمان، الباحث في سياسات المخدرات في معهد تريمبوس في أوترخت بهولندا، هي أن «السياسة الليبرالية جدًا لا تؤدي إلى معدّل انتشار سريع الارتفاع». بالأحرى، القنّب متوطن، كما يقول. «لا نستطيع التحكّم بالأمر عن طريق الحظر. وهذا شيء يزداد إدراكه بمرور الوقت.»

إن الدرس المستفاد من هولندا قد يكون محدودًا، حيث أن العقار لا يزال غير مشروع، وما يزال إنماؤه وبيع كميات كبيرة منه أمورًا يعاقب عليها القانون. وقد خطت كولورادو خطوات أبعد، ليس بتقنين استخدام العقار فحسب، بل بتقنين سلسلة الإنتاج بأكملها، وقد يكون لهذا تأثيرات مختلفة جذريًا على اقتصاديات الماريجوانا. «الإنتاج المشرّع قانونًا يثير حقًا إمكانية حدوث انخفاض كبير في الأسعار»، كما يقول ماكون.. «ومن المتصوَّر أن تنخفض أسعار الماريجوانا بنحو 75-80 % في النموذج كامل التقنين». (على الرغم من أن أوروغواي قنّنت المخدر في عام 2013، إلا أنها كافحت من أجل تنظيم الإنتاج وتفعيل صرفه من الصيدليات).

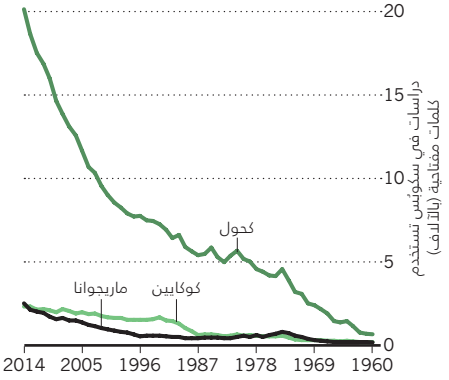
إن تأثيرات الانخفاض الحاد في التكلفة غير معروفة، ويمكن أن يؤدي فرض الضرائب إلى عواقب غير مقصودة. فإذا كانت الولايات تفرض ضريبة حسب الوزن، قد يلجأ المستخدمون إلى سلالات أقوى فعالية، توفيرًا للمال. وعندما يتحول القنّب إلى تجارة؛ ستكسب مجموعات ضغط تجارية. وإلى جانب ذلك.. يتحدث الباحثون العاملون في أبحاث القنّب عن تلقِّيهم لوابل من الرسائل الإلكترونية من الجماعات المؤيِّدة للقنب، إنْ صدرت عنهم تعليقات سلبية عن المخدر. يقول هوبفر: «تشبه الأبحاث المجراة على الماريجوانا الآن الأبحاث التي أُجريت على التبغ في الستينات. وهناك تحد لأي دراسة تتناول الأضرار.. إنه حقًا أمر لا يُستهان به». كما يخشى كثيرون من أن تستدعِي الأموالُ الجمّة التي يمكن أن تنتج عن العمل في القنّب محاولات للتعتيم على مَخاطِره. يقول تراوتمان: «إذا كانت المصالح التجارية كبيرة للغاية، عندئذ ستطغى مصلحة الربح على الاهتمام بالصحة، وهذا هو ما أخشاه».

يوفّر التقنين فرصة للرد على بعض الأسئلة المهمة. وخلال بضع سنوات، ستعرف كولورادو وواشنطن وغيرهما ـ ولو بشكل تقريبي ـ كيف يؤثر التقنين على أنماط الاستخدام، وعدد حوادث السيارات، وعدد الأفراد الذين يطلبون المساعدة للتخلص من إدمان المخدرات. وستكون البرامج المموَّلة من قِبَل إدارة كولورادو للصحة العامة والبيئة قد أضافت أيضًا إلى ما نعرفه عن التأثيرات المفيدة. كما ستؤدي مواصلة الدراسات طويلة الأجل على مجموعات كبيرة من المستخدِمين إلى تقديم المزيد من الأدلة للإحصائيين الذين يحاولون فصل الارتباط والسببية عن التأثيرات السلبية.

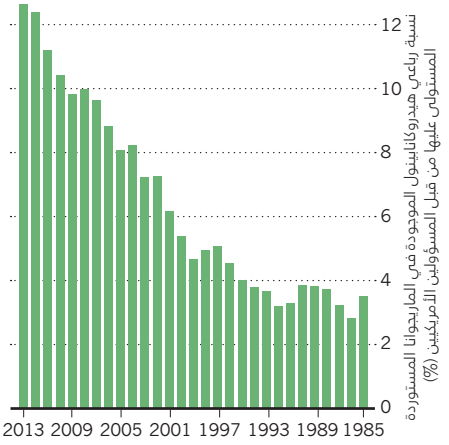
يقول ماكون: «عندما تغيِّر سلطة قضائية قوانينها الخاصة بالماريجوانا، يسمح لها ذلك بزيادة قبضتها على مسائل السبب والتأثير»، ويتابع بقوله إن الإشارات ستكون واضحة حقًّا فقط عندما تؤدي القوانين إلى زيادة كبيرة في الاستهلاك، وهو أمر ليس مضمونًا، ولا مرغوبًا فيه بالضرورة. «حقيقةً، نحن لا نريد أن يزداد استخدام الماريجوانا لمجرد أن نتمكن من الحصول على إجابات عن أسئلتنا، لكن إنْ حدث ذلك؛ فإننا سوف نمعن النظر في كافة البيانات». ■

ثغرات الأبحاث

تتخلف الأبحاث المنشورة عن الماريجوانا عن تلك المتعلقة بالمخدرات الأخرى، كالكحول والكوكايين، حسب بحث أُجري على قاعدة البيانات البيبليوجرافية "سكوبُس" Scopus.



ارتفعت كمية رباعي هيدروكانابينول (THC) في القنّب بحدة خلال العقود الثلاثة الماضية، طارحة تساؤلات حول أهمية الأبحاث الأقدم، والدراسات التي تستخدم أنواع المخدرات الأقل قوة.



دانييل كريسي يكتب لصالح دورية *Nature* من لندن.

1. Kilmer, B. *et al. Before the Grand Opening: Measuring Washington State's Marijuana Market in the Last Year Before Legalized Commercial Sales* (RAND Corp., 2013); available at go.nature.com/ibu8vl
2. Volkow, N. D., Baler, R. D., Compton, W. M. & Weiss, S. R. B. *N. Engl. J. Med.* **370,** 2219–2227 (2014).
3. Hall, W. *Addiction* **110,** 19–35 (2014).
4. Ramaekers, J. G., Berghaus, G., van Laar, M. & Drummer, O. H. *Drug Alcohol Depend.* **73,** 109–119 (2004).
5. Aldington, S. *et al. Eur. Respir. J.* **31,** 280–286 (2008).
6. Hashibe, M. *et al. Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* **15,** 1829–1834 (2006).
7. Fergusson, D. M., Horwood, L. J. & Ridder, E. M. *Addiction* **100,** 354–366 (2005).
8. Fergusson, D. M., Horwood, L. J. & Beautrais, A. L. *Addiction* **98,** 1681–1692 (2003).
9. Meier, M. H. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** E2657–E2664 (2012).
10. Zammit, S., Allebeck, P., Andreasson, S., Lundberg, I. & Lewis, G. *Br. Med. J.* **325,** 1199 (2002).
11. Office of National Drug Control Policy *National Drug Control Strategy: Data Supplement 2014* (White House, 2014); available at go.nature.com/mm8qyk
12. Di Forti, M. *et al. Lancet Psychiatry* **2,** 233–238 (2015).
13. Vandrey, R. *et al. J. Am. Med. Assoc.* **313,** 2491–2493 (2015).

SOURCES: SCOPUS; REF. 11

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

ثـورة دُعَاة التجارب العشوائية

هناك جيل جديد من الاقتصاديين يحاول قلب سياسة التنمية العالمية، من خلال قوة التجارب العشوائية المُحْكَمة.

جيف توليفسون

في 70 عيادة صحية محليّة تديرها الدولة في ولاية هاريانا الهندية، يمكن لوالدَي الطفل الذي يبدأ سلسلة اللقاحات الأساسية أن يغادرا العيادة، وفي أيديهما كيلوجرام من السكر المجاني. وإذا حرص الوالدان على التأكد من استكمال الطفل لسلسلة الجرعات؛ فسيحصلان أيضًا في النهاية على لترٍ مجاني من الزيت.

تشكل هذه الهدايا البسيطة جزءًا من تجربة ضخمة تختبر ما إذا كان بوسع المكافآت تعزيز معدلات التطعيم المنخفضة منذ زمن بين الأطفال الفقراء في المنطقة، أم لا. ووفقًا لنموذج التجارب العشوائية المُحْكَمة (RCTs) التي تُستخدم عادة لاختبار فعالية الأدوية، أصدر العلماء تعليمات بإعطاء الهدايا في عيادات اختيرت بشكلٍ عشوائي، من بين تلك الموجودة في الأحياء السبعة التي تسجّل أدنى معدلات تحصين. ومن المتوقع صدور النتائج الأولية في العام المقبل. وتشير التجارب الأصغر نطاقًا إلى أنّ لدى الحوافز فرصة جيدة للنجاح. في دراسة تجريبية أجريت في الهند، ونُشرت في 2010، شهدت إقامة المخيمات الطبية الشهرية تضاعُفًا في معدلات التطعيم بثلاث مرات، وأدّت إضافة الحوافز، كتقديم كيلوجرام من العدس ومجموعة من الأطباق للأُسَر، إلى رفع معدلات إتمام سلسلة اللقاحات بأكثر من ستة أضعاف[1].

«لقد تعلمنا شيئًا عن سبب انخفاض معدلات التحصين»؛ هكذا صرحت إستر دوفلو، خبيرة الاقتصاد في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج، التي شاركت في تجربة عام 2010، وتعمل حاليًّا مع ولاية هاريانا على أحدث مشروع لها. ليست المشكلة بالضرورة أن الناس يعارضون التحصين، كما تقول، لكن المشكلة هي أن هناك عقبات، مثل عدم توفّر الوقت أو المال، تجعل الحضور إلى العيادات صعبًا. وتقول: «يمكنك موازنة تلك الصعوبات بحافز بسيط».

تلك هي واحدة من فيض أفكار الباحثين الذين يعملون على إحداث ثورة في مجال الاقتصاد بتجارب مصمَّمة لكي تَختبِر بدقة مدى جودة عمل البرامج الاجتماعية. وتتراوح أهدافهم من البرامج التثقيفية إلى الوقاية من حوادث الطرق، وطريقتهم المفضلة هي التجربة العشوائية. لذا.. أصبحوا يُعرفون باسم «دُعَاة التجارب العشوائية».

لاقى هؤلاء ترحيبًا بشكل خاصّ في مجال التنمية العالمية. فعلى الرغم من تدفّق قرابة 16 تريليون دولار أمريكي من المساعدات على الدول النامية منذ الحرب العالمية الثانية، إلا أن ثمة القليل من البيانات التجريبية عما إذا كان هذا المال يحسّن حياة المتلقِّين، أم لا. ويرى دعاة التجارب العشوائية تجاربهم كوسيلة لاستنباط مثل تلك البيانات، ومنْح الحكومات الأدوات اللازمة لتعزيز التنمية، والحدّ من الفقر، وتوجيه المال إلى الأمور المجدية.

لم يقتنع الجميع؛ حيث يقول المشككون إن تركيز دعاة التجارب العشوائية على تقييم برامج مساعدات محددة قد يؤدي إلى غفلتهم عن أمور أخرى، كالطاقة، والبنية التحتية، والتجارة، والفساد.. وهي شؤون الاقتصاد الكلي التي تؤثر بشكلٍ أساسي على قدرة البلاد على الازدهار، ولكن يستحيل عمليًّا ترتيبها بشكل عشوائي. يقول آنجوس ديتون، الخبير الاقتصادي في جامعة برينستون في نيو جيرسي: «في نهاية الأمر، التنمية وليدة السياسة».

وبرغم ذلك.. تكتسب حركة دعاة التجارب العشوائية زخمًا كبيرًا (انظر: «مقياس التزايد»). تضخّ الجامعات في المجتمع المزيد من خريجي الاقتصاد من ذوي الخبرة في التجارب العشوائية المُحْكَمة كل عام، وتقدم منظمات عدة - بدءًا من وزارة التنمية الدولية البريطانية، وصولًا إلى مؤسسة بيل وميليندا جيتس في سياتل بواشنطن - الدعم المالي لمساندة هذه التقنية. يقول الخبير الاقتصادي دين كارلان، من جامعة ييل في نيو هيفن بكونيتيكت، وأحد ممثلي الحركة: «هناك المئات والمئات من التجارب العشوائية الجارية، ولكن قبل عشر سنوات فقط لم يكن الحال كذلك. لقد غيّرنا أسس الحوار».

إن الطلب يرتفع باستمرار. ففي سبتمبر الماضي، اجتمعت الحكومات في نيويورك، تحت رعاية الأمم المتحدة، للموافقة على مجموعة جديدة من «أهداف التنمية المستدامة»، التي تهدف إلى توجيه الاستثمارات على امتداد العقد المقبل. وفي ديسمبر المقبل، ستكون الأسئلة المتعلقة بالمساعدات المالية على رأس جدول أعمال

ESTHER HAVENS/SABIN VACCINE INSTITUTE

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُظْهِر التجارب أن تقديم الحوافز يمكنه رفع نسبة الحضور إلى عيادات التطعيم.

قمة الأمم المتحدة للمناخ، المنعقدة في باريس، حيث تتوقع الحكومات أن توقِّع على اتفاق جديد للمناخ، ربما يتضمن التزامات من الدول الصناعية لتحويل الأموال إلى التنمية المستدامة في البلدان الأكثر فقرًا. وفي الحالتين، من المرجح أن تكون جدوى البرامج موضع اهتمام بالغ.

تقول آن مي تشانج، التي تشغل منصب المدير التنفيذي لمختبر التنمية العالمية في الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID) في واشنطن العاصمة: «يحتل هذا الأمر مقدّمة ولب جدول أعمال الكثيرين: كيف نحصل على أكبر استفادة من صرف أموالنا؟»

تقدُّم، وفرص

استخدمت التجارب العشوائية المُحْكَمة لاختبار مدى فعالية البرامج الاجتماعية منذ ستينات القرن العشرين على الأقل، لكن عهدها الحديث بدأ في عام 1997، عندما بدأت في المكسيك واحدة من أكثر التجارب العشوائية المُحْكَمة شهرة وتأثيرًا في السياسة العامة.

تعود أصول التجربة إلى ما قبل ذلك بثلاث سنوات، عندما تولّى الرئيس المكسيكي إرنيستو زيديلو شؤون البلاد في وسط أزمة اقتصادية، وعيّن الاقتصادي سانتياجو ليفي؛ ليضع برنامجًا لمساعدة الفقراء. ومشكِّكًا في النهج التقليدي ـ الذي يتضمن تقديم الدعم لمنتجات معينة، مثل رقائق التورتيا، والطاقة ـ صمّم ليفي نظامًا، من شأنه دفع مبالغ نقدية للأُسَر الفقيرة، إذا تمكنت من تلبية متطلبات معينة، مثل زيارة العيادات الصحية، وإبقاء أطفالهم في المدرسة. يقول ليفي، الذي يقود الآن التخطيط الاستراتيجي التنموي في بنك إنتر-أميريكان للتنمية في واشنطن العاصمة: «ولأن الناس كانوا شديدي الانتقاد لما كنت أفعله، أردت أن أضمن وجود أرقام بحوزتنا؛ لكي نتمكن من إدارة نقاش مستنير».

إبان حدوث ذلك، كانت لدى ليفي مجموعة ضابطة طبيعية للتجربة، وكانت الحكومة تطبق برنامج الدفع على مراحل، وقد تمكَّن من جمع بيانات عن الأُسَر في القرى التي تم تضمينها في التطبيق الأوّلي، وفي القرى المماثلة التي لم تكن قد بدأت بعد. في غضون بضع سنوات، كان بحوزة فريقه بيانات تشير إلى أن البرنامج، الذي أطلق عليه اسم «بروجريسا»

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

(PROGRESA)، كان يعمل بشكل جيد. ارتفع معدل الزيارات إلى العيادات الصحية بأكثر من 60% في المجتمعات المشارِكة، مقارنة بالمجموعة الضابطة. كما انخفض معدّل مرض الأطفال في تلك المجتمعات أيضًا بنسبة 23%، وتراجع فقر الدم بمعدّل 18%، وانخفضت الزيارات الليلية للمستشفيات إلى النصف في عدّة مجموعات عمرية.

لقد ساعدت هذه البيانات على حشد الدعم للبرنامج، وأصبح يغطي تقريبًا كل المواطنين الأكثر فقرًا في المكسيك، وأُلْهِمَ بدء مبادرات مماثلة في جميع أنحاء أمريكا اللاتينية، وصولًا إلى أفريقيا.

يقول وليام سافيدوف، الذي يعمل على فعالية المعونات والسياسات الصحية في مركز التنمية العالمية، وهو مركز أبحاث في واشنطن العاصمة: «كان برنامج «بروجريسا» واحدًا من البرامج الوطنية الكبرى الأولى من نوعها التي تحصل على تقييم دقيق. وتمثّل برامج التحويلات النقدية المشروطة اليوم بعض البرامج الأكثر تقييمًا في العالم، وهذا في اعتقادي نتيجة مباشرة للتجربة المكسيكية».

كانت فكرة تطوير أدلة دامغة لاختبار السياسات العامة في أوجها في الوقت نفسه في الولايات المتحدة؛ حيث بدأت واحدة من أولى التجارب في عام 1994 بمبادرة صغيرة لتحليل تأثير توريد الكتب المدرسية والزي المدرسي، إضافة إلى إجراء تحسينات أساسية في الفصول الدراسية لمجموعة من المدارس في كينيا. وكان عالِم الاقتصاد مايكل كريمر ـ من جامعة هارفارد بكمبريدج ـ قد درّس في كينيا قبل سنوات، كما كان أحد أصدقائه الذي يعمل لصالح مجموعة غير ربحية يؤسس البرنامج، فاقترح كريمر أن تُطْلِقه المجموعة على سبيل التجربة. ويقول: «لم أكن أتوقع أن يتمخض هذا عن أي شيء».

بالعمل مع المجموعة، جمع كريمر بيانات عن الطلاب في أربعة عشْرة مدرسة، تلقى نصفهم دعمًا. ومن ثم، ارتفع معدّل الحضور في المدارس، لكن لم ترتفع نتائج الاختبارات. وجاءت نتائج مماثلة من تجربة في عام 1995، شملت 100 مدرسة. أشارت تلك الدراسة إلى أن توفير الكتب المدرسية كان له أثر متواضع على نتائج الاختبارات[2]، ربما بسبب تحديات اللغة - فالكتب المدرسية كانت باللغة الإنجليزية، التي لم تكن اللغة الأم لكثير من الطلاب. لكن الطلاب الذين حققوا بالفعل نتائج أعلى من أقرانهم تقدموا أكثر من ذلك حين توفرت لهم الكتب.

واصل كريمر إجراء التجارب العشوائية المُحْكَمة لبرامج أخرى، لكنها كانت دوفلو – التي كانت حينئذ من بين طلابه - التي دفعت بالفكرة إلى المسار الرئيس. في جزء من أطروحة دوفلو في عام 1999، قدمت دراسة لمبادرة تعليمية في إندونيسيا، قامت ببناء 61,000 مدرسة ابتدائية على مدى ست سنوات في سبعينات القرن العشرين. وأرادت بذلك اختبار القلق الشائع من أن مثل هذا التوسع السريع سيؤدي إلى تراجع في جودة التعليم، وبالتالي ضياع أي مكاسب. كان إجراء تجربة حينها مستحيلًا، لكن دوفلو تمكنت من استخدام بيانات حول الاختلافات بين المناطق لإظهار أن البرنامج قد نجح، في الواقع، في زيادة فرص التعليم، وكذلك الأجور.

وقد ألهمها هذا العمل وأعمال أخرى قبله للنظر في التجارب العشوائية المُحْكَمة كوسيلة لاستنباط البيانات وإجراء قياس دقيق لجدوى السياسات والبرامج. وتقول: «بمجرد أن أتيح لي أفق زمني أطول وبعض الأموال، بدأت العمل على إعداد بعض تلك التجارب».

ركّز أحد الأبحاث[3] الأولى لدوفلو، المنشور في عام 2004، على تعديل جرى في عام 1993 لدستور الهند، منح المجالس المحلية مزيدًا من السلطة على الاستثمارات العامة واحتفظ بقيادة ثلث تلك المجالس للنساء، اللاتي يتم اختيارهن عشوائيًّا. أدركت دوفلو حينها أن هذا قد خلق بالفعل تجربة عشوائية مُحْكَمة يمكنها اختبار تأثير وجود مجالس تقودها النساء. وبتحليل البيانات، وجدت أن المجالس التي تقودها النساء عززت المشاركة السياسية من قبل نساء أخريات، ووجهت الاستثمار نحو القضايا التي طرحناها. في بعض المناطق، كانت النساء مسؤولات عن تأمين مياه الشرب، على سبيل المثال، فكان نمطيًّا أن تستثمر المجالس التي تقودها نساء في البنية التحتية للمياه أكثر من المجالس التي يديرها الرجال. وتقول دوفلو: «كان نطاق السياسة ونطاق هذا الموضوع غير عاديين في ذلك الوقت.. وقد شعرت حينها بمدى اتساع مجموعة الأشياء التي يمكن لتلك الأداة أن تغطيها».

في أوائل القرن الحالي، كان دعاة التجارب العشوائية في ازدهار مستمر. وفي عام 2002، انضم إليها أحد طلابها، كارلان، مع غيره من الباحثين؛ لتشكيل ابتكارات تنموية - تُعرف الآن باسم «ابتكارات لمكافحة الفقر» - في نيو هيفن. وفي السنة التالية، شاركت دوفلو في تأسيس ما يُعرف الآن باسم معمل عبد اللطيف جميل للتطبيقات العملية لمكافحة الفقر (J-PAL) في كمبريدج، مع زميليها الاقتصاديين من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا.. أبهيجيت بانيرجي، وسينديل مولايناثان.

توسّع العمل بسرعة؛ فأجرى معمل J-PAL حتى الآن ما يقرب من 600 تقييم في 62 دولة، ودرّب أكثر من 6600 شخص. أما دوفلو، فأحد أحدث مشروعاتها الآن هو إعادة النظر في أطروحتها عن التعليم في إندونيسيا، لكن هذه المرة ستركز على المدارس الثانوية والمجموعات الضابطة العشوائية. وتقول: «ستكون لدينا عما قريب ـ كما آمُل ـ نسخة عشوائية من البحث، تركز على الفوائد التي تعود على التعليم».

رأس مال المخاطرة

أحد المتحمسين تجاه تطبيق فلسفة التجارب العشوائية المُحْكَمة هو راجيف شاه، أحد مسؤولي مؤسسة جيتس، الذي أصبح رئيسًا للوكالة الأمريكية للتنمية الدولية في عام 2010. وفور تقلُّده المنصب، أنشأ صندوق تمويل تحت اسم «مشروعات ابتكارات التنمية» DIV، لاختبار وتوسيع نطاق حلول مشكلات التنمية، وعيّن كريمر مديره العلمي. كان الهدف ـ وفقًا لقول شاه ـ هو «نقل التنمية إلى مجالات جديدة» عن طريق استخدام الأدلة.

ومنذ ذلك الحين، استثمر صندوق التمويل في أكثر من 100 مشروع تنموي، ينطوي ما يقرب من نصفها على التجارب العشوائية المُحْكَمة؛ أجري إحداها في كينيا من قِبل اثنين من الباحثين من جامعة جورج تاون في واشنطن العاصمة، ليختبر طريقة بسيطة للحد من حوادث الطرق التي تسببها الحافلات الصغيرة، وهي الحوادث التي يُطلِق عليها كريمر اسم: «القتلة الرئيسون المتزايدون». ويقول: «يصطدم اثنان منهما، فيموت 40 شخصًا».

في عام 2008، تعاوَن الباحثون مع أكثر من 1,000 سائق لوضع ملصقات على الحافلات، تحثّ الركاب على تقديم الشكاوى من القيادة المتهورة[4]، ثم جمعوا معلومات من أربع شركات تأمين كبرى، ليجدوا أن المطالبات المقدمة بسبب الحوادث الخطيرة تراجعت بنسبة 50% بالنسبة إلى الحافلات التي تحمل تلك الملصقات، مقارنة بالحافلات الأخرى. ومن ثم، قدَّم صندوق التمويل منحة لإجراء تجربة أكبر (وجدت أن المطالبات انخفضت بنسبة 25-33 %، ومنحة ثانية بقرابة ثلاثة ملايين دولار، للمساعدة في توسيع نطاق المشروع في جميع أنحاء كينيا.

يقول كريمر: «سيتحقق الربح الكبير حقًّا عندما تغيّر البلدان النامية أو الشركات والمنظمات غير الحكومية سياساتها»، ولكنْ ثمة سؤال واحد يواجهه صندوق التمويل الآن، هو عمّا إذا كانت استراتيجية كهذه - أو أي مشروع يثبت فعالية في إطار معين - يمكن إعادة تجميعها ونشرها في بلدان أخرى، أم لا، حيث تلعب العوامل الثقافية المختلفة دورًا كبيرًا (انظر: *Nature* **523**, 516–518; 2015).

توسيع النطاق

إن إحداث تغيير في السياسات هو الهدف الأساسي للتمويل العالمي للابتكارات، الذي تم إطلاقه في شهر سبتمبر من عام 2014، برأس مال قدره 200 مليون دولار أمريكي على مدى 5 سنوات من وزارة التنمية الدولية في المملكة المتحدة، والوكالة الأمريكية للتنمية الدولية وغيرهما، وهو يتبع نموذج صندوق مشروعات ابتكارات التنمية للاختبارات الصارمة. ويقول المدير المؤقت، جيفري براون، المُعار من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية، إن الصندوق قد تلقّى أكثر من 1,800 طلب لمشروعات في 110 دول مختلفة، وسوف يعلن عن أول مجموعة من المنح في وقت لاحق من هذا العام. ويضيف: «نحاول بشكل أساسي أن نكون جسرًا فوق وادي موت أفكار التنمية الجيدة».

«إنّ السائد اليوم هو منطق (دعونا نجرِّب).. فإذا نجح الأمر؛ يمكننا أن نوسع النطاق».

ومثل هذه المنظمات لا تقدم سوى جزءًا صغيرًا جدًّا من مليارات الدولارات التي تنفق سنويًّا على مساعدات التنمية، ناهيك عن تريليونات الدولارات التي تنفقها الحكومات على البرامج الاجتماعية المحلية. وحتى في مؤسسات الإقراض التي اعتمدت إطار العمل هذا، المبنِيّ على الأدلة، نجد أن جزء الاستثمارات الذي تغطيه التقييمات الدقيقة صغير.

في البنك الدولي، الذي أنشأ قسمًا لتقييم الأثر الإنمائي في عام 2005، ارتفع عدد المشروعات التي تحصل على تقييمات أثر رسمية – عن طريق التجارب العشوائية المُحْكَمة أو وسائل أخرى - من ما يقل عن 20 في عام 2003 إلى 193 في عام 2014، يغطي معظمها أمورًا معينة، كالزراعة، والصحة، والتعليم، لكن هذا لا يزال يمثل 15% فقط من مشروعات البنك، حسب قول رئيسة قسم التقييم أريانا ليجوفيني، التي تقود فريقًا من 23 موظفًا بدوام كامل، ولها ميزانية سنوية تقدّر بحوالي 18 مليون دولار. وعلى الرغم من أن العديد من هذه التقييمات تغطي أكثر من كلفتها على المدى الطويل، فإن إحدى العقبات هي التكلفة الأولية؛ فمتوسط سعر تقييم الأثر يبلغ 500,000 دولار أمريكي تقريبًا. وتقول ليجوفيني: «لو لم يكن لديَّ تمويل من جهة مانحة؛ لما أمكن عمل هذه الدراسات».

أما البنك الدولي، فيحاول تحقيق الاستفادة القصوى من موارده، عن طريق العمل مباشرة مع البلدان النامية للتنفيذ. وقد حضر أكثر من 3,000 شخص ورشات العمل والدورات التدريبية التي أعدّها منذ عام 2005، وكان معظمهم من المسؤولين الحكوميين في البلدان النامية التي تتلقى أموالًا من البنك.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

كما يبذل البنك جهودًا لتقييم برنامج تقييم الأثر في حدّ ذاته، على الرغم من أن التحليل يعتمد ـ إلى حد كبير ـ على ما إذا كانت المبالغ المخصصة للمشروعات تُدفع في الوقت المحدد كتفويض لتنفيذ المبادرات، أم لا. ويشير تحليل قدمته ليجوفيني واثنان من أعضاء فريقها إلى أن مشروعات التنمية التي تخضع لتحليل أثر رسمي من المرجح أن تُنفّذ في الوقت المحدد، مقارنة بتلك التي لا تقييم لها، وربما يرجع هذا إلى الاهتمام الزائد الذي يُعْطَى للإعداد المبدئي، وبدء التنفيذ، وإجراءات المراقبة[5].

يمثل هذا الاستنتاج خبرًا سارًّا للمشروعات الفردية، لكنه يمثل أيضًا معضلة محتمَلة في العديد من التجارب العشوائية المُحْكَمة. وقد تختفي الآثار الإيجابية المرصودة في إطار التجربة عند توسيع نطاق البرنامج، وتولِّي الحكومات زمام الأمور، واختفاء الاهتمام الزائد (انظر: *Nature* **523**, 146–148; 2015).

إنّ «السائد اليوم هو منطق (دعونا نجرب).. فإذا نجح الأمر؛ يمكننا أن نوسع النطاق»، حسب قول آنيت براون، التي ترأس مكتب المبادرة الدولية لتقييم الأثر في واشنطن العاصمة، وهي منظمة تموِّل عمليات تقييم الأثر، إلى جانب التحليلات الإحصائية للدراسات الحالية. وتقول براون إنه ربما يتعين على الباحثين والحكومات إجراء دراسات دقيقة عندما يتم توسيع نطاق أي برنامج؛ للتأكد من أن النتائج ستحافظ على مصداقيتها، بالضبط كما تفعل الحكومة في ولاية هاريانا الآن.

انحياز نحو التجارب العشوائية

من منظور سياسي، فإن أقوى حجة في صالح التجارب العشوائية المُحْكَمة، المؤسَّسة بشكل جيد - وهي أنها لا تكذب - قد تكون أيضًا هي أكبر عامل يعمل ضدها.. فكثيرًا ما يودّ السياسيون المحليون التباهي بكونهم أوائل المانحين للأموال في المجتمعات، في حين أن الجهات الدولية المانحة ـ ومن بينها الحكومات، والمنظمات غير الحكومية ـ تسعى لتبنِّي البرامج المميزة التي تظهر كيف يسهمون في تحسين أوضاع العالم. إنهم لا يرحبون بالنتائج التي تبيِّن أن المبادرات لا تجدي نفعًا؛ فحتى في المكسيك، كما يقول ليفي، استعادت بعض الإعانات ـ التي حاربها عندما وضع برنامج «بروجريسا» ـ مساندة سياسية.

اتُّهِم دعاة التجارب العشوائية بالخضوع لتحيز شخصي؛ حيث يخشى البعض من أن يكون إصرارهم على التجارب العشوائية المُحْكَمة قد ساق البحوث نحو مسائل سياسية أصغر، ومنح اهتمامًا أقل لمسائل الاقتصاد الكلي الأكبر. ويأتي أحد الأمثلة من مارتن رافاليون؛ باعتباره الخبير الاقتصادي في جامعة جورج تاون، ومدير الأبحاث السابق في البنك الدولي، فهو يستشهد ببرنامج لمكافحة الفقر في الصين، حصل على 464 مليون دولار أمريكي من البنك في تسعينات القرن الماضي. وعلى الرغم من أن البرنامج كان يشمل إنشاء الطرق والإسكان والتعليم والصحة، وحتى المدفوعات النقدية المشروطة للأسر الفقيرة، فقد وجدت دراسة تستند إلى بيانات تم جمعها في عام 2005، أي بعد 4 سنوات من توقف الإنفاق، معدّل تأثير متدنيًا على المواطنين[6]. ويقول رافاليون: «كانت هذه هي الدراسة الوحيدة طويلة الأجل الخاصة بالتنمية الريفية المتكاملة، وهو الشكل الأكثر شيوعًا للمساعدة الإنمائية»، إلا أن هناك أُسَر استفادات بالفعل. وعن طريق الجمع بين الإحصاءات والنمذجة الاقتصادية، أظهر رافاليون وفريقه أن الفَرْق يكمن في القضايا الأساسية، مثل مستوى التعليم. وبالنسبة له، فالرسالة الموجهة هي أنه من الأفضل أن تستهدف المساعدات الفقراء المتعلمين، أو ـ بشكل أوسع ـ قضايا أخرى، مثل محو الأميّة. ويقول: «يتعيّن على الحكومات أن تعرف بمثل هذه الأمور. ولا يمكن أن تقتصر معرفتها على أمور فرعية يمكن التعامل معها بعشوائية».

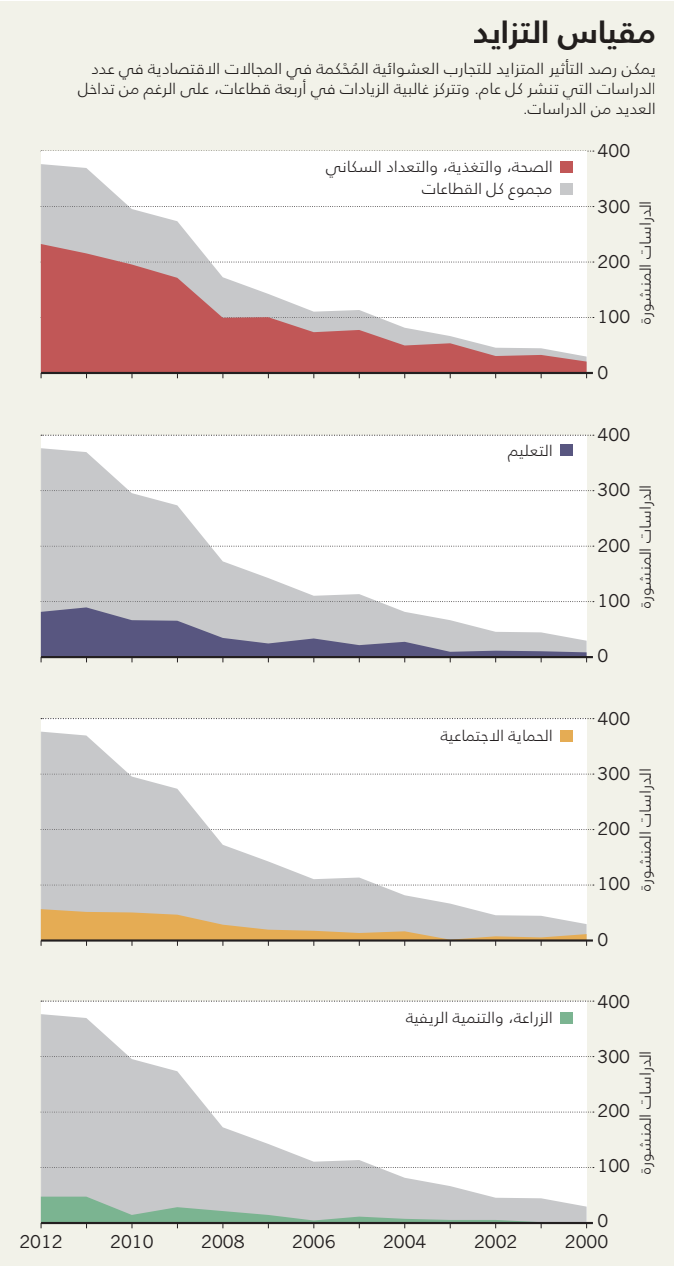
بالنسبة إلى أليكسيس ديامونده، وهو طالب سابق لدوفلو ويدير عمليات تقييم المشروعات في مؤسسة التمويل الدولية (الذراع التنموية الخاصة، التابعة للبنك الدولي في واشنطن العاصمة)، فإن الجدل القائم بين دعاة التجارب العشوائية واقتصاديي الحرس القديم يدور ـ في كثير من الأحيان ـ حول الوضع الراهن والنفوذ. وقد أمضى هؤلاء الاقتصاديون حياتهم المهنية في الخوض في نماذج أكثر تعقيدًا ومثالية، حسب قوله، ثم «قال دعاة التجارب العشوائية: 'نحن لا نأبه بأيٍّ من ذلك. الكلمة الآن لمن يجلس إلى الطاولة».

لذا.. يقول ديامونده إنه يحاول تحقيق توازن في منظمته، حيث لا تزال غالبية التقييمات تعتمد على مزيج من البيانات الكمية والبيانات النوعية، بما في ذلك آراء الخبراء.

أما دوفلو، فتتجاهل النِّقاش، وتقول إنها تحاول فقط تزويد المسؤولين الحكوميين بالمعلومات والأدوات التي يحتاجونها لمساعدتهم على إنفاق أموالهم بحكمة أكثر. وتقول: «إن أفضل استخدام لأموال المساعدات الدولية يجب أن يكون بقصد استنباط أدلة، وخلق دروس للحكومات المحلية».

كما تشير إلى برنامج مكافحة التلوث في المنشآت الصناعية في ولاية جوجارات الهندية. فبالشراكة مع مجموعة من الباحثين الأمريكيين، أجرت الدولة تجربة في عام 2009، قسمت فيها قرابة 500 مصنع إلى مجموعتين. استمرت مصانع المجموعة الضابطة في العمل وفق النظام التقليدي، حيث تقوم باستئجار مراقبين خاصِّين بهم، ليتحققوا من امتثال المصنع للوائح إجراءات منع التلوث. أما المجموعة الأخرى، فقد اختبرت طريقة دُفعت بموجبها لمراقبين مستقلين مبالغ ثابتة من مصدر عامّ، وكانوا يأملون في أن يقضي هذا الأسلوب على خوف المراقبين من الطرد من المجموعة، لتقديمهم تقارير صادقة. وقد نجح الأمر بالفعل، إذ كان احتمال أن يقدم المراجعون المستقلون درجات نجاح مزورة للمصانع أقل بنسبة 80%، وتجاوب عدد كبير من المنشآت الصناعية المراقبة من قبل المراجعين المستقلين بالحدّ من درجة التلوث التي تسببها. وفي شهر يناير الماضي، أطْلَق المنظمون البرنامج في جميع أنحاء الولاية.

يقول دوفلو: «في أحسن الأحوال، آمُل أن تحصلوا في السنوات العشر المقبلة على الكثير والكثير من هذه المشروعات، التي ستجرى بشكل اعتيادي من قِبَل الحكومات في المجالات التي يريدون تعلُّمها». ■



جيف توليفسون صحفي يعمل لصالح دورية *Nature* في نيويورك.

1. Bannerjee, A. V., Duflo, E., Glennerster, R. & Kothari, D. *Br. Med. J.* **340,** c2220 (2010).
2. Glewwe, P., Kremer, M. & Moulin, S. *Am. Econ. J. Appl. Econ.* **1,** 112–135 (2009).
3. Chattopadhyay, R. & Duflo, E. *Econometrica* **72,** 1409–1443 (2004).
4. Habyarimana, J. & Jack, W. *Heckle and Chide: Results of a Randomized Road Safety Intervention in Kenya* (Center for Global Development, 2009); available at go.nature.com/lyewbv
5. Legovini, A., Di Maro, V. & Piza, C. *Impact Evaluation Helps Deliver Development Projects* (World Bank Group, 2015); available at go.nature.com/tv3hqo
6. Chen, S., Mu, R. & Ravallion, M. *J. Publ. Econ.* **93,** 512–528 (2009).

D. B. CAMERON, A. MISHRA AND A. N. BROWN *J. DEV. EFF.* HTTP://DOI.ORG/6N8 (2015).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

مشكلة القراد

ليس لدى العلماء نقص في الأفكار اللازمة لإيقاف الأمراض المنقولة بالقراد. فما الذي يعوقهم إذَن؟

ميليندا وينر موير

AFLO/NATUREPL.COM

كان سكوت ويليامز ينتظر إغفاءة فأر أبيض القدمين من نوع «فئران الأيائل» في يوم منعش في أواخر يونيو. وكان وليامز ـ وهو عالم أحياء مختص بالحياة البرية، يعمل مع «مركز التجارب الزراعية بولاية كونيكتيكت» في مدينة نيو هيفن ـ قد نَقل لتوه الحيوان من مصيدة إلى كيس بلاستيكي يحتوي على كرة قطنية مغموسة في مادة مخدرة. وبمجرد أن يتباطأ تنفُّس الفأر إلى نَفَس واحد في الثانية، سيُخْرِجه وليامز، ويسحب منه دمًا، ثم يزنه، ويضع علامة على أذنه لتعريفه، ويفحص الفأر، بحثًا عن وجود قراد عليه، مع الاحتفاظ بالدماء منها. ويجب أن يعمل بسرعة، فالفأر سيستيقظ خلال دقيقتين، وقد يصبح غاضبًا.

يختبر وليامز ما إذا كان تطعيم الفئران ضد بكتيريا *Borrelia burgdorferi* ـ وهي البكتيريا المسببة لمرض «لايم» في الولايات المتحدة ـ سيمكنه الحدّ من نسبة القراد الحامل للعدوى، أم لا. ويتابع مسؤولو الصحة الأمر باهتمام، حيث تحتوي ولاية كونيكتيكت على واحد من أعلى معدلات مرض «لايم» البشري في البلاد، ويمثل شهر يونيو ذروة انتقال المرض، إذ تصيب بكتيريا *B.burgdorferi* ما يُقدر بنحو 329 ألف شخص سنويًّا في الولايات المتحدة، وفقًا «للمراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها» CDC، الموجودة في مدينة أتلانتا بولاية جورجيا. وعلى الرغم من سرعة تعافي معظم الناس الذين يتلقون علاجًا سريعًا - إذ أصيب وليامز نفسه بمرض «لايم» ثلاث مرات – إلا أن واحدًا من كل خمسة مصابين يعاني من أعراض طويلة المدى، قد تهدد حياته، ومنها أعراض في القلب، والرؤية، أو مشكلات في الذاكرة، أو آلام مفصلية منهِكة.

يُعَدّ نهج ويليامز واحدًا من العديد من الاستراتيجيات التي يجري اختبارها، في محاولة لإحباط انتشار الأمراض المنقولة عن طريق القراد. بعض هذه الاستراتيجيات، مثل لقاح الفأر، يقطع الدوائر البيئية لمسبِّب المرض، عن طريق استهداف الحيوانات البرية العابرة المضخِّمة للمرض، بينما تهدف استراتيجيات أخرى، مثل الجهود المبذولة لإحياء لقاح مرض لايم البشري، إلى حماية الناس من الإصابة بشكل مباشر. ويمكن لنهج أكثر تعمُّقًا أن يعوق قدرة القراد على لدغ البشر أو الحيوانات، وبالتالي قد يستطيع الحماية من انتشار العشرات من الأمراض عبر الولايات المتحدة، وأوروبا، وأفريقيا، وآسيا.

يبدو جليًّا أن الأمر يحتاج إلى حلول مبتكرة، حيث كان للعديد من التدخلات المقترحة لفترة طويلة درجات متفاوتة من النجاح في الدراسات العلمية، مثل استخدام المبيدات، أو التحكم في أعداد الغزلان التي تُعتبر مضيفًا مهمًّا لحيوانات القراد البالغة، ولكن حتى الاستراتيجيات الوقائية التقليدية التي يلجأ إليها معظم الناس لا تستند إلى أدلة. «إننا نطلب من الناس استخدام المواد الطاردة للحشرات، والتأكد من البحث عن القراد، والاستحمام بعد زيارة الحقل، ولكنْ هناك القليل من البيانات التي تبيِّن أن هذه الأمور يمكنها الحدّ من إصابة البشر»، وفقًا لشرح بن بيرد، رئيس فرع الأمراض البكتيرية، الموجود في قسم الأمراض المحمولة بالنواقل، التابع لمراكز CDC.

إنّ الأمراض التي تنشرها القراد آخذة في الازدياد في جميع أنحاء العالم، وهذا بتعزيز من مجموعة من العوامل، تتضمن التحولات المناخية، والزحف السكاني نحو المناطق الريفية. وقد تضاعفت الحالات المبلَّغ عنها لمرض لايم، وهو المرض الأكثر شيوعًا بين الأمراض المحمولة بالقراد في الولايات المتحدة، بمقدار ثلاث مرات تقريبًا في البلاد منذ عام 1992، وهذا على الرغم من أن بعضًا من هذه الزيادة يمكن عزوه إلى زيادة الوعي. كما يُعتبر مرض لايم مشكلة متنامية في أجزاء من أوروبا، ومنغوليا، والصين. وبرغم سوء الوضع، فثمة تهديدات أسوأ آخذة في الازدياد، حيث إنه في أجزاء من أفريقيا والشرق الأوسط وآسيا وجنوب أوروبا، يستطيع القراد أن ينشر «حمى القرم الكونغولية النزفية» التي تسبب الوفاه في 40% من حالات الإصابة بها. وتصيب الحمى الراجعة التي ينقلها القراد ما يصل إلى 1 من كل 20 فردًا من السكان في أجزاء من السنغال، بينما في الولايات المتحدة ينشر القراد 16 مرضًا على الأقل، بما في ذلك مرض أنابلازما، وداء البابسيات، وداء إيرليخ، وحمى جبال روكي المبقعة، وجميعها «حالات عدوى خطيرة، مهدِّدة للحياة»، حسب تعبير بيرد. والكثير منها يزداد معدل حدوثه بسرعة أكبر، مقارنةً بمرض لايم. وقد طالبت جمعية الحشرات الأمريكية في بيان للوضع، صَدَر في يوليو 2015، باستراتيجية وطنية لمكافحة الأمراض المنقولة بالقراد. وجاء في البيان: «إن التجمع الأخير للعوامل البيئية والإيكولوجية والاجتماعية والديموغرافية البشرية قد خلق ما يكاد يكون «عاصفة مثالية» أدت إلى وجود المزيد من القراد في أماكن أكثر في أنحاء أمريكا الشمالية».

ساحات المعركة الخلفية

يعمد وليامز إلى وضع علامات على فئرانه، ووزنها، ثم إطلاقها في الوقت المناسب. فهي لا تحمل قرادًا يمكن إعادته الى المختبر لإجراء مزيد من التحليل، ولكن ستكون هناك فرص أخرى. فقد تطوع أعضاء من 32 أسرة في كونيتيكت لوضع المصائد حول ممتلكاتهم، وسيحصل البعض أيضًا على عدة صناديق من طعام الفئران المحمَّل باللقاح. والأمل هو في أن يقل عدد الفئران والقراد الحاضنة للبكتيريا مع مرور الوقت في مواقع الطعام المحمَّل باللقاح.

تُعَدّ الخطة غير تقليدية، لأن غالبية التدابير المتبعة للسيطرة على مرض لايم تركز على الغزال أبيض الذيل *Odocoileus virginianus*، الذي ازدادت أعداده بشكل كبير في الولايات المتحدة خلال القرن الماضي، بسبب زيادة تجزئة الغابات اليافعة، نتيجة للتطور البشري، وكذلك بسبب القضاء الشامل على الحيوانات المفترسة الكبيرة. يتغذى القراد البالغ أسود الأرجل *Ixodes scapularis* عادةً ويتزاوج على أجساد الغزلان، ويؤكد عدد كبير من العلماء أن الطريقة الوحيدة للتخلص من مرض لايم هي التخلص من الغزلان، لكن هذه الجهود كان لها «سجل سيئ وملطخ جدًّا»، حسب تعبير ريتشارد أوستفلد، المختص بالأمراض البيئية في معهد كاري لدراسات المنظومات البيئية في ميلبروك بولاية نيويورك، الذي عكف على دراسة الأمراض المنقولة بالقراد على مدى عقود. فعندما عمد سام تيلفورد وزملاؤه ـ وهو المختص بعلم الأوبئة في جامعة تافتس في شمال مدينة جرافتون بولاية ماساتشوستس ـ إلى إنقاص أعداد الغزلان في الجزيرة العظمى في كيب كود بنسبة 50% في أوائل الثمانينات من القرن العشرين، لم يلحظوا أي انخفاض في أعداد القراد، بل على النقيض.. ارتفع[1] عدد يرقات القراد على الجزيرة في الواقع. يقول أوستفلد إننا لسنا بحاجة إلى كثير من الغزلان

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

يتمدد جسم القراد البالغ من نوع *Rhipicephalus* عندما يتغذى.

للحفاظ على العدد الكبير من القراد. فعندما ينخفض عدد الغزلان، فإما أن يتجمع عدد أكبر من القراد على ما تبقى من الغزلان، أو أنه يجد مضيفين آخرين. وعندما تم القضاء على معظم الغزلان فقط في الجزيرة العظمى؛ تراجعت أعداد القراد بالفعل. ويضيف تيلفورد: «إن محاولة إنقاص أعداد الغزلان إلى هذا الحد تشبه الكابوس». ومن المستحيل عمليًّا الابقاء على الأعداد منخفضة في أي مكان ليس بجزيرة.

فأر الخطر

يرى أوستفيلد وآخرون أن الفئران هي المحرك الأساسي لكل من مشكلة القراد، ومشكلة المرض. فالفئران مثل الغزلان من حيث إنها تترعرع في الغابات المتجزئة، ويرجع ذلك جزئيًّا إلى أن الحيوانات المفترسة ـ مثل الثعالب، والأبوسوم ـ تضطر لترك أماكنها، ثم يترعرع القراد على القوارض، التي تعتبر بيئات حياة سيئة للقراد، حيث تشير الدراسات إلى أن فرصة يرقات القراد في البقاء على قيد الحياة تبلغ 50% عندما تتغذى على الفئران، ولكنها لا تتجاوز 3.5% عندما تتغذى على الأبوسوم[2].

توجد الفئران عادة حيثما يلتقط القراد بكتيريا *B. burgdorferi*، وتصاب غالبية الفئران في المناطق التي يتوطن فيها مرض لايم بهذه البكتيريا في سن مبكرة، ولأسباب لا تزال غير واضحة تمامًا، فالفئران جيدة بشكل خاص في نقل البكتيريا إلى القراد. وبالتالي، تصاب تقريبًا كل حيوانات القراد اليافعة التي تتغذى على الفئران بيضاء القدمين بالعدوى، مقارنة بنسبة قدرها 1% فحسب من القراد التي تتغذى على الغزلان. إن قَطْع دائرة العدوى بين القراد والفأر من شأنها أن تجعل القراد أقل خطورة بكثير، حسب قول أوستفلد.

تتفق ماريا جوميز سوليكي مع أوستفيلد، وهي خبيرة في طب الأحياء المجهرية في مركز علوم الصحة، التابع لجامعة تينيسي في مدينة ممفيس، وهو ما دفعها إلى اختراع لقاح الفأر، الذي يختبره وليامز، حيث يحفز الفئران على إنتاج أجسام مضادة، تقاوم بروتين السطح الخارجي A المسماة (OspA)، وهو جزيء تعبِّر عنه بكتيريا *B. burgdorferi* عندما تكون في القناة الهضمية لقرادة. يأكل الفأر اللقاح، ليبدأ بعدئذ في إنتاج الأجسام المضادة لبروتين OspA. وفي المرة التالية التي تتغذى فيها قرادة على الفأر، تهاجم الأجسام المضادة البكتيريا الموجودة في الأمعاء وتنقيها من العدوى. ومع تناقص نسبة القراد المصابة بعدوى بكتيريا *B. burgdorferi*، يتراجع احتمال التقاط الجيل القادم من الفئران لهذا الطفيلي، حتى من دون تلقيح.

أشار أوستفلد وزملاؤه إلى الاختبارات الميدانية الأولى3 للقاح جوميز سوليكي في عام 2014، ووجد أنه على الرغم من أن 28% فحسب من الفئران الموجودة في المنطقة التي كانت هدفًا لتجاربهم لمدة 5 سنوات قد وصلت إلى إنتاج الأجسام المضادة لبروتين OspA بمستويات وقائية، إلا أن معدل انتشار الإصابة بين حوراوات القراد سوداء الأرجل (مرحلة الحياة الفاصلة بين اليرقات والحشرات البالغة) انخفضت بنسبة 75%. كما أن الطُّعم المشرَّب باللقاح جذاب أيضًا، لأنه أقل تدميرًا للبيئة، مقارنة بالاستراتيجيات الأخرى، فهو لا يقتل الحيوانات، ولا حتى القراد، بل يستهدف العوامل المسبِّبة للمرض فقط.

ترغب جوميز سوليكي ـ التي منحت رخصة تقنيتها إلى شركة أسستها بنفسها اسمها «يو إس بيولوجيك» US Biologic في مدينة ممفيس ـ في أن ترى أصحاب المنازل يضعون صناديق الطُّعم التي تمر فيها الفئران حول حدائقهم. كما تقترح أن تقوم الحكومات المحلية بنثر الطُّعم في الحدائق، أو الغابات، مثلما يفعلون مع لقاحات داء الكلب، التي تُدمج في طُعوم تلتقطها حيوانات الراكون، وذئب البراري. ويقول ويليامز في هذا الصدد: «يبدو أن القوارض تحبها»، في إشارة إلى الطعوم المغلّفة باللقاح، حيث يسميها أحد زملاؤه: «رقائق الذرة الخاصة بالفئران».

«لقد ألحقنا الضرر بتوازن الطبيعة».

يجادل علماء آخرون، مطالبين بوسيلة أكثر مباشرة لحماية الناس من مرض لايم. والوسيلة المثالية هي استخدام لقاح بشري. عندما كان ابن باحث اللقاحات ستانلي بلوتكين في الخامسة والثلاثين من عمره، وقع ضحية لمرض لايم. وكما يحدث في كثير من حالات العدوى، أخطأ طبيب التشخيص، وأمضى الشاب شهورًا دون علاج، حتى غزت البكتيريا قلبه لينهار في أحد الأيام، بينما كان يمشي مع كلبه. وفي هذا الصدد يقول بلوتكين، الذي أصبح الآن أستاذًا فخريًّا في جامعة بنسلفانيا في مدينة فيلادلفيا، إنه عندما وصل المسعِفون كان معدَّل ضربات قلب ابنه منخفضًا بشكل خطير. لقد تعافى منذ ذلك الحين، لكن التجربة «زادت من اقتناعي بأن عدم وجود لقاح لمرض لايم كان مأساة صحية عامة».

عمل بلوتكين على إنتاج اللقاح في تسعينات القرن الماضي. وفي نهاية الأمر، حصل منتَج منافس ـ بمثابة لقاح يُدعى «لايميركس» LYMErix، صنعته شركة أدوية، مقرها المملكة المتحدة، كانت تحمل اسم «سميث كلاين بيتشام» SmithKline Beecham (الآن اسمها «جلاكسو سميث كلاين» GlaxoSmithKline) ـ على موافقة إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية عام 1998، حيث أنقص هذا الدواء إمكانية الإصابة بمرض لايم، الذي تسببه سلالات بكتيريا *Borrelia* الأمريكية بنسبة 76% في التجارب الإكلينيكية[4]، لكنه واجه مشكلات منذ البداية، حيث حصل على دعم فاتر من مسؤولي الصحة في الولايات المتحدة، وأوصوا به فقط للأشخاص الذين تتراوح أعمارهم بين 15 إلى 70 عامًا في المناطق المتوطن فيها مرض لايم. وفيما بعد، اشتكى بعض متلقيه من تأثيرات جانبية ذات صلة بالمناعة الذاتية، مثل التهاب المفاصل، ثم رفعوا دعاوى قضائية ضد شركة «سميث كلاين بيتشام». وبعد ذلك.. سحبت الشركة طوعًا لقاح «لايميركس» في عام 2002. ويصر بلوتكين على أن هذا كان خطأ. لقد «كان اللقاح آمنًا»، حسب تعبيره.

ومؤخرًا، قام لقاح جديد، يُحتمل أن يكون مُحسَّنًا أكثر من سابقيه بالمرور بتجارب الأمان[5] وتجاوزها، حيث طوَّره باحثون في جامعة ستوني بروك، ومختبر بروكهفن الوطني في ولاية نيويورك، ومُنح ترخيصه لشركة «باكستر إنوفيشنز» Baxter Innovations في فيينا. هذا اللقاح مشابه للقاح «لايميركس» في استهدافه لبروتين OspA، ولكنه لا يحتوي على الجزء البروتيني الذي يخشى بعض العلماء والمستهلكين من أنه يسبب رد الفعل المؤثر على المناعة الذاتية. كما أنه يحتوي على عدة أنواع من بروتين OspA، ولذا.. يحمي من العديد من أنواع بكتيريا *Borrelia* المعروفة بإصابة البشر بمرض لايم، ومن ضمنها تلك البكتيريا التي تؤثر على الناس في أوروبا.

ومع ذلك.. فإن مستقبل هذا اللقاح غير مؤكد، ففي عام 2014، اشترت شركة «فايزر» Pfizer الحق في بيع عديد من لقاحات شركة «باكستر»، ولكنْ لم يكن لقاح مرض لايم السابق ذكره من بينها. وتُجْرِي شركة باكستر حاليًا محادثات مع شركة «جريت بلينز بيوتكنولوجي» Great Plains

ROBIN MOORE/CARY INST.

يقول ريك أوستفلد، المختص بالأمراض البيئية إن جزءًا من مواجهة مرض لايم يكمن في استهداف الفئران.

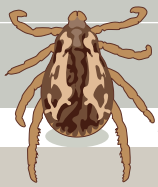
© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

واقع اللدغات

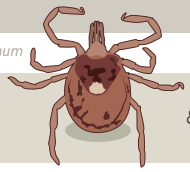
إنها ليست مجرد محنة تصيب أثرياء منطقة نيو إنجلاند، فالأمراض المنقولة بالقراد تمثل خطرًا يهدد الصحة العامة في جميع أنحاء العالم، ويبدو أنها آخذة في الازدياد.

المرض	القراد الناقل	الانتشار الجغرافي
أكثر من 100,000 حالة جديدة كل عام		
مرض لايم بكتيريا *Borrelia burgdorferi* وغيرها من أنواع بكتيريا *Borrelia*	القراد أسود الرجلين (*Ixodes scapularis*) وغيره من أنواع *Ixodes*	عالمي
100,000–10,000 حالة جديدة كل عام		
التهاب الدماغ المنقول بالقراد (متضمنًا فيروس بواسان، وفيروس قراد الغزال) من نوع الفيروسة المصفرة	أنواع مختلفة من *Ixodes*	شمال أمريكا، وأوروبا، وروسيا، والصين، ومنغوليا
الحميات المبقعة (ومن ضمنها حمى جبال روكي المبقعة) بكتيريا الريكتسيا	قراد الكلب الأمريكي (*Dermacentor variabilis*) وغيره	عالمي
10,000-1,000 حالة جديدة كل عام		
داء البابسيات الحيوان الأولي: (البابسية العكبرية) وغيرها من أنواع البابسيات	أنواع مختلفة من *Ixodes*	الأمريكتان، وأوروبا، وجنوب وشرق آسيا
الحمى الراجعة المنقولة بالقراد بكتيريا *Borrelia miyamotoi* وغيرها من أنواع بكتيريا *Borrelia*	القراد لين الجسم من نوع *Ornithodoros*، ونوع *Ixodes*	الأمريكتان، وأوروبا، وآسيا، وأفريقيا
داء إرليخ، وداء أنابلازما البكتيريا الإرليخية، وبكتيريا أنابلازما	قراد لون ستار من نوع *Amblyomma americanum* ونوع *Ixodes*	عالمي
1,000-100 حالة جديدة كل عام		
داء تولارميا المنقول بالقراد بكتيريا الفرنسيسيلة التولارية	قراد من نوع *Dermacentor* ونوع *Amblyomma*	شرق ووسط الولايات المتحدة، ووسط أوروبا، وروسيا

I. scapularis


D. variabilis

O. hermsi


A. americanum

NIK SPENCER/*NATURE*

Biotechnology في روكا بولاية نبراسكا، حيث عبرت الأخيرة عن رغبتها في شراء لقاح مرض لايم؛ وتطويره.

يقول ريتشارد ماركوني، وهو خبير في الأحياء المجهرية وعالم اللقاحات في جامعة فرجينيا كومنولث في ريتشموند، إنه يعمل مع زملائه على تطوير لقاح أفضل. فإحدى سلبيات لقاح بروتين OspA هو أنه يتطلب تعزيزًا متكررًا، لأنه لا بد من استمرار سريان الأجسام المضادة لبروتين OspA في الدم، بغرض مهاجمة بكتيريا *B. burgdorferi* داخل القراد اللادغ. يعمل فريق ماركوني على تطوير لقاح ليقاوم الأجزاء ذات الصلة المناعية بالبروتين السطحي OspC، الذي تعبِّر عنه بكتيريا *B. burgdorferi* عندما تكون داخل الثدييات. فعند تعرُّض الأشخاص الذين تلقَّوا اللقاح للدغات القراد المصابة بالعدوى، فإن بإمكان أجسادهم أن تنتِج أجسامًا مضادة لبروتين OspC من الذاكرة المناعية، ولا يتعين على الأجسام المضادة أن تسري في الدم. وقد منح ماركوني وزملاؤه الرخصة بالفعل لنسخة من اللقاح لاستخدامها في الكلاب، ويقول بهذا الصدد: «يوحي نجاح لقاح الكلاب وتفرد الأسلوب الذي استخدمناه بأن اللقاح سيكون شديد الفعالية لدى البشر».

يبقى السؤال قائمًا في ضوء المشكلات التي واجهها لقاح «لايميركس»، وهو ما إذا كان المسؤولون الصحيون والمستهلكون سيتبنون لقاحًا بشريًّا، أم لا. يقول بلوتكين: «من باب التفاؤل، أعتقد أنه ربما يكون الوضع العاطفي قد تغير على مدى 10 أو 15 سنة ماضية، بمعنى أن مزيدًا من الناس باتوا على اقتناع بأهمية التعامل مع مرض لايم»، ولكن من الصعب معرفة ما إذا كانت المخاوف بشأن مرض لايم ستفوق المخاوف بشأن اللقاح، أم لا.

لن تثير لقاحات الفئران مخاوف كهذه، ولكنْ هناك باحثون ـ ومن ضمنهم بلوتكين ـ يشككون فيما إذا كان بوسعهم إعطاء جرعات لعدد كاف من الفئران، بما يؤدي إلى خفض معدلات مرض لايم، أم لا. كما أن نَهْجَي استخدام اللقاح محدودان، لأنهما يكافحان مرضًا واحدًا فحسب من الأمراض المنقولة بالقراد، في حين تنتشر أكثر من عشرة أمراض أخرى في جميع أنحاء العالم (انظر: «واقع اللدغات»).

لعاب القراد

هناك استراتيجية واحدة يمكنها أن تحاصرهم جميعًا، وهي تنطوي على تحويل واحدة من أكثر أدوات القراد براعة ضده، ونعني بها لعاب القراد. عندما يلدغ القراد كائنًا مضيفًا، تساعد جزيئات في لعابه على تفادي الكشف عنه، ويبدأ في التغذي عن طريق منع إشارات الألم والالتهاب والمناعة. فإذا كان بوسع لقاح أن يثير استجابة مناعية تجاه بروتينات اللعاب الرئيسة، فقد يجعل لدغات القراد أكثر وضوحًا، أو قد يعطل قدرة القراد على التغذي.

يعتبر أوستفلد نفسه دليلًا على صحة مفهوم هذه الاستراتيجية، فقد تعرَّض للدغات قراد أكثر من 100 مرة، والآن يتفاعل جسمه استجابةً للعاب القراد. «إنني أدرك متى أتعرض للدغة قرادة، إذ ينتابني شعور حارق شديد»، حسب تفسير أوستفلد. ولَدَى أوستفلد متسع من الوقت لطرد قرادة، قبل أن تتمكن من نقل العدوى إليه. ويقول أوستفلد إنه حتى إذا نجا من هذه التجربة، فإنه ـ في كثير من الأحيان ـ يزيل القرادة؛ ليكتشف أنها قد ماتت بالفعل لأسباب مجهولة.

ثمة اتحاد شركات تموِّله المفوضية الأوروبية، يُسمى «أنتيدوت» ANTIDotE (اللقاحات المضادة للقراد، للوقاية من الأمراض المنقولة بالقراد في أوروبا). وهذا الاتحاد يعمل على توصيف بروتينات لعاب القراد التي يمكن استهدافها لإحباط عملية التغذية لديها. وقد أشار[6] عضو من المجموعة في عام 2011 إلى تقنية للتمييز السريع لتلك البروتينات التي تتفاعل مع مصل دم الحيوانات المنيعة تجاه القراد، حيث إنه عندما عمد الفريق إلى تلقيح الأرانب لتقاوم ثلاثة بروتينات لعابية، كان قد حددها، أحدها تستخدمه القراد لمنع تجلط الدم، والآخر يمنع الاستجابة المناعية للكائن المضيف، ووجد أن القراد واجه صعوبة في الحصول على الدم منها. كما يعمل الباحثون في الفريق أيضًا على تحديد الجينات اللعابية المشاركة في نقل بكتيريا *B. burgdorferi*. «إننا نعتقد أن لقاحًا مضادًا للقراد يمكن أن يكون مفيدا جدًّا في حماية كل من البشر والحيوانات»، حسب قول هاين سبرونج، وهو قائد في اتحاد «أنتيدوت» في المعهد الوطني للصحة العامة والبيئة في بيلتهوفن، هولندا. كما تخطط شركة «يو إس بيولوجيك» أيضًا لتطوير لقاح للفئران، يعتمد على الطُعوم، حيث ربما يتمكن اللقاح من إحباط عملية تغذية القراد، وبالتالي يحمي من أمراض متعددة. كما قد يقلل هذا من إجمالي أعداد القراد أيضًا، لأنه سيجعل من الصعب على يرقات القراد الحصول على وجبات الطعام التي تحتاج إليها للبقاء على قيد الحياة حتى سن البلوغ والتكاثر.

هذه الأساليب تقترب بالكاد من الحل، حيث يقول العلماء إن جزءًا من المشكلة هو قلة التمويل، حيث توجد صورة نمطية لمرض لايم، وغيره من الأمراض المنقولة بالقراد في الولايات المتحدة كأمراض تصيب «المترفين» بشكل أساسي، وهي صورة لا تساعد في مقاومة المرض. ويقول أوستفلد إنه شهد تعليقات بهذا المعنى في مراجعات على عروض المنحة التي طلبها. «انهم يقولون أشياء، مثل: «هل يجدر بنا فعلًا إنفاق أموال دافعي الضرائب على مرض يصيب الأثرياء في شمال شرق الولايات المتحدة، بينما يوجد الكثير من الأمراض التي تداهم الناس الذين يعيشون في فقر خارج البلاد؟»»، حسب قول أوستفلد، ثم يضيف: «من ناحية.. أعتقد أن هذه النقطة مشروعة. ومن ناحية أخرى.. أعتقد أنها تقلل من تأثير هذا المرض على عدد كبير من المواطنين، ليسوا جميعًا من الأثرياء، ولا حتى أغلبهم». ثمة سبب آخر محتمَل لانخفاض التمويل، وهو أن مرض لايم ومثيلاته من الأمراض المعدية في الولايات المتحدة نادرًا ما تكون أمراضًا فتاكة، إذ يتم كل سنة تشخيص عدد من المصابين بمرض لايم في الولايات المتحدة أكبر من عدد المصابين بسرطان البروستاتا، ورغم ذلك.. فتمويل المعاهد الوطنية للصحة لبحوث سرطان البروستاتا كان أكثر من عشرة أضعاف ما خُصِّص لتمويل البحوث المخصصة لمرض لايم في عام 2014.

وحتى يتوفر حل شامل، ستتطلب السيطرة على الأمراض المنقولة بالقراد مجموعة من الأساليب الأصغر نطاقًا، لمواجهة المشكلة شيئًا فشيئًا على عدد من المستويات. ليس من المستغرب أن تكون هناك حاجة إلى ترسانة من هذه الأسلحة لإبعاد العدو، نظرًا إلى تعقيد بيئة الأمراض المنقولة بالقراد، ودأب البشر على تغييرها جذريًّا، وكذلك حياة الناس على هذه الدرجة من القرب من هذه الطفيليات الحاملة للمرض. «لقد ألحقنا الضرر بتوازن الطبيعة»، حسب تعبير تيلفورد. وإعادة استقرار الموازين مجددًا لن تكون أمرًا هينًا. ■

ميليندا وينر موير كاتبة علمية مستقلة في كولد سبرنج، نيويورك.

1. Wilson, M. L., Telford, S. R. III, Piesman, J. & Spielman, A. *J. Med. Entomol.* **25,** 224–228 (1988).
2. Keesing, F. *et al. Proc. R. Soc. B* **276,** 3911–3919 (2009).
3. Richer, L. M. *et al. J. Infect. Dis.* **209,** 1972–1980 (2014).
4. Steere, A. C. *et al. N. Engl. J. Med.* **339,** 209–215 (1998).
5. Wressnigg, N. *et al. Lancet Infect. Dis.* **13,** 680–689 (2013).
6. Schuijt, T. J. *et al. PLoS ONE* **6,** e15926 (2011).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تعليقات

سياسات دعوة لوضع خطط لحماية الساحل، مثل تلك التي تَبَنَّتْها ولاية لويزيانا لأكثر الدول عُرضةً للأخطار في العالَم **ص. 42**

فيزياء قراءة السيرة الذاتية لماري جيلارد، أول أستاذة للفيزياء في بيركلي **ص. 48**

التوحُّد تفحص كريس جونتر تاريخًا شاملاً من العلم والثقافة، المحيطَيْن بدراسات التوحُّد **ص. 50**

تأبين يويتشيرو نامبو.. عالِم الفيزياء النظرية الملهَم، الذي شكَّل فيزياء الجسيمات الحديثة **ص. 54**

JIANG KEHONG/XINHUA PRESS/CORBIS

تحتوي مخلفات قشور الجمبري على مواد غذائية، يمكن استخدامها في تحسين علف الحيوانات.

لا تهدروا مخلفات المأكولات البحرية

يرى **نينج يان**، و**زِي تشين** أن تحويل هياكل وقشور الكائنات البحرية إلى مواد كيماوية غنية بالنيتروجين سيعزز الاقتصاد، ويسهم في الحفاظ على البيئة.

يتراوح حجم مخلفات المأكولات البحرية في العالم من سرطان البحر، والجمبري، وجراد البحر ما بين 6 و8 ملايين طن سنويًّا، منها مليون ونصف طن في جنوب شرق آسيا وحدها[1]. وبينما يمثل اللحم المستخرَج من سمكة التونة 75% من وزنها، فكتلة اللحم المستخرَج من سرطان البحر لا تتجاوز 40% من كتلته الكلية. وبينما تتخلص الدول النامية من مخلفات وقشور وهياكل الأطعمة البحرية بإلقائها في مكب النفايات أو البحر، تتكبد الدول المتقدمة مبالغ كبيرة في التخلص منها، إذ تصل تكلفة التخلص من الطن الواحد في أستراليا ـ على سبيل المثال ـ إلى 150 دولارًا.

تحتوي قشور المأكولات البحرية على عناصر كيميائية مفيدة للغاية، تتمثل في البروتين، وكربونات الكالسيوم، ومركب الكيتين، وهو بوليمر يشبه السليولوز، غير أنه غني بالنيتروجين (انظر: «التكرير الحيوي للقشريات البحرية»). ويغفل كثيرون عن القيمة المحتملة لقشور وهياكل المأكولات البحرية في الصناعات الكيماوية. ويجدر بالعلماء أن يعملوا على اكتشاف طرق مستدامة لتكرير الهياكل القشرية، واستخلاص المواد منها، كما ينبغي على الحكومات والشركات الصناعية الخاصة الاستثمار في استغلال الكميات الوفيرة والرخيصة من هذا المورد المتجدد.

يتراوح سعر الطن الواحد المجفف من قشور وهياكل الجمبري ما بين 100 و120 دولارًا فقط. ويمكن طحن هذه القشور، واستخدام المسحوق كمكمِّل غذائي لعلف الحيوانات، أو كطُعْم للسمك، أو كأسمدة، أو استخدامه في إنتاج مركب الكيتين. والعائد ليس كبيرًا، ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

مقارنةً بالمخلفات، والبقايا الزراعية، فحطب الذرة، وقش القمح، اللذان يُحرقان؛ لتوليد الحرارة، أو يجري تكريرهما؛ لتحويلهما إلى مواد كيميائية، يباعان بسعر يتراوح ما بين 50 و90 دولارًا للطن الواحد. وتحتوي القشريات البحرية على البروتين بنسبة تتراوح بين 20% و40%، وعلى كربونات الكالسيوم بنسبة تتفاوت بين 20% و50%، وعلى مركب الكيتين بنسبة تتفاوت ما بين 15% و40%. فما هي استخدامات هذه المكونات؟

البروتين يُستخدَم في علف الحيوانات. فعلى سبيل المثال.. يحتوي قشر الجمبري من فصيلة «بينايوس» على كل الأحماض الأمينية الأساسية، وبه قيمة غذائية تضاهي وجبة من فول الصويا. ولا يستخدم البروتين في الوقت الحالي، لأن طرق المعالجة الحالية تدمره. ومع التنامي السريع لتربية الماشية، من الممكن تحويل هياكل وقشور الأطعمة البحرية من جنوب شرق آسيا إلى علف غني بالبروتينات للحيوانات. وتقدِّر بيانات البنك الدولي القيمة السنوية لهذا السوق بأكثر من 100 مليون دولار.

كربونات الكالسيوم لها عدة استخدامات في صناعات الأدوية، والزراعة، والإنشاء ، والورق. وحاليًّا يتم استخراجها من مصادر جيولوجية، مثل الرخام، والحجر الجيري. وهذه المصادر وفيرة، ولكنها قد تحتوي على معادن ثقيلة، تتعذر إزالتها. ولهذا.. يُعتبر مسحوق الطباشير المستمدّ من قشور الأطعمة البحرية أفضل للاستهلاك البشري، فعلى سبيل المثال.. يُستخدم كأحد مكونات أقراص الدواء، حيث يقبل الناس بسهولة تعاطي الأقراص المصنوعة من مصادر غذائية، ويفضلونها على الأقراص المصنوعة من مواد مستمَدَّة من الصخور.

يتراوح سعر السوق لكربونات الكالسيوم المطحونة ما بين 60 و66 دولارًا للطن الواحد من الحبيبات الخشنة، التي تُستخدم في الإنشاء، والأصباغ، وأجهزة الحشو، ومعالجات التربة. أما الحبيبات فائقة النعومة التي يمكن استخدامها في تحسين خصائص المطاط والبلاستيك، فيصل سعرها إلى 14 ألف دولار للطن الواحد. ولو اقتصر تحويل كربونات الكالسيوم من قشور الأطعمة البحرية في جنوب شرق آسيا على أرخص الحبيبات الخشنة، فإنها ستبني سوقًا سنويًّا قيمته 45 مليون دولار.

الكيتين هو بوليمر خطي، وهو ثاني أكثر البوليمرات الحيوية الطبيعية وفرة على الأرض (بعد السليولوز)، ويتوفر في الفطريات، والعوالق، والهياكل الخارجية للحشرات، وقشريات الكائنات البحرية. وتنتج الكائنات الحية نحو 100 مليار طن من مركب الكيتين سنويًّا[2]. ويُستخدم مركب الكيتين، ومركب كيتوسان المشتق منه الذي يذوب في الماء في عدد قليل من الصناعات الكيماوية، مثل منتجات التجميل، والمنسوجات، ومعالجة المياه، والطب الحيوي، وله إمكانيات أكبر من ذلك بكثير.

بعكس الأشكال الأخرى من الكتل الحيوية، مثل مركب السليولوز، فإن مركب الكيتين غني بالنيتروجين. وتمثِّل المركبات الأخرى الغنية بالنيتروجين أهمية بالغة في الحياة الحديثة، فهي تُستخدم على نطاق واسع في صناعة الأدوية، وتثبيت ثاني أكسيد الكربون، والمنسوجات، وغير ذلك. فعلى سبيل المثال.. يدخل مركب بيرازين العضوي الغني بالنيتروجين كعنصر أساسي في العديد من الأدوية عالية معدَّل البيع، مثل مركب إيسزوبيكلون لعلاج اضطرابات النوم ، ومركب فارينيكلين لعلاج إدمان النيكوتين. ويُستخدم مركب إيثانولامين في محطات توليد الطاقة لعزل ثاني أكسيد الكربون، وأيضًا في تصنيع منتجات الصابون اللطيفة على البشرة، وتصنيع المنظفات المنزلية، ومركبات تخفيض التوتر السطحي. وتحظى العناصر الكيماوية الغنية بالنيتروجين بمجال هائل للتسويق، إذ يُستخدم نحو مليوني طن من مركب إيثانولامين سنويًّا في جميع أنحاء العالم[3]، ويصل حجم المبيعات إلى 3.5 مليار دولار.

«ينبغي في السنوات الخمس القادمة إطلاق مشروع بتكلفة تبلغ عدة ملايين من الدولارات، بغرض إنشاء أول خط تصنيع يستخدم التكنولوجيا الجديدة».

يعتمد الإنتاج الصناعي لمركبات النيتروجين على الوقود الأحفوري، وعمليات تحويل مُستهلِكة للطاقة: في البداية يجب تحويل غاز النيتروجين إلى أمونيا من خلال تفاعل عملية هابر، التي تشتهر بارتفاع استهلاكها للطاقة، إذ تستأثر وحدها بنحو 2% إلى 3% من استهلاك الطاقة العالمي. ومقابل استهلاك كل مول واحد من غاز النيتروجين، يُستهلك ثلاثة مولات من غاز الهيدروجين المستمَد من الوقود الأحفوري.

تتسم عمليات التصنيع التالية بشدة تعقيدها وارتفاع تكلفتها. فعلى سبيل المثال.. يتطلب إنتاج مركب إيثانولامين 6 خطوات: إنتاج الهيدروجين من الفحم أو الغاز الطبيعي، ثم عزل النيتروجين من الهواء، ثم تركيب الأمونيا، ثم إنتاج مادة الإيثيلين من تكسير النفط الخام، ثم تحويل مادة الإيثيلين إلى مادة أكسيد الإيثيلين، ثم تحويل مادة أكسيد الإيثيلين إلى مركب إيثانولامين. وقد يكون مركب الكيتين نقطة بداية أكثر ملاءمة لإنتاج مركب إيثانولامين، فنظرًا إلى أن البوليمر غني بالكربون، والنيتروجين، والأكسجين، يتطلب الأمر خطوة تحويل واحدة فقط لإنتاج مركب إيثانولامين. ويمكن اشتقاق خمسة عناصر كيميائية من مركب الكيتين دفعة واحدة، والقائمة تزداد طولًا. وقد تحقق كل ذلك حتى الآن على نطاق صغير فحسب في المختبر[4].

التحديات الكيميائية

إن استخراج العناصر الكيميائية من مخلفات القشريات البحرية بالطرق الحالية هو عملية مدمرة للبيئة، ومهدرة للموارد، وباهظة التكلفة؛ فهي تتطلب فصل المكونات المختلفة، وهي عملية معروفة باسم التجزئة، إذ يتم استخلاص البروتين باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم، أما استخلاص كربونات الكالسيوم، فيتطلب حمض الهيدروكلوريك، وكلاهما من المذيبات الخطيرة المسبِّبة للتآكل. ولاستخلاص مركب كيتوسان، يتطلب الأمر معالجة مركب الكيتين بمحلول هيدروكسيد الصوديوم بنسبة تركيز 40%، حيث إن إنتاج كيلوجرام واحد من مركب كيتوسان من قشور الجمبري يستهلك أكثر من طن من الماء.

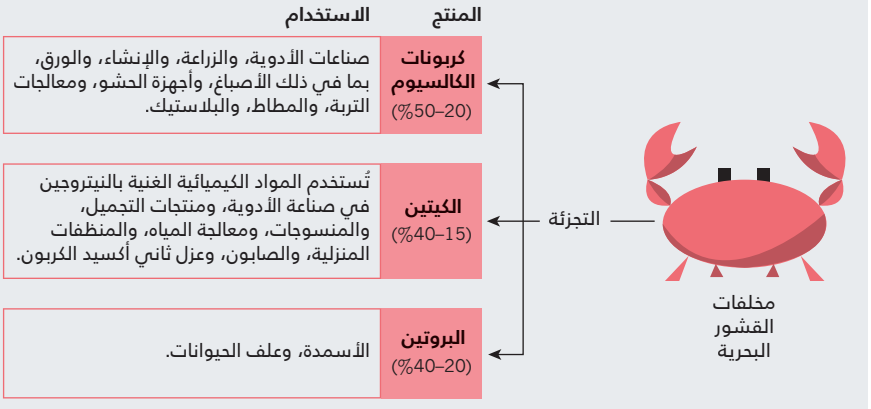
نتيجة لذلك.. يصل سعر مركب الكيتين عالي الجودة إلى 200 دولار للكيلوجرام الواحد، برغم أن المواد الأولية رخيصة. وبرغم أن حجم الاستهلاك الصناعي العالمي من مركب الكيتين الذي تم تكريره ـ في صناعات الأغشية، وإنتاج الأدوية، والأغذية، ومنتجات التجميل ـ منخفض للغاية، إلا أنه لا يزيد على 10 آلاف طن سنويًّا[3]. ويوجد عدد قليل من مصانع مركب الكيتين في الصين، واليابان، وتايلاند، وإندونيسيا. ويمثل تحويل مركب الكيتين، أو مركب كيتوسان، إلى عناصر كيميائية أخرى مشكلات كثيرة. فمركب الكيتين الطبيعي هو مادة بلورية تمنع الكواشف من الوصول إلى السلاسل البوليمرية بسهولة. وفي ظروف التفاعل القاسية، تخضع السلاسل لتفاعلات جانبية، وتشكل العديد من المركبات المعقدة. وغالبًا ما يكون فصل المنتجات الحيوية من المفاعل عملية مرهقة وصعبة.

ونحن نرى أن هذه التحديات والصعوبات لا تزيد عن مثيلاتها الموجودة عند تحويل كتلة الخشب الحيوية إلى وقود حيوي، وغيره من العناصر الكيمائية، وهي العملية التي استغرقت عقدين كاملين، حتى تنتقل من المختبر إلى الاستخدام التجاري على نطاق واسع. ولذلك.. ستحتاج إقامة صناعة مستدامة مربحة من مخلفات القشريات البحرية إلى مزيد من الابتكار في عمليات التحويل الكيميائية، إذ يتطلب الأمر طريقة مستدامة للتجزئة والتكسير لفصل البروتينات، وكربونات الكالسيوم، ومركب الكيتين، بحيث تتجنب استخدام عوامل خطيرة مسبِّبة التآكل، وتقلل حجم المخلفات والإهدار.

بدأت بالفعل تقنيات جديدة في الظهور.. فعلى سبيل

التكرير الحيوي للقشريات البحرية

تحتوي قشور الكائنات البحرية على ثلاثة عناصر كيميائية أساسية، لها عدة استخدامات صناعية. وسيؤدي تطوير طريقة مستدامة لاستخلاصها وتكريرها إلى إضافة ملايين الدولارات إلى الاقتصاد القائم على المنتجات الحيوية.



© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

BERT FOLSOM/ALAMY

قشريات سرطان البحر تحتوي على مركب الكيتين الغني بالنيتروجين، الذي يستخدم في صناعة الأدوية.

المثال.. عرضت فرق الباحثين في المكسيك والمملكة المتحدة عملية تخمير، تَستخدم حمض اللاكتيك في إنتاج مركب الكيتين في المختبر، وفي مصنع تجريبي في بداية الألفية[5,6]. وقد حوَّلت هذه العملية 30-50 كيلوجرامًا من مخلفات القشريات البحرية في مفاعل واحد. وقد أَعَدّ الباحثون في المملكة المتحدة، والولايات المتحدة، والصين[8-6] مزيجًا من البكتيريا التي تستهلك البروتينات، وتحلل كربونات الكالسيوم. ومن المنتجات الفرعية لهذه العملية.. مركب هيدروليتات البروتين، ومركب لاكتات الكالسيوم، وهما مُنْتَجان مفيدان في علف الحيوانات ومكمِّلات الكالسيوم.

التكسير

تُوجد طريقة أخرى.. وهي تصميم واستخدام السوائل الأيونية ـ وهي المركبات العضوية السائلة مع فئات وظيفية أيونية ـ التي يمكنها تذويب البوليمرات الكربوهيدراتية، واستخراج مركب الكيتين. وتتميز بوليمرات الكيتين المستخلصة بهذه الطريقة بسلاسل طويلة ووزن جزيئي مرتفع، ويمكن ـ على سبيل المثال ـ غزلها كألياف وشرائح لتغطية الجروح، ولمعالجة المياه.

على الباحثين استكشاف طرق مادية خالية من المذيبات، لتكسير وتجزئة القشريات والهياكل القشرية. فيمكن استخدام الطحن بالكرات ـ أي وضع المواد مع كرات معدنية في أسطوانات دوّارة ـ بغرض طحن الهياكل القشرية، وتنعيمها، وتكسير البلورات. وقد يثبت المزج بين القوى الكيميائية والميكانيكية أن له مزايا متعددة. فعلى سبيل المثال.. استخدام الطحن بالكرات المعدنية مع محفِّز حمضي قد يؤدي إلى تفكيك الخشب، دون تسخين، حيث إن مزج الانفجار البخاري ـ أي استخدام البخار فائق السخونة، ثم إطلاق الضغط بصورة مفاجئة ـ مع استخدام الأحماض يُعتبر وسيلة أخرى لتحرير مكونات القشريات البحرية.

يُستخدَم الطحن بالكرات والانفجار البخاري في تكرير كتل الخشب الحيوية على نطاق تجريبي، ولكن عدد قليل من الباحثين هو الذي أدرك جدوى استخدام هذه الأساليب مع القشور البحرية. (يتطلع فريقنا في جامعة سنغافورة الوطنية ـ بالتعاون مع معهد هندسة العمليات في الأكاديمية الصينية للعلوم ـ إلى تقديم نموذج تجريبي لتطبيق هذه الطريقة على القشور البحرية خلال سنوات قليلة).

تتطور عمليات تحويل مركب الكيتين إلى كيماويات غنية بالنيتروجين ـ مثل مشتقات مركب إيثانولامين ومشتقات المذيب العضوي واسع الاستخدام المسمى فوران[9] ـ بشكل متسارع، وهذا برغم أنها لا تزال في مراحلها الأولى. وربما يتطلب الأمر 5 سنوات ـ على الأقل ـ لتوسيع نطاق العملية، ثم 10 سنوات أخرى لتسويقها تجاريًّا. ويجدر بالدراسات في المستقبل استكشاف مسارات تحويل مركب الكيتين إلى الكيماويات الأخرى، وتحسين المنتجات من خلال تحسين المحفزات، والمعالجات الأولية، وتسهيل فصل المنتجات.

ونحن نقترح إنشاء خط للمعالجة لتكرير مخلفات القشريات البحرية على غرار فصل الكتل الخشبية ـ التي تتكون بشكل أساسي من مركب السليولوز، ومركب هيميسيليولوز، ومركب لجنين ـ وتحويلها إلى عدد من المنتجات في منشأة واحدة[10]. ويتطلب هذا التطور تضافر جهود العديد من الأطراف التي يحركها القلق العام حول أمن الطاقة، والتغير المناخي. كما يستلزم هذا التعاون دعمًا ماليًّا من الحكومات والشركات المتخصصة في تصنيع الكيماويات والوقود. وستغدو مصانع التكرير الحيوي لمخلفات القشريات البحرية فرصًا صناعية جديدة في جنوب شرق آسيا، وخارجها. ولهذا.. فالدعم القوي من صناع القرار، والمؤسسات البحثية، والحكومات، وجهات التمويل، والجمهور، أمر لا غنى عنه. والأبحاث الأساسية من العلماء في جميع أنحاء العالم مطلوبة بشكل عاجل؛ للتغلب على الصعوبات التقنية.

تكرير القشور

ينبغي في السنوات الخمس القادمة إطلاق مشروع بتكلفة تبلغ عدة ملايين من الدولارات، بغرض إنشاء أول خط تصنيع يَستخدم التكنولوجيا الجديدة. وينبغي أن تقوم حكومات الدول الغنية بالمخلفات من قشور الكائنات البحرية بدعم المشروع، وأن يقوم على تنفيذه باحثون ذوو خبرات متكاملة في مجالات التحفيز الكيميائي، وعلوم وهندسة المواد، وعلوم الأغذية، وتقييم دورة الحياة. كما ينبغي على الشركات ـ التي تنتج السمك القشري وتتاجر فيه، وكذلك الشركات المرتبطة بالسلع الحيوية والمواد الحيوية، وغيرها من الشركات التي تروِّج للمواد المتجددة ـ أن تقيم الأسواق المحتملة لمصانع تكرير المخلفات القشرية المربحة والصديقة للبيئة، كما ينبغي لها أن تركز على القيام بالمزيد من الأبحاث؛ لطرح التقنيات الجديدة على المستوى التجاري. وخلال السنوات العشر المقبلة، ينبغي فَرْض تشريعات صارمة على طرق التخلص من مخلفات القشريات البحرية، مع تقديم حوافز للشركات التي تستخدمها. ■

نينج يان أستاذ الكيمياء الخضراء، و**زي تشين** باحث زميل في إدارة الهندسة الكيميائية والبيولوجية الجزيئية، في جامعة سنغافورة الوطنية، سنغافورة.
البريد الإلكتروني: ning.yan@nus.edu.sg

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The State of World Fisheries and Aquaculture* (FAO, 2014).
2. Kim, S. K. *Chitin, Chitosan, Oligosaccharides and Their Derivatives: Biological Activities and Applications* (CRD Press, 2011).
3. Grand View Research. *Amines Market Analysis By Product (Ethanolamines, Alkylamines, Fatty Amines), By Application (Crop Protection, Surfactants, Water Treatment, Personal Care) And Segment Forecasts To 2020* (Grand View Research, 2014); available at go.nature.com/ofjys4
4. Chen, X. & Yan, N. *Catal. Surv. Asia* **18,** 164–176 (2014).
5. Cira, L. A., Huerta, S., Hall, G. M. & Shirai, K. *Process Biochem.* **37,** 1359–1366 (2002).
6. Beaney, P., Lizardi-Mendoza, J. & Healy, M. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* **80,** 145–150 (2005).
7. Zhang, H. *et al. Carbohydr. Res.* **362,** 13–20 (2012).
8. Liu, P. *et al. Biochem. Eng. J.* **91,** 10–15 (2014).
9. Bobbink, F. D. *et al. Green Chem.* **17,** 1024–1031 (2015).
10. Ragauskas, A. J. *et al. Science* **311,** 484–489 (2006).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

VINCENT LAFORET/NYT/REDUX/EYEVINE

غمر الفيضان ولاية نيو أورليانز، واشتعلت فيها النيران بعد أسبوع من إعصار كاترينا.

الدروس المستفادة للعالَم مِن إعصار كاترينا

بعد عشر سنوات من الدمار الذي لحق بساحل الخليج الأمريكي، يدعو **إدوارد باربير** لوضع خطط لحماية الساحل، مثل تلك التي تَبَنَّتْها ولاية لويزيانا لأكثر الدول عُرضة للأخطار في العالَم.

دَمَّر إعصار كاترينا ولايات الساحل الأمريكي منذ عشر سنوات. وبلغت قيمة الخسائر التي ألحقها بالبلاد حوالي 110 مليارات دولار، وأسفر عن مصرع أكثر من 1,800 نسمة، ونزوح 1.2 مليون نسمة[1]. وقد أدَّت هذه الكارثة إلى إعادة النظر في إدارة ساحل الخليج، حيث إنه في السبعة عقود السابقة لعام 2005، فقدت ولاية لويزيانا أراض ساحلية، أغلبها مستنقعات، بلغ إجمالي مساحتها 4,900 كيلومتر مربع، وهو ما يضارع مساحة جزيرتي ترينيداد، وتوباجو[2]. وبعد الإعصار، أوصى فريق عمل إعادة إعمار النظام البيئي الساحلي للخليج ـ التابع للرئيس الأمريكي ـ بإعادة إنشاء مساحة واسعة من الأراضي الرطبة، مع التأكيد على أن تلك الأراضي «لها وظيفة طبيعية في التخفيف من حدة الفيضانات»[3].

وإثر انتهاء موسم الأعاصير في عام 2005، شَكَّل المجلس التشريعي لولاية لويزيانا «هيئة حماية السواحل، وإعادة إعمارها»، وكَلَّفها بمهمة التنسيق بين الجهود المحلية والفيدرالية المبذولة على مستوى الولاية. وشرعت الهيئة في وضع خطط أساسية، تمتد إلى خمس سنوات، بغرض توجيه صناع السياسات إلى تطوير الساحل، وجَعْله أكثر قابلية للتحمُّل. ولقد عملتُ شخصيًّا ضمن المجلس العلمي والهندسي، الذي أشرف على التحليل العلمي للخطة الرئيسة لعام 2012، وكانت هذه الخطة تتضمن تقييم وتحديد أولويات مشروعات حماية السواحل، وإعادة إعمارها، وكذلك دمجها على مدار 50 عامًا تالية، بموازنة تُقدَّر بقيمة 50 مليار دولار. وتفسِّر الخطة كيف يمكن لإعادة إعمار السواحل في لويزيانا وحمايتها أن تتلاءم مع سيناريوهات مختلفة للتغير المناخي، وارتفاع منسوب البحار.

إن خطة عام 2012 ليست مثالية. فقد أعرب صائدو المحار، والجمبري، وسرطان البحر، وأصحاب الأراضي، وصائدو البط، وأصحاب المصالح المتعلقة بعمليات الشحن، عن مخاوفهم من مشروعات تحويل مسار الأنهار، حيث من الممكن أن تعطِّل أعمالهم. كما أن خطط إنشاء المستنقعات طموحة جدًّا، حيث من المقدَّر إقامة حوالي 100 كيلومتر مربع من الأراضي الرطبة الجديدة خلال الفترة بين عام 2012 إلى 2031 (مرجع 2). وإضافة إلى إقامة السدود وغيرها من الإنشاءات، فإن هذه الجهود تقلل من تكاليف الخسائر المرتبطة بخطر الفيضان على طول ساحل ولاية لويزيانا، بما يتراوح بين 5.3، و18 مليار دولار أمريكي سنويًّا[3].

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

الخمس عشرة دولة الأكثر عرضة للخطر

يعيش حولي 60 مليون نسمة تحت براثن الفقر في المناطق الريفية المنخفضة للخطوط الساحلية لهذه الدول.

بغض النظر عن العيوب والمميزات، سنجد أن استراتيجية تخطيط ساحل ولاية لويزيانا الممتدة لفترة 50 عامًا تمثل فكرًا جديدًا بخصوص الإدارة طويلة المدى للسواحل. وتُعتبر المرونة هي الهدف الجديد لمواجهة الكوارث الطبيعية قصيرة الأجل، التي لها آثار فورية وعنيفة، مثل الفيضانات، وعرام العواصف، وكذلك لمواجهة التغيرات الجوية طويلة المدى ذات الآثار الأكثر تدرجًا، مثل ارتفاع منسوب سطح البحر، وتسرُّب المياه المالحة، والتآكل.

تحتاج بقاع أخرى من العالم ـ بشكل عاجل ـ إلى مثل هذه الاستراتيجية طويلة المدى، فحوالي 38% من سكان العالم ـ ويُقَدَّرون بـ2.5 مليار نسمة ـ يعيشون على بُعد 100 كيلومتر من السواحل، وما يربو على ثلاثة أرباع هؤلاء يعيشون في دول نامية. كما أنه من المرجح أن يزداد تواتر الفيضانات المرتبطة بالأعاصير، وغيرها من العواصف الساحلية الكبرى بحلول خمسينات القرن الحالي، نتيجة للزيادة المطردة في منسوب سطح البحر[4]. وتُعتبر المناطق الساحلية هي الخطوط الأمامية التي تتعرض لآثار التغير المناخي.

يُعَدّ الفقراء وسكان الريف في الدول النامية هم الأكثر عُرضة لهذه الكوارث، خاصة الذين يعيشون على ارتفاع من سطح البحر يقل عن 10 أمتار في المناطق الساحلية المنخفضة. وفي عام 2010، قُدِّر عدد الأشخاص الذين يعيشون في المناطق الريفية التابعة للمناطق الساحلية المنخفضة بحوالي 267 مليون نسمة. وبحلول عام 2100، من المقدر أن يصل هذا العدد إلى 459 مليون نسمة (مرجع 5).

يُقيم كل فقراء العالم ـ البالغ عددهم 60 مليون نسمة تقريبًا ـ في مناطق ريفية تابعة لمناطق ساحلية منخفضة في 15 دولة فقط: الهند، وبنجلاديش، وميانمار، وكمبوديا، ونيجيريا، وباكستان، والعراق، وموزمبيق، والسنغال، والبرازيل، والصين، وإندونيسيا، والفلبين، وفيتنام، وتايلاند (انظر: «الخمس عشرة دولة الأكثر عُرضة للأخطار»). والكثير من هؤلاء الناس يعتمدون على الزراعة، وصيد السمك، ويعوِّلون على الموانع الطبيعية، مثل أشجار المنجروف؛ لحمايتهم من العواصف وغيرها من الأخطار الساحلية، التي من المقرر أن تزداد حدتها تزامنًا مع التغير المناخي. وبرغم ذلك.. بدأت تلك الموانع في التآكل، مثلما حدث لساحل الخليج الأمريكي، (انظر: المعلومات الملحقة؛ go.nature.com/3mxhlj). ويجب أن تُوضع الخمس عشرة دولة السابقة في أولوية استراتيجية التخطيط العالمية طويلة المدى لحماية السواحل والسكان المعرَّضين للعواصف المدمرة.

ثلاثة خطوط للدفاع

لندرس مثلًا حالة بنجلاديش... وسنرى أن قدراتها الحالية، وبنيتها التحتية، واستراتيجيات التكيف الخاصة بمجتمعاتها الساحلية تُعتبر قاصرة وغير كافية للتعامل مع العواصف الحالية، ناهيك عن أيّ عواصف أكثر حدة. وعلى مدار فترة 35 عامًا قادمة، من الممكن أن تزداد مساحة منطقة الشريط الساحلي المعرَّضة للفيضان، ذات العمق الأكبر من 3 أمتار، بزيادة تُقَدَّر بنسبة 69%، بينما المناطق المعرضة للفيضانات بعمق أكثر من متر واحد قد تزداد مساحتها بواقع 14%[6].

تَستدعي الحاجة استثمارًا لمرة واحدة، يُقَدَّر بمبلغ 2.4 مليار دولار أمريكي، بغرض التكيف مع هذه الأخطار في بنجلاديش من الآن، حتى عام 2050، إلى جانب تكاليف صيانة وتشغيل إضافية تصل إلى 50 مليون دولار سنويًّا. هذه الأرقام تُقَدَّر بنصف التكاليف المالية المقدَّرة لتكلفة الخسائر في الأموال والأرواح، والإصابات المستقبلية المرتبطة بظاهرة التغير المناخي[6].

إن استراتيجية المرونة العالمية طويلة المدى لحماية السواحل بحاجة إلى ثلاثة خطوط دفاعية. الخط الدفاعي الأول يتمثل في إعادة إعمار البنية التحتية «الخضراء»، وذلك بغرض الحصول على أنظمة بيئية ساحلية قوية، مثل المستنقعات الملحية، والمحار، والشعاب المرجانية، وأشجار المنجروف، ومروج الأعشاب البحرية، والشواطئ. وهذه البنية التحتية الخضراء ضرورية، خاصة في المناطق الريفية النائية بالدول النامية[7,8]. والخط الدفاعي الثاني يتمثل في إقامة البِنْيَة التحتية «الرمادية» السليمة، المتمثلة في الأسوار البحرية، والحواجز الصخرية، والسدود، وتحويل المجاري المائية، وكذلك رفع مستوى البنايات والمنشآت المقاوِمة للفيضانات. والخط الدفاعي الثالث يتمثل في إشراك أبرز أصحاب المصالح في شتى أرجاء العالم في هذه الاستراتيجية، وهو الأمر الذي يسهم في بناء قدرات مجتمعية مؤسسية وساحلية.

«قد تحتاج الشعوب الأكثر عرضة للخطر إلى التشجيع على الهجرة إلى مناطق غير ساحلية».

لا يجب التغاضي عن خط الدفاع الثالث، الممثل في الإشراك، والمشاركة، والتمكين. ومن الأمثلة الجيدة على إشراك المعنيين: برنامج إدارة أشجار المنجروف المشترَك، التابع للهند، حيث يُشرك المجتمعات المحلية في الحوار وجهود التشجير[7] بمساعدة المنظمات غير الحكومية. وبالمثل، تم وضع الخطة الرئيسة للسواحل الخاصة بولاية لويزيانا بالتشاور مع مشرِّعي الولاية، ومسؤولي المقاطعة الساحلية، والمجموعات المجتمعية، ورواد الأعمال، وجماعات الضغط، وعلماء ولاية ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

DESHAKALYAN CHOWDHURY/AFP/GETTY

قرويون هنود يشاركون في إعادة إصلاح وترميم أشجار المنجروف.

لويزيانا. ولقد جذبت سلسلة من الاجتماعات العامة أكثر من 750 شخصًا، للتعليق على الخطة، وتم تَلَقِّي أكثر من 2,200 تعليق عبر شبكة الإنترنت بالبريد الإلكتروني، أو بالبريد العادي[2].

سوف تحتاج التنمية المجتمعية على المدى الطويل إلى استحداث سياسات واستثمارات، تساعد على تنويع مصادر العيش، أي التخلي عن الأنشطة القائمة على الموارد الساحلية، مثل صيد السمك، والزراعة، واستبدالها بالأنشطة الصناعية والخدمية. وهذه المجتمعات بحاجة إلى استثمارات وتحسينات في مجالات الصحة، والتعليم، والحكم المحلي، والمؤسسات. وكمثال على اتخاذ خطوة أولى في اتجاه تحديد أي الاستثمارات طويلة المدى ينبغي أن تكون لها الأولوية في كينيا، ومدغشقر، وموريشيوس، وسيشيل، وتنزانيا، تم إجراء تقييمات على مواضع الخطر التي تواجه المجتمعات الساحلية، وتقييم قدرة المجتمعات على التكيف مع الآثار الرئيسة للتغير المناخي على مصائد الشعاب المرجانية[9].

أخيرًا، قد تحتاج الشعوب الأكثر عرضة للخطر إلى التشجيع على الهجرة إلى مناطق غير ساحلية. وقد تستدعي الحاجة وضع خطط معينة، مثل الحيازة الطوعية للممتلكات، أو إعادة التوطين المدعوم، كما جاء في توصيات الخطة الرئيسة لولاية لويزيانا[2]. وفي بنجلاديش وغيرها من الدول النامية، قد يكون تحسين الطرق في المناطق الساحلية المنخفضة النائية الريفية هو الخيار الأمثل للتشجيع على الهجرة الطوعية من المناطق المنكوبة بخطر الفيضانات العالية إلى مناطق أكثر أمانًا، تحتوي على فرص عمل أفضل[6].

صناديق تمويل التكيف

أثبتت الخطة الرئيسة لولاية لويزيانا لعام 2012 أنه من الممكن إقامة الثلاثة خطوط الدفاعية الساحلية دفعة واحدة: الخط الأخضر، والرمادي، والمجتمعي. وقد تَحَقَّق هذا في واحدة من أغنى دول العالم، مما يدل على أن الدول النامية ستكون بحاجة إلى دعم دولي؛ لوضع خطط مثيلة، وتنفيذها على أرض الواقع. فعلى سبيل المثال.. يتعاون مرفق البيئة العالمي وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي بالفعل مع حكومة بنجلاديش، دعمًا لبرنامج التكيف مع التغير المناخي عبر التشجير الساحلي، الممتد لمدة خمس سنوات، والقائم بجهود مجتمعية بتكلفة 8.5 مليون دولار أمريكي[8].

يجب تمويل جهود التخطيط طويل المدى مثل هذه، وكذلك جهود بناء القدرات، عبر صناديق تمويل دولية؛ للتكيف مع التغير المناخي. ويمكن إنجاز ذلك على أساس مشاركة التكلفة مع السلطات القضائية الحكومية والمحلية في المناطق الساحلية. وحاليًّا، تم تخصيص تمويل، قيمته حوالي 13.4 مليار دولار في صندوق المناخ الأخضر، التابع للأمم المتحدة، بالإضافة إلى أموال صناديق التكيف المناخي الأساسية، بغرض مساعدة الدول النامية على التكيف مع التغير المناخي، حيث إن رُبْع هذه المبالغ فحسب يمكنها ضمان تمتُّع المناطق الساحلية المنخفضة بقدر أكبر من المرونة، وكذلك ارتقاء المستوى المعيشي لحوالي 60 مليون شخص فقير يعيشون الآن في تلك المناطق.

ينبغي أن تكون الخطوة التالية هي أن تخصِّص قمة الأمم المتحدة للتغير المناخي COP21 ـ المنعقدة في باريس في ديسمبر من هذا العام ـ صناديق مالية متعددة الأطراف؛ للمساعدة على التكيف مع التغير المناخي، بغرض دعم الدول النامية في جهودها لوضع استراتيجية عالمية طويلة الأجل؛ لتحسين السواحل وحمايتها، وكذلك حماية السكان المعرضين لعواصف مدمرة. وينبغي على البنك الدولي، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، وكذلك برنامج الأمم المتحدة للبيئة الالتزام بمد يد العون للسلطات المحلية والوطنية عبر جهود منظَّمة. ■

إدوارد باربير أستاذ الاقتصاد بجامعة وايومنج الموجودة في مدينة لارامي بولاية وايومنج، الولايات المتحدة الأمريكية. ومن المقرر أن يُنشر هذا العام كتابه، الذي يحمل عنوان: «الطبيعة والثروة: التغلب على القحط وانعدام المساواة البيئية».
البريد الإلكتروني: ebarbier@uwyo.edu

1. Knabb, R. D., Rhome J. R. & Brown, D. P. *Tropical Cyclone Report: Hurricane Katrina* (US National Hurricane Center, 2005).
2. Coastal Protection and Restoration Authority of Louisiana. *Louisiana's Comprehensive Master Plan for a Sustainable Coast* (Office of Coastal Protection and Restoration, 2012).
3. Gulf Coast Ecosystem Recovery Task Force. *Gulf of Mexico Regional Ecosystem Restoration Strategy* (Gulf Coast Ecosystem Recovery Task Force, 2011).
4. Woodruff, J. D., Irish, J. L. & Carnargo, S. J. *Nature* **504,** 44–52 (2012).
5. Center for International Earth Science Information Network. *Low Elevation Coastal Zone (LECZ) Urban-Rural Population and Land Area Estimates, Version 2* (NASA Socioeconomic Data and Applications Center, 2013); available at http://dx.doi.org/10.7927/h4mw2f2j
6. Dasgupta, S. *et al. Vulnerability of Bangladesh to Cyclones in Changing Climate: Potential Damages and Adaptation Cost* (World Bank, 2010).
7. DasGupta, R. and Shaw, R. 2013. *Ocean Coast. Mgmt* **80,** 107–118 (2013).
8. Rawlani, A. K. & Sovacool, B. K. *Mitig. Adapt. Strat. Glob. Change* **16,** 845–863 (2011).
9. Cinner, J. E. *et al. Glob. Environ. Change* **22,** 12–20 (2012).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

الصحراء تلوح على حافة مدينة كاثيدرال سيتي بولاية كاليفورنيا.

DAMON WINTER/NYT/REDUX/EYEVINE

تعـــرَّفْ عـلى الجـفـــاف بَـشَـــرِيّ المنـشـــأ

ينبغي أن تكون موجات الجفاف الحادة التي تشهدها كاليفورنيا حاليًّا درسًا في إدارة المياه، في ظل عالَم أكثر دفئًا، وأكثر اكتظاظًا بالسكان، حسب قول **أمير أغا كوشك** وزملائه.

منذ عام 2012، تعيش كاليفورنيا أسوأ موجات الجفاف، التي لم تشهد مثلها منذ ما يزيد على قرن. فدرجات الحرارة تشهد ارتفاعًا قياسيًّا، كما أن المنطقة يعوزها سقوط الأمطار[1] بقَدْر يعادل ما يمكن أن يسقط من أمطار لمدة سنة كاملة. كما تشهد الغابات، والسمك، والحياة البرية، وكذلك الاقتصاد الإقليمي تداعيًا. وتُعرف كاليفورنيا بأنها طبق السلطة الخاص بالولايات المتحدة، بسبب وفرة إنتاجها من الفواكه، والخضراوات، والمكسرات، ولكن للأسف.. كان لزامًا أن تُترك الحقول دون زرع؛ مما أسهم في وقوع خسائر على مستوى الولاية في عام 2014، تُقَدَّر بـ2.2 مليار دولار أمريكي (مرجع 2). وماتت قرابة ما يزيد على 12 مليون شجرة (انظر: go.nature.com/vrgp1e)؛ وقد انهالت آثار ذلك على البرمائيات، والطيور، والثدييات[3]. كما أن المجاري المائية والأراضي الرطبة مستمرة في النضوب، بما في ذلك المزارع التي يعيش فيها سمك السلمون المرقط القزحي، وسلمون شينوك في نهر «أميريكان ريفَر». كما فقد أكثر من 17 ألف أمريكي وظائفهم، وأغلبهم في الأحياء الريفية الفقيرة[2].

تطوَّرت الأنظمة البيئية في كاليفورنيا في ظل تباين طبيعي هائل في الطقس، وفي نسبة توافر المياه. وتميل موجات الجفاف الشديدة إلى الحدوث كل قرن تقريبًا، ولكن خلال المئة عام الماضية شهدت الأنشطة البشرية اعتمادًا شديدًا على الرصيد المائي. فمنذ عام 1950، أدَّى النمو السكاني والزراعي في الولاية إلى زيادة نسبة استخدام المياه إلى ما يقرب من الضعف. وتشهد الساحة حاليًّا نقاشًا محتدمًا[4] حول ما إذا كانت موجات الجفاف في كاليفورنيا مرتبطة باحتمال زيادة انبعاثات الغازات الدفيئة، نتيجة زيادة وتيرة ظروف الطقس الشديدة، أم لا[4]، بينما زيادة الطلب على المياه لا خلاف عليها.

يؤدي الإفراط في استخدام الموارد المائية النادرة، وإدارتها بأساليب عفا عليها الزمن، إلى تفاقم آثار الجفاف الحالية. وقد أصدر القادة فيما مضى تشريعات، وأقاموا استثمارات فيما يخص الإجراءات والبنية التحتية؛ لزيادة الموارد المائية، بما يوازن نمو الطلب عليها. والآن، توشك الولاية على استنفاد مواردها المائية، ولم يعد بوسعها أن تجد مخرجًا بسيطًا من هذا المأزق. وتُعَدّ مشكلات المياه في كاليفورنيا نذيرًا بحدوث آثار موجات جفاف أخرى حول العالم، أينما يحدث نمو سكاني وصناعي. ونحن نطالب بإجراء مزيد من الدراسات، وسَنّ مزيد من التشريعات فيما ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

يخص الآثار البشرية على الإجهاد المائي، الذي يسببه كل من الزحف العمراني، وانبعاثات الغازات الدفيئة، وإنتاج الطعام والطاقة، وكذلك نطالب بانتهاج ممارسات إدارية وسياسية أكثر ملاءمةً للأنظمة الاقتصادية المزدهرة، وأنظمة المياه المتطورة.

إرث التكيُّف

لدى كاليفورنيا تاريخ طويل من التكيُّف مع موجات الجفاف. فقد أدت موجات من الجفاف شهدتها البلاد في القرن التاسع عشر إلى زلزلة الاقتصاد، الذي كان يعتمد حينها على الرعي الحُر، والزراعة المعتمِدة على مياه الأمطار التي تطلبت المزيد من الري[5]. وقد أدَّى النمو السكاني في بداية القرن العشرين إلى بناء خزان أساسي، وحفر قناة، وإقامة شبكات طاقة مائية في أنحاء الولاية.

وقد أدّت أحدث موجات الجفاف في الأعوام 1976-1977، و1988-1992، و2007-2009 إلى تطبيق برامج صارمة؛ للحفاظ على المناطق الحضرية في الولاية، وإلى استخدام أوسع لأسواق المياه، مثل «بنوك الطوارئ لحالات جفاف المياه» التي عملت في تسعينات القرن العشرين، والتي سهّلت شراء المياه، وبيعها، ونقلها. وتضمنت الاستجابات الأخرى لموجات الجفاف استخراج المياه الجوفية، واستخدامًا متزايدًا لها، وكذلك الحفاظ على الموارد المائية، والري الأكثر توسعًا، وتوفير المزيد من البنية التحتية الملائمة، وتخزين المياه، وإعادة استخدام فائض المياه، وتحلية المياه المالحة.

وقد ساعدت غالبية تلك الابتكارات في الحفاظ على موارد المياه، أو توسعاتها. واليوم، تمتلك كاليفورنيا واحدًا من أكثر أنظمة المياه في العالم التي خضعت للمعالجة والتنويع، بما في ذلك شبكات تحتوي على ست قنوات، يزيد طولها على 2,000 كيلومتر، وما يربو على 1,400 سد. وعلى الرغم من شدة موجة الجفاف الحالية، إلا أنه تمت إدارة موارد المياه الحضرية بشكل جيد، وخضعت لأعطال قليلة. وقد كانت الأزمة ملموسة بصورة أساسية في المجتمعات الريفية، وفي نظام البيئة. ونظرًا إلى أن تاريخ استخدام الأرض في كاليفورنيا ـ المتمثل في الزحف العمراني السريع، وتطوير الأراضي الرطبة، والسهول الفيضيّة، والغابات الأكثر كثافة ـ أسهم في تفاقم الآثار البيئية لموجات الجفاف خلال القرن الماضي، فقد أدى ذلك إلى انكماش مَواطِن الحيوانات الطبيعية، وحرمانها من المياه، حيث تم تحويل مسارها؛ لتلبّي الاحتياجات البشرية. ولا تزال كاليفورنيا في حاجة إلى خطط شاملة لإدارة التعامل مع موجات الجفاف فيما يتعلق بالأرض، والأنهار، والأراضي الرطبة، حيث يتناول قدر ضئيل من السياسات معالجة تأثير تغييرات الهضاب على التوازن المائي في منطقة تجمُّع المياه.

يؤدي تَزايُد استخراج المياه الجوفية إلى انخفاض مستوى التدفق الأساسي لمياه الأنهار، والتيارات، والأحواض، فتصبح شبكات الأحواض منفصلة؛ مما يؤدي إلى انفصال[6] شبكات إمداد الطعام للأحياء عن بعضها البعض. وتُعَدّ التيارات المتقطعة ـ التي توفر للكائنات الحية التي تعيش في الأنهار مساكن للتربية والتكاثر ـ معرَّضة بصورة خاصة للتضرر من الجفاف[7]. ويؤدي نقص تدفق التيارات المائية وذوبان الجليد في الفترات الدافئة الجافة[8] إلى تقليل المياه الجوفية الطبيعية وتدفق التيارات، وهي دورة تؤدي إلى تدمير مَواطن السمك، مثل سمك الهف، والسلمون في الدلتا[6,8].

تمتلك كاليفورنيا واحدًا من أكثر أنظمة المياه في العالم التي خضعت للمعالجة والتنويع، بما في ذلك شبكات تحتوي على ست قنوات.

PETE MCBRIDE/NATL GEOGRAPHIC CREATIVE

أدّت حالات نقص المياه الناتجة عن عمليات تحويل اتجاهات المجاري المائية في عام 2012-2013، بغرض حماية الأنواع المهددة في منطقة دلتا نهر ساكرامنتو سان جواكين، إلى حصول مستخدمي مياه النهر من الحضر ومن القائمين بأعمال الزراعة على كميات أقل من المياه. كما أن تقليل ضخ مياه السطح، بغرض حماية الفصائل الحية المهدَّدة، يؤدي إلى الحدّ من إمدادات مياه الزراعة إلى وادي «سنترال فالي»؛ مما يزيد البطالة بين العاملين بالزراعة. وقد اندلع نزاع سياسي حول نِسَب توزيع حقوق استخدام المياه في الحضر، والبيئة، والزراعة.

وقد أدّت موجات الجفاف الحالية التي تعصف بالولاية إلى تدشين أبرز مبادرة مائية تشهدها منذ نصف قرن. ويؤسس «قانون الإدارة المستدامة للمياه الجوفية» ـ الذي تم تشريعه في عام 2014 ـ إطار عمل لرصد المياه الجوفية، وتقييمها، وإدارتها على المدى الطويل في كل أنحاء الولاية. ويكلف القانون الوكالات المحلية بتقييم أوضاع المياه الجوفية في الأحواض، وتطوير خطط محلية لإدارة المياه وتخصيصها، وخطط للتكيف. ويُعَدّ هذا نجاحًا كبيرًا لاستدامة المياه الجوفية، على الرغم من أنه يُتوقع أن يستغرق التطبيق الكامل للقانون عدة عقود.

وقد مَرَّر مجلس النواب الأمريكي في شهر يوليو الماضي تشريعًا، يمكنه ـ إذا أصبح قانونًا ـ أن يقدم شيئًا من العون فيما يخص مواجهة المزارعين والمربين لموجات الجفاف في كاليفورنيا، وهذا على حساب حماية السمك المهدَّد. يتضمن التشريع تحويل مزيد من المياه من دلتا نهر «ساكرامنتو سان جواكين» بعيدًا عن الأنهار، لصالح مستخدمي المياه في الزراعة. ويمكن أن تكون لتداعيات هذه السياسة الدراماتيكية آثار، لا يمكن تفاديها، مثل انقراض السَّمك المحليّ.

التغيُّر المناخي

استمرت موجات الجفاف الشديدة لفترة طويلة؛ تسببت في إعادة تشكُّل المناخ السابق للمنطقة[9]. ولذلك.. لم يتضح بعد ما إذا كانت موجات الجفاف التي تشهدها كاليفورنيا في الوقت الحالي حالة طقس مؤقتة، أم أنها بداية لوضع مناخي طبيعي جديد. حيث تُظهِر الأرصاد وإسقاطات المناخ أن مناخ كاليفورنيا يتحول إلى مزيد من الدفء، مع سقوط الأمطار في الشتاء، بدلاً من الثلج، وذوبان الجليد مبكرًا، وانخفاض تدفق التيارات المائية في الربيع والصيف[8].

سوف تكون موجات الجفاف المستقبلية مصحوبة بموجات حرارة أكثر حدة، ونشوب قَدْر أكبر من الحرائق الكبيرة. وسوف يؤدي ارتفاع الحرارة إلى زيادة الطلب على الطاقة، بالتزامن مع نقص إمدادات المياه اللازمة لتوليد الطاقة والتبريد. وسوف تزيد هذه التغييرات من التوتر بين أولويات البشر، وعوامل الطبيعة. ومع زيادة الآثار البشرية، لم يعد ممكنًا تطبيق الدروس المستفادة من موجات الجفاف الماضية ببساطة على الأحداث المستقبلية، فالأمر يحتاج إلى مزيد من الأبحاث فيما يخص الاختلاف المحتمل في نسبة العرض والطلب على المياه، حيث ستميز الأبحاث طبيعة موجات الجفاف في عالَم أكثر دفئًا، ولكنْ لم تخضع مرونة تعامل كاليفورنيا مع تلك الأحداث المستقبلية للاختبار بعد. ويركِّز علماء المناخ والمياه على الظواهر واسعة النطاق، بينما يُولُون قدرًا قليلًا من الاهتمام للأوضاع والآثار المحلية، مثل تقليل الإنتاج الاقتصادي، أو التفكير في نضوب المياه الجوفية المحلية.

«كانت الأزمة ملموسة بشكل أساسي في المجتمعات الريفية، وفي نظام البيئة».

الخطوات التالية

ينبغي على كاليفورنيا أن تتعلم كيف تتعايش مع مناخها الجاف. وبدلًا من الاستجابة للأزمات، تحتاج الولاية إلى خطة استباقية طويلة المدى لإدارة الجفاف، تأخذ في اعتبارها جميع القطاعات، بما في ذلك قطاع البيئة. ويحتاج الأمر إلى تعديلات إقليمية؛ للتعامل مع تناقص الأمطار، أو تناقص كثافة الثلوج، حتى لو لم تشهد نسبة الأمطار الإجمالية تغيرًا. وتُعَدّ إدارة الطلب، والحفاظ

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

إلى اليمين: ماتت قرابة ما يزيد على 12 مليون شجرة، من جرّاء موجات الجفاف التي ضربت كاليفورنيا. إلى اليسار: مدير الري، ريك جيلمور، يفحص كروم العنب في منطقة بايرون بكاليفورنيا.

RIGHT: LUCY NICHOLSON/REUTERS, LEFT: DAVID PAUL MORRIS/BLOOMBERG/GETTY

على الموارد، وتوعية الجمهور، والابتكار التكنولوجي في سبيل الحفاظ على الموارد المائية، وكذلك توفير حلول أكثر مرونةً.. مستندة إلى حاجة السوق، وتهيئة البنية التحتية، أمورًا أساسية للاستجابة لضغوط تزايُد الطلب على المياه، وتغيُّر المناخ في المستقبل.

على سبيل المثال.. أدَّت موجات جفاف الألفية التي شهدتها أستراليا في الفترة من 1997 إلى 2009 إلى تغييرات في الإدراك الجماهيري والإصلاحات السياسية، وكذلك في الطلب على المياه، وغير ذلك من استراتيجيات الإدارة البيئية[10]. فقد قلَّل سكان المدن من استخدامهم للمياه. كما أدت الحوافز المقدمة مقابل استخدام تقنيات تحافظ على الموارد المائية إلى انخفاض كبير في الطلب على المياه على المدى الطويل. ولكي تتحقق طفرات إيجابية في التعامل مع الجفاف، والتخفيف من آثاره، وتقييم توقعات حدوثه، والمرونة في مواجهته، يجب أن يحدث تعاون وثيق بين العلماء، وصناع السياسات، وصناع القرار. ويجب أن تطوِّر الوكالات الفيدرالية ووكالات الولاية برامج بحثية طويلة المدى، تتناول أبرز التحديات العلمية، وتستوعب التقنيات المبتكرة.

ينبغي أن تذهب استكشافات موجات الجفاف إلى ما هو أبعد من مشكلات الإمدادات، لتتضمن احتياجات المياه (بما في ذلك الاحتياجات البيئية للمياه)، والبنية التحتية لتخزين المياه، والتكيف، والنظام المعقد الذي يشمل وضع السياسات، والتفاعل بين البشر وأحداث المناخ. ويتطلب هذا تبنِّي تعريف أوسع لموجات الجفاف الاقتصادي الاجتماعي، باعتبارها حالةً تتجاوز فيها نسبة الطلب على المياه الإمدادات المتوفرة بالفعل. ويُعَدّ الاستثمار في أنظمة رصد موجات الجفاف والتنبؤ بها عنصرًا أساسيًّا للتعامل معها. وعلى مدى العقود الماضية، تَطوَّر رصد موجات الجفاف، ليشمل الأرصاد عبر القمر الصناعي، وبرمجيات التحليل المتقدمة، ولكن لا يزال التنبؤ بموجات الجفاف على نطاقات موسمية يمثل تحديًا. وينبغي أن يُولِي علماء المياه والمناخ الأولوية لمثل هذه الأبحاث، لدعم الحصول على إدارة أفضل للمياه، واستكشاف أسباب موجات الجفاف، والآثار المترتبة عليها، وأسلوب الإدارة المحلية الملائم لها على مقاييس متعددة، حيث تتطلب العواقب الاجتماعية لتقليص الزراعة خلال فترات نقص المياه أبحاثًا أكثر دقة، وتخطيطًا أعمق.

وينبغي أن يقوم صناع القرار بتحديث استراتيجيات الاستعداد لموجات الجفاف، مع الأخذ في الاعتبار أن النمو في نسبة الطلب على المياه عندما يتزامن مع النقص في إمدادات المياه يؤدي إلى صعوبة التعافي من موجات الجفاف بعد انتهائها. وسيستلزم هذا ترتيب الأولويات بشأن احتياجات المياه في ظل الظروف القصوى، بطريقة تقلل من الآثار طويلة المدى على كل من البشر، والنظم البيئية. كما يتعين أن تُؤخذ في الاعتبار مجموعة من الخيارات السلوكية والتكنولوجية (مثل الحفاظ على الموارد المائية، وإعادة استخدام المياه). وتُعَدّ الإصلاحات والاستحقاقات التي أُجريت في سياسات إدارة الموارد المائية أثناء موجات جفاف الألفية أمثلة حيّة على خطط التكيف الناجحة.

كما ينبغي أن يقوم صناع السياسات بإرساء استحقاقات بيئية للمياه، وخطط لمواجهة موجات الجفاف، استنادًا إلى فهم احتياجات المياه الخاصة بالنظم البيئية، والمفاضلة بين حماية الأنواع المهدَّدة، واستخدامات المياه الحيوية الضرورية. كما ينبغي أن يتضمن هذا إجراءات طوارئ عند قطاعات الأنهار الأساسية، ومَواطن الكائنات الحية، بما في ذلك إخلاء فصائل الكائنات المهدَّدة بالانقراض، وتربيتها في بيئات تحت إشراف بشري؛ لتجنب انقراضها.

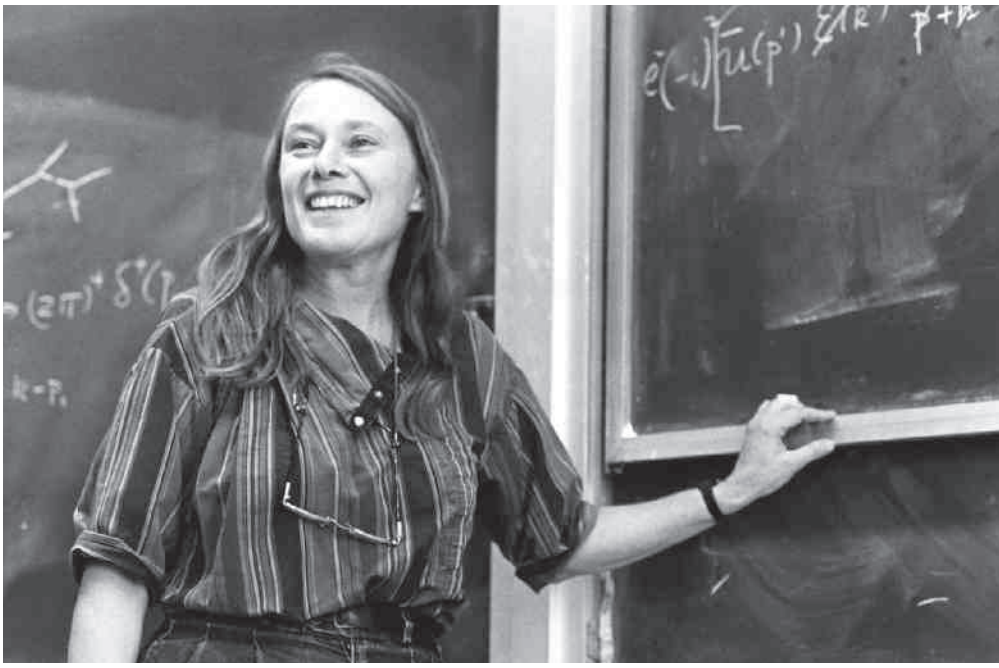
وينبغي أن يقوم مديرو المياه والبيئة بالتوفيق بين إمدادات المياه البيئية، واستخدامات المياه الاقتصادية، وأن يطوروا خططًا للتكيف مع ظروف المستقبل. كما ينبغي أن تُؤخذ في الاعتبار الآثار طويلة المدى لإصلاح السياسات؛ لتجنب المزيد من الآثار الاجتماعية الاقتصادية. وينبغي أن يستعد كل من قطاعي الصناعة والزراعة لمناخ أكثر دفئًا، وأن يقللا من استهلاك المياه، من خلال إعادة تدوير المياه بشكل متزايد، وزيادة كفاءة استخدام المياه، والاستغناء عن استخدامات المياه منخفضة القيمة. ومن الواجب أن تكون موجات الجفاف الشديدة التي تشهدها كاليفورنيا حاليًّا درسًا في إدارة المياه في ظل المناخ المستقبلي الأكثر دفئًا، الذي يشهد احتياجات أكثر للمياه. ■

أمير أغا كوشك يعمل مدرسًا مساعدًا في مركز علوم المياه والاستشعار عن بُعد في جامعة كاليفورنيا، إرفين، الولايات المتحدة الأمريكية. **ديفيد فيلدمان** يعمل مدرسًا في قسم التخطيط والسياسة والتصميم في جماعة كاليفورنيا، إرفين، الولايات المتحدة الأمريكية. **مارتن هورلينج** يعمل عالِمًا للأرصاد الجوية في إدارة المحيطات والغلاف الجوي الوطنية، معمل أبحاث نظام الأرض، بولدر، كولورادو، الولايات المتحدة الأمريكية. **ترافيس هوكسمان** يعمل أستاذًا في قسم علوم البيئة، وعلم الأحياء التطورية، جامعة كاليفورنيا، إرفين، الولايات المتحدة الأمريكية. **جاي لوند** يعمل أستاذًا في قسم الهندسة المدنية والبيئية، في جامعة كاليفورنيا، ديفيس، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: amir.a@uci.edu

1. Shukla, S., Safeeq, M., AghaKouchak, A., Guan, K. & Funk, C. *Geophys. Res. Lett.* **42,** 4384–4393 (2015).
2. Howitt, R. E., Medellin-Azuara, J., MacEwan, D., Lund, J. R. & Sumner, D. A. *Economic Analysis of the 2014 Drought for California Agriculture* (University of California, Davis, 2014).
3. Adams, H. D. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **106,** 7063–7066 (2009).
4. Herring, S. C., Hoerling, M. P., Peterson, T. C. & Stott, P. A. (eds) *Bull. Am. Meteor. Soc.* **95,** S1–S96 (2014).
5. Lund, J. R. & Medellin-Azuara, J. in *Proc. World Environmental and Water Resources Congr.* 2073–2080 (American Society of Civil Engineers, 2015).
6. Power, M. E., Bouma-Gregson, K., Higgins, P. & Carlson, S. M. *Copeia* **103,** 200–211 (2015).
7. Hwan, J. L. & Carlson, S. M. *River Res. Applic.* http://dx.doi.org/10.1002/rra.2907 (2015).
8. Barnett, T. P. *et al. Science* **319,** 1080–1083 (2008).
9. Diaz, H. F. & Wahl, E. R. *J. Climate* **28,** 4637–4652 (2015).
10. AghaKouchak, A. *et al. Science* **343,** 1430–1431 (2014).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



EMILIO SEGRE VISUAL ARCHIVES/AIP/SPL

تتضمن منجزات ماري جيلارد ـ عالمة الفيزياء النظرية ـ توقُّع كتلة جسيم الكوارك الساحر.

فيزياء

لقد فَعَلَتْ هذا كله!

تستمتع **فال جيبسون** بقراءة السيرة الذاتية لماري جيلارد، وهي أول أستاذة للفيزياء في بيركلي.

أسهمَتْ عالمة الفيزياء النظرية ماري جيلارد إسهامات جليلة في النموذج المعياري للفيزياء التطبيقية، وفي نظرية الأوتار الفائقة، وهي النظرية المرشحة لتكون نظرية كل شيء. وأصبحت في عام 1981 أول امرأة ذات منصب وظيفي بكلية الفيزياء في جامعة كاليفورنيا، الكائنة في مدينة بيركلي. وتتضمن سيرتها الذاتية ـ التي كتبتها بصراحة وأمانة بعنوان «مهنة متفردة غير أنثوية» ـ سردًا أمينًا لاكتشافاتها العديدة، التي توصلت إليها في الوقت نفسه الذي كانت تحارب فيه التحيز ضد المرأة، وتتحمل مسؤولية تربية ثلاثة أطفال.

تميزت جيلارد ـ المولودة في عام 1939 في نيوجيرسي ـ بامتلاك «آلية بقاء» تولَّدت عن إيمان موروث بالمساواة، دَعَّمه والداها إلى جانب مَدْرَستها، بالإضافة إلى روحها الثورية لتحدي العالَم من حولها. وقد أُغرِمَت بالفيزياء في المدرسة، ومن ثم فازت بمنحة إلى كلية هولينز بالقرب من رونوك في فيرجينيا. وتضمَّنت المنحة قضاء عام في باريس بالمَدْرَسة المتعددة التكنولوجية، وهناك كان أول تعرُّضها لثقافةٍ، أصبحت فيما بعد خصمًا لها.

قضت جيلارد أثناء دراستها في الكلية صَيْفَيْن في مختبر بروكهافن الوطني، الموجود في مدينة أبتون في نيويورك، حيث أصبحت مغرمة بفيزياء الجسيمات ذات الطاقة العالية. كما التقت هناك بزوجها الأول جان-مارك جيلارد، وقد كان باحثًا بعد الدكتوراة في جامعة كولومبيا في مدينة نيويورك. قضت جيلارد سنة التخرج في كولومبيا، ثم عُرِض على جان-مارك منصب في أورساي بالقرب من باريس. أمّا جيلارد، فقد نصحها زملاء زوجها بمرافقته، ومتابعة دراستها؛ لتكون «عصامية، مثل كل الفيزيائيين الأوربيين العظماء». كانت السنة الأولى في أورساي هي «السنة الأسوأ» لجيلارد، فقد اضطرت أن تتعلم كيف تكون ربة منزل، وكانت تُترَك وحيدة أغلب الوقت.

بعد ذلك.. عُرِض على جان-مارك منصب وظيفي لمدة 6 سنوات في المركز الأوروبي لفيزياء الجسيمات «سيرن»، بالقرب من جنيف بسويسرا. وهناك أمضت جيلارد زيارة طويلة، امتدت إلى 20 عامًا، حيث تمكنت ـ عن طريق علاقات زوجها جان-مارك ـ أن تشارك أحدهم مكتبًا في القبو، ضمن المجموعة النظرية لمركز «سيرن»، لتتنقل بين أورساي، ومركز «سيرن»، وتعمل على دراسة الفروق بين المادة، والمادة المضادة.

واجهَتْ جيلارد «تحيُّزًا متعمَّدًا ضد المرأة» من قِبَل رئيس المجموعة النظرية ليون فان هوف، الذي أصبح فيما بعد المدير العام لمركز «سيرن»، فعلى سبيل المثال.. كان ليون كثيرًا ما يتجاهلها، ويسأل زملاءها الذكور عن مشروع ما. عانت جيلارد في التنقل بين العمل البحثي، والاعتناء بأطفالها، ولكنها ما لبثت أن أصبحت ذات دور رئيس في علم فيزياء الجسيمات النظري. وبسبب عدم سهولة التفاعل مع زملائها، كتبت جيلارد العديد من أوراقها البحثية المبكرة بمفردها. وسنتعاطف معها عندما تحكي عن تلك المرة التي نَسِيَت فيها أن تُحْضِر طفلها برونو ذا الثماني سنوات من درس الموسيقى في منتصف الشتاء، أو عندما أعطته مبلغًا أقل من المطلوب لأجرة الحافلة؛ فحصل على غرامة.

قضت جيلارد سنة محورية في عام 1973 كزائرة في فرميلاب بقرب شيكاجو في ولاية إلينوي، حيث كانت تلك السنة حافلة بالحماس، بسبب مقترَح نظرية التفاعلات الضعيفة. كما قابلت خلالها بنجامين لي، الذي عمل معها على توقُّع كتلة الجسيم الأوَّلي «الكوارك الساحر»، لتحصل بعدها على «حالة من النجومية»، ثم عادت بعدها إلى مركز «سيرن»، وعملت مع عمالقة في العلم، مثل جون إليس، ودميتري نانوبولس؛ لتعود إلى حالات اضمحلال جسيمات بوزون هيجز، وهي العلامة الدالة على جسيمات الجلونات، وكتلة جسيمات الكوارك الأدنى. كما شاركت جيلارد أيضًا في كتابة الورقة البحثية التي قدَّمت مصطلح «المخطَّط البطريقي» لأحد أنواع مخطَّطات فاينمان ذات الحلقة التكرارية (طريقة لوصف التفاعل بين الجسيمات دون الذرية). كما حصل برونو في البحث ذاته مع تسعة أشخاص آخرين على شكر «للمساعدة في الحسابات».

عادت جيلارد في عام 1981 إلى الولايات المتحدة الأمريكية، لتتسلم منصبًا وظيفيًّا في بيركلي، لكن ليس مع جان-مارك هذه المرة، بل مع مَنْ أصبح لاحقًا زوجها الثاني، وهو برونو زومينو، الباحث النظري في نظرية التناظر الفائق، الذي توفي في العام الماضي. أصبحت جيلارد مخضرمة عظيمة في فيزياء الجسيمات، مع حصولها على مناصب في عدة لجانٍ صاغت بحوث فيزياء الجسيمات في الولايات المتحدة، بل وفي العالم أيضًا.

تروي لنا القصة حكاية الفترة المثيرة لفيزياء الجسيمات، بقدر ما تروي صراع جيلارد في بناء ذاتها ضمن وسط يهيمن عليه الذكور. لقد كانت هذه الحقبة تحفل بالنماذج المعيارية مع وصف جسيماتها وقواها الأولية، كما كانت حقبة اكتشاف جسيمات بوزون هيجز، وهو الاكتشاف الذي وصفته جيلارد بأنه «مثل خوض الذباب في العسل».

شرحت جيلارد إسهاماتها بوضوح، ودون معادلات، مع رسوم توضيحية رائعة من ابنها برونو. ومِن الأمثلة الجيدة.. ذلك البحث الذي قدمَتْه على شكل حوار ثلاثي، بينها، وبين لي، وجونثان روزنر، حيث استخدموا فيه أرصادًا تجريبية غير مباشرة، بغرض توقُّع كتلة الكوارك الساحر، قبل اكتشافها بثلاثة أشهر (M. K. Gaillard *et al*. *Rev*. *Modern Phys*. **47**, 277–310; 1975). والآن، ما زالت جيلارد ـ التي تبلغ من العمر 76 عامًا ـ تضيف المزيد إلى سجلها الحافل، مع تركيزها على نظرية الأوتار الفائقة، ورغبتها في ربط التوقعات النظرية بالأرصاد التجريبية.

أصدرت جيلارد في عام 1980 تقريرًا عن دور المرأة في الوظائف العلمية في مركز «سيرن»، حيث عالج التقرير حقيقة أن نسبة العاملات النساء في مركز «سيرن» لا تتجاوز 3%، وطالَب التقرير بإنهاء التمييز ضد المرأة، من خلال المساواة في الترقيات، وحق إجازة الأمومة، والحق في توفير حضانة للأطفال طوال اليوم. هذا.. ولم تحصل «عالمة فيزياء نظرية» على منصب كبير في مركز «سيرن»، باستثناء فابيولا جيانوتي في عام 1994، التي سوف تتولى منصب المدير العام في عام 2016، ولكن مع الأسف.. لا يظهر اسم أي فيزيائية في مجموعة مركز «سيرن» النظرية حاليًا بأيٍّ من المناصب الكبيرة. ورغم ذلك.. لا يؤثر هذا على جيلارد، حسبما عَلَّقَ أحد زملائها في الكتاب، قائلًا: «لقد فَعَلَتْ هذا كله!». ■

مهنة متفردة غير أنثوية: رحلة امرأة في الفيزياء
ماري جيلارد
وورلد ساينتفك، 2015

فال جيبسون عالمة فيزياء جسيمات تجريبية، عملت في مركز «سيرن»، بالقرب من مدينة جنيف في سويسرا. وهي رئيسة فيزياء الطاقة العالية في مختبر «كافنديش»، الموجود في جامعة كمبريدج بالمملكة المتحدة. كما أنها إحدى بطلات الدفاع عن المساواة والتنوع.
البريد الإلكتروني: gibson@hep.phy.cam.ac.uk

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

الخصوصية الرقمية

تخـريب نُظُـم المراقبـة

أنتوني كينج يتجول في معرض هزلي، ليسبر أغوار تجميع البيانات والتعقُّب السِّرِّي لها.

عندما بدأ إدوارد سنودن ـ محلل أنظمة الحاسب الآلي، المتعاقد مع حكومة الولايات المتحدة ـ في الكشف عن أنشطة المراقبة السرية «لوكالة الأمن القومي الأمريكية» NSA في 2013، صدمت الآثار الاجتماعية الناتجة عن هذه الأنشطة الجميع. وحاليًّا، يقوم أحدث عرض في معرض العلوم في دبلن ـ المسمى «سر» ـ بسبر أغوار هذا الجانب المظلم من العصر الرقمي، من خلال 23 معروضة منتقاة، حيث يثير المعرض ـ برعاية إيان برونزويك، وماري ريدموند، وتاد هيرش، وجوليان أوليفر ـ تساؤلات عما يجري إخفاؤه عنا، وعما نخفيه نحن، ولماذا. وبذلك.. يدفع المعرضُ الزوار لمناقشة مسألة التجميع الآلي للبيانات من قِبَل الشركات والحكومات، ويحثنا بطريقة هزلية على تخريب المراقبة الجماعية، وهو بذلك يحاكي معرض «اقتحم أنظمة المدينة»، الذي أقيم في 2012 (انظر: *Nature* **486**, 470; 2012)، ويدعو إلى استعادة المساحات والخدمات الحضرية.

SCIENCE GALLERY AT TRINITY COLLEGE DUBLIN

«قنبلة شفافة» من أعمال جوليان أوليفر، تستكشف سهولة تسريب المعلومات.

وبمجرد دخولك المعرض، ستلمح جهازًا معروضًا يُسمى «الرجاء إفراغ جيوبك» *Empty Your Pockets*، من ابتكار الفنان رافائيل لوزانو هيمر، حيث يدعوك لوضع مقتنياتك على سير متحرك، مزود بجهاز مسح، يكشف بعض المعلومات عن الهاتف. إنه شعور سيئ باقتحام الخصوصية، ولكن الهدف هو تذكيرك بأن هذا «الكشف» البسيط عن شيء شخصي يُعتبر لا شيء بالمقارنة بكمية المعلومات والبيانات الشخصية التي يتم تجميعها عنك بواسطة خصائص في الهواتف الذكية، واستخدام آخرين لها يوميًّا.

يمكنك مقاومة تلك المراقبة، على سبيل المثال.. عن طريق تعطيل ماكينة مراقبة الأخ الأكبر، وهذا باستخدام امتداد المتصفح الإلكتروني ScareMail، الذي ابتكره الفنان بنيامين جروسير. حيث يضيف هذا المتصفح توقيعات إلى البريد الإلكتروني، تحتوي على نصوص لقصص زائفة، تولِّدها خوارزميات، وتمتلئ هذه النصوص بالمصطلحات التي تبحث عنها وكالة «NSA»، مثل: «منشأة»، أو «مؤامرة»، أو «قنبلة مدمرة»، حيث إن برامج مراقبة البريد الإلكتروني مصمَّمة للكشف عن كلمات معينة، ولذلك.. فإرباك نظام المراقبة بقصص وهمية يفقدهم سلاحهم . وهناك أيضًا امتداد يضاف إلى المتصفح الإلكتروني، يُسمى *AdNauseum*، ابتكره الفنان دانيال هاو، والمصمم موشون ذر أبيب. وهو يمنع الإعلانات من الظهور على المتصفح المستخدم، بينما يفتح كل الإعلانات الموجودة في الخلفية، كأنّ المستخدِم هو مَن فتحها، وهذا الفعل المزدوج يؤدي إلى إغراق حساب المستخدم بسيل من المعلوماتعديمة المعنى، مما يؤدي إلى إبطال قيمة المعلومات المُجمَّعة عن حساب المستخدم. والهدف من هذا الفعل الفوضوي هو تأجيج نيران عدم الثقة بين المعلنين، والشبكات الإعلانية.

سر: لا شيء يمكن رؤيته هنا
معرض العلوم، كلية ترينيتي في دبلن. حتى 1 نوفمبر.

عند النزول إلى الدور السفلي من المعرض، يمكنك الاطلاع على عيِّنات من حادثة رقمية غريبة وقعت بالصدفة، حيث عرضت الفنانة زوي إيرفين جانب المحادثة الخاص بها في تسجيلات هاتفية، امتدت لعامين. وفي البرنامج المسمى «صوتك يعبِّر عنك» *Your Voice Is You* يمكن للزوار سماع صوت إيرفين في هاتف أبيض بقرص دوّار، مزود ببرنامج تحليل أصوات، استخدمته إيرفين في تصنيف المحادثات التي سجّلتها، وتقسيمها إلى عدة فئات: الصدق، والارتباك، والإحراج، والضغط، والإثارة، والترقب، والاشتباه في الأكاذيب. وقد أدى الأمر إلى إحساس الزوار بشعور غير مريح باقتحام الخصوصية، برغم سماح إيرفين لهم بالتنصت عليها.

يمكن للزوار أيضًا أن يلعبوا دور محلِّلي الاستخبارات في العمل الفني التفاعلي، المسمَّى «وكالة الاستخبارات المعتمِدة على الجمهور» *Crowd-Sourced Intelligence Agency*، الذي ابتكره كل من جينيفر جراديكي، وديريك كاري، حيث يحتوي على 100 تغريدة لكل شخص من 26,000 شخص متابع لحساب معرض العلوم على شبكة «تويتر». والمطلوب من الزوار وَضْع علامات على التغريدات، بوصفها يمكن أن تمثل تهديدًا، أو يجب الانتباه إليها ، ليراجعها عملاء آخرون، مع إضافة ملحوظات لتوضيح سبب تقييمك للتغريدة. ويقول جراديكي في هذا الصدد: «إنه يتيح للناس المشاركة في عملية المراقبة «. فعندما يتم تقييم تغريدة، يُعْلَم كاتبها بذلك. والهدف هو توضيح أن هذا التقييم الديمقراطي العلني الذي نمارسه ترفض الحكومات والهيئات تطبيقه عندما يستكشفون شبكات التواصل الاجتماعي، ويجمعون بياناتنا.

أما العمل الفني «مقهى الألغاز الجاسوسية» *Spy Puzzle Café*، الذي ابتكره الفنان روبن باتر، ففيه نكهة مرحة، حيث يمكنك أن تختبر ذكاءك في حل الألغاز، من خلال التنقل في متاهة على شكل صورة، رسمها سنودن. وهناك عروض خاصة أخرى، فعلى سبيل المثال.. يمكنك تجريب استخدام يديك في فتح الأقفال، من خلال ورشة عمل، مدتها ساعتان، وذلك للشغوفين بتعلُّم هذا الأمر. وسيقوم مارتين ميتشيل ـ وهو خبير فتح الأقفال، والقرصنة الإلكترونية الأخلاقية ـ بتوضيح كيفية فتح أقفال الأجهزة، عن طريق تحليل المكونات ومعالجتها. ويعلِّق زاك دينفيلد ـ باحث المعارض بأن ما يهم هو ما سيفعله الفرد بهذه المعرفة، ويضيف قائلًا: «نريد تشجيع الفضول العابث».

هذا المعرض يسعى لتعليم الزوار، وممازحتهم، واستفزازهم، بغرض أن يدركوا انتشار الأسرار، وكذلك مَنْ يحاولون كشفها، ، حيث يوجد في المعرض ما يكفي لدرء الشعور بالقلق المتنامي إزاء قيود المراقبة الرقمية التي لا تتوقف عن إزعاج الوعي الجمعي. ■

أنتوني كينج كاتب، مقيم في دبلن.
البريد الإلكتروني: anthonyjking@gmail.com

nature MIDDLE EAST
Emerging science in the Arab world

twitter facebook google+

Stay up-to-date with articles in English and Arabic, including:

- Research highlights
- News and features
- Commentaries
- Interactive blog
- Job vacancies
- Local events

nature.com/nmiddleeast

Sponsored by

nature publishing group npg

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

ABK/BSIP/SPL

يساعد نظامُ «الدعم الحسي» العلاجي المصابَ باضطراب طيف التوحُّد في التواصل مع معالِجته.

التوحد

نظـرة شـاملة لاضطـراب طيـف التوحُّـد

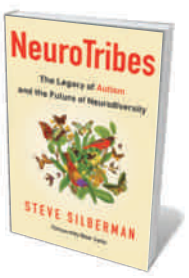
كريس جونتر تفحص تاريخًا شاملاً من العلم والثقافة، المحيطَيْن بدراسات التوحُّد.

على مدى جِيلَيْن متتابِعَين، شهد الفهم الشائع والفهم العلمي لاضطراب طيف التوحُّد (ASD) والحالات المرتبطة به تحولاً كبيرًا في بعض أنحاء العالم. لقد انتقلنا من مرحلة الإيداع الروتيني (أو ما هو أسوأ من ذلك) للمصابين بالاضطراب في مؤسسات، للعناية بهم.. إلى تقدير نمط التواصل الاجتماعي المختلف الخاص بهم.

من أين إذًا هبَّت رياح التغيير تلك؟ ظلّ الصحفي ستيف سيلبرمان يكتب عن موضوع التوحُّد لسنوات، وكان أبرز ما كَتب تحقيقًا خاصًّا نُشر في عام 2001 في مجلة «وايرد» (*Wired*) حول معدلات الإصابة بالتوحُّد في منطقة سيليكون فالي بكاليفورنيا. ومن ثم، جمع أبحاثه الاستقصائية التي أجراها في كتاب «نيوروترايبز» (*NeuroTribes*)، في محاولةٍ للإجابة عن هذا السؤال.

تشير الدراسات الجينية والعصبية بقوةٍ الآن إلى أن مصطلح «التوحُّد» يصف كوكبةً من السلوكيات، عُرّفت في الطبعة الخامسة من كتاب «الدليل الإحصائي والتشخيصي للاضطرابات العقلية» (*DSM-5*)، الصادر عن الجمعية الأمريكية للأطباء النفسيين في عام 2013، باعتباره «صعوبات مستمرة في الاستخدام الاجتماعي للتواصل اللفظي وغير اللفظي»، و«أنماط مقيدة ومكررة من السلوك والاهتمامات والأنشطة». وفي عام 2014، قدّرت «المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها» أن واحدًا من بين كل 68 طفلاً أمريكيًّا مصاب بالتوحُّد. وتكثر التحديات المصاحبة للمرض ـ بما في ذلك القلق، ومشكلات الهضم ـ ولكنْ لا يعاني من إعاقة فكرية سوى نصف المصابين فقط. إذًا، ندرك الآن أن الأشخاص المصابين بالتوحُّد يمكن أن يعانوا من نطاق ضخم ومتوسع من نقاط العجز ونقاط القوة، وهو ما يمكن أن يتغير بمرور العمر.

تم التوصل إلى هذا الإدراك بشق الأنفس. ويعود بنا سيلبرمان إلى بدايات القرن العشرين، والعيادات في أوروبا، وروسيا، والولايات المتحدة، التي بدأت لأول مرة في استخدام مصطلح «الاضطراب العقلي التوحُّدي»، أو «autismus» (المشتق من الكلمة اليونانية «autos»، بمعنى «النفس») لوصف الانسحاب الواضح في المرض إلى عالَمٍ داخلي.



نيوروترايبز: إرث اضطراب طيف التوحُّد، ومستقبل التنوع العصبي
ستيف سيلبيرمان
(دار نشر أفيري، 2015)

غالبًا ما يُنسب الفضل في اكتشاف هذا النوع من الاضطراب إلى الأخصائيين هانز أسبيرجر، وليو كانر. وقد تبنَّت عيادة أسبرجر في فيينا في الثلاثينات مختلف درجات المرض، لكن سيلبيرمان يؤكد أن أسبرجر قد ركّز في تقارير الحالات الخاصة به على الأطفال الموهوبين المنبوذين من قِبَل أقرانهم، الذين أطلق على حالاتهم فيما بعد اسم «التوحُّد عالي الأداء»، وذلك بهدف حماية مرضاه من القتل الرحيم من جانب النازيين. وفي النهاية، أطلق على تلك الحالات اسم «متلازمة أسبرجر»؛ وفي دليل *DSM-5*، تحوَّل هذا التشخيص ـ على نحوٍ مثيرٍ للجدل ـ إلى «اضطراب طيف التوحُّد».

كتب كانر ورقة بحثية نُشرت في عام 1943 عن مرضاه في بالتيمور بولاية ميريلاند، وهي تُعَدّ أول وصفٍ يُكتب عن التوحُّد (*Nerv. Child* **2**, 217–250; 1943). وقد ركّز فيها على «الوحدة المفرطة التي تصحب المرض»، و«الرغبة الوسواسية في الحفاظ على تماثل الأشياء». وكان من شأن هذه الرؤية المقيدة أن تشكِّل مجال المرض لخمسة عقود تالية.

بالاشتراك مع المتخصص في علم نفس الأطفال برونو بتلهايم، أحدث كانر ضررًا أشد في الأربعينات والخمسينات، عندما نشر على الملأ الفكرةَ التي لا تستند إلى أي أساس بأنّ التربية «الباردة» المفتقِرة إلى الحب هي ما يسبب التوحُّد. واقترح الاثنان إيداع الأطفال الذين يعانون من التوحُّد في مؤسساتٍ علاجية «لصالح الأطفال أنفسهم». أما سيلبيرمان، فيقدِّم تفصيلًا وافيًا حول سير تلك الشخصيات في مراحل أبحاث التوحُّد الأولى، وكذلك حول بيرنارد ريملاند، الذي أسَّس الجمعية الأمريكية الوطنية للأطفال المصابين بالتوحُّد (التي تُعرف الآن بجمعية التوحُّد) في عام 1965، كما كان رائدًا لمسألة إشراك الوالدين في شبكات البحث عن علاجات واستراتيجيات تعليمية، ودعْمها.

بالطبع لم يَفُت سيلبيرمان أن يناقش الأثر الكارثي للورقة البحثية التي سُحبت فيما بعد، بعد نشرها في عام 1998، والتي زعم فيها الجرّاح البريطاني أندرو ويكفيلد (الذي شُطب من السجل الطبي منذ ذلك الوقت) وجود رابط بين اضطراب طيف التوحُّد، ولقاحات الحصبة، والحصبة الألمانية، والنكاف. وقد عارض سيلبيرمان ادعاءات الدراسة بأكملها، التي نُبذت منذ مدةٍ طويلة، لكونها مزورةً، وفضحتها دراسات مطولة جماعية.

بدلاً من ذلك.. يمكن ربط المعدلات المتزايدة للتشخيص بالإصابة بالتوحُّد في القرون الأربعة الماضية (حيث قدّر شيوع الاضطراب في الولايات المتحدة مثلًا، تقريبًا، بواحد من بين كل 5,000 في عام 1975) بمعايير تشخيصية موسعة، مُستخدمة منذ الثمانينات، إلا أن ذلك لا يمثل شرحًا وافيًا لمثل هذا الارتفاع. وقد توقعت الأخصائية الإنجليزية لورنا وينج وزملاؤها – الذين تم تَبَنِّي مراجعات دليل *DSM-III* الخاصة بهم في عام 1987 - رصْد زيادةٍ في التشخيصات، مُصْغِين إلى تعريف أسبرجر في عام 1944 عن «الاضطراب العقلي التوحُّدي»، الذي وصف فيه ملاحظاته باعتبارها «ليست نادرةً على الإطلاق». وقد تبنَّت وينج مصطلح «طيف التوحُّد»، مستدعيةً كلمات رجل الدولة وينستون تشرشل حين قال: «إن الطبيعة لا ترسم خطًّا أبدًا، دون أن تلطخه».

كما ترتبط زيادة التشخيصات أيضًا بزيادة الوعي بالأفلام التي تصوِّر شخصيات مصابة بالتوحُّد، مثل فيلم «رجل المطر» (1988) *Rain Man*، وكذلك ظهور الإنترنت ووسائل التواصل الاجتماعي، التي مكّنت من تشكيل مجموعات دَعْم، وأتاحت التواصل بطرق يمكن

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

أن تكون أكثر سهولة بالنسبة إلى المصابين باضطراب طيف التوحُّد. ومع انحسار شيءٍ من الوصمة، أصبح الوالدان أكثر استعدادًا للحصول على تشخيصات طبية لحالة أطفالهما، بل وحتى حالتيهما.

كان من بين أكثر الأحاديث قوةً في الاجتماع العالمي لأبحاث اضطراب التوحُّد، الذي انعقد خلال هذا العام، الكلمة التي ألقاها جون إلدر روبينسون، الذي تم تشخيصه بأنه مصاب بمتلازمة أسبرجر. فقد صرَّح أمام الغرفة الممتلئة بالعلماء والأطباء قائلًا: «تكمن الأهمية الشديدة للتوصيفات التشخيصية بالنسبة إلينا نحن، المصابين بالتوحُّد، في أنه بدون تلك التوصيفات، لن تكون لنا إلا التوصيفات التي تتلقاها من الشوارع المليئة بالكراهية». فيتعين علينا في خضم مناقشتنا للمعايير التشخيصية أن نتذكر أن هناك أشخاصًا يتلقُّون تلك التوصيفات (وأن هناك آخرين لا يتلقونها) ممن يستحقون الاحترام، والفهم، والدعم.

«ومع انحسار شيءٍ من الوصمة، أصبح الوالدان أكثر استعدادًا للحصول على تشخيص طبي».

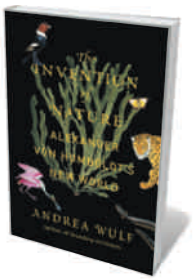
على نحوٍ ملائم، ينتهي كتاب «نيوروتراييز» بحركة التنوع العصبي التي تنبثق في الوقت الحالي، وتحشد مجموعات معينة، مثل حملة شبكة الدفاع عن النفس، الخاصة بالتوحُّد؛ لتقليص الإنفاق على إيجاد «علاجات»، وزيادة الإنفاق على تصميم الدعم المناسب، وأماكن الإقامة للأشخاص الذين يعانون من اضطراب طيف التوحُّد وأُسَرهم، ومقدمي الرعاية لهم.

سيُنظر إلى أي عمل يخص اضطراب طيف التوحُّد باعتباره انتصارًا للبعض، ومحاكاة مبتذلة لما سبق ذكره للبعض الآخر، أمّا سيلبيرمان، فقد اختار أن يتناول الأمر بشجاعة. فمِن بين إسهامات الكتاب العظيمة.. عَقْد مقابلات مع علماء بارزين، ومصابين يعرضون قضيّتهم بأنفسهم. ويعرض سيلبيرمان رأيه الشخصي في شكل متقاطع مع هذه المقابلات؛ فعلى سبيل المثال.. يصور دليل *DSM-III* باعتباره طريق الأطباء النفسيين للاتصال والاستفادة من شركات الأدوية الكبيرة، وهو ما يندرج تحت نظرية المؤامرة الطبية «بيج فارما» Big Pharma. كما يتخلل الكتاب وَلَعه بالتفاصيل، كما هو الحال في فصلٍ تناوَل تطوُّر لوحات الإعلانات الإلكترونية وإعلانات الإذاعة، ولكن ينبغي على القراء أن يستعينوا بكتاب آخر، إذا ما أرادوا فهم الأساس البيولوجي لاضطراب طيف التوحُّد؛ حيث إن هذا ليس مقصد كتاب سيلبيرمان.

لا يمكن النظر إلى كتاب «نيوروتراييز» باعتباره قراءة سهلة، أو عابرة، ويمكن أن ينفِّر ثقل القصص المرعبة المعروضة في الكتاب والذي طفل ـ شُخصت حالته حديثًا ـ يبحثان عن معلومات. وبالنسبة إلى الأشخاص العاملين في هذا المجال، أو أي فردٍ يسعى إلى فهم التفاعل المتبادَل بين العلوم الطبية ومجتمعات المرضى، يُعَدّ هذا الكتاب مصدرًا أساسيًّا. فقد أصبحت نسختي مفعمةً بالصفحات مثنيّة الزوايا، وبخطوط كثيرة وضعتُها تحت المعلومات المهمة. ■

كريس جونتر تعمل مديرًا للاتصالات في مركز ماركوس للتوحُّد في مركز الرعاية الصحية للأطفال في أتلانتا بجورجيا، كما تعمل أيضًا بكلية الطب في جامعة إيموري بأتلانتا.
البريد الإلكتروني: drchrisgunter@gmail.com

ملخصات كتب



اختراع الطبيعة: عالَم ألكساندر فون هامبولت الجديد

أندريا وولف (دار كنوبف للنشر، 2015)

أَذْهَل ألكساندر فون هامبولت (1769-1859) قرناءه من العلماء، الذين لهم أقدامٌ راسِخةٌ في مختلف العلوم، مثل يوهان فولفجانج فون جوته، فقد اكتشف المناطق المناخية المختلفة، كما أدرك الآثار المحددة التي يخلّفها التصنيع على الطبيعة. وفي هذا السرد المتألق، تكْشِف المؤرخة أندريا وولف النقاب عن خبير لا يكلّ ولا يمل، دقيق الملاحظة، يتمتع برؤية مستقبلية طويلة الأمد، ويسعد بإجراء 4,000 تجربة عن الاستجابة الجلفانية بقَدْر سعادته وقت استكشافه للأراضي القاحلة في أمريكا اللاتينية. وفي زمن كانت تُجزّأ فيه فروع المعرفة، كان هو يرى الحياة في صورة «نسيج متشابك»، كما تمكَّن من تخليق العلوم بصورة مذهلة في أطروحته العظيمة «كوزموس» *Cosmos*.

المرأة الوحيدة في الغرفة: لماذا لا تزال العلوم بمثابة نادٍ للصبية

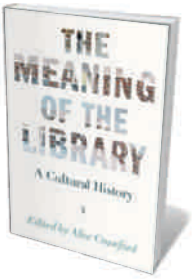
إيلين بولاك (دار نشر بيكون، 2015)

كانت إيلين بولاك مِن أُولى النساء اللائي حصلن على درجة البكالوريوس في الفيزياء من جامعة ييل في نيو هافن بولاية كونكتيكت في السبعينات، لكن سرعان ما تَملَّكها شعور بالعزلة، وفَترت عزيمتها؛ فدفعها ذلك إلى التخلي عن أحلامها بمستقبَل في مجال علم الكون، والتوجه للكتابة. استعانت بولاك في هذه المذكرات الاستقصائية بخبرتها الخاصة، والمقابلات التي أجرتها مع الطلاب والأساتذة الجامعيين، كعدسة تنظر من خلالها على العلاقة بين النوع الجنسي، والعلوم. وبقراءة هذه المذكرات، سيمتعض الكثيرون تعاطفًا مع ما تعرَّضت له بولاك من تحيُّز وتعصُّب جنسي، مما جعل مستقبلها الأكاديمي في مهب الريح. وعلى الرغم من استمرار عدم المساواة في مجال الفيزياء، إلا أنها تستشعر تحوُّلًا في الوعي المجتمعي على نحو يبعث على الأمل.

أرض الهوس بالطقس: كُتّاب وفنانون تحت سماء إنجلترا

أليكساندرا هاريس (دار نشر ثيمس وهادسون، 2015)

هذا الكتاب الرائع سيجذب ـ بلا شك ـ انتباه المولعين بالكتب، والمهتمين بعلوم الأرصاد الجوية. فقد أمعنت ألكساندرا هاريس البحث في الفن والأدب الإنجليزي عن أي مَراجع للمناظر الطبيعية الأخاذة، لتحوِّلها بأسلوب سحري إلى تأمُّل عميق في الثقافة المتغيرة للأمة. تخللت مقتطفاتٌ علمية صغيرة النقاشات الدائرة حول أعمال شكسبير الدرامية العنيفة، و«غمامة العصر القوطي» في رواية تشارلز ديكنز «المنزل الكئيب» (*Bleak House*) في سنة 1853، والأبيات الشعرية المغمورة بالأمطار، التي باح بها الشاعر تيد هيوز، وغيرهم. واستطاعت هاريس أن تصف التفاعل العابر بين العقل والسماء، قبل أن يعكر تغيُّر المناخ هذه العلاقة، ليستحيل تمييزها فيما بعد.



قيمة المكتبة: تاريخ ثقافي

تحرير: أليس كراوفورد (مطبعة جامعة برينستون، 2015)

لقد أضفت الضغوط التي تتعرض لها المكتبات حاليًّا نبرة حادّة على هذه المدونة التاريخية، التي حرّرتها أليس كراوفورد، أمينة المكتبة البحثية، إذ تعرض لمحات جليلة من هذه المؤسسة على مرّ الزمان. فقد كشف المؤرخ أندرو بيتجري عن أن الطباعة قد أسهمت من قبل في تدهور مكتبات عصر النهضة. ويحكي روبرت دارنتون ـ أمين المكتبة الأكاديمية ـ كيف عانى بائعو الكتب في القرن الثامن عشر كثيرًا، وعَبَرُوا الجبال الشاهقة، من أجل نقل بضائعهم. أما لورا ماركوس، أستاذة الأدب الإنجليزي، فقد قامت باستطلاع للمكتبات المعروضة في أفلام معينة، مثل «ذكريات العالم» *All the Memories of the World* لآلين ريسنيس في عام 1956، وفيلم «المواطن كين» *Citizen Kane* لأورسون ويلز في عام 1941.

تبديد الثروات: المنفعة الاقتصادية الدائرة

بيتر لاسي، وجاكوب راتكفيست (دار نشر بالجراف ماكميلان، 2015)

يقدِّم كل من بيتر لاسي، وجاكوب راتكفيست في هذا الكتاب التمهيدي الواضح وضوحًا قاطعًا، الذي يعرض نموذجًا مُجدّدًا للأعمال المستدامة، يُسمى «الاقتصاد الدائري»، بيان جدوى لإعادة استخدام الموارد المهدَرة، ودورات الحياة، والقيم المُضَمَّنة، مثل الطاقة غير المتجددة. وقد عرضوا الخلفية التاريخية للأمر، وناقشوا أمثلة توضيحية تبين كيفية تنفيذ نماذج الأعمال، مثل سلسلة الإمداد الدائرية، كما وصفوا كيفية تحقيق «المنفعة الدائرة»، ووضعوا خططًا مفصّلة لـ«استراتيجيات التحوُّل إلى الاستدامة الكاملة». **باربرا كايسر**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

مراسلات

استخدموا مزيدًا من الابتكارات

هناك نقطتان أخريان يجب إضافتهما إلى وصفاتكم لتحسين تدريس العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات (STEM؛ انظر: *Nature* **523**, 272–274 and 282–284; 2015). فأولًا، نحن ندرك أن الفصول ذات الأعداد الأصغر، وحجرات الدراسة المصمَّمة للتعليم الفعال، تعطي مخرجات أكاديمية أفضل (S. Cotner *et al*. *J. Coll. Sci. Teach*. **42**, 82–88; 2013)، لكن ضغوط الميزانية لا تشجع المؤسسات على التخلي عن قاعات المحاضرات الكبيرة لصالح الفصول الصغيرة. وثانيًا، ينبغي ألا تكون هناك مسارات جامعية منفصلة للتدريس والبحث العلمي. فمناصب التدريس نادرًا ما تتضمن دعمًا بحثيًا، ولذا.. فهي لا تقدم الفرص الأكاديمية نفسها التي تقدمها مناصب البحوث الأكاديمية.

هاتان القضيتان تتعلقان أساسًا بالاستثمار المؤسسي والإداري. ونجاح طلاب الذين يتعلمون العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات يعتمد على استثمار المؤسسات في تحسين المرافق التعليمية، وعلى قيام الإدارة بإعطاء فرص البحث والتثبيت الوظيفي والترقية للقائمين على التدريس.

لوك هولبروك جامعة روان، جلاسبورو، نيوجيرسي، الولايات المتحدة الأمريكية.
holbrook@rowan.edu

تجنبوا تأثير الجبن السويسري

اقترحتم الانتقال من محاضرات الجامعات التقليدية إلى نظام يقوم بتدريس طرق الاستفسار العلمي لطلاب العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات (STEM؛ انظر: *Nature* **523**, 272–274 and 282–284; 2015). إن جدوى هذه الخطوة واضحة، لكن لا ينبغي التخلي كليةً عن النقل المنهجي التقليدي لفروع المعرفة الضرورية، حيث تقوم جامعة روسكيلد في الدنمارك ـ باعتبارها رائدة في ممارسات التعليم الفعال ـ بتطبيق التدريس القائم على المسائل وحلها، وتشرك الطلاب في البحوث بنجاح منذ عام 1972، لكن خبرتنا تُظهر أن هناك مصاعب خفية محتملة.

وما لم يتم تعزيز التفكير النقدي بأساس قوي من المعرفة الأساسية، فهناك خطر أن يصبح فهْم الطلاب للعلوم يشبه «الجبن السويسري»؛ حيث يكون استيعابهم لمجالات المواد التي يختارونها جيدًا، بينما يكون لديهم فجوات كبيرة في المواد الأخرى، مثل فجوات الجبن السويسري. وهذا قد يؤدي إلى إنتاج باحثين محدودي التخصص، ينقصهم الفهم الملائم لمجالهم العلمي الأوسع. لذلك.. ننصح بالإبقاء على ملامح التعليم التقليدي بتوازن ملائم، ليتم تعديله بعد ذلك بناءً على الطلاب، وتقييمات المادة الدراسية.

فرحان خان، وجاري بانتا جامعة روسكيلد، الدنمارك.
كريستينا سورينسين جامعة أوسلو، النرويج.
frkhan@ruc.dk

انهزام الأفران الشمسية

أحيانًا لا تفي الأفران الشمسية بوعدها بأنْ تكون المعيار الذهبي للطهي النظيف، وذلك برغم عدم خروج أي انبعاثات منها (انظر: L. S. Brown and W. F. Lankford *Nature* **521**, 284–285; 2015).

أفاد المشاركون في مشروع للأفران الشمسية، قام بتمويله «مشروع الطاقة الشمسية بأمريكا الوسطى» CASEP في نيكاراجوا، بأنهم وفروا كمية كبيرة من الوقود، لكن المقاييس الموضوعية وجدت أن هذا التوفير لم يكن كبيرًا بما يكفي، وأشارت دراسات الاستقصاء إلى أن المستخدمين استمروا في استخدام أفران حرق الكتلة الحيوية. وأكدت البيانات الواردة من موازين الحرارة داخل الأفران الشمسية أن هناك مبالغة في تضخيم حجم استخدام الأفران على نطاق واسع (انظر: go.nature.com/oqff6a).

إضافة إلى ذلك.. بالرغم من إجراء سارة فوكيليتش لمقابلات مع 77 سيدة في عام 2014، قُلْن إن تدريب التأهيل الذي نفذه مشروع CASEP قد أفادهن، إلا أن هذا لم تَنْتُج عنه أعمال مجتمعية ذاتية الاكتفاء بعد انتهاء المشروع. كما أنه في بعض مناطق أمريكا اللاتينية يستهلك إعداد رقائق خبز التورتيللا أكثر من نصف الوقود المستخدم للطهو (O. Masera *et al*. *Energy Sustain. Dev*. **11**, 45–56; 2007). إن إعداد خبز التورتيللا مستحيل مع أغلب تصميمات الأفران الشمسية؛ لأنها ليست ساخنة بما يكفي، كما إن الطهو الشمسي غير متاح لنحو نصف العام في المناطق التي بها مواسم أمطار. لذا.. فإن أفران الكتلة الحيوية المحسَّنة وأفران الغاز ربما تمثل حلولًا أكثر فاعلية في مثل هذه المناطق.

جوردن بوير جامعة أوسلو، النرويج.
سارة فوكيليتش كلية ويليامز، ويليامز تاون، ماساتشوستس، الولايات المتحدة الأمريكية.
gordon.bauer@gmail.com

الطب في أوروبا

إن الابتكارات التي اقترحتموها لتعليم العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات STEM (*Nature* **523**, 272–274 and 282–284; 2015) كان لها بالفعل تأثير كبير في تدريس الطب في أوروبا على مدار الخمسة عشر عامًا الماضية، خاصة في المملكة المتحدة، وهولندا. وهي مستوحاة من مبادرات، مثل مبادرة «أفضل الأدلة في التعليم الطبي»، أو «بيمي» BEME؛ (www.bemecollaboration.org)، ومبادرة «أسباير» ASPIRE؛ (www.aspire-toexcellence.org)، وكلتاهما خضعتا لإدارة جمعية التعليم الطبي في أوروبا.

كان هناك 32 مراجعة منهجية تدرس الكتابات العلمية؛ لتحديد أنجح طرق التدريس، وأسباب نجاحها، وكيف يمكن جعْلها أكثر فاعلية، بما فيها ثلاث مراجعات من مبادرة «بيمي» ذات معدل الاستشهاد المرتفع (*S. A. Azer Acad. Med*. **90**, 1147–1161; 2015). أما مبادرة «أسباير»، فتعمل على ضمان أن يكون التدريس معترَف به دوليًّا الآن، إلى جانب التميز في البحث العلمي (انظر: R. M. Harden and D. Wilkinson *Med. Teach*. **33**, 95–96; 2011).

ولقد شهدنا كذلك تغيُّرًا جذريًّا في تقييم أداء طلاب الطب، الذي لم يعد معتمدًا على الحقائق المتداوَلة غير المثبَتة. ومن بين الأمثلة.. الفحص الإكلينيكي المُهَيْكَل لينساب الأهداف، والتقييمات في مكان العمل، والأنشطة المهنية المفوضة، وهو ما يؤكد على أهمية التغذية الرجعية في مراقبة ودعم التعليم الجامعي.

ترودي إي. روبرتس جامعة ليدز، المملكة المتحدة؛ وجمعية التعليم الطبي في أوروبا، دندي، المملكة المتحدة.
رونالد إم. هاردن جمعية التعليم الطبي في أوروبا، دندي، المملكة المتحدة.
t.e.roberts@leeds.ac.uk

الحاجة إلى مجموعة أكبر من المهارات

يحتاج طلاب العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات الآن ـ أكثر من أي وقت مضى ـ إلى تطوير مهارات لحل مشكلات العالم الحقيقية (انظر: *Nature* **523**, 272–274; 2015). وهذه المهارات تتضمن القيادة، وإنشاء سبل للتعاون والتواصل والتفكير ذي التخصصات المتعددية، وهي كلها مهارات تبحث عنها الشركات والمنظمات التي يجب أن تتنافس في ساحة الاقتصاد الدولي اليوم.

في برنامج مجموعة التركيز المتكاملة في العلوم «iCons»، التي أطلقتُها في جامعة ماساتشوستس أمهرست (انظر: www.cns.umass.edu/icons-program)، يقوم طلاب STEM باستكشاف الجانب الذي يمكن أن تلعبه العلوم في مواجهة التحديات المجتمعية، مثل مرض السرطان، والتغير المناخي، والطاقة النظيفة. وعلى سبيل المثال.. هناك فريق من مجموع فرق البرنامج، اعتبر أن تخزين الطاقة الكهربية حاجة مجتمعية مُلِحَّة، وهو ما حفَّز أعضاء هذا الفريق على تصميم وتنفيذ استقصاء، هو الأول من نوعه، حول التحليل الكهربي الفعال للماء. إن مثل هذه التجارب التعليمية الابتكارية تَنْتُج عنها مستويات جديدة من التعليم، تعمل على توسيع معنى نجاح الطالب؛ وهو أمر مهم للطلاب، وكذلك للمستقبل.

سكوت أورباخ جامعة ماساتشوستس أمهرست، الولايات المتحدة الأمريكية.
auerbach@chem.umass.edu

أوقفوا تدمير الشعاب المرجانية

أثارت عمليات استصلاح الأراضي في بحر الصين الجنوبي مخاوف جغرافية سياسية جمة (انظر: go.nature.com/tmrpih). إذ أنها تدمر الشعاب المرجانية على نطاق واسع، إلى جانب أنظمتها البيئية الهشة.

وبناء على صور الأقمار الصناعية عالية الدقة، تُقَدَّر خسائر بيئات الشعاب بنحو 1,400 هكتار إلى الآن في جُزُر سبراتلي (http://amti.csis.org/island-tracker)، وهي تُعتبر واحدة من أكثر البيئات المتنوعة حيويًّا على وجه الأرض، كما أنها موطن لأنواع مهدَّدة من السلاحف والطيور، ومحطة توقُّف مهمة للطيور المهاجرة، ومصدر ليرقات المصائد السمكية الساحلية المستغلَّة بشكل مُبَالَغ

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

فيه في بحر الصين الجنوبي. وسيؤدي المزيد من التجريف إلى قتل المجتمعات القريبة منها، التي تعيش في الرواسب والبيئات التي تحتضن الأعشاب البحرية، وتمتص الكربون.

ينبغي على المجتمعات العلمية، ومجتمعات الحفظ، والمجتمعات القانونية عالميًّا أن تتحد لوقف عملية التدمير هذه، حيث يمكن رصد خسائر الشعب علنًا، من خلال صور وأدوات «جوجل إيرث»، وهو ما قد يمكِّن الجهات الإدارية الدولية من إلزام الصين بالوفاء بالتزاماتها في إطار القانون الدولي؛ لحماية وإدارة شعابها المرجانية بشكل دائم (انظر: go.nature.com/wdzf9k). ويجب أن يتم توجيه التمويل بشكل سريع باتجاه منتزه مارين بيس في جُزُر سبراتلي، المقترح إنشاؤه لحماية الشعاب (J. W. McManus *et al*. *Ocean Dev. Int. Law* **41**, 270–280; 2010).

إليزابيث إم. بي. مادين جامعة ماكواري، سيدني، أستراليا.
dr.elizabeth.madin@gmail.com

أبحاث الأوعية الليمفاوية الدماغية المنسية

يصف أنطوان لوفو وزملاؤه الأوعية الليمفاوية الموجودة في الجهاز العصبي المركزي (*Nature* **523**, 337–341; 2015)، مقترحين أن «المكان المتميز لتلك الأوعية ربما هو ما أعاق اكتشافها إلى الآن»، لكن نتائجهم تلك لا تُعَدّ الأولى من نوعها.

لقد أُسقط الوصف الأول للدورة الليمفاوية في الرأس (G. Schwalbe *Z. Med. Wiss.* **7**, 465–467; 1869)، كما نُسيت تجارب شهيرة مبكرة أخرى (J. B. Brierley and E. J. Field *J. Anat.* **82**, 153–166; 1948)، تضمنت ستة إسهامات في مؤتمرات عُقدت في الستينات من مجموعة مَجَرِيّة، قادها عالِم الأعصاب الراحل إندر كساندا، وعالِم الليمفاويات ميهالي فولدي.

قامت مجموعة الباحثين تلك بوصف وجود الجهاز الليمفاوي في الجهاز العصبي المركزي وأهميته، قائلين إنه «على عكس رأي الكتب المرجعية، يلعب التصريف الليمفاوي دورًا مهمًّا في دورة السوائل في الدماغ». وقاموا بتحديد «ارتباطات واضحة المعالم بين المنطقة تحت العنكبوتية، والجهاز الليمفاوي العنقي في تجويف الأنف، وفي الحَجَاج، وفي منطقة الثقبة الوداجية» (M. Földi *et al*. *Angiologica* **5**, 250–262; 1968).

قد يسهل إغفال الأوراق البحثية القديمة غير المتاحة على الإنترنت اليوم في كتاباتنا البحثية الحديثة، وهو ما يحرم العديد من العلماء الذين سبقونا التقدير الذي يستحقونه.

إيفا ميزي المعهد القومي لبحوث الأسنان والوجه والفكين، بثيسدا، ميريلاند، الولايات المتحدة الأمريكية.
ميكلوس بالكوفيتس جامعة سيميلفايس، بودابست، المجر.
mezeye@nidcr.nih.gov

فرض معايير دولية لتقليل هدر الطعام

تحتاج مَزارع مقاومة التغيُّر المناخي ـ وهي المَزارع المصمَّمة لمراعاة تغيُّر الظروف المناخية، والمساعدة في إطعام سكان العالَم، المتزايدة أعدادهم ـ إلى الدعم من خلال فرض معايير دولية، لتقليل هدر الطعام (انظر: *Nature* **523**, 396–397; 2015).

في كل عام، يتم إهدار أو ضياع حوالي ثلث الطعام المنتَج سنويًّا للاستهلاك الآدمي على مستوى العالم؛ أي نحو 1.3 مليار طن سنويًّا (انظر: M. M. Rutten *Agric. Food Secur.* **2**, 13; 2013).

وفي الاقتصاديات النامية، هناك أكثر من 40% من الخسائر في الغذاء تحدث بعد الحصاد، أو أثناء التصنيع (انظر: go.nature.com/um7vga).

لذا.. ينبغي علينا أن نحذو حذو اقتصاديات منطقة آسيا والمحيط الهادئ، التي تعهدت بتقليل هدر الطعام بنسبة 10% بحلول سنة 2020، مقارنةً بمستوياته في 2011-2012 (انظر: go.nature.com/rfupkz).

دون جوناسيكيرا جامعة فيكتوريا، مِلْبورن، أستراليا.
don.gunasekera@vu.edu.au

الطب الحيوي: تعلُّم يستمر مدى الحياة

إن البحث العلمي الحديث متعدد التخصصات، القائم على الفِرَق البحثية، يطغى على الآليات القائمة للحفاظ على الكفاءة المهنية. ويدعو ذلك إلى إحداث تغيير في تدريب العاملين، لا يقتصر على الأساتذة الجامعيين فقط (انظر: C. E. Leiserson and C. McVinney *Nature* **523**, 279–281; 2015).

تهدف مشروعات التعليم والتدريب ـ التابعة للمبادرة الأوروبية للأدوية المبتكرة ـ إلى الترويج للتعليم مدى الحياة والتطوير المهني المستمرَّين لجميع العاملين في مجال الطب الحيوي (انظر: go.nature.com/enhijn). ونتعاون مع أرباب الأعمال والهياكل المهنية والعلمية، ومقدمي الدورات الدراسية، والعلماء الأفراد على وضع إطار عمل يُعرف باسم «لايف ترين» (LifeTrain)، لتطبيق هذا التغيير الثقافي (انظر: M. Hardman *et al*. *Nature Rev. Drug Disc.* **12**, 407–408; 2013).

من خلال التوجيه وتوفير المعلومات، نساعدهم على التعرف على الكفاءات التي سيحتاجونها خلال تقدُّمهم في مسارهم الوظيفي. كما نشجع العلماء على التفكير فيما هو أبعد من صوامع مجالهم التقليدية.

وقد قامت منظمات عديدة وأفراد بالتوقيع رسميًّا على المبادئ المتفَق عليها، وتطبيق برنامج «لايف ترين». ويمكن للمشاركين الآخرين المحتمَلين التواصل معنا من خلال الموقع التالي: www.lifetrain.eu.

كاث بروكسبانك، **وكلير جونسون** المعهد الأوروبي لنُظُم المعلومات الحيوية - إمبل (EMBL)، هينكستون، كمبريدج، المملكة المتحدة.
cath@ebi.ac.uk

راقبوا خدمات النظام البيئي من الفضاء

نقترح أن يتم استخدام أنظمة رصد الأرض لمراقبة خدمات النظام البيئي في التحضير لتنفيذ أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (SDGs؛ وانظر أيضًا: A. K. Skidmore *et al*. *Nature* **523**, 403–405; 2015).

إن توافُر إطار عمل موثوق لرصد الأرض، من شأنه أن يتيح مؤشرات مكانية طويلة المدى لخدمات النظام البيئي. وبذلك.. تتمكن من التقاط التغيرات في الخصائص البيئية، والخصائص الاجتماعية الاقتصادية على سبيل المثال، ومقارنتها مع بيانات القمر الصناعي «لاندسات»، التي تم رصدها على مدى أكثر من 40 عامًا، وكذلك مع المعلومات القادمة من المستشعرات الجديدة، مثل أسطول «سينتينال».

إنّ رَصْد الأرض من شأنه أن يساعد في اتخاذ القرارات الإدارية حول كيفية التعامل مع الأهداف المتضاربة، التي تنشأ من أهداف التنمية المستدامة (انظر، على سبيل المثال: R. Bosch *et al*. *Nature* **523**, 526–527; 2015). كما أنه يساعد على تقييم التأثيرات البعيدة لأحكام وشروط استخدام خدمات النظام البيئي، مثل ما إذا كان إنتاج الوقود الحيوي في مكان معين يؤدي إلى خسارة في التنوع الحيوي، أو تلوث الغابات، أو زوالها في مكان آخر، أم لا (انظر: J. Liu *et al*. *Science* http://doi.org/627; 2015).

نحن نحتاج إلى شكل آخر من تكامل البيانات، وتجميع دراسات الحالة. وينبغي أن يتم تطوير أنظمة رصد الأرض بمشاركة من علماء البيئة والاجتماع، لربطها بالمعارف المتاحة حاليًّا، وعلى سبيل المثال.. من خلال الربط بين خدمات النظام البيئي والتنوع الحيوي.

آنا كورد، **ورالف سيبيلت** من مركز هيلمولتز للبحوث البيئية UFZ، لايبزج، ألمانيا.
وودي ترنر يعمل في «ناسا»، واشنطن، الولايات المتحدة الأمريكية.
ralf.seppelt@ufz.de

التنوع الحيوي في القناة مهدَّد بالخطر

تناقش حكومة نيكاراجوا دراسة الأثر البيئي والمجتمعي لقناة مقترَحة، طولها 300 كيلومتر، لربط المحيطين الهادئ والأطلسي. وحيث إننا أعضاء في الفريق المختص الذي أسهم في وضع تقييم «خط الأساس» للتنوع الحيوي في الدراسة، فنحن في موقع يسمح لنا بالإجابة على انتقادات هذا المقترح (انظر، على سبيل المثال: A. Meyer and J. A. Huete-Pérez *Nature* **506**, 287–289; 2014).

لقد تم تفويض شركة الاستشارات البيئية المعترَف بها دوليًّا ERM لإنتاج الدراسة، ولدينا انطباع بأن تَعامُل شركة ERM مع نظرائها المحليين، وحكومة نيكاراجوا، والشركة التي تمتلك امتياز القناة، كان تعاملًا قائمًا على الشفافية والمهنية من الطرفين.

وعلى عكس صورة مسار القناة المقترَحة من جانب ماير وهوت-بيريز، التي تظهرها كحياة برية بِكْر، فإن التأثيرات البشرية واضحة للعيان على كامل طولها، خاصة بسبب الزراعة. وهذا يتضمن مناطق محمية محليًّا وعالميًّا، وكذلك بحيرة نيكاراجوا التي تحتوي على أنواع متعددة من السمك، بدأت أعداده بالفعل في الانحدار (T. B. Thorson Fisheries 7, 2–10; 1982; and M. T. McDavitt *Shark News* **14**, 5; 2002).

نحن نشترك مع الباحثين في الكثير من مخاوفهم المتعلقة بالتكامل البيئي، والتنوع الحيوي على طول خط القناة المقترَحة، ولكن ينبغي الأخذ في الاعتبار عند المناقشة أنه حدثت خسائر ضخمة في هذه الأمور، حتى قبل بداية مشروع القناة.

جيفري ماكراري* يعمل في مؤسسة نيكاراجوا لتنمية المجتمع المتكاملة، ماناجوا، نيكاراجوا.
jmccrary2@yahoo.com

* بالإنابة عن أربعة مراسلين (لمطالعة القائمة الكاملة، انظر: go.nature.com/nu2cjj).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

يويتشيرو نامبو

(2015–1921)

عالِم الفيزياء النظرية الملهَم، الذي شكَّل فيزياء الجسيمات الحديثة.

UNIV. CHICAGO LIBRARY, SPECIAL COLLECTIONS RESEARCH CENTER/CHICAGO MAROON

كان يويتشيرو نامبو واحدًا من علماء الفيزياء النظرية الأكثر تأثيرًا في القرن العشرين. فبصيرته النافذة غير المتوقَّعة في كثير من الأحيان استغرقت سنوات لتُفهَم وتُقدَّر جيدًا من قِبَل الآخرين، وهي تشمل نظرية (الكسر التلقائي للتناظر)، التي حصل بها على نصف جائزة «نوبل» في الفيزياء لعام 2008، ونظرية الكواركات والغلوونات، ونظرية الأوتار.

تُعرَّف نظرية الجسيمات الحديثة بالإنجازات التي حققتها، التي تتجسد بشكل كبير في النموذج العياري للتفاعلات الشديدة، والضعيفة، والكهرومغناطيسية، ومن خلال ما تطمح إليه من وجود نظرية توحِّد جميع القوى والجسيمات. تشكِّل إسهامات نامبو في كسر التناظر ونظرية الكواركات أساس النموذج العياري، أما نظرية الأوتار، فهي السبيل الأكثر وعودًا لنظرية جامعة تفسر كل شيء.

توفي نامبو إثر أزمة قلبية في الخامس من يوليو الماضي في أوساكا باليابان. وكان مولده في طوكيو في عام 1921، وهو العام نفسه الذي زار فيه يوشيو نيشينا كوبنهاجن؛ وعاد بميكانيكا الكَمّ إلى كيوتو، التي مثّلت أول غزو لليابان لمجال الفيزياء الحديثة. ضمّت مدرسة «كوبنهاجن في كيوتو» هيديكي يوكاوا، الذي فاز بجائزة «نوبل» لعام 1949، لتنبؤه بوجود الميزونات، وسين-إيتيرو تومونـاجا، الذي تقاسم جائزة «نوبل» لعام 1965، نظرًا إلى أبحاثه في الديناميكا الكهربائية الكمية، وهي النظرية التي تصف كل ما يتعلق بالمجال الكهرومغناطيسي، من الكيمياء إلى الليزر.

درَس نامبو في جامعة طوكيو، وحصل على درجة الماجستير في الفيزياء في عام 1942، لكن توقفت دراساته بسبب الحرب العالمية الثانية، فالتحق بالجيش، وأمضى مدته في حفر الخنادق، كما عمل على مشروع الرادار الياباني، لكن عقله كان مولعًا بالفيزياء الأساسية. وفي عام 1945، تزوج من مساعدته، تشيكو هيدا.

في ظل الظروف الصعبة بعد الحرب، والجوع المستمر، وإقامته في مكتبه في جامعة طوكيو، انتهى نامبو من رسالة الدكتوراة في عام 1952. وعلى الرغم من تركيز الأبحاث في قسمه على فيزياء المادة المكثفة، انجذب نامبو إلى الفيزياء النووية، وفيزياء الجسيمات، حيث حضر ندوات حول هذه الموضوعات، أُقيمت من قِبَل نيشينا، وتومونـاجا، ويوكاوا في «جامعة طوكيو للتعليم» القريبة منه.

في عام 1950، زفَّ تومونـاجا نامبو لمنصب عضو هيئة تدريس في جامعة مدينة أوساكا، حيث كتب هناك ورقتين بحثيّتين مميزتين؛ حيث استنبط نامبو معادلة بيث-سالبيتر المعروفة الآن، التي تصف نظرية الكَمّ في كيفية ربط الجسيمات معًا (Y. Nambu *Prog. Theor. Phys.* **5**, 614–633; 1950)، كما اقترح كيفية إنتاج الجسيمات «الغريبة» المكتشَفة حديثًا (Y. Nambu *et al. Prog. Theor. Phys.* **6**, 615–619; 1951). وقد نُشر كل بحث قبل عام من ظهور نظيره الأكثر شهرة، المنشور من قِبَل علماء الفيزياء في الولايات المتحدة.

حمَل عام 1952 تحدِّيًا كبيرًا لنامبو، حيث تمت دعوته من قِبَل روبرت أوبنهايمر، بناء على اقتراح من تومونـاجا، إلى معهد الدراسات المتقدمة في برينستون بنيو جيرسي، وهي تجربة وصفها نامبو بعدها بعدة سنوات بالعارمة، حيث شعر بأنه محاط بأناس أكثر منه ذكاءً وعدوانية. ومع ذلك.. كان إيمان عالِم الفيزياء ميرف جولدبرجر بقدرات نامبو كافيًا لدعوته إلى جامعة شيكاغو بإلينوي في عام 1954.

في فيزياء الجسيمات، كانت شيكاغو هي المكان المناسب إبان الحرب العالمية الثانية، حيث مثَّل إنريكو فيرمي أعلى القامات الفكرية بقسم الفيزياء، الذي تضمَّن أكثر من عشرة فائزين لاحقين بجائزة «نوبل». وهناك ـ ولأكثر من نصف قرن ـ أمضى نامبو بقية حياته الأكاديمية في معهد إنريكو فيرمي في الجامعة.

ومن ثم، بالاشتراك مع جيوفاني يونا-لازينيو في عام 1961، اقترح نامبو فكرة التناظرات الخفية، أو التناظرات المكسّرة أثناء محاولته فهْم التوصيل الفائق، وهو التدفق غير المُقاوِم للتيار الكهربائي في درجات حرارة منخفضة للغاية. إن التناظرات الرياضية في نظرية ماكسويل الكهرومغناطيسية تختفي عند درجات الحرارة المنخفضة جدًّا، كما هو التناظر بين القوى الكهرومغناطيسية والضعيفة، وهي السمة المميزة لنظرية القوى الكهروضعيفة. ويكشف بوزون هيجز ـ الذي اكتُشف في عام 2012 في مختبر سيرن، وهو مختبر فيزياء الجسيمات الأوروبي، القريب من جنيف بسويسرا ـ عن حقيقة كسر تناظر القوى الكهروضعيفة.

في عام 1964، اقترح كل من جورج تسفايج، وموري جيلمان ـ بشكل مستقل ـ فكرة الكواركات؛ لشرح مئات الجسيمات الأولية الجديدة، التي جرى اكتشافها في مسرّعات الجسيمات. استغرق الأمر أكثر من 20 عامًا لفرز خصائص الكواركات، وكيف تتآلف معًا في أزواج ومجموعات، من خلال قوة «لونية» بواسطة الغلوونات، لتكوين البروتونات، والنيوترونات، والميزونات، وجسيمات أخرى، لكن نامبو وموـ يونج هان وضعا أغلبها معًا في عام 1965. ويقول في ذلك جيل مان: «لقد فعلها.. في حين كان الباقون يتخبطون». وفي محاولة لفهم القوة اللونية بشكل أفضل، انتقل نامبو إلى ابتكار نظرية الأوتار، بالاشتراك مع آخرين.

من حسن حظي أنني بقيتُ زميلا ليويتشيرو لأكثر من 30 عامًا. فقد كان لطيفًا، ومتواضعًا بشكل يثير الدهشة، بالنسبة إلى شخص في حكمته وأهميته. أنصَتْنا جميعًا بعناية إلى أي كلام يصدر عنه، لكن نادرًا ما كنا نفهمه بشكل كامل. قال إدوارد ويتن من معهد الدراسات المتقدمة ذات مرة: «الناس لا يفهمونه، لأنه بعيد النظر جدًّا».

إن الجانب السلبي في أن تكون سابقًا لعصرك هو أن التقدير يأتي متأخرًا، فبعد سنوات من بناء الآمال، غمرتنا الفرحة أخيرًا بحصوله على جائزة «نوبل»، لكنه لم يستطع السفر لحضور الحفل في ستوكهولم، ولذلك.. قدم السفير السويدي لدى الولايات المتحدة إلى شيكاجو؛ ليقدم لعملاق فيزياء الجسيمات المتواضع جائزته في حفل حضره 200 من أصدقائه وزملائه. لا أذكر أنني شهدت من قبل حدثًا أكثر بهجة من ذلك الحدث. ■

مايكل إس. تيرنر أستاذ علم الفلك والفيزياء الفلكية والفيزياء، ومدير معهد كافلي للفيزياء الكونية في جامعة شيكاغو، إلينوي، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: mturner@kicp.uchicago.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

أبحـــاث

أنبـاء وآراء

علم المواد ما الذي سيحدث إذا حلَّت محل بعض الجسيمات من الشبكيات الفائقة جسيمات أخرى غريبة؟ **ص. 58**

فيزياء فلكية محاولة لتفسير كيف نَجَت السحابة G2 ـ الموجودة في وسط مَجَرَّتنا ـ من الاصطدام **ص. 60**

علم الأحياء التجديدي مجموعة من خلايا الكبد تسهم في المحافظة على كتلة الكبد في الفئران يومًا بعد يوم **ص. 62**

علم البيئة

التوجهات العالمية لاستيطان النباتات

يمثِّل عدد من النباتات الوافدة المستوطنة تهديدات بيئية واقتصادية. ويؤكد تحليل توزيع الكميات العالمي للنباتات المستوطنة بعض التوجهات المتوقَّعة، ويكشف عن أنماط جديدة.

MARCEL REJMÁNEK

الشكل 1 | مشكلة مستوطنة. تُعَدّ إحدى نَبَّتَات سان جونز ـ التي تُسمى *Hypericum canariense* L. ـ عشبة أصلية من أعشاب جُزُر الكناري، إلا أنها أُدخلت إلى كاليفورنيا، واستوطنت فيها (الصورة على اليسار). وما مِن نبات يستطيع أن ينمو تحت هذه الشجيرات المستوطنة (الصورة على اليمين). وقد كشف تحليل[5] فان كلينين وزملائه للنباتات المستوطنة في جميع أنحاء العالم على احتواء كاليفورنيا على واحد من أكبر أعداد الأصناف المستوطنة. وُيدمج أغلب هذه الأصناف في المجتمعات الحيوية الأصلية، التي تعرضت لدرجة كبيرة من التدخل البشري، بدون أن تَنتُج عن ذلك تأثيرات مباشرة، إلا أن بعض هذه الأصناف ـ مثل نبتة سان جونز سالفة الذكر *H. canariense* ـ يُحدث تأثيرات كبيرة.

مارسيل ريجمانيك

الأصناف المستوطنة هي أصناف وافدة، تكوِّن مجموعات مكتفية ذاتيًّا، بعد أن يقوم البشر[1] بإدخالها في مناطق معينة. وهناك أصناف مستوطنة تشكِّل تهديدًا كبيرًا للتنوع الحيوي، وقد شغلت هذه الأصناف اهتمام العديد من علماء الأحياء على امتداد العقود الثلاثة الماضية، إلا أنه من السهل ـ حتى على المراقِب العابر ـ ملاحظة أن توزيع الأصناف المستوطنة غير متوازن في المناطق المختلفة، فقد اشتملت المحاولات التي أُجريت لتلخيص التوزيع الجغرافي العالمي للأحياء المستوطنة على: الطيور[2]، وذوات الحوافر[3] (الثدييات الضخمة مثل الخنازير والجمال)، والطحالب[4] (النباتات غير الوعائية)، إلا أنه لم يسبق إجراء تقييم شامل للنباتات الوعائية المستوطنة. يقدِّم فان كلينين وزملاؤه[5] أول تحليل عالمي لأعداد وتوزيعات النباتات الوعائية المستوطنة، وتباديُلها بين القارات.

استخدم الباحثون المئات من مصادر البيانات، لكي يصفوا النباتات الوافدة في 843 منطقة منفردة في العالم (481 منطقة من اليابسة، و362 منطقة من مناطق الجُزُر). شملت عملية التوصيف أصل الأصناف المستوطنة، وتقديرات أعداد النباتات الأصلية والوافدة في القارة. وتحتوي قاعدة البيانات التي نتجت عن هذه الدراسة على 13,168 صنفًا من أصناف النباتات - أي نسبة 3.9% من الأصناف النباتية الوعائية المعروفة حاليًّا - التي استوطنت منطقة واحدة على الأقل. ويَعتقد الباحثون أن هذا الرقم قد يكون أقل من الرقم الحقيقي، بسبب نقص البيانات المطلوبة لبعض المناطق.

ظهرت إحدى أهم نتائج هذه الدراسة من المقارنة التي أجراها الباحثون بين المناطق القارية شاسعة المساحة، إذ كشفت هذه المقارنات أن أمريكا الشمالية تراكم فيها أكبر عدد من أصناف النباتات الوعائية (5,958)، تَلَتْها أوروبا (4,140). وتعكس هذه النتائج ـ بلا شك ـ حدوث عمليات إدخال مكثفة للنباتات، سواء تمت هذه العمليات عمدًا، كما هو الحال مثلًا في زراعة نباتات الزينة، أو في زراعة البساتين، بغرض التحكم في درجة تجريف التربة، أم تمت هذه العمليات عن طريق الصدفة، نتيجة للتجارة المتكررة فيما بين هذه المناطق وباقي أنحاء العالم.

والأعداد الضئيلة من الأصناف المستوطنة لا توضح بالضرورة الكميات التي تعبِّر عن المستوى الفعلي للغزو، حيث ذكرت الأبحاث السابقة[6] أن الأصناف المستوطنة تمثل نسبة 51.3% من المائة وعشرين صنفًا من أصناف النباتات الشائعة في أمريكا الشمالية، إلا أن نسبتها في أوروبا لا تتجاوز 2.1%. وأحد التفسيرات المحتملة لهذا التفاوت الشاسع ما بين أوروبا وأمريكا الشمالية قد يرجع الى أن المجموعة النباتية الأوروبية ـ التي تُعتبر جزءًا من المجموعة النباتية الأوروبية الآسيوية ـ قد تعرضت إلى أعداد كبيرة من الهجرات النباتية عبر الزمن. ولذا.. تكون المجموعات النباتية الناتجة في هذه الحالة أقل "سذاجة"، وأكبر قدرة على مقاومة غزو الأصناف الوافدة. ومن المرجَّح كذلك أن بعض أصناف النباتات الأوروبية قد تم اختيارها لتقوم بعملية استيطان سريعة للأماكن التي تَعَدَّى عليها البشر، حيث تلك الأماكن هي الأكثر تعرضًا للاستيطان في أمريكا الشمالية (الشكل-1).

توضِّح البيانات التي حصل عليها فان كلينين وزملاؤه أيضًا أن منطقة جُزُر المحيط الهادئ تشتمل على الزيادة الأكبر في الأعداد التراكمية للأصناف المستوطنة، قياسًا على المساحة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

الكلية المعنية. وتقدِّم هذه النتائج أول إثبات عالمي لنمط متوقع: وهو احتواء الجُزُر المحيطية على عدد أكبر من الأصناف المستوطنة، مقارنة بمناطق اليابسة ذات الحجم المماثل. وقد يكون السبب الرئيس في ذلك هو أن المجتمعات الأصلية في الجُزُر تمثل عينة محدودة من الأصناف التي قد يلائمها مكان التوطين، الأمر الذي يعني أن هذه المجتمعات قابلة لحدوث عمليات استيطان إضافية من أصناف وافدة.

تتفق هذه البيانات في الوقت ذاته مع التحليلات الأولية السابقة، التي توضح أن المناطق القارية ذات المساحات الاستوائية الشاسعة (أفريقيا، وأمريكا الجنوبية، والمناطق الاستوائية في آسيا) تحتوي على أعداد أقل من أصناف النباتات المستوطنة، مقارنة بالمناطق التي يغلب عليها الاعتدال في درجات الحرارة. ومن الفرضيات الشائعة التي قد تفسر هذه الظاهرة: وجود مقاومة أكبر لإرساء الأصناف النباتية الوافدة للمناطق الاستوائية، وكذلك حدوث عمليات تعافي سريعة للغطاء النباتي الذي تم التعدي عليه، وضعف وتيرة إدخال النباتات الوافدة في تلك المناطق الاستوائية.

إحدى النتائج الأخرى التي توصلت إليها دراسة فان كلينين وزملائه هي أن القارات الموجودة في النصف الشمالي من الكرة الأرضية شكَّلت المصدر الرئيس لأصناف النباتات المستوطنة في العديد من المناطق في النصف الجنوبي للكرة الأرضية، إلا أن العكس غير صحيح. لذا.. تقوم هذه الدراسة بإحصاء ما تَوَقَّع تشارلز داروين حدوثه على أساس الملاحظة التي سجلها في رحلته البحرية حول العالم. اقترح داوين ما يلي[7]: "أظن أن الهجرة المحورية من الشمال الى الجنوب ترجع إلى امتداد اليابسة الأكبر في الشمال، وإلى وجود الهيئات النباتية الشمالية في مساكنها الأصلية بأعداد أكبر من الجنوبية، وتطوُّرها باستمرار من خلال عمليات انتقاء طبيعي، ومنافسة طبيعية مؤدية إلى درجة أكبر من الإتقان، ومن هيمنة القوة، بينما النباتات الجنوبية تعرضت لهذه العمليات بِنِسَب أقل بكثير"، إلا أن الاختبار القاطع لهذه الفرضية سيكون أمرًا صعبًا، إنْ لم يكن مستحيلًا؛ إذ يتعين ـ على أقل تقدير ـ فحْص مئات من أزواج الأصناف التي يربط بينها النشوء النوعي من نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي، وإخضاعها لتجارب تَنَافُس مصمَّمة بإحكام. وبدلًا من ذلك.. قد تُعتبر حقيقة أن نصف الكرة الأرضية الجنوبي غير ممثل بصورة كبيرة في مضمار مصادر النباتات الوعائية المستوطنة مؤشرًا على أن القارات الجنوبية تنتِج عددًا من الأصناف التي قد يكون بمقدورها الانتشار، إلى أن تصل إلى القارات الشمالية في المستقبل.

كما أن جودة البيانات التي استُخدمت في هذه الدراسة قابلة للتحسين، فعلى سبيل المثال.. لا يتسم تعريف الأصناف المستوطنة بالوضوح وبالاتساق في المصادر المختلفة للبيانات، كما أنه ليست كل المصادر جديرة بالثقة بالدرجة نفسها، وكذلك لم تُدْرَس الحياة النباتية في بعض المناطق، وتتوافر عنها معلومات بالدرجة نفسها التي درست بها في مناطق أخرى، إلا أنه على الرغم مما سبق، يبدو أن النتائج المتعلقة بالكميات الأساسية التي توصَّل إليها فان كلينين وزملاؤه قوية ومتماسكة. وبذلك.. يمكننا بسهولة استخلاص تعميمين من هذه الدراسة، ومن مثيلاتها، هما: تؤدي زيادة عدد الأصناف التي يتم إدخالها إلى منطقة ما إلى زيادة عدد الأصناف المستوطنة[8]، وكذلك تؤدي زيادة الأصناف المستوطنة إلى رفع عدد الأصناف الضارة[9]. وإضافة إلى ما سبق.. توجد صلة إيجابية بين عدد أصناف النباتات المستوطنة، وإجمالي المناطق التي تغطيها[10] (على الأقل في المناطق ذات المساحات الصغيرة في أمريكا الشمالية). وسوف يتم في الغالب استخدام البيانات التي جُمعت في هذه الدراسة، لاختبار عدد من الفرضيات المثيرة للاهتمام[11]، كما أنها سوف تحسِّن من تنبؤاتنا عن التوزيع المستقبلي لأصناف النباتات المستوطنة[12]. ■

مارسيل ريجمانِك يعمل في قسم التطور والبيئة بجامعة كاليفورنيا ديفيز، ديفيز، كاليفورنيا 95616، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: mrejmanek@ucdavis.edu

1. Richardson, D. M. *et al. Divers. Distrib.* **6,** 93–107 (2000).
2. Case, T. J. *Biol. Conserv.* **78,** 69–96 (1996).
3. Spear, D. & Chown, S. L. *J. Zool.* **279,** 1–17 (2009).
4. Essl, F., Dullinger, S., Moser, D., Steinbauer, K. & Mang, T. *Ecography* **38,** 488–498 (2015).
5. van Kleunen, M. *et al. Nature* **525,** 100–103 (2015).
6. Stohlgren, T. J. *et al. Biol. Invasions* **13,** 1931–1944 (2011).
7. Darwin, C. *On the Origin of Species* (John Murray, 1859).
8. Hulme, P. E. *J. Appl. Ecol.* **49,** 10–19 (2012).
9. Rejmánek, M. & Randall, J. M. *Divers. Distrib.* **10,** 367–369 (2004).
10. Seabloom, E. W. *et al. Global Change Biol.* **19,** 3677–3687 (2013).
11. Fridley, J. D. & Sax, D. F. *Global Ecol. Biogeogr.* **23,** 1157–1166 (2014).
12. Gallien, L., Münkemüller, T., Albert, C. H., Boulangeat, I. & Thuiller, W. *Divers. Distrib.* **16,** 331–342 (2010).

فيروس حمى الضنك

الصعوبات التي تواجِه استخدام الأجسام المضادة العلاجية

أثبت الباحثون أن الجسم المضاد البشري لفيروس حمى الضنك من النمط المَصْلِي 2 يحمي الفئران من المرض. كما تساعد معرفة الأشكال البنيوية للجسم المضاد المرتبط بالفيروس على توضيح طريقة ارتباط الأجسام المضادة بالأشكال الفيروسية المختلفة، بهدف منع دخول الفيروس إلى الخلايا.

ليزلي جو، وثيودور بيرسون

تُعَدّ فيروسات حمى الضنك من نوع الفيروسة المصفرة، التي تنتقل عن طريق البعوض، وتوجد على أربعة أنماط مَصْلِية، حيث تحدث سنويًّا حوالي 400 مليون إصابة بفيروس حمى الضنك البشري في جميع أنحاء العالم. وتبدي ما يقرب من 25% من هذه الإصابات أعراضًا إكلينيكية، تتراوح من الحمى المحدودة ذاتيًّا، حتى مرض ارتشاح الأوعية الدموية الفتاك[1]. وعلى الرغم من خطورة المرض، إلا أنه بعد عقود من البحث، لم يتوصل الباحثون إلى عامل علاجي فعال، أو لقاح ضد الفيروس. وقد ركَّز الباحثون على فهم كيفية ارتباط الأجسام المضادة بجسيمات فيروس حمى الضنك، بغرض منع العدوى؛ لأنه يوجد اعتقاد أن وجود الأجسام المضادة التي تبطِل مفعول الفيروس أمر مرتبط بالحماية الناتجة عن التطعيم، ولذلك.. تبشِّر هذه الأجسام المضادة بإمكانية استخدامها كأدوية مضادة للفيروسات[2]. ويبين فابريانسة وزملاؤه[3] ـ في المقال المنشور في دورية "ساينس" ـ أن الجسم المضاد أحادي النسيلة ـ المسمى 2D22 ـ يرتبط ببروتينات متعددة في الغلاف الفيروسي على سطح جسيم الفيروس، بطريقة تمنع إعادة الترتيب الهيكلي اللازم لدخول الفيروس إلى الخلايا.

يقوم بروتين الغلاف الفيروسي ـ وهو بروتين سكري مستطال، ثلاثي النطاق ـ بتنسيق خطوات متعددة في عملية دخول الفيروس إلى الخلية، بما في ذلك الارتباط بالمستقبِلات الخلوية، واندماج الأغشية الخلوية والفيروسية بعد الدخول. تُعتبر بروتينات الغلاف الفيروسي هي الأهداف الرئيسة للأجسام المضادة المُبْطِلَة لمفعول الفيروس، حيث يمكنها منْع العدوى من خلال عدة آليّات. والسؤال الذي يتبادر إلى أذهاننا الآن هو: كيف ترتبط الأجسام المضادة ببروتينات الغلاف الفيروسي الموجودة على الجسيمات الفيروسية؟ وإلى أي مدى يمكن أن تتأثر الأجسام المضادة بشكل ترتيب البروتينات؟

كشف التحليل[4] المجهري الإلكتروني البارد الدقيق لجسيمات فيروس حمى الضنك عن وجود ترتيب متعرج كثيف لبروتينات الغلاف الفيروسي، يضم 30 طوفًا مكونًا من ثلاثة جزيئات ثنائية الوحدات، ومتعاكسة التوازي، وموجَّهة بشكل مسطح مقابل للغشاء الفيروسي، ثم كشفت الدراسات اللاحقة[5،6] أنه ليس كل الجسيمات الفيروسية تتمتع بهذا التكوين الهندسي الأملس، حيث إن الجسيمات الفيروسية لبعض سلالات فيروس حمى الضنك يتوسع تكوينها الهندسي عند درجة حرارة 37 درجة مئوية، ويكون سطحها مضطربًا ومتعرجًا، وبالتالي توجد عليه الجزيئات ثنائية الوحدات لبروتينات الغلاف الفيروسي بشكل فضفاض، وغير متناسق (الشكل-1 أ). وحتى الآن، لم تكتمل دراسة ما إذا كانت الأجسام المضادة تستطيع التمييز بين حالتي التكوينات الهندسية الملساء والمتعرجة، أم لا، وما إذا كانت تؤثر على التحول بين هاتين الحالتين، أم لا.

تم عزل الجسم المضاد ـ المسمَّى 2D22 ـ من فرد يتمتع بمناعة ضد فيروس حمى الضنك من النمط المَصْلِي 2 (DENV2). هذا الجسم المضاد يبطل مفعول الفيروس من النمط DENV2 في المختبر (ولا يبطل مفعول باقي الأنماط المَصْلِية للفيروس). وقد تم الافتراض أنه يربط بِنْية جزيئية (حاتمة) تغطي أكثر من بروتين غلاف فيروسي واحد[7]، (البنية الجزيئية هي الجزء السطحي الذي يتعرف عليه النظام المناعي بمساعدة الأجسام المضادة، ويُسمى "حاتمة"). وقد بيَّن فابريانسة وزملاؤه أن الجسم المضاد 2D22 يستطيع منع العدوى بفيروس النمط المَصْلِي DENV2، وهذا عند حقن الفئران ذات النقص المناعي به قبل الإصابة بالفيروس، أو بعدها.

هناك دلائل وبائية على زيادة خطر الإصابة بأمراض شديدة بعد إصابة الفرد بالعدوى الثانوية لفيروس حمى الضنك من نمط مَصْلِي مختلف عن النمط المَصْلِي للعدوى الأولية[8]. وقد تم ربط هذه الظاهرة بأنشطة الأجسام المضادة ذات قدرة الإبطال الضعيفة لمفعول الفيروس، التي تربط أكثر من

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

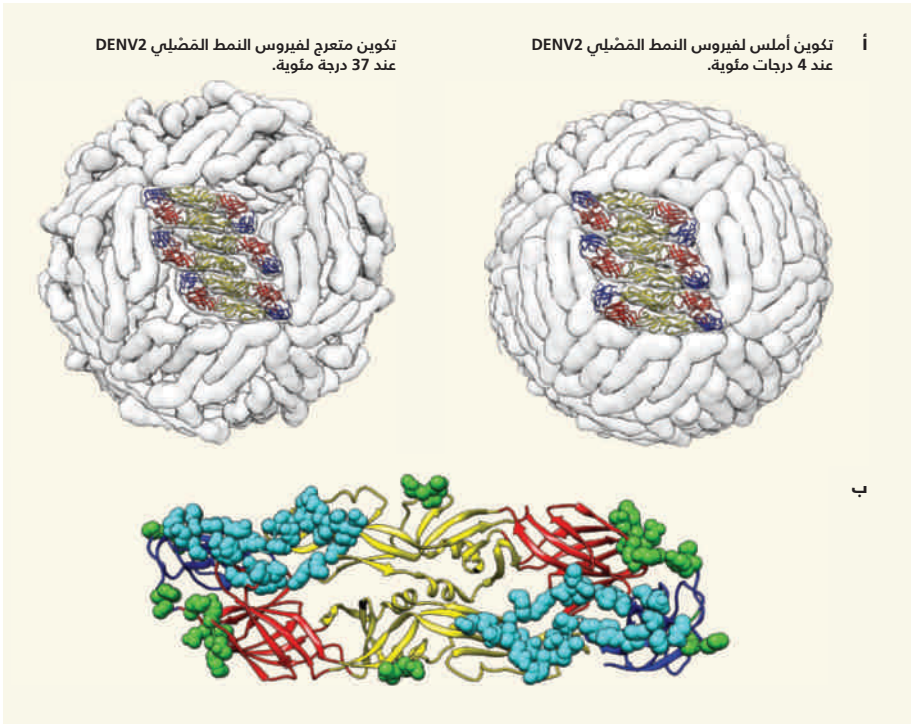
نمط مَصْلِي، حيث تنشئ هذه الأجسام عملية تُسمى (تعزيز العدوى المعتمِد على الأجسام المضادة)[9]. وقد بيَّن فابريانسة وزملاؤه أن هناك أنواعًا من الجسم المضاد 2D22، مُهندَسة بحيث تكون غير قادرة على ربط مستقبِلات Fc الموجودة على عديد من خلايا الأنظمة المناعية، وبالتالي تمنع تطوُّر العدوى الفتاكة المعتمِدة على الأجسام المضادة في الفئران ذات النقص المناعي.

بعد ذلك.. استخدم الباحثون المجهر الإلكتروني البارد، من أجل تحليل الهيكل البنيوي للجسم المضاد 2D22 عندما يتحد مع فيروس النمط المَصْلِي DENV2، وهذا في سلالات متعددة لفيروس حمى الضنك DENV، وعند درجات حرارة مختلفة. أظهرت الهياكل البنيوية أن الأجسام المضادة ترتبط بالحاتمة التي تشكل جسرًا لبروتينات الغلاف الفيروسي داخل الجزيء ثنائي الوحدات (الشكل-1 ب). وهذا مماثل لما ذُكر مؤخرًا عن طريقة ارتباط مجموعة أجسام مضادة أحادية النسيلة ومُبْطِلَة لمفعول الفيروس، حيث تربط أنماط مَصْلِية متعددة لفيروس حمى الضنك[10,11]. ومع ذلك.. وعلى الرغم من أن هذه الحاتمة EDE تقع داخل الجزيئات ثنائية الوحدة لبروتين الغلاف الفيروسي، وهي الجزيئات التي تشكل "حجر الأساس" للجسيمات الفيروسية، إلا أن الحاتمة لم تكن موجودة بشكل منتظم وموحَّد في السلالات المختلفة لفيروس النمط المَصْلِي DENV2. وقد كشف تحليل الباحثين للسلالة الفيروسية الأولية لفيروس النمط المَصْلِي DENV2 عن جسيمات فيروسية ـ عند درجة حرارة قدرها درجتان مئويتان، و37 درجة مئوية ـ مرتبطة بنسخ من الجسم المضاد 2D22، عددها 180 نسخة. وعلى النقيض من ذلك.. كان قياس اتحاد العناصر للأجسام المضادة المرتبطة بالسلالة NGC المجهزة في المختبر معتمدًا على درجة الحرارة، وهذا عندما كانت الأجسام المضادة مرتبطة بالجسيمات الفيروسية ذات التكوين الأملس في درجة حرارة قدرها 4 درجات مئوية، وعندما تم تحويل درجة الحرارة إلى 37 درجة مئوية؛ تكيَّفت الجسيمات الفيروسية؛ واتخذت الشكل المتعرج، وبالتالي أصبحت ثلث حواتم الجسم المضاد 2D22 غير قابلة للارتباط.

هذه النتيجة تعني أن الحواتم التي تتعرف عليها الأجسام المضادة ـ بما فيها الحواتم الموجودة في الجزيء ثنائي الوحدات للغلاف الفيروسي ـ قد لا تكون في متناول وصول الأجسام المضادة بشكل متكافئ بين الجسيمات المتخِذة الشكل المتعرج، والجسيمات المتخِذة الشكل الأملس، وهو ما يسلِّط الضوء على الحاجة إلى فهْم التفاعلات البنيوية التي تحدد ما إذا كانت سلالة فيروس حمى الضنك سوف تقوم بتوسيع الهيكل البنيوي، متخِذة الشكل المتعرج، أم أنها ستتخذ الشكل الأملس عند درجة حرارة 37 درجة مئوية. وتجدر الإشارة إلى أن عدد حواتم الجسم المضاد 2D22 الموجودة في سلالة NGC عند درجة حرارة 37 درجة مئوية، وعددها 120 حاتمة، أكبر بكثير من عدد الأجسام المضادة المتوقعة والضرورية لإبطال مفعول الفيروسة المصفرة[12].

تشير أدلّة عديدة إلى أن الهيكل البنيوي لفيروسات حمى الضنك يمكن أن يتغير في درجات الحرارة الفسيولوجية. ولا تمثل التكوينات الملساء والمتعرجة جميع الهياكل البنيوية المفحوصة بالمجهر؛ فقد تكون الجسيمات الفيروسية مثلًا غير ناضجة بالكامل، أو قد تكون المرونة التكوينية للجسيمات الفيروسية[13] غير مكتملة بعد. والسؤال المطروح الآن هو: كيف يمكن لهذه التكوينات المعقدة أن تؤثر على قدرة الأجسام المضادة على التمييز، وأن تؤثر على المناعة؟ ميَّز الباحثون العديد من الأجسام المضادة البشرية المبطِلة لمفعول الفيروسات التي تربط حواتم معقدة، ومكونة من أكثر من بروتين غلاف فيروسي واحد[14,15]، بما في ذلك الأجسام التي ترتبط بحاتمة EDE[10,11]. وكما يتضح من نتائج فابريانسة وزملائه، فإن هذا النوع من التمييز الذي تقوم به الأجسام المضادة يجب أن يكون ـ من حيث المبدأ ـ حساسًا للتغيرات في سطح الجسيمات الفيروسية التي تغيِّر شكل الترتيب المتعرج لبروتينات الغلاف الفيروسي. كما أن اختلاف الأحماض الأمينية الذي يغير الهياكل البنيوية الأعلى لبروتين الغلاف الفيروسي، أو يغير قوة الروابط في الجزيئات ثنائية الوحدة، من شأنه أن يؤثر على فعالية إبطال الأجسام المضادة لمفعول الفيروسات.

وعلى النقيض.. قد يكون للأجسام المضادة دور فاعل في تشكيل سطح الجسيمات الفيروسية المعدية، حيث يمكن لبعض الأجسام المضادة التي ترتبط بحاتمة EDE أن تدفع الهياكل البنيوية للفيروسات غير الناضجة إلى تكوين الشكل البنيوي للجزيئات ثنائية الوحدات للغلاف الفيروسي، وهو الشكل الذي تتخذه الجسيمات الفيروسية الناضجة، مما يسمح لهذه الأجسام المضادة بإبطال مفعول المجال الواسع من أشكال تكوينات الفيروسات الناتجة من الخلايا المصابة[10,11]. ويُعَدّ الكشف عن الأجسام المضادة البشرية المبطِلة لمفعول الفيروسات، مثل الجسم المضاد 2D22 الذي يربط حواتم معقدة، خطوة مهمة نحو تحديد أهداف تؤدي إلى تصميم اللقاحات والأدوية. وهذه الأجسام المضادة ستساعد أيضًا على توفير معلومات مفيدة عن أشكال وتكوينات عديدة للجسيمات الفيروسية المعدية. ■



الشكل 1 | البِنْيَة السطحية تؤثر على ارتباط الأجسام المضادة. أ، الجسيمات الفيروسية لبعض سلالات فيروس حمى الضنك من النمط المَصْلِي 2 (DENV2) تأخذ أشكالًا مختلفة، حسب درجات الحرارة. عند درجة حرارة 4 درجات مئوية، تأخذ بروتينات الغلاف السطحي للفيروس شكلًا كثيفًا أملس، يضم 30 طوفًا مكونًا من ثلاثة جزيئات ثنائية الوحدات، ومتعاكسة التوازي (طوف واحد من ثلاثة جزيئات ثنائية الوحدة ملون؛ الأحمر والأصفر والأزرق، تشير إلى النطاقات الثلاثة من كل جزيء أحادي الوحدة)، بينما في درجة حرارة 37 درجة مئوية، يصبح السطح متعرجًا، وتُوجد عليه الجزيئات ثنائية الوحدات لبروتينات الغلاف الفيروسي بشكل فضفاض، وغير متناسق. **ب،** تكبير لجزيء ثنائي الوحدات لبروتين غلاف فيروسي واحد يبين المناطق الجزيئية (الحواتم) التي حددها فابريانسة وزملاؤه[3]، والتي يرتبط بها الجسم المضاد وحيد النسيلة 2D22. وعندما يكون سطح الفيروس أملس، فإن الجسم المضاد 2D22 يربط الحواتم التي تغطي بروتينات الغلاف الفيروسي في الجزيء ثنائي الوحدات (بقايا الأحماض الأمينية ممثلة بالكرات ذات اللون السماوي)، وكذلك يربط بعض الحواتم التي تغطي الجزيئات ثنائية الوحدات المجاورة (الكرات الخضراء). ومن المتوقع أن تتعطل هذه الروابط في الجسيمات الفيروسية ذات الأسطح المتعرجة. تم عمل الرسوم الجزيئية والتحليلات بواسطة برنامج UCSF Chimera. معرّفات PDB للفيريونات الملساء والمتعرجة هي: 4CCT، و3ZKO.

ليزلي جو، و**ثيودور بيرسون** يعملان في مختبَر الأمراض الفيروسية، والمعهد الوطني للحساسية والأمراض المعدية، والمعاهد الوطنية للصحة في بيثيسدا بولاية ميريلاند 20892، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: piersontc@mail.nih.gov

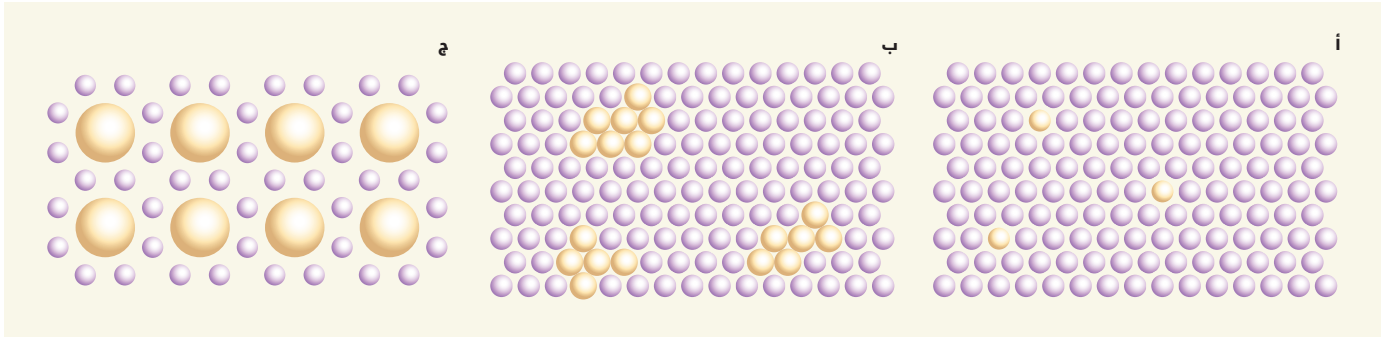
1. Bhatt, S. *et al. Nature* **496,** 504–507 (2013).
2. Murphy, B. R. & Whitehead S. S. *Annu. Rev. Immunol.* **29,** 587–619 (2011).
3. Fibriansah, G. *et al. Science* **349,** 88–91 (2015).
4. Kuhn, R. J. *et al. Cell* **108,** 717–725 (2002).
5. Fibriansah, G. *et al. J. Virol.* **87,** 7585–7592 (2013).
6. Zhang, X. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **110,** 6795–6799 (2013).
7. de Alwis, R. *et al. Proc. Natl Acad Sci. USA* **109,** 7439–7444 (2012).
8. Burke, D. S., Nisalak, A., Johnson, D. E. & Scott, R. M. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **38,** 172–180 (1988).
9. Halstead, S. B. *Adv. Virus Res.* **60,** 421–467 (2003).
10. Dejnirattisai, W. *et al. Nature Immunol.* **16,** 170–177 (2015).
11. Rouvinski, A. *et al. Nature* **520,** 109–113 (2015).
12. Dowd, K. A. & Pierson, T. C. *Virology* **411,** 306–315 (2011).
13. Kuhn, R. J., Dowd, K. A., Post, C. B. & Pierson, T. C. *Virology* **479–480,** 508–517 (2015).
14. Teoh, E. P. *et al. Sci. Transl. Med.* **4,** 139ra83 (2012).
15. Kaufmann, B. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **107,** 18950–18955 (2010).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

علم المواد

الإحلال في الشبكيات الفائقة

ما الذي سيحدث إذا حلَّت محل بعض الجسيمات من الشبكيات الفائقة ـ وهي مصفوفة من البلورات المتماثلة على مقياس النانو ـ جسيمات أخرى غريبة؟ لقد ظهر أن خواص الشبكيات الفائقة يمكن أن تتغير جذريًّا بهذه الطريقة.



الشكل 1 | النتائج المحتمَلة لإحلال الجسيمات في الشبكيات الفائقة. الشبكيات الفائقة هي بمثابة مصفوفات من الجسيمات بمقياس النانو. وعندما يتم استبدال جسيمات خارجية "مُدمجة" بجسيمات قليلة، يمكن الحصول على ترتيبات بنيوية مختلفة. **أ،** سجَّل كارجنلو وزملاؤه[1] إحلال بلورات نانوية من الذهب في شبكيات فائقة من مركّب سيلينيد الكادميوم CdSe ـ مع حدوث استبدال عشوائي لجسيمات المادة المُدمجة بجسيمات المضيف ـ عندما تتشابه أبعاد البلورات النانوية للذهب مع أبعاد جسيمات مركّب CdSe. **ب،** لاحظ الباحثون أيضًا حدوث عزل الطور (تجمُّع الأنواع المختلفة من الجسيمات، كل على حدة) عندما تختلف أبعاد جسيمات الذهب المُدمجة عن أبعاد جسيمات مركّب CdSe. **جـ،** يمكن للجسيمات ذات الأبعاد المختلفة أيضًا أن تشكِّل شبكيات فائقة ثنائية، وهي بِنْيَة بلورية مُعرَّفة جيدًا، تتكون من شبكيتين، يشغل فيهما كلا نوعي البلورات النانوية مواضع محددة، ولكن لم تتشكل شبكات ثنائية في نظام الباحثين.

دانيال فانماكلبيرج

أَعَدَّ الباحثون بعض المواد الصلبة، تتكون من مصفوفات مرتبة من جسيمات بمقياس النانومتر على مدى عقدين من الزمان. وقياسًا على الشبكيات الذَّرِّية، يمكن أن يؤدي دمج آثار من بلورات نانوية معينة في هذه الشبكيات الفائقة إلى إتاحة الفرصة للتحكم في تصميم خواص المواد. فقد سجَّل كارجنلو وزملاؤه[1] تكوُّن شبكيات فائقة رقيقة الأغشية ثنائية الأبعاد من البلورات النانوية من مركّب سيلينيد الكادميوم CdSe، أو سيلينيد الرصاص PbSe، حيث تتعرض لإحلال بواسطة الجسيمات النانوية من الذهب، أو سبائك الذهب-الفضة، حيث تم دمج كميات ملائمة من هذه الجسيمات النانوية، بحيث تشغل مواضع شبكية في المادة المضيفة. ووجد الباحثون أن هذا في الواقع يغيِّر من خواص الشبكية الفائقة على نحو قد يكون مفيدًا.

يُعتبر إقحام ذرّات غريبة في الشبكيات الذرية للمواد المضيفة خطوة أساسية في تصنيع المواد المستخدَمة في تقنيات الاتصالات، والأجهزة الإلكترونية البصرية، والبناء. ومن الأمثلة التقليدية على ذلك.. إضافة الزرنيخ، أو الفوسفور إلى بلورات السيليكون، حيث تقوم كل ذَرَّة مُدمَجة في البلورات بتكوين 4 روابط مع ذرات السيليكون المجاورة، ومن ثم تمنح إلكترون التكافؤ المتبقي لنطاق توصيل السيليكون. وهذا يحوِّل السيليكون من عازل للكهرباء إلى شبه الموصل الأكثر استخدامًا، غير أنه لم يتم التحري بعد عن التأثير المماثل للإحلال في الشبكيات الفائقة.

ظهرت الشبكيات الفائقة للبلورات النانوية بعد فترة قصيرة من اكتشاف[2] إمكانية استخدام التصنيع الكيميائي في إنتاج معلقات من البلورات النانوية في المواد المذيبة، بحيث تكون البلورات النانوية جميعها ذات أبعاد وأشكال متساوية. ويمكن أن تتكون الشبكيات الفائقة من هذه المعلقات، عبر التبلور المستحث بواسطة تبخُّر المادة المذيبة تحت شروط خاضعة للتحكم[3]. وقد قام كارجنلو وزملاؤه بخلط محلول من مركب CdSe (أو PbSe) مع البلورات النانوية للذهب في مركّب الهكسان، ومن ثم صَبّها على سائل عديم الامتزاج (إيثيلين جليكول)، حيث يعمل كطبقة سفلية يمكن أن تتكون عليها الشبكيات الفائقة. وبهذه الطريقة استطاعوا تحضير طبقات أحادية، وثنائية، وأغشية رقيقة من البلورات النانوية، على شكل مصفوفات مرتبة ومنظمة بشكل مذهل على مدى مئات وآلاف الوحدات الخلوية (الوحدة الأصغر للشبكيات البلورية).

وباستخدام تحليل إحصائي دقيق، أوضح الباحثون كيف تشغل البلورات النانوية المُدمجة للذهب مواقع عشوائية في الشبكيات الفائقة، علمًا بأن هذه البلورات لها أبعاد مماثلة لأبعاد البلورات النانوية للمادة المضيفة (الشكل-1 أ). يُعتبر احتمال أن يشغل جسيم الذهب أيًّا من مواضع الشبكية احتمالًا ثابتًا، إذ يُحدَّد بنسبة عدد جسيمات الذهب، وشبه الموصل في المحلول المعلَّق الذي صُنعت منه الشبكيات الفائقة. ويؤدي شغل الجسيمات العشوائي للمواضع في الشبكية إلى توزيع متجانس متوسط للجسيمات عبر الشبكيات الفائقة (مشابه للذرّات المُدمجة في بلورات السيليكون)، وهو ما يسمح بزيادة تركيز الجسيمات المُدمجة تدريجيًّا، دون أن يؤدي ذلك إلى تغيير بِنْيَة شبكية المضيف.

لا يُعتبر الحصول على شبكيات مشغولة عشوائيًّا بالجسيمات إنجازًا تافهًا على الإطلاق، لأنه يمكن الحصول على نمطين آخرين مختلفين من بِنَى المواد. النمط الأول يمكن الحصول عليه من جرّاء عزل الطور، أي تشكُّل مصفوفات منفصلة من البلورات النانوية لمادة المضيف والمادة المُدمجة (الشكل-1 ب). وهذا قد يحدث، إذا كانت قوى الجذب بين البلورات النانوية للذهب أقوى من قوى الجذب بين البلورات النانوية للمضيف، مما يؤدي إلى تبلور الأول قبل الثاني. وقد لاحظ كارجنلو وزملاؤه حدوث عزل الطور في الواقع، إذا كان نوعا البلورات النانوية مختلفَيْن في الأبعاد. أما النمط الثاني، فهو تشكُّل شبكيات فائقة ثنائية، وهي بِنْيَة بلورية مُعرَّفة جيدًا تتكون من شبكيتين، يشغل فيهما كلا نوعي البلورات النانوية مواضع محددة[4,5] (الشكل-1 ج). وفي الواقع، يمكن اعتبار الترتيب المنظم لجسيمات المواد المُدمجة في هذه الشبكيات الفائقة الثنائية نقيضًا بنيويًّا للترتيب العشوائي لجسيمات المواد المُدمَجة في المحاليل الصلبة، التي ذكرها كارجنلو وزملاؤه.

يمكن أن تكون الطريقة المثلى لفهم العشوائية المرصودة هي البدء في دراسة نموذج يَعتبر البلورات النانوية جسيمات كروية، لا تجذب بعضها في المحلول المعلَّق. وهذه تُعتبر فرضية واقعية، لأن الجسيمات مغطاة بجزيئات عضوية مشابهة لجزيئات مركّب الهكسان المستخدَمة للبدء في محلول البلورات النانوية المعلَّق. وهو ما يعني أن المذيب يعرقل التفاعلات بين جزيئات التغطية لكل بلورتين نانويتين متجاورتين، ويترك التجاذبات الضعيفة فقط بين لب الجسيمات[6]. وإذا كان تجاذب اللب مع اللب الآخر صغيرًا جدًّا، أو مقداره يماثل التجاذب بين بلورات المضيف والبلورات النانوية للذهب، عندها يمكن توقُّع حدوث اختلاط عشوائي، دون عزل، على أن تكون لكلا نوعي البلورات النانوية الأبعاد نفسها. وبرغم ذلك.. لاحظ الباحثون منافسة خفية بين حدوث تموضع عشوائي للجسيمات المُدمجة، وحدوث العزل. ويَعتمد هذا على طول جزيئات التغطية، على سبيل المثال. وهذا يطرح احتمال أن يكون النموذج المذكور أعلاه بسيطًا أكثر مما ينبغي.

لعل أحد العوامل التي تدفع البحث المكثف حول الشبكيات الفائقة للبلورات النانوية إلى الأمام هو إمكانية تصميم مواد ذات خواص بصرية، أو إلكترونية، أو مغناطيسية غير متوفرة حاليًّا، تنشأ من تفاعلات ميكانيكا الكم[7-9]، أو التفاعلات ثنائية القطب[10] بين مكونات كل بِنْية فيها. وجد كارجنلو وزملاؤه أن التوصيل الإلكتروني لمركّب PbSe يزداد بمُعامل 10^6 عندما يفوق تركيز جسيمات

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

الذهب النانوية المُدمجة فيه نسبة 16.5% من العدد الكلي للبلورات النانوية. وبهذا.. يكون عملهم البحثي قد أضاف معلومات جديدة إلى المعرفة المتنامية في هذا المجال، بسبب توضيحهم لأول مرة كيف يمكن لإحلال الجسيمات أن يجعل التحكم في خواص هذه المواد والتلاعب فيها أمرًا ممكنًا. ■

دانيال فانماكلبيرج يعمل في قسم الكيمياء بمعهد ديبي لعلوم المواد النانوية، جامعة أوتريخت، أوتريخت 3584 CC، هولندا.
البريد الإلكتروني: d.vanmaekelbergh@uu.nl

1. Cargnello, M. *et al. Nature* **524,** 450–453 (2015).
2. Murray, C. B., Kagan, C. R. & Bawendi, M. G. *Science* **270,** 1335–1338 (1995).
3. Vanmaekelbergh, D. *Nano Today* **6,** 419–437 (2011).
4. Shevchenko, E. V., Talapin, D. V., Kotov, N. A., O'Brien, S. & Murray, C. B. *Nature* **439,** 55–59 (2006).
5. Kiely, C. J., Fink, J., Brust, M., Bethell, D. & Schiffrin, D. J. *Nature* **396,** 444–446 (1998).
6. Evers, W. H. *et al. Nano Lett.* **10,** 4235–4241 (2010).
7. Schliehe, C. *et al. Science* **329,** 550–553 (2010).
8. Boneschanscher, M. P. *et al. Science* **344,** 1377–1380 (2014).
9. Zolotavin, P. & Guyot-Sionnest, P. *ACS Nano* **6,** 8094–8104 (2012).
10. Talapin, D. V. *MRS Bull.* **37,** 63–71 (2012).

فيزياء الجسيمات

فَحْص المادة، والمادة المضادة بدِقَّة

إن البحث عن الاختلافات في نسبة الشحنة إلى الكتلة في البروتونات، والبروتونات المضادة ـ الذي أُجري بمستويات غير مسبوقة من الدقة ـ يحجِّم من صلاحية تناظرات فيزيائية أساسية.

كلاوس بي. يونجمان

يُعتبر النموذج الأساسي[1] لفيزياء الجسيمات أفضل نظرية فيزيائية لدينا حاليًّا، فقد تم بناؤه على التناظرات، ونستطيع به وَصْف جميع التجارب والملاحظات المتعلقة بالجسيمات دون الذرية المعروفة، لكنه يتضمن حوالي 30 مُتغيِّرًا حُرًّا، ولا يستطيع أن يقدم تفسيراتٍ كاملة. فعلى سبيل المثال.. لا يمكن لهذا النموذج أن يفسر لغز الفيزياء وعلم الكونيات[2]، وهو غياب المادة المضادة في الكون. فعندما أبادت المادة والمادة المضادة، كل منهما الأخرى، بعد الانفجار العظيم، تم كسر أي تناظر مسبق بينهما، وبقيت المادة فقط، لكننا نفتقر إلى تفسير مقنِع لكيفية حدوث ذلك[3]. يمكن للبحث عن الاختلافات الجوهرية بين الجسيمات والجسيمات المضادة أن يقدم جوابًا لتلك المسألة. وفي هذا الصدد.. أجرى أولمر وزملاؤه[4] دراسة مقارنة عالية الدقة لخصائص البروتونات والبروتونات المضادة.

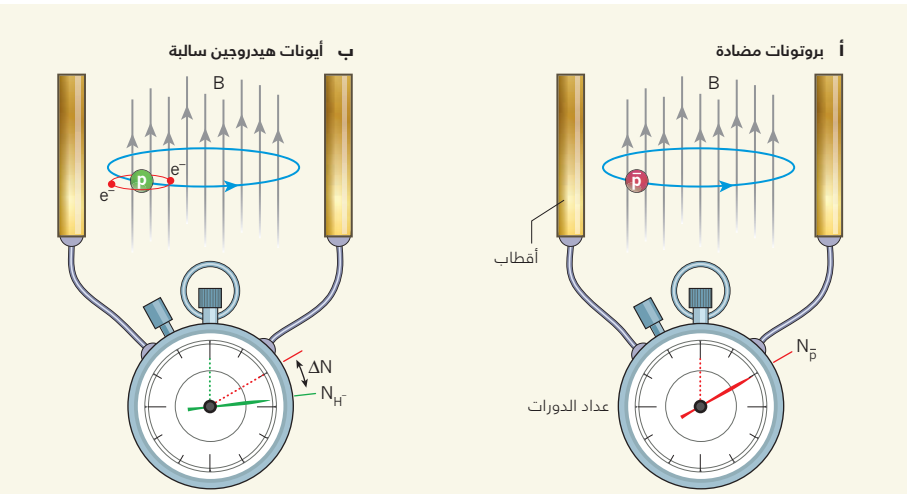
استخدم القائمون على الدراسة ذرات الهيدروجين سالبة الشحنة (التي ـ لأسباب فنية ـ تمثِّل البروتونات)، وبروتونات مضادة فردية تم الحصول عليها من منشأة مبطئ البروتون المضاد في مختبر سيرن (المختبَر الأوروبي لفيزياء الجسيمات، الواقع بالقرب من جنيف بسويسرا). وتم تخزين هذه الأنواع من الجسيمات في جهاز متطور، يُعرف باسم "فخ بينينج"، ويتألف من أقطاب معدنية وُضعت عند جهود كهربائية محددة داخل مجال مغناطيسي قوي ومستقر (الشكل-1). في ذلك الفخ، الذي يبلغ قطره بضعة مليمترات فقط، تبدو حركة الجسيمات المشحونة كهربائيًّا مماثلة لتلك الموجودة في مسرّع مثل مصادم هادرون الكبير الموجود في مختبر سيرن، لكن الطاقات المكتسَبة أقل بحوالي 10^{15} مرة.

إن حركة الجسيم الدائرية في فخ بينينج لها تردُّد مميز (يُعرف باسم تردد السيكلوترون)، يتناسب مع شدة المجال المغناطيسي، ونسبة الشحنة إلى الكتلة في الجسيمات. حدَّد أولمر وزملاؤه نسبة تردد السيكلوترون لكل من البروتون المضاد، وأيون الهيدروجين السالب، وتناوبوا إعادة تدوير الجسيمات الفردية نفسها على فترات تمتد لبضع دقائق بين كل واحدة وأخرى، في التجربة نفسها، ثم كرر الباحثون هذا الإجراء 6,500 مرّة في غضون 35 يومًا، مع فحص دقيق للنتائج؛ لاكتشاف الأخطاء المنهجية. ومن ثم، وجدوا أن نِسَب الشحنة إلى الكتلة في البروتونات والبروتونات المضادة متطابقة بفروق لا تزيد على 69 جزءًا من التريليون.

إن هذه النتيجة أكثر دقة بأربع مرات من القياسات السابقة[5]، وتنعكس على صحة التناظرات الفيزيائية الأساسية، والنظريات التي تم اقتراحها لمعالجة الجوانب غير المفهومة في النموذج الأساسي. ولتلك التناظرات دور مركزي في الفيزياء؛ فالتناظر الكائن في جميع أنحاء الكون هو إشارة إلى فاعلية قانون الحفظ. فعلى سبيل المثال.. ضبْط ساعة ما بفاصل زمني اعتباطي لا يؤثر مطلقًا على أيٍّ من العمليات الفيزيائية، وبالتالي، لا تفنى الطاقة ولا تُستحدث، لكن عندما يُخرق التناظر، أو لا تُحفظ الكمية، فهناك حتمًا كَسْرٌ للتناظر يحدث في تلك اللحظة.

في عملية الاضمحلال النووي (بيتا) ـ على سبيل المثال ـ يتم تحويل النيوترون إلى بروتون، وإلكترون، ونيوترينو مضاد، ولكن ما يظهر هو النيوترينوات المضادة اليمينية فقط. ونتيجة لذلك.. ينبعث الإلكترون في اتجاه معين بالنسبة إلى دوران النيوترون؛ ويُعَدّ عدم التناظر هذا مثالًا على خرق التكافؤ (P)[6]، مما يعني أن اضمحلال (بيتا) لن يمضي بالطريقة نفسها تمامًا في نسخة منعكسة من العالم. وقد لوحظت خروق مماثلة للتناظر في بعض العمليات فقط، تنطوي على قوة نووية ضعيفة، ويمكن أن تظهر إذا تم عكس إشارات الشحنات الكهربائية - "تبادل الشحنة" (C) - أو إذا تغيَّر اتجاه الزمن.. بمعنى "عكس الزمن" (T). ويخرق التناظر أيضًا حين تنكسر تناظرات C وP المجمعة، التي تُسمى "تناظر CP"، حيث يظهر ذلك جليًّا في العمليات الفيزيائية التي تأخذ مسارًا مختلفًا عندما يتم تغيير إشارات الشحنات والاتجاه في الوقت نفسه.

قدَّم عالِم الفيزياء أندريه ساخاروف[7] تفسيرًا لهذا النزوع المرصود للمادة، بناءً على مثل هذا النوع من خرق تناظر CP. ومع ذلك.. لا يمكن لجميع عمليات خرق تناظر CP المعروفة أن تفسر بما يكفي رجحان المادة على



الشكل 1 | حركة الجسيمات، والجسيمات المضادة. استخدم أولمر وزملاؤه[4] جهازًا يُعرف باسم "فخ بينينج"؛ لقياس وتيرة الحركة الدورانية المميزة، في ظل ظروف مماثلة، لكل من (**أ**) بروتون مضاد ($\bar{p}$)، و(**ب**) أيونات هيدروجين سالبة الشحنة (H^-) كبديل للبروتونات، مُمثلة كبروتون (p)، واثنين من الإلكترونات (e^-). ويتحرك الاثنان بشكلٍ دائري في مجال مغناطيسي بقوة B (المُمثل بالأسهم الرمادية)، عموديًّا على اتجاه الحركة. وباستخدام وتيرة الدوران، وهي عدد الدورات ($N_{\bar{p}}$ وN_{H^-}) التي أكملها كل نوع من الجسيمات في كل وحدة زمنية، تم تحديد نسب الشحنة للكتلة لأزواج البروتونات المضادة الفردية، وأيونات الهيدروجين سالبة الشحنة. أما عدد الدورات، فقد تم قياسها من الإشارات المسجَّلة بواسطة أقطاب الفخ. وبعد تصحيح الفرق (ΔN) بين $N_{\bar{p}}$ وN_{H^-})، وذلك لأخذ طاقات الترابط وكتل كل من الإلكترونين في أيونات الهيدروجين سالبة الشحنة في الاعتبار، التي تجعلها مختلفة عن البروتون، وجد الباحثون أن نِسَب الشحنة إلى الكتلة في البروتونات والبروتونات المضادة متطابقة بدقة تبلغ 69 جزءًا لكل تريليون.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

المادة المضادة. وإضافة إلى ذلك.. وعند مستويات الدقة الحالية، لم يتم العثور على أي عملية فيزيائية لانتهاك تجميع تناظرات C، وP، وT، التي تُسمى "تناظر CPT"، والتي تتعلق بالمبادئ الفيزيائية الأساسية. ففي ميكانيكا الكَمّ، على سبيل المثال، يضمن هذا التناظر المجّمع أن يبلغ عدد دورانات الجسيم أرقامًا صحيحة وأرقامًا نصف صحيحة فقط. وينطوي ثبات القوانين الفيزيائية ـ الذي يُعرف باسم (ثابتة لورنتز)، في إطارات متحركة من مختلف المراجع ـ على تناظرات CPT[8,9].

أمّا عالِم الفيزياء آلان كوستيليكي وزملاؤه، فقد رأوا أن انتهاكًا لهذا التناظر قد يقدِّم تفسيرًا بديلًا لفَقْد المادة المضادة[10]. وعلى عكس نموذج ساخاروف، المبنِيّ على اختفاء المادة المضادة في بداية الكون غير المستقر حراريًّا، لا يَشترط نموذج كوستيليكي حدوث ذلك. وفي تناظر CPT، تتطابق الجسيمات والجسيمات المضادة بدقة، باستثناء علامة شحناتها. وتضع قياسات أولمر وزملائه لنِسَب الشحنة إلى الكتلة لكل من البروتون، والبروتون المضاد حدًّا للاختلافات بين خصائص الجسيمات والجسيمات المضادة، كما تقيم فواصل أكثر صرامة على الخرق المحتمَل لتناظر CPT.

إن نِسَب الشحنة إلى الكتلة ـ التي قام الباحثون بقياسها ـ لا تختلف بأكثر من 720 جزءًا في التريليون خلال يوم نجمي واحد، يُقاس نسبةً إلى مواقع النجوم الثابتة، ولا يُقاس نسبةً إلى الشمس. وبالتالي، فإن هذا المستوى من الدقة يَستبعد خرق تناظر CPT، أو (ثابتة لورنتز) ذات الصلة، التي قد تُنسب إلى إطار الإسناد المفضّل، مثل ذلك الذي تقدمه الخلفية الكونية ذات الموجات متناهية الصغر (وهو الإشعاع المتبقي من الانفجار العظيم). وتجب الإشارة إلى أن قياسات تردد السيكلوترون قد أُجريت في مجال الجاذبية الأرضية، ولذلك.. فإن أي اختلاف في الطريقة التي تتفاعل بها البروتونات، والبروتونات المضادة مع الجاذبية سيعدّل ترددات كل منهما[11]. ومع ذلك.. لم يجد الباحثون أي فارق أكبر من 870 جزءًا من المليار. وهذا يعني أن مبدأ التكافؤ الضعيف - الذي ينص على أن جميع الأجسام في مجال جاذبية ما تخضع للتسارع نفسه، بغض النظر عن خصائصها المختلفة - محفوظ عند هذا المستوى من الدقة.

حَسَّنَت تجربة أولمر وزملائه فَهْمنا عن المبادئ الفيزيائية الأساسية، عن طريق فرض حدود مهمة على عديد من العمليات، حيث سلّطت هذه التجربة الضوء على الأبحاث التي تتناول السؤال المحوري الخاص بالتناظر الشائع للمادة، والمادة المضادة، الذي يتناوله الباحثون بطريقة واعدة. وبصرف النظر عن تجارب الباحثين على ثابتة تناظرات CPT، هناك تجارب أخرى[12] بحثت عن خرق لتناظرات CP وT. وفي هذا السياق.. تضمَّن البحث عن تناظرات CP قياسات مماثلة ودقيقة لخصائص الجسيمات، بما في ذلك نُظم البروتونات المضادة، أما الوصول إلى تناظرات T، فقد تضمَّن البحث عن عزوم كهربية دائمة، ثنائية القطب، خاصة بالجسيمات، وبحوث في ارتباطات متغيرات نوى تمرّ باضمحلال بيتا ومنتجات تحللها، مثل النيوترينوات، والإلكترونات، والنوى الوليدة.

إن مثل تلك التجارب عالية الدقة ذات الطاقات المنخفضة تُعَدّ مكملة لعمليات البحث عن أدلة على انتهاكات تناظر أساسية في مصادمات الجسيمات عالية الطاقة. ولا يوجد حتى الآن ما يدل على كَوْن خرق تناظرات CPT، أو CP هو المسؤول عن عدم تناظر المادة، والمادة المضادة، وأي اختلافات ممكنة، كما هو غير معروف حتى الآن بين الجسيمات، والجسيمات المضادة. ولذا.. يتطلع العلماء إلى نتائج محسّنة من التجارب الحماسية عالية الدقة التي تُجرى حاليًّا[3]، وتتضمن البروتون المضاد[13] بالتحديد، مما يواصل طَرْق أحد أكثر الأسئلة إثارة في الفيزياء. ■

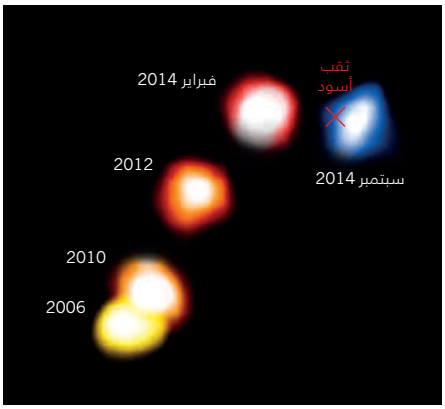
كلاوس بي. يونجمان يعمل في معهد فان سويندرين لفيزياء الجسيمات والجاذبية، جامعة جرونينجن، 9447AA جرونينجن، هولندا.
البريد الإلكتروني: k.h.k.j.jungmann@rug.nl

1. Olive, K. A. *et al. Chinese Phys. C* **38,** 090001 (2014).
2. Dolgov, A. D. *Frascati Phys. Ser.* **XXXVI,** 507–516 (2004).
3. Willmann, L. & Jungmann, K. *Ann. Phys. (Leipz.)* http://dx.doi.org/10.1002/andp.201500008 (2015).
4. Ulmer, S. *et al. Nature* **524,** 196–199 (2015).
5. Gabrielse, G. *et al. Phys. Rev. Lett.* **82,** 3198–3201 (1999).
6. Wu, C. S., Ambler, E., Hayward, R. W., Hoppes, D. D. & Hudson, R. P. *Phys. Rev.* **105,** 1413–1415 (1957).
7. Sakharov, A. D. *JETP Lett.* **5,** 24–27 (1967).
8. Schwinger, J. *Phys. Rev.* **82,** 914–927 (1951).
9. Lüders, G. *Ann. Phys.* **2,** 1–15 (1957).
10. Bertolami, O., Colladay, D., Kostelecký, V. A. & Potting, R. *Phys. Lett. B* **395,** 178–183 (1997).
11. Hughes, R. J. & Holzscheiter, M. H. *Phys. Rev. Lett.* **66,** 854–857 (1991).
12. Blaum, K., Müller, H. & Severijns, N. (eds) *Ann. Phys. (Leipz.)* **525,** A127–A143, 539–737 (2013).
13. Johansson, T., Froehlich, P. & Jonsell, S. (eds) Proc. LEAP 2013 *Hyperfine Interact.* **228,** 1–165 (2014).

فيزياء فلكية

ناجٍ مُريب من ثقب أسود فائق الكتلة

نجت السحابة G2 ـ الموجودة في وسط مجرّتنا ـ من الاصطدام بالثقب الأسود المركزي، كما فشلت في إشعال ثورة في أنشطته؛ تحاول نظرية واعدة تفسير طبيعة تلك السحابة.



ESO/A. ECKART

الشكل 1 | عند مسافات قريبة من "ساجيتاريوس إيه ستار". تظهر سحابة G2 في أوقات مختلفة على مدارٍ أَخَذَها إلى أقرب نقطة من "ساجيتاريوس إيه ستار" - الثقب الأسود فائق الكتلة الموجود في وسط مجرّتنا (الموضَّح في الصورة بعلامة صليب أحمر). وتُبيِّن هذه الأرصاد أن سحابة G2 كانت في طريقها إلى الثقب الأسود منذ عام 2006، حتى بدايات عام 2014 (تشير الألوان المائلة إلى الأحمر إلى أن ذلك الجسم يبتعد عن الراصد). وحدث أدنى اقتراب لها من "ساجيتاريوس إيه ستار" في شهر مايو من عام 2014، بينما تُبيِّن أرصاد شهر سبتمبر من العام نفسه أن الجسم قد نجا من تمزُّقه بالثقب الأسود (يشير اللون الأزرق إلى أن سحابة G2 تقترب منا).

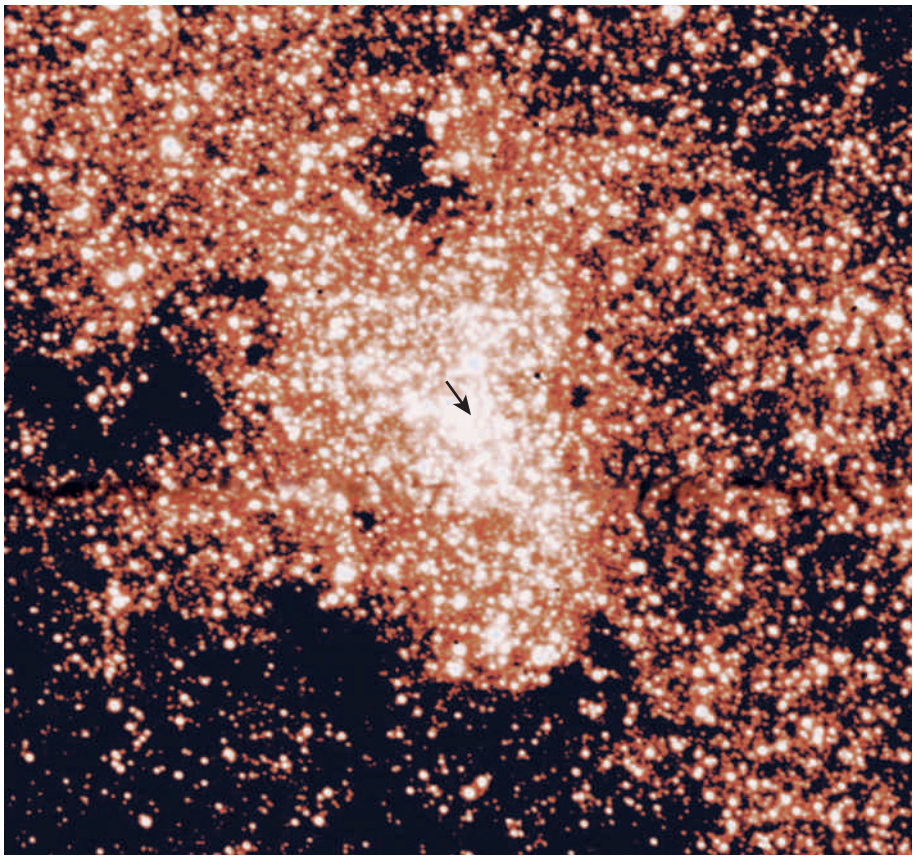
جون بالي

في وسط مجرّة درب التبانة ثقب أسود فائق الكتلة (SMBH)، يعادل وزنه حوالي 3.6 مليون كتلة شمسية. في عام 2012، اكتُشف جسم باهت مغبر، مظهره كالسحب[1]، سُمّي "G2"، وهو يتسارع نحو ذلك الثقب في مدار شاذ، يقترب فيه بشكلٍ متوقَّع؛ ليكون في أقرب مسافة ممكنة من الشمس، وهي تبلغ حوالي 200 ضعف متوسط المسافة بين الأرض والشمس (الشكل 1). وفور التقائه مع الثقب الأسود فائق الكتلة، نجا الجسم من التمزُّق المَدِّي الكامل الذي تُحْدِثه جاذبية الثقب، وهذا يعني أنه مُتَرَاصّ على بعضه، ومتماسك بجاذبيته. فما هي طبيعة هذا الجسم؟ أخفقت عمليات بحث سابقة متنوعة في العثور على أي نجم عملاق عادي أو متطور ضمن السحابة. لذا.. يشير مابيلّي وريبامونتي[2] في كتاباتهما في دورية "أستروفيزيكال جورنال" *Astrophysical Journal* إلى أن الجسم المركزي قد يكون جنينًا كوكبيًّا، قُذف ديناميكيًّا من منظومته الأم، ويقترب حجمه من حجم المسافة بين الأرض والشمس.

تشمل السنوات الضوئية القليلة المركزية في درب التبانة حقلًا نجميًّا كثيفًا يحتوي على أكثر من عشرة ملايين نجم صغير الكتلة (الشكل 2)، في حين أن الحيز المشابه القريب من الشمس يحتوي عادةً على نجم واحد فقط. وفي وسط تلك النجوم القديمة الخافتة، ثمة سرب من النجوم المضيئة الكبيرة التي تكوَّنت خلال العشرة ملايين سنة الماضية[3]، وتحيط بها حلقة من غاز جزيئي، تحتوي تلك الحلقة على كتلة مماثلة لعشرات الألوف من الشموس. وتُشِعّ النجوم اليافعة الساخنة ضوءًا فوق بنفسجي كثيفًا، يؤيِّن منطقة من البلازما الحارة، التي تُسخِّنها أمواج صادمة، تدفعها رياح نجمية شديدة. وفي قلب هذه المنطقة تمامًا، يتوارى الثقب الأسود فائق الكتلة، الذي يُعرف باسم "ساجيتاريوس إيه ستار" Sagittarius A* (المرجع 4).

أدَّى اكتشاف الانزلاق المتهور للسحابة G2 نحو الثقب الأسود المركزي إلى كثير من الإثارة وسط الفلكيين[5]. فقد تنبأت نماذج مدار السحابة تلك بأنها سوف تمر بالقرب من الثقب الأسود في وقت ما خلال فصل الربيع من عام 2014. وحتى نهاية عام 2013، كان ثمة دليل غير

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



A. ECKART *ET AL.* PERS. COMM.

الشكل 2 | مركز المجرّة. تساوي الكثافة الرقمية النجمية في السنوات الضوئية القليلة المركزية في مجرّتنا 10^7 ضعفًا على الأقل من تلك المجاورة للشمس. ويمكن لهذه الكثافة العالية أن تُرى في هذه الصورة عالية الدقة، المصورة بالأشعة تحت الحمراء، القريبة لوسط مجرّتنا، الذي تظهر فيه نجوم يافعة كبيرة الكتلة، ونجوم عملاقة حمراء قديمة. ويشير السهم إلى موقع الثقب الأسود فائق الكتلة، الخاص بالمجرّة، أي "ساجيتاريوس إيه ستار". ويشير مابيلّي، وريباموني[2] إلى أن الجسم G2 يمكن أن يكون كوكبًا أوّليًّا تكَوَّن حديثًا، بعد أن قُذف في السابق من منظومته النجمية الأم، وتموضَع على مدار قرّيه من "ساجيتاريوس إيه ستار".

مؤكد على أن بعضًا من الغاز المدِّي الخارج من السحابة قد مرّ من خلف الثقب الأسود فائق الكتلة، وخرج من الجانب الآخر؛ فهل يبتلع الثقب الأسود ما يكفي من الغاز؛ لإشعال وتيرة مجموعة من أنشطة الانبعاثات؟ وهل يسطع مركز مجرّتنا فجأة عبر طيف الأشعة، بدءًا من الأشعة السينية، حتى أطوال الموجة الإشعاعية، ليشابه خلال فترة وجيزة النوى المجرّية شديدة النشاط (الكوازارات) المقترنة بالثقوب السوداء فائقة الكتلة، الموجودة في بعض المجرّات؟ أظهرت عشرات الأوراق البحثية تنبؤات تتعلق بكل ذلك، كما تنبأت نماذج رقمية[6] لسُحُب على مدارات انزلاقية بأن مقدارًا كبيرًا من الغاز يمكن أن يهوي لولبيًّا في قبضة "ساجيتاريوس إيه ستار"؛ ليُشعل الألعاب النارية.

بعد سنة من الانزلاق، يمكننا في النهاية القول إنه لم تحدث زيادة كبيرة في كتلة هذا الثقب الأسود. ففي شهر مايو من عام 2014، وصل الجسم إلى أقرب نقطة ممكنة من الشمس، لكن لم يتبع ذلك انفجار في "ساجيتاريوس إيه ستار"، الذي استمر وميضه الخافت عند أطوال موجات الأشعة السينية والأشعة القريبة من تحت الحمراء، ولم يلحظه إطلاقًا ذلك الجسم العابر بسرعة آلاف الكيلومترات في الثانية.

إذَن، ما الذي تَسَبَّب في وجود الغاز والغبار المشكِّلَيْن لسحابة G2؟ أحد الاحتمالات المطروحة لإجابة هذا السؤال هو الأجواء المنتفخة المحيطة بالنجم الأحمر العملاق، والنجم الأحمر العملاق الضخم، لكنّ مثل هذه النجوم تسطع، ولا يمكن إيجاد نجم كهذا مقترن بسحابة G2، التي أُشير[8,7] إلى أنها جبهة صدمة ناجمة عن تفاعل متبادَل بين ريح من نجم صغير الكتلة، موجود ضمن السحابة والبلازما الكثيفة الموجودة بالقرب من وسط المجرّة. أما الاحتمالات الأخرى، فتكمن في أن تكون تلك السحابة قرصًا كوكبيًّا أوّليًّا، أو نجمًا مَزَّقَتْه قوى المدّ في أعقاب لقاءات سابقة قريبة مع الثقب الأسود، أو حتى اندماج بين نجمين.

يمكن الآن التوصل إلى بعض الاستنتاجات، متسلحين بإدراك للحقائق، ومزيد من البيانات. فحقيقة أن سحابة G2 نجت من الانزلاق نحو الثقب الأسود فائق الكتلة وخرجت سليمة[10,9] تعني أنها يجب أن تكون مقترنة بجسم متراصّ ومتماسك بجاذبيته، كما ينطوي إصدارها لأشعة تحت حمراء خافتة على أنها أقل سطوعًا من الشمس بحوالي 30 مرة. ونظرًا إلى أن أفضل ظهور لها يكون في نطاق أطوال الموجات بين ميكرومترين، و5 ميكرومترات، فإن الإشعاع المهيمن هو إشعاع الغبار عند درجات حرارة بين 400، و600 كلفن. ومن التفسيرات الجديرة بالاهتمام أنه يمكن لسحابة G2 أن تحتوي على نجم يافع صغير الكتلة، محاط بقرص من الغبار الذي يفقد بعضًا من كتلته، أو أن تُوجد فيها ريح مشابهة لتلك التي تنطلق من نجوم يافعة صغيرة إلى متوسطة الكتلة بالقرب من الشمس[11,10,7].

عُثر في السابق[12] في وسط المجرّة على نجوم يافعة، تنبعث منها أشعة تحت حمراء مفرطة، تشير إلى أنها حديثة جدًا. وتفقد الأقراص المحيطة بالنجوم المضاءة بأشعة فوق بنفسجية بعضًا من الكتلة في عملية تُسمى "قَطْع بالضوء"، ومثال على تلك الأقراص.. الأقراص الموجودة في الضباب الرقيق المجاور الخاص بنطاق الجوزاء[13]، أو تلك المقترنة بنجوم يافعة في وسط المجرّة، على الأرجح. ويمكن للكواكب الأوليّة، أو الأجِنّة الكوكبية، أو الكواكب في مجموعات النجوم الكثيفة، التي يمكن أن تنزعها الجاذبية من النجم الأم عقب الالتقاء مع نجوم أخرى، أن تتحول إلى أجسام ذات كتل دون نجمية، تتجول بِحُرِّيَّة[14].

يمكن لالتقاء أجسام يافعة صغيرة الكتلة ـ من حين إلى آخر ـ مع الثقب الأسود فائق الكتلة في درب التبانة أن يجعلها تسطع بشكل مثير، بينما تمزقها قوى المدّ. لذا.. فإن أحداثًا مثل التلاقي مع سحابة G2 يمكن أن توفر طريقة جديدة لكشف الأجسام صغيرة الكتلة غير المرئية في أحوال أخرى. وينمذِج مابيلّي، وريباموني تأثيرات اضطرابات المدّ والقَطْع بالضوء في السحابة، ويعرضان أن الأجنة الكوكبية اليافعة ذات كتلة توازي حوالي 10 ـ 100 ضِعْف كتلة المشتري، أو الكواكب الأولية التي تضاهي أقطارها المسافة بين الأرض والشمس، يمكن أن تصبح قابلة للاكتشاف، باعتبارها تمثل سحابة G2، بينما تنتزع طبقاتها الخارجية من قِبَل الثقب الأسود فائق الكتلة، وتسخن وتتأيّن عن طريق نطاق الإشعاع المحيط.

وإذا بيَّنت تحليلات أخرى أن سحابة G2 لا تحتوي على نجم، فإن تصوُّر المؤلفين، المنطوي على أنها جنين كوكبي متماسك بجاذبيته الذاتية الضعيفة نسبيًّا، يمكن أن يكون تفسيرًا معقولًا لذلك الجسم الغامض. ويمكن للرصد المستمر لوسط المجرّة بواسطة منشآت معينة ـ مثل مصفوفة أتاكاما الكبيرة الملّيمترية/دون الملّيمترية في شيلي، ومصفوفة جانسكي الكبيرة جدًّا في نيو مكسيكو ـ أن يُتمِّم أرصاد الأشعة تحت الحمراء، وأن يُخبرنا بتكوُّن[15] نجوم صغيرة الكتلة، ومنظومات كوكبية أيضًا في البيئات المتطرفة، مثل تلك الموجودة في قلب مجرّتنا. ■

جون بالي يعمل في قسم الفيزياء الفلكية وعلوم الكواكب بجامعة كولورادو، بولدر، كولورادو 80389، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: john.bally@colorado.edu

1. Gillessen, S. *et al. Nature* **481,** 51–54 (2012).
2. Mapelli, M. & Ripamonti, E. *Astrophys. J.* **806,** 197 (2015).
3. Lu, J. R. *et al. Astrophys. J.* **764,** 155 (2013).
4. Liu, H. B. *et al. Astrophys. J.* **756,** 195 (2012).
5. Morris, M. *Nature* **481,** 32–33 (2012).
6. Schartmann, M. *et al. Astrophys. J.* **755,** 155 (2012).
7. Scoville, N. & Burkert, A. *Astrophys. J.* **768,** 108 (2013).
8. Ballone, A. *et al. Astrophys. J.* **776,** 13 (2013).
9. Zajacek, M., Eckart, A., Peissker, F., Karssen, G. D. & Karas, V. Preprint at http://arxiv.org/abs/1507.00237 (2015).
10. Valencia-S., M. *et al. Astrophys. J.* **800,** 125 (2015).
11. Murray-Clay, R. A. & Loeb, A. *Nature Commun.* **3,** 1049 (2012).
12. Eckart, A. *et al. Astron. Astrophys.* **551,** A18 (2013).
13. Bally, J., O'Dell, C. R. & McCaughrean, M. J. *Astron. J.* **119,** 2919 (2000).
14. Wang, L., Kouwenhoven, M. B. N., Zheng, X., Church, R. P. & Davies, M. B. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **449,** 3543 (2015).
15. Yusef-Zadeh, F. *et al. Astrophys. J.* **801,** L26 (2015).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

علم الأحياء التجديدي

الحفاظ على كتلة الكبد

تم اكتشاف مجموعة من خلايا الكبد، تسهم في المحافظة على كتلة الكبد في الفئران يومًا بعد يوم. يتم دعم وتفعيل هذه الخلايا عن طريق إشارات من وريد مجاوِر.

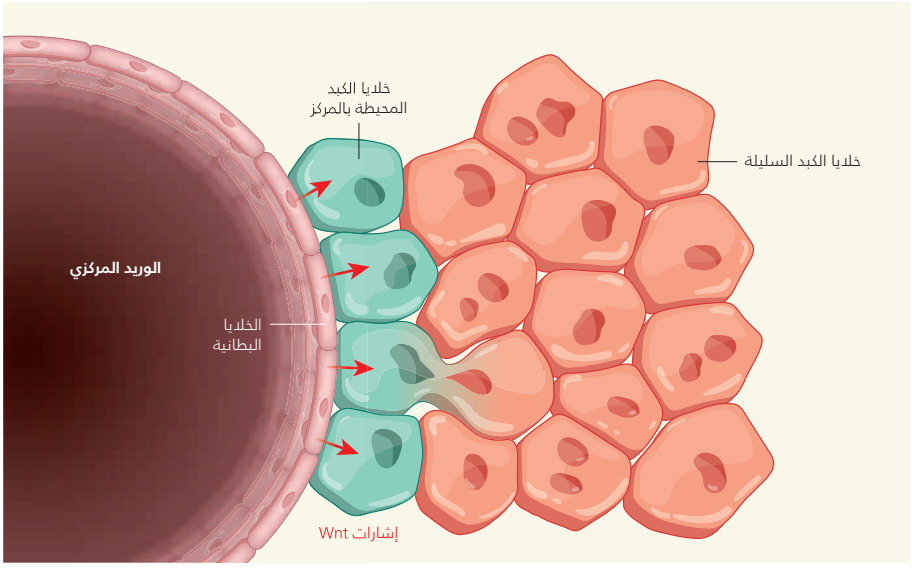
كينيث زاريت

يتمتع الكبد بقدرة ملحوظة على التجدد. وقد ركزت دراسات عديدة على قدرة أنواع مختلفة من الخلايا على تجديد كل من الكبد، والقنوات الصفراوية، بعد حدوث أي ضرر بها[1]، إلا أن آليّة التجدد الذاتي للكبد عند موت الخلايا بشكل طبيعي ما زالت غير واضحة. يضمن هذا التجديد الاتزاني أن يحتفظ الكبد بكتلة مناسبة، مما يُعَدّ أمرًا أساسيًّا للحفاظ على الصحة. ويسلط وانج و زملاؤه[2] الضوء على هذه القضية، عن طريق التركيز على مجموعة من الخلايا، لم تُولَ أهمية خاصة سابقًا، قادرة على التجديد الذاتي في كبد الفئران السليمة. ويبدو أن خلايا الكبد نفسها قد تعمل عمل "الخلايا الجذعية" في الحالة الاتزانية عندما تكون موجودة في منطقة معينة من الكبد.

بعد تناول الطعام، تقوم الأمعاء بامتصاص العناصر الغذائية وأيّ سموم قد تم تناولها، ثم يتم نقلها إلى مجرى الدم، ثم إلى الكبد مباشرة، بغرض إجراء معالجة التمثيل الغذائي. تتحكم خلايا الكبد في عملية التمثيل الغذائي، وتكون بمثابة خط الدفاع الأول ضد السموم، إلا أن خلايا الكبد يمكن أن تصاب بالتلف أثناء أداء واجبها، ويُعتبر تلف الكبد المزمن مشكلة صحية أساسية في جميع أنحاء العالم. ولذلك.. حظي موضوع تحديد مجموعات الخلايا المسؤولة عن إصلاح التلف في الكبد باهتمام بحثي مكثف.

عند النظر إلى الأوعية الدموية في الكبد، نجد أن الدم الغني بالعناصر الغذائية ينتقل من الأمعاء عن طريق الوريد البابي، حتى يصل إلى منطقة بوابة الكبد، التي تضم أيضًا القنوات الصفراوية، والشريان الكبدي، ثم يمر الدم عبر الجيوب الموجودة في كتلة الكبد، حيث يتعرض إلى خلايا الكبد، من أجل إجراء عملية التمثيل الغذائي وتبادل السموم، ثم يتجمع الدم في الوريد المركزي. وبالتالي، تتعرض منطقة بوابة الكبد إلى كمية أكبر من السموم، مقارنةً بالمنطقة المركزية. وفي الواقع، تستجيب خلايا الكبد حول الأوعية البابية لمعظم أشكال تلف الكبد[3-5]، ويمكن أن تسهم أيضًا في تجديد الخلايا في الحالة الاتزانية[1,3].

ومع ذلك.. يشير تشريح الكبد إلى أن المنطقة المركزية قد تشكل خزانًا من الخلايا التي تتمتع بحماية أكبر، وربما يكون موقعًا مفضلًا للخلايا المسؤولة عن التجديد الذاتي الاتزاني. ومن المعروف أن خلايا الكبد في المنطقة المحيطة بالمركز، والمجاورة للوريد المركزي، تنقسم بشكل أسرع قليلًا من خلايا الكبد الأخرى في الظروف العادية[6]، كما أنها أيضًا مجموعة خلايا الكبد الوحيدة التي تعبِّر عن جينات يتم تفعيلها من خلال "مسار إشارات Wnt"[7,8]. وقد استخدم وانج وزملاؤه التقنيات الوراثية في الفئران، لتمييز الخلايا التي تعبِّر عن جينات مستجيبة لمسار إشارات Wnt، بحيث تكون هذه الخلايا وسلالتها التالية متألقة وواضحة، ثم قاموا بتتبُّع خط سلالة الخلايا المتألقة. وأظهرت النتائج أن خلايا الكبد المحيطة بالمركز تتجدد ذاتيًّا، بحيث تبقى قريبة من الوريد المركزي، ولا يتم استبدالها عادة بخلايا الكبد الأخرى. ومع مرور الوقت، تولد هذه الخلايا نسلًا



الشكل 1 | مساهم في تجديد الكبد اليومي. ترسل الخلايا البطانية المبطِّنة للوريد المركزي للكبد إشارات Wnt، تحفز على التعبير عن الجينات المستجيبة لإشارات Wnt في خلايا الكبد المجاورة المحيطة بالمركز. سجَّل وانج و زملاؤه[2] أن هذه الإشارات أيضًا تحفِّز تكاثر خلايا الكبد المحيطة بالمركز، حيث تولد هذه الخلايا سلالة من الخلايا، موجودة بعيدًا عن مجال وصول إشارات Wnt، وتتكاثر بشكل أبطأ من الخلايا الأصلية (بعض الخلايا السليلة تحتوي على أكثر من نواة واحدة). وبهذه الطريقة تسهم خلايا الكبد المحيطة بالمركز في الحفاظ على كتلة الكبد.

خمسون عامًا مضت

مِن المحتمَل ألّا يقدِّر الفوارق الدقيقة في خطاب السيد سيريل هنشلوود غير أولئك المعنيين بالبحث العلمي، ولكن الصورة التي رسمها للعالِم كعامل مبدع يحتاج إلى حرية التعبير، وظروف عمل ملائمة، وكذلك فَهْم ما إذا كان عمله فعّالًا بما فيه الكفاية، تُعَدّ صورة مفهومة لأي إنسان عادي.. فهي ليست صورة لعالِم يعمل ويعيش في "برج عاجي"، أو حتى مثل وصف تومسون لنيوتن.. "ينطلق وحيدًا في بحر الأبدية مترامي الأطراف"، ولكنها في الغالب صورة لبَحّار سعيد في بِحار غريبة من الأفكار، يعمل في مؤسسة مع آخرين تدرَّبوا في التخصص نفسه، أو العديد من التخصصات الأخرى.

من دورية *Nature*، 4 سبتمبر 1965

مئة عام مضت

في خطابه الرئاسي الذي قدَّمه في رابطة المتاحف في سان فرانسيسكو، قدَّم الدكتور فرينجتون ملخصًا بارعًا لنشأة وتطور متاحف التاريخ الطبيعي. وينبغي أن يُقرأ هذا الملخص على نطاق واسع في هذا البلد. ولا بد من توجيه النظر إلى الخطر الذي يهدد هذه المؤسسات في المستقبل القريب، خاصة فيما يتعلق بسياسة التقشف الوطني، وهي سياسة في طور التكوين. فهناك خطر من إمكانية استخدام أداة التشذيب بقسوة مفرطة، وبالتالي إلحاق الضرر المادي. وعلى الإصلاحيين المتحمسين عامة أن يُراقِبوا بعناية، حيث أظهرت الخبرة المكتسبة أن حاسة التقدير النسبي ليست من بين صفاتهم عادةً. كما عَلَّق بأن المتاحف لا تزال تُعتبر أحد مظاهر الترف، ولكنه لم يترك مجالًا للشك في الدور بالغ الأهمية الذي تلعبه المتاحف الحديثة، والذي يتوجب عليها أن تستمر فيه بقوة متزايدة في حياتنا الوطنية.

من دورية *Nature*، 2سبتمبر 1915

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

من الخلايا خارج المنطقة المحيطة بالمركز، يستطيع تجديد ما يصل إلى 40% من كتلة الكبد في ظل الظروف الطبيعية (الشكل-1). وتقود هذه النتائج إلى السؤال التالي: بماذا تختلف خلايا الكبد المحيطة بالمركز عن خلايا الكبد أخرى؟ وهل تعتمد هذه الاختلافات على القرب من الوريد المركزي؟ واتساقًا مع ذلك.. فمِن المُسَلَّم به الآن أن هوية الخلايا الجذعية قد تعتمد على الإشارات التي تتلقاها من بيئتها المحلية[9,10].

تحمل خلايا الثدييات عادةً نسختين من كل كروموسوم، ولكن معظم خلايا الكبد تحمل عدة نسخ من متمِّمات الكروموسوم الطبيعية، كما أنها تظهِر عدم توازن كروموسومي عند الانقسام، وهو ما يجعلها من المرشحين الأقل فرصةً لتمثيل مجموعة الخلايا التي تجدد الكبد[11]. وقد لاحظ وانج وزملاؤه أن العديد من خلايا الكبد القريبة من المنطقة المحيطة بالمركز يحتوي على متمِّمة كروموسوم طبيعية، ويبدو ذلك أكثر ملاءمةً لنَسْخ الجينوم الخاص بها بدقة عند الانقسام. وأخيرًا، وجد الباحثون أن إشارات Wnt الصادرة من الخلايا البِطَانية، التي تشكل الوريد المركزي، ضرورية للحفاظ على تكاثر خلايا الكبد المحيطة بالمركز، وبالتالي الحفاظ على وظيفتها في تجديد خلايا الكبد.

إن اكتشاف أن خلايا الكبد المحيطة بالمركز وخلايا الكبد الأخرى تسهم في اتزان الكبد، يفتح العديد من السبل لأبحاث جديدة. فعلى سبيل المثال.. الإسهام النسبي لكل من هذين النوعين من الخلايا في التجديد الاتزاني لا يزال غير معروف. كما أن دور خلايا الكبد المحيطة بالمركز في إعادة تجديد خلايا الكبد التالفة غير الموجودة حول الأوعية البابية لا يزال أمرًا قيد البحث. والسؤال المطروح هنا: هل يمكن أن يؤدي الفهم الأفضل للخلايا إلى تعزيز التجديد الذاتي؟ إن تعديل مسار إشارات Wnt في الجسم الحي قد يقدم نتائج مفيدة في هذا المجال، مثلما اتضح في نمو عضيّات الكبد في المختبر[12].

ربما يكون التساؤل الأهم هو عمّا إذا كانت خلايا الكبد المحيطة بالمركز تتصرف كخلايا جذعية تعتمد على بيئتها المحيطة[9,10]، أم لا، بمعنى معرفة ما إذا كان بإمكان أي خلية كبدية في المنطقة المحيطة بالمركز، وواقعة تحت تأثير إشارات Wnt البطانية، أن تستجيب لهذه الاشارات؛ وتنقسم بشكل أسرع مثل الخلايا الأصلية المحيطة بالمركز، أم لا. يمكن أن يتم هذا الاختبار الحاسم عن طريق إزالة الخلايا المحيطة بالمركز، وهذا ـ على سبيل المثال ـ باستخدام الحث المؤقت لسم الخناق، وتحديد ما إذا كانت الخلايا الكبدية الأخرى تأخذ دور الخلايا التي تمت إزالتها، أم لا. وإذا استطعنا أن نثبت أن أي خلية كبدية ـ أو على الأقل أي خلية كبدية تحتوي على متمِّمة كروموسوم طبيعية ـ عند وضعها في المنطقة المحيطة بالمركز، أو تعريضها لإشارات Wnt الصحيحة، يمكنها أن تُحفَّز وتَنشَّط لتصبح خلية أكثر كفاءة في الحفاظ على اتزان الكبد، فإن هذا الاثبات قد يكون له تأثير إيجابي في علاج أمراض الكبد المزمنة.

ويمكن القول إن جميع خلايا الكبد تقريبًا، بغض النظر عن مكانها في الكبد، يمكن أن تتجدد ذاتيًّا وتسهم في اتزان الكبد[1,3]. وبالتالي، قد لا يكون من الأنسب البحث عن مجموعة الخلايا التي تعمل كخلايا جذعية حقيقية مسؤولة عن الاتزان، وإنما السؤال الأهم، والأكثر صلة هو عمّا إذا كانت بعض خلايا الكبد أفضل من غيرها في التجديد الذاتي، أم لا.

من المثير للاهتمام أن الباحثين وجدوا أن خلايا الكبد المحيطة بالمركز هي الخلايا الكبدية الوحيدة التي تعبِّر عن عامل النسخ Tbx3، وهو عامل النسخ المحوري في تطوير الأرومة الكبدية[13]، والمواد الأولية لخلايا الكبد، وخلايا القناة الصفراوية، في المراحل المبكرة لتطوُّر الجنين. كما أن بعث الإشارات المباشر من الخلايا البِطَانية المجاورة ينشط نمو الأرومة الكبدية الجنينية[14]. وهكذا.. تعيش خلايا الكبد المحيطة بالمركز في بيئة تتقاسم خصائصها مع بيئة تطوُّر الكبد الجنيني، إلا أن الأرومة الكبدية تُعتبر ثنائية القدرة، في حين يبدو أن خلايا الكبد المحيطة بالمركز تولد خلايا الكبد فقط، مما يشير إلى وجود اختلافات في الشبكات التي تنظِّم هذه الأنواع من الخلايا. إنّ فَهْم أوجه الشبه والاختلاف بين خلايا الكبد المحيطة بالمركز، والأرومة الكبدية، وكذلك بين خلايا الكبد المحيطة بالمركز، وخلايا الكبد الأخرى، من المؤكد أنه سيقدم معلومات حاسمة في مجالات أبحاث تجديد الكبد. ■

كينيث زاريت يعمل في معهد الطب التجديدي في قسم الخلايا والبيولوجيا التطورية بمدرسة بيرلمان للطب في جامعة بنسلفانيا، فيلادلفيا، بنسلفانيا 19104، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: zaret@mail.med.upenn.edu

1. Miyajima, A., Tanaka, M. & Itoh, T. *Cell Stem Cell* **14,** 561–574 (2014).
2. Wang, B., Zhao, L., Fish, M., Logan, C. Y. & Nusse, R. *Nature* **524,** 180–185 (2015).
3. Malato, Y. *J. Clin. Invest.* **121,** 4850–4860 (2011).
4. Tarlow, B. D. *et al. Cell Stem Cell* **15,** 605–618 (2014).
5. Yanger, K. *et al. Cell Stem Cell* **15,** 340–349 (2014).
6. Magami, Y. *et al. Liver* **22,** 419–425 (2002).
7. Benhamouche, S. *et al. Dev. Cell* **10,** 759–770 (2006).
8. Yang, J. *et al. Hepatology* **60,** 964–976 (2014).
9. Rompolas, P., Mesa, K. R. & Greco, V. *Nature* **502,** 513–518 (2013).
10. Sheng, X. R., Brawley, C. M. & Matunis, E. L. *Cell Stem Cell* **5,** 191–203 (2009).
11. Duncan, A. W. *et al. Nature* **467,** 707–710 (2010).
12. Huch, M. *et al. Nature* **494,** 247–250 (2013).
13. Suzuki, A., Sekiya, S., Büscher, D., Izpisúa Belmonte, J. C. & Taniguchi, H. *Development* **135,** 1589–1595 (2008).
14. Matsumoto, K., Yoshitomi, H., Rossant, J. & Zaret, K. S. *Science* **294,** 559–563 (2001).

علم الأحياء البنيوية

دهون تلعب الجمباز

تكشِف البِنَى البلورية للبروتين البكتيري "PglK" عن خصائص هيكلية، تبين كيف يتمكن من "قلب" جزيئات السكريات المركبة ـ المرتبطة بالدهون ـ من ناحية من الغشاء إلى الأخرى.

أليس فيرشير، وأنانت كيه. مينون

غالباً ما تُزَيَّن البروتينات الموجودة على سطح الخلية، وتلك المُفرزة، بسلاسل من السكريات المركبة. وفي بعض أنماط عملية ارتباط تلك السكريات بالبروتينات، تتجمع السكريات المركبة أولًا على جزيء دهني ناقل، قبل نقلها كتلة واحدة إلى البروتينات. وفي هذه المرحلة تُسمى بالسكريات المركّبة المرتبطة بالدهون (LLO)، أو سكريات الدهون، التي تبدأ عملية تصنيعها على الجانب الخارجي لأغشية العضيات الموجودة داخل الخلية، بينما يتم ربطها بالبروتينات لاحقًا على الجانب الآخر؛ أي أنه يجب نقلها عبر الغشاء، أو "قلبها" للجانب الآخر. وفي هذا الصدد، يكشف بيريز وزملاؤه[1] كيف ينجز البروتين البكتيري "فليبيز" هذه العملية المدهشة.

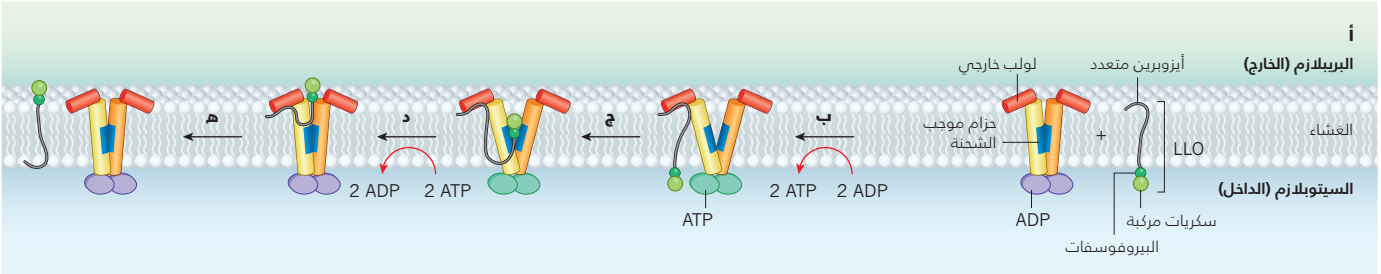
الجدير بالذكر أن عملية ارتباط السكريات بالدهون تلك تتم في جميع الكائنات الحية[2]. تتكون البروتينات السكرية "*N*-glycoproteins" ـ التي تَنْتُج عن ارتباط السكريات المركبة بالحمض الأميني أسباراجين ـ في "الشبكة الإندوبلازمية" في حقيقيات النواة، وفي المساحة ما بين أغشية الخلية الداخلية والخارجية في البكتيريا - periplasm. وعلى الرغم من أن هذه الكائنات تَستخدِم مسارات مختلفة لتصنيع هذه البروتينات، إلا أنها تشترك في سِمَتين مميّزتين: أولًا، يتم تصنيع وسيط سكريات الدهون من وحدات سكرية، ونوع غير عادي من الدهون، مؤلَّف من سلسلة طويلة جدًّا ومرنة للغاية[3] من وحدات متعددة من الأيزوبرين. ثانيًا، ينبغي أن تنقلب سكريات الدهون إلى الجانب الآخر من الغشاء.

ولأن تلك العملية تستهلك طاقة عالية، افتُرض منذ زمن أن الأمر يقع على عاتق بروتينات خاصة ممتدة عبر الغشاء، تُسمى "فليبيزات" flippases. في حقيقيات النواة، يتم نقل سكريات الدهون عبر غشاء الشبكة الإندوبلازمية، دون الحاجة إلى مركّب الطاقة أدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP)[4,5]، لكن لم يتم الكشف عن بروتين ناقل حتى الآن[6]. وعلى النقيض.. في البكتيريا، تم اقتراح[7] استخدام بروتين الغشاء المسمّى "PglK" للطاقة الناتجة عن تحلُّل أدينوزين ثلاثي الفوسفات، من أجل نقل سكريات الدهون من الجانب المواجِه للسيتوبلازم من الغشاء إلى الجانب المواجِه للمساحة الواقعة بين أغشية الخلية البكتيرية.

يقدم بيريز وزملاؤه دليلًا قاطعًا على أن بروتين PglK هو أحد بروتينات فليبيز. فمن خلال دمْج بروتينات PglK مع حويصلات الدهون المحتوية على وسيط سكريات الدهون، المسمّى "tLLO"، عَرَضَ المؤلفون عملية قلب الوسيط من خارج غشاء الحويصلات إلى داخلها، التي تعتمد على أدينوزين ثلاثي الفوسفات وبروتين PglK، باعتبارها تحاكي عملية الانتقال من السيتوبلازم إلى المساحة بين أغشية الخلية.

يوضح المؤلفون أيضًا أن عملية القلب تلك لا تحدث في حال تعطيل قدرة بروتين PglK على تحليل جزيئات أدينوزين ثلاثي الفوسفات، وهو ما قد يحدث إذا ما غابت الركيزة الطبيعية المحفّزة للبروتين، فهو لا يختلف في ذلك عن ما يُعرف عن البروتينات المنتمية إلى أسرة ناقلات ABC. وتبعًا لذلك.. فهم يشيرون إلى أن سكريات الدهون هي المحفز

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



الشكل 1 | الآليّة المقترحة لعمل بروتين فليبيز PglK. أ، بروتين PglK هو بروتين مثنوي متجانس، يمتد بعرض الغشاء بين المنطقة المواجِهة للسيتوبلازم، ومنطقة ما بين أغلفة الخلية البكتيرية، وهو المسؤول عن قلب سكريات الدهون (LLO)، التي تتكون من سكريات مركّبة مرتبطة بذيل من الأيزوبرين المتعدد، عن طريق جزيء بيروفوسفات مشحون سلبًا. يقدم بيريز وزملاؤه[1] بِنًى بلورية لبروتين PglK، تبيِّن أن كل جزيء أحادي له موقع ربط بجزيء أدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP؛ وهي عملة الطاقة الخلوية)، أو الشكل المتحلل منه ـ أدينوزين ثنائي الفوسفات (ADP) ـ إضافة إلى حزام من الأحماض الأمينية موجبة الشحنة، ولولب خارجي على الجانب الخارجي. تبدأ دورة القلب بالمركب المثنوي في الشكل الخارجي المغلق، ورأس سكريات الدهون على الجانب الداخلي (السيتوبلازمي). **ب،** يرتبط الذيل المكون من الأيزوبرن المتعدد الخاص بسكريات الدهون بمنطقة معينة في بروتين PglK، تتضمن اللولب الخارجي؛ مما يعزز تحول أدينوزين ثنائي الفوسفات المرتبط إلى أدينوزين ثلاثي الفوسفات، مؤديًا إلى حالة البروتين المفتوحة للخارج. **جـ،** ومن ثم يدخل الرأس المكون من السكر المركّب المرتبط بالبيروفوسفات إلى التجويف المشابه في شكل حرف "V"، مجذوبًا بالشحنة الموجبة في البطانة. **د،** عند تحلل أدينوزين ثلاثي الفوسفات، يتحول بروتين PglK إلى الشكل الخارجي المغلق، مما يدفع برأس سكريات الدهون إلى خارج الغشاء. **هـ،** ومن ثم ينفصل ذيل سكريات الدهون من بروتين PglK ليمتد إلى جانب الغشاء المواجه للسيتوبلازم، بحيث تتموضع سكريات الدهون في الاتجاه المعاكس لما كانت عليه في بداية الدورة.

لإنزيم تحلُّل أدينوزين ثلاثي الفوسفات، الخاص ببروتين PglK، مما يعزز فكرة أن هذه السكريات تمثل ركائز بروتين PglK الطبيعية.

قدَّم المؤلفون كذلك ثلاث بِنًى بلورية لبروتين PglK؛ اثنتان منهما تمثلان شكل البروتين، دون الارتباط بجزيئات أدينوزين ثلاثي الفوسفات، أو الشكل المتحلل منه "أدينوزين ثنائي الفوسفات (ADP)". وتَظْهَر هذه البِنَى على شكل حرف "V"، مع الناحية المفتوحة منه، مواجِهةً للسيتوبلازم، وهو الشكل المشابه لما ذُكر في السابق عن ناقلات ABC أخرى. ومن المقترَح[8] أن هذا التجويف هو بمثابة جيب لارتباط الركيزة. ورغم ذلك.. من غير المحتمل أن توجد هذه البنى بهذا الشكل في الأوضاع الفسيولوجية الطبيعية، حيث إن هناك وفرة من جزيئات أدينوزين ثلاثي وثنائي الفوسفات في السيتوبلازم. وبالفعل، أوضح المؤلفون أن إحداث طفرات في بروتين PglK؛ للحدّ من حجم التجويف، لم يكن له تأثير على عملية قلب سكريات الدهون، أو نشاط إنزيم تحلُّل أدينوزين ثلاثي الفوسفات الخاص بالبروتين، مما يدل على أن هذا التجويف ليس له دور في ارتباط الركيزة. أما البنية الثالثة المذكورة، المرتبط بها أدينوزين ثنائي الفوسفات، فهي تَظْهَر على شكل حرف "V"، مواجهًا للخارج في الاتجاه العكسي، متميز بشكل وسيط بين البِنَى المفتوحة تمامًا، والمغلقة تمامًا، التي وُجدت في ناقلات ABC الأخرى.

تكشِف هذه البنى أيضًا عن سمتين غريبتين: الأولى، هي وجود لولب (ألفا) قصير، موازٍ للغشاء على كل جزيء أحادي من بروتين PglK، وتكوِّن هذه اللوالب مع مناطق محددة من الغشاء تجويفات كارِهة للماء. ويبيِّن الباحثون أن تحوير هذه اللوالب يقلل من معدلات تقليب سكريات الدهون بشدة، ويمنع تحفيز نشاط إنزيم تحلُّل أدينوزين ثلاثي الفوسفات الخاص بالبروتين عن طريق سكريات الدهون. والسمة الثانية هي وجود حزام من الأحماض الأمينية موجبة الشحنة في البطانة الداخلية للتجويف المواجِه للخارج، ويمكن لهذه المنطقة أن تتفاعل مع رابط البيروفوسفات المشحون بالسالب، الموجود في الكتلة الرأسية لسكريات الدهون. وقد تَبيَّن أن بروتين PglK الطافر والفاقد لهذا الحزام لا يملك قدرات بروتينات "فليبيز"، ولا تستطيع سكريات الدهون تحفيز إنزيم تحلُّل أدينوزين ثلاثي الفوسفات المصاحب له.

يَستخدِم المؤلفون تلك السمات الهيكلية؛ لاقتراح آلية لقلب سكريات الدهون (الشكل 1). يدخل ذيل الهيكل المكوَّن من وحدات الأيزوبرين المتعددة في التجويف الكاره للماء، الذي تخلقه اللوالب الخارجية، في حين أن كتلة السكريات المركبة الرأسية تدخل في التجويف المواجِه للخارج في البروتين المرتبط بأدينوزين ثلاثي الفوسفات، لتتفاعل مع حزام الشحنات الموجبة. ومع تحلُّل أدينوزين ثلاثي الفوسفات إلى أدينوزين ثنائي الفوسفات، يتحول البروتين إلى الشكل المنغلق؛ فينغلق شكل حرف "V" السابق، دافعًا الكتلة الرأسية إلى الخارج، مما يمنع إعادة دخول الجزيء.

يوحي هذا النموذج بأن هيئة بروتين PglK المواجِهة للداخل لا تلعب أي دور في عملية النقل، وهو خروج عن الآليّة المقترَحة[9] لإنزيم فليبيز البكتيري "MsbA"، حيث يدخل الجزيء الدهني بشكل كامل في التجويف المواجِه للداخل في الخطوة الأولى من عملية النقل. يشير النموذج أيضًا إلى أن رابط البيروفوسفات، وليس السكريات المركبة، هو السمة الهيكلية الأساسية للكتلة الرأسية في سكريات الدهون، وهو ما يتسق مع عدم انتقاء بروتين PglK لسكريات الدهون التي يمكنه قلبها. وإضافة إلى ذلك.. تعتمد الآلية على مرونة ذيل سكريات الدهون، المكوَّن من وحدات الأيزوبرين المتعددة، الذي يمتد عبر الغشاء في بداية عملية النقل، ويلتف بشكل كامل، بحيث يصبح الرأس والذيل في النهاية على الجانب ذاته من الغشاء.

وكما هو الحال مع أي فِكْر مبتكَر، فإن ما أشار إليه بيريز وزملاؤه يثير التفكير. فعلى الرغم من أن بيانات المؤلفين حول أنواع بروتين PglK ذات اللوالب الخارجية الطافرة تشير إلى أن هذه المنطقة تربط الذيل، إلا أنه لا يوجد أي دليل مباشر على ذلك، وليس واضحًا كيف يخرج الذيل من هذه التجويفات، بعد انتهاء عملية القلب. وإضافة إلى ذلك.. فوجود لولب خارجي واحد على كل جزيء أحادي من بروتين PglK يشير إلى أنه قد يربط جزيئين من سكريات الدهون في الوقت نفسه. ويدعم هذا الاحتمال التحفيز التضافري لنشاط إنزيم تحلُّل أدينوزين ثلاثي الفوسفات الخاص بالبروتين عن طريق سكريات الدهون، لكن هذه الفرضية لا تزال تحتاج إلى تأكيد.

هناك سؤال مهم آخر يطرح نفسه، هو: كيف يمكن للكتلة الرأسية المكوَّنة من البيروفوسفوريل المرتبط بسكريات الدهون دخول التجويف المواجِه للخارج؟ فلا بد لذلك أن يحدث من خلال فجوة، دائمة أو عابرة، بالقرب من جانب بروتين PglK المواجِه للسيتوبلازم، لكن ما زال هذا غير واضح في البنية المطروحة. فهل يمكن أن تسمح الهياكل العابرة المواجهة للداخل بدخول مبدئي للكتلة الرأسية؟ وحتى لو كان هذا هو الحال، لا بد للهياكل المواجِهة للخارج أن تظل محتوية على فتحة تسمح بدخول الذيل الدهني. كل هذه التساؤلات يمكن أن تحل فقط من خلال الحصول على هياكل بروتين PglK المرتبطة بسكريات الدهون.

وعلى الرغم من أن الكثير من التفاصيل المتعلقة بآليّة عمل بروتين PglK المقترحة لا تزال قيد الدراسة، إلا أنه من المثير للاهتمام تأمل عموميّتها. إن الحاجة إلى جزيء دهني طويل ومرن قد تجعل آليّة عمل بروتين PglK مقتصرة على ناقلي سكريات الدهون فقط. فعلى سبيل المثال.. يعمل إنزيم MsbA في الغالب بآليّة مختلفة[9]، حيث إن الجزيء الذي يقلبه هذا البروتين ـ الجزئ الدهني A ـ يحتوي فقط على النوع المعتاد من سلاسل أسيل الدهنية[10]. من المهم أيضًا الالتفات إلى بروتينات سكرامبليز، الناقلة لسكريات الدهون، والضرورية لعملية ارتباط السكريات بالبروتينات في الشبكة الإندوبلازمية في الخلايا حقيقية النواة، وتصنيع جدار الخلية البكتيرية[5]. إن نقل سكريات الدهون في هذه الحالات ثنائي الاتجاه، ولا يعتمد على أدينوزين ثلاثي الفوسفات. وقياسًا على دور اللوالب الخارجية، المقترَح في بروتين PglK، يمكن لأحد المعالم السطحية لمقطع الغشاء الخاص ببروتين سكرامبليز أن يمثل نقطة ارتباط للذيل المكوَّن من الأيزوبرين المتعدد. وقد تتكون منطقة الارتباط تلك من مثل هذه المعالم الموجودة في الكثير من البروتينات المشارِكة في عملية ارتباط السكريات بالبروتينات[11]. ■

أليس فيرشير، و**أنانت كيه. مينون** يعملان في قسم الكيمياء الحيوية، كلية ويل كورنيل للطب، نيويورك، نيويورك 10065، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: akm2003@med.cornell.edu

1. Perez, C. *et al. Nature* **524,** 433–438 (2015).
2. Larkin, A. & Imperiali, B. *Biochemistry* **50,** 4411–4426 (2011).
3. Kern, N. R. *et al. Biophys. J.* **107,** 1885–1895 (2014).
4. Schenk, B., Fernandez, F. & Waechter, C. J. *Glycobiology* **11,** 61R–70R (2001).
5. Sanyal, S. & Menon, A. K. *ACS Chem. Biol.* **4,** 895–909 (2009).
6. Frank, C. G., Sanyal, S., Rush, J. S., Waechter, C. J. & Menon, A. K. *Nature* **454,** E3–E4 (2008).
7. Alaimo, C. *et al. EMBO J.* **25,** 967–976 (2006).
8. ter Beek, J., Guskov, A., & Slotboom, D. J. *J. Gen. Physiol.* **143,** 419–435 (2014).
9. Ward, A., Reyes, C. L., Yu, J., Roth, C. B. & Chang, G. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **104,** 19005–19010 (2007).
10. Doerrler, W. T., Gibbons, H. S. & Raetz, C. R. *J. Biol. Chem.* **279,** 45102–45109 (2004).
11. Zhou, G.-P. & Troy, F. A. 2nd. *Glycobiology* **13,** 51–71 (2003).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

ملخصات الأبحاث

غلاف عدد 13 أغسطس 2015

طالع نصوص الأبحاث في عدد 13 أغسطس من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

علم الوراثة

اختبار لفرز الانقسام الميوزي

الانقسام الميوزي للبويضات البشرية عرضة للخطأ بدرجة عالية، ويمكن أن تسبِّب الأخطاء فقدان الحمل، أو الاضطرابات الوراثية. وقد كان من الصعب تحديد أيٍّ الجينات تكون مطلوبة من أجل التقدم الدقيق من خلال الانقسام الميوزي، وهذا لأسباب متعددة، ليس أقلها أن عملية فرز الجينات التي تلعب أدوارًا في الانقسام الميوزي قد أثبتت أنها تمثل تحديًا من الناحية التقنية. وهنا، وصفت ميلينا شوه وزملاؤها طريقة فرز للأنماط الظاهرية عالية المحتوى، واستخدامها لإجراء أول فرز لتداخل الحمض النووي الريبي لنحو 800 جين، تتوسط للانقسام الميوزي في الثدييات، حيث حقق الباحثون في تأثير قمع كل من هذه الجينات ـ داخل بويضات الفأرة المحاطة بالحويصلات ـ عن طريق تسجيل كل بويضة من مرحلة مبكرة للنمو في عشرات من الأنماط الظاهرية، باستخدام تحليل الصور. ولَّد الفرز مجموعة بيانات واسعة من التقدم في الانقسام الميوزي في أكثر من 2,000 بويضة من بويضات الثدييات، ويحدد عدد كبير من الجينات الجديدة الضرورية؛ لمنع عدم توازن الصبغيات في البويضة، ويقدم تحليلًا شاملًا لأسباب عدم توازن الصبغيات.

Live imaging RNAi screen reveals genes essential for meiosis in mammalian oocytes

S Pfender *et al*

doi:10.1038/nature14568

مركّب صيانة الكروموسوم MCM

في حقيقيات النواة، يبدأ تَضَاعُف الحمض النووي الريبي بتقييد حلقة سداسية مكوَّنة من ست وحدات من بروتينات صيانة الكروموسوم الصغير (MCM)، في المناطق المعروفة بكونها أصل التناسخ، خلال مرحلة G1 من دورة الخلية. يظل المركّب الناتج ساكنًا، حتى تدخل الخلية المرحلة S، حين يحدث التناسخ. ويستلزم ذلك تحويل السداسي المزدوج لبروتين صيانة الكروموسوم الصغير إلى الأنواع النشطة، لكنْ لم تكن بِنْيَة هذا المركّب معروفة بعد، فاستخدم نينج جاو وزملاؤه فحص مجهري إلكتروني لعينة مبرّدة لتصوير المركب، ولاحظوا مركَّبين متشابكين، لديهما قناة مركزية تركَّب بإحكام في مركب الحمض النووي المزدوج. ويشير وضع الحلقات المفردة إلى نماذج سوف تشوه بها الحركات النسبية بين المركّبين منشأ الحمض النووي، بحيث تستطيع بروتينات التناسخ الأخرى أن تقيَّد إلى حلزون الحمض النووي المزدوج والمذاب.

Structure of the eukaryotic MCM complex at 3.8 Å

N Li *et al*

doi:10.1038/nature14685

الأنماط الظاهرية الطافرة لجين *egfl7*

تعرضت أساليب استخدام العقاقير لحذف الجين، أو التدخل باستخدام عوامل معينة، مثل حمض نووي ريبي متداخل صغيرsiRNA، وأليجومرات المورفلينو (قليلة الوحدات)، لانتقادات بأنها عرضة لتأثيرات غير منشودة، يمكن أن تؤدي إلى أنماط ظاهرية، لا علاقة لها بإخماد الجين المستهدَف. أسهَم ديدييه ستينر وزملاؤه في هذا النقاش بتقرير يُلْقِي ظلالًا من الشك على تفوق التعطيل الجيني على الحذف الجيني، حيث أظهروا أن أجنة سمك الزرد المورفانت، التي يتم إسكات جين *egfl7* فيها باستخدام المورفلينوات، تظهر فيها عيوب شديدة في الأوعية الدموية، بينما تُظْهِر السمكة الطافرة الحاملة لجين *egfl7* أنماطًا ظاهرية خفيفة جدًّا. وقد حدث الاختلاف هنا نتيجةً للتعويض الوراثي المستحث بواسطة الطفرات الضارة (زيادة تنظيم الإميلينات لمواجهة فقدان جين *Egfl7*)، ولكن ليس عن طريق الحذف الجيني النسخي، أو التعبيري. يوضح هذا العمل قوة مقارنة الطفرات، و"المورفانت"، لتحديد الجينات المعدلة.

Genetic compensation induced by deleterious mutations but not gene knockdowns

A Rossi *et al*

doi:10.1038/nature14580

علم الجينوم

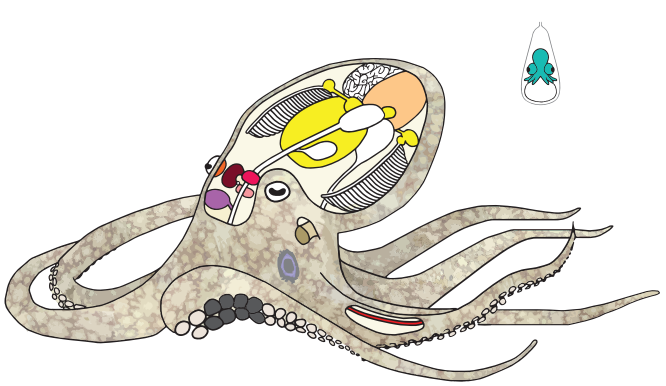
جينوم أخطبوط معقَّد يكشف عن أسراره

يقال عن الأخطبوطات إنها الأكثر ذكاءً من بين اللافقاريات، حيث إن لها مجموعة من السلوكيات المعقدة، وجهازًا عصبيًّا يشبه في حجمه مثيله في الثدييات، لكنّ له تكوينًا مختلفًا. وقد افتُرِض أن ازدواجية الجينوم الكامل ـ كما هو الحال في الفقاريات ـ قد أسهمت في تطور هذا النظام العصبي المعقد، لكنْ حين قامت كارولين ألبيرتين وزملاؤها بفك تتابعات الجينوم وترانسكريبتومات متعددة لأخطبوط كاليفورنيا ذي البقعتين، *Octopus bimaculoides*، لم يعثروا على أي دليل لمثل هذه الازدواجية، لكن وجدوا ترتيبات جديدة على نطاق واسع في الجينوم، ترتبط بشكل وثيق بالعناصر القابلة للنقل الخاصة بالأخطبوط. وتبين أن ذخيرة الجينات العصبية والتطورية الأساسية في الأخطبوطات مشابهة ـ إلى حد كبير ـ لتلك الموجودة في اللافقاريات الأخرى، بصرف النظر عن التوسعات في عائلتين جِينِيَّتين سابقتين، كان يُعتقد أن كلتيهما تتوسعان بشكل فريد في الفقاريات (البروتوكاديرينات protocadherins)، وهي جزيئات التصاق الخلايا التي تنظم عملية تطور الخلايا العصبية، وفصيلة عوامل نسخ أصابع الزنك المتطورة C2H2.

The octopus genomeand the evolution of cephalopod neural and morphological novelties

C Albertin *et al*

doi:10.1038/nature14668



الشكل أسفله | تشريح الأخطبوط والتحليل الممثل لعائلة الجينات. رسم تخطيطي لتشريح الأخطبوط *Octopus bimaculoides* يسلط الضوء على الأنسجة التي أخذت عيناتها للتحليل الترانسكريبتومي: الأحشاء (القلب، والكلى، والبنكرياس الكبدي)، اللون الأصفر؛ الغدد التناسلية (الخصيتان أو البويضات)، واللون القرنفلي، وشبكية العين، واللون البرتقالي، والفص البصري (OL)، واللون الكستنائي؛ والدماغ تحت المريء (Supra)، واللون الوردي الفاتح؛ والدماغ فوق المريء، والغدة اللعابية الخلفية (PSG) اللون الأرجواني؛ والحبل العصبي المحوري (ANC)، واللون الأحمر؛ والممصات، واللون الرمادي، والجلد، البني المبقع؛ والمرحلة 15 (St15) الجنين، واللون الزمردي. وشملت عينات الجلد لتحليل الترانسكريبتوم على بقعة العين، كما هو موضح باللون الأزرق الفاتح.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

علم التطور

النياندرثال فرد من أفراد العائلة

تقدِّم هذه الورقة البحثية تحليلًا للحمض النووي من فرد بشري حديث من بيستيرا كو أوز في رومانيا، عاش بين 37,000 إلى 42,000 عام مضت. يحمل هذا الفرد الذكر 6-9 % من الحمض النووي لفصيلة النياندرثال، مقارنةً بنسبة تبلغ فقط 1-3%، مسجَّلة في أفراد البشر الحديثة الأخرى. وقد استخلص الباحثون من حجم قطع الحمض النووي للأسلاف من فصيلة النياندرثال في الجينوم الخاص بذلك الفرد أنه كان له سلف من فصيلة النياندرثال من أسلافه خلال 4 إلى 6 أجيال سابقة له في شجرة عائلته. ويبين ذلك أن التهجين بين البشر حديثي الوجود وفصيلة النياندرثال لم يكن مقتصرًا على أفريقيا والشرق الأدنى، بل حدث في أوروبا كذلك، ولكن الكتلة السكانية التي كان ينتمي إليها فرد مدينة أوز لم تقدم إسهامًا وراثيًّا كبيرًا للبشر اللاحقة في أوروبا، وبالتالي يوفر ذلك أدلة على الهجرة الأولية المبكرة للبشر حديثي الوجود، المختلطين بفصيلة النياندرثال، ولكنها لم تسهم في جينوم البشر الموجودين في أوروبا في الوقت الحالي.

An early modern human from Romania with a recent Neanderthal ancestor

Q Fu *et al*

doi:10.1038/nature14558

كيمياء حيوية

إنزيم أساسي في التمثيل الغذائي

يقوم إنزيم عدم التشبع (ديساتيوريز) stearoyl-CoA، المعروف اختصارًا بـSCD، بتحفيز إضافة أول رابطة مزدوجة في جزيئات stearoyl-CoA الدهنية المشبعة، مما يؤدي إلى منتجات أحادية عدم التشبع، حيث إنها ضرورية ـ ضمن مهام أخرى ـ للتمثيل الغذائي الأحماض الدهنية. ويُعتبر إنزيم SCD هدفًا لعقاقير علاج السمنة، ومرض السكري، وغيرها من أمراض التمثيل الغذائي الأخرى؛ وهذا لعدة أسباب، ليس أقلها أن الفئران التي تفتقر إلى أحد إنزيمات SCD1 قد تحسنت في أجسامها ملامح التمثيل الغذائي للدهون، والحساسية للإنسولين، وبالتالي لا تعاني من السمنة، أو تصاب بمرض السكري عندما تتبع نظامًا غذائيًّا عالي الدهون. وهنا أورد مينج تشو وزملاؤه البنية البلورية لإنزيم SCD1 للفأر، المرتبط بالحمض الدهني المشبع stearoyl-CoA، عند دقة 2.6 أنجستروم. وتوفر البِنْيَة مسارًا ممكنًا، وتكشفه، لوصول الركيزة الجانبي وخروج المنتج. ويتضح هنا أن سلسلة أسيل الأحماض الدهنية المقيدة تكون محمية بغلاف، ويتم تشكُّلها لهيئة معينة بواسطة الإنزيم، مما يوفر الأساس الهيكلي لانتقائية التمثيل الغذائي للأحماض الدهنية.

X-ray structure of a mammalian stearoyl-CoA desaturase

Y Bai *et al*

doi:10.1038/nature14549

آليَّة جديدة لمراقبة جودة البروتين

تزيل الميكروبات تراكمات البروتين السامة داخل الخلايا، وذلك بفضل بروتينات التفكيك HSP100، التي لا توجد في الخلايا الحيوانية. والآن اكتشف بيرند باكو وزملاؤه نظام فعال لتفكيك البروتين في خلايا التوالي (قسم عديدات الخلايا من المملكة الحيوانية)، وهو الأمر الذي يتطلب تفاعلات عابرة بين المرافقين للبروتين-J من الفئات A وB، التي يعزز تحالفها نشاط التفكيك المعتمد على بروتينات التفكيك HSP70. ويوفر هذا مستوى إضافيًّا مرنًا لتنظيم مراقبة جودة بروتين التوالي، وهو ما له صلة مباشرة بالأمراض التي تصيب الإنسان، مثل تلف الأعصاب المرتبط بالتقدم في السن.

Crucial HSP70 co-chaperone complex unlocks metazoan protein disaggregation

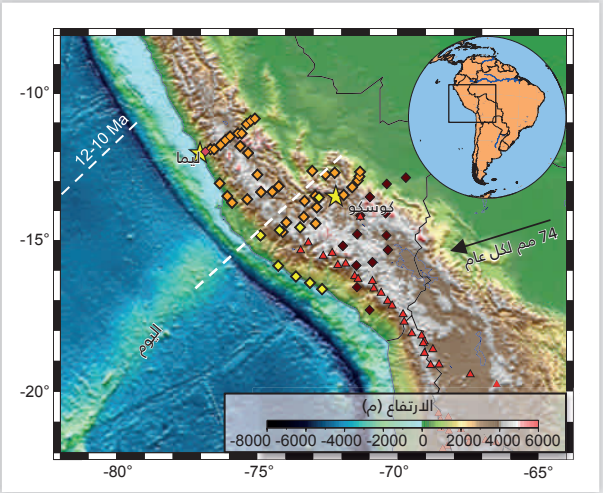
N Nillegoda *et al*

doi:10.1038/nature14884

علم المواد

الزجاج المعدني يستعيد حيويته

تتراخى المنظومة الزجاجية ببطء باتجاه الاتزان، وهو ما يُطلق عليه "التقدم في السن". ويصحب هذا تغيرات في العديد من خواصها المادية. وعن طريق دفع المنظومة بعيدًا عن الاتزان عبر حقن الطاقة ـ على سبيل المثال.. بتسخينها، أو تعريضها لإجهاد ميكانيكي ـ يمكن استعادة سمات حيوية الشباب للمنظومة الزجاجية من جديد. اكتشف سيرجي كيتوف وزملاؤه مؤخرًا أن مثل هذا التجدد واستعادة الحيوية يمكن أن يتحقق في ظل ظروف أكثر اعتدالًا بكثير، وذلك ببساطة عن طريق تدوير الزجاج حراريًّا (الزجاج المعدني في هذه الحالة)، عند درجة حرارة أقل بكثير



علم الأرض

تشكُّل اللوح السطحي وانهياره بباطن الأرض

أثناء اندساس اللوح السطحي أفقيًّا في باطن الأرض، يندس لوح غلاف الأرض الصخري "ليثوسفير" أفقيًّا، أو شبه أفقي لعدة مئات من الكيلومترات في باطن الأرض، وهو ما يناقض الموقف الأكثر شيوعًا، حيث يغرق اللوح بزاوية حادة نسبيًّا، حيث تم اقتراح اندساس اللوح السطحي في باطن الأرض كآلية لتفسير نشأة تشوه القشرة الأرضية السميكة، بعيدًا عن الحدود السطحية والأنماط غير المعتادة للفوران البركاني. استخدم سانجا نيزيفيك أنتونيجيفيك وزملاؤه سرعات طَوْر رايلاي الموجي، ومواقع الهزات الأرضية، بغرض تقييد هيكل اللوح السطحي أسفل بيرو. وقد اكتشفوا أن جرف نازكا المُنْدَسّ في باطن الأرض ضروري لتطوير اللوح الأفقي وتدعيمه المستمر، حيث يكون اللوح السطحي بأكثر حالاته تسطحًا على طول الجرف، ولكنه عند الشمال الغربي يكون مرتخيًا ومتمزقًا، ويعيد بدء الاندساس الاعتيادي في باطن الأرض. وقد استنتجوا أنه بينما قد يكون الجرف ضرورة لتكوُّن اللوح السطحي، برغم عدم كفايته، إلا أن إزالته ستؤدي إلى انهيار تكوُّن اللوح السطحي.

The role of ridges in the formation and longevity of flat slabs

S Antonijevic *et al*

doi:10.1038/nature14648

الشكل أعلاه | الخريطة المرجعية لمنطقة لوح بيرو السطحي، الذي يوضح جرف نازكا الاندساسي أسفل اللوح الجنوب أمريكي المتقدم. تمثل الماسات المحطات السيزمية المستخدَمة بتلك الدراسة: البرتقالي؛ تجربة لوح وليثوسفير بيرو PULSE؛ الأحمر المعتم، التضاريس المرتفعة لتقبب الأنديز المركزي والديناميكية الأرضية CAUGHT؛ الأصفر، وتجربة لوح بيرو PERUSE؛ الأحمر، محطة NNA الدائمة. تمثل النجوم الصفراء مدينتي ليما، وكوسكو. تمثل المثلثات الحمراء البراكين النشطة أثناء حقبة الهولوسين، ويشير السهم الأسود إلى الحركة النسبية للوح الأمريكي الجنوبي بالنسبة إلى لوح نازكا. وتبين الخطوط البيضاء المنقطة الموضع المقدر لجرف نازكا منذ 10-12 مليون عام، وحاليًّا.

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

من درجة الحرارة الانتقالية الخاصة بالزجاج، حيث يمكن تحقيق درجة كبيرة من التجدد على غير المتوقَّع. ويعزو الباحثون ذلك إلى تأثير عدم التجانس الهيكلي الذاتي في الطور الزجاجي، وهو ما يُترجَم إلى انفعالات داخلية محلية، كلما مرت دورات درجة الحرارة، وكلما تمددت وانقبضت المناطق المختلفة بدرجات مختلفة.

Rejuvenation of metallic glasses by non-affine thermal strain

S Ketov *et al*

doi:10.1038/nature14674

فيزياء

نظرية CPT في موضع الاختبار

تُعَدّ نظرية CPT ـ وهي فرضية أن القوانين الفيزيائية ثابتة تحت اقتران الشحنات المتزامن، والتحول التكافؤي، والانعكاس الزمني ـ نظرية مركزية بالنسبة إلى النموذج المعياري لفيزياء الجسيمات. وبناءً على ذلك.. فإن اختبارات الدقة الخاصة بنظرية CPT، تُعَدّ نافذة تطل على فيزياء ما وراء النموذج المعياري. وهنا، يختبر ستيفان أولمر وزملاؤه نظرية CPT عن طريق قياس ما إذا كانت الجسيمات والجسيمات المضادة متماثلة، بغض النظر عن تغيُّر الإشارة، حيث قارنوا ـ من خلال نظام مقاييس فخ "بينينج" ـ بين نسبة الشحنة إلى الكتلة في مضاد البروتون، ونظيرتها المقابلة للبروتون، ليبيِّنوا أن نظرية CPT تظل صالحة عند نطاق الآتو-إلكترون فولت. تحسِّن تجربتهم من دقة مقارنات كتلة البروتون-البروتون المضاد السابقة بمعامل يبلغ (4).

High-precision comparison of the antiproton-to-proton charge-to-mass ratio

S Ulmer *et al*

doi:10.1038/nature14861

هياكل الجرافين تحقّق الإنجاز

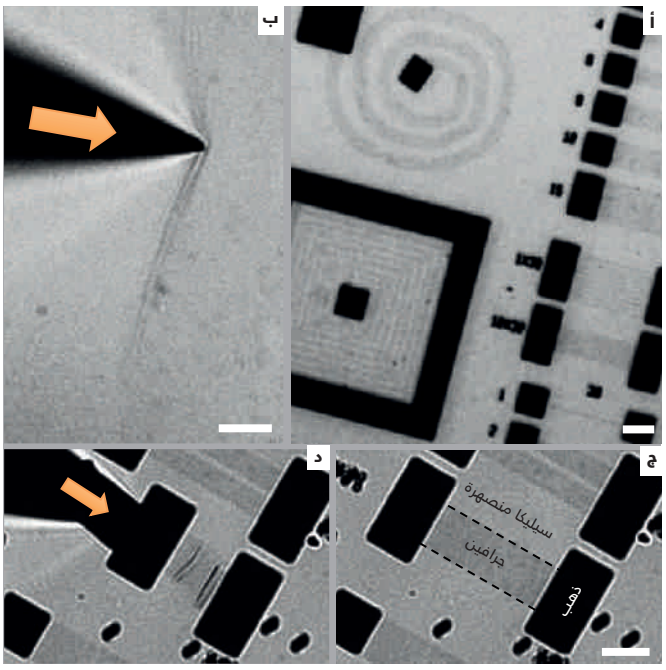
إن فنون الأوريجامي ـ السماح بالقَطْع، والطَّيّ ـ و"الكيريجامي" الورقية قابلة للتوسع، ويستخدمها العلماء والمهندسون باطراد؛ لتخليق هياكل تتراوح من المقياس الضخم إلى المقياس المجهري. تبيِّن ميلينا بليس وزملاؤها الآن أن الجرافين مناسب تمامًا للكيريجامي، بسبب صلابته النسبية ضد التمدد في المستوى، مقابل الانحناء خارج المستوى، بطريقة مشابهة لتمدُّد قطعة من الورق، وهذا نتيجة لوجود التموجات التي ترفع صلابة صفائح الجرافين، وترفع بشدة من صلابة الانحناء لها بقيمة أكبر من قيمة النطاق الذَّرِّي المتوقعة لها. وبالتالي، يمكن تطبيق أفكار من الكاريجامي بيُسْر تام على صفائح الجرافين مجهرية المقياس، واستخدام ذلك لبناء إلكترودات قابلة للمَطّ ميكانيكيًّا، ومحتفظة بقوتها في الوقت نفسه، وكذلك بناء زنبركات ومفاصل يمكن استخدامها في أجهزة ذات غشاء ذري رقيق للاستشعار والتحكم، وربما حتى تُستخدم في التطبيقات الروبوتية.

Graphene kirigami

M Blees *et al*

doi:10.1038/nature14588

الشكل أسفله | تنميط ومعالجة الجرافين. **أ**، يبين انتقال صورة الضوء الأبيض الأجهزة المكتملة: زنبرك لولبي وهرم كيريجامي ومجموعة متنوعة من الدعامات البارزة cantilevers. **ب**، معالجة صفيحة كبيرة من الجرافين بواسطة معالج مجهري. تنطوي الصفيحة وتتجعد كالورقة اللينة، وتعود إلى شكلها الأصلي. **ج**، **د**، أجهزة معالجة بواسطة منصّات الذهب. يمكن رفع الأجهزة تمامًا من السطح؛ أشرطة المقياس 10 مم. خضعت جميع الصور ومقاطع الفيديو لتعديلات تباين خطي.



كيمياء

التركيبات العسيرة يسَّرت الأمر قليلًا

تَعتمِد التركيبات الكيميائية للعديد من المركبات الموجودة في التطبيقات ـ التي تتراوح بين علوم المواد، حتى اكتشاف الأدوية ـ على مكونات حساسة لأكسجين الغلاف الجوي، والمياه التي يحتوي عليها بالغلاف الجوي، والعديد من الكواشف الكيميائية القيمة التي تفسد قبل استهلاكها بالكامل. يصف ستيفن بوخفالد وزملاؤه طريقة تغليف باستخدام شمع البارافين، بغرض الوصول إلى خليط مركّبات حساسة مستقرة، بحيث يمكن تخزينها على منضدة عمل المختبر. ويبرهن الباحثون على ذلك النهج في شكل كبسول أحادي الاستخدام يحتوي على جميع الكواشف (العوامل الحفازة، والروابط، والقواعد) الضرورية لتفاعلات تكوين البالاديوم المحفز لتكوين رابطة الكربون-فلورين، والكربون-نيتروجين، والكربون-كربون. وينبغي أن تكون الاستراتيجية الموصوفة هنا قابلة للتطبيق على نطاق واسع من الكواشف والعوامل الحفازة؛ مما يتيح إجراء العديد من عمليات التركيبات الكيميائية بسهولة في المختبرات غير المتخصصة.

Dosage delivery of sensitive reagents enables glove-box-free synthesis

A Sather *et al*

doi:10.1038/nature14654

علم الخلية

تصحيح عيوب جِينيَّة في الميتوكوندريا

ترتبط الطفرات في الحمض النووي للميتوكوندريا باضطرابات شديدة، ما زال علاجها محدودًا في الوقت الحالي. وتوضح هذه الدراسة أن طفرات الحمض النووي للميتوكوندريا يمكن تصحيحها وراثيًّا، كما يمكن استعادة وظيفة التمثيل الغذائي في الخلايا الليفية الجلدية، المستمَدَّة من المرضى الذين يعانون من أمراض الحمض النووي للميتوكوندريا، وهذا باستخدام الخلايا الجذعية متعددة القدرات، المستمَدَّة من كل من نهج إعادة برمجة بواسطة العامل (خلايا جذعية مستحثة وافرة القدرة)، ونقل نواة الخلية الجسدية.

Metabolic rescue in pluripotent cells from patients with mtDNA disease

H Ma *et al*

doi:10.1038/nature14546

علم الأمراض

الجينات سبب قابلية التعرض للأمراض

استُخدمت أنماط للحفاظ على الأحماض الأمينية، تساعد بشكل رئيس في تفسير القدرة المرضية المتغايرة في المرض. ويبيِّن نيكولاس كاتسانيس وزملاؤه الآن أن قدرًا ملحوظًا من الأليلات المسببة للأمراض يتم إصلاحه في جينومات الفصائل الأخرى، مما يشير إلى وجود دور للسياق الجينومي المقترن. ويشير نموذجهم إلى أن غالبية هذه الأليلات هي تعويضات زوجية بسيطة. وباستخدام جينين من جينات الأمراض البشرية المعروفة كمثال، أظهروا أن بقايا الأحماض الأمينية المقرونة المنفصلة ـ على الرغم من كونها حميدة من تلقاء نفسها ـ يمكنها إنقاذ الطفرات البشرية في الجسم الحي. وانتقلوا إلى إنشاء أداة حسابية للتنبؤ بالبقايا المرشحة الخاضعة للتعويض. يشير هذا العمل إلى أن السياق الجينومي المقرون مهم عند النظر في تعقيد تأثير الأليل على النمط الظاهري، وعند التنبؤ بقدرة الأليل على إحداث المرض.

Identification of *cis*-suppression of human disease mutations by comparative genomics

D Jordan *et al*

doi:10.1038/nature14497

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

فلك

قُرْص عملاق في الشبكة الكونية

أعطى الاكتشاف الأخير لشعيرة ضخمة ساطعة من الغاز البارد ـ بالقرب من منطقة النجم الزائف كوازار ذات الموجات اللاسلكية الخاملة QSO UM287 ـ لمحة عن شكل البِنْية ثلاثية الأبعاد للشبكة الكونية، فهي مكونة من شبكة من الشعيرات ومجرّات، موقعها عند العُقَد التي تتقاطع عندها تلك الشعيرات. وحاليًّا، يكشف استقصاء طيفي ثنائي الأبعاد لتلك الشعيرة عن أن منطقة الانبعاث الأكثر سطوعًا هي بمثابة قرص هيدروجيني دَوّار، به هالة، سمة قطاع سرعة الغاز فيها تبلغ (10^{13}) من هالة الكتلة الشمسية والمادة المظلمة، وله شكل هندسي يشير بقوة إلى تراكم التدفق البارد. وقد تم التنبؤ بمثل هذا القرص بواسطة نماذج لتدفق التراكم البارد من شعيرات الشبكة الكونية إلى المجرّات المتكونة. وتوفر تلك البِنْيَة نموذجًا مفيدًا لفَهْم عمليات الربط بين تكوُّن المجرّات، والوسط بين المجرّات، ومحيط المجرّات.

A giant protogalactic disk linked to the cosmic web

D Martin *et al*

doi:10.1038/nature14616

بيولوجيا الخلية

تحكُّم وظائف الكبد في التمثيل الغذائي

المُنظِّم SREBP1 هو منظم نسخي مهم لتكوُّن الدهون. فعند تنشيط الإنسولين، يتم نقل المنظم من الشبكة الإندوبلازمية إلى جهاز "جولجي"، حيث تتم معالجته، ثم يُنقل إلى النواة، لحث الجينات المنخرطة في تخليق الكوليسترول والأحماض الدهنية. ومن خلال الدراسات على الفئران، تبيَّن وانج يجو وزملاؤه أن مساعد التنشيط 2 للنسخ المنظم بعامل النسخ CREB، المعروف اختصارًا بـCRTC2، يعمل كوسيط لتأثير إنزيم الثدييات المستهدف برابامايسين mTOR في الكبد، لتنظيم توازن الدهون المسيطَر عليه بالمنظِّم النسخي SREBP1 أثناء الرضاعة ومرض السكري. يمكن أن يعطل مساعد التنشيط CRTC2 معالجة ونقل المنظم النسخي SREBP1، من خلال التنافس، مع التقييد بالوحدة الفرعية للحويصلة COPII. وأثناء الرضاعة، يقوم تأشير إنزيم mTOR بتثبيط عمل مساعد التنشيط CRTC2 على معالجة المنظم النسخي SREBP1. ويؤدي فرط التعبير عن طفرة معامل التنشيط CRTC2 المعيبة لتنظيم إنزيم mTOR إلى تحسين برنامج تكوُّن الدهون والحساسية للإنسولين في الفئران التي تعاني من السمنة.

The CREB coactivator CRTC2 controls hepatic lipid metabolism by regulating SREBP1

J Han *et al*

doi:10.1038/nature14557

آليّة عامة لوظيفة (GPCRs)

المستقبِلات المقترنة ببروتين جي (GPCRs) ما هي إلا بروتينات في غشاء الخلايا، تعمل كأجهزة استشعار لمجموعة متنوعة من الإشارات الخارجية، عن طريق بروتينات جي الثلاثية المغايرة (وهي البروتينات المقيدة لنيوكليوتيدات الجوانين، التي تعمل كمفاتيح جزيئية داخل الخلايا). وتنشط المستقبلات البروتينات تفارغيًّا، محفزةً إطلاق ثنائي فوسفات الجوانوزين (GDP). وهناك مئات من المستقبِلات المقترنة ببروتين جي التي تؤثر على 16 بروتينًا مختلفًا من بروتينات Gα. وقد قام مادان بابو وزملاؤه بالبحث في ما إذا كانت هناك آلية تفارغية عامة تحكم تنشيط Gα؛ فوجدوا أن هناك مستقبِلات مختلفة مقترنة ببروتين جي تتفاعل مع بروتينات Gα، وتنشطها من خلال آلية محفوظة للغاية، مما قد يفسر كيف يمكن لهذا النظام أن يتنوع سريعًا، مع الحفاظ على خصائصه التفارغية.

Universal allosteric mechanism for Gα activation by GPCRs

T Flock *et al*

doi:10.1038/nature14663

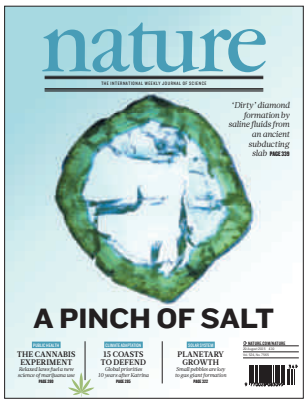
خلايا كبد جديدة

لا تزال الكيفية التي تنشأ بها خلايا الكبد الجديدة في البالغين كجزء من روتين التوازن غامضةً. فقد تناول رويل نوس وزملاؤه هذا السؤال باستخدام وسائل متطورة؛ لِوَسْم الخلية. وخلافًا للخلايا الناضجة عديدة الصبغيات، حددوا تجمعات من الخلايا الكبدية المتكاثرة بالقرب من الوريد المركزي، وهي ثنائية الصبغيات، تفرز علامات تدل على أنها من خلايا الكبد السالفة. وتستجيب هذه الخلايا لإشارات Wnt المقدمة من الخلايا البِطَانية المجاورة في الوريد المركزي، لتتحول إلى خلايا كبدية متعددة الصبغيات، قادرة على استبدال جميع أنواع خلايا الكبد اللازمة؛ للحفاظ على توازنه.

Self-renewing diploid Axin2$^+$ cells fuel homeostatic renewal of the liver

B Wang *et al*

doi:10.1038/nature14863



غلاف عدد 20 أغسطس 2015

طالع نصوص الأبحاث في عدد 20 أغسطس من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

علم الطحالب

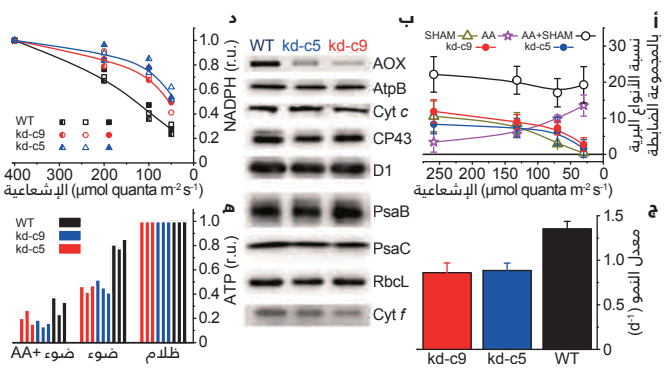
إنتاج الطاقة المتزامنة بالدياتومات

تُعادِل نسبة الإنتاج الأولي الكوكبي التي تقوم بها الدياتومات بمحيطات اليوم نظيرتها الخاصة بالغابات المطيرة الأرضية تقريبًا. يتطلب التحويل الفعال لثاني أكسيد الكربون إلى مادة عضوية أثناء التمثيل الضوئي سيطرةً قوية على نسبة مركبات ATP/NADPH. ويبين كريس بولر وزملاؤه أن تلك النسبة يتم تنظيمها بالدياتومات، عبر تبادلات نشطة واسعة للطاقة بين البلاستيدات والميتوكوندريا، لتحويل مسار الطاقة المختزلة من البلاستيدات باتجاه الميتاكوندريا، واستيراد مركّب ATP الخاص بالميتوكوندريا، وتوجيهه إلى البلاستيدة. ويختلف ذلك النهج عن نظيره الموجود في كائنات التمثيل الضوئي الأخرى، التي تعتمد ـ في الأساس ـ على عمليات توليد مركب ATP الموجود بالبلاستيدة، التي ربما تكون قد أسهمت في نجاح الدياتومات في البيئة المحيطية.

Energetic coupling between plastids and mitochondria drives CO_2 assimilation in diatoms

B Bailleul *et al*

doi:10.1038/nature14599



الشكل أسفله | الصفات المظهرية لحذف خطوط الأوكسيديز البديل AOX من *P. tricornutum*. **أ**، الحساسية النسبية لعملية التمثيل الضوئي ($ETR_{PS\,II}$) لإضافة المثبطات التنفسية: AA (أرجواني)، SHAM (أصفر غامق) وAA+SHAM (أسود) (n= 3 ± الإنحراف المعياري)، أو لحذف الأوكسيديز البديل AOX (n = 5 ± الإنحراف المعياري). الأزرق والأحمر: kd-c5 و kd-c9، على التوالي. **ب**، تحليل لطخة وسترن لمركبات التمثيل الضوئي والتنفس. **ج**، معدلات النمو للنوع البري وخطوط الأوكسيديز البديل AOX (n=7 ± الانحراف المعياري). **د**، التبعية الضوئية في الجسم الحي لحالة الأكسدة والاختزال لثنائي نكليوتيد النيكوتين والأدنين المختزل في النوع البري وخطوط الأوكسيديز البديل AOX. يتم تطبيع البيانات إلى الحد الأقصى للقيمة في الضوء. **هـ**، تقييم القياس الطيفي بالرنين المغناطيسي النووي-الفسفور (P-NMR) في الجسم الحي لمحتوى نيوكليوسيد ثلاثي الفوسفات NTP في النوع البري وخطوط حذف الأوكسيديز البديل AOX، في الظلام، أو في الضوء المنخفض، مع AA، أو بدونه. **د، هـ**، ثلاث عينات بيولوجية مستقلة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

كيمياء حيوية

بِنَى عامل النَّسْخ bHLH-PAS

توضح هذه الدراسة البِنَى البلورية التي طال انتظارها للمثنويات المغايرة للعامل المستحث بنقص الأكسجين (HIF)، بما في ذلك المركبات المقيدة إلى الجزيئات الصغيرة والحمض النووي. عوامل النسخ HIFs هي التي تنسق التكيف الخلوي لإجهاد الأكسجين المنخفض، وتُعتبر أهدافًا محتملة لعلاجات السرطان. يتبين من خلال الدراسة أن للمثنوى المغاير HIF-ARNT الخاص بالفأر بِنْيَة تختلف عن بِنْيَة عامل النسخ bHLH-PAS المحتوية على مكوِّن الساعة البيولوجية CLOCK-BMAL1. يمكن تعيين طفرات HIF-α، التي ليس لها علاقة بالسرطان، وسوف توفِّر البِنَى مرجعًا مستقبليًّا لجهود اكتشاف الأدوية).

Structural integration in hypoxia-inducible factors

D Wu *et al*

doi:10.1038/nature14883

نقْل الزنك، وتوازن الأوعية الدموية

إن ارتفاع ضغط الدم الرئوي هو مرض خطير، ينتج عن نقص الأكسجين المزمن. وقد أوضح لان تشاو وزملاؤه مؤخرًا صلة وظيفة ناقل عنصر الزنك بهذا المرض في الفئران. تتميز سلالة الفئران "فيشر 344" بأنها مقاوِمة بشكل طبيعي لمرض ارتفاع ضغط الدم الرئوي، الناجم عن نقص الأكسجين، ولهذا السبب.. استخدمها الباحثون في التجربة. ومن خلال تطبيق مبادئ علم الجينوم المقارن، وإحداث التزاوج بين الأنواع التي تختلف عن بعضها البعض في موقع جيني واحد، أثبتوا أن طفرة ناقل الزنك ZIP12 تكمن وراء نمو المقاومة ضد هذا المرض. يعتمد التعبير عن ناقل الزنك ZIP12 في خلايا العضلات الملساء الوعائية على نقص الأكسجين، وقد نجح استحثاث الاضطراب الوراثي في تركيب ناقل الزنك في أن يمنع تطور مرض ارتفاع ضغط الدم الرئوي في الفئران التي تعرضت لنقص الأكسجين. وتشير النتائج إلى أن الأدوية المعالِجة لمرض ارتفاع ضغط الدم الرئوي قد تستهدف ناقل الزنك ZIP12 مستقبَلًا.

The zinc transporter ZIP12 regulates the pulmonary vascular response to chronic hypoxia

L Zhao *et al*

doi:10.1038/nature14620

مستقبِل المركّبات شبيهة الأفيون

مستقبِل شبيه الأفيون-μ هو مستقبِل مقترن ببروتين "جي GPCR"، ينشط بواسطة مختلف المسكنات، والإندورفين، والمواد المخدرة، مثل الهيروين، والأفيون. ما زال فَهْمنا للآلية التي بواسطتها يؤدي تقييد الناهض إلى التعرف على نوع فرعي معين من البروتين "جي" غير مكتمل، والاقتران به وتنشيطه. في دراستين نُشرتا مؤخرًا بدورية *Nature*، استخدم الباحثون التصوير البلوري بالأشعة السينية، ومحاكاة الديناميات الجزيئية، والقياس الطيفي بالرنين المغنطيسي النووي؛ لسبر الأساس البنيوي لتنشيط المستقبِل. وفضلًا عن الكشف عن ماهية التغييرات المتعلقة بالتكوين الجزئي في نطاقات خارج الخلية وداخل الخلية لهذا المستقبِل المقترن ببروتين "جي"، المرتبطة بتنشيط المستقبِل، تساعد هذه الدراسات على تفسير السبب وراء ضعف الاقتران التفارغي بين جيب تقييد الناهض، والسطح البيني السيتوبلازمي للاقتران ببروتين "جي".

Structural insights into μ-opioid receptor activation

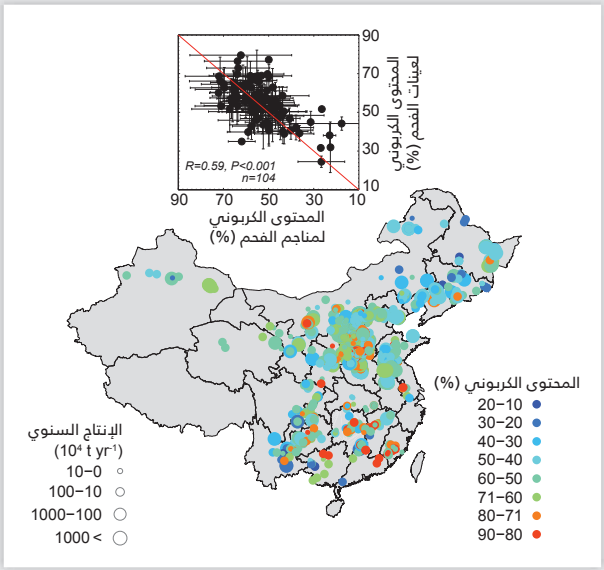
W Huang *et al*

doi:10.1038/nature14886

Propagation of conformational changes during μ-opioid receptor activation

R Sounier *et al*

doi:10.1038/nature14680



علم المناخ

خَفْض انبعاثات كربون الصين

تنبعث من الصين كميات كبيرة من الكربون بشرية المنشأ، لكن تقديرات انبعاثاتها الكربونية غير مؤكَّدة إلى حد كبير. وتقدم تلك الورقة البحثية تقديرًا منقحًا لانبعاثات الصين الكربونية من احتراق الوقود الأحفوري وإنتاج الإسمنت، بناء على استهلاك الطاقة المُحدَّث، وبيانات إنتاج خبث الفحم، بالإضافة إلى مجموعتين جديدتين من عوامل قياس انبعاث الفحم الصيني. ويقدِّر الباحثون انبعاثات الكربون الصينية المتراكمة للفترة من عام 2000 حتى 2013 بِكَمٍّ أقل بنسبة 13% من التقديرات السابقة.

Reduced carbon emission estimates from fossil fuel combustion and cement production in China

Z Liu *et al*

doi:10.1038/nature14677

الشكل أعلاه | المحتوى الكربوني الكلي وإنتاج مناجم الفحم. تُظْهِر الصورة المرفقة مقارنة بين المحتوى الكربوني من 602 من عينات الفحم، و 4,243 من مناجم الفحم (R = 0.59، P < 0.001، n = 104). تشير كل نقطة بالصورة المرفقة إلى متوسط المحتوى الكربوني من 602 من عينات الفحم، و 4,243 من مناجم الفحم بشبكة يبلغ تدريجها 1°. تشير العلاقة (واحد إلى واحد) إلى أن العينات والمناجم تلتقط التباين المكاني نفسه للمحتوى الكربوني الفحمي عبر الصين.

علم الأرض

الماس المغلف

تشكلت غالبية الماسات التي عُثر عليها بالقرب من سطح الأرض عند أعماق تزيد على 150 كيلومترًا في جذور القارات القديمة. لذا.. فقد تراكمت الشوائب الكيميائية داخل الماسات "القذرة"، مما جعلها مصدرًا لمعلومات قيِّمة حول تلك المناطق العميقة، التي يصعب الوصول إليها من الأرض. يقدم ياكوف وايس وزملاؤه بيانات كيميائية جيولوجية من 11 ماسة من منجم إكاتي في الأقاليم الشمالية الغربية بكندا. تحتوي البيانات على اتجاه تطوُّري كيميائي واضح، يشير إلى مشاركة محاليل عالية الملوحة في تكوين صهارات الوشاح الصخري السيليكونية والكربونية العميقة. كما تشير كيمياء الموائع المالحة وتوقيت تكوين الماس المضيف إلى لوح مندس في طبقات الأرض أسفل غرب قارة أمريكا الشمالية، يعمل كمصدر للموائع، مما يدل على وجود ارتباط قوي بين الاندساس في طبقات الأرض، والوشاح المتعرض للإحلال الكيميائي، وتكوين الماس الغني بالمائع. يوفر هذا النموذج الجديد سياقًا لحل تأثيرات الطيف التركيبي لموائع الوشاح، الذي يؤثر على القشرة الصخرية العميقة "ليثوسفير" على المستوى العالمي، كما يلعب دورًا مهمًّا في تكوين الماس.

Highly saline fluids from a subducting slab as the source for fluid-rich diamonds

Y Weiss *et al*

doi:10.1038/nature14857

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

علم فسيولوجيا الخلية

إنزيم "باركين".. والْتِهام الميتوكوندريا

كما هو الحال في غيرها من أشكال الالتهام الذاتي الانتقائية، يتم توسيم الميتوكوندريا التالفة بسلاسل اليوبيكويتين، للتعرف عليها؛ من أجل التخلص منها. على وجه التحديد، يضيف الإنزيم "بينك1"PINK1 الفوسفات لمركب اليوبيكويتين، كجزء من عملية تنشيط إنزيم "باركين". ونتيجة لذلك.. يمكن أن يبني باركين سلاسل اليوبيكويتين على بروتينات الغشاء الخارجي للميتوكوندريا، لتجنيد المستقبلات التي ستلتهمها. أورد ريتشارد يول وزملاؤه خطوة إضافية من التعقيد التنظيمي في هذا المسار، تصب في قلب الدور الخلوي لليوبيكويتين المفسفر. ووجد الباحثون ـ عن طريق تقنية تحرير الجينوم لتثبيط عمل بعض مستقبلات الالتهام الذاتي ـ أن إنزيم "بينك1" يجنِّد اثنين فقط من هذه المستقبلات، هما: NDP52، وأوبتينيورين optineurin، ثم يقوم كل من هذين المستقبلين بتجنيد عناصر أخرى. تدعو هذه النتائج إلى إعادة النظر في النموذج الحالي لدور إنزيم "باركين" في عملية التهام الميتوكوندريا، بعد أن تبين أنه يضخم إشارة اليوبيكويتين المفسفر المولدة بواسطة إنزيم "بينك1" لتأشير التهام الميتوكوندريا.

The ubiquitin kinase PINK1 recruits autophagy receptors to induce mitophagy

M Lazarou *et al*

doi:10.1038/nature14893

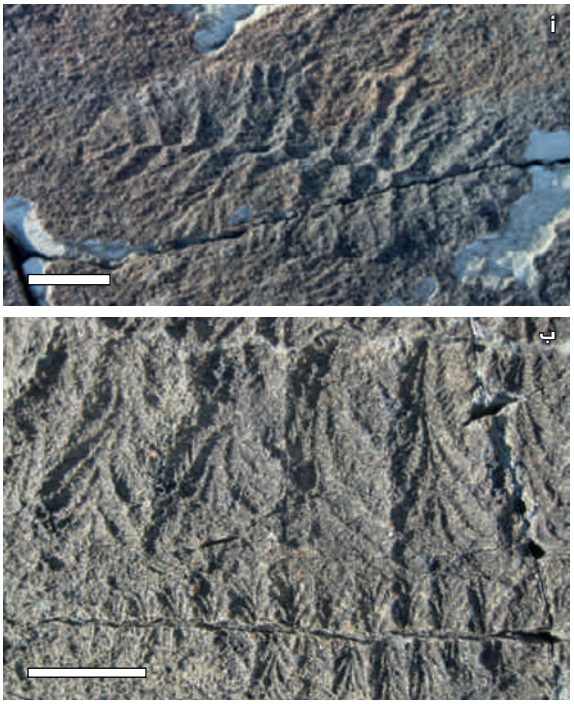
كشْف آلية تنشيط إنزيم "باركين"

يُعتبر الثنائي الإنزيمي "باركين Parkin"، و"بينك1 PINK1 "جديرين بالملاحظة، ليس فقط لأنهما ينظمان عملية التهام الميتوكوندريا، حيث تحلل الخلية الميتوكوندريا التالفة الخاصة بها، ولكن أيضًا لحدوث طفرة بهما، بعد الإصابة بمرض باركنسون اليفعي المتنحي الجسدي (AR-JP). على المستوى الجزيئي، يُنشِّط "بينك1" "باركين" عن طريق فسفرة كل من المجال الشبيه باليوبيكويتين (Ub) في إنزيم "باركين"، وجزيئات Ub. يقدم ديفيد كوماندر وزملاؤه نتائج دراستهم للتغييرات التي تؤدي إلى تنشيط إنزيم "باركين"، والتي يستحثها phosphoUb، وبيانًا للكيفية التي يوظف بها إنزيم "باركين" سلاسل phosphoUb في الميتوكوندريا. وتشير البِنْيَة البلورية لإنزيم "باركين" ـ مشتركًا مع "فوسفو يو بى" في شكل مركّب ـ إلى أن الجيب داخل الإنزيم ـ حيث يقيِّد "فوسفو يو بي" ـ يحمل بقايا الأحماض الأمينية، التي تصيبها الطفرات في المرضى الذين يعانون من مرض باركنسون AR-JP.

Mechanism of phospho-ubiquitin-induced PARKIN activation

T Wauer *et al*

doi:10.1038/nature14879



علم الإحاثة

عندما تتعقَّد أشكال الحياة

حَدَثَ الظهور الأول للكائنات الضخمة في السجل الأحفوري بأعداد كبيرة في الحقبة الإدياكارانية (منذ 580-541 مليون عام). ومِن أبرزها: مخلوقات الرانجيومورفات rangeomorphs، وهي مخلوقات بحرية بلا سيقان، تضم عناصر متفرعة تشبه السعفة. وبرغم أنه لم يُعرف سوى القليل عن أوجه التقارب والعادات البيولوجية الخاصة بهذه الكائنات، إلا أن إيميلي ميتشيل وزملاءها قاموا بتجميع أدلة كافية، من خلال ثلاثة تحليلات لتجمعات كائنات *Fractofusus* سطحية محلَّلة جيدًا؛ ليكونوا قادرين على الاستدلال على قَدْر كبير من العمليات الحيوية الخاصة بها، عن طريق رصد كيفية احتشادها معًا. وكائنات *Fractofusus* هي واحدة من أكثر حفريات مخلوقات الرانجيومورفات المحفوظة وفرةً، ويبدو أنها تمتلك تاريخ حياة معقدًا، يشمل التكاثر غير الجنسي، ربما باستخدام هياكل معينة، مثل السيقان المَدّادة (تماثل "ماصّات" نبات الفراولة). ومِن شأن هذه الاستراتيجية أن تسمح بالاستغلال السريع للمناطق المحلية، فضلًا عن النقل إلى مناطق جديدة، كانت سابقًا مساحات غير مستعمرة.

Reconstructing the reproductive mode of an Ediacaran macro-organism

E Mitchell *et al*

doi:10.1038/nature14646

الشكل أعلاه | عينات *Fractofusus* من نيوفاوندلاند بكندا. أ، و عينة *F. andersoni* من السطح H14. **ب**، *F. misrai* من السطح "E"، يظهر عينة جزئية من طبقة الحجم الكبير (العينة الأولى، 20 سم تقريبًا)، إلى جانب عينة من طبقة الحجم الصغير (أقل من 3.5 سم من حيث الطول). أشرطة المقياس 1 سم.

فيزياء كمية

سَبْر حدود عدم اليقين

أظهرت التقارير الصادرة حديثًا أنه يمكن الاضطلاع بما يسمى "القياسات الضعيفة"، عن طريق منظومة كمية، بغرض تتبُّع حالتها، دون إرباكها، وبغرض منع انعدام تماسكها واتساقها، عن طريق توفير تحكُّم ارتجاعي. يستكشف توبياس كيبنبيرج وزملاؤه جدوى ذلك النهج للحفاظ على الطور الكَمِّي لجسم ميكانيكي، بجهاز رنين نانوميكانيكي. يتم وضع الجهاز على رقاقة سيليكون بجوار فجوة مجهرية عالية الجودة، حيث يستشعر موضع جهاز الرنين النانوميكانيكي ـ عبر الاقتران البصري سريع الزوال ـ لما يصل إلى خمسة أضعاف حدّ عدم اليقين للعالِم هايزنبرج. ويُستخدم الارتجاع النشط القائم على ذلك القياس الضعيف في تبريد جهاز الرنين لما يقرب من طوره الأرضي الكَمِّي. ويبشِّر هذا العمل بإمكانية القياس القائم على السيطرة الكمية على أجهزة الرنين الميكانيكية.

Measurement-based control of a mechanical oscillator at its thermal decoherence rate

D Wilson *et al*

doi:10.1038/nature14672

كيمياء

اقتران الكربون المغاير عبر عامل النيكل الحفّاز

على الرغم من التطورات التي جرت في عملية اقتران شظيات روابط كربون-كربون، إلا أن القدرة على تخليق روابط كربون-أكسجين عبر استخدام النيكل كعامل حفاز لم تكن ناجحة إلى حد كبير. يبين هنا ديفيد ماكميلان وزملاؤه أن عوامل الاختزال الضوئي الحفازة المستثارة ضوئيًّا يمكن أن توفر منفذًا مؤقتًا لأنواع

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

النيكل(III) التي تشارك بثبات في الإزالة الاختزالية. قام الباحثون باستخدام هذا الاندماج التآزري لعوامل الاختزال الضوئي واستخدام النيكل في تطوير تفاعل اقتران عام عالي الكفاءة لروابط كربون-نيكل باستخدام بروميدات الكحول والآريل.

Switching on elusive organometallic mechanisms with photoredox catalysis

J Terrett *et al*

doi:10.1038/nature14875

تطور

تطوُّر كائنات حية جبلية

يُعَدّ جبل كينابالو بجزيرة بورنيو الماليزية هو القمة الأعلى بين جبال الهيمالايا وغينيا الجديدة، كما يُعَدّ بؤرة تنوع حيوي، مثل الجبال المدارية الأخرى، ويحتوي على العديد من الأنواع المتوطنة التي عَزَلَها الارتفاع. يتحقق الباحثون من الأصول التطورية لمثل هذا التنوع الحيوي، عن طريق تجميع عيِّنات كل الكائنات الحية من جبل كينابالو، بما في ذلك الضفادع، والحشرات، والعناكب، والقواقع، ودود العَلَق، والطحالب، والنباتات المزهرة، والسراخس، والفطريات. ويكشف شريط الحمض النووي أن معظم الأنواع عمرها أقل من الجبل ذي الستة ملايين عام، وأنها أيضًا أقارب لفصائل الأراضي المنخفضة التي انتقلت إلى أعلى، أو هاجرت إلى مسافات بعيدة من أماكن مرتفعة أخرى. وسيساعد فهم أصول التنوع الحيوي الجبلي على فَهْم استجابته للتغيرات البيئية.

Evolution of endemism on a young tropical mountain

V Merckx *et al*

doi:10.1038/nature14949

فلك

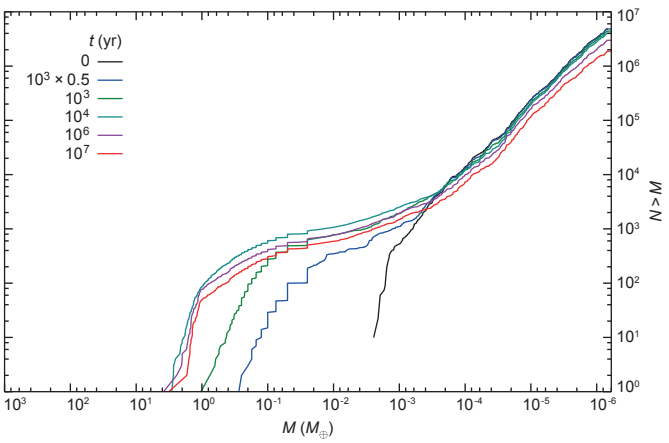
نموذج تَرَاكُم تكوِّن كوكب عملاق

تفترض نماذج "تَرَاكُم الحصى" لتشكيل الأنوية الصلبة للكواكب الغازية العملاقة أن الحصى، أو الأجسام التي يتراوح طولها بين السنتيمتر والمتر يتم تركيزها عن طريق سَحْب الحركة الديناميكية الهوائية. ومن ثم، تنهار تجاذبيًّا؛ لتشكل أجسامًا، يتراوح طولها من 100 إلى 1,000 كيلومتر. من شأن تلك "الكويكبيات" أن تُرَاكِم بقايا الحصى بفعالية؛ لإنتاج الأنوية الكوكبية في آلاف قليلة من السنوات. ومع ذلك.. تشير نماذج المحاكاة إلى أنه بدلًا من تراكُم عدد قليل من الأنوية الضخمة، تقوم النماذج بإنتاج تجمُّع من مئات الأجسام المكافئة للأرض حجمًا. ويقوم هارولد ليفيسون وآخرون بحل تلك الصعوبة بتوضيح أنه إذا كان الحصى يتشكل ببطء ملائم، فإن التفاعلات التجاذبية بين الكويكبيات يمكن أن تؤدي إلى تشكيل عدد يتراوح بين كوكب، و4 كواكب غازية عملاقة، وذلك بطريقة موافقة للبنية المرصودة للنظام الشمسي.

Growing the gas-giant planets by the gradual accumulation of pebbles

H Levison *et al*

doi:10.1038/nature14675



الشكل أسفله | التوزيع الكتلي التراكمي للكويكبيات والأجنة. يتم توضيح نمو الأجنة الكوكبية (ذات الكتلة *M*) بالمحاكاة الخاصة بنا بواسطة عدد الأجسام (*N*) الأكبر من الكتلة المعطاة المبينة عند أوقات متعددة (الموضحة بواسطة اللون؛ انظر المفتاح على اليسار). مثال لتراكم الحصاة المعياري حيث كانت كل الحصى موجودة في بداية المحاكاة.

بيولوجيا الخلية

الاستعداد المناسب أثناء عملية التشكُّل

تتحكم شبكات الأكتوميوسين في عملية استطالة الأنسجة، التي تستحث فيها نبضات التجميع والتفكيك تشوهات الشكل، التي يمكن أن ترسِّخ تجمُّع (توازن) موضعي من أكتوميوسين. هذا.. ولم تكن الآلية وراء هذه السقّاطات الميكانيكية معروفة فيما مضى. يقدم توماس لكويت وزملاؤه نموذجًا عامًّا محتمَلًا، تضبط فيه التغذية المرتدة بين التفكك والحركة الأفقية لمكونات "الميوسين الثاني" تعيينَ التردد والسعة لهذه النبضات. وبالتالي، فإن خصائص التنظيم الذاتي لشبكة الأكتوميوسين كافية لتحديد تغييرات شكل الخلية أثناء عملية التشكُّل.

A self-organized biomechanical network drives shape changes during tissue morphogenesis

A Munjal *et al*

doi:10.1038/nature14603

الإجهاد الخلوي، والالتهام الذاتي

من المعروف أن أنواع السرطانات المختلفة، بما في ذلك السرطان الغدي القنوي البنكرياسي (PDA)، تعتمد على مستويات عالية من الالتهام الذاتي، وهي عملية مطلوبة في الخلايا الطبيعية؛ لجمع عناصرها الغذائية، ومراقبة الجودة. فقد وصفت روشيكا بيريرا وزملاؤها وجود ارتباط غير معروف بين الإجهاد الخلوي والالتهام الذاتي، يؤدي إلى تغيُّر حالة الأيض الخلوي في حالة سرطان البنكرياس. وتبَيَّن الباحثون أن التعبير المنحرف، والتنشيط التأسيسي لعوامل النسخ من عائلة MiT/TFE يتوسطان إعادة البرمجة الأيضية، عن طريق وظيفة الليسوسوم المحسَّنة ـ إلى حد كبير ـ في عيِّنات السرطان الغدي البشرية، وخطوط الخلايا. تحدد هذه النتائج تنظيم الليسوسوم كمِحْوَر لاستخدام العناصر الغذائية، وتوازن الطاقة في الخلايا السرطانية.

Transcriptional control of autophagy–lysosome function drives pancreatic cancer metabolism

R Perera *et al*

doi:10.1038/nature14587

غلاف عدد 27 أغسطس 2015

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 27 أغسطس من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

أحياء جزيئية

تنشيط مستقبِلات الجلوتامات التحوُّلية

مستقبِلات الجلوتامات التحوُّلية (mGluRs) هي المستقبلات المقترنة ببروتين جي (GPCRs) من فئة (سي) المثنوية التي تضبط استثارة الخلايا العصبية، ولدونة المتشابك، وتُعتبر أهدافًا لعقاقير الاضطرابات العصبية، مثل مرض الفصام، وأعراض متلازمة (إكس) الهشة. وقد توافرت في السنوات الماضية عدة بِنَى بلورية بالأشعة السينية للمستقبلات المقترنة ببروتين جي، لكن ظل فهمنا لديناميات التشكل لتنشيط المستقبلات غير مكتمل. استخدم الباحثون نقل طاقة الرنين الفلوري للجزيء المفرد (smFRET)، لسبر آلية التنشيط لاثنين من مستقبلات الجلوتامات التحولية للثدييات كاملة الطول. وكشفت تجارب smFRET أن النطاقات المقيدة لليجند خارج الخلية لهذه المستقبلات المقترنة ببروتين (جي) القابلة للتحويل بين ثلاثة تشكلات (مستريح/خامل، ونشط، وحالة متوسطة خاملة/غير نشطة، وقصيرة الأجل)، وفعالية الناهض المقوم التجسيمي ترتبط بدرجة إشغال للحالة النشطة. ينبغي أن تكون الاستراتيجية التجريبية المبينة في هذه الورقة البحثية مطبقة على نطاق واسع؛ لدراسة ديناميات التشكلات في المستقبلات المقترنة ببروتين (جي)، وغيرها من البروتينات الغشائية الأخرى.

Conformational dynamics of a class C G-protein-coupled receptor

R Vafabakhsh *et al*

doi:10.1038/nature14679

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

علم الأرض

أصل النشاط الزلزالي بالصفائح الأرضية

عَرَض ثورستن بيكر وآخرون نتائج من نماذج تدفق الوشاح الصخري، تكشف عن علاقة بين النشاط الزلزالي ـ بعيدًا عن حدود اللوح البينية في غرب الولايات المتحدة ـ ومعدل تغيُّر "الطوبوغرافية الدينامية"، وهي الإجهاد العمودي الرأسي من تدفق الوشاح الصخري. وقد استخلصوا أن تدفق الوشاح الصخري يلعب دورًا مهمًّا، وقابلا للقياس بتشكيل الطوبوغرافية، والحركات التكتونية، والمخاطر الزلزالية داخل تلك الصفائح.

Western US intermountain seismicity caused by changes in upper mantle flow

T Becker *et al*

doi:10.1038/nature14867

تطور

تكوينات تميِّز الفقاريات عن غيرها

ربما يكون وجود الرأس، المحتوِي على أعضاء الحس الخاصة ـ مثل العينين، والأذنين، والأنف ـ هو العلامة الأكثر وضوحًا لتمييز الفقاريات من الحيوانات الأخرى، وبشكل خاص.. أقرب أقربائها، وهي الرَّقِّيَّات، لكن هل وُجدت أسلاف للرأس في هذه الحيوانات؟ الجواب هو: نعم، وفق ما ذكره مايكل ليفاين وزملاؤه، حيث أوضح الباحثون أن الحيوان البحري *Ciona intestinalis* لديه ما يلزمه من الناحية الوراثية لتشكيل "اللوحاء الأولية"، التي ربما تكون متماثلة مع اللوحاءات العصبية، التي تشكل الأساس لأجهزة الإحساس في الفقاريات.

The pre-vertebrate origins of neurogenic placodes

P Abitua *et al*

doi:10.1038/nature14657

جينات بدائيات النواة، وحقيقيات النواة

افتُرض لسنوات عديدة أن جينات بدائيات النواة الموجودة في جينوم حقيقيات النواة يجب أن تكون قد وصلت هناك، بعد حدوث تعايش داخلي لأحد عضيات بدائيات النواة، لكن تشير الأدلة الأخيرة إلى وجود نقل أفقي للجينات بين أفراد حقيقيات النواة من ناحية، وبين بدائيات النواة وحقيقيات النواة من ناحية أخرى. لا يوفر هذا التحليل الجينومي للبكتيريا والبكتيريا العتيقة دليلًا على وجود أثر تراكمي يمكن كشفه للنقل الأفقي للجينات، المستمر على تطوُّر المحتوى الجيني لحقيقيات النواة. وبدلًا من ذلك.. اكتسبت حقيقيات النواة جينات بدائيات النواة في حلقتين من التدفق التطوري المقابل لأصل الميتوكوندريا والبلاستيدات، تَبِعَه فقدان الجينات التفاضلية واسعة النطاق. وقد ترك هذا التاريخ بصمة هائلة من التعايش الداخلي في الجينوم النووي للخلايا المعقدة.

Endosymbiotic origin and differential loss of eukaryotic genes

C Ku *et al*

doi:10.1038/nature14963

علم الفيروسات

نحو زراعة أسهل لفيروس HCV

لا يمكن أن يتضاعف فيروس الالتهاب الكبدي الوبائي سي (HCV) في مزارع الأنسجة، إلا إذا امتلك طفرات تكيُّفية. يُظْهِر تشارلز رايس وزملاؤه أن التعبير عن عامل خلوي مضيف، *SEC14L2*، يسمح بتضاعف كافة الأنماط الجينية لفيروس الالتهاب الكبدي الوبائي (سي) في عديد من خطوط الخلايا الكبدية عن طريق تعزيز الحماية بواسطة كل المورثات فيتامين E ضد أكسدة الدهون. الأهم من ذلك.. أنه يمكن للخلايا المعبرة عن العامل الخلوي المضيف، *SEC14L2*، أن تدعم أيضًا تضاعف فيروس الالتهاب الكبدي الوبائي (سي) عقب التلقيح بأمصال المرضى. هذه النتيجة هي خطوة نحو تطوير نظم مزارع الأنسجة، التي يمكن أن يتم فيها إكثار عزلات فيروس الالتهاب الكبدي الوبائي (سي) الطبيعية، واختبار العوامل المضادة للفيروسات.

***SEC14L2* enables pan-genotype HCV replication in cell culture**

M Saeed *et al*

doi:10.1038/nature14899

فلك

تَهَاوي أنظمة الكواكب

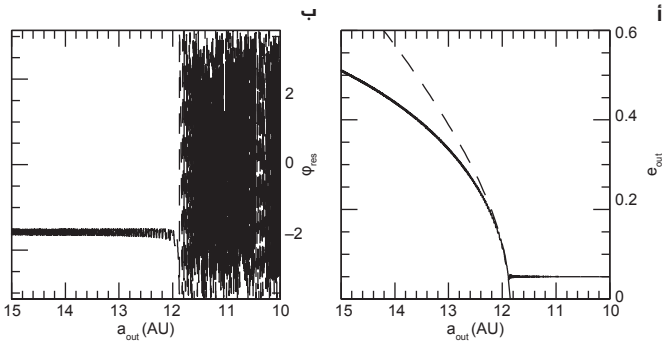
يبرهن جهاد توما، وسيشادري سريدار بتلك المحاكاة الرقمية للديناميات المدارية، وتطور المنظومة الكوكبية الخارجية متعددة الأسطح، حيث يكون للنجم الرئيس مُرافق نجمي ثنائي هائل، على أن الكواكب المهاجرة عرضة للاضطراب الناتج عن المُرافق البعيد. يقوم النموذج بتوليد نتائج، تتراوح بين إثارة الاختلافات المركزية الكوكبية الضخمة وزوايا الميل المتبادلة، والتعطل الكُلِّي للمنظومة الكوكبية الخارجية، وذلك عندما يكون السبق المداري سريعًا بدرجة كافية؛ ليتردد صداه مع الحركة المدارية للمُرافق الثنائي البعيد.

The disruption of multiplanet systems through resonance with a binary orbit

J Touma *et al*

doi:10.1038/nature14873

الشكل أسفله | التقاط ما بداخل رنين التفاوت بحركة القمر المدارية الناتج عن جاذبية الشمس بنمط لابلاس-لاجرانج LLER. تم إجراء تجربة السلك-ن الإسنادية مع ارتحال أسي قسري، $a_{out}(t)=a^{i}_{out}$ exp[t/τ] مع $a^{i}_{out}=10$ AU و$\tau=10^{4}T_{b}$. **أ**، نمو e_{out} عند التقاطها بارتحال الرنين التفاوتي بحركة القمر المدارية الناتج عن جاذبية الشمس. الخط المتقطع هو التنبؤ من النظرية التحليلية من الدرجة الرابعة المقدمة بالمعلومات التكميلية A. **ب**، Φ_{res} هي انتقال الدوران إلى التحرر لحوالي 90 درجة عند التقاطها برنين التفاوت بحركة القمر المدارية الناتج عن جاذبية الشمس.



كيمياء حيوية

كشف آلية إنزيم فليبيز

يُطلق على ظاهرة انتقال الدهون عبر طبقة ثنائية غشائية مسمَّى عملية "التقليب"، وهي عملية مهمة للحفاظ على حالة عدم التناظر في الدهون، وضرورية لعمليات معينة، مثل التأشير، وتكوين الحويصلة. ولقد كان تقليب الدهون المضمَّنة في تركيب الغشاء ـ التي تحتوي على المجموعات الرئيسة القطبية الكبيرة ـ بطيئًا ومستهلِكًا للطاقة، كما يتم تحفيزه بواسطة إنزيمات فليبيز، من خلال آلية غير معروفة. وقد حلل الباحثون البِنَى البلورية بالأشعة السينية للناقل PglK، الذي يسهِّل تقليب السكريات قليلة التعدد، المرتبطة بالدهون (LLO) في بكتيريا *Campylobacter jejuni* في الحالات المواجهة للداخل وللخارج. وقد كشف تحليل البِنَى المكتشَفة ونتائج التجارب الكيميائية الحيوية عن آلية غير عادية، حيث يظل ذيل السكريات LLO مدمجًا في طبقة ثنائية المادة الدهنية، وتنقلب المجموعة الرئيسة (بيروفسفات-السكر قليل التعدد) إلى تجويف مواجه للخارج، بعد تحلل أدينوزين ثلاثي الفوسفات.

Structure and mechanism of an active lipid-linked oligosaccharide flippase

C Perez *et al*

doi:10.1038/nature14953

علم الأعصاب

كاشِفات حركة شبكية العين

تحتوي شبكية العين في الثدييات على عديد من الأنواع المختلفة من الخلايا العصبية المتوسطة، المعروفة باسم خلايا عديمة الاستطالات المحوارية، التي تشكل اتصالات محددة مع أنواع عديدة من الخلايا العقدية الشبكية (RGCs)، ولكن لا يُعرف الكثير عن كيفية نشأة خصوصية الاتصال. أظهر جوشوا سانيس وزملاؤه أن الخلايا العقدية الشبكية للفأر (W3B-RGCs)ـ وهي النوع الذي يكشف عن حركة الأجسام في ظل خلفية متحركة ـ تتلقى مدخلات قوية ومحددة ومثيرة من الخلايا عديمة الاستطالات المحورية، التي تعبِّر عن ناقل الجلوتامات الحويصلي 3. وتتوسط هذه الصلة الانتقائية التفاعلات المقتصرة على المطابق لجزيء التعرف

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

Sidekick2، الذى يُعبَّر عنه في كل من الخليتين. يؤثر الإخلال بهذه الصلة على الكشف عن الحركة في الخلايا العقدية الشبكية للفأر (W3B-RGCs). وجنبًا إلى جنب مع الدراسات السابقة، تدعم هذه النتائج نموذجًا متعدد الخطوات لخصوصية التشابك في الطبقة ضفيرية الشكل الداخلية الشبكية.

Sidekick 2 directs formation of a retinal circuit that detects differential motion

A Krishnaswamy *et al*

doi:10.1038/nature14682

كيمياء

إشابة شبيكة فائقة شبه موصِّلة

تُظهِر الصورة بلورات ذهب نانوية (أرجوانية) تشوب شبيكة فائقة شبه موصلة. والإشابة تُستخدم على نطاق واسع في أشباه الموصلات، والمواد المغناطيسية الممزوجة، والفوسفور، هي عملية يتم بها إدراج ذرّات دخيلة إلى وسط مضيف؛ لتحسين أو تخليق خواص إلكترونية ومغناطيسية وبصرية جديدة. وقد قدَّم كريستوفر موراي وزملاؤه مفهوم الإشابة التبادلية بشبيكات البلورات النانوية الفائقة، حيث تُظهِر الإدماج العشوائي لبلورات الذهب النانوية في شبيكة بلورة نانوية فائقة شبه موصلة (CdSe أو PbSe). ويمكن استبدال بلورة نانوية واحدة بأخرى من الحجم نفسه، ولكنْ بتركيب مختلف. ويكون توصيل المادة الناتجة معدلًا من خلال مسارات الترشيح المعدنية، المسيطَر عليها بواسطة كثافة وتوزيع الشوائب. ويعني استخدام التجمع الذاتي أن تلك التقنية الجديدة ينبغي أن تكون قابلة للتطبيق على نطاق واسع.

Substitutional doping in nanocrystal superlattices

M Cargnello *et al*

doi:10.1038/nature14872

بيولوجيا الخلية

منافسة الخلية المدفوعة بـ(Myc)

من المعروف أن الخلايا تتنافس مع بعضها البعض، حيث قد تتسبب الخلايا سريعة التكاثر الفائزة في زوال الخلايا الأبطأ. ويشجع انطلاق هذه العملية نشاط البروتين Myc المرتبط بالسرطان. ومن أجل دراسة التفاعل بين الخلايا الفائزة والخاسرة في الكائنات الحية، أجرى ادواردو مورينو وزملاؤه تصويرًا حيًّا للمنافسة المدفوعة بواسطة بروتين *myc* في الأنسجة السليمة لذبابة الفاكهة. ووجدوا أن الخلايا المعبِّرة عن مستويات أعلى من بروتين *myc* تختلط في نشاط مع الخلايا المجاورة، مما يزيد من احتمال أنهما سيقضيان على المنافسة. وعلى وجه التحديد، فإقحام خلية-خلية يدفع بواسطة الاختلافات في التوتر عند السطح البيني بين تركيبات مختلفة من الخلايا (الفائزة/الفائزة، والفائزة/الخاسرة، والخاسرة/الخاسرة). وعلى مستوى جزيئي، تؤدي الاختلافات في مستويات الأكتين F-في تقاطعات الخلية ـ بسبب المستويات التفاضلية لدهون الغشاء PIP3 ـ إلى مستويات متباينة من التوتر، وتكون النتيجة هي تدمير الأنسجة والغزو. وعلى الرغم من أن إقحام خلية-خلية هو ظاهرة ثابتة تحدث خلال تطور الأنسجة، ولكن هذه النتائج تشير إلى أنه يمكنها الوقوع في سياق المرض.

Cell mixing induced by *myc* is required for competitive tissue invasion and destruction

R Levayer *et al*

doi:10.1038/nature14684

الاختلال الوظيفي للميتوكوندريا

يُعتبر الاختلال الوظيفي للميتوكوندريا، وعدم توازن البروتين الخلوي من السمات المميزة للعديد من الأمراض، والحالات المرضية المرتبطة بالعمر. يمكن أن تؤدي الميتوكوندريا التالفة إلى موت الخلايا، عن طريق آليات مختلفة، بما في ذلك الحرمان من الطاقة. وصفت ورقتان بحثيتان، نُشرتا مؤخرًا، مثل هذه الآلية الإضافية (النقل غير الفعال لبروتينات الميتوكوندريا من الريبوسوم في العصارة الخلوية). وبيَّن شياو ون وانج، وتشن جي شين أن تلف الميتوكوندريا يمكن أن يعرقل استيراد البروتينات المرمزة نوويًّا إلى الميتوكوندريا، وبالتالي الانحلال الخلوي، عن طريق إطلاق مسار العصارة الخلوية، الذى أطلقا عليه إجهاد التراكم المفرط السلف الميتوكوندريا (mPOS). حدد الباحثون أيضًا شبكة مضادة للانحلال من العمليات التعويضية ـ في الغالب مرتبطة بتعديل دوران البروتين وقابلية الطي ـ التي تواجه mPOS لصالح بقاء الخلية. كما حققت أجنيسزكا تشاسينسكا وزملاؤها في الاستجابة لاستيراد البروتين المختل وظيفيًّا إلى الميتوكوندريا، من خلال تحليل مفصل للتغيرات الترانسكريبتومية للتغيرات البروتيومية داخل الخلية. وحددوا أيضًا المسارات التي تحمي الخلية ضد عيوب النشوء الحيوي للميتوكوندريا، التي تنطوي أساسًا على تثبيط تخليق البروتين، وزيادة إزالة البروتين عن طريق آلية البروتوزوم.

A cytosolic network suppressing mitochondria-mediated proteostatic stress and cell death

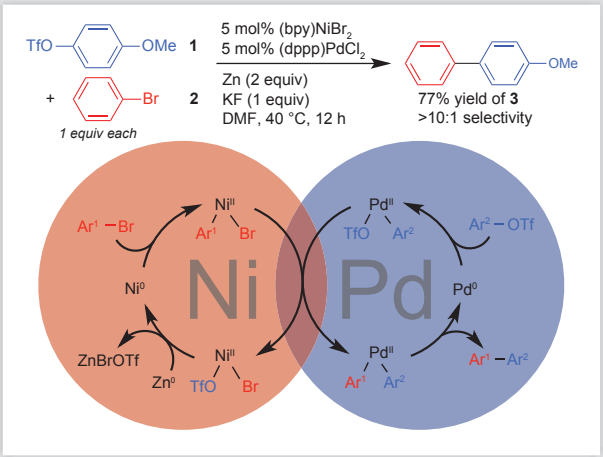
X Wang *et al*

doi:10.1038/nature14859

Mistargeted mitochondrial proteins activate a proteostatic response in the cytosol

L Wrobel *et al*

doi:10.1038/nature14951



كيمياء

محفِّزات متعددة لعمل رابطة الكربون-كربون

تُستخدم استراتيجيات الانتقال المحفز بواسطة المعادن، الخاصة بتكوين روابط كربون-كربون جديدة، لتوليف نطاق واسع من الجزيئات الصغيرة، بما في ذلك الأدوية. يمكن استخدام التعاون التآزري لاثنين من العوامل الحفازة المتمايزة (حفز ملِّيمتري متعدد)، عوضًا عن الحالات التي يخفق فيها معدن مفرد بتعزيز التحول الانتقائي، أو الفعال. تم قصر تطبيق تلك الاستراتيجية على استخدام المعادن مع إعادات تفاعل متمايزة. يبرهن هؤلاء الباحثون على أن التعاون بين عامل النيكل الحفاز، وعامل البالاديوم الحفاز، يمكن أن يُستخدموا لربط بروميدات الآريل مع فلاتات الآريل الثلاثية بطريقة مباشرة، مما يلغي الحاجة إلى استخدام كواشف معدن الآريل. يشكل كل عامل حفاز أقل من 5% عبر منتج انعزالي، ولكن يمكن أن تصل العوائد الحالية مع وجود كل من العاملين الحفازين إلى 94%. تكشف تلك النتائج عن منهج جديد وعام لتوليف الآريلات الثنائية، والآريلات المغايرة، والدايينات dienes، وينبغي أن تبسط من توليف الكواشف الدوائية، التي يُصنع العديد منها حاليًّا مع كواشف معدنية عضوية سابقة التشكيل.

Multimetallic catalysed cross-coupling of aryl bromides with aryl triflates

L Ackerman *et al*

doi:10.1038/nature14676

الشكل أعلاه | تفاعل أولمان هجيني عام، تم تحفيزه بواسطة مزيج من النيكل والبالاديوم. 1، 4-ميثوكسيفينايلترايفليت؛ **2،** بروموبنزين؛ **3،** المنتج الهجين الرئيس، 4-ميثوكسيبافينايل. وعلى الرغم من أنه تم تصوير دورة النيكل (II/0) والبالاديوم (II/0)، فإن الآليات البديلة ممكنة أيضًا، كدورة النيكل (I/III). التريفليت، OTf؛ ن،ن-ديميثيلفورمامايد (المذيب)، DMF.

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

فيزياء

تعزيز النحاس لِليزر ذَرّي

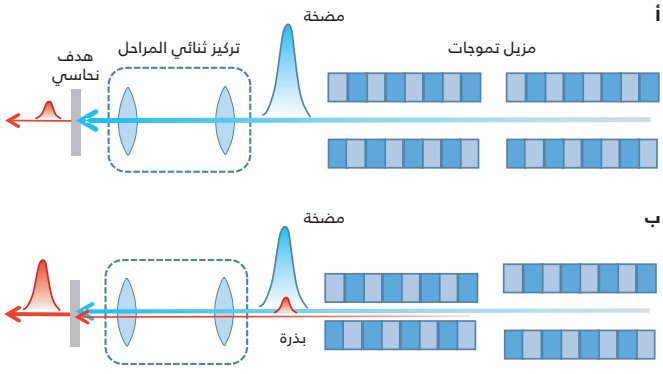
ظل توليد الأشعة السينية المتساوقة مع الليزر قصير الطول الموجي هدفًا طويل الأمد في عِلْم الأشعة السينية. وقد تَمّ تطوير ليزر ذري في السابق، قائم على ذرات النيون، تم ضخّه بواسطة ليزر أشعة سينية حُرّ الإلكترونات؛ وذلك لأجل الأشعة السينية اللينة. استخدم هيتوكي يونيدا وآخرون هدفًا نحاسيًّا صلبًا؛ لتحقيق ليزر ذري بمنظومة أشعة سينية قاسية، عند 1.54 أنجستروم. تم تأيين الهدف بواسطة SACLA، وهو الليزر المدمَج، حُرّ الإلكترونات، ذو الطول الموجي 8 أنجستروم من النوع Pring S، وذلك لتحقيق انبعاث تلقائي مكبَّر قَوِيّ. يقوم الليزر الذري الناتج بتوليد نبضة أشعة سينية، يتفوق على ضخ نبضة ليزر الأشعة السينية حر الإلكترونات. إنّ طول موجته أقصر من السابق المُبَلَّغ عنه بعشر مرات، ويتيح العديد من الفرص أمام التحليل الطيفي القائم على الأشعة السينية فائقة السرعة، والبصريات الكمية.

Atomic inner-shell laser at 1.5-ångström wavelength pumped by an X-ray free-electron laser

H Yoneda *et al*

doi:10.1038/nature14894

الشكل أسفله | رسم تخطيطي للإعداد التجريبي. تم توليد نبضات ليزر أشعة سينية حر الإلكترونات XFEL مع مزيل التموجات بنمط اللون الفردي (تجربة الانبعاث التلقائي المضخم ASE) **أ**، أو النمط ثنائي الألوان (تجربة الغرس) (**ب**). يقوم نظام التركز بتوليد 120 نانومترًا كبقعة تركيز في المتوسط. يتم رصد نسبة الطاقة بين المضخة ونبضة البذرة باستخدام مطياف من النوع الإرسالي. يتم قياس طيف Kα الشبيه بالليزر من خلال استخدام مطياف مشتت يجمع محلل سيليكون وجهاز كاميرا ذات شحنة مقترنة متعددة المنافذ.



بوزيترونات معجَّلة من بلازما "ويكفيلد"

تقترب معجلات الجسيمات راديوية التردد التقليدية من حدود التطور من حيث الحجم والتكلفة. ويُعَدّ معجل بلازما "ويكفيلد" بديلًا واعدًا. ويتم تعجيل حزمة إلكترونات بذلك الجهاز كلما "تكسرت" على موجة بلازمية بواسطة حزمة إلكترونات أخرى. وقد تم الحصول في السابق على نتائج واعدة بتعجيل الإلكترونات، ولكنها جعلت مصادم الإلكترون-البوزيترون يتطلب أيضًا بوزيترونات مُعجَّلة. يبرهن سيباستيان كوردي وآخرون على نظام تعجيل جديد، حيث تنقل الجسيمات بمقدمة حزمة بوزيترون الطاقة لمؤخرتها. تكتسب البوزيترونات 5 جيجا إلكترون فولت بالعملية، مع انتشار أقل للطاقة، عبر مسافة تبلغ 1.3 متر. وهذا يعني أن المجالات الكهربية المُعجِّلَة لها أقوى من حيث القيمة من معجلات الجسيمات راديوية التردد بمقدار يبلغ الضعف.

Multi-gigaelectronvolt acceleration of positrons in a self-loaded plasma wakefield

S Corde *et al*

doi:10.1038/nature14890

علم الوراثة

الفوسفاتيز، ووحدته التنظيمية

يعتمد انقسام الخلية الناجح على التنسيق الدقيق بين فصل الكروموسومات إلى القطبين المعاكسين لمغزل الانقسام الميتوزي، والانقسام السيتوبلازمي، وهو الخطوة الأخيرة من انقسام الخلايا التي تنفصل فيها الخليّتان البنويتان. وأحد منسقي هذه العملية هو منطقة منتصف المغزل، التي تعزز انقباض الخلية الأم بين فصل الكروموسومات، استعدادًا للانقسام. وصف بظ باوم وزملاؤه مسارًا آخر، يساعد الانقسام في تكاثر الخلايا الحيوانية، مستقلًّا عن المغزل المركزي وعناصره المرتبطة به. في هذا المسار، يُجَنَّد الفوسفاتيز PP1 ووحدته التنظيمية الفرعية إلى الأحواز الحركية (مواقع الكروموسومات التي تلتصق بمغزل الانقسام الميتوزي). كلما انتقلت الكروموسومات الفاصلة إلى النهاية المقابلة للمغزل، اقتربت من أكتوميوسين الهيكل الخلوي في أطراف الخلية، مما يسمح لـ PP1/Sds22 المرفق بالحيز الحركي لتثبيط بروتينات p-ERM، التي تشبك الأكتين وغشاء البلازما في أقطاب الخلية. وهذا يؤدي إلى استرخاء أقطاب الخلية، وتسهيل انقسام الخلايا.

Kinetochore-localized PP1–Sds22 couples chromosome segregation to polar relaxation

N Rodrigues *et al*

doi:10.1038/nature14496

كيف يتعرف (mRNA) على محطة توقُّفه

تَستخدم جزيئات الحمض النووي الريبي المرسال (mRNA) للتذييات ثلاثة كودونات توقُّف، ولكن لديها عامل إنهاء واحد eRF1، يمكنه أن يتعرف على كودونات التوقف الثلاثة. ولِفَهْم كيف يمكن لعامل الإنهاء eRF1 أن يميز كودونات التوقف، حدد آلان براون وزملاؤه بِنَى الريبوسوم S80 للتذييات المقيدة إلى eRF1، وجزيئات الحمض النووي الريبي المرسال التي تحتوي على كودونات التوقف. وجد الباحثون أن اثنين من النيوكليوتيدات من الحمض النووي الريبي الريبوسومي 18S مكدسة مع اثنين من نيوكليوتيدات كودون التوقف، والنوكليوتيدة التالية، لضغط الحمض النووي الريبي المرسال، وهو التشكل الذى يتعرف على كودونات التوقف.

Structural basis for stop codon recognition in eukaryotes

A Brown *et al*

doi:10.1038/nature14896

غلاف عدد 3 سبتمبر 2015

طالع نصوص الأبحاث في عدد 3 سبتمبر من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

فسيولوجيا الخلية

بِنَى معقدة لبروتين سينابتوتاجمين-سنير

البروتين العابر للغشاء سينابتوتاجمين-1 (synaptotagmin-1)، والبروتينات العصبية سنير (SNARE) هي الجهات الفاعلة الرئيسة في إطلاق الناقل العصبي، ولكن كيفية تعاونها لإطلاق اندماج الحويصلة في استجابة لإشارات للكالسيوم ما زالت غير واضحة. وقد أورد إكسيل برونجير وزملاؤه مؤخرًا أول بِنَى بلورية لمركّبات بين هذه البروتينات، المقيدة إمّا إلى أيونات الكالسيوم Ca^{2+}، أو الماغنسيوم Mg^{2+}، وأظهروا أن إطلاق الناقل العصبي المطلق بأيونات الكالسيوم Ca^{2+} يعتمد على سطح بيني كبير مستقل عن أيونات الكاسيوم Ca^{2+}. كما يقدم العمل أيضًا تقنيات جديدة لجمع بيانات الحيود من ليزر الإلكترون الحر بالأشعة السينية، مما يسمح باستبانة شبه ذَرِّيَّة لمركّب بروتين من أعداد صغيرة من البلورات.

Architecture of the synaptotagmin–SNARE machinery for neuronal exocytosis

Q Zhou *et al*

doi:10.1038/nature14975

علم النبات

استيراد وتصدير الأنواع النباتية

يَسَّر النشاط البشري من انتشار الأنواع النباتية الغريبة حول العالم، حيث إن العديد منها أصبح متوطنًا في قارات مختلفة. وقد قام مارك فان كلونين وآخرون ببناء قاعدة بيانات عالمية من إدخالات النباتات الغريبة، ليبينوا أن أكثر من 13,000 نوع ـ حوالي 4%

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

من مجموع الحياة النباتية ـ أصبحت متوطنة بأماكن جديدة. استقبلت أمريكا الشمالية معظم النباتات الغريبة، بينما قامت جُزُر المحيط الهادئ بمراكمة بمعدل هو الأسرع وتيرة، وظهر أنّ نصف الكرة الشمالي هو المانح الغالب للأنواع الغريبة.

Global exchange and accumulation of non-native plants

M Kleunen *et al*

doi:10.1038/nature14910

أمراض قلب

الإصابة بشذوذ الصمام المِترالي

لقد كان السبب الوراثي المسؤول عن تدلِّي الصمام المترالي غير المتلازم(MVP) ـ مرض صمام القلب الشائع ـ غامضًا. وأوردت سوزان سلاوجينهاوبت وزملاؤها طفرتين في جين *DCHS1*، الذي ينعزل مع تدلِّي الصمام المترالي غير المتلازم في ثلاث عائلات. وتَسَبَّب حذْف الجين المناظر *dachsous1b* في سمكة الزرد في إحداث عيب بالقناة الأذينية البطينية القلبية، يمكن علاجه باستخدام النسخة البشرية *DCHS1*، ولكن ليس عن طريق الحمض النووي المرسال لجين *DCHS1* الطافر. أما لدى فئران $DCHS1^{+/-}$، فقد هبطت وريقات ميترالية سميكة، بسبب أخطاء تطوُّرية في تشكُّل الصمام. أدَّى نقص *DCHS1* في الخلايا البينية للصمام الميترالي للإنسان والفأر إلى هجرة متغيرة، وتنميط خلوي. يحمل فهْم دور جين *DCHS1* في تطور الصمام الميترالي، ومرض تدلِّي الصمام المترالي غير المتلازم احتمالًا لتبصرات علاجية لهذا المرض الشائع جدًّا.

Mutations in *DCHS1* cause mitral valve prolapse

R Durst *et al*

doi:10.1038/nature14670

علم الأعصاب

آليّة جديدة للتنكُّس العصبي

السبب الأكثر شيوعًا لهذا المرض الموهِن ـ مرض التصلب الجانبي الضموري(ALS) ـ هو توسع تكراري سداسي النيوكلتيدات (GGGGCC G_4C_2) في جين *C9orf72*. وقد استخدمت دراستان نُشرتا مؤخرًا في دورية *Nature* طرقًا متناقضة، للوصول إلى الآلية الجزيئية التي قد تتسبب في نموذج عائلي للمرض. وباستخدام التصفية الوراثية المستندة على المرشح في ذبابة الفاكهة، التي تعبِّر إمّا عن 30 تكرارًا من G_4C_2 تحتوي على البروتين (كى تشانج وزملاؤه)، أو تكرار G_4C_2 يحتوي على النسخة (براين فرايباوم وزملاؤه)، بحثت المجموعتان عن الجينات التي تعزز أو تقمع النمط الظاهري للمرض. حدَّد تشانج وزملاؤه الجين المرمز RanGAP، وهو منظم أساسي للنقل السيتوبلازمي النووي، وحدد فرايباوم وزملاؤه الجينات التي ترمز لمكونات الثقب النووي، وآلية النقل السيتوبلازمي النووي. تُظْهِر الورقتان البحثيتان أوجه العجز في النقل السيتوبلازمي النووي في خلايا ذبابة الفاكهة، المعبَّر عنها في شكل تكرارات G_4C_2، وفي الخلايا العصبية المشتقة من الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات iPSC من مرضى التصلب الجانبي الضموري. مضى تشانج وزملاؤه قدمًا، لإظهار أن هذه العيوب يمكن معالجتها بالنيوكليوتيدات المضادة، أو الجزيئات الصغيرة التي تستهدف بنية الحمض النووي رباعي الضفيرة، والتي تُسمى G-quadruplexes.

The *C9orf72* repeat expansion disrupts nucleocytoplasmic transport

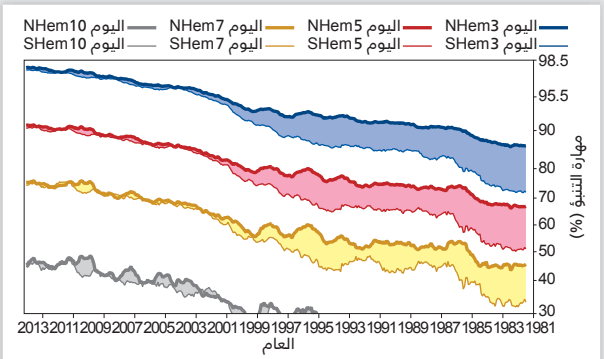
K Zhang *et al*

doi:10.1038/nature14973

GGGGCC repeat expansion in *C9orf72* compromises nucleocytoplasmic transport

B Freibaum *et al*

doi:10.1038/nature14974



علم المناخ

التوقع الرقمي المستقبلي للمناخ

تنتشر مخرجات نماذج نبوءات المناخ الرقمية (NWP) في جميع أنحاء المجتمع، وتوفر الآن توقعات بارعة لسبعة أيام مقبلة. وبالنظر إلى الخلف لعدة عقود مضت، نلحظ أن دِقّة التوقع كانت مرتفعة بشكل ملحوظ، ولكنها كانت تدريجية، حيث كانت تبلغ حوالي يوم إضافي من التوقع البارع لكل عقد. يستعرض بيتر باور وزملاؤه التقدم التكنولوجي والعلمي الحادث، الذي جعل نماذج نبوءات المناخ العددية بمستواها الحالي، ويكشفون عن التحديات الجمة في المستقبل، إذا استمر معدل التحسن التاريخي على المستوى نفسه.

The quiet revolution of numerical weather prediction

P Bauer *et al*

doi:10.1038/nature14956

الشكل أعلاه | مقياس لمهارات التنبؤ على مدى ثلاثة أيام، وخمسة أيام، وسبعة أيام، وعشرة أيام، محوسبة عبر نصفي الكرة الشمالي والجنوبي خارج نطاق المنطقة المدارية. تشير القيم الأعلى من 60% إلى تنبؤات مفيدة، بينما تلك الأكبر من 80% تمثل دقة عالية الدرجة. يشير تقارب منحنيات نصفي الكرة الشمالي (NH) والجنوبي (SH) بعد 1999 إلى التقدم المفاجئ باستغلال بيانات الأقمار الصناعية عبر استخدام تمثيل البيانات التباينية.

بيولوجيا الخلية

آثار الجين *PIK3CA* على الخلية الثديية

ترتبط طفرات *PIK3CA* بأنواع متميزة من سرطانات الثدي البشرية، ومع ذلك.. كان المنشأ الخلوي غير واضح، وكذلك الآليات المسؤولة عن هذا التباين. وأوردت مجموعتان بحثيتان مؤخرًا في دورية *Nature* استخدام نهج جيني في الفئران؛ لإثبات أن الأورام التي تنشأ من أنواع الخلايا المختلفة للثدي تستحث السرطان بأشكال ظاهرية، ونمو وخصائص غازية مختلفة. ويتضح هنا أن طفرات جين *PIK3CA* تنشط برنامجًا وراثيًّا جينيًّا يوجه مصائر خلايا متعددة في أنواع الخلايا مقيَّدة النسب العادية.

$PIK3CA^{H1047R}$ induces multipotency and multi-lineage mammary tumours

S Koren *et al*

doi:10.1038/nature14669

Reactivation of multipotency by oncogenic PIK3CA induces breast tumour heterogeneity

A Keymeulen *et al*

doi:10.1038/nature14665

النظام الغذائي.. وصحة الميتوكوندريا

في دراسة تناولت وظيفة الميتوكوندريا، وجد أوريليو تيلمان وزملاؤه أن كلًّا من الحمض الدهني حمض الاستياريك (C18:0) ومستقبِل بروتين الترانسفيرين (TFR1) يعملان كمنظمين لوظيفة الميتوكوندريا. يعمل حمض الاستياريك عن طريق إضافة نفسه إلى مستقبِل بروتين الترانسفيرين (TFR1)؛ مما يثبط تنشيطه لتأشير JNK، ويعزز اندماج الميتوكوندريا ووظيفتها. وحمض الاستياريك هو عنصر غذائي مهم، تستجيب الخلايا الحيوانية إلى أي زيادة أو نقص في مستواه. تعزز المكملات الغذائية المضاف إليها حمض الاستياريك اندماج الميتوكوندريا في ذبابة الفاكهة، مما يتصدى إلى خلل الميتوكوندريا، الناجم عن عيوب وراثية، مثل فقدان جينَي *Parkin* و*Pink* المرتبطَيْن بمرض باركنسون في نماذج من هذا المرض.

Regulation of mitochondrial morphology and function by stearoylation of TFR1

D Senyilmaz *et al*

doi:10.1038/nature14601

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

كيمياء

الألكلة الحفّازة المزدوجة للأرينيات

يقع تفاعل انتزاع الأكسجين بالريبونوكليوتيد في قلب عملية تخليق الحمض النووي، عن طريق القضاء على الماء بواسطة الجذور، التي تُعَدّ مثالًا لـ"تحول مركز الدوران/الغزل" SCS، ويتم خلالها شق رابطة الكربون-الأكسجين (C-O) الكحولية؛ لإنتاج وسيط جذري مركزيّ الكربون، في حين أن "تحوُّل مركز الدوران/الغزل" هو عملية كيميائية حيوية مفهومة جيدًا، إلا أنّ هناك نقصًا في استخدامها من قِبَل مجتمع الكيمياء العضوية التخليقية. يُظْهِر جيان جين، وديفيد ماكميلان أنه من الممكن الاستفادة من هذه العملية الطبيعية؛ للحصول على الألكلات غير التقليدية المعتدلة باستخدام الكحول كسلائف جذرية. تمثل هذه الطريقة أول استخدام تطبيقي على نطاق واسع للكحولات غير المنشطة ككواشف مؤلكلة كامنة، التي تحققت عن طريق الدمج بين تحفيز قوة الأكسدة والاختزال الضوئية، ونقل ذَرّة الهيدروجين.

Alcohols as alkylating agents in heteroarene C–H functionalization

J Jin *et al*

doi:10.1038/nature14885

جيولوجيا

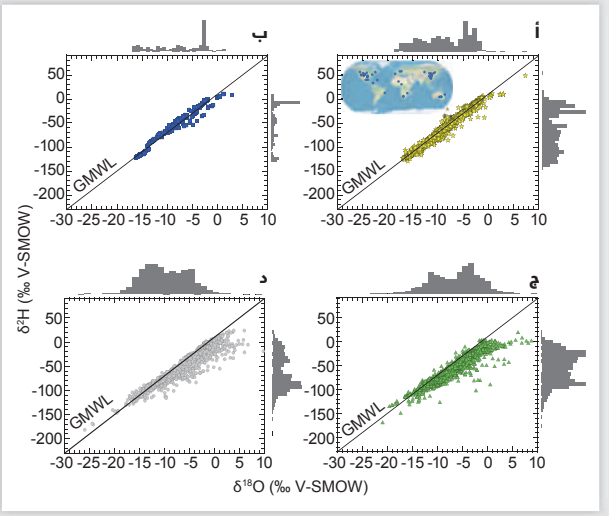
قنوات شبه نفثيّة تحت بقع ساخنة

استخدم سكوت فرينش، وباربارا رومانوفيكز تقنية تصوير سيزميّة وشاح صخرية جامعة، تربط حسابات المجال الموجي الدقيق مع المعلومات المحتواة بالأشكال الموجية السيزمية، وذلك للكشف عن وجود قنوات شبه عمودية واسعة أسفل عديد من البقع الساخنة السطحية الأرضية. تمتد القنوات التي قاموا بتصويرها من حدود لب الوشاح الصخري البينية، حيث تكون راسخة ببقع من السرعة القصوى المختزلة بقوة، وتتوافق مع مواقع معروفة من مناطق السرعة فائقة الانخفاض أسفل هاواي، وأيسلندا، وساموا، وهو ما يدعم فكرة أنها قد تكون المصدر لبراكين البقع الساخنة، باعتبار أن القنوات أوسع نطاقًا من ذيول الانبعاثات الحرارية التقليدية، وهو ما يجعل الباحثين يعتقدون أنها أطول عمرًا، وقد يكون لها أصل كيميائي حراري.

Broad plumes rooted at the base of the Earth's mantle beneath major hotspots

S French *et al*

doi:10.1038/nature14876



علم الأرض

مصادر مائية متنوعة

عادةً ما يُفترض أن ماء التربة متاح استخدامه لجميع الأغراض، ويوفر النتح النباتي، مثلما تفعل المياه الجوفية، والمجاري المائية. فقد قامت جايفيمي إيفاريستو وآخرون بتجميع مجموعة بيانات من نظائر الهيدروجين والأكسجين ـ المستقاة من مناطق موزعة على نطاق واسع ـ وذلك بناء على الدراسات السابقة المحدودة، وقد بيَّنوا أن الفصل الهيدرولوجي البيئي هو القاعدة. تميل المياه المستخدَمة بواسطة النباتات إلى أن تكون منفصلة نظائريًّا عن تلك المستخدَمة للمجاري المائية، مما يشير إلى أن الفصل الهيدرولوجي لمدخلات هطْل المطر يخلق أحواضًا متمايزة من مصادر المياه. وتعني تلك الاكتشافات إمكانية جعْل عملية وضع معايير نموذج السطح الأرضي الحالي لعمليات النباتات الهيدرولوجية والمجاري المائية أكثر واقعية، من خلال إدراج الفصل الهيدرولوجي البيئي.

Global separation of plant transpiration from groundwater and streamflow

J Evaristo et al

doi:10.1038/nature14983

الشكل أعلاه | القيم $\delta^{18}O$ و $\delta^{2}H$ الخاصة بالمياه الجوفية، وتيار المياه، ومياه نسيج الخشب النباتي، ومياه التربة عند 47 موقعًا، موزعة على مستوى العالم. القيم المتوسطة (مدى الشرائح الربعية) لـ $\delta^{18}O$، و $\delta^{2}H$ هي: المياه الجوفية: **أ،** 7.7- (7.4) و –51.5 (62.6)، و n= 2,749؛ **ب،** تيار المياه: 6.2- (8.8) و – 37.1 (66.9) و n= 336؛ **ج،** مياه نسيج الخشب النباتي: - 5.5 (6.1) و – 50.6 (50.6) و n= 1,460؛ **د،** مياه التربة: - 7.5 (7.4)، و – 63.9 (52.5)، و n= 1,830. تبين الصورة المرفقة بـ (أ) مواقع مجموعات البيانات النظائرية المستقرة الـ47 الموزعة عالميًّا. تبين حدود المدرج الإحصائي تقسيم مجموعات البيانات على 30 فترة متساوية، أو صناديق. تم عرض خط المياه النيزكي العالمي (GMWL) أيضًا. V-SMOW، مياه المحيط المتوسطة المعيارية بفيينا.

فيزياء

تحسُّن حال التوصيل الفائق

أَنْعَشَ اكتشاف التوصيل الفائق عند درجات الحرارة المرتفعة بأكسيدات النحاس ـ منذ ما يقرب من ثلاثين عامًا ـ الآمال للتحقيق الوشيك للتوصيل الفائق عند درجة حرارة الغرفة، ولكن التقدم في اتجاه هذا الهدف تعطَّل بعد نجاحات أوّلية. فمنذ أكثر من عقدين، توقف "السجل" عند 133K "كلفن" عند الضغط المحيطي، و164K "كلفن" تحت ضغط مرتفع. يتم تجديد السعي الآن مع اكتشاف توصيل فائق عند 203K "كلفن" بمنظومة هيدريد الكبريت. فقد حقَّق ألكسندر دروزدوف وزملاؤه بتعريض كبريتيد الهيدروجين (H_2S) إلى ضغوط متطرفة طورًا مبهمًا ـ قد يكون H_3S ـ يُظْهِر التوقيعات الواضحة للتوصيل الفائق عند 203K "كلفن"، أو 70- درجة مئوية. يُعَدّ وجود الهيدروجين مفتاحًا لذلك الاكتشاف، مما يرفع احتمال أن تُكتَشَف درجات الحرارة التحولية الأعلى من ذلك ـ التي ربما تقترب من درجة حرارة الغرفة ـ بمنظومات أخرى غنية بالهيدروجين.

Conventional superconductivity at 203 kelvin at high pressures in the sulfur hydride system

A Drozdov *et al*

doi:10.1038/nature14964

معامل انكسار سالب بمواد سالبة

يمكن إنتاج معامل الانكسار السالب ـ وهي الخاصية التي لا توجد في الطبيعة ـ في بعض المواد الفائقة. ويتحقق ذلك لأنها مواد تتمتع بدرجة سماح سلبية متزامنة، ونفاذ سلبي، من خلال ربط كتلتي بناء مختلفتين. ومع ذلك.. فإن نادیجي كاينا وزملاءه بيَّنوا أنه من الممكن تصميم وتصنيع أوساط ذات معامل انكسار سالب، تتكون من نوع واحد من كتل البناء فقط. يؤدي التشتت المتعدد للموجات إلى خواص "مضاعفة السلبية" بمثل تلك المواد الفائقة "أحادية السلبية". ويتجلى هذا النهج في الصوتيات، ويوضح الباحثون أنه من الممكن صناعة مادة سمعية فائقة ذات خواص تعدُّس فائق، وهي السمة المميزة بمعامل الانكسار السالب. وقد تتيح تلك الطريقة نهجًا أبسط لتصميم وبناء مواد فائقة ذات خواص مثيرة للاهتمام.

Negative refractive index and acoustic superlens from multiple scattering in single negative metamaterials

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

N Kaina *et al*
doi:10.1038/nature14678

علم البكتيريا

تخزين النحاس داخل خلايا بكتيريا

يُعتبر عنصر النحاس ضروريًّا كعامل حفّاز، من أجل عمليات طيّ، وأنشطة العديد من الإنزيمات والبروتينات، كما أنه يتسم بالسُّمِّيَّة، ولذلك.. لا يوجد عادة في صورة حرة داخل الخلية، إلا بنسبة ضئيلة. ومع ذلك.. تتطلب البكتيريا المؤكسدة للميثان (البكتيريا المُحِبَّة للميثان) كميات كبيرة من النحاس للإنزيمات أحادية أكسيجينيز الميثان الجسيمية المقيدة بالغشاء (pMMO). توفر هذه الدراسة صورة عن كيفية تجميع البكتيريا المؤكسدة للميثان أيونات النحاس بأمان لأكسدة الميثان. وقد وصف الباحثون Csp1، وهو بروتين غير تقليدي مقيد بالنحاس، يتم تصديره من العصارة الخلوية إلى بكتيريا *Methylosinus trichosporium* OB3b ؛ للحصول على أيونات النحاس لـ pMMO. تكشف البِنْيَة البلورية بالأشعة السينية لبروتين Csp1 أنه قادر على ربط عدد يصل إلى 52 أيونًا من أيونات النحاس داخل تجويف كبير مبطن ببقايا السيستين

A four-helix bundle stores copper for methane oxidation

N Vita *et al*
doi:10.1038/nature14854

أحياء جزيئية

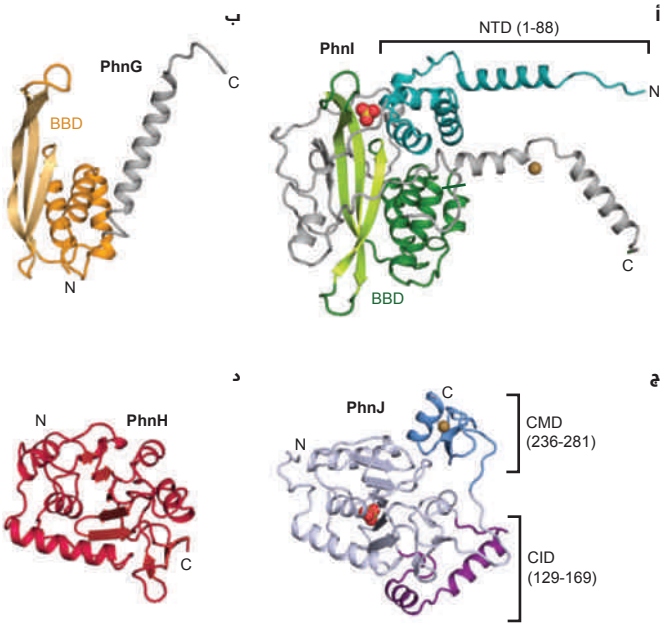
التكسير البكتيري للفوسفونات

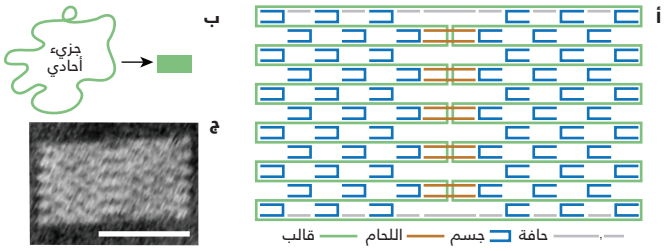
عندما يكون هناك نقص في إمدادات الفوسفات، تكون هناك بكتيريا قادرة على الاستفادة من مركّبات الفسفونات العضوية، بفضل آلية إنزيمية متخصصة، تكسر رابطة الكربون–الفوسفور المستقرة، ولكن الآلية المنخرطة في هذا العمل ليست واضحة. وقد حدَّد ديتليف برودرسن وزملاؤه البنية البلورية لمركب كربون-فوسفات ليز (C-P) ذي الوزن الجزيئي 240 كيلو دالتون من بكتيريا *Escherichia coli*. تحتوي البنية على موقعين نشطين محتملين، قد يمزجان مركبات الفوسفونات العضوية بأدينوزين ثلاثي الفوسفات ATP، وبالتالي يحلّلان رابطة الكربون-الفوسفات.

Structural insights into the bacterial carbon–phosphorus lyase machinery

P Seweryn *et al*
doi:10.1038/nature14683

الشكل أسفله | تفاصيل بِنَى الوحدة الفرعية. أ–د، تفاصيل بنى البروتين الفردية في المركب: PhnI (أ)، PhnJ (ب)، PhnG (ج) وPhnH. يتم إظهار الأيونات في شكل كرات؛ الكبريتات، الأحمر والأصفر؛ الزنك، الوردي. BBD، المجال البرميلي-ب؛ CID، مجال الإدراج المركزي؛ CMD، المجال المصغر الطرفي؛ NTD، المجال الطرفي (النهاية الطرفية) N.





علم الوراثة

إعمار الأمريكتين

أشارت غالبية الدراسات الوراثية إلى أن الأمريكتين قد استوطنها السكان المؤسسون من أصول أورو-آسيوية، ولكن دراسات الشكل الظاهري شككت في ذلك. فقد حلل ديفيد ريتش وزملاؤه بيانات جينومية واسعة من 63 فردًا من 21 مجموعة من السكان الأصليين من أمريكا الجنوبية إلى أمريكا الوسطى، و197 مجموعة سكانية من غير الأمريكيين، تم جمع عيّناتهم من مختلف أنحاء العالم. وقد اكتشفوا أدلة على مجموعة أكثر تنوعًا من المجموعات السكانية المؤسِّسة للأمريكتين مما كان تم القبول به في السابق. ينحدر بعض الأمريكيين الأصليين الأمازونيين جزئيًّا من مجموعة سكانية مؤسسة ذات أصول جنوبية، ترتبط بالأستراليين، وغينيا الجديدة، وجُزُر آندامان. ويختلف هذا عن الأسلاف الأورو-آسيوية الغالبة للمجموعات السكانية الأصلية الشمالية والوسط أمريكية.

Genetic evidence for two founding populations of the Americas

P Skoglund *et al*
doi:10.1038/nature14895

المزيد من السيطرة على أوريجامي DNA

أوريجامي الحمض النووي هو تقنية تجميع ذاتي واعدة، لإنتاج المكونات الجزيئية المصممة للتجميع إلى بنية مفردة مستقرة، ولكن قد يكون خطأ الطيّ مشكلة عند استهداف البِنَى الأكبر، أو الأكثر تعقيدًا. فقد سبرت كاثرين دن وزملاؤها عملية التجميع، وتبينوا جميعًا كيف يمكن توجيهها نحو البِنَى المطلوبة، لا سيما من خلال السيطرة على نقاط قوة التفاعلات الأساسية المحلية وبعيدة المدى داخل النظام. وبالتالي، ينبغي أن تتيح عملية التوسع في التصميم المنطقي ـ لتشمل مسار التجميع ـ تجميع أوريجامي الحمض النووي؛ لمواصلة تطورها السريع، كتكنولوجيا تصنيع نانوي موثوقة.

Guiding the folding pathway of DNA origami

K Dunn *et al*
doi:10.1038/nature14860

الشكل أعلاه | ترتيب الجزيئات الأحادية. أ، 66 دبوسًا جسميًّا (الأزرق) و5 أزواج من دبابيس اللحام (البُنّي) كل منها يهجن إلى نطاقين غير متجاورين في القالب الدائري. مشابك الحافة (الرمادي) تملأ الفجوات في الجزء العلوي والسفلي من البنية. تهجين الدبابيس الجسمية ودبابيس اللحام يشبك النطاقات المماثلة للقالب معا، لتحديد الطيّة المستطيلة المستقرة والفريدة من نوعها لهذا البلاط الأوريجامي المبسط كما هو مبين في **ب. ج،** صورة مجهرية بالقوة الذرية لبلاط المونومر (مقياس البار، 50 نانومترًا).

ترتيب قواعد الحمض النووي حسب الاتجاه

تتطلب عملية توليد الأجسام المضادة إعادة ترتيب في موضع السلسلة الثقيلة للجلوبولين المناعي (IgH)، لوضع الأجزاء الجينية المفردة V ، وD، وJ بجوار بعضها البعض، من خلال استئصال جميع الأجزاء المتبقية. من حيث المبدأ، يمكن أن يسفر عن هذا الحذف ترتيب عكسي للجينات. فقد استخدم فريدريك ألت وزملاؤه مؤخرًا فك التتابعات عالي الإنتاجية على نطاق الجينوم؛ للإجابة على سؤال قديم، هو: لماذا تفضل عملية إعادة الترتيب الحذف، عوضًا عن عكس الترتيب؟. وقد وجد الباحثون أن تلك العملية تنطوي على تتابعات داخل موضع IgH نفسه، وكسور الحمض النووي مزدوج الجديلة، المسؤول عنها إنزيم نازع مجموعة الأمين AID، وعوامل إصلاح كسور الحمض النووي 53BP1، وATM.

Orientation-specific joining of AID-initiated DNA breaks promotes antibody class switching

J Dong *et al*
doi:10.1038/nature14970

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

nature MIDDLE EAST
Emerging science in the Arab world

twitter facebook google+

Your free news portal covering the latest research and scientific breakthroughs in the Arabic-speaking Middle East.

Stay up-to-date with articles in English and Arabic, including:

- **Research highlights**
- **News and features**
- **Commentaries**
- **Interactive blog**
- **Job vacancies**
- **Local events**

nature.com/nmiddleeast

Sponsored by

nature publishing group npg

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

صندوق الأدوات

انظـر كيف تركـض

أدوات برمجية لتتبُّع كيفية تحرُّك أجساد الحيوانات تساعد الباحثين على القيام بكل شيء، بدءًا من تشخيص الحالات العصبية، حتى تسليط الضوء على التطور.

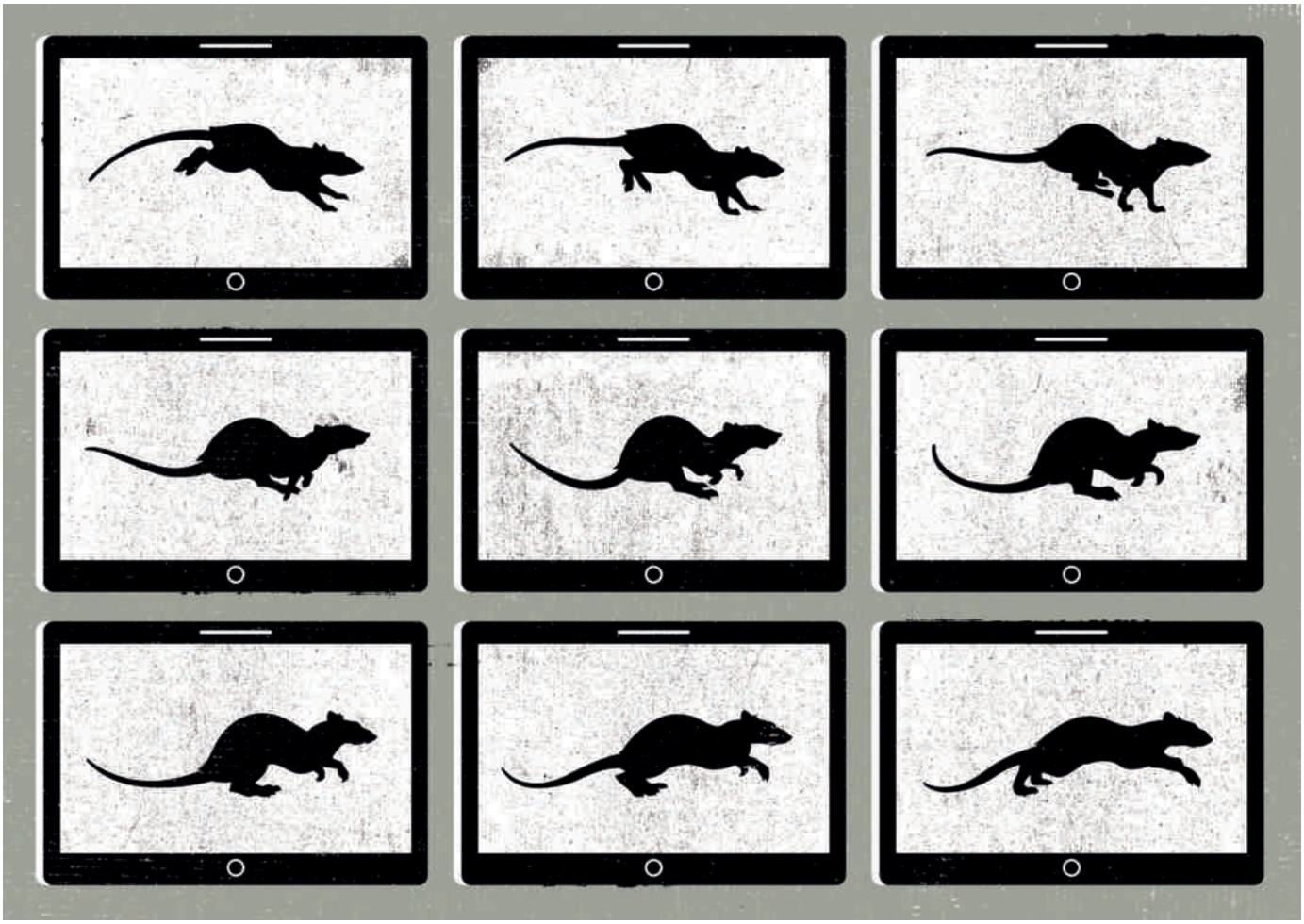


ILLUSTRATION BY THE PROJECT TWINS

بوير دينج

يرغب عالِم الحفريات ستيفن جاتيسي في إعادة المخلوقات المنقرضة إلى الحياة افتراضيًّا، فعندما يتفحص الهياكل الحفرية للديناصورات وغيرها من الوحوش المنقرضة منذ فترة طويلة، يحاول أن يتخيَّل كيف كانت تمشي، وتركض، أو تطير، وكيف تطورت هذه الحركات إلى أنماط المشي الموجودة في نسلها الحديث. ويقول في هذا الصدد: "أنا رجل يهتم بالبصريات بشدة".

لكن الحفريات هامدة وساكنة، ولا يمكنها أن تخبر جاتيسي الكثير. لذا.. فهو يعتمد على برنامج XROMM، وهو بمثابة حزمة برمجية، قام بتطويرها هو وزملاؤه في جامعة براون في مدينة بروفيدانس بولاية رود آيلاند، حيث يقتبس برنامج XROMM (والاسم اختصار لعبارة: إعادة بناء الهيئات المتحركة باستخدام الأشعة السينية) من تقنية التقاط الحركة، التي تُستخدم فيها مجموعة من الكاميرات، لتصوير كائن متحرك من زوايا مختلفة، ثم تتم معالجة العلامات على جسم الكائن، وتحويلها إلى نموذج ثلاثي الأبعاد، باستخدام برنامج حاسوبي. والفرق هو أن برنامج XROMM لا يَستخدِم الكاميرات، وإنما يَستخدم أجهزة أشعة سينية، تقوم بعمل مقاطع فيديو للعظام والمفاصل التي تتحرك داخل كائنات حية، مثل الخنازير، والبط، والسمك، حيث إنّ فَهْم الكيفية التي ترتبط بها الحركات مع هيكل الحيوان العظمي، من شأنه أن يساعد علماء الحفريات على تحديد آليات الحركة الممكنة للمخلوقات الحفرية. يقول جاتيسي: "هي طريقة مختلفة تمامًا لدراسة التطور".

NATURE.COM
للمزيد من المعلومات حول البرمجيات العلمية، والتطبيقات، والأدوات الموجودة على الإنترنت، قم بزيارة:
nature.com/toolbox

تم إصدار برنامج XROMM، ثم إتاحته للجمهور في عام 2008 كحزمة برمجية مفتوحة المصدر، وهو إحدى الأدوات البرمجية التي تزيد مقدار ما يعرفه الباحثون عن كيفية سير وزحف الحيوانات والإنسان، وفي بعض الأحيان.. طيران الحيوانات (انظر: "الحركة من الداخل والخارج"). وقد أدَّى هذا إلى مَنْح علم دراسة حركة الحيوان ـ الذي يبلغ ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

من العمر قرونًا ـ صلات بنطاق واسع من المجالات، بدءًا بدراسة التنوع الحيوي، حتى تصميم دعامات الساق والأطراف الصناعية، وغيرها من الأجهزة الطبية المساعدة. يقول مايكل ديكينسون، عالِم الأعصاب بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في مدينة باسادينا: "نحن في فترة يتكثف فيها استخدام أساليب تعتمد على الكاميرات والحواسب في توسيع نطاق الأسئلة التي يمكننا أن نسألها عن الحركة". ورغم ذلك.. إذا أراد العلماء استخدام برمجيات فعالة وتطويرها، يجب عليهم تعلُّم كيفية تخصيص إعدادات نطاق واسع من الأدوات مفتوحة المصدر، لتناسب احتياجاتهم، ومعرفة متى ينبغي عليهم بناء أدواتهم بأنفسهم.

تاريخ بَصَري

يعود الفضل في ازدهار أدوات تتبُّع الحركة جزئيًّا إلى الحاجة إلى تحسين ما يمكن للباحثين رؤيته وقياسه، حيث اعتمدت الدراسات الأولى لحركة الإنسان والحيوان ـ التي تعود إلى عصر أرسطو ـ على المراقبة بالعين المجردة، والتشريح، والصور التفصيلية المرسومة باليد. وفي القرن التاسع عشر، ازدهر عِلْم الميكانيكا الحيوية بمساعدة التصوير. وربما يكون الأمر الأشهر في هذا الصدد هو سلسلة من الصور لحصان يركض، التقطها المصور البريطاني إدوارد مويبريدج، ونُشرت في مجموعته "تنقُّل الحيوانات" في عام 1887.

بعد ذلك.. طوَّرت الكاميرات عالية السرعة ما يمكنها التقاطه، لكن دراسات الحركة لا زالت تتطلب من الشخص تفحُّص النتائج إطارًا بإطار بصورة مرهقة، وذلك من أجل تتبُّع قوس الحركة المرتبط بكل خطوة، ومتابعة تأرجح الذراع، أو خفقة الجناح، بغرض استخلاص المعلومات المتعلقة بالزوايا والقوى. ويمكن التخلص مِن قَدْر كبير من هذا الملل في الوقت الحالي، عن طريق استخدام أجهزة الحاسب، أو أجهزة القياس الأخرى، لكن هذه الأدوات غالبًا ما تكون غالية الثمن، وهو ما يدفع العديد من الباحثين حتى الآن للعمل بدونها. يسترجع جاتيسي دهشة طالِب دراسات عليا من الأسلوب البدائي الذي كان مستخدَمًا في دراسة نمط مشي القوارض قبل بضع سنوات، قائلًا: "كان أمرًا مألوفًا أنْ يتم غمس أقدامها في الحبر، وأخْذ القياسات من الآثار التي تتركها".

ورغم ذلك.. دأب العلماء مؤخرًا على ابتكار أساليب أكثر تعقيدًا بكثير، بدون أن تكون مكلفة للغاية، حيث قام في شهر يوليو الماضي عالِما الأحياء التطورية ريتشارد مان، وسيزار ميندس، وزملاؤهما من جامعة كولومبيا في نيويورك بنشر ورقة بحثية عن نظام MouseWalker، وهو نظام قاموا ببنائه؛ من أجل تحليل التغيرات في نمط مشي الفئران بصورة آلية.(C. S. Mendes *et al*. *BMC Biol*. **13**, 50; 2015) وهو يتضمن عملية إعداد غير مكلفة، يسير فيها الفأر على سطح شفاف، فوق كاميرا عالية السرعة، تقوم بتسجيل خطوات أقدامه. كما تسمح تقنية تحليلية تُسمى "الرؤية الآلية" لبرنامج MouseWalker بتمييز تفاصيل دقيقة، مثل تحديد موضع كل خطوة بالنسبة إلى جسد الفأر.

يقول ميندس إنه من الممكن استخدام هذه المعلومات في اكتشاف وجود مشكلات في نمط المشي، وهو ما قد يحدث في بدايات الأمراض العصبية، مثل مرض باركنسون. تم اقتباس برنامج MouseWalker، وتطويره من برنامج FlyWalker، وهو نظام أسهَم ميندس وفريقه في تطويره، ليتيح لعلماء الأعصاب تتبُّع نمط سير حركة ذبابة الفاكهة، بعد التلاعب في خلاياها العصبية. كما أن برنامج MouseWalker، وبرنامج FlyWalker مفتوحا المصدر، ويأمل الباحثون أن تؤدي إتاحة البرنامج بصورة مجانية إلى جذب مستخدِمين يمكنهم إضافة عناصر جديدة، لم يتم التفكير فيها من قبل.

بناء مجتمعات المستخدِمين

تُعتبر الرغبة في مشاركة الأدوات رغبة شائعة للعديد من المطورين، ولذلك.. فقد تم تطوير تطبيقات لبرمجيات تتبُّع الحركة في مجالات عديدة، بطرق غير متوقعة أحيانًا. و"من الأشياء التي نأملها أن يستخدم الناس الأدوات التي نطورها، ويذهبون بها في اتجاه جديد"، حسب قول جين هيكس، وهي مهندسة في جامعة ستانفورد في كاليفورنيا، وتساعد على إدارة برنامج OpenSim، وهو حزمة برمجيات مفتوحة المصدر، تسمح للمستخدمين بعمل نماذج للمفاصل والعضلات، وكيفية حركتهما. هذا.. ويوجد أكثر من 20 ألف مستخدِم لبرنامج OpenSim. وجزء من وظيفة هيكس تنظيم ورشات عمل وبرامج تدريبية، لتوجيه هذا المجتمع المتنامي.

يمثل مجتمع برنامج OpenSim نموذجًا لما قد تستطيع البرمجيات الأحدث ـ مثل برنامج XROMM، أو MouseWalker ـ الوصول إليه، حيث يبني البرنامج نماذج للأنظمة العضلية العظمية، وقد استخدمه الباحثون في محاكاة كل شيء، بداية من النتائج المحتملة لعملية جراحية، وصولًا إلى القوى العضلية في الماعز. ومنذ أن تم إصدار النسخة الأولى من برنامج OpenSim في عام 2007، خضعت هذه الحزمة البرمجية للعشرات من التحديثات، حيث أضافت مميزات جديدة، وطوَّرت الخوارزميات المستخدَمة في الحسابات. وقد تم تحميلها من على الإنترنت أكثر من 100 ألف مرة. إنّ "الحجم الذي وصل إليه مجتمع المستخدِمين مدهش"، حسب تعبير كاثرين ستيل، وهي مهندسة ميكانيكية بجامعة واشنطن الموجودة في مدينة سياتل، وقد بدأت في استخدام برنامج OpenSim أثناء دراستها لمرض التليف الكيسي، كطالبة دراسات عليا في جامعة ستانفورد.

كما تقول هيكس إن خدمة عدد متزايد من المستخدِمين يتطلب تخطيطًا دقيقًا، لجعل الوصول إلى البرنامج متاحًا. وبمساعدة المِنَح المقدَّمة من معاهد الصحة الوطنية الأمريكية، تقوم هيكس وزملاؤها بضمان التحديث المستمر لأدلة الاستخدام؛ لتتوافق مع الإصدارات الجديدة. كما تضيف أن ضمان إمكانية تخصيص البرنامج ليتلاءم مع احتياجات الباحثين ساعد المستخدمين الجدد على استخدامه في عملهم بشكل أساسي.

حدود المِنَصّات الواسعة

يقف حاليًّا مطورو برنامج XROMM في خضم عملية إنشاء بنية تحتية؛ لجعل البرنامج متاحًا لمجتمع أوسع. وعلى سبيل المثال.. تجهيز موقع لاستضافة أحدث نسخة مفتوحة المصدر، المسماة XMA Lab، وهي النسخة التي أصبحت متاحة منذ شهر ديسمبر 2014. وقد حاول الفريق جعل أحدث الإصدارات من البرنامج أسهل للمستخدِمين الجدد. يقول برينرد: "في السابق، كانت هناك حوالي 20 معلومة، يجب عليك متابعتها باستمرار، مثل قياسات المعايرة، ولكن الآن تم دمجها جميعًا".

من المهم عدم جعل الأمور سهلة أكثر من اللازم، حيث يقول ستيل: إذا كان البرنامج يقوم بإنجاز جزء أكبر من اللازم من العمل، فهناك خطورة أنْ يسيء الباحثون فهم البيانات التي يخرجها. ورغم ذلك.. ومع تطوُّر البرنامج مفتوح المصدر، قد يصبح فَهْم هيكله التكويني أمرًا معقدًا للغاية. وتضيف ستيل: "في بعض الأحيان، قد يصبح البرنامج كبيرًا جدًّا، لدرجة أنه يصبح صندوقًا أسود. وفي هذه الحالة، قد يكون من الأفضل بالنسبة لك أن تبني برنامجًا بنفسك". ويؤيد ديكنسون هذا، ويقول إنه في بعض الأحيان قد لا يكون تعديل الأدوات مفتوحة المصدر كافيًا، "لأن العلم يصبح كميًّا أكثر فأكثر، فنحن نعمل جميعنا على شرائح أدقّ من الشطيرة"، حسب تعبيره، و"إذا لم يكن متاحًا لك سوى استخدام مجهر، صنعه شخص آخر، فلن تقدر على الرؤية أبعد مما رأى صانعه".

بِغَض النظر عن ماهية الأدوات المتوفرة، ينوي الباحثون الاستمرار في توسيع نطاق تطبيقات تتبُّع الحركة. وتتوقع هيكس رؤية المزيد من الناس يستخدمون هذه الأدوات في استكشاف التحكم العصبي، وتصميمات الروبوتات. وتتوقع كذلك أن يستمر البرنامج في التطور. وتقول في هذا الصدد: "نحن نجد طرقًا للتعلم، حتى من بيانات حركة أكثر فوضوية، كتلك التي نحصل عليها من مِجَسّات التسارع في هاتفك. والخطوة التالية ستكون الجمع بين المزيد من التعلم الآلي، والميكانيكا الحيوية". ■

بوير دينج صحفي مقيم في العاصمة واشنطن.

مصادر

الحركة من الداخل والخارج

يَستخدم العلماء الذين يرصدون حركة الحيوانات مجموعة متنوعة من البرامج، لجعل هذه العملية أوتوماتيكية.

- برنامج MouseWalker (go.nature.com/hugtxa)، وهو نظام لتتبع نمط المشي، يساعد الباحثين الذين يدرسون الروابط بين علم الأعصاب، والحركة. وقد تم إصدار هذه الحزمة البرمجية مفتوحة المصدر في شهر يوليو الماضي. وقد أسهم المطوّرون سابقًا في مشروع برنامج FlyWalker (go.nature.com/jfwgfo)، وهو أداة برمجية، يمكنها قياس نمط مشي الذبابة.
- إعادة بناء الهيئات المتحركة باستخدام الأشعة السينية، أو برنامج XROMM (go.nature.com/58bn2s)، وهو برنامج يساعد الباحثين على التمثيل البصري لعظام الحيوانات ومفاصلها، كهياكل عظمية متحركة ثلاثية الأبعاد. وتُعَدّ النسخة البرمجية XMA Lab (go.nature.com/wz1msi) هي نسخة الإصدار الأحدث من برنامج XROMM، وقد صدرت في ديسمبر 2014.
- برنامج OpenSim (go.nature.com/1ulnpq) هو برنامج مفتوح المصدر، يسمح للباحثين بعمل نماذج للعضلات، والعظام، والقوى التي تؤثر عليهما، حيث استخدمه بعض الباحثين في محاكاة نتائج عملية جراحية، أو في اختبار فرضيّات حول أمراض الحركة، كتلك التي تؤثر على المصابين بمرض التليف الكيسي، أو مرض باركنسون.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

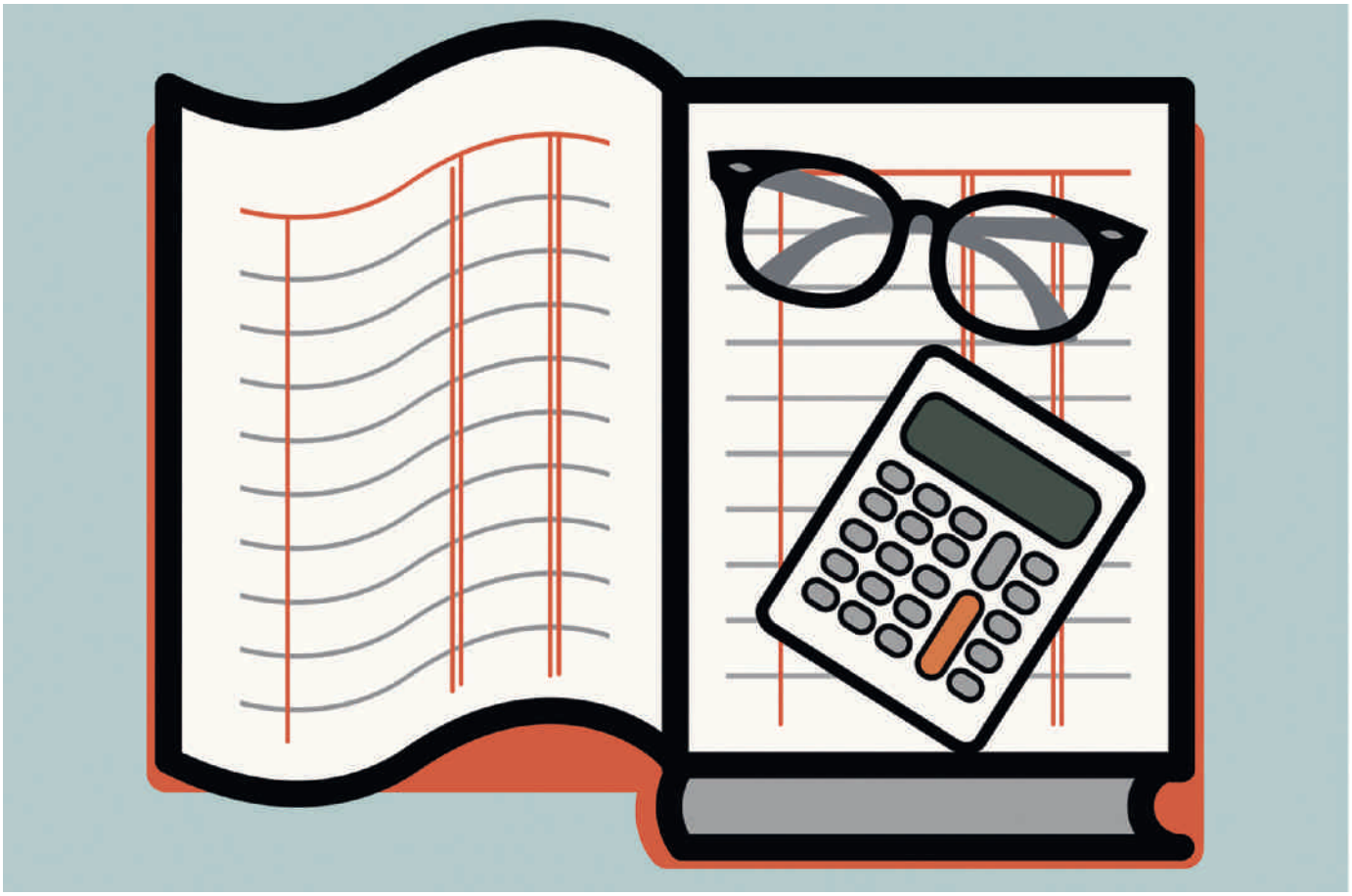
© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

مهن علمية

أبحاث الطب الحيوي صناعة العلاجات الحيوية المزدهرة حاليًّا في حاجة إلى المزيد من الباحثين **ص. 83**

عمود ابحثْ عن علاقات مهنية، ونَمِّها؛ لكي تتقدم في مجالك المهني **ص. 85**

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **arabicedition.nature.com/jobs**



LUCIANO LOZANO/GETTY

عمود

ميزانية الحلم

ترى مديرة إدارة المِنَح **إنجريد أيزنشتاتر** أن العامل الرئيس في صياغة طلب منحة يتميز بالقوة يتمثل في عرض تفصيلي ومُحْكَم للنفقات.

بِحُكْم عملي كمديرة للمِنَح في مؤسسة عائلية صغيرة، ظلت تقدم الدعم للبحوث على مدار أكثر من نصف قرن، يمتلئ صندوق رسائلي عدة مرات سنويًّا بطلبات للمنح، يرسلها علماء ينشدون الدعم والمساندة في عملهم. ويُعَدّ مكتبي هو الخطوة الأولى في عملية تحديد مصير طلبات التمويل تلك. وعادةً أبدأ بقراءة عنوان المقترَح البحثي، والملخص التمهيدي؛ لتحديد مدى أهميته، ثم أنتقل بعد ذلك إلى الجزء الخاص بالميزانية.

أول ما أقرأ عادةً هو السطر الأخير، فإذا كانت الميزانية الإجمالية للطلب تقع في نطاق إمكانياتنا، أمرر عيني سريعًا على بقية الطلب لرصد أي مؤشرات تنذر بمشكلة محتملة.

فعلى سبيل المثال.. لدينا سقف معين فيما يخص الطلبات التي تتضمن نفقات عامة غير مباشرة، فنحن لا ندعم طلبات التشغيل، أو المقترحات البحثية التي تسعى في الأساس نحو الحصول على معدّات. لذا.. لا أعود إلى المقترَح البحثي ذاته، إلا بعد التأكد تمامًا من خلو الطلب من أي مشكلات تتعلق بالميزانية.

عند قيامك بوضع ميزانية لمشروع بحثي، من المهم أن تعرف الحد الأقصى للتمويل المخصص للمِنَح، الذي تقدمه المؤسسة التي تتقدم إليها بطلبك. فإذا طلبتَ مبلغًا يتجاوز ذلك الحد بكثير؛ يمكن للجهة المانحة أن ترفض طلبك تمامًا لذلك السبب وحده. وهناك مؤسسات تتفادى نشر رقم محدد لتلك الميزانية، كي تمنع المتقدمين إليها من طلب ذلك الرقم، كرَدّ فعل عكسي. إذًا، كيف يمكنك اكتشافه؟ في الولايات المتحدة يتيح مركز «فاونديشن» ـ وهو بمثابة قاعدة بيانات قومية تخدم طالبي المنح ـ إمكانية الاطلاع على الإقرار الضريبي «النموذج 990» المطلوب من جميع المؤسسات تقديمه إلى الحكومة الفيدرالية (انظر: go.nature. com/panexz). وتكشف تلك الإقرارات عن معدل المنح التي تمنحها كل مؤسسة كل عام. وينبغي عليك أيضًا إلقاء نظرة على المواقع الإلكترونية الخاصة بالمانحين، فمعظمهم لا ينشر نماذج 990 المذكورة الخاصة به، ولكن البعض لديه تقارير سنوية أو مواقع إلكترونية ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تحتوي على عناوين المشروعات، أو المتلقِّين للمنح، إلى جانب المخصصات المالية لكل منحة. ولتأخذ حذرك مِن أنه حين يطَّلِع المانحون على ميزانيتك ليجدوها قد بلغت ـ على سبيل المثال ـ 25 ألفًا، أو 50 ألفًا بالضبط؛ فسيعتقد الكثيرون أنك قمت بالتحايل في بعض جوانب الميزانية؛ لتصل إلى ذلك الرقم المحدد. لذا.. عليك أن تعدّ الميزانية بحذر.

من المهم كذلك اكتشاف ما إذا كانت للمؤسسة متطلبات وشروط محددة في القسم المخصص للميزانية في أوراق الطلبات، فينبغي مراعاتها بصرامة إنْ وُجدت. ويفعل كثير من المانحين ذلك، كما يقومون عادةً بنشر تلك المعلومات على مواقعهم الإلكترونية، جنبًا إلى جنب مع التوجيهات والإرشادات الخاصة بتقديم الطلبات، التي ستخبرك بما إذا كان يمكنك ـ على سبيل المثال ـ شراء معدّات، أو الإنفاق على مساعدين من الطلاب، أو طلب أموال لرسوم نشر المقالات المرتبطة أو غير المرتبطة بعملك في الدوريات العلمية. وتقوم الجهات المانحة أيضًا بتحديد ما إذا كان هناك سقف للنفقات العامة غير المباشرة، أم لا. وفي ضوء مواردنا المحدودة كجهة مانحة، فإننا نريد تمويل البحوث ذاتها، وليس الأمور الاستهلاكية، ومصروفات الإدارة. ومن ثم، إذا قدمت مؤسسة ما طلبًا يقترح إضافة نسبة 50 - 70%، أو ربما أكثر، إلى المبلغ النهائي في شكل نفقات عامة، يمكن أن يمثل ذلك مشكلة.

سوف تخبرك أيضًا القواعد الخاصة بالميزانية بما إذا كان في إمكانك أن تطلب دعمًا تشغيليًّا عامًّا، أم تمويلًا محددًا متعلقًا بالمشروع فقط، وما إذا كانت الجهة المانحة سوف تقدم منحًا إضافية لسنوات متعددة، أم لا. وعليك اكتشاف ذلك قبل أن تبدأ في وضع ميزانيتك، وإذا لم تحصل على إجابات عن أسئلتك من على الموقع الإلكتروني، عليك إرسال رسالة بالبريد الإلكتروني إلى المؤسسة، طلبًا للتوضيح؛ فليس هناك ما يثير الاستغراب في تلك الاستفسارات.

وفي حقيقة الأمر، غالبية طلبات التمويل التي نتلقاها تطلب الحد الأقصى من التمويل الذي نمنحه. وقد أخبرني كثير من العاملين في مؤسسات مانحة أخرى بالأمر ذاته؛ فجميعنا يعاني من المشكلة نفسها. وفي غالبية الأحيان نجد هذا الارتفاع في قسم الميزانية الخاص بالرواتب.

عيِّنات من الرواتب

تلقينا مؤخرًا طلبًا عبر البريد الإلكتروني بمبلغ 14,550 دولارًا أمريكيًّا، يخصص أكثر من نصفه للرواتب. ورغم ذلك.. حين وصلت إلينا النسخة الورقية من هذا المقترح البحثي، بدا كما لو أن مقدم الطلب قد اطلع على نموذج 990 الخاص بنا، حيث زاد المبلغ المخصص للرواتب بنسبة تتجاوز الضعف، مما يشير إلى إحداث تغييرات على الطلب. كما أضاف مقدم الطلب ما يعادل شهورًا زائدة من الدعم، فارتفع إجمالي المبلغ المطلوب إلى 24,550 دولارًا أمريكيًّا.

تلقينا كذلك مقترحًا بحثيًّا، أوضح فيه الباحث الرئيس أنه قد طلب من مموِّل آخر مبلغ 15,000 دولار، إضافة إلى مبلغ 25,000 دولار الذي كان يطلبه منّا. فطلبت حينها إلقاء نظرة على تلك الميزانية الثانية، لأجد أن الباحث في الواقع سيحتاج إلى مبلغ إضافي، قدره 1,700 دولار أمريكي، لو تلقَّى المنحة الأصغر فقط، بمعنى أن ذلك البحث التمهيدي كان يكفيه ميزانية إجمالية قدرها 16,700 دولار فقط للمضي قدمًا، إذا استبعدنا أي دعم للرواتب. وبذلك.. كان على الباحث تصغير حجم مشروعه، برغم أن إتمام ذلك المشروع بنجاح كان من شأنه إتاحة الفرصة له للتقدم بطلب للحصول على تمويل حكومي أو فيدرالي أكبر.

على الرغم من أن هذين الباحثين كان يجب عليهما توضيح موقفهما، لم أعتبِر أيًّا من الحالتين بمثابة نوع من الخداع (فقد قمنا بتمويل أحدهما بالفعل). إن استخدام طالب المنحة لقسم الرواتب لزيادة مبلغ المنحة الكلي يُعَدّ أمرًا مفهومًا، وإن لم يكن موضع ترحيب من الجهة المانحة. إن المِنَح الضخمة تعلّي من شأن الباحث الحاصل عليها، كما تطلب بالفعل بعض المؤسسات موظفين للحصول على دعم إضافي للرواتب.

«إذا احتوى طلب المنحة على ما يثير الإعجاب ـ فكرة جديدة مثلًا، وبروتوكول مدروس ـ يمكن أن يقنعنا».

يجب عليك إذًا زيارة مكتب التطوير الخاص بك في مرحلة إعداد الميزانية، والتحدث إلى موظفيه، لمعرفة ما يتوقعونه منك، فإن غالبية الجامعات والمنظمات غير الحكومية مستعدة لخفض متطلباتها العامة، من أجل الالتزام بالتوجيهات الخاصة بالمؤسسات. وغالبًا ما نرى ميزانيات تقوم فيها المؤسسة الأم بمنح مبالغ مماثلة؛ لتمكين باحثيها من الاستمرار ضمن الفئات المستحقة للدعم المقدَّم منّا. وإذا كان الوضع كذلك، فلتفكر في إضافة تلك المعلومات إلى أوراق الميزانية الخاصة بك في عمود يحمل عنوان «أموال مماثلة»، أو «مصادر أخرى»، لبيان أن طلبك يدعمه إسهام في الرواتب والفوائد الإضافية والنفقات العامة، أو أي دعم آخر ترغب مؤسستك في تقديمه.

قد ترغب أيضًا في إدراج عمود إلى مصادر أخرى عندما تكون بصدد التقدم بالمشروع نفسه لاثنين من المانحين، أو أكثر. وهنا يكون من المهم أن توضح في القسم الخاص بشرح الميزانية ما إذا كانت الأموال القادمة من تلك المصادر في متناول يدك بالفعل، أم لا (انظر: «اشرح ميزانيتك»). وإذا لم تكن تلك الأموال متاحة، ينبغي عليك توضيح ما إذا كان المشروع سيمضي قدمًا رغم ذلك، أم لا، أو ربما يستمر على نطاق أصغر، إذا أحجمت المؤسسات الأخرى عن الإسهام. وعليك أن توضح في طلبك متى سوف تصلك معلومات بشأن التمويلات الأخرى، فعنصر الوقت مهم، لأن المانح سوف يتردد في تحرير «شيك بنكي» لك، إذا كان مشروعك عرضة لخطر التوقف في منتصف الطريق، نتيجة لغياب ذلك الدعم.

إن الميزانية التي تتضمن قدرًا كبيرًا للغاية من البيانات أفضل بكثير من تلك الفقيرة في معلوماتها. وقد وجدت على مكتبي مؤخرًا مقترحًا بحثيًّا، قدَّمته باحثة رئيسة كانت ترغب في السفر إلى أمريكا الجنوبية بصحبة كلبها. وأضاف ذلك إلى ميزانيتها فعليًّا 13 بندًا، تتراوح ما بين 30 دولارًا مقابل طوق للكلب يحمي من البراغيث، وحشرات القراد، و400 دولار مقابل تذكرة الطائرة للكلب. أوضحت الباحثة أن كلبها ليس مجرد رفيقها في السفر، وإنما هو أيضًا مدرَّب تدريبًا جيدًا على اكتشاف فضلات الحيوانات، وهي عملية ضرورية لبحثها القائم على الأنواع المتعددة من الحيوانات. وقد قمنا بتمويل هذا الفريق البحثي بالفعل.

إذا احتوى طلب المنحة على ما يثير الإعجاب ـ فكرة جديدة مثلًا، وبروتوكول مدروس ـ يمكن أن يقنعنا بالتعاون مع الباحث؛ لاختصار الطلب، بحيث يناسب مواردنا بشكل أفضل، بل يمكننا حتى أن نوافق على تحرير «شيك بنكي» بقيمة أكبر من المعتاد. ■

إنجريد أيزنشتاتر المديرة المسؤولة عن المِنَح في مؤسسة «إيبلي» للبحوث في مدينة نيويورك.

كُنْ متوازنًا

اشرح ميزانيتك

رغم أن كثير من المانحين لا يذكرون أنهم يريدون من الطالب إدماج قسم خاص لشرح ميزانية مشروعه، إلا أنه من الحكمة أن يحتوي طلبك على هذا الجزء، الذي يتضمن شرحًا تفصيليًّا لنفقات المشروع. وعادةً ما يكون إدراج بضع جمل لتناول كل بند من بنود الإنفاق أمرًا كافيًا. كذلك ضع في ذهنك أن المؤسسة المقدَّم إليها المقترح البحثي الخاص بك قد لا يكون مُقيِّموها على دراية جيدة بتخصصك، فيجب عليك أن تكتب شرح الميزانية في طلبك بلغة واضحة، يفهمها أي شخص عادي.

من الجيد أن تبدأ بالقسم الخاص بالرواتب.. فغالبًا ما نتلقى طلبًا يتضمن راتب شهر أو شهرين لمشروعات سوف تستغرق عامًا كاملًا. وعليك أن تشرح ذلك وتفسره. فعلى سبيل المثال.. أحد الأسباب الشائعة للتباين الظاهري هي أن الباحثين الرئيسين يخصصون جزءًا فقط من وقتهم على مدار العام للمشروعات المقترحة، وذلك حتى يغطي الطلب 100% من دعم الرواتب لذلك العمل. وفي أمثلة أخرى، ربما تقوم المؤسسات بدفع رواتب الباحثين العاملين لديها أثناء العام الدراسي، وتنتظر منهم تدبير الأموال اللازمة لرواتبهم في أشهر الصيف فحسب. ومهما كانت الأسباب، فإنك بحاجة إلى التوضيح.. فإذا كنتَ بصدد طلب راتب، أو مكافأة، من أجل المساعدين من غير الخريجين، أو طلاب الدكتوراة، فيجب عليك أن تدرج في ميزانيتك معدلًا بالساعة، أو باليوم، أو بالنسبة المئوية للوقت الذي سيخصصونه للمشروع، بحيث يفهم المانحون الالتزام الزمني المطلوب منهم تمويله بدقة.

وإذا كان مطلوبًا منك سداد مقابل للتجهيزات أو الاختبارات، فعليك تحديدها، وشرح كيفية استخدامها. ويَسْري هذا الأمر نفسه على القسم الخاص بالمعدات، فاشْرحْ إذًا لماذا تحتاج إلى آلة تفريخ جديدة، أو كيف ستستخدم المجفِّف، أو الطارد المركزي، أو معدات التصوير. فإذا كنتَ بصدد شراء معدّات سوف تدوم لما بعد الانتهاء من مشروعك البحثي، فعليك أن تفكر في تقديم شرح موجز لكيفية استخدامك لتلك المعدّات في المستقبل، بحيث تدرك المؤسسة الفوائد الدائمة للاستثمار طويل الأجل الذي أسهمَت فيه. أما إذا كنت تطلب دعمًا للغذاء والمأوى في السفر، فقم بوضع قائمة بالمصروفات اليومية، توضح المبلغ الإجمالي المطلوب.

عندما تغفل عن تقديم هذا الشرح، فإنك تطلب من المُقيِّمين البحث والتنقيب في متن مقترحك البحثي عن التفاصيل الخاصة بكل بند من بنود الميزانية، وهذا أمر ليس في صالحك. **إنجريد أيزنشتاتر**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

DONAT SOROKIN/TASS/CORBIS

يجب ترجمة رواج الأدوية الحيوية، التي تحقق أعلى مبيعات، إلى فرص توظيف للعلماء في بداية مسارهم المهني.

أبحاث الطب الحيوي

الباحثون في مجال الأدوية مطلوبون

إن صناعة العلاجات الحيوية في ازدهار حاليًّا، وهي في حاجة إلي علماء متخصصين في علم الأمراض، وإلمام تقني، من أجل المشاركة في جهود اكتشاف الأدوية.

جيفري إم. بيركل

تُعتبر أصناف الأدوية المعتمَدة حديثًا من بين مضادات الكوليسترول هي الأحدث في سلسلة طويلة من الأدوية الحيوية الأعلى مبيعًا، التي لا تُدر ربحًا كبيرًا لشركات الأدوية وفقط، لكنها تمثل أيضًا فرص توظيف لعلماء في بداية مسارهم المهني ممن يسعون لتطوير علاجات متطورة. وللدخول في هذا المجال، على الباحثين الشباب الطموحين أن يشكِّلوا تدريباتهم ومهاراتهم؛ لتتوافق مع متطلبات الصناعة.

إن المستحضرات الحيوية هي أدوية معقدة، تُصنّع أو تستخرج من مصادر حيوية، وتحتوي على بروتينات تنتج بداخل خلايا مهندَسة وراثيًّا، وجزيئات أخرى كبيرة، وخلايا حية. وقد أفاد التقرير الصادر عن هيئة أبحاث الأدوية والمُصنّعين بأمريكا لعام 2013 ـ وهي رابطة تجارية في واشنطن العاصمة ـ أنه يجري تطوير 907 مستحضرات حيوية في الولايات المتحدة وحدها (*Medicines in Development*: Biologics PhRMA; 2013)، ويحرص مصنِّعو الأدوية حول العالم على توسيع هذا المجال.

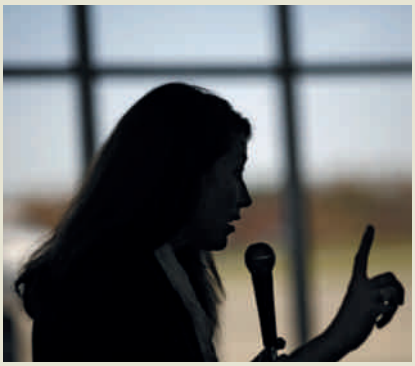
في شهر يوليو الماضي، اعتمدت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) مستحضرًا حيويًّا لخَفْض الكوليسترول، يُسمى «أليروكيوماب» alirocumab. ومن المتوقع كذلك أن يحصل مركب «إيفولوكيوماب» evolocumab المشابه على موافقة تامة في أواخر هذا العام، حيث أجازت استخدامه لجنة أوّلية للتقييم التنظيمي، تابعة لإدارة الغذاء والدواء الأمريكية في شهر يونيو الماضي. وتُعَدّ تلك الأدوية هي الأولى من هذا الصنف ـ وهي المعروفة بمثبطات بروتين PCSK9، الذي تعمل هذه الأدوية على إيقاف وظيفته ـ التي تحقق تقدمًا إلى هذا الحد في خطوط إنتاج أي شركة أدوية على الإطلاق. وينتمي دواء «أليروكيوماب»، ودواء «إيفولوكيوماب» إلى مجموعة تُسمى «أجسام مضادة علاجية وحيدة النسيلة»، تقوم بوظيفتها عن طريق الارتباط بالجزيئات المستهدفة، وتغييرها؛ وتقوم مثبطات بروتين PCSK9 بالبحث عن بروتين محدد في الكبد، وإبطال نشاطه؛ مما يؤدي إلى نقص كمية البروتين الدهني منخفض الكثافة (LDL) في الدم.

ويتوقع بعض المحللين أن يحقق هذان العقاران المكافحان للكوليسترول مبيعات قد تصل إلى مليارات الدولارات، فقد حققت المنتجات الحيوية العشرون ـ الأعلى تسجيلًا للأرباح في عام 2013 ـ أكثر من مليار دولار أمريكي لكل واحد، وبلغ إجمالي أرباح المنتجات الثلاثة الأعلى في القائمة أكثر من 28 مليار دولار (*Nature Biotechnol.* **32**, 992-1000; 2014). يقول رايموند أماتو، الذي يشرف على عملية التوظيف بقسم الأبحاث والتطوير في شركة «فايزر» للأدوية في جروتون بولاية كونيتيكت: «أعتقد أنه من ◀

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

إضافة بسيطة

أكثر من مجرد مهارات مختبرية



LUKE SHARRETT/BLOOMBERG/GETTY

حين يتعلق الأمر باقتناص فرصة عمل في مجال صناعة الأدوية الحيوية، فإن المهارات «الناعمة» تُحْدِث فَرْقًا. ومن أهم تلك الفروق: القدرة على التواصل. ومثلما هو الحال في كل المجالات العلمية، يجب على العلماء في مجال الأبحاث والتطوير الخاص بالأدوية الحيوية أن يقدموا أوراقًا بحثية وعروضًا في مجالاتهم العلمية، وعليهم أيضًا أن يتمكّنوا من توصيل أفكارهم إلى المديرين التنفيذيين بالشركة وزملائهم، وعرْض رسائلهم بصورة مؤثرة لمستمعيهم من الفريقين. يقول أندرو آدامز، وهو من كبار العلماء الباحثين في شركة الأدوية «إيلي ليلي» في إنديانابوليس بولاية إنديانا: «أحيانًا يشبه الأمر أن تكون بائع سيارات مستعمَلة، وعالِمًا في الوقت نفسه. عليك أن تكون مُقنعًا جدًّا للآخرين، الذين تسيطر عليهم أحيانًا مشاعر متضاربة بشأن ما تعرضه من أفكار».

وتؤيد ديانا ريتز ـ وهي عالمة بارزة في شركة «جلاكسو سميث كلاين» في ميريون العليا بولاية بنسلفانيا ـ أهمية مهارات التواصل. فقد عُينت مباشرة من خلال برنامج دراسات الدكتوراة في الهندسة الكيميائية، وأوضحت أن برنامج الدكتوراة هذا قد علّمها كيفية عمل مشروع بحثي يجذب شركات الأدوية الحيوية، وكيفية وَضْعه في إطار يلفت نظر القائمين على هذه الصناعة. كما ساعدها إلقاء محاضرات علمية على مدار الأعوام الماضية على صَقْل رسالتها. وتقول: «يتعلق الأمر بالتركيز على بعض النقاط، مثل زيادة الإنتاجية، وتوفير الوقت والتكاليف في مقابل تفاصيل آلية قد تدفع الأكاديميين قُدُمًا، لكنها لا تؤثر مطلقًا على لب الأمور».

يقول آدامز إن القدرة على التفكير خارج الصندوق هي ميزة مهمة، ويتساءل: «هل يمكنك تحويل الأفكار المتواضعة إلى أفكار جيدة، عن طريق تطبيق الفكر الإبداعي؟» أما جوزيف تارنوسكي، النائب الأول لرئيس شركة «جلاكسو سميث كلاين»، فيوصي بأن تشمل طلبات الوظائف مثالًا لمشروع، أو استراتيجية غير تقليدية؛ لإظهار حماس المتقدم وإبداعه، ويقول: «هذا ما قد يلفت انتباهنا».

وتتضمن بعض السمات المهمة الأخرى توفُّر الدافع الشخصي، والحماس، والقدرة على التفكير، والتفاعل سريعًا تحت ضغط، كما يجب أن يتمتع المتقدّم بشخصية ودودة. يقول جون بيلز، قائد مجموعة في شركة «إيلي ليلي»: «سوف تقضي الكثير من الوقت معهم. لذا.. أمامك الكثير من التحديات»، ويضيف: «لو كنتَ مصدر بهجة لمَنْ يعملون معك، وأحبوك؛ سوف ترى التأثير المبهر لذلك في إنشاء علاقات أفضل، وامتلاك القدرة على حل المشكلات». **جيه إم. بيركل**

◀ الإنصاف القول إننا نتوقع نموًّا قويًّا في مجال العلاجات الحيوية».

اقتحام مجال المستحضرات الحيوية

يحتاج الباحثون المبتدئون، الذين يأملون أن يثبتوا أقدامهم على أعتاب هذه الصناعة، إلى معرفة مفصَّلة في المجالات ذات الصلة، مثل علم الأعصاب الحيوي، وأمراض القلب والأوعية الدموية، وعلم المناعة، كما يجب عليهم أن يكونوا على دراية تامة بالتقنيات المتخصصة، مثل الهندسة الوراثية للأجسام المضادة، والجيل القادم من تسلسل الحمض النووي، وتكنولوجيا معلومات الأحياء والمعالجة الجينية. ويحتاج المرء أن يثبت امتلاكه قدرات على حل المشكلات، والابتكار، والقيادة، والقدرة على العمل ضمن فريق، حسب قول مارك كوالا، المدير العلمي في قسم مضاعفات الأيض القلبي ومرض السكري في شركة «إيلي ليلي»، وهي شركة رعاية طبية في إنديانابوليس بولاية إنديانا.

لَدَى شركة «إيلي ليلي» وحدها حوالي 100 وظيفة في مجال تطوير العلاجات، بما في ذلك المستحضرات الحيوية. ففي مجال صناعة الأدوية الحيوية، يتسع مجال الوظائف المطلوبة في قسم الأبحاث والتطوير بالشركة؛ ليشمل فنِّيِّي المختبر، وعلماء أوائل، وإحصائيين، ومتخصصين في الأدوية والسموم؛ كما تقول جينيفر بوراث، مديرة الموارد البشرية للتوظيف حول العالم بشركة «إيلي ليلي». وتضيف قائلة إن درجة الدكتوراة ليست مطلبًا ضروريًّا، فعلى سبيل المثال.. يحتوي قسم كوالا على اثنين من رؤساء المختبرات، لا يحملان درجة الدكتوراة، وهما يمثلان عُشر المجموعة. ويُعَدّ التنافس على هذه الوظائف شرسًا للغاية؛ فيقول بول نيوي ـ وهو متخصص في علم الأحياء المتعدية في شركة «أمجين» في كمبريدج بولاية ماساتشوستس ـ إن أحدث الوظائف التي أعلن عنها في قِسْمه جذبت حوالي 50 متقدمًا لكل وظيفة خلال الأسبوع الأول. أما في شركة «فايزر»، فقد جذبت إعلانات الوظائف البحثية للمبتدئين ومتوسطي الخبرة حوالي 150-250 مرشحًا لكل وظيفة، على حد قول أماتو.

«أعتقد أنهم اندهشوا قليلًا، لكوني أفكر في أهمية عملي، وعلاقته بعلاج الأمراض».

إذًا، كيف يستطيع الباحثون المبتدئون تدعيم قدرتهم كمرشحين لهذه الوظائف؟ بالإضافة إلى معرفة أساسيات علم الأحياء والمهارات المختبرية، قد يساعدهم أيضًا الإلمام بمفاهيم مهمة في مجالات الصيدلة الحيوية، مثل التطور الإكلينيكي، والإنتاج واسع النطاق للأجسام المضادة وحيدة النسيلة، والبروتينات الهجينة، والعلاجات الخلوية. إن هؤلاء الذين يأملون في العمل في شركات بعينها يتوجب عليهم البحث عن المعرفة ذات الصلة بالأهداف المتعلقة بتطوير الأدوية الخاصة بكل الشركة. وعلى سبيل المثال.. يقول أماتو إن شركة «فايزر» ـ بالتعاون مع شركة «سيليستيس» Cellectis، المتخصصة في التحرير الجيني بباريس ـ قد بدأت بالفعل البحث في مجال علاجات مناعية مبنية على الخلايا. ومِن بين المهارات التقنية المطلوبة في هذه الوظائف.. استنبات الخلايا التائية الأوّلية، ووجود خبرة في تصنيع الخلايا، والتمييز، وضبط الجودة.

إن جون بيلز ـ وهو كيميائي متخصص في البروتينات، واستشاري الإنتاج الحيوي في شركة «إيلي ليلي» ـ يقوم بتوظيف مهندسين قادرين على استنساخ الجينات، والتعبير عنها، وقياس خصائص البروتينات، وتقدير التركيب الجزيئي. أما شركة الأدوية العملاقة «جلاكسو سميث كلاين» GSK، فهي تبحث عن علماء، لديهم مهارة في الكيمياء التحليلية، وبيولوجيا الخلية، وتنقية البروتينات، على حد قول جوزيف تارنوسكي، النائب الأول لرئيس مكتب الشركة في ميريون العليا بولاية بنسلفانيا.

أما بالنسبة إلى واي ني ـ وهي عالمة بحثية، التحقت بشركة «إيلي ليلي» فور إتمامها دراسات ما بعد الدكتوراة في جامعة كاليفورنيا بسان فرانسيسكو ـ فإن مجموعة المهارات الممكن ترجمتها مباشرة لتطوير المستحضرات الحيوية قد ثبت لها أنها ذات أهمية. فخبرة ني في علم الأدوية وعلم الأحياء الجزيئية قد أسهمت في تميُّزها على منافسيها، كما يقول كوالا، الذي ألحقها بفريق باحثي الأدوية الخاص به.

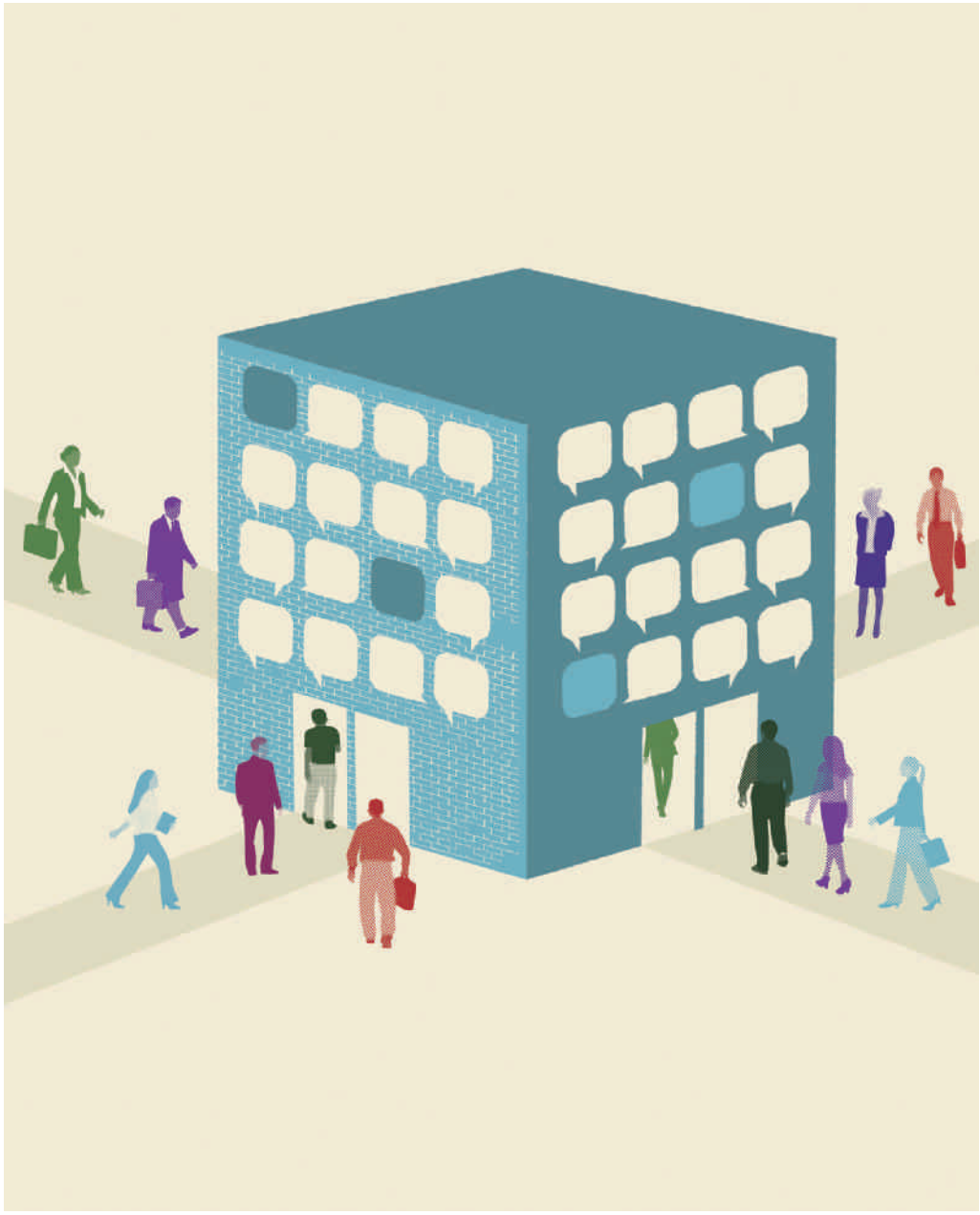
أظهرت ني أيضًا عددًا من المهارات «الناعمة» المهمة (انظر: «أكثر من مجرد مهارات مختبرية»)، حيث تطلب شركة «إيلي ليلي» من المتقدمين للوظائف تقديم ندوة بحثية أثناء المقابلة، فاستغلت ني الفرصة لتُظْهِر أنها تستطيع التفكير بأفق واسع وإبداع، وتوصيل أفكارها بطريقة جيدة. وتقول: «دارت أول شريحتين بالعرض الخاص بي حول علم الوبائيات، والتجارب الإكلينيكية، التي كانت ذات صلة بأعمالي البحثية. أعتقد أنهم اندهشوا قليلًا، لكوني أفكر في أهمية عملي، وعلاقته بعلاج الأمراض». كما أظهرت ني أيضًا قدرة على الإتيان بأفكار بديلة عندما يثبت أن فرضيتها الأولى كانت خاطئة، وكذلك إيجاد وسائل لملء الثغرات التقنية لديها، كتحديد كمية الظواهر الحيوية من خلال الصور المأخوذة، على سبيل المثال.

ومن جانبه، يقول ستان كروك ـ المدير التنفيذي بشركة «إيزيس» للأدوية في كارلسباد بولاية كاليفورنيا ـ إنَّ ما يهمّ ـ في نهاية الأمر ـ هو كيف يتصرف العالِم عندما تقع على عاتقه المسؤولية الكاملة عن مشروع بحثي، والموارد المصاحبة له. ويضيف: «حدِّدْ المجال العلمي المفضَّل لديك، ثم أَظْهِر الأداء الأفضل. هذه هي الإجابة». ■

جيفري إم. بيركل كاتب حُرّ، يعيش في بوكاتيلا، إيداهو.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



GILLIAN BLEASE/GETTY

عمود
تعرَّفْ على شبكة علاقاتك

يرى **بيتر فيسك** إن تنمية شبكة علاقاتك المهنية هو طريقك إلى التقدم في مجالك.

يُعتبر بناء شبكة علاقات أحد أهم الأنشطة التي يمكن للباحث أن ينخرط فيها، لكي يطور مساره المهني. وبرغم ذلك.. فإن كثيرًا من العلماء الناشئين يكونون في غاية القلق من القيام بهذا الأمر. فعادة ما يخشى الباحثون المبتدئون مِن أنْ يتطلب بناء شبكة العلاقات الانخراطَ في أحاديث ودِّية مع غرباء، بغرض التقرب منهم، وحضور لقاءات عمل غير رسمية مملة، أو أن ينخرط المرء بشدة في عملية التسويق لكفاءاته ومهاراته، لدرجة قد ترهق حتى أكثر الأشخاص انطلاقًا وانفتاحًا على المجتمع. وأما هؤلاء الذين يشعرون بالخجل، أو الذين لا يتكلمون اللغة الأم، فإن مسألة اضطرارهم إلى الاختلاط والاندماج تبدو حاجزًا لا يمكن التغلب عليه في سبيل نجاحهم المهني.

في الواقع، ينبغي على العلماء المبتدئين أن يدركوا أن بناء شبكة علاقات مهنية عمليةٌ سهلة وممتعة، حيث إن إنشاء قاعدة من الاتصالات والعلاقات لا يتطلب بالضرورة قضاء أوقات كثيرة في لقاءات شخصية، فالسر يكمن في أن تهدف إلى الإبقاء على مستوى ثابت من التفاعل المنتظم مع الآخرين. ولهذا.. فَكِّرْ في الأمر بمنطق عملية المعايرة الكيميائية، وليس بمنطق تأثير التفاعل المتسلسل.

يتلقَّى كل طلبة شهادات الدكتوراة وطلبة دراسات ما بعد الدكتوراة حول العالم تقريبًا رسائل من أساتذتهم، ورؤساء المختبرات، والمعلمين، والمشرفين، تفيد بأن نشراتهم العلمية وسجلات أبحاثهم هي الوسائل الأساسية التي ستمكِّنهم من التقدم في مستقبلهم المهني. وهُم أنفسهم الأشخاص الذين يخبرون أولئك الباحثين أن زملاءهم من المشرفين سيكونون هم المصدر الرئيس للفرص المهنية المقبلة لهم. وقد يؤدي هذا ـ بشكل ضمني، أو صريح ـ إلى تقليل حماس الطلاب الجامعيين، وطلبة ما بعد الدكتوراة للانخراط في أنشطة غير بحثية، خوفًا من أن تؤدي تلك الأنشطة التي تحدث خارج حيز العمل إلى إضعاف إنتاجية المتدرب في المجال البحثي بشكل هامشي. وبالرغم من أن هذه النصيحة تكون عادة مقدَّمة بِنِيَّة سليمة، إلا أنها قد تجعل الباحثين الناشئين يعتقدون أنهم لا يمتلكون شبكة علاقات مهنية مؤثرة خاصة بهم.

دائرة معارف تلو أخرى

كباحث مبتدئ، ربما لا تدرك أن لديك بالفعل حجر الأساس لبناء شبكة علاقات ضخمة وقوية. إن الشبكة المهنية ليست مجرد قائمة من زملائك وأصدقائك، بل هي تشمل كل مَن تعرفهم بشكل مباشر، وهؤلاء الذين تشعر بارتياح بأنْ تطلب منهم العون بسؤال، أو طلب. اعتبر تلك المجموعة هي «نطاق التكافؤ»، أو «الدائرة الأولى» في شبكتك العامرة بأناس تعرفهم عن قرب.

إن كثيرًا من العلماء الناشئين يعتقدون أن الأصدقاء وأفراد العائلة الموجودين في نطاق التكافؤ الخاص بهم من خارج المجال العلمي ليسوا ذوي أهمية في بناء شبكة العلاقات المهنية، لكن الواقع أن الأصدقاء وأفراد العائلة لهم شبكة علاقاتهم الخاصة بهم، التي ربما تحوي قلة من الأفراد، قد يمكنهم مساعدتك في البحث عن وظيفة، أو تطوير مستقبلك المهني. ولأن أصدقاءك وأفراد عائلتك يعرفونك ويهتمون بأمرك، فإنهم غالبًا ما يكونون متحمسين لبذل ما في وسعهم من أجل مساعدتك، بما في ذلك تعريفك بطريقة ودِّية بأي شخص في شبكة علاقاتهم.

أما «الدائرة الثانية» في شبكة علاقاتك، فهي مكونة من أصدقاء أصدقائك، والمتواصلين معهم، وهي تلعب دورًا هائلًا في تعزيز تقدُّمك وتطورك المهني. ويرجع ذلك إلى وجود عدد كبير من الأشخاص المندرجين تحت هذه الدائرة. فإذا كانت دائرة شبكة علاقاتك المباشرة عددها 150 شخصًا من هؤلاء الذين تشعر نحوهم بالارتياح بأنْ تطلب منهم مساعدة بشكل مباشر، وكان كل من هؤلاء الأشخاص لديه شبكة من العلاقات ذات حجم مماثل لشبكة علاقاتك، فإن لديك من الناحية النظرية «نطاق تواصل» في شبكتك يُقَدَّر بعدد 22,500 شخص. وعلى أقل تقدير.. سيوجد بينهم عدد قليل في مناصب ومهن قد تجعلهم مصدرًا هائلًا لمساعدتك.

إن أهمية تلك الدائرة الثانية هي ما يجعل شبكات التواصل الاجتماعي ـ مثل شبكة «فيس بوك»، وشبكة «لِينْكِد إن» ـ ذات قيمة كبيرة، حيث إن تلك الشبكات تمكِّنك من التعرف على الموجودين في تلك الدائرة، ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

فأنت تعرف أصدقاءك الشخصيين، ومَن هم على صلة بك، ولكن ليس لديك وسيلة لمعرفة أصدقاء أصدقائك ومعارفهم، فقد كان عليك قبل مباشرة مواقع مثل شبكة «لينكد إن»، أن تسأل كل أصدقائك ـ بشكل مباشر ـ عما إذا كانوا يعرفون شخصًا معينًا يعمل في مؤسسة بعينها، أم لا. أما الآن، فبإمكانك رؤية روابط هؤلاء المعارف على تلك الشبكات بنفسك. وبالطبع يتطلب القيام بهذا العمل أولًا أن تنشئ صفحتك الشخصية على هذه المواقع (انظر: go.nature.com/znl2ea).

إن الأبحاث[1]، بما فيها الدراسات التي تَستخدم بيانات مأخوذة من تلك المواقع وغيرها من مواقع شبكات التواصل الاجتماعي[2]، تشير إلى أنه بالرغم من وجود عدد ضخم في «الدائرة الثالثة» لشبكة علاقاتك، وهم أصدقاء أصدقاء أصدقائك، إلا أن الانتفاع بهم في مجالك المهني محدود، حيث إن أفراد الدائرة الثالثة ليسوا على اتصال شخصي بك، ولذا.. فهم ليسوا ميَّالين إلى مساعدتك. فإذا أردت أن تتواصل مع شخص في الدائرة الثالثة، فعليك أن ترسخ علاقتك بالشخص الذي ينتمي إلى الدائرة الثانية أولًا، الذي يكون بدوره هو الشخص الرابط بينكما. وعمليًّا.. فإنك بذلك تنقل ذلك الشخص من كونه (مجرد معرفة) في الدائرة الثانية إلى صديق في الدائرة الأولى. والسؤال الآن.. كيف يمكنك القيام بذلك؟ قم بإنشاء علاقة مع هذا الشخص عن طريق المراسلة، أو عن طريق مقابلته بصورة شخصية إنْ أمكن. وفي هذه الحالة، قد يكون قيامك بمقابلة شخصية معه، للتعرف عليه عن قرب، أمرًا ذا تأثير جيد.

اعتنِ بشبكة علاقاتك

إنّ تطوير شبكة علاقات مهنية لا يحل مشكلة احتياجات شبكة علاقاتك المهنية تلقائيًّا، بل يجب عليك إدارة شبكة علاقاتك بطريقة فعالة، وتنميتها، سواء أكان حجمها صغيرًا، أم كبيرًا. وعلى الباحثين المبتدئين أن يتذكروا أن شبكات علاقاتهم المهنية ما هي إلا مجموعة علاقات شخصية، وأن العلاقات الشخصية تزدهر بقليل من الاهتمام.

يقوم بعض الناس بإرسال آخِر مستجداتهم إلى أعضاء شبكتهم بصفة دورية (التي اعتدنا تسميتها في الماضي بالرسائل)، والبعض الآخر يشارك تلك المستجدات على مواقع التواصل الاجتماعي، بينما يفضل آخرون الحفاظ على شبكة علاقاتهم والاعتناء بها عن طريق الاتصال يوميًّا بشخص لم يتحدث إليه منذ فترة، حيث إن استراتيجية (التعمق في مقابل التوسع) قد تساعدك على الإلمام بالأخبار، والتطورات، والخيوط.

وشبكة العلاقات ليست بالطبع مجموعة من العلاقات التي يجب الاعتناء بها فحسب، ولكنها أداة موجهة وقوية، يتم استخدامها أثناء البحث عن وظيفة، وطوال فترة حياتك المهنية.. فعندما يتناهى إلى علمك وجود فرصة عمل مناسبة في مكان ما، يمكنك أن تطلب من أحد أفراد الدائرة الأولى في شبكتك أن يقوم بتقديمك شخصيًّا إلى شخص ما يعرفه في هذه المؤسسة. وإذا كنت تبحث عن فرصة عمل لدى مؤسسة، أو معهد، أو شركة لم تقم بالإعلان بصورة واضحة عن وجود فرصة عمل متاحة، فيمكنك الوصول مباشرة إلى شخص ما في الدائرة الثانية يعمل هناك، وتستفسر منه ـ أو منها ـ عن صاحب العمل، بل والأفضل من ذلك أن تقوم بعقد مقابلة شخصية تعريفية مع ذلك الشخص، فاللقاء الشخصي عادة ما يؤدي إلى نتائج أفضل من التواصل عبر الإنترنت، أو حتى عبر الهاتف.

«إن درجة المساعدة التي تقدمها إلى الآخرين غالبًا ما تكون مرتبطة بمقدار المساعدة التي تتلقاها أنت».

ربما تتردد عند قيامك بطلب خدمات كثيرة من معارفك من أعضاء شبكة علاقاتك، ولكن إذا شعرت بخجل عند طلب المساعدة، أو خشيت أن يشعر أحدهم بالاستياء من جراء سؤالك هذا، فعليك أن تنسى الأمر برمته. فعادة ما يصاب أحد أعضاء شبكة علاقاتك بالإحباط، إذا علم أنه قد ضيع فرصة مساعدتك، لأنك لم تستطع التواصل معه. وتذكر أن شبكة علاقاتك تعمل في اتجاهين: الاتجاه الأول هو أن درجة المساعدة التي تقدمها للآخرين غالبًا ما تكون مرتبطة بمقدار المساعدة التي تتلقاها أنت. والاتجاه الثاني هو أن شبكتك تصبح أقوى من خلال المساعدة التي تقدمها أنت لأفرادها. وتعتبر شبكة العلاقات المتشعبة المُعْتَنَى بها واحدة من أكثر الأدوات القيِّمة بالنسبة إلى المتخصصين في عالم الاقتصاد اليوم. فهؤلاء الذين يستثمرون في كل من عملهم وعلاقاتهم سوف يحصدون أكبر عدد من الفرص. ■

بيتر فيسك المدير التنفيذي لشركة «باكس» لتكنولوجيات المياه في ريتشموند بولاية كاليفورنيا، ومؤلف كتاب «درجتك العلمية سبيلك إلى العمل» *Put your science to work* (الاتحاد الجيوفيزيائي الأمريكي، 2001).

1. Travers, J. & Milgram, S. *Sociometry* **32,** 425–443 (1969).
2. Kietzmann, J. H., Hermkens, K., McCarthy, I. P. & Silvestre, B. S. *Bus. Horizons* **54,** 241–251 (2011).

حديث المهن
خبير تقييم الأثر

آري مير يعمل في منظمة Google.org، وهي ذراع الأعمال الخيرية لعملاق التكنولوجيا في مدينة ماونتن فيو بولاية كاليفورنيا. يقوم هو وفريق عمله بتقييم طلبات المنح من حيث جدواها الفنية، ومستوى تأثيرها الاجتماعي. وفي هذا الحوار، يصف آري مساره منذ حصوله على درجة الدكتوراة في الفيزياء الحيوية، حتى قيادته لفريق عمل منظمة Google.org.

لماذا التحقتَ بالدراسات العليا؟

كنتُ أقوم بوظيفة مبرمج لدى لشركة «جنرال إلكتريك للرعاية الصحية»، وأدركتُ أن كل شيء أقوم به هو نتاج ومحصلة تفكير شخص آخر؛ فأردتُ أن أذهب إلى المصدر، حيث اعتقدتُ أنني إذا استطعت تعلُّم البحث العلمي، فإن أدوات البحث سوف تمكنني من تطبيق تلك المهارات؛ لحل الكثير من المشكلات الأخرى.

كيف ساعدك هذا التدريب في الحصول على هذه الوظيفة؟

لقد تمرستُ في مهن عديدة، وأجريتُ ما يقرب من 100 مقابلة تعريفية. فعندما تذكر أنك طالب في جامعة معروفة، فإن ذلك يفتح الأبواب أمامك. على سبيل المثال.. لم أكن أعلم من قبل أن هناك مجالًا يُدعى الاستشارات الإدارية، حتى قابلتُ شخصًا ما يمارس هذا العمل.

ما هي أهم المهارات الأكثر نفعًا؟

لقد تعلمتُ كيفية حل المشكلات المعقدة، والتواصل بطريقة منظمة. كما تعلمت كيف أحول فكرة مجردة إلى ممارسة تطبيقية، وأن أنفِّذ تصميمًا لتجربة. وأيًّا كانت الوظيفة التي تشغلها، ستُستخدم هذه المجموعات من المهارات فيها. وهناك أمر آخر، هو التطوير الاستراتيجي، المتمثل في كيفية تأهيل النفس لاقتناص الفرص. فعندما تعلمتُ تقنيات جديدة، مثل تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد، فقد وَلَّد ذلك لديَّ أيضًا فضولًا نحو ريادة المشروعات الاجتماعية. وعندما تحدثتُ إلى أصدقاء بهذا الشأن، قال لي صديق من كولومبيا: «لدينا مؤسسة غير هادفة إلى الربح. اذهب وتحدث معهم». لذا.. حين كنتُ أقوم بالدراسة لنيل شهادة الدكتوراة، أنشأتُ منظمة صغيرة، غير هادفة إلى الربح، تركِّز على التعليم الفني في أمريكا اللاتينية.

أهكذا انضممتَ إلى منظمة Google.org؟

لقد كانت مجرد تجربة، ولكني انتفعت بالخبرة المكتسَبة منها لاحقًا خلال المقابلة الشخصية التي أجريتُها مع منظمة Google.org. فقد عرفتُ كيف أتكلم اللغة نفسها التي يستخدمها أعضاء فريقي. وهكذا أصبحتُ قريبًا منهم. لم يكن يقال عني إنّ «آري هو عالِم»، وإنما «آري هو واحد منا». ■

أجرت المقابلة: مونيا بيكر

تم تحرير هذه المقابلة بغرض الاختصار والوضوح.

للمزيد.. قم بزيارة الرابط: go.nature.com/y7qxcg

LUCIANO LOZANO/GETTY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

نقطة تحوُّل
أنجا راميج

بدأت أنجا راميج ـ المتخصصة في نمذجة النظم البيئية ـ في شهر يونيو الماضي عملها كأستاذ مساعد في جامعة ميونيخ التقنية في ألمانيا، حيث كانت قد تبنّت في عام 2012 نظامًا وظيفيًّا ينتهي بالأساتذة إلى التثبيت.

هل مررتِ بلحظة فارقة في مشوارك المهني؟

بينما كنتُ أدرس للحصول على شهادتي الجامعية في تخصص علم الحيوان، تحمّستُ بشدة عندما علمتُ أنه يمكن القيام بعمليات محاكاة للنظم البيئية باستخدام الحاسب الآلي، إلى الحد الذي جعلني على وشك تغيير مسار دراستي، لكن بدلًا من ذلك.. اقترح عليّ مشرفي الأكاديمي أن أسعى للحصول على درجة الدكتوراة في مجال يركز على النمذجة الحاسوبية. وكانت تلك هي أهم خطوة في حياتي العلمية.

كيف وصل بكِ الأمر إلى التخصص في مجال الغابات؟

أثناء أعمال الدكتوراة الخاصة بي بالمعهد الفيدرالي السويسري للتكنولوجيا في زيوريخ، عملتُ مع باحثين من معهد أبحاث الثلوج والانهيارات الثلجية. ومن المعروف أنّ سويسرا تَستخدم الغابات كوسيلة للحماية من الانهيارات الثلجية. وكان الباحثون قد قاموا بجمع البيانات بعد عاصفة هوائية شديدة هبَّت في عام 1990؛ واقتلعت الكثير من الأشجار على مستوى البلاد، وأرادوا أن يعرفوا المدة الزمنية التي ستستغرقها الغابات لتجدد نفسها. كانت هذه تجربتي الأولى في وضع النماذج. وأدى ذلك إلى يقيني بأنني أرغب في الاستمرار في هذا النوع من العمل، مع التركيز على المشكلات البيئية العالمية أيضًا.

كيف كانت تجربتكِ ذات السبع سنوات في معهد بوتسدام لأبحاث تأثير المناخ في ألمانيا؟

كان العمل في ذلك المعهد المرموق والمشهور عالميًّا بمثابة بوابة دخولي إلى دنيا سياسات العلوم مترامية الأطراف. في الشهر الأول، بدأتُ في تقييم عملية موت أشجار الغابات المطيرة في حوض نهر الأمازون، التي حدثت على نطاق واسع نتيجة لتغير المناخ. وقدمت في هذا الصدد عروضًا في البنك الدولي وغيره من المنظمات.

هل تلقيتِ أي تدريب يتعلق بمهارات التواصل؟

في الواقع، دارت حوارات كثيرة بيني وبين زملائي بشأن كيفية عرض ومناقشة الأفكار العلمية مع الآخرين، لكنني لم أحصل على تدريب بعينه. فبالنسبة لي، كان هذا الأمر جديدًا تمامًا. وأثناء أول عامين قضيتهما في معهد بوتسدام، كان من الصعب عليّ القيام بذلك، لكنني مع الوقت تعلمتُ ما الذي يتوقعه الجمهور، وأي مستوى من المعلومات كان الأكثر فاعلية. لقد كانت ثقافة المعهد تنصبّ على التعلم من خلال مراقبة عمل الزملاء الأكثر خبرة؛ فأدركتُ حينها أنه من المهم فعلًا أن يُكرِّس المرء من القراءة؛ من أجل أن يكون مستعدًا للرد على أي أسئلة توجَّه إليه، سواء من العلماء، أم من أصحاب المصالح، أم من رجال السياسة، وكذلك مدى أهمية دراسة تقارير اللجنة الحكومية المشتركة المعنية بتغيُّر المناخ عن ظهر قلب.

ماذا عن شعوركِ وأنت امرأة في مجال يهيمن عليه الرجال؟

كان معهد بوتسدام يسعى إلى زيادة عدد النساء اللائي يشغلن الوظائف العليا، وكان مسؤولو المعهد في الحقيقة يتمتعون بدرجة كبيرة جدًّا من الإنصاف فيما يخص إجازة رعاية الأبناء، وإجازات تحقيق التوازن بين العمل والحياة. كنتُ أعمل ضمن المجموعة التي تضم النسبة الأعلى من النساء والموظفات الأمهات في المعهد، والعدد الأكبر من طلبات إجازات الوضع. وأثناء الأعوام الثلاثة الأخيرة التي قضيتها هناك، كان رئيسي المباشر في العمل امرأة، وكان لديَّ خمس زميلات أخريات. على صعيدٍ آخر، قدَّمتُ في العام الماضي طلبًا للالتحاق بوظيفة في ألمانيا، كان الهدف منها جذب طالبات العمل من النساء. كنت حاملًا إبان ذلك، وحدث أنْ كان موعد العرض التقديمي الخاص بي متوافقًا مع اليوم المحدَّد لوضع طفلي. والمثير للسخرية أنهم رفضوا تغيير موعد العرض، ومن ثم، لم ينظروا في طلبي.

هل يمكن أن تَصِفي لنا مشروع المسار الوظيفي المنتهِي بالتثبيت الخاص بجامعة ميونيخ التقنية؟

من بين مزايا ذلك المشروع أن معايير التقييم، التي تتلخص في الأبحاث والتدريس والمشاركة العامة، جميعها واضحة وصريحة. فالمعايير الخاصة بالأبحاث تتضمن تطوير المنهجيات والمفاهيم، والحصول على التمويل الخارجي، وبيان أن الباحث يبني لنفسه سمعة عالمية، على عكس الانطباع الذي قد تتركه لديك مؤسسات أخرى، حيث يفتقر الكثير منها إلى إجراءات الشفافية والمعايير المحددة. إضافة إلى ذلك.. تلتزم جميع وظائف الأستاذية المنتهِية بالتثبيت في كل التخصصات في المعهد بتطبيق المعايير نفسها.

كيف حصلتِ على وظيفتك في جامعة ميونيخ التقنية؟

أردتُ بشدة أن تُواصِل مجموعتي البحثية دراسة جوانب الفسيولوجيا البيئية لنهر الأمازون، واحتمالات تغيُّرها. فأنا مهتمة بوضع نموذج لهذا النهر، من خلال البيانات التي حصلتُ عليها من الدراسات التجريبية. ولحسن الحظ، أثناء عملي في معهد بوتسدام، أنشأتُ شبكة ضخمة من العلاقات التعاونية، خاصة مع علماء برازيليين. كما أنني ضِمن أعضاء اللجنة العلمية الخاصة بمشروع كبير تعاوني، لإجراء تجربة ضخمة في الغابات المطيرة في حوض نهر الأمازون، من أجل اختبار الآثار الناتجة عن تزايد ثاني أكسيد الكربون. أعتقد أن شبكة علاقاتي تلك قد ساعدتني كثيرًا، بالرغم من أن المنافسة على وظيفة جامعة ميونيخ التقنية كانت شديدة للغاية. ■

أجرت المقابلة: فيرجينيا جوين

تم تحرير النص الخاص بهذه المقابلة بغرض الاختصار والوضوح.

nature
الطبعة العربية

رائدة العلوم في العالم العربي

متاحةٌ الآن للجميع ..

ARABICEDITION.NATURE.COM

Follow us on:

Google play
Available on the App Store

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST
nature publishing group npg

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

منطقة غير صالحة للسكن

اقترِبْ بحذر شديد

إيان ستيوارت

سَطَعَ الكوكب الأوّلي سطوعًا بسيطًا، والسماء من ورائه مغطاة بالنجوم. فلو كان هذا الكوكب في منطقة النظام الكوني الداخلي، لتوهج توهجًا غاضبًا في السماء؛ لكنه كان بعيدًا بمسافة تكفي لإبقائه في مأمن.

«رائع»! قالها يونيت-بيريفيرال متحمسًا، «أكاد لا أصدق خُلّو عالَم بهذا الجمال من مقومات الحياة.. لكنها حقيقة! سأجيز استعماره على الفور».

قال بلاج-إن-43: «هو بالفعل غير مأهول الآن، لكن فريق التنقيب يعتقد أن ثمة كائنات حية كانت تعيش هنا يومًا ما، فقد تَرَكَتْ آثارًا.. تدل على أنها من تلك الأنواع التي تمشي على رجلين».

«هراء! لا يمكن لأي كائن أن يتحرك على طرفين فقط! هذا نسق غير متزن. تلك الآثار خلّفها ارتطام نيزك».

«ربما، لكن فريق التنقيب وضع افتراضًا بديلًا، وهو.. غريب بعض الشيء».

«يجب أن يكون غريبًا. ما هو؟»

«كائنات الإكستريموفيلز».

توقف يونيت-بيريفيرال لبرهة، ليعيد حساباته، وتوصَّل إلى النتيجة نفسها. «محض هراء. هذه الكائنات تعيش في البيئات المتطرفة».

«يونيت- بيريفيرال.. إن الأوضاع المتطرفة نسبية جدًّا. يبدو أن هذه الكائنات قد جاءت في زيارة خاطفة، ثم وجدت أن هذا العالم لا يروق لها؛ فرحلت عنه».

«إلى أين؟»

«يظن فريق التنقيب أنني أعلم أن هذا سَخَف، ولكن الفريق يهتم اهتمامًا بالغًا بواجبه الذي يحتم عليه أن يتقبل الأفكار الجديدة.. حتى إنه يرى أن الإكستريموفيلز قد ذهبت للعيش في منطقة النظام الكوني الداخلي».

عبَّر يونيت- بيريفيرال بإيماءات دالة صوب النجم القريب ذي الحرارة العالية، وقال: «إلى هذا...؟»

لم يتفوه بلاج-إن-43 بكلمة، لكنه أرسل صورة عبر بريد كيو (q-mail)، تُظهِر سلسلتين خَطِّيَّتين متوازيتين من المنخفضات التي انصهرت في الصخر.

استطرد يونيت-بيريفيرال قائلًا: «إن استنتاج وجود حياة في الأجواء الدافئة مستبعَد جدًّا، فغازات هذه المنطقة، والكتل الجليدية بها قريبة جدًا من النجم، مما يجعلها غير صالحة للحياة. وقد بدت المناطق ـ المبرّدة بكتل جليدية ـ صغيرة، حيث يمثل هذا المكان الجزء الأعمق منها. فأين يتخيل فريق التنقيب أن تعيش تلك الإكستريموفيلز؟ هل فوق سطح مُذَنَّب؟»

أرسل بلاج-إن-43 صورة أخرى عبر بريد كيو، وردّ قائلًا: «بارين وورلد-3 في نظامنا الكوني بمثابة نافثة بركانية، حيث تتدفق الصخور المنصهرة؛ لتشكل محيطات من الصهارة».

«كما هو الحال في بارين وورلد-3، يظن أعضاء فريق التنقيب أن هذا النظام قد طوّر كائنات من الإكستريموفيلز، يمكنها أن تسكن هذه العوالم، بل ويعتقدون أن هذه الكائنات ربما تتضمن صخورًا منصهرة بكميات كبيرة»، ثم أردف بلاج-إن-43 قائلًا بسرعة، بعد أن لاحظ تعبيرات يونيت-بيريفيرال الغاضبة: «ولأنها محفوظة في عدد لا حصر له من الشرنقات متناهية الصغر؛ فهي قادرة على تحمُّل درجات الحرارة الحارقة».

«هذا مُنافٍ للمنطق! فحتى هذه الكائنات لا يمكنها التأقلُم مع بيئات بهذا التطرف! فالإشعاع وحده .....»

«بارين وورلد-3 له مجال مغناطيسي يحمي من الإشعاع».

وهنا توصَّل يونيت-بيريفيرال على مضض إلى قراره: «إن البروتوكول يُحَتِّم عليَّ أن أعمل وكأنني آخذ هذه التخمينات غير العقلانية على محمل الجدّ. أرسلوا مسابير مقوّاة بمقياس (6x6)».

نزل أفراد الفريق إلى سطح الكوكب، الذي اختلط فيه اللونان (البرتقالي والبني)، ليستمتعوا بحمام شمسي منعش، وانتظروا. وفي النهاية، تعثَّر واحد من المسابير، إذ تعرَّض لتلف بالغ، وكان التقرير الصادر عنه مثيرًا للقلق، فلم يتضمن محيطًا غازيًّا فحسب، بل .....»

«أكسجين...؟»

«6+6 x سدس الحجم»

«وهل المساحات الزرقاء حقًّا صخور سائلة؟»

«إنها أحادي أكسيد ثنائي الهيدروجين المنصهر، يونيت-بيريفيرال».

«وهل لا زالت هناك ذرات حرة من الأكسجين، برغم الكميات الهائلة من كريبد ثنائي الأكسجين الجوي، التي تدل على إضافة مركب الكريبد في الماضي على نطاق واسع؟ ولماذا لم تندمج هذه المادة الأكّالة مع عناصر أخرى منذ وقت طويل؟»

«لقد اندمجت بالفعل، ولا زالت، لكن السُّم يتجدّد».

أصدر يونيت-بيريفيرال وميضًا تحذيريًّا، وقال: «هذه إشارة تدل على حفظ النظرية! كيف؟»

«عن طريق الإكستريموفيلز».

توقَّفَ الضوء فجأة، مدمِّرًا إحدى حجرات الطعام. وقال يونيت-بيريفيرال: «كل اقتراح مستحيل التصديق يسوّغ بوجود تلك الكائنات! لقد اكتفيت من هذا الهراء. لا يمكن أن أسلِّم بأن هذه الكائنات الذكية التي تجوب الفضاء تُجدّد الغاز السام».

«عُذرًا، لم أوضح كلامي بشكل كافٍ. السُّم يتجدد بواسطة نوع آخر من الإكستريموفيلز».

عندئذ انتفض يونيت-بيريفيرال غضبًا ورعبًا، وقال: «هل يوجد أكثر من نوع منها؟»

«هناك ملايين الأشكال... وجميعها يمر بمراحل تطور متعددة».

«وحتى مع وجود مجال مغناطيسي، يجب أن تعيش هذه الكائنات تحت الأرض».

«كلا، إنها تستلقي حول حافة الصهارة.. وتستمتع بحمام شمسي مثلنا تمامًا».

«على الأقل تُدرك أن عليها الابتعاد عن الصخر المُسال».

«كلا، هي تغطس فيه بصورة دورية، لكي..... ليس هناك طريقة أخرى لقول ذلك يا يونيت-بيريفيرال.. لكي تبقى باردة».

«باردة؟! لا بد أن المسبار يعاني من مخيِّلة طائشة. يُعَدّ الأكسجين من أقوى الغازات الأكّالة المعروفة للكائنات الباردة! فكيف تتفادى هذه الكائنات التفاعل معه؟»

«إنها لا تتفاعل معه، بل تستخدمه كمصدر للطاقة».

«لكن الكائنات نفسها سوف تتأكسد بالتأكيد!»

خفّض بلاج-إن-43 من تياراته الانحيازية، ليُظْهِر رضوخه، حيث يعرف أن ما سيقوله لن يلقى القبول: «بلى، هي تتأكسد في بعض الأحيان. لقد شهد المسبار حرائق كبيرة في مواضع معينة، أسفرت عن موت آلاف الكائنات».

«أتقصد الكائنات التي تمشي على قدمين؟»

«لا، بل أقصد مستعمرات الكائنات غير المتحركة، التي يطلق عليها الفريق اسم «غابات النيران». لا يمكن لتلك الكائنات أن تتكاثر، إلا عند حدوث الحرائق المدمرة».

«أتلد أبناءها بإضرام النار في نفسها؟!»

«بعض الأنواع منها فقط... أما البقية، فتلجأ إلى طرق مختلفة، كلها غريبة».

«ألا تنفصل عنها رقائق نُسَخ من الدوائر الكهربائية، كما نفعل نحن؟»

«كلا، إنها.. لا عليك، لن تصدق ما أقول على أي حال».

«هل تضرم الكائنات التي تمشي على رجلين النار في نفسها؟»

«لا، ليس عن قصد، لكنها تستمد طاقتها من ملايين الحرائق الداخلية متناهية الصغر .....»

«هذا يكفي! إذا تفوهت بكلمة أخرى؛ سأُضعك في حالة تخزين طويل الأجل! لقد امتلأت حتى شقوقي الخلفية بهذا الهراء المُطْبِق! سوف أصدر تعليمات عامة».

«هل سنقيم مستعمرة، كما هو مخطَّط؟ الأوضاع هنا مثالية لعقولنا فائقة التوصيل، و.....»

«لا! سنرحل على الفور. سنعِدّ تقريرًا يفيد بأن هذا النظام الكوني لا يشمل أي عوالم صالحة للسكن. وهذا حقيقي، فلو بقينا هنا لأكثر من بضع دورات، فإن مجرد التفكير في هذه «الأشياء» التي تتقافز سعيدةً في الصهارة سيدفعنا إلى الجنون!»

ثم عاد المركز الحسي لدى يونيت-بيريفيرال مرة أخرى إلى الصورة التي أرسلت له عبر بريد كيو، والتي تظهر فيها الكرة الأرضية بألوانها العديدة، متشحةً بأنماط قبيحة لرقعات سُمِّيَّة، لونها أزرق مشبع بالأخضر الباهت، وندبات بُنِّيَّة شاحبة كشحوب الموت، وتعتلي كل ذلك أجزاء لولبية من نبتة معرّشة كالحة البياض. توقَّف لإفراغ ما لديه من معلومات، ثم نطق بكلماته الأخيرة عن الموضوع، وتقاسيم وجهه تقطر ازدراءً: «لماذا لم يكونوا «طبيعيين».. مثلنا؟» ■

ILLUSTRATION BY JACEY

إيان ستيوارت أستاذ فخري بجامعة وارويك، ويؤلف كتبًا علمية مبسطة، وكُتُب خيال علمي.

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

nature MASTERCLASSES

Provide your researchers with…
…expert advice on how to submit papers to high-impact journals
…an overview of publishing ethics and related issues
…a better understanding of the scientific publishing process

With *Nature Masterclasses*, your researchers will learn…

…practical scientific writing and publishing techniques from a current or former Nature journal editor
…how to produce high-quality research papers that appeal to international, top-ranked journals
…how to make an impact on their intended audience with their research

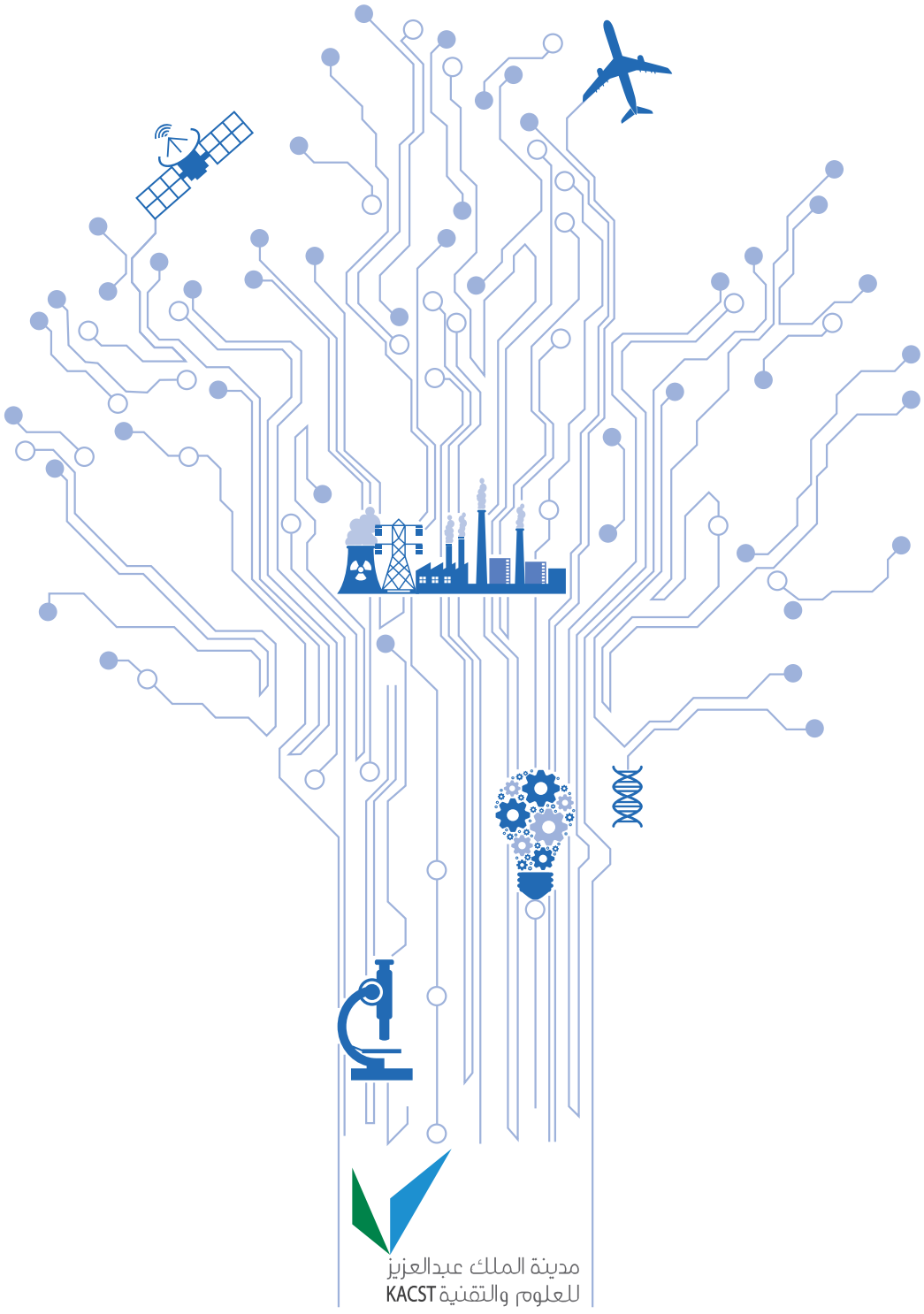
Nature Masterclasses are tailored, one- or two-day training sessions for researchers of all levels: from graduate students to experienced science academics and faculty leaders.

Contact **masterclasses@nature.com** for more information.

msc.macmillan.com/en/training

nature publishing group npg

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



استثمار البحث في الصناعة

www.kacst.edu.sa

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved