nature
الطبعة العربية
الدورية الشهرية العالمية للعلوم

مَخـــزن، أَمْ مَصـــدر؟

يمثل الجفاف عنصرًا مهمًّا في تحديد مصير مخزون غاز الكربون بغابات الأمازون المطيرة صفحتا 70 و87

علم البلورات

أســرار ذَرِّيَّـة

نيكولا جونز تقدّم مسيرة 100 عام مضت على نشأة علم البلُّورات

صفحة 36

علم البيئة

احموا أعماق البحـار

دعوة إلى إدارة محميّات أعماق المحيطات، وتمويلها، وحمايتها

صفحة 46

كيمياء كهربية

تخزيـن الطاقة بـدون اسـتخـدام فِلِـزّات

مادة غير فِلِزِّيَّة ذات نشاط كهربي تمهد الطريق لتخزين الطاقة

صفحة 67

ARABICEDITION.NATURE.COM
مارس 2014 / السنة الثانية / العدد 18
ISSN 977-2314-55003

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

nature
الطبعة العربية

عام من المعرفة
.. للمجتمع بأكمله.

سَجِّلْ الآن!

JPL-CALTECH/AMES/NASA

بحرٌ من المعرفة في شتى مجالات العلوم المتنوعة..
الآن في متناول يديك من خلال موقع *Nature* الطبعة العربية

دَوْرِيّة *Nature* الطبعة العربية تزوِّدك بالأخبار والمقالات العلمية الرفيعة، المختارَة بعناية من *Nature* الطبعة الدوليّة. كما تقدم لك ملخّصات لكل الأوراق البحثيّة المنشورة في الدوريّة العلمية الرئيسة في العالم.
هذا.. والأعداد المطبوعة متاحةٌ للأعضاء المشتركين. أمّا محتوى الموقع الإلكتروني، فمُتَاح للجميع، دون مقابل.

والآن، لَدَيْك فرصة للحصول على اشتراك مجاني في النسخة المطبوعة من دوريّة *Nature* الطبعة العربية.
ولمعرفة التفاصيل.. قُم بزيارة هذا الرابط: **http://bit.ly/1f3bGLp**

ARABICEDITION.NATURE.COM
NatureArabicEdition @NatureArabicEd

بالمشاركة مع:

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

nature publishing group npg

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

nature

مارس 2014 / السنة الثانية / العدد 18

فريق التحرير

رئيس التحرير: مجدي سعيد
نائبا رئيس التحرير: د. خالد محروس، كريم الدجوي
مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسن بيومي
محرر علمي: نهى هندي، نهى خالد
مساعد التحرير: ياسمين أمين
المدير الفني: محمد عاشور
مصمم جرافيك: عمرو رحمة
مستشار التحرير: أ.د. عبد العزيز بن محمد السويلم
مستشار الترجمة: أ. د. سلطان بن عبد العزيز المبارك
التدقيق العلمي: د. مازن النجار
اشترك في هذا العدد: ابتهال مخلوف، أبو الحجاج محمد بشير، أحمد بركات، السيد فايد، باتر وردم، حاتم النجدي، حازم سكيك، داليا أحمد عواد، رضوان عبد العال، سائر بصمة جي، سعيد يس، صديق عمر، طارق راشد، طارق قابيل، عائشة هيب، عمرو شكر، لمياء نايل، ليلى الموسوي، لينا الشهابي، مازن النجار، محمد السيد يحيى، محمد صبري يوسف، مصطفى حجازي، ناصر ريحان، نسيبة داود، هشام سليمان، هويدا عماد، وليد خطاب، يوسف مصطفى.

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 جيولياني
(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 ويندهام جرانج المحدودة،وست سَسكس، 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 "نيتْشَر" ـ وترقيمها الدولي هو (2314-5587) ـ من قِبَل مجموعة نيتْشَر 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 "نيتْشَر" 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"نيتْشَر" هو: 0028-03/0836، باتفاقية النشر رقم: 40032744. وتُنشَر الطبعة العربية من مجلة "نيتْشَر" شهريًّا. والعلامة التجارية المُسَجّلة هي (ماكميلان للنشر المحدودة)، 2014. وجميع الحقوق محفوظة.

رسالة رئيس التحرير

علم البلورات.. التاريخ والآفاق

في عدد 30 يناير 2014 من الطبعة الدولية من دورية *Nature*، وهو العدد الذي يشمله العدد الحالي من *Nature* الطبعة العربية، تحتفل *Nature* بالعام الدولي لعلم البلورات، الذي يتوافق مع مرور مئة عام على حصول العالِم الألماني ماكس فون لاوي في عام 1914 على جائزة «نوبل» في الفيزياء، لاكتشافه كيف تُحيِّد البلورات الأشعة السينية. منذ ذلك الحين تَطَوَّر علم بلورات الأشعة السينية؛ ليخدم كل فروع العلم، من خلال توفير الوسيلة التي يتم بها فَهْم بِنْيَة الجزيئات والمواد المعقدة. وفي هذا العدد اقتطفنا ثلاثة موضوعات من ذلك الملف.

أول هذه الموضوعات بعنوان «أسرار ذَرِّيَّة» منشور في قسم التحقيقات، تقدِّم فيه نيكولا جونز مسيرة تطور العلم على مدار 100 عام من نشأة الفكرة، عندما أدرك لاوي أن الأشعة السينيّة عندما تمر من خلال بلورة، فإن ذرات البلورة تعمل على تشتيت الأشعة، ومن ثم تتداخل مع بعضها البعض مثل الأمواج التي تصطدم بجدار على شاطئ البحر، مرورًا بمعرفة البِنْيَة التركيبية لذرات الكربون في بلورة الألماس، والهيكسا ميثايلين تترامين كأول جزيء عضوي يتم تصويره، ثم تحديد البنية التركيبية لمعادن السيليكات، كإحدى ركائز علم المعادن، وانتهاءً بصورة الأشعة السينية للخطّاف الذي يستخدمه فيروس العوز المناعي؛ ليرتبط مع خلايا الانسان التي ساعدت في معرفة كيف يكون شكل هذا البروتين المهم.

أمّا منتدى علم البلورات ـ المنشور على صفحة أنباء وآراء ـ فينشر نقاشًا بين اثنين من العلماء ـ هما شون ماكسويني خبير المعجلات، وبترا فرومي المُدَافِع عن ليزر الإلكترون الحر ـ حول آفاق مصادر الأشعة السينية، وأنواعها ذات الصلة بتطبيقات علم الأحياء البُنيوية، حيث يدافع شون عن معجّلات الجيل الثالث (المعروفة أيضًا باسم حلقات التخزين المستندة إلى مُموِّج، وهي مجموعة من ثنائيات الأقطاب المغناطيسية المتقابلة، يتم إدراجها عبر مسار شعاع الإلكترونات؛ ليتموَّج مساره)، فرغم النتائج الباهرة من ليزر الإلكترون الحر «إف إي إل»، إلا أننا ما زلنا بعيدين عن القدرة على تحقيق الإمكانات الكاملة لمصادر حلقات التخزين. أمّا بترا، فتؤكد أن ليزر الإلكترون الحر فتح عهدًا جديدًا في علم الأحياء البُنيوية، لأنه يسمح بتحديد بِنَى جزيئية في بلورات نانومتريّة الحجم، لا تحتوي إلا على بضع مئات من الجزيئات، كما أنه تغلَّب على واحدة من العقبات الرئيسة في علم البلورات، وهي تضرُّر البروتينات من مصادر الأشعة السينية التقليدية، وأنّ العقبة الرئيسة الحالية لبحوث الأحياء البنيوية مع ليزر الإلكترون الحر هي الوصول إلى ميعاد الحجز في مصدَرَي الليزر في الولايات المتحدة واليابان.

أمّا الموضوع الثالث ـ المنشور في قسم (مهن علمية) ـ فهو الذي كتبته لورا كاسيداي، والذي يوصي الباحثين الذين تلقُّوا تدريبًا في مجال تعيين البناء البلوري بالأشعة السينية بتنويع مهاراتهم؛ لكي يتمتعوا بمزايا تنافسية، وتختمه لورا بنصيحة على لسان الباحثة شينا دارسي ـ التي تعمل في معهد هاورد هيوز الطبي في جامعة كولورادو ستيت في فورت كولينز ـ للطلاب المهتمين بمجال تعيين البِنَى البلورية بالأشعة السينيّة بأنْ يتعلموا أسسها النظرية، وكافة التقنيات المتعلقة، حيث تقول: «لا تدع الناس يفعلون هذه الأمور لك. فهناك العديد من كبار العلماء الذين يعرفون طريقة فعل هذه الأمور، وهناك دائمًا أزمة في الوقت للحصول على البيانات. إنك تحصل على البلورات، وتريد فقط أن ترى بِنْيَتها، لكنّ بذْل الوقت في تعلُّم النظرية وبرامج الكمبيوتر سوف يثمر على المدى الطويل، لأنك تستطيع حينها أن تعرف هل سارت الأمور بشكل خاطئ، أم صحيح».

أما المهام المستقبلية لعلم البلورات، فنعود فيها إلى ما ذكرته نيكولا جونز، حيث بيَّنت أن قائمة البروتينات «الأكثر طلبًا» للتصوير هي تلك التي تشتمل على جسيم التضفير الكبير، الذي يساعد على تنظيم وتحرير الحمض الريبي المرسال، حتى تجمعات الأنوية المسامية الكبيرة التي تقوم بوظيفة حارس بوابة النواة، ويمكن أن تحتوي هذه التركيبات على مئات البروتينات التي تجعل من الصعب تبلورها أو بقاءها ثابتة ليتم تصويرها. وإحدى أهم الاستراتيجيات أنْ تتم بلورة أجزاء صغيرة من هذه التركيبات، وتجميعها مع بعضها البعض مثل البانوراما، ومن ثم استخدام ليزر الأشعة السينية، والإلكترون الحر مما يسهم في التغلب على هذه المشكلة.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

YOUR NEXT JOB **IS OUT THERE**

The *Naturejobs* newsletter delivers a pick of the latest career articles and science jobs direct to your inbox, twice a month.

Ready to find that perfect fit? Sign up today at **naturejobs.com/newsletter**

naturejobs.com

nature publishing group npg

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

المحتويات

مارس 2014 / السنة الثانية / العدد 18

هـذا الشهـر

افتتاحيـات

7 علوم المحيطات
عَضُّدُوا عَوَّامَاتنا
هناك حاجة إلى جهد دولي؛ لاستعادة نظام إنذار مبكر للارتفاع السريع في حرارة المحيط الهادئ

7 تغيُّر المناخ
التفكير الهادئ مطلوب
يسهل نسيان الفرق بين الطقس والمناخ عندما يشتد الطقس البارد

9 الحرب
تَضَارُب المَصالح
كيف أثّرت حربان عالميتان على البحث العلمي، والعكس

رؤية كونية

10 **لم تكن نزهةً إلى القارة القطبية الجنوبية**
بعد أن حُوصرت سفينته القطبية وسط الجليد البحري المتحرك، يدافع كريس ترني عن الأساس العلمي للبعثة

أضواء على البحوث

12 مختارات من الأدبيات العلمية:
نقص الدوبامين يضرّ بعيون مرضى السكري/ عيون نجم البحر تُبْصِر الضوء/ تبديل خلايا في جسم حي؛ لإصلاح الدماغ/ طفيلي الملاريا يدفع البعوض العائل نحو الرحيق/ البكتيريا البحرية تُلْقِي حويصلات دقيقة/ نظام كريسبر CRISPR يخلق قِردة مُحَوَّرة وراثيًّا/ البكتيريا غير المتحركة ترتحل تَطَفُّلِيًّا/ المياه تغوص عميقًا داخل الأرض

ثلاثون يومًا

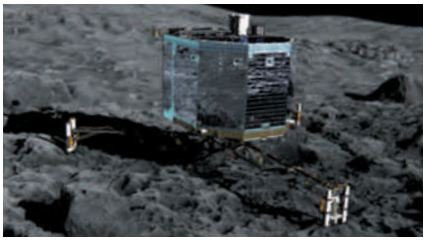
16 موجز الأنباء
هجرة الفراشات تبلغ أدنى مستوياتها التاريخية/ اكتشاف دولفين نهري/ علم الوراثة ومرض السرطان/ «جوجل» تشتري «ديب مايند»

مهن علمية

89 البيولوجيا البنيويّة
أكثر من مجرد عالِم بلورات
الباحثون في مجال تعيين البناء البلوري بالأشعة السينيّة عليهم تنويع مهاراتهم؛ كي يتمتعوا بمزايا تنافسية

لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: www.naturejobs.com

أخبـار فى دائرة الضوء



19 علم الفضاء
مَركَبة المُذَنَّب تستعد للاستيقاظ

21 علوم الأرض
إطلاق مشروع حَفْر بحري

23 علم القياس
تعريف جديد دقيق لوحدة الأمبير

24 النشر
الوصول المفتوح إلى الأوراق البحثية في مجال فيزياء الجسيمات

25 مُستحضرات دوائيّة
مشروعات لمواجهة الأمراض المُهْمَلة

28 الطب التعويضي
طريق سهل للحصول على الخلايا الجذعية

تحقيقات

الخلايا الجذعية

عـودة الاستنساخ

هل يمكن لـ«وو سوك هوانج» أن يحرِّر نفسه، ويعيد بناء سمعته العلمية. صفحة 38

تعليقات

43 اقتصاديات مستدامة
حان وقت تَرْك الناتج المحلي الإجمالي خَلْفَنا
الناتج المحلي الإجمالي مقياس مُضَلِّل لنجاح الأمم. وينبغي للدول أن تتبنى الآن مقاييس جديدة، كما يقول روبرت كوستانزا وزملاؤه

فيزياء

اسكتْ، واحسب!

كان للطرق العملية والعلمية إبّان الحرب العالمية الثانية تأثير باقٍ على علماء الفيزياء، كما يقول ديفيد كايسر. صفحة 48

كتب وفنون

54 فَلَك
الخَفِيّ العظيم
انطباعات إريك هاند عن أحد العروض المذهلة للمادة المظلمة والطاقة المظلمة بِقُبَّة عرض سماويّة

55 التنمية الرقميّة
ثقافات متشابكة
يستكشف جون جيلبي كيف تَخَطَّت بيرو الأنماط القياسية لإدخال التقنية؛ لإذكاء شعلة التغيير الاجتماعي

مراسلات

56 الدعوة إلى بيانات نمذجة النظام الإيكولوجي/ إنقاذ قطبي: العلم لا يُخْدَم بصورة جيدة/ حان وقت السداد، مقابل رفض التحكيم/ رفْض فرضية أعمدة الصخور الساخنة/ فريق بلانك يرد على «انحرافات» البيانات

تأبين

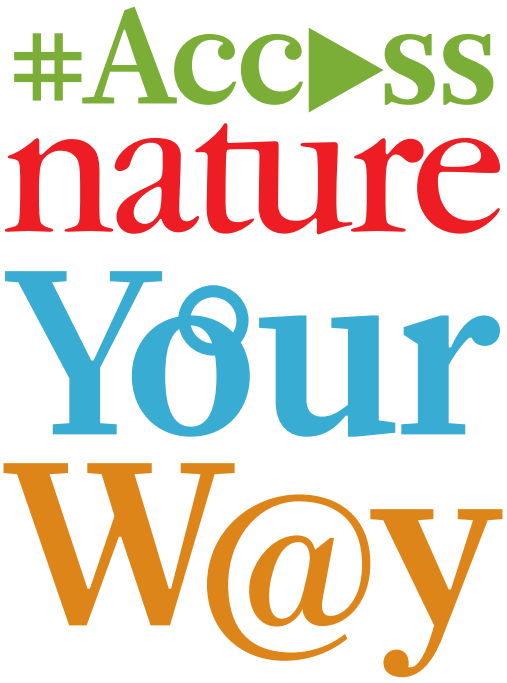
58 **جانيت راولي (1925 ـ 2013)**
برايان جيه دروكر

مستقبليات

96 **فرصة ثانية**
كِنْ لِيُو

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



Sharing science socially

Whether you prefer to tweet, like, pin, check in or hang out, our social media channels are your ideal platform to engage with key research, award winning news and insightful opinion. Discover more from *Nature*.

Connect with us on ...

NATURE.COM/NATURE

nature publishing group npg

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

المحتويات

مارس 2014 / السنة الثانية / العدد 18

أبحاث

أنباء وآراء

65 تحليق الطيور
طِر برفرفة صغيرة من أصدقائك
توفير الطاقة من خلال تنظيم الأوضاع النسبية لأجسام الطيور ورفرفة أجنحتها بصورة متزامنة
فلوريان ت. موهيريز، ومايكل هـ. ديكنسون

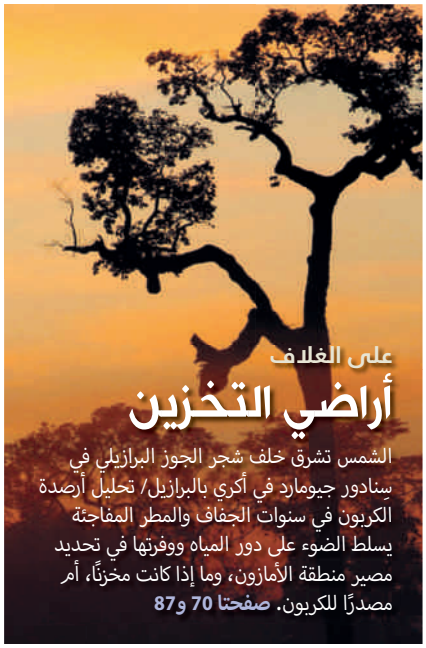
63 علم البيئة
تربة جيدة مع أصدقاء جيدين
أنواع الفطريات النافعة التي تعيش مع جذور الأشجار معيشة تكافلية تحدِّد كمية الكربون المخزَّنة في التربة
مارك أ. برادفورد

69 علم البلورات
مصادر الإلهام
خبيرٌ بالمعجلات، ومُدَافِعٌ عن ليزر الإلكترون الحر يناقشان آفاق مصادر الأشعة السينيّة وتطبيقاتها
شون ماكسويني، وبترا فرومي

68 فيزياء فلكية
لوحة لِجَارٍ ديناميكي
العوالم العجيبة للنجوم الهزيلة لديها طقس ومُناخ ذوا ديناميكية عالية
آدم ب. شومان

62 مداواة
عمل استكشافي على جرعة الدواء
وجود نظام عامّ يتيح مراقبة مستويات الدواء في دم الفئران قد يفسح المجال لتحديد جرعات خاصة بكل مريض
ريتشارد م. كروكس

علم الأرض
إعادة النظر في شق النهر
قياسات تحت النهر في الصخر تعتمد على مقياس الرصد الزمني. صفحة 61



على الغلاف
أراضي التخزين
الشمس تشرق خلف شجر الجوز البرازيلي في سِنادور جيومارد في أكري بالبرازيل/ تحليل أرصدة الكربون في سنوات الجفاف والمطر المفاجئة يسلط الضوء على دور المياه ووفرتها في تحديد مصير منطقة الأمازون، وما إذا كانت مخزنًا، أم مصدرًا للكربون. صفحتا 70 و87

ملخصات الأبحاث

73 بعض البحوث المنشورة في عدد **9 يناير 2014**

الجينوميّات **أول جينوم لسمكة غضروفية**
B Venkatesh et al

بيولوجيا الشيخوخة **مناهج متعددة لدراسة الشيخوخة**
O Jones *et al*

علم الفلك **المَجرّات المبكرة لا تجمع الغبار**
D Fisher *et al*

الإلكترونيات **..وجهًا لوجه مع صفائح الجرافين**
L Gao *et al*

76 بعض البحوث المنشورة في عدد **16 يناير 2014**

الوراثة العصبية **التغاير الجيني في التَّوَحُّد والفِصَام**
H Stefansson *et al*

الفيزياء الفلكية **ثقب أسود مُرَافِق لنجم انبعاثي من طراز (Be)**
J Casares *et al*

الكيمياء الصناعية **غراء جسيمات نانويّة يجعل الهُلاميّات تلتصق**
S Rose *et al*

علوم الأرض **شَق الأنهار.. الحقيقة والافتراض**
N Finnegan *et al*

79 بعض البحوث المنشورة في عدد **23 يناير 2014**

الجينوميات **ريبوسوم الميتوكوندريا المعدَّل**
B Greber *et al*

السرطان **تحديد جينات سرطان جديدة**
M Lawrence *et al*

الإيدز **نَهْج بديل لعلاج مرض الإيدز**
G Doitsh *et al*

الفيزياء الفلكية **نابض مِلِّي ثانية بصحبة قزمين أبيضين**
S Ransom *et al*

82 بعض البحوث المنشورة في عدد **30 يناير 2014**

علم القَلَك **نشاط كبير بحزام الكويكبات الرئيس**
F DeMeo *et al*

الطب التجدُّدي **طريقة جديدة لاستحثاث تعدُّد القدرات**
H Obokata *et al*

الفيزياء **تأثير ديراك يخلق أحاديّات القطب المراوِغَة**
M Ray *et al*

علوم المناخ **انخفاض نشاط الأعاصير المَدَارِيّة الأسترالية**
J Haig *et al*

85 بعض البحوث المنشورة في عدد **6 فبراير 2014**

علم الإحاثة **موطن تجوال الحيوانات الضخمة الصوفيّة**
E Willerslev *et al*

السرطان **أهداف جديدة للعلاج المناعي للسرطان**
P Zhou *et al*

الكيمياء الحيوية **تنوُّع الميكروبات البحرية كيميائيًّا**
M Wilson *et al*

علوم الكون **لمحة من بِنْيَة الشبكة الكونيّة**
S Cantalupo *et al*

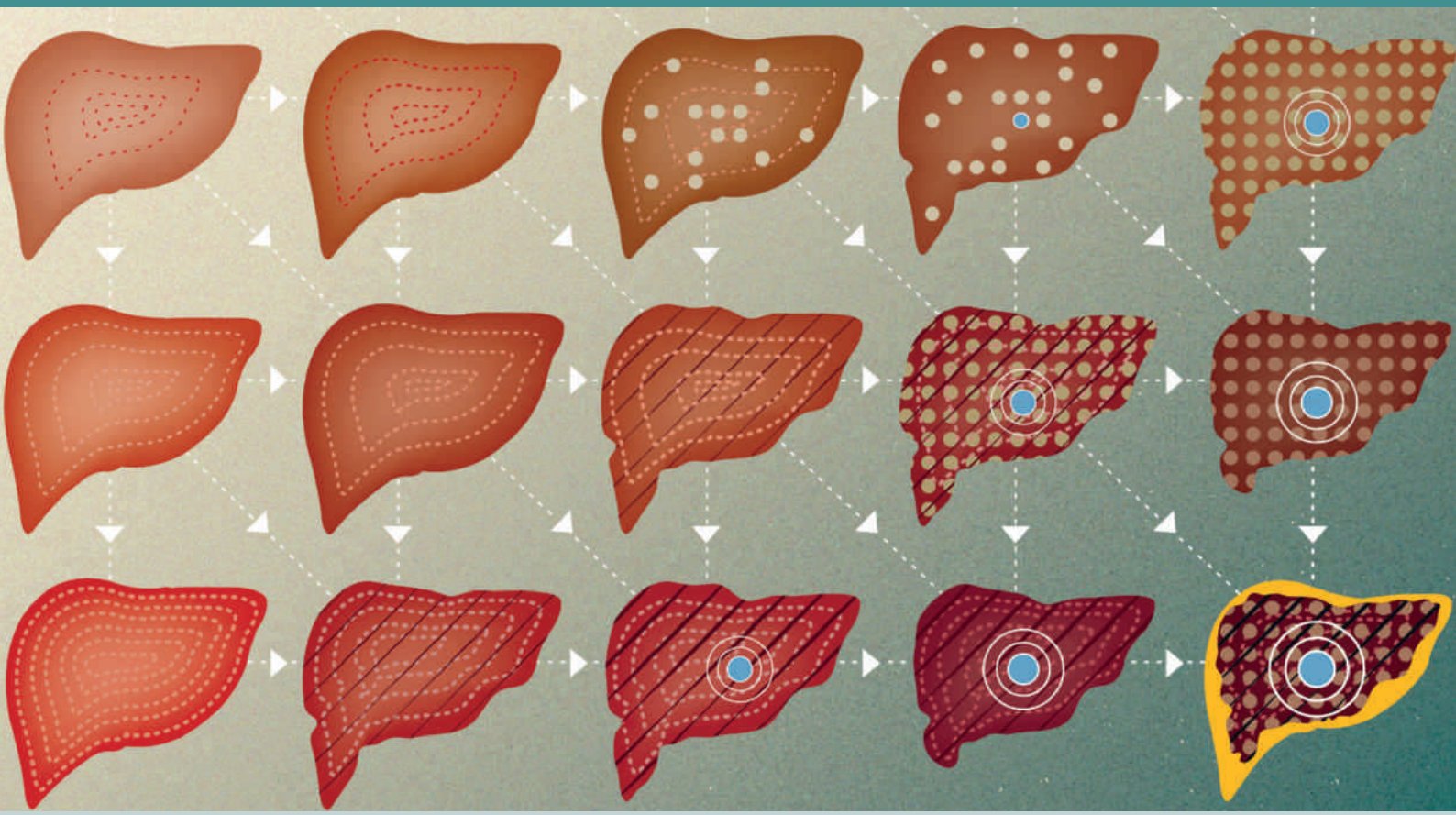
P&R FOTOS/AGR FOTOSTOCK & ROBERTHARDING.COM

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

nature clinical collections

Collection on Hepatocellular carcinoma



Hepatocellular carcinoma (HCC) is the third leading cause of cancer-related death worldwide. The incidence of this disease is increasing and it is one of the key indications for liver transplantation. Chronic infection with hepatitis B virus is the leading cause of HCC, closely followed by infection with hepatitis C virus. Other factors contributing to the development of HCC include alcoholism and obesity. Although treatment options have improved in the past 30 years, particularly with the approval of several molecular-targeted therapies, prognosis remains dismal for many patients. Advances are being made in understanding the mechanisms underlying HCC, which in turn could lead to novel therapeutics, but more progress is urgently needed in this area.

This Clinical Collection covers key aspects of the pathogenesis and treatment of HCC, including insights into disease pathways and possible future therapeutic targets.

This activity is supported by an educational grant from Lilly.

FREE online for a limited time, visit:
www.nature.com/clinicalcollections/hcc

Lilly

For further information concerning Lilly grant funding visit www.lillygrantoffice.com

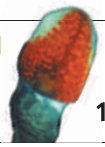
© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

هـــذا الشهـــــر

افتتاحيات

رؤية عالمية يجب تنظيم رصد الأجهزة الإلكترونيّة للبيانات الفسيولوجية، بما يسمح بحماية الخصوصيّة **ص. 11**

علم الحيوان نجم البحر يستخدم العيون الموجودة على أطراف أذرعه لمعرفة طريقه **ص. 13**



التقنيات الحيوية كرسبر يُنتج قِرَدة مُحوَّرة وراثيًّا بتعديل الحمض النووي **ص. 14**

عَضِّدُوا عَوَّامَاتنا

هناك حاجة إلى جهد دولي؛ لاستعادة نظام إنذار مبكر للارتفاع السريع في حرارة المحيط الهادئ، الذي يؤدي إلى طقس متطرف في جميع أنحاء العالم.

إنّها أرقام لا تُعْقَل.. فعندما أحالت الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي بالولايات المتحدة (NOAA) في عام 2012 سفينة كايميموانا (*Ka'imimoana*) للتقاعد ـ وهي سفينة كانت تتبع البحرية الأمريكية، كان الغرض منها الحفاظ على منظومة من العوامات الطافية التي تراقب المنطقة الاستوائية في المحيط الهادئ ـ استطاع رجال الإدارة استقطاع حوالي 6 ملايين دولار من ميزانية الوكالة السنوية. وكانت الوكالة قد أعلنت في عام 2013 أنها أنفقت ما يصل إلى 3 ملايين دولار لتأجير قوارب للمهمة ذاتها، إلا أن السفن المستأجرة فشلت في مواكبة متطلبات الصيانة الصارمة، وانهارت منظومة مشروع الغلاف الجوي للمناطق الاستوائية من المحيط الهادئ (تاو TAO) جزئيًّا، نتيجة لذلك (انظر: *Nature* http://doi.org/q72; 2014). والمحصلة هي أن الإدارة الوطنية تركت العالم غافلاً بصورة جزئية عن ظاهرة قد تسبِّب خسائر بعشرات المليارات من الدولارات، لتَدَّخِر بضعة ملايين.

ظهرت منظومة مشروع "تاو" لحيز الوجود كنتيجة مباشرة لظاهرة الارتفاع الشديد في درجة حرارة سطح الماء في المناطق الاستوائية الشرقية للمحيط الهادئ، والمعروفة بـإلنينو El Niño. وفي الفترة ما بين عامي 1982-1983 لم يتوقع العلماء حدوث إلنينو، فشاهدوا آثارها عبر الطقس العالمي وهي تأتي على الأخضر واليابس في جميع أنحاء العالم. وقد جاءت استجابة باحثي إدارة المحيطات والغلاف الجوي بمجموعة العوّامات الراسية التي تراقب كلًّا من الطبقة العليا للمحيط، والغلاف الجوي من فوقه. شاركت الوكالة مع المجتمع الدولي لاختبار ونشر المعدات في الثمانينات من القرن العشرين، وبحلول عام 1994، كانت هناك نحو 70 عوامة ثابتة. وقد ساعد ذلك العلماء على إعطاء إنذار مبكر في شهور عديدة قبل واقعة إلنينو بين عامي 1996-1997، التي ـ رغم ذلك ـ أسهمت في حدوث الطقس العنيف؛ الذي قضى على آلاف البشر، وتسبَّب في أضرار هائلة.

ما زالت منظومة عوّامات "تاو" عنصرًا أساسيًّا في نظام يقدم إنذارًا مبكرًا للأحداث في المنطقة الاستوائية بالمحيط الهادئ، وذلك بفضل التنسيق مع نماذج الكمبيوتر والرصد عبر الأقمار الصناعية. وقد ساعد هذا النظام الباحثين أيضًا في التقدُّم بالعلوم التي تدرس كل ما يحيط بـظاهرة إلنينو وتأثير شقيقتها" لانينا"، والتي تُعرف بأنها عملية تبريد في المنطقة نفسها. ووَضَعَ التقدُّمُ في هذا المجال الأساسَ لتوقعات طويلة الأمد، ووفرت المنظومة بيانات حاسمة لنماذج الطقس الموسمية الصادرة عن الولايات المتحدة وحكومات أخرى.

تُعَدّ هذه الأسباب كافية للحفاظ على نظام مراقبة حيوي في المنطقة الاستوائية في المحيط الهادئ، لكن قيمة المنظومة تتعدى مجرد توقعات الطقس والبحوث المناخية الأساسية.. فهي تقدم أيضًا بيانات أوّلية للباحثين في آثار الاحترار العالمي على دورات إلنينو. وعلى سبيل المثال.. يشير تحليلٌ تم نشره في يناير الماضي إلى أن وتيرة أحداث إلنينو الضخمة، كالتي وقعت بين عامي 1982-1983، وعامي 1997-1998، يُحتمَل أن تتضاعف في هذا القرن (W. Cai *et al*. *Nature Clim*. *Change* http://doi.org/q4c; 2014). وتُعَدّ المنطقة الاستوائية في المحيط الهادئ أيضًا نقطة محورية في البحث حول التوقف الراهن في الاحترار العالمي. (انظر: *Nature* **505**, 261–262; 2014).

من الممكن تَفَهُّم مسألة ضغوط الميزانية.. فاتخاذ قرارات التمويل مسألة يومية في وكالات معينة، مثل الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي، لكن لا شك أن قرار خفض نفقات الحفاظ على المنظومة كان خاطئًا. والسؤال الآن: ما العمل حيال ذلك؟.

في يناير 2014، اجتمعت مجموعة من الباحثين من شتى أنحاء العالم؛ لمناقشة حلول مبدئية بمعهد سكريبس لعلوم المحيطات في لاهويا بولاية كاليفورنيا. وعلى الرغم من أن قلةً منهم تتوقع إصلاحًا فوريًّا للمنظومة، إلا أن الإدارة الوطنية وعدت بتقديم موارد إضافية للمشروع؛ وبالتالي.. فعلى جميع المعنيين أنْ يأملوا بأن تفي الوكالة بوعدها. إضافة إلى ذلك.. يجب أن يدرس الباحثون جميع التقنيات المتاحة؛ ليحدِّدوا ما يحتاجونه للحفاظ على نظام مراقبة عملي في المحيط الهادئ، مع أخذ القيود المالية في الاعتبار. ويجب ألا يقع عبء التنفيذ على الإدارة الوطنية بمفردها، حيث يمكن أن تتقاسمه الوكالات الحكومية التابعة لدول أخرى تستفيد من تلك البيانات، بدءًا من كوريا الجنوبية إلى المملكة المتحدة.

«مِن المؤكَّد أن فوائد هذا النظام عالمية».

ضَمَّ جدول أعمال اجتماع لاهويا كذلك العوائق البيروقراطية التي تعرقل التعاون الدولي.. ذلك التعاون الذي يضمن أن يمتلك العلماء التمويل والسفن المطلوبة للحفاظ على المنظومة. وعلى أي حال.. يجب تجاوز تلك العقبات.. فبالرجوع إلى ماضي المشروع ذاته؛ سنجد أسبابًا للتفاؤل. فقد شاركت ست دول في اختبارات المنظومة الأولية ونشرها، ومنذ عام 2000 حافظت اليابان على اثنتي عشرة عوامة من العوّامات الأصلية في غرب المحيط الهادئ، يُطلَق عليها منظومة الشبكة الثلاثية للعوامات عبر المحيط (ترايتون TRITON). ومن المؤكد أن فوائد هذا النظام عالمية، ومن المنطقي إذَن للمجتمع الدولي أن يتكاتف للوصول إلى حل طويل الأمد. ■

التفكير الهادئ مطلوب

يسهل نسيان الفرق بين الطقس والمناخ عندما يشتد الطقس البارد.

مرت بريطانيا في شهر ديسمبر الماضي بأقسى عاصفة منذ 50 عامًا، صاحبتها رياحٌ شديدة، وأمطار غزيرة، وفيضانات، وامتدّت كل هذه الأحداث مع مطلع العام الجديد. وعَبْرَ المحيط الأطلنطي، وجد سكان أمريكا الشمالية أنفسهم مجبَرين على البقاء داخل المنازل ـ أو عالقين في المطارات ـ بسبب كتلة من الهواء القطبي الشمالي الحاملة للثلوج، ودرجات الحرارة المنخفضة القياسية التي أوقفت الخدمات. وكلما اشتد الطقس، تساءل كثيرون عمّا إذا كانت هناك قوى أكبر متحكِّمة في الأمر؛ إذ قال رئيس الوزراء البريطاني ديفيد كاميرون إنه يظن أنّ الاحترار العالمي مسؤول ـ بشكل جزئي ـ عن معاناة بلده. وهذا افتراض طبيعي.. والعلماء يعملون في هذا الموضوع بنشاط. وكما هو الحال دائمًا، فالقليل من الحذر مطلوب.

يدرك معظم الأشخاص الفرق بين المناخ والطقس، إلى حد ما.. فالمناخ هو السياق: تراكم درجات الحرارة، وأنماط هطول الأمطار، التي تختلف وفقًا للموقع والفصل الموسمي. أما الطقس، فهو ما نشعر به من حرارة، أو برودة، أو صقيع.. إلخ. وتُعَدّ الظروف الشديدة جزءًا من الطقس. كانت هذه هي الرسالة التي قدمتها هيئة الأرصاد الجوية البريطانية، التي أوضحت الاحتمال الكبير لحدوث ظروف عاصفة أثناء أَشْهُر الشتاء. وبغض النظر عن مثل هذه التقييمات، ما زال الناس مستمرِّين في الخلط بين الطقس والمناخ فيما يتعلق بحرارة أو برودة الوقت الراهن. ويبدو أنه لا يمكن تجنُّب هذا الخلط.

في الولايات المتحدة الأمريكية، امتدت الموجة الباردة السريعة جنوبًا حتى فلوريدا؛ مما أدّى إلى إلغاء آلاف رحلات الطيران في ذروة موسم الإجازات. واحتفل علماء المناخ المتشكِّكون، ويبدو أنهم قادرين على، أو راغبين في قبول حقيقة أنه حتى الكوكب الذي يعاني من الاحترار يواجه درجات الحرارة الباردة. وقد ادَّعت مجموعة صغيرة من العلماء أن الاحترار العالمي قد يكون ـ في الواقع ـ مساهِمًا في سلسلة فصول الشتاء الباردة بدرجة أكثر من المعتادة في الولايات المتحدة في السنوات الأخيرة. وحجتهم هي أن احترار القطب الشمالي المتسارع، وذوبان ثلوج البحار يؤديان إلى عدم استقرار تيار الهواء السريع المعروف باسم التيار القطبي النفاث، فيصبح هذا التيار مثل السِّكِّير المترنِّح،

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

ويدفع هواء القطب الشمالي إلى جميع أنحاء أمريكا الشمالية؛ ويتسبب في عواصف قوية في بريطانيا. وإذا كان هذا حقيقيًّا، فربما كان كاميرون مُحِقًّا.

البرهان على ادعاء أن الاحترار العالمي قد يكون سببًا في اضطراب التيار النفاث هو برهان مختلَفٌ عليه، إذ حدثت ظروف طقس مشابهة في الماضي، وترجِّح مراجعةٌ واحدة للتاريخ أنّ هناك حدثًا جديدًا، أو ـ على الأقل ـ لا يوجد شيء يجب أنْ يستكشفه العلماء بوضوح، باعتباره خارج الاختلافات الموسمية العادية من عام إلى آخر. وبالطبع، لا يعني ذلك أن تغيُّر المناخ ليس له أي دور، إنما يعني أننا لا نعرف ذلك على وجه اليقين حتى الآن. وكما يعبِّر أحد مصممي نماذج المناخ.. علينا الاحتفاظ بالتقييم لأنفسنا، إلى أن تتماشى النماذج مع الملاحظات. ووفقًا لاهتمام الرأي العام.. ليس علينا سوى ارتداء الملابس المناسبة، والتمتع بعقل متفتِّح يتيح قيام العِلْم بدوره.

لا تزال الآلية نفسها سارية في السنوات الأخيرة فيما يتعلق بمتوسط درجات الحرارة العالمية، وذلك منذ عام 1998. وللوهلة الأولى، يسير "التوقف المؤقت" في الاحترار العالمي عكس الاحترار المتوقع بواسطة النماذج المناخية. ومرة أخرى، يتقدم علماء المناخ المتشككون إلى الساحة هنا، في حين بدأ بعض علماء المناخ استكشافًا صحيحًا لكلٍّ من النظام المناخي، ونماذجهم؛ من أجل تقييم التفاوت الظاهر. ووفقًا لتقرير منشور في "نيتشر"، يهدف العلماء إلى شرح محتملٍ يربط بين الاحترار المتكرر، وتبريد الجانب الشرقي الاستوائي من المحيط الهادئ من ناحية، واتجاهات درجة الحرارة العالمية من ناحية أخرى. وعلى وجه الخصوص، يبدو أن المرحلة الباردة في "تذبذب المحيط الهادئ العقدي" ـ الذي تَرَسَّخ في عام 1998، ويتزامن مع التوقف المؤقت بشكل دقيق ـ تدفع الحرارة إلى المحيط، مما يتسبب في برودة الغلاف الجوي بشكل كبير.

تبقى العديد من الأسئلة، وفقًا لهذه النظرية، منها: هل سترتفع درجات الحرارة من جديد عندما يدخل الجانب الشرقي من المحيط الهادئ في مرحلته الحارة خلال السنوات القادمة؟ وما مدى الاحترار الذي علينا تَوَقُّعه عندما يحدث ذلك؟ وإلى أيّ مدى يُعَدّ نظام الأرض المناخي حساسًا لمستويات الغازات الدفيئة المتزايدة في الغلاف الجوي؟. يرجِّح البعض ـ استنادًا إلى اتجاهات درجة الحرارة الحالية بشكل جزئي ـ أنّ نماذج المناخ تميل إلى المبالغة في تقدير الاحترار. وإذا كانت هذه الترجيحات حقيقية بالفعل، فهي أخبار سارة بلا شك. وهناك طرق عديدة لتقدير استجابة المناخ المحتمَلة للغازات الدفيئة، لكنّ البراهين تتقاطع معها كلها.

«هناك طرق عديدة لتقدير استجابة المناخ المحتمَلة للغازات الدفيئة، ولكنّ البراهين تختلف معها كلها».

في النهاية، يوفِّر التوقف المؤقت فرصةً أفضل لفَهْم كلٍّ من النظام المناخي والنماذج المناخية. وأحد الدروس المستفادة هو أن المناخ له تقلباته، مثله في ذلك مثل الطقس اليومي. كما أن متوسط درجة الحرارة العالمية ليس المقياس الوحيد لكيفية تغيُّر المناخ؛ على الرغم من كونه مؤشرًا مفيدًا. وما زال العلماء يحاولون التوصل إلى معنى هذا كله فيما يتعلق بالمستقبل، وإذا ألمحَ الماضي إلى أي شيء، فإنه يشير إلى أننا قد نضطر للتأقلم مع درجةٍ متوسطة من عدم اليقين. أما على الجانب السياسي، فلم يتغير سوى القليل. إذ إن مدى التأثيرات المحتمَلة المتوقَّعة للنماذج المناخية، يبرِّر القيام بإجراءات أكثر تشدُّدًا مما تم البدء فيه بالفعل. ■

مزرعة الحيوانات

يجب على صُنّاع القرار في أوروبا أن يرفضوا ادِّعاء أنصار حقوق الحيوانات بأنّ الإدمان مشكلة اجتماعية، وليست طبية.

إنّ إدمان المخدرات مرضٌ بلا شك. وتؤكِّد صور الأشعة لأدمغة المدمنين حدوث تغيرات في مناطق المخ الجوهرية لوظائف التعلم، والذاكرة، والتقدير، واتخاذ القرار، والتحكم في السلوك. فالمخدرات تحاكي الناقِلات العصبية الطبيعية، وتؤدي إلى بث رسائل خاطئة أو شاذة في الدوائر العصبية، حيث يغرق الدوبامين مراكز الشعور بالمكافأة في المخ؛ ويؤدي إلى الإفراط في تنبيها وتحفيزها. يتكيف المخ مع هذا الفيض من الدوبامين بتخفيض قدرته على الاستجابة للدوبامين. ولهذا.. يتناول المدمنون المزيد والمزيد من المخدرات؛ لرفع مستويات الدوبامين.

من الممكن أن تتسبب التغييرات في الناقلات العصبية الأخرى للشعور بالمكافأة والرضا ـ مثل جُلُوتاميت glutamate ـ في إعاقة الوظائف الإدراكية. ويؤدي تنبيه ذاكرة اللاوعي إلى حدوث الارتباط الشرطي، ولهذا.. تتسبب الإشارات القادمة من البيئة كأشخاص أو أماكن بعينها في تنشيط رغبات لا يمكن كبح جماحها.

كل ما سبق لا خلاف عليه، على الأقل بين العلماء. فلماذا يرغب عدد متزايد من الساسة في أوروبا في تقييد أبحاث الإدمان؟ لماذا يمنعون عن الناخبين في المقاطعات والدوائر التي يمثلونها الأمَلَ في شفائهم، أو شفاء أحبابهم يومًا ما من أعباء هذا المرض؟

الإجابة هي ظهور جبهة جديدة مقلقة في المعركة الطويلة ضد استخدام الحيوانات في الأبحاث. فقد استهدفت الحملات التي تعارض استخدام الحيوانات في الأبحاث الإدمانَ باعتباره نقطة الضعف في الدعم السياسي لهذه الأبحاث. فهُم يقولون إنّ الإدمان مشكلة اجتماعية، وليست مشكلة طبية، والمشكلات الاجتماعية لا يحلها العِلْمُ أو الأبحاث على الحيوانات.

يرَوِّج هذا الادعاء رسالة مغرية للسياسيين، فالاهتمام بمدمني المخدرات نادرًا ما يشكل دعاية انتخابية، ولكن رعاية الحيوانات والعطف عليهم وسيلة ممتازة للترويج الانتخابي. ويرى عديد من الناخبين أنه يجدر تخصيص الأموال للقضاء على أباطرة المخدرات، وحَبْس المُوَزِّعين. ويرى آخرون أن المدمنين ـ في أفضل الأحوال ـ ضعاف العقول، وفي أسوأ الأحوال.. أوغاد أشرار، وينبغي ألّا يلوموا سوى أنفسهم إذا تسببت عادات المخدرات في هلاكهم. وإذا كانت هناك علامات استفهام على علم الإدمان، فلماذا يسعى الجميع لتطوير العلاج الطبي بناءً على الأبحاث العلمية؟

(للاطلاع على التفكير المشوَّش الذي نعرضه هنا، يمكنك البحث في الإنترنت عن "المناظرة" الأخيرة حول الإدمان، التي شارك فيها الصحفي بيتر هيتشنز، والممثل ماثيو بيري، المذاعة على برنامج القضايا الحالية "ليلة الأخبار" في شبكة هيئة الإذاعة البريطانية "بي بي سي").

قرار خطير

أدى التفكير المعيب غير العلمي بشأن الإدمان إلى إصدار قرار بالفعل في إيطاليا، من المتوقع أن يصبح قانونًا في هذا الشهر، يحظر استخدام جميع الحيوانات في أبحاث الإدمان، رغم الاعتراضات الحادة من المجتمع العلمي. يتيح القرار مهلة ثلاث سنوات للباحثين الإيطاليين الذين يعملون في هذا المجال لإنهاء أبحاثهم. أما الباحثون الذين كانوا يأملون في إنتاج عقار لأي اضطراب مرتبط بالمخ، بدءًا من القلق إلى الصداع النصفي، فلن يكون بمقدورهم الحصول على بيانات السلامة التي تشترطها الهيئات التشريعية عن فرص تسبُّب العقار في إدمان الحيوانات. وفي بلجيكا، تسرع الحكومة بإعداد تشريع يحظر أبحاث الإدمان على القرود، رغم اعتراضات العلماء والباحثين أيضًا.

ينبغي أن نذكر بكل وضوح أنّ استخدام الأبحاث على الحيوانات له دور أساسي في إدراكنا أنّ إدمان المخدرات مرض مزمن قابل للانتكاس، يغيِّر بِنْيَة ووظيفة المخ، وأن التكوين الوراثي للفرد يمثل نصف أسباب تعرُّض المرء للإدمان، وأن البيئة لها دور جوهري في تعجيل سلوكيات الإدمان في الفرد المعرَّض له. ومن العوامل البيئية: التوتر من مراحل النمو الأولى، بدءًا من الجنين في الرحم، مرورًا بمرحلة الطفولة، حتى المراهقة. وبدون أبحاث الحيوانات ـ بما في ذلك الأبحاث على قردة الريسيسات، التي تشبه أمخاخها عقولنا ـ لم يكن ممكنًا المضي قدمًا، ومعرفة كيف تتأثر الدوائر العصبية في مخ الإنسان بالتفاعل مع العناصر الوراثية والقوى البيئية. إنه أمر يصعب تفسيره ومعرفته، رغم ضرورة وحتمية ذلك.

إنّ استخدام الأبحاث على الحيوانات قضية حساسة دائمًا، ولكنّ الادعاء بعدم استخدام الحيوانات خصيصًا في أبحاث الإدمان ينطوي على اعتبار المصابين باضطرابات الإدمان غير جديرين بالرعاية والعناية اللتين يحصل عليهما المصابون بالأمراض الأخرى. وليس بوسع السياسيين تجاهل الأدلة العلمية، والادعاء بأنهم لا يعلمون أن الإدمان مرض. فقد أطلق أنصارُ حقوق الحيوانات ادعاءً خطيرًا للغاية، ويجب وضع حدّ لهذا الدعاء، وإسكاته، وبسرعة.

يتطلب الانتصارُ في المعركة مع المحنة والضرر الذي يسببه إدمان المخدرات التعاملَ مع كلٍّ من الطلب والعرض بأساليب مختلفة. فربما لا يبدو بديهيًّا للذين يشاهدون الكآبة والعنف في عالم المخدرات أن استخدام المخدرات غير القانونية يكبِّد الولايات المتحدة الأمريكية وحدها 190 مليار دولار، بسبب الجريمة، وزيادة تكاليف الرعاية الصحية والإنتاجية المفقودة، ولكنْ من الممكن تقليل الطلب من خلال تطوير أدوية للرغبات المدمرة للذات، التي تسبِّب إدمان المخدرات. وفي ضوء الأدوات التقنية المتاحة الآن للغوص في أعماق المخ، ثمة أمل واقعي في التوصل إلى هذه الأدوية عن طريق الأبحاث خلال العقود المقبلة.

ينبغي أن تستمر الأبحاث، وينبغي أن تنظر أوروبا إلى الولايات المتحدة وإلى الشخصيات الملهِمَة، مثل نورا فولكو، رئيسة المعهد الوطني الأمريكي لإدمان المخدرات في بيثيسدا بولاية ميريلاند، التي تؤكد باستمرار على أهمية علم الإدمان في الكونجرس الأمريكي في دفاعها عن ميزانية أبحاث المعهد.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تتمتع فولكو ـ عالمة الأعصاب التي وُلدت في المكسيك، وهي الدولة التي تعاني من ويلات حروب المخدرات ـ برؤية علمية واضحة، وصبر غير محدود؛ مما مَكَّنها من الدفاع عن الأبحاث عامًا بعد آخر. وهذه الحكمة موجودة أيضًا في أوروبا، لكنّ السياسيين يتجاهلونها باستمرار.

فولكو هي حفيدة ليون تروتسكي، الناشط السياسي الروسي الذي تم اغتياله في حادثة شهيرة في عام 1940 في منزل عائلتها في المكسيك، الذي نشأت فيه. وقد حاربت فولكو من أجل قضية مختلفة، وهي سياسات المخدرات العقلانية. ويدافع نظراؤها في أوروبا عن القضية نفسها، ومن ثم ينبغي على الحكومات أن تصغي إلى ذلك.

المعروف أنّ لكل داء دواء. وبفضل البحوث والعلوم، واستخدام الحيوانات في الأبحاث أيضًا، من الممكن العثور على هذا الدواء؛ ومساعدة الناس. والإدمان ليس استثناءً من ذلك. ■

تَضَارُب المَصالح

كيف أثّرت حربان عالميتان على البحث العلمي، والعكس.

يصادف هذا العام ذكرى حدثين مهمين من القرن الماضي، وربما يكونا الأهم في أي قرن، ألا وهما مرور 100 عام على اندلاع الحرب العالمية الأولى، ومرور 75 عامًا على بدء الحرب العالمية الثانية. ومن الطبيعي أن تبحث المطبوعات المتخصصة عن الجانب "المحلي" في أحداث الأخبار الرئيسة؛ ودوريّة "نيتشر" ليست استثناءً من ذلك. عندما يتعلق الأمر بالحروب الحديثة، تُعَدّ المهمة أسهل مما هو عليه الأمر مع معظم الأحداث، حيث إن العلم ليس موضوعًا عرضيًّا في الصراع المسلح، إذ يحتل جوهر موضوع الصراع بين الخير والشر.

يقول مارتن لوثر كنج إننا نعيش في عصر الصواريخ الموجَّهة والرجال الضالّين. ولا يمكن للعلماء القيام بالكثير حيال الرجال الضالّين (على الرغم من أنه علينا المحاولة على أية حال)، بينما توحي الصواريخ الموجَّهة بتناقضات الأبحاث العسكرية ومختلف تساؤلاتها الواقعة بين الحق والباطل المُطلَقَيْن. وإذا كان من المفترَض أن نقتل الناس، فهل سيكون من الجيد التمكن من استهدافهم بشكل أدق؟ ستزيد احتمالية قتل فرد واحد، بينما تقل احتمالية قتل آخرين.

في أوقات الحرب، يميل مُدَّعُو النزاهة ـ ممن يَلْوُون عنق الكلمات ـ إلى إفساح المجال للبراجماتية في السياسات القومية. ففي عام 1943، قال جيمز كوليب، عضو مجموعة تورونتو للعلماء الذين استخلصوا الإنسولين: "اليوم، مع تهديد العالم بحدوث حرب شاملة، لم يعد هناك شك في أن هذه الحرب ـ أكثر من أي وقت مضى في التاريخ ـ بمثابة نزال بين عقول وخيال وابتكار العلماء وعمال الإنتاج، وعملهم الجماعي، في مجموعة دول قومية معادية لبعضها البعض". وبينما ظلت أول ثلاث سمات في المنافسة شائعة في العلوم، يشير كوليب إلى أن "العمل الجماعي" كان أقل شيوعًا.

هناك طريقتان لتناول موضوع العلم والحرب: الأولى، وهي الأكثر تقليدية، تتمثل في تقييم تأثير البحث العلمي على الصراعات. فقد حقق العلم في الحرب العالمية الأولى نقطة تحول في الأساليب؛ فلم يعد المهاجم السريع وكثير الموارد هو الأقرب للفوز. فبفضل الأسلحة الآلية، والسلك الشائك على الجبهة، بالإضافة إلى السكك الحديدية لإعادة التوريد، حاز المُدَافِع المُحَصَّن على الأفضلية، حيث (دلّلت الحرب الأهلية الأمريكية على هذا الأمر أيضًا، لكنّ القادة العسكريين الأوربيين استوعبوا الدرس ببطء). وأدَّت التقنية إلى جعل الحرب غير متماثلة؛ وظلّت الحرب على هذا النحو، على الرغم من مأزق الدمار الشامل المتبادل المخيف والمؤكَّد، الناتج عن الأسلحة النووية.

تتمثل الطريقة الثانية في النظر إلى طرف المعادلة المقابل.. بمعنى إدراك كيف أثّرت الصراعات على البحث العلمي، ومعرفة الدروس المستفادة من علوم أوقات السلم فيما يتعلق بتدافع العمل المشوب بالفزع، الذي لا يهدف إلى فهم كيفية سير العالم وتحسين جودة الحياة، بل يهدف إلى مجرد ضمان بقاء العالم.

تنوي دوريّة "نيتشر" تناول الموضوعين في مقالات عدة هذا العام. ونبدأ هنا بمثال جيد لكل موضوع، إذ تستعرض شارون وينبرجر كتابين يحلّلان دور أوقات الحرب في علوم الفيزياء وعلم النفس، كما استكشف ديفيد قيصر في عدد 9 يناير 2014 من الطبعة الإنجليزية التأثيرَ المستمر للطرق العملية ـ التي جعلت علماء الفيزياء الأمريكيين يعملون معًا أثناء الحرب العالمية الثانية ـ على المؤسسات، وعلى تمويل العلوم. يبيِّن قيصر أن تلك الطرق أدت إلى سَيْل منهمر من التمويلات الفيدرالية للبحث العلمي؛ وهو نموذج لا يزال مستمرًا.. والعمل الجماعي مستمر أيضًا. ولو كانت مخاطر الفوز والخسارة الآن أقل مما كانت عليه عند بداية عمليات التعاون، فهذا يُعتبَر شيئًا جيدًا. ■

مسألة وقت

مسألة ضبط الوقت تحقِّق قفزةً نوعيةً بابتكار ساعة ضوئية تعمل بذرّات سترونشيوم.

لو أردنا إعادة رسم معالم القرن الواحد والعشرين، لَوَجَدنا أنّ أحد أكثر الأسئلة إثارة للحيرة يكمن في السبب الذي ما زال يجعل ملايين الناس في أوج عصر المعلومات مُرغَمِين على الضغط على أزرار هواتفهم؛ بغية معرفة الوقت. بعد ما يقرب من ثمانين عامًا على تأسيسها، تبقى الساعة البريطانية الناطقة ـ وهي الوسيلة العالمية الأصلية لتحديد الوقت على الهاتف ـ جزءًا لا يتجزّأ من حياة البريطانيين. هذا كله بمعزلٍ عن تقنية عرض الوقت الجديدة، التي تتيح للمستخدمين معرفة الوقت بمجرد النظر إلى هواتفهم المحمولة، مستعيضين بذلك عن الاتصال بالرقم الخاص بالساعة الناطقة من الهواتف الأرضية، أي الثابتة.

بالنسبة إلى بعض الأشخاص، وفي أوقات معينة، تبقى مسألة الدقة غير قابلة للمساومة. فعلى سبيل المثال.. تكون ذروة استخدام الساعة الناطقة في ليلة رأس السنة، أو عندما يحين وقت تقديم أو تأخير الساعات بساعة واحدة، في بداية ونهاية التوقيت الصيفي البريطاني.

هناك طريقة أخرى لتحديد الوقت، على الأقل في بريطانيا، حيث يبث راديو الـ(بي بي سي) ـ بشكلٍ منتظم ـ إشارة الوقت الصوتية الخاصة بالساعة البريطانية الناطقة، التي أطلق عليها البريطانيون "البيبس". وقد أصبحت هذه الساعة محورًا لبعض الأحداث الاستعراضية. إن التوقيت ليس مجرد مؤسسة بريطانية، فقد ترسّخ في صميم ثقافة الحياة اليومية للبريطانيين.

لمن لا يعلم.. فإنّ دقات "البيبس" الشهيرة تم اقتباسها أصلًا من دقات ساعة ذَرِّيَّة موجودة في المختبر الفيزيائي الوطني (NPL) في مدينة تِدينجتون قُرب لندن. تُعتبر هذه الساعة واحدةً من أدق ساعات العالم، فهي تدق إثر تلقُّف الموجات الضوئية التي تبثها ذرات السيزيوم، حين تتم استثارة الذرات بموجات المايكرو. ولعل ما يميز هذه الساعة أنها تتأخّر ثانيةً واحدةً بالكاد كل 138 مليون سنة، ما يكفي مسافرًا مُرهَقًا نسي أن يضبط ساعته قبل ليلة من موعد سفره، بَيْد أنّ كل هذه الدقة قد لا تكون كافية لتُرضِي البعض.

في مقالةٍ نُشرت على موقع دوريّة "نيتشر" في عدد الثالث والعشرين من يناير 2014، أثنى اختصاصيون أمريكيون في مجال تقنية الوقت على الابتكار الأخير في علم قياس الزمن، مُعتبِرين أنّ ابتكار الساعة الضوئية الجديدة تَفَوَّق بوضوح على الساعات الذرية، وبالقدر نفسه الذي كانت به الساعات الذرية متفوّقةً على الأجهزة الميكانيكية التي حلّت محلّها يومًا ما (B. J. Bloom *et al*. *Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature12941; 2014). ركّب الباحثون ساعتهم بذرات السترونشيوم، لا السيزيوم هذه المرة، لكن ما هو أهم.. أنّ هذه الساعة الضوئية تستهلك قدرا أكبر بكثير من الترددات الضوئية. وهذا يعزّز من دقة الساعة، مقارنةً بالساعات المستندة إلى موجات المايكرو. أبلغ دليل على دقة الساعة الضوئية يكمن حتمًا في عدم فقدانها ولو ثانية واحدة، إنْ قُدِّر لها أن تعمل لخمسة بلايين سنة متواصلة.

إضافة إلى ذلك.. فإنّ ثباتها مشهودٌ له، وهو معيار جوهري في مسألة ضبط الوقت. و(معيار الدقة يتم حسابه بمدى تطابُق توقيت الساعة مع إشارة الوقت الصحيح. أمّا الثبات، فيُقاس غالبًا باستقرار مُخرَج الساعة. فمثلًا، الساعة التي تفقد ثانيةً كل يوم تُعتبَر غير دقيقة على الإطلاق، لكن أداءها يُعَدّ ثابتًا).

تأتي إماطة اللثام عن ابتكار الساعة الضوئية فائقة الدقة بُعَيْد أشهر قليلة من قيام فريق ذي صلة بالكشف عن جهاز مماثل يعمل بتقنية ذرات الإيتربيوم. هذا.. وللكثير من المختبرات الأخرى حول العالم تصميمات مختلفة في هذا المجال. ولعل الطفرة الكبيرة في دقة الساعات الضوئية تثير جدلًا حول إمكانية استخدام هذه الساعات في ضبط الوقت العالمي، وإعادة تعريف الثانية. حتى الآن، (لا توجد خطط رسمية للقيام بهذا، غير أنّ علماء الوقت يعملون على قدمٍ وساق؛ لتطوير خطط جدية لإعادة تعريف وحدات القياس الأساسية).

ودوريّة "نيتشر" لها دور في تاريخ تطوير ساعات ضوئية جديدة. ففي شهر يناير من عام 2003، نشرت الدوريّة دراسة وافية تستطلع فيها المشهد آنذاك، وتنبأت بما قد يؤول إليه (D. Adam *Nature* **421**, 207–208; 2003). تنبأت الدراسة بصعود الساعات الضوئية خلال عقد من الزمن، لتثير جدلًا عالميًّا حول إمكانية إعادة تعريف الثانية. وبالوصول إلى هذا الابتكار بعد عقد من الزمن، دعونا نُقِرّ أنّ الدوريّة ـ من خلال قراءتها هذه ـ حققَت سبقًا في الصحافة العلمية. إنّ إنجاز تقنية ضبط الوقت باستخدام الذرّة كان كالهدية التي جاءت في موعدها تقريبًا. ■

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

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

ANDREW PEACOCK/REUTERS/CORBIS

لم تكن نزهة إلى القارة القطبية الجنوبية

بعد أن حوصرت سفينته القطبية وسط الجليد البحري المتحرك، يدافع **كريس ترني** عن الأساس العلمي للبعثة.

وأنا جالس الآن في قاعة السفينة الملحقة بكاسحة الجليد الأسترالية، أورورا أستراليس *Aurora Australis*، في أمان بصحبة الأصدقاء والزملاء، وعائدًا أدراجي إلى الحضارة، يمكنني القول إنها كانت رحلة استثنائية.

على مدار الأسابيع الستة الأخيرة، وعلى متن كاسحة الجليد الروسية شوكالسكي (*MV Akademik Shokalskiy*)، قُدت أنا وزميلي كريس فوجويل فريقًا من العلماء، وناشري العلوم وبعض المتطوعين في رحلة من الجزر النيوزيلندية القريبة من القارة القطبية الجنوبية إلى الغطاء الجليدي الشرقي للقارة. كان الهدف من الرحلة دراسة عدة جوانب متعلقة بهذه المنطقة الشاسعة النائية؛ لفهم دورها في المنظومة الأرضية، وإيصال هذه النتائج مباشرة إلى العامة. مع ذلك.. لم يطَّلِع أغلب الناس على أعمالنا إلا عندما تَعَثَّرنا في الجليد؛ ودَعَت الحاجة إلى إنقاذنا.

هذه هي حقيقة عِلْم المناطق القطبية. إنه علمٌ صعب.. فكل موسم تقريبًا، تَعْلَق السفن في الجليد البحري، وتفقد فِرَق العمل اتصالاتها، وأحيانًا تُفقَد الطائرات بطريقة مفجعة. ويُدرك الموقِّعون على اتفاقية القطب الجليدي الجنوبي أن كل برنامج علمي يدعم الآخر، ولذا.. فإن السفن الحكومية وغير الحكومية تساعد بعضها بعضًا بشكل روتيني.

ماذا أصاب السفينة شوكالسكي؟ على النقيض من بعض التقارير، لم تتجمد السفينة، بل عَلِقَتْ بفعل ثلوج بَحرِيّة مُعادة التجمُّع، أطاحت بها العواصف العاتية. الأهم من ذلك.. أن الفريق بات في أمان الآن، وأننا مُمْتَنُّون للجهود الدولية التي بُذلت لإنقاذنا.

هل كان بالإمكان تفادي هذا الموقف؟ إنّ بيانات القمر الصناعي التي قادتنا إلى الوصول إلى خليج الكومنولث بالقطب الجنوبي أشارت إلى أن المنطقة خالية من الثلوج، وبدت المنطقة كذلك حقًّا لفترة من الزمن، إلا أننا، وبينما كانت شوكالسكي تهمّ بالرحيل، وجدنا أنفسنا محاطين بكمية مهولة من الثلوج المنهمرة المتشكِّلة منذ عدة سنين. كان هذا حدثًا خطيرًا، حيث أحاطت بالسفينة كُتَلٌ من الجليد البحري، يتجاوز ارتفاعها الأمتار الثلاثة، ومن الواضح أنها وصلت من الجانب الآخر من نهر ميرتس الجليدي. ورغم الجهود المُثلى التي بذلها قائدنا، لم نستطع العثور على مهرب من هذا الفخ. كان الموقف محبِطًا بشدة. فقد حوصرنا على مسافة تقرب من ميلين إلى أربعة أميال بحرية (3.7-7.4 كم) من حافة الجليد البحري. وفي ظل رياح جنوبية شرقية تضرب موقعنا، ازدادت هذه المسافة إلى 20 ميلًا بحريًّا في غضون 48 ساعة.

يشهد على الطبيعة القاسية للظروف التي كنا نعيشها المصيرُ الذي حاق بكاسحة الجليد الصينية التي جاءت لإنقاذنا.. فبينما كنت أخطّ هذا المقال (وذلك في أوائل يناير 2014)، كانت تلك السفينة محاصرة أيضًا، وفي انتظار وصول السفينة الأمريكية الضخمة "بولار ستار"؛ كي تفسح لها طريقًا؛ لتخرج من أزمتها إلى البحار المفتوحة.

منذ أن ذاعت أنباء مصيبتنا في شتى أرجاء العالم، ذُهلتُ من مستوى النقد الذي تعرّضت له بعثتنا العلمية. لم تكن هذه نزهة بحرية.. فالمهمة العلمية استغرقت عامين لتطويرها، وصادقت عليها إدارة نيوزيلندا للحفاظ على البيئة، وهيئة منتزهات تسمانيا، وشُعبة القطب الجنوبي الأسترالية.

ظلت أسئلة علمية رئيسة حيال المنطقة التي أبحرنا فيها مُعَلَّقة. إذ ثمة تحرُّك جنوبي للرياح الغربية يؤثر على التيار القطبي الجنوبي المحيطي، مما يزيد من التقلُّب الموجي العابر للمياه القطبية العميقة على الجرف القاري القطبي الجنوبي. في الوقت نفسه، فقد تشكَّل الجليد البحري الموسَّع في خليج كومنولث بعد اصطدام الجبل الجليدي المهول المعروف باسم B09B بلسان نهر ميرتس الجليدي؛ ليدمِّره في عام 2010. ويجاور هذا النهر ممرّ ميرتس البحري بين الكتل الجليدية، وهو بمثابة مساحة شاسعة من المياه المفتوحة المحاطة بالجليد، ومصدر أساسي لتَكَوُّن مياه أعماق القارة القطبية الجنوبية. أردنا أن نجمع بيانات عن آثار كلٍّ من هذه الأحداث على الدوران، وخصائص المحيط والتنوع الحيوي، واستقرار الغطاء الجليدي الشرقي للقطب الجنوبي.

لم تصل أيّ بعثة علمية إلى هذا العدد الهائل من الناس على الهواء ومن موقع بعيد كهذا. فقد كان إشراك الجمهور فكرة جوهرية. وقبل أن نقع في المشكلة بفترة طويلة، نشرنا تقارير يومية على شبكة الإنترنت عن أبحاثنا وجوانب الحياة على السفينة، وفي ميدان العمل. وخلال الأسابيع الأخيرة، امتدت تقاريرنا إلى طمأنة أهلنا في البيوت بأننا جميعًا في خير حال. وعندما ازداد عدد المقابلات الشخصية على شاشات التلفزيون وعلى موجات الراديو، ازداد ذِكْرنا للعلم؛ مما حثَّ الناس على تتبُّع أعمالنا، الأمر الذي تَجَلَّى في عدد الزيارات التي تلقَّيناها على موقع البعثة على شبكة الإنترنت. وفي الأسابيع الستة الأخيرة، استقبل موقع www.spiritofmawson.com ستين ألف زائر، مما وجَّه الزوار إلى مواقع التواصل الاجتماعي الخاصة بنا.

لم تصل
أي بعثةٍ علمية
إلى هذا العدد
الهائل من الناس
على الهواء، ومن
موقعٍ بعيدٍ
كهذا

تتضمن اكتشافاتنا نتائج جديدة كليًّا للمنطقة: دراسات بحرية وبرية بيئية مفصَّلة، وإعادة تصور للأنهار الجليدية، وتحليلًا مناخيًّا عالي الدقة لحلقات الأشجار، وفحم المستنقعات، وقلب المحيطات من الجزء القريب من القطب الجنوبي. وباعتمادنا على معلومات من الأقمار الصناعية في التوقيت المناسب، اضطلع الفريق بتجربة عبر نقطة التقاء القطب الجنوبي، وهي بمثابة حدّ طبيعي بين مياه القطب الجنوبي الباردة والبحار القريبة من القطب الأكثر دفئًا. وبالمزج ما بين الطّافِيَات السطحية وعوّامة "أرجو" لمراقبة محيطات العالم (لقياس درجة ملوحة المياه وحرارتها)؛ حصلنا على صورة فريدة لهذا الحدّ المهم.

لَدَى وصولنا إلى خليج كومنولث، قطعنا 65 كيلومترًا من البحار الجليدية؛ لتوصيل العلماء والمهتمين بحماية البيئة إلى القاعدة التاريخية التي أنشأها العالِم والمستكشِف دوجلاس موسون منذ قرن من الزمان. وتفقَّدنا مهبطًا للطيران للزيارات المستقبلية، وقمنا بصيانة محطة الأرصاد الأوتوماتيكيّة؛ وجمعنا بيانات منها، وحصلنا على بيانات قَيِّمَة من نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)؛ لمراقبة ظهور الكتل الأرضية عند انحسار الأغطية الجليدية عنها.

أدَّت عملية إنقاذنا إلى تعطيل عملنا، لكنْ من حسن الحظ أننا سمعنا أنه من المرجَّح أن تغادر الرحلة التالية للسفينة أورورا أستراليس مدينة هوبارت، حسب الجدول المخطَّط لها. وسوف تستمر الأبحاث العلمية في الجنوب، وهذا يبعث على الراحة في الوقت الراهن. ويتعيّن الحُكْم على قيمة بعثتنا العلمية، استنادًا إلى جودة البحث الذي اعتزمنا إنتاجه، وجذب انتباه العامّة الاستثنائي للعلوم وحب الاستكشاف، اللذين صاحبا ذلك البحث. ■

كريس ترني عالِم في مركز أبحاث التغير المناخي بجامعة نيوساوث ويلز في أستراليا.
البريد الإلكتروني: c.turney@unsw.edu.au

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/wbm6d6

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

نظرة شخصية على الأحداث

ضرورة إبقاء البيانات الفسيولوجيّة سِرِّيَّة

«يجب تنظيم عمل الأجهزة الإلكترونيّة، الّتي تُتابِع المشاعر، أو نبض القلب، أو الموجات الدماغيّة الخاصّة بنا، بما يسمح بحماية الخصوصيّة» **ستيفِن فيركلو.**

تُرَى، ما عدد الأشخاص الذين يمتلكون جهاز "إكس بوكس 1" برّاقًا أسفل أجهزة التلفاز الخاصّة بهم؟ يُعدّ هذا الجهاز الجديد مهمًّا؛ ليس فقط لما به من ألعاب ورسوم.. فهو يتميّز بكاميرا يُمكنها متابعة نبض القلب لمن يجلسون في الغرفة نفسها. وقد صُمّم المستشعر ـ في الأساس ـ للتمرينات بما يسمح للّاعبين بمتابعة تغيّرات القلب أثناء النشاط البدني. وجدير بالذكر أنّ النوع نفسه من الأجهزة يستطيع أن يقوم بالمتابعة والمرور على تفاصيل الاستجابات الفسيولوجيّة لإعلانات التلفاز، أو أفلام الرعب، أو حتّى نشرات الأخبار السياسيّة.

يُعَدّ "إكس بوكس 1" الجهاز الأوّل المُتاح للمُستهلك الّذي يُمكنه الدمج الدائم لتقنية يُطلق عليها اسم الحوسبة الفسيولوجيّة. يهدف مَنْ يعمل منا في هذا المجال إلى تحويل الطريقة الّتي يقوم بها الناس باستخدام الأجهزة الإلكترونيّة في الحياة اليوميّة، والتحكّم فيها، والتفاعل معها، لكنْ كغيرها من التقنيات.. هناك جانب مُظلم لها، فمن ضمن المخاوف الرئيسة ما قد يحدث من انتهاك مُحتمَل للخصوصيّة. يقترح النداء الجمعي لجهاز "إكس بوكس 1" الانتشار الواسع المحتمَل لمثل هذه الأدوات، ويُعدّ الوقت الحالي مناسبًا لأخذ منافع التكنولوجيا ومخاطرها في الحسبان، بخاصّة في أعقاب المؤتمر الدولي الأوّل المخصّص لهذا الموضوع، الذي انعقد في يناير الماضي في لشبونة (www.physcs.org).

ولا يَعتبِر أغلبُ الناس الجسمَ البشري جهازًا للإرسال، لكنّ الجهاز العصبي في أجسادنا يقوم بتوليد بيانات بصفة مستمرّة، بدءًا من النبضة الأولى لقلب الجنين، حتّى النَّفَس الأخير. وتقوم الحوسبة الفسيولوجيّة بتحويل هذه البيانات إلى مُدخلات محكمة لجهاز حوسبة باستخدام الإشارات كوسيط مناظر للوحة المفاتيح والفأرة التقليديَّيْن. وعلى سبيل المثال.. فإنّ الوصلات البينيّة بين الدماغ والحاسوب يُمكنها تحريك المؤشِّر فعليًّا على شاشة، استجابةً للتذبذب الكهربي في الدماغ.

يمكن للتقنية نفسها متابعة النشاط التلقائي لكلٍّ من الدماغ والجسد؛ للاستدلال على الحالة العاطفية والذهنية لمستخدِم الحاسوب. وعلى سبيل المثال.. يُمكن استشعار التغيّر المزاجي ـ كالغضب، أو الإحباط ـ من تغيّرات بسيطة في نشاط الجهاز الدوري أو أنماط التنفّس، كما يُحدث التركيز الزائد في مهمّات ذهنية صعبة تغيّرات متميّزة في تنشيط الدماغ، وهو ما يُمكن التقاطه بواسطة جهاز رسم المخ الكهربي (EEG).

يُريد العلماء استخدام هذه التغيّرات الفسيولوجيّة لخلق تقنية يُمكنها الاستجابة للأوضاع وتعديل الظروف بما يُحسّن التفاعل بين الإنسان والحاسوب. فهناك جهاز حاسوب شخصي يُمكنه التعرّف على الإحباط من بيانات يجمعها من القلب، ويُمكن برمجته لعرض المساعدة، أو حتّى تشغيل موسيقى هادئة، وكذلك يُمكن لمستشعرات الهواتف أن تقوم بالتركيز على الضغط العصبي أثناء الحركة في مرور مكتظّ، أو طقس سيِّئ، وتحويل جميع المكالمات تلقائيًّا إلى البريد الصوتي. هذا السيناريو ـ الذي تقوم فيه البرامج بالتأقلم بطريقة فاعلة وخفيّة مع الإشارات الديناميكيّة الصادرة من المستخدم ـ يمثّل نقلة جذريّة في كيفيّة تفاعلنا حاليًا مع أجهزة الحاسوب.

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

لنذكر مثالًا جيدًا، وهو الصحّة الرقميّة الّتي تقوم فيها أجهزة ومستشعرات لاسلكيّة بتسجيل النشاط الفسيولوجي بما يطرح ثروة من المعلومات الكميّة حول نوعية الحياة والرفاهية. يُمكن لهذه البيانات أن تكشف عن تأثير التغيّر في التمرينات أو الغذاء على المؤشرات الفسيولوجيّة كنشاط المنظومة الدموية. فعلى سبيل المثال.. تمكّن زميل ارتدى شريطًا صدريًّا بصفة مستمرّة طوال عام كامل أن يتعرّف على كيفية تأثير ضغط العمل على نمط النوم الخاص به. بهذا.. يُمكن القول إنّ هذا النوع من القياسات المتحرّكة ـ والتجميع التراكمي للبيانات ـ يُمكنه توصيل بيانات كبيرة على مستوى الفرد.

يظلّ إلى الآن العائقُ الأساسي أمام تطوير هذه التقنية هو ندرة المستشعرات الّتي تمتاز بكونها مستترة وبأنها توصِّل البيانات عالية الجودة في آن واحد. ومجال المستشعرات القابلة للارتداء في تطوّر متسارع بصورة غير طبيعيّة. فالصورة التقليديّة للمتطوّع المُحاط بالأسلاك في المعمل تتراجع في مقابل صورة أخرى، تقوم فيها المستقبِلات المتنقِّلة بنقل البيانات إلى أجهزة متحرّكة. ووجود الكاميرات في جميع أجهزة التليفونات الذكيّة يعني أنّه مع وجود التطبيق الصحيح يُمكن استشعار نبض القلب من الإصبع، أو حتّى من الوجه عن بُعْد. ومع تحسُّن قدرات المستشعرات.. يزداد قبولهم الشعبي، وبالتالي فإنّ انتشارها سيؤدّي بدوره إلى الارتقاء بجودة البيانات الّتي يمكنها توليدها، وعدد مرّات الاستخدام الّتي يمكن تطبيقها. على سبيل المثال.. يمكن للمتابعة المستمرّة لرسم المخ باستخدام معدّات متنقّلة أن تكشف عن أنماط من النشاط الدماغي تُميّز الصرع. وتُعدّ هذه معلومات مفيدة، ليس فقط على مستوى الأفراد، وإنما لصناعة التأمين الصحي بوجه عام. تطرح هذه التطورات أسئلة مُلِحَّة، منها: مَنْ يملك البيانات؟ ومَنْ سيُسمح له بجمع وتخزين هذه المعلومات؟.

المعلومات
التي يتم جمعها حول فسيولوجيّة شخصٍ ما يجب اعتبارها
مملوكة
لذلك الشخص

لن أقوم أبدًا كباحث بمتابعة فسيولوجيّة لشخص ما في المعمل أو المجال، بدون إقرار منه، ولكنْ تبقى المخاوف المحيطة بالخصوصيّة أمرًا حقيقيًّا. وأعتقد أنّ معظم الناس سيكونون أكثر ارتياحًا بهذا النوع من التقنية، إذا تمكّنّا من توفير التنظيم أو حماية الخصوصيّة بشكل عاجل، غير آجِل. لقد أثار التقدّم في علم الجينات والتسلسل الجيني مخاوف مشروعة حول قدرة أطراف أخرى على الحصول على الحمض النووي الخاص بشخص ما، وإخضاعه للمسح.. ربّما أُخذ من كوب قهوة مستخدم لاختبار الأبوّة عند وجود خلاف حولها، على سبيل المثال. (يتطلب قانون المملكة المتّحدة الحصول على إقرار لمثل هذه الاختبارات). وبالمثل، يحتاج مجال الحوسبة الفسيولوجيّة إلى تحديد القواعد والإرشادات للباحثين وغيرهم.

ما زلنا في بداية هذا النقاش، ولكن هناك نقطة محورية يجب أن تؤسّس لجميع النقاشات المستقبليّة. يجب أن يتم الحفاظ على المعلومات التي يتمّ تجميعها حول فسيولوجيّة شخص ما، وكأنّها مملوكة لذلك الشخص. فالوضع الافتراضي الذي يجب أن يكون هو أن هذه البيانات سريّة بالدرجة نفسها للسجلّات الطبيّة، لأنها كذلك بالفعل. ■

ستيفن فيركلو أستاذ الفسيولوجيا النفسيّة بجامعة ليفربول جون موريس في المملكة المتّحدة، ومدوِّن في physiologicalcomputing.net
البريد الإلكتروني: s.fairclough@ljmu.ac.uk

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

أضـواء على الأبحـاث
مقتطفـات من الأدبيات العلميـة

الإبصار

نقص الدوبامين يضرّ بعيون مرضى السكري

قد يفسر انخفاض مستوى الدوبامين في شبكية العين أسباب تعرُّض مرضى السكري لمشكلات الإبصار، أو حتى فقدان البصر. فقد لُوحظ من قبل انخفاض مستويات هذا الجزيء من جزيئات إشارات الدماغ في حالات مرض السكري. ولهذا.. أعطت ميشيل باردييه وزملاؤها ـ بجامعة إيموري بأطلنطا، جورجيا ـ سلف الدوبامين المسمَّى L-DOPA لنماذج دراسية من جرذان وفئران مريضة بالنوع الأول لداء السكري. وجد الباحثون أن الجزيء أَخَّر ظهور اختلال الوظائف البصرية المبكر، وأبطأ تفاقمه، وحَسَّن استجابات خلايا الشبكية الحساسة للضوء.

يقول الباحثون إن علاج نقص الدوبامين يمكن أن يكون وسيلة للتغلب على فقدان البصر، المرتبِط بالنوع الأول لداء السكري.

J. Neurosci. **34, 726–736 (2014)**

علم الأعصاب

تبديل خلايا في جسم حي؛ لإصلاح الدماغ

بإعادة برمجة نوع من خلايا الدماغ إلى نوع آخر في جسم حي، فتح الباحثون الباب أمام طرق جديدة لإصلاح تلف الأدمغة. فقد حوّل جونج تشن وزملاؤه ـ بجامعة ولاية بنسلفانيا، يونيفرسيتي بارك ـ خلايا دبقيّة تفاعلية تغمر مواقع الإصابة بالدماغ إلى عصبونات في أدمغة الفئران. قام الفريق بحقن فيروسات قهقريّة تحمل جينَ ترميز بروتين NeuroD1 إلى القشرة الدماغية لفئران سليمة وفئران مُحوّرة للإصابة بمرض الزهايمر. نقل الفيروس الجينَ لنوعين من الخلايا الدبقيّة؛ مما أدى إلى إعادة برمجة هذه الخلايا إلى عصبونات وظيفية استثارية، أو تثبيطيّة.

حَوَّل بروتين NeuroD1 أيضًا الخلايا النجمية البشرية ـ نوع من الخلايا الدبقية ـ إلى عصبونات شغالة مخبريًّا. ويقترح الباحثون إمكان استخدام الطريقة؛ لإحلال العصبونات المفقودة، نتيجة إصابة أو مرض بشري.

Cell Stem Cell **http://doi.org/qq7 (2013)**

JORGE GONZALEZ VARGAS PHOTOGRAPHY/GETTY

علوم المحيطات

تغيُّر المناخ يُولِّد موجات أكبر

ربما تَضرِب الأمواجُ الأعلى بالمحيطات مناطقَ ساحلية بالأقاليم الاستوائية، وأجزاء من نصف الأرض الجنوبي خلال هذا القرن، وذلك نتيجةً لرياح سطحية أسرع.

وقد طوَّرت شياولان وانج وزملاؤها ـ بوزارة البيئة الكندية في تورونتو ـ نماذج إحصائية تَستخدِم بيانات ضغط مستوى سطح البحر من عدة محاكاة نماذجية مناخية عالمية؛ للتنبؤ بتغيرات ارتفاع أمواج المحيطات. وجد الباحثون أن وتيرة الموجات شديدة الارتفاع ـ التي تحدث حاليًا مرة واحدة كل عشر سنوات تقريبًا ـ يمكن أن تزداد ضِعفين أو ثلاثة أضعاف بنهاية هذا القرن في بعض المناطق الساحلية، ومن بينها شيلي، وشبه جزيرة باجا بالمكسيك (الصورة). وتتأثر سرعة الرياح السطحية بتغيُّر درجة حرارة الجو، وضغط مستوى سطح البحر.

يقول الباحثون إن ارتفاع مستويات سطح البحر قد يفاقم آثار الموجات الأكبر، كالفيضانات الساحلية، والتعرية.

Geophys. Res. Lett. **http://doi.org/q2c (2014)**

علم الحشرات

طفيلي الملاريا يدفع البعوض نحو الرحيق

تنشأ لدى البعوضات الحاملة للطفيلي المُسبِّب للملاريا رغبة متزايدة في السكر. فقد راقب بولدوين تورتو وزملاؤه ـ بالمركز الدولي لفسيولوجيا وإيكولوجيا الحشرات في نيروبي، كينيا ـ انجذاب بعوضات الأنوفيلية الجامبية (**في الصورة**) لروائح النبات ولسلوك الحشرات الاستطلاعي حول مصادر الرحيق. وفي التجارب المخبرية، أثبت الباحثون أن الحشرات المصابة بطفيليات المتصورة المنجلية كانت أكثر انجذابًا لروائح النبات، وأظهرت نشاط استطلاع زائد قبل التغذية، مقارنةً بالبعوض غير المصاب.

ويقترح الباحثون إمكانية استخدام الروائح النباتية لاصطياد البعوض المصاب بعدوى الطفيل.

Curr. Biol. **http://doi.org/qww (2014)**

KALLISTA IMAGES/GETTY

الجيولوجيا

الرادار يتنبأ بحدوث خسف أرضي

تكشِف القياسات الراداريّة التي أُخِذت قبل أكثر من شهر من ظهور خسف أرضي عملاق (**في الصورة**) في عام 2012 في بايو كورن، لويزيانا، عن أنّ الأرض المجاورة تحركت أفقيًّا نحو موقع الخسف (الحفرة).

درست كاثلين جونز وورونالد بلوم ـ من مختبر ناسا للدفع النفاث في باسادينا، كاليفورنيا ـ بيانات راداريّة، جمعتها طائرة غير مأهولة، كجزء من دراسة لدلتا نهر المسيسيبي. وبمقارنة البيانات الناجمة عن رحلات الطيران

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

HEATHER MCCLELLAND/AP/PA

بين يونيو 2011 ويوليو 2012، رأى الفريق أن مواد السطح قد انتقلت مسافة تصل إلى 26 سنتيمترًا باتجاه مكان حدوث خسف أرضي عرضه 110 أمتار في أغسطس 2012.

يقول الباحثون إنه يمكن للاستشعار عن بُعد راداريًّا أن يكون طريقة للتنبؤ بتشكُّل هذه الحفر العملاقة الكارثية، وبمعدل نموها.

Geology **http://doi.org/qnr (2013)**

الأحياء المجهرية

البكتيريا البحرية تُلْقِي حويصلات دقيقة

FRANS LANTING/CORBIS

بكتيريا التمثيل الضوئي الأكثر وفرة في المحيطات تُلْقِي عديدًا من القطع الدقيقة منها كل يوم، بحيث تبلغ مجتمعةً أطنانًا من المواد التي يُحتمَل أن تؤثر في دورة الكربون العالمية.

تفرز أنواع بكتيرية عديدة أكياسًا مُقيّدة بأغشية تُسمى حويصلات، وهي لم تُدرَس جيدًا في النظم الإيكولوجية الطبيعية. اكتشفت سالي تشيشولم، وستيفن بيلر وزملاؤهما ـ بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس في كمبريدج ـ حويصلات في مستنبتات مخبرية لميكروب بروكلوروكوكّس، وفي عيّنات من المحيط الأطلسي.

وكشف التحليل أن حويصلات المختبر احتوت بروتينات وحمضًا نوويًّا، وحمضًا نوويًّا ريبيًّا، وأن كل بروكلوروكوكّس أنتجت ما بين اثنتين إلى خمس حويصلات في كل جيل. يُقدِّر الباحثون أن حويصلات بروكلوروكوكّس تسهم بعشرة آلاف طن أو أكثر من الكربون الثابت في دورة كربون المحيطات يومياً. وقد تعمل الحويصلات بمثابة شَرَك للفيروسات المُهاجِمة؛ لدفعها بعيدًا عن البكتيريا، والمُساعدة في النقل الجيني.

Science **343, 183–186 (2014)**

الجينوميّات

نظام كِرِسْبر CRISPR يغربل الجينات

أظهر فريقان كيف يمكن لنظام تعديل وتصحيح الجينوم كرسبر (CRISPR) أن يُستخدَم لغربلة جينات الخلايا البشرية ذات الأهمية.

ونظام كرسبر، أو التكرارات العنقودية المتناوبة منتظمة التباعد (تتابعات للحمض النووي يستخدمها كثير من البكتيريا والعتائق للدفاع عن نفسها)، يسمح لعلماء الأحياء بتصحيح جينات مُحدَّدة باستخدام جزيئات الحمض النووي الريبي "الموجِّه" التي تستهدف الجينات. وقد أنشأ فنج چانج وزملاؤه ـ بمعهد برود بكمبريدج، ماساتشوستس ـ مكتبة من 64,751 متتابعة حمض نووي ريبي مُوجَّه تستهدف 18,080 جينًا بالخلايا البشرية. وباستخدام هذه المكتبة، حدَّد الباحثون الجينات المطلوبة لبقاء الخلايا السرطانية والجذعية. كذلك، استثاروا جينات تتيح، لدى فقدها، للخلايا السرطانية صَدّ عقار الميلانوما فيمورافنيب vemurafenib.

وكان فريق منفصل ـ بقيادة إريك لاندر بمعهد برود، وديفيد ساباتيني بمعهد وايتهيد للأبحاث الطبية الحيوية بكمبريدج، ماساتشوستس ـ قد استخدم مكتبة من 73,000 حمض نووي ريبي مُوجَّه لغربلة جينات عديدة، منها تلك المنخرطة في مقاومة عقار العلاج الكيميائي، إيتوبوسيد etoposide.

Science **343, 80–84; 84–87 (2014)**

الكيمياء

جزيئات بُنِيت داخل فقاعة

يحدث التخليق الكيميائي بسهولة أكبر، إذا تم التفاعل داخل حجرات مايكرومترية الحجم. ونظريًّا، من الصعب دمج جزيئين في جزيء واحد، بسبب انخفاض الإنتروبيا (القصور الحراري) مع اضطراد التفاعل. وللتغلب على هذه العقبة، درّس أندرو جريفيثس وزملاؤه ـ بجامعة ستراسبورج بفرنسا ـ التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل قطيرات الماء الصغيرة المعلَّقة في زيت.

وجد الفريق أن جزيئًا فلوريًّا بُني من مركبين كاشفين تَكَوَّن بسرعة أكبر في قطيرات الماء الصغرى. وأشار نموذج رياضي إلى أن الجزيئات التي تحطّ على السطح الداخلي للقطرات هي أكثر عرضة للاندماج ببعضها البعض، لأن السطح يحُدّ من المساحة المتاحة، ويقيِّد حرية حركة الكواشف.

تشير النتائج إلى أن حجيرات، مثل قطيرات الهباء الجوي، أو المسام بالفتحات الحرارية المائية، ساعدت التفاعلات العضوية التي يُعتقَد أنها أدَّت إلى أصل الحياة.

Phys. Rev. Lett. **112, 028310 (2014)**

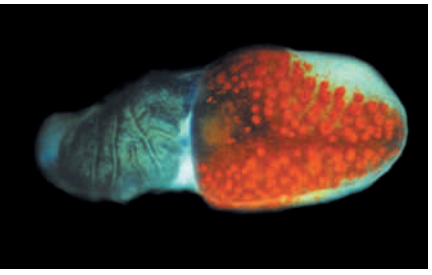
علم الحيوان

عيون نجم البحر تُبْصِر الضوء

يمكن لنجم البحر أن يستخدم العيون الموجودة على أطراف أذرعه لمعرفة طريقه. فغالبية أنواع نجم البحر لها عيون مُركبة على أذرعها، لكنْ لم يكن هناك دليل مباشر على أن العيون تمكّن هذا الحيوان من الإبصار. وفي تجارب ميدانية، قام أندريه جارم من جامعة كوبنهاجن بالدنمارك، ودان إريك نيلسُن من جامعة لند في السويد بإزاحة نجم البحر الأزرق (*Linckia laevigata*) عن الشِّعَاب المرجانية التي يقطنها قبالة سواحل اليابان. استطاع نجم البحر أن يبحر عائدًا إلى الشعاب المرجانية لمسافات تصل إلى مترين، وفقدَ تلك القدرة عندما أزال الباحثون جراحيًّا عيونه.

توزيع وشكل العيون (**في الصورة**) وترتيب خلاياها الحساسة للضوء يوضح أن نجم البحر يمكنه تمييز الشعاب المرجانية من مسافات قصيرة نسبيًّا فقط. يقول الباحثون إن هذا قد يساعد هذه المخلوقات في البقاء على مقربة من موطنها.

Proc. R. Soc. B **281, 20133011 (2014)**



DAN-ERIC NILSSON

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

الفيزياء

لماذا تؤدي طيور البطريق حركة الأمواج؟

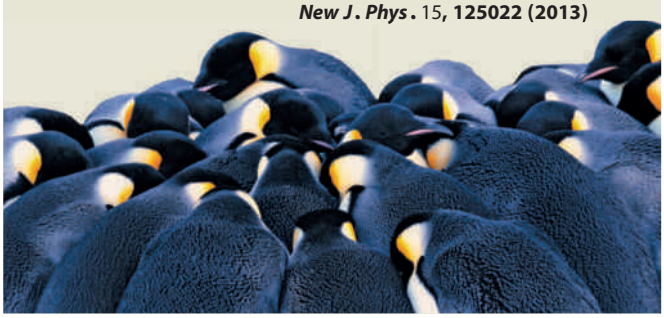
الأكثر قراءةً على iopscience.iop.org بين 9 ديسمبر، و8 يناير

فسَّر الفيزيائيون كيف أن موجات من الحركة المُنسَّقة تنتشر بين حشود ذكور طيور بطريق الإمبراطور (*Aptenodytes forsteri*؛ في الصورة)؛ في محاولة للحفاظ على دفئها أثناء حضانة البيض بالقطب الجنوبي.

حلَّل دانيال زيتربارت، وريتشارد جيروم وزملاؤهما ـ بجامعة إرلَنجن-نورمبرج، بألمانيا ـ تسجيلات فيديو لحشود البطريق، وأنشأوا نموذجًا رياضيًّا لدراسة الأمواج. وجد الباحثون أن أي بطريق يأخذ خطوة لمسافة سنتيمترين أو أكثر ضمن حشد متكدِّس يمكن أن يُطْلِق موجات من الاضطراب لدى قيام طيور البطريق المجاورة بتعديل أماكنها؛ للحفاظ على قربها مع بعضها البعض (ولكن ليس قريبًا شديدًا).

كانت الحركات شبيهة بتلك التي تشاهَد في الاختناقات المرورية، حيث تبدأ الموجات في الجزء الأمامي من الطابور، وتنتقل نحو الخلف، لكن في حشود البطريق، يمكن للموجات أن تتحرك في اتجاهات متعددة، ومن أيّ موضع.

New J. Phys. **15, 125022 (2013)**



© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

الكيمياء الحيوية

تصوير خيوط البريونات على الخلايا

التقط الباحثون ـ لأول مرّة ـ صورًا للبريونات ـ بروتينات يُمكن أن يختل طيها وتنتشر؛ مما يسبب تَنَكُّسًا عصبيًّا ـ في الخلايا الحية. تُظْهِر الصور البروتينات الموجودة على سطح الخلية على هيئة خيوط وشِباك.

وقد استخدم ألبرت ترابُلوس وزملاؤه ـ بالجامعة العبرية بالقدس ـ أجسامًا مضادة تتفاعل مع مجموعة فرعية من البروتينات مُختلة الطَّيّ؛ لرؤية البريونات في خلايا وأنسجة دماغية مستنبتة لفئران تحت مجهر مستشع. ووجد الفريق خيوط بريونات يصل طولها إلى خمسة مايكرومترات ظلت مستقرة على سطح الخلية عدة ساعات.

يقول الباحثون إن هذا الاستقرار يوفر تبصُّرًا بكيفية تفاعل البريونات مختلة الطَّيّ مع الخلايا، وقدرتها على مقاومة التحلل.

J. Cell Biol. **http://dx.doi.org/10.1083/jcb.201308028 (2014)**

علم الأعصاب

خلل التشذيب يغيِّر التشبيك العصبي

قد يعرقل التشذيب المشبكي الشاذ للوصلات العصبية نُضْجَ الدماغ؛ مما يؤدي إلى خفض اتصالات الدماغ، بل والسلوكيات المرتبطة باضطرابات معينة، مثل التوحُّد.

فقد درس كورنيليوس جروس وزملاؤه ـ بمختبر البيولوجيا الجزيئية الأوروبي في مونتيروتوندو، إيطاليا ـ بعض الفئران المحورة وراثيًّا؛ لتقليل عدد خلايا الدُّبَيْقِيَّات الصغيرة لديها، وهي خلايا لاعصبونية في الدماغ تشذِّب المشابك العصبية، أو الوصلات العصبية، أثناء نمو الدماغ. وكانت لهذه الحيوانات مشابك عصبية أقل بين العصبونات، وانخفاض في الربط بين أجزاء الدماغ، وبَدَتْ أقل اجتماعيةً في الاختبارات السلوكية.

يقول الباحثون إن الخلايا الدبقية الصغيرة والتشذيب المشبكي مهمّان لنمو الدماغ طبيعيًّا، ويمكن أن يؤدي اختلال هذا التشذيب المشبكي إلى اضطرابات النمو العصبي.

Nature Neurosci. **http://doi.org/rbf (2014)**

Y. NUI *ET AL.*/CELL PRESS

التقنيات الحيوية

كرسبر يُنتج قِرَدة مُحوَّرة وراثيًّا بتعديل الحمض النووي

استخدم الباحثون تِقنيات دقيقة في تعديل الجينات لتخليق قِردة مُحوّرة وراثيًّا. والنماذج السابقة من الاضطرابات البشرية في القِرَدة خُلّقت تخليقًا باستخدام فيروسات لنقل الجينات، لكن هذه الطريقة تفتقد الدقة اللازمة لتحوير تَتَابُع جيني محدد. وقد استخدم شنجشو هوانج وزملاؤه ـ بجامعة نانجنج في الصين ـ نظام كرسبرCas9 ـ أو تكرارات عنقودية متناوبة منتظمة التباعد (CRISPR) ـ الذي يستخدم شظايا الحمض النووي الريبي القابلة للتفصيل؛ لتوجيه إنزيم قطْع الحمض النووي (Cas9) إلى موقع محدد. وبَدَّلَ الفريق جينوم أَجِنَّة قردة الرُّبَّاح بمرحلة الخلية الواحدة. وأنتج هذا ولادة توأمين (في الصورة) بطفرات في اثنين من الجينات المُستهدفة: Ppar-γ، المُنخرط في تنظيم الأيض، وRag1، المُنخرط في وظائف المناعة.

وتمهد هذه النتائج الطريق لإنتاج نماذج من الرئيسات بطفرات مُحددة، تُحاكي بشكل وثيق الأمراض البشرية.

Cell **http://doi.org/q93 (2014)**

وللاطلاع على تقرير أطول حول هذا البحث، زوروا: go.nature.com/327cbd

الأيض

غذاء المرضِع الغني بالدهون يؤذي صغارها

لُوحِظ أنّ إناث الفئران التي تتغذى بنظام غذائي عالي الدهون خلال فترة الرضاعة تُعرّض صغارها للبدانة وداء السكري، عن طريق تغيير شبكة الدّارات العصبية بأدمغة الصغار.

اكتشف تاماس هورفاث بجامعة ييل في نيوهيفن، كونّتيكت؛ وبِنس برونينج بمعهد ماكس بلانك للأبحاث العصبية في كولون بألمانيا، وفريقهما أن الفئران التي تلقَّت نظامًا غذائيًّا غنيًّا بالدهون خلال فترة الإرضاع كانت صغارها أكثر بدانة، ولديها مستويات إنسولين أعلى، وحساسية أقل للإنسولين من صغار الأمهات التي تلقَّت نظامًا غذائيًّا طبيعيًّا. وفي الفئران الصغيرة البدينة، تشعّبت ألياف أقل من عصبونات محددة إلى مناطق ما تحت المِهاد في الدماغ، التي تنظم أيض الطاقة.

تنشأ هذه الدارات العصبية في الفئران بعد الولادة بوقت قصير، لكنها تنشأ في البشر خلال الثلث الأخير من الحمل. ويشير الباحثون إلى أن النظام الغذائي للأم خلال هذه الفترة قد تكون له آثار صحِّية مديدة على الطفل.

Cell **http://doi.org/q7k (2014)**

الهندسة

هاتف يكشِف الزئبق

يمكن لجِهاز ملحق بهاتف محمول ذكي اكتشاف مستويات منخفضة من الزئبق في عيِّنات المياه، مما يفتح الباب لرصد بيئي في الموقع بتكلفة منخفضة.

المعلوم أن الزئبق غير العضوي ضار بالكلى، ويمكن أن يتحول بواسطة البكتيريا إلى أشكاله العضوية السّامة للأعصاب. ويمكن للجهاز (**في الصورة**) الذي طوّره أيدوجان أوزكان وزملاؤه ـ بجامعة كاليفورنيا، لوس أنجيليس ـ قياس الزئبق غير العضوي عند مستويات 3.5 أجزاء في المليار. وهو جهاز جيد بما يكفي للكشف عن الحد الأقصى للمستوى المقبول عند 6 أجزاء في المليار، وفقًا لتوصيات منظمة الصحة العالمية. والجهاز

OZCAN RESEARCH GROUP/UCLA

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

الملحق يضيء باللون الأخضر والأحمر من خلال أنابيب اختبار صغيرة تحتوي على عيّنات المياه وبعض الكواشف. تكشف كاميرا الهاتف المحمول الضوء، الذي يتحول باتجاه الأطوال الموجية للون الأخضر في حالة وجود الزئبق. ويقوم برنامج (تطبيق) مُطوّر خصيصًا بإعطاء القياسات. وقد اختبر الباحثون الجهاز عن طريق إنشاء خريطة تلوث بالزئبق لخمسين موقعًا بكاليفورنيا.

ACS Nano **http://doi.org/q6n (2014)**

الصّحّة العامة

الطفرات تقوي السل

كشف تحليل جينومي لبكتيريا السل في تجمع سكاني روسي أن الميكروب لم يُطوِّر فقط مقاومةً للعديد من العقاقير، بل احتفظ أيضًا بقدرته على البقاء والانتشار.

وقد فَكَّك فرانسيس دروبنيوسكي وزملاؤه ـ بجامعة الملكة ماري بلندن ـ متتابعات جينوم ألف عَزلة من بكتيريا المتفطرة السُّلِّيّة أُخذت من أشخاص في غرب روسيا. ينتمي ثلثا البكتيريا المعزولة إلى سُلالة ظهرت أولًا في آسيا، وتميل لتطوير مقاومة للعقاقير. وكان لأكثر من 60% من البكتيريا المعزولة طفرات مقاومة للعقاقير. تعوق هذه الطفرات عادة قدرة البكتيريا على الانتشار، لكنْ عثرَ الباحثون على طفرات "تعويضيّة" جديدة قد تحتفظ بقدرتها على الانتقال لدى أكثر من 400 حالة من البكتيريا المعزولة المقاومة للمضاد الحيوي (ريفامبيسين).

وتشير النتائج إلى أن العوامل البيولوجية ـ وليس فقط تدابير الصحة العامة الضعيفة ـ وراء ارتفاع الإصابات بالسل في روسيا.

Nature Genetics **http://dx.doi.org/10.1038/ng.2878 (2014)**

سلوك الحيوان

السحالي تختلط اجتماعيًّا لتزدهر

إنّ العزلة الاجتماعية للزواحف في وقت مبكر من عمرها قد تعوق تَطوُّرها، وذلك حسب دراسة أجريت عن الحرباء.

إنّ السلوك الاجتماعي مُوثّق جيدًا في الثدييات والطيور، لكنه غير مؤكّد في الفقاريات ذات الدم البارد.

وقد قارنت سيسي بالين وزملاؤها ـ بجامعة سيدني في أستراليا ـ العلاقات الاجتماعية لصغار الحرباء المقنعة التي تربّت في عُزلة بتلك التي تربّت في بيئة اجتماعية. ووجد الباحثون أن السحالي المختلطة اجتماعيًّا كانت أقل خضوعًا، وأظهرت ألوانًا أكثر لمعانًا وتَشَبُّعًا عندما تواجه حرباء جديدة، وتلتقط الطعام بسرعة أكبر من السحالي التي تربّت في عزلة.

وتضيف النتائج جديدًا إلى أدلة تتحدى وجهة نظر تقليدية تقول إن الزواحف قادرة على أن تسلك سلوكًا اجتماعيًّا بسيطًا فقط.

Anim. Behav. **http://doi.org/q9h (2014)**

علم الفلك

كيف تلاشت المَجرّات الكبيرة سريعًا

توصّل علماء الفلك إلى منشأ المجرات العملاقة التي يبدو أنها قد تلاشت في وقت مبكر من تاريخ الكون، بعد 3 مليارات سنة فقط من الانفجار الكبير.

وللوقوف على كيفية بلوغ المجرات الإهليلجية الهائلة هذا الحجم الكبير، وتوقفها عن تشكيل النجوم بسرعة بالغة، قارن سونيه توفت وزملاؤه ـ بمعهد نيلز بور في كوبنهاجن ـ أمثلةً من هذه المجرات المتلاشية بجيل سابق من المجرات المُشكِّلة للنجوم، التي شوهدت بواسطة التليسكوبات الفضائية "هبل، وهرشل، وسبيتزر".

وخلص الباحثون إلى أن المجرات السابقة والغنية بالغاز اندمجت وأطلقت تشكيلًا مكثفًا للنجوم، استهلك بسرعة كل الغاز؛ مما أدى إلى تلاشي المجرات الكبيرة.

Astrophys. J. **782, 68 (2014)**

الفولطيّات الضوئية

الخلايا الشمسية الساخنة تنتج طاقةً أكثر

حقَّق أحد الأجهزة الفولطية الضوئية (الكهروضوئية) ـ الذي يحوِّل ضوء الشمس إلى حرارة لتوليد الطاقة ـ كفاءة أكبر من سابقاته، بفضل تصميم المواد النانوية في طبقة امتصاص الضوء.

تحتوي الأجهزة الفولطيّة الضوئية الحرارية على طبقة تمتص طيفًا أوسع من الأطوال الموجيّة، مقارنةً بالخلايا الشمسية التقليدية. تُشِعّ هذه الطبقة حرارةً تُستخدَم في توليد الكهرباء. وقد صممت إيفلين وانج وفريقها ـ بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس بكمبريدج ـ بعض المواد الماصة الباعثة، وذلك بزراعة مجموعة من أنابيب الكربون النانوية، تحوّل الضوء إلى حرارة، فوق طبقة بلورات ضوئية، صُمِّمت لتبعث طاقة بمستويات توليد الكهرباء المثلى.

وصلت كفاءة الجهاز الذي طوره الباحثون في تحويل الطاقة إلى 3.2%، أي أعلى بثلاث مرات من التجارب السابقة. ويقول الباحثون إنه بعمل تحسينات أكثر؛ يُمكن أن تتجاوز الكفاءة 20%.

Nature Nanotech. **http://doi.org/q6j (2014)**

الفيزياء الفلكية

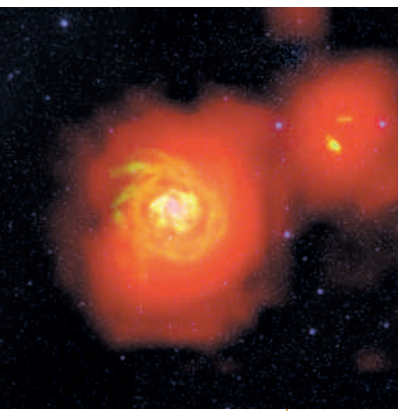
نهر هيدروجين قد يدعم تَشَكُّل النجوم

قد يساعد اكتشاف خيط باهت من غاز الهيدروجين المتدفِّق عبر الفضاء في تفسير كيف حافظت بعض المَجَرّات على وتيرة تَشَكُّل النجوم.

استخدم دانيال جيه بيسانو ـ بجامعة ويست فرجينيا في مورجانتاون ـ تليسكوب روبرت سي بيرد (الراديوي) في جرين بانك؛ لتحديد نهر من الهيدروجين يربط المجرة NGC 6946 (**في الصورة**) بجيرانها. يشير بيسانو إلى أن الخيط قد يكون أول رصد لـ"تدفق بارد"، وهو تيار غاز منتشر من فضاء ما بين المجرات، كان يُعتقد نظريًّا ـ منذ فترة طويلة ـ أنه مصدر دعم تَشَكُّل النجوم، وهو غير مرئي لمعظم التليسكوبات.

والسيناريو البديل هو أن يكون الهيدروجين قد سُحِب خلال التقاء المجرة NGC 6946 بجاراتها. وينبغي للمسوح المستقبلية للمَجَرَّة تأكيد مصدر هذا التيار من الهيدروجين.

Astronomical J. **147, 48 (2014)**



D. J. PISANO (WVU)/B. SAXTON (NRAO/AUI/NSF)/PALOMAR OBSERVATORY, SPACE TELESCOPE SCI. INST. 2ND DIGITAL SKY SURVEY (CALTECH)/WESTERBORK SYNTHESIS RADIO TELESCOPE

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

الجينوميّات

استئناس الكلاب سَبَق الزراعة

الأكثر قراءة
على plosgenetics.org
في الفترة من
23 ديسمبر – 22 يناير

غدت الكلاب رفيقةً للبشر قبل فترة طويلة من ظهور الزراعة، وذلك وفقًا لدراسة فك متتابعات جينومية.

فقد أجرى فريق بقيادة روبرت وين بجامعة كاليفورنيا، لوس أنجيليس، وجون نوفمبر حاليًا بجامعة شيكاجو، إلينوي، تحليلًا جينوميًّا لثلاثة حيوانات من الفصيلة الكلبيّة *Canis lupus* من مناطق يُعتقَد أنها كانت الأولى في استئناس الكلاب. درس الباحثون أيضًا جينومي اثنين من سلالات الكِلاب، بما في ذلك دينجو الأسترالية (في الصورة)، وابن آوى الذهبي. ووجد الباحثون أن الكلاب التي استؤنست كانت من فصيلة كلبيّات (منقرضة حاليًا) منذ 11000 ـ 16000 عام، قبل بدء البشر في الزراعة منذ حوالي 10 آلاف عام.

تتعارض النتائج مع دراسة جينومية سابقة، حيث خلصت إلى أنّ استئناس الكلاب كان مرتبطًا بالزراعة.

PLOS Genetics **10, e1004016 (2014)**

STEFFEN AND ALEXANDRA SAILER/ARDEA.COM

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

ثلاثون يومًا موجز الأخبار

أبحاث

الوصول المفتوح

انطلقت في يناير الماضي محاولة دولية للوصول المفتوح؛ لجعل جميع مقالات بحوث فيزياء الجسيمات متاحةً مجانًا للقراء. ويقود "الاتحادَ الراعي لنشر الوصول المفتوح في مجال فيزياء الجسيمات" (SCOAP3) مختبرُ "سيرن"؛ وهو مختبر أوروبا لفيزياء الطاقة العالية، ويقع قرب جنيف بسويسرا. وقد شهد المشروع بالفعل بعضَ العثرات، بعد أن أثرت بعضُ الدوريّات والجامعات الكبرى عدم المشاركة.

علم الوراثة.. والسرطان

بدأ المعهد الوطني الأمريكي للسرطان ـ في بيثيسدا بولاية ميريلاند ـ واحدة من التجارب الأولى لتقييم ما إذا كانت علاجات السرطان المُعدَّة خصيصًا وفق الخصائص الجينية الفردية أكثر فائدة للمرضى من العلاجات غير المُستهدَفَة. وستقوم دراسة "تحديد علاج السرطان القائم على الخصائص الجزيئية" (M-PACT) ـ التي تم الإعلان عنها في يوم الثلاثين من يناير الماضي ـ بفحص الأورام في 180 مريضًا؛ لتَحَرّي وجود طفرات في 20 جينًا من الجينات المعروفة بتأثيرها على العلاج. ومن ثَمّ سيتلقى نصف المرضى علاجًا مُعدًّا خصيصًا وفق طفراتهم، وسيتلقى النصف الآخر علاجًا غير مخصص. ومن المتوقع أن يتم الإعلان عن نتائج التجربة في عام 2017.

اكتشاف دولفين نهري

يُعدُّ اكتشاف نوع جديد من الدلافين النهرية، الموجودة في حوض نهر أراجوايا في البرازيل، هو الاكتشاف الأول من نوعه فيما يقرب من مئة سنة، وفق ما أعلن باحثون في الثاني والعشرين من يناير الماضي (T. Hrbek *et al*. *PLoS ONE* **9**, e83623; 2014). وقد تمّ التعرف على النوع إنيا أراجوايانسِس *Inia araguaiaensis* (**في الصورة**) باستخدام اختبارات جينية، وقد تشَعَّب ـ على الأرجح ـ من نوع نهري مشابه في أمريكا الجنوبية منذ أكثر من مليوني سنة. ويعيش الآن نحو ألف من هذه الدلافين في حوض نهر أراجوايا، وفق تقدير العلماء.

NICOLE DUTRA

RICHARD ELLIS/GETTY

هجرة الفراشات تبلغ أدنى مستوياتها التاريخية

هاجرت أعداد من الفراشات المَلَكِيَّة أقل من الأعداد المسجَّلة في أي سنة مضت عبر أمريكا الشمالية في عام 2013، وفقًا لتقرير صدر في التاسع والعشرين من يناير 2014 عن مجموعة "الصندوق العالمي للحفاظ على الطبيعة". وكشفت مسوح مناطق تغطيها الغابات في المكسيك (حيث تدخل الفراشات الملكية *Danaus plexippus* في حالة سُبات حيوي من نوفمبر إلى مارس) أن الفراشات تشغل 0.67 هكتار فقط من الأراضي، بانخفاض 44٪ عن العام السابق، وهي أصغر مساحة منذ أن بدأ تسجيل المسوح في عام 1993. ويتم استخدام المنطقة المأهولة بوصفها مؤشرًا على تعداد الفراشات. وقد أسهم في تراجع الأعداد التغيراتُ في استخدام الأراضي والظروف المناخية المتطرفة على طول طريق الهجرة من كندا إلى المكسيك، البالغ نحو 4000 كيلو متر، وكذلك إزالة الغابات من مواقع السّبات، حسبما أفاد "الصندوق العالمي للحفاظ على الطبيعة". يُذكر أن استخدام مبيدات الأعشاب الزراعية قد حدّ من توافر نبات الصقلاب (milkweed)، وهو مصدر غذاء أساسي للفراشات.

سياسات

اتجاهات الطاقة

هبط الاستثمار العالمي في الطاقة المُتجدّدة بـ12% عما كان عليه في عام 2012، وذلك للسنة الثانية على التّوالي، حسب الأرقام التي صرحت بها الشركة العالمية للأبحاث "بلومبرج لتمويل الطّاقة الجديدة" Bloomberg New Energy Finance في الخامس عشر من يناير 2014. وقد ساعد هبوط تكاليف المُنشآت الشمسية في إحداث هذا التّراجع، بالإضافة إلى الدعم الحكومي المُتردِّد للطاقة المتجددة في أوروبا وأمريكا. وقد انخفضت الاستثمارات الأوروبية بشكل حادّ ومفاجئ بـ40 مليار دولار أمريكي، أو بـ41% عما كانت عليه في عام 2012. وعلى العكس، شهدت اليابان ارتفاعًا في الاستثمار بنحو 55%، حيث أسهم إغلاق مصانع الطاقة النووية في إتاحة الفرصة للصناعات الشمسية.

بيانات إكلينيكية

من شأن عدم الوصول إلى بيانات التجارب الإكلينيكية أن يعوق الأبحاث والرعاية الطبية، وفقًا لتقرير صدر عن الحكومة البريطانية في الثالث من يناير الماضي. ويقول واضعو التقرير ـ الذي تحرّى أيضًا برنامج تخزين المملكة المتحدة لدواء الإنفلونزا تاميفلو (أوسيلتاميفير) ـ أن عملية تقييم فعالية عقار تاميفلو وأدوية أخرى تمت عرقلتها من قِبَل شركات الأدوية التي تحجب البيانات. يأتي التقرير في أعقاب مبادرات أوروبية وأمريكية حديثة لزيادة تبادل بيانات التجارب الإكلينيكية وشفافيتها. للاطلاع على المزيد.. go.nature.com/9lgbd6.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تمويل

مخاطر المبيدات

في الثامن من يناير الماضي، أعلنت وكالة حماية البيئة الأمريكية عن تقديم 500 ألف دولار أمريكي تقريبًا في شكل مِنَح لبحوث تهدف إلى الحدّ من مخاطر المبيدات، وخاصةً بالنسبة إلى النحل. كان علماء في جامعة ولاية بنسلفانيا في يونيفرسيتي بارك قد تلقوا تمويلًا لدراسة بدائل لمعالجة البذور بمركبات نيونيكوتين؛ وهي فئة من مبيدات الآفات مرتبطة بانخفاض أعداد النحل (انظر: *Nature* **496**, 408; 2013). وفي جامعة ولاية لويزيانا في باتون روج، سوف يُقَيِّم باحثون المخاطرَ طويلة الأجل للمواد الكيميائية المستخدَمة في البرامج واسعة النطاق للحدّ من البعوض، إذا استُخدمت على النحل.

أعمال

إيقاف الدراسة

منعت الشركة التعليمية "كورسيرا Coursera" الطلاب من كوبا وإيران والسودان من الوصول إلى خدماتها. تتخصص الشركة ـ ومقرها ماونتن فيو بولاية كاليفورنيا ـ في دورات ضخمة مفتوحة على الإنترنت (انظر: *Nature* **495**, 160–163; 2013). وأفادت الشركة في الثامن والعشرين من يناير الماضي ـ نقلاً عن لوائح التصدير في الولايات المتحدة التي تُقَيِّد تقديم خدمات للدول المفروض عليها عقوبات ـ أنها بدأت حظر مستخدمين من تسجيل الدخول إلى موقعها الإلكتروني من عناوين الإنترنت في البلدان المتضررة. وبعد أن تم إلغاء حق الوصول للطلاب من سوريا في البداية، عادت الأمور إلى سابق عهدها، بعد أن علمت الشركة بوجود استثناء في اللوائح.

جوجل تشتري ديب مايند

استحوذت شركة "جوجل" على شركة الذكاء الاصطناعي "ديب مايند DeepMind" ـ ومقرها لندن ـ التي تستخدم علم الأعصاب؛ لاستلهام خوارزميّات الحاسوب. أكدت شركة جوجل ـ ومقرها ماونتن فيو بولاية كاليفورنيا ـ في يناير الماضي إتمام الصفقة. يأتي هذا في أعقاب توظيف الشركة للعديد من الأسماء الكبيرة في مجال الذكاء الاصطناعي في السنوات القليلة الماضية، من بينها صاحب الرؤى المستقبلية راي كورزويل، وعالِم الكمبيوتر جيفري هينتون (انظر: *Nature* **505**, 146–148; 2014). ومن المحتمَل أن تستخدم "جوجل" الذكاء الاصطناعي لتحسين إلحاق الإشارة في الصور، والتعرُّف على الصوت، ومحركات البحث.

أحداث

مَرْكَبة مُذَنَّبات

أفاقت المركبة الفضائية "روزيتّا"، التّابعة لوكالة الفضاء الأوروبية، بعد حوالي 3 سنوات من السُّبات في الفضاء. المركبة هي جزءٌ من مهمّة تبلغ تكلفتها مليار يورو (1.4 مليار دولار أمريكي) لتعقُّب مُذَنَّب، كانت المركبة قد أُوقِفَت في عام 2011؛ لتوفير الطاقة أثناء سفرها في أعماق الفضاء. أعادت "روزيتّا" الاتصال بالأرض بنجاح في العشرين من يناير 2014، وسط ابتهاج الوكالة (**في الصورة**). ستنطلق المركبة الفضائية الآن في رحلة نحو هدفها، المُذَنَّب 67 ب/تشوريوموف-جراسيمنكو (Churyumov-Gerasimenko 67P/)، الذي ستقترب منه في أغسطس؛ لتراقبه عن كثب، قبل أن تحاول إطلاق وإنزال مسبر على سطحه في نوفمبر. للمزيد.. انظر: nature.com/1igyyz.

رصْد كويكب

تحطَّم كويكب صغير فوق المحيط الأطلسي في الثاني من يناير الماضي، ليصبح ثاني الصخور الفضائية التي يتم رصدها قبل أن تصل إلى الأرض بساعات. وكان برنامج " كاتالينا ماسح السماء" ـ الواقع مقره بالقرب من مدينة توسون بولاية أريزونا ـ قد اكتشف الكويكب "2014 AA" في ساعات الصباح الأولى من الأول من يناير الماضي. احترقت الصخرة ـ التي يتراوح عرضها من مترين إلى ثلاثة تقريبًا ـ عند اصطدامها بالغلاف الجوي للأرض. وفي أكتوبر 2008، تتبع باحثون الكويكب "2008 TC3" منذ أن كان يسبح في الفضاء إلى قفار صحراء شمال السودان، حيث تم انتشال أجزاء منه في صورة أحجار نيزكيّة (انظر: *Nature* **458**, 401–403; 2009).

JÜRGEN MAI/ESA

انفجار صناعي

أسفر انفجار وقع في مصنع للكيماويات في اليابان في التاسع من يناير الماضي عن مقتل 5 أشخاص، وإصابة 12 شخصًا بجروح. وقد وقع الانفجار في شركة ميتسوبيشي للمواد (Mitsubishi Materials) في مدينة يوكايتشي، التي تبعد نحو 300 كيلومتر إلى الغرب من طوكيو، أثناء تنظيف العمال لخزان يُستخدم لتبريد الغاز خلال تصنيع السيليكون. ولا تزال الشركة تُحقِّق في سبب الانفجار، بيد أن بعض التقارير تشير إلى أن الكلور أو الهيدروجين المتبقِّي في الخزان ربما يكون قد تفاعل مع الهواء.

شخصيات

رئيس برنامج الإيدز

في التاسع من يناير الماضي، رشَّح الرئيسُ الأمريكي باراك أوباما الطبيبة ديبورا بريكس؛ لتقوم بتنسيق الجهود العالمية المتعلقة بالإيدز في البلاد، وإدارة خطة الرئيس الأمريكي الطارئة للإغاثة من الإيدز "بيبفار" PEPFAR. ترأس بريكس حاليًا برنامج الإيدز في المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها في أتلانتا، بولاية جورجيا. يُذكر أن برنامج "بيبفار" ـ الذي يتلقى نحو 6 مليارات دولار سنويًّا لتوزيع العقاقير المضادة للفيروس الارتجاعي، وتوفير الرعاية الطبية في البلدان المتضررة من الإيدز (انظر: *Nature* **457**, 254–256; 2009) ـ قد حصل في ديسمبر 2013 على ترخيص جديد لمدة خمس سنوات.

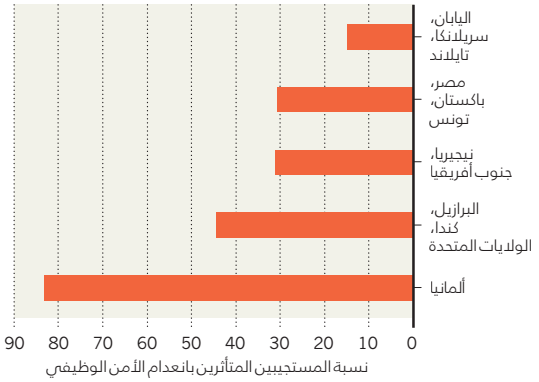
NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأخبار اليومية مباشرة من خلال:
www.nature.com/news

مراقبة الاتجاهات

تختلف المعوقات المهنية التي تصادف العلماء الشباب اختلافًا كبيرًا في أنحاء متعددة من العالم، وفقًا لاستقصاء شمل باحثين في 12 بلدًا، ونشرته "الأكاديمية العالمية لشباب العلماء" في برلين. وذكرت نسبة كبيرة من المستجيبين للاستقصاء في ألمانيا مشاكل تتعلق بانعدام الأمن الوظيفي، مقارنةً بمناطق أخرى (انظر الرسم البياني). وأشار باحثون أكثر في مصر وباكستان وتونس إلى عدم الاستقرار السياسي، بوصفه معوِّقًا مهنيًّا لا يواجهه أقرانهم في دول كثيرة من العالم.

مستقبَل محفوف بالمخاطر

يسبب انعدام الأمن الوظيفي مشكلات للعلماء في المراحل المبكرة من حياتهم المهنية في جميع أنحاء العالم، وخاصة في ألمانيا، وفقًا لاستقصاء حديث.

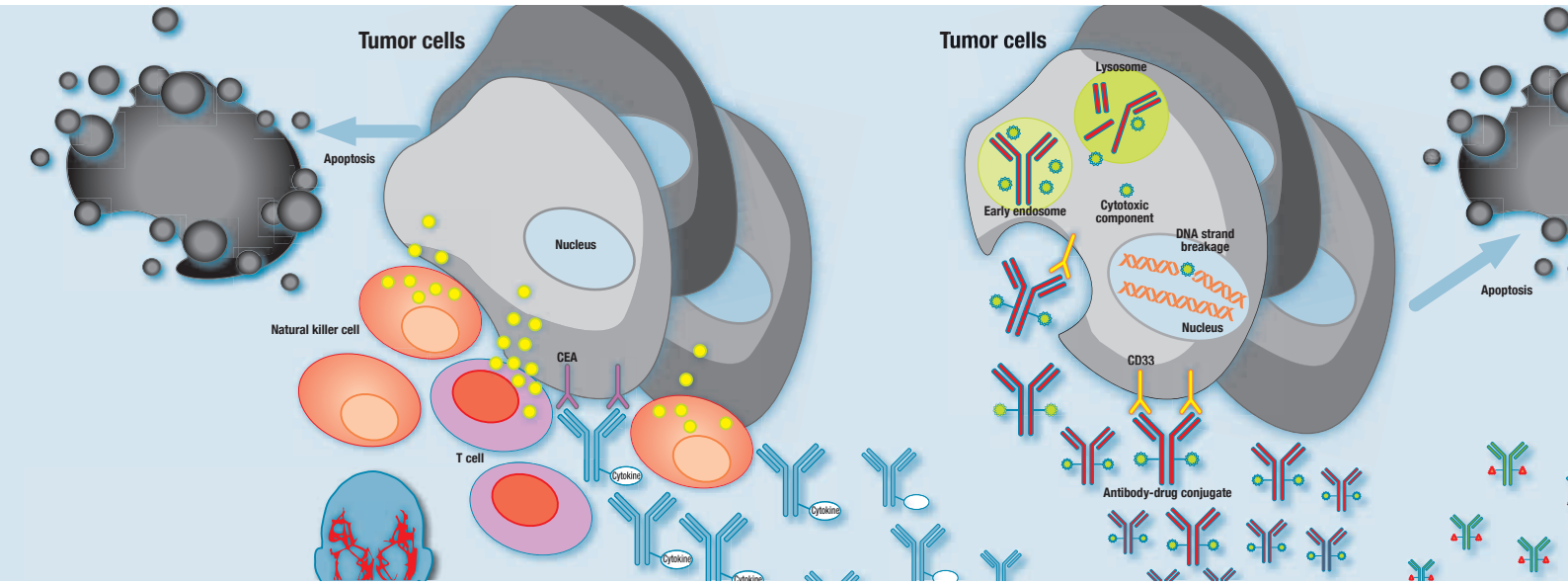


SOURCE: GLOBAL YOUNG ACADEMY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

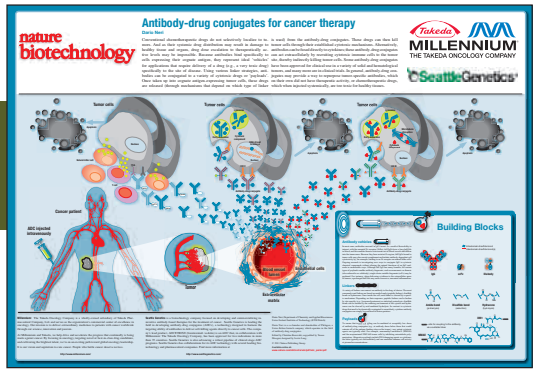
nature biotechnology



FREE POSTER

Antibody-drug conjugates for cancer therapy

Several antibody-drug conjugates have been approved for clinical use in a variety of solid and hematological tumors, with many more in human testing. *Nature Biotechnology* presents a poster by Dario Neri of ETH Zurich describing the various linker strategies, cytotoxic payloads and mechanisms/sites of action of these drugs.



Download the Poster at:
www.nature.com/nbt/extra/adc

Made available with the generous support of

Takeda MILLENNIUM THE TAKEDA ONCOLOGY COMPANY SeattleGenetics

nature publishing group npg

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

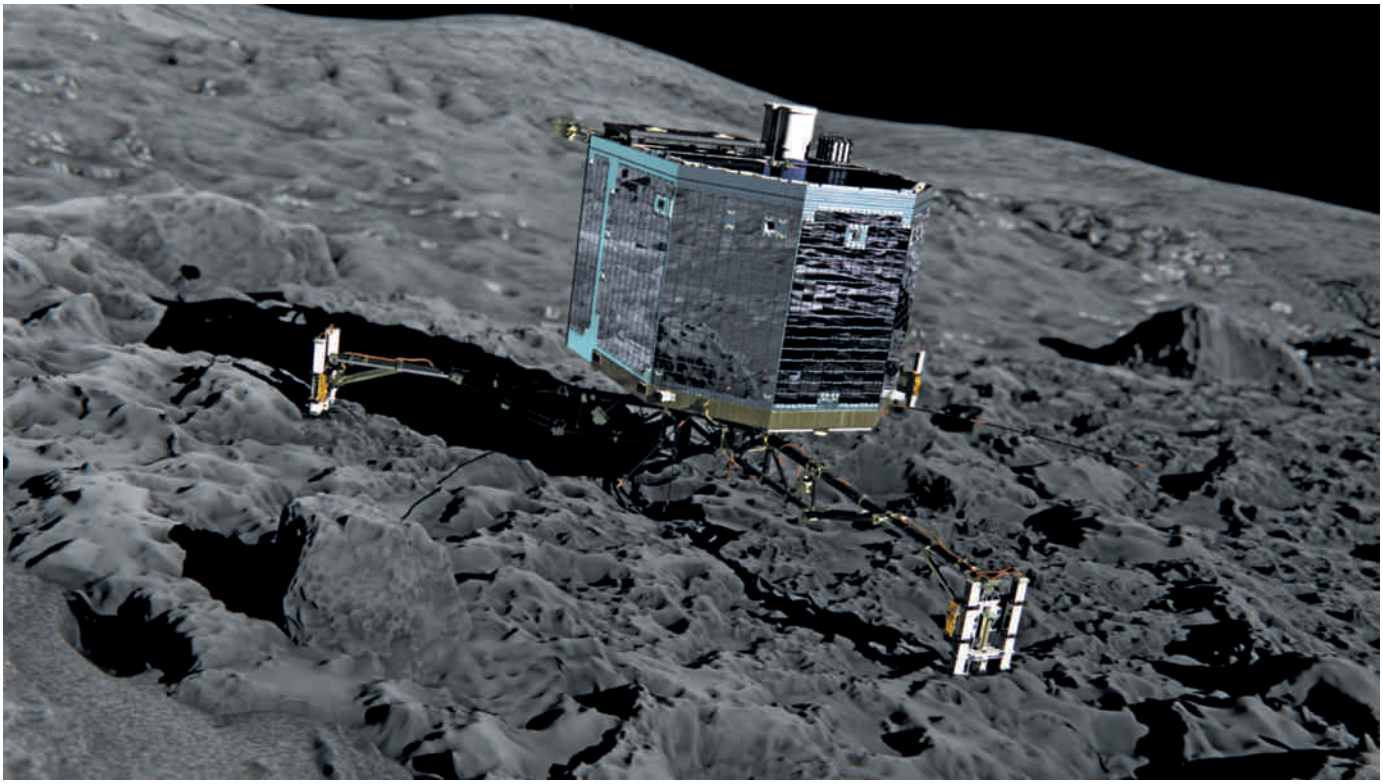
أخبـــار في دائرة الضـوء

علوم الأرض بعثة دولية لكشف أسرار بحر الصين الجنوبي، أحد أهم بحار العالم جيولوجيًّا **ص. 21**

علم القياس تعقُّب مسار إلكترون مفرد؛ لتعديل وحدة قياس الأمبير الدولية الأساسية **ص. 23**

النشر تصاعُد التوتر مع انطلاق مبادرة الوصول المفتوح في مجال فيزياء الجسيمات **ص. 24**

مجتـمع وو سوك هوانج يحاول تحقيق آماله المعلقة. **ص. 38**



ATG MEDIALAB/ESA

في نوفمبر 2014، سوف تكون المركبة الهابطة «فيلا» أول شيء يقوم بمحاولة الهبوط على سطح المُذَنَّب 67P/ شيريوموف-جيراسيمنكو، كما يظهر في هذا الرسم الفني.

علم الفضاء

مركبة المُذَنَّب تستعد للاستيقاظ

مخاطر عالية في انتظار وكالة الفضاء الأوروبية مع إخراج المسبار «روزيتا» من سباته.

إليزابيت جيبني

اعتاد علماء الفضاء على لحظات التوتر الشديد. إذْ غالبًا ما تتاح لهم فرصة واحدة فقط لوضع الأمور في مسارها الصحيح؛ ونجاح التجارب يتوقف على نجاح المعدات التي توجد على بعد ملايين الكيلومترات. لذلك.. اكتنف قدر كبير من القلق وكالة الفضاء الأوروبية (ESA) في 20 يناير الماضي، مع إعادة تنشيط مركبة الفضاء «روزيتا» صائدة المُذَنَّب التي تم إطلاقها منذ ثلاث سنوات.

تبعد روزيتا الآن حوالي 800 مليون كم عن الأرض، وهي تقترب بسرعة من هدفها - المُذَنَّب 67P/ شيريوموف-جيراسيمنكو - ومع إرسال الإشارة الأولى على أن الأمور تسير على ما خطط لها في روزيتا، سيتم تنشيط التحذير المسبق.

هذا الإجراء سيؤدي إلى تحفيز بدء سلسلة من الأحداث الأوتوماتيكية التي تجعل من عناصر المركبة مستعدة، وسيتم تصحيح دورانها بواسطة دافعات، بحيث تتوجه نحو الهوائي الأرضي لتبدأ الاتصالات، وسيكون هناك انتظار وقلق.

«أستطيع أن أقول لك إنك تعرق وكأنك في الجحيم» حسبما يقول كلاوديو سولازو، مدير العمليات لبعثة هويجنز في وكالة الفضاء الأوروبية عام 2005 إلى تيتان قمر زحل، وهو الذي احتمل صمت الإشارات الراديوية لأسبوعين، بعد أن تحرر المسبار من مدار كاسيني. ويتابع قائلًا: «مع كل ثانية تأخير، ستقول فورًا: حسنًا، لا بد أن خطأً ما قد حدث. إنك تعرف تمامًا أن كل شيء قد أُنجز على ما يرام، لكن من طبيعة البشر الاعتقاد أن شيئًا ما سيئًا قد حدث».

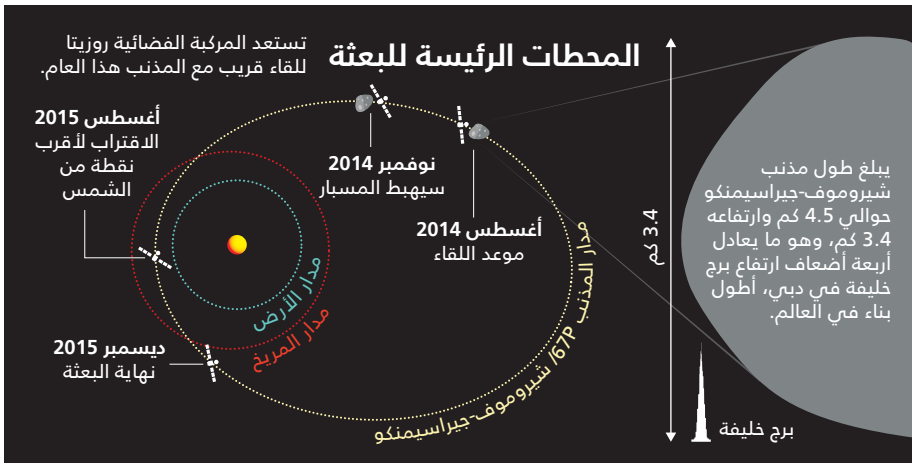
بمجرد إيقاظ روزيتا، سترتفع نسبة المخاطر. وفي أواخر هذه السنة، سوف يقوم المتحكمون في البعثة بمحاولة رصد المُذَنَّب عن قرب، وجعل المسبار «فيلا» يهبط عليه، وهي المرة الأولى التي تجري فيها محاولة الهبوط. سيساعد كلا الهدفين على تزويدنا بمعلومات عن نشأة المجموعة الشمسية، والحياة على كوكبنا.

تصل تكلفة البعثة إلى مليار يورو (1.4 مليار دولار)، وهي تتقدم بسرعة خلال المجموعة الشمسية منذ عام 2004. لقد قطعت في رحلتها حول الكويكبات السابقة مسافة 7 مليار كم، كما حلقت حول الأرض والمريخ قبل أن توضع في حالة السبات؛ لادخار طاقتها في يونيو من عام 2011.

ستصل روزيتا إلى هدفها في أغسطس، حيث ستقوم برسم خريطة لسطح المُذَنَّب، وحساب مقدار جاذبيته، ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



SOURCE: ESA

وشكله ودورانه لإيجاد أنسب موقع لإرسال المسبار «فيلا» الذي يصل حجمه إلى متر مكعب (انظر المحطات الرئيسة للبعثة). يقول أندريا أكّومازو، مدير عمليات مركبة الفضاء روزيتا: «نحن نعرف القليل جدًّا في الواقع عن هذا الجسم».

تخطط وكالة الفضاء الأوربية لتحرير المسبار «فيلا» في نوفمبر- قبل أن يبدأ المُذَنَّب بإطلاق الغاز والغبار- وهو ما يحدث عندما يقترب من الشمس، حيث يبدأ بإنتاج المزيد من الحطام. سيكون مدار روزيتا، عادةً، على بعد 100 كم عن المُذَنَّب، ثم ستقترب حتى مسافة 4 كم من موقع الهبوط، ثم سترسل أداة المسبار وتقطع عنها الطاقة ضمن منطقة مساحتها (1 كم مربع). ومع أول إشارة ستنطلق عند الهبوط، والتي ستتأخر آليًّا عن الاتصال بالأرض 30 دقيقة، ستكون العملية عندئذ محفوفة بالمخاطر. يقول مارك ماك كوجريان، كبير المستشارين العلميين في إدارة علم الاستكشاف الروبوتي في وكالة الفضاء الأوروبية: «مع أننا سنختار أفضل موقع، لكننا سنحتاج إلى بعض الحظ للهبوط على الجزء الآمن». وستقوم روزيتا بالدوران والسير مع المُذَنَّب على التوازي، حيث ستتقدم بسرعة 20 كم/ ثانية جنبًا إلى جنب معه.

وبمجرد أن يثبت المسبار «فيلا» نفسه على السطح بوساطة الحربة، فإن بطارياته ستبقى لعدة أيام فقط، وبعدها سيعتمد على الطاقة الشمسية، التي لن تخدمه كثيرًا، بسبب تغطية الألواح بالغبار. يقول ماك كوجريان: «نحن في الواقع لا نعلم كم من الوقت سيستمر ذلك. ومع أن التركيز سيكون على أداء المركبة الهابطة، إلا أنه بمجرد أن تأخذ المركبة الفضائية مدارها حول المُذَنَّب وتضع أدواتها المعقدة، فإن النجاح سيكون كبيرًا». ويضيف: «إذا وضعنا المركبة الهابطة على السطح، سيكون ذلك بمثابة وضع الكرز على الكعكة».

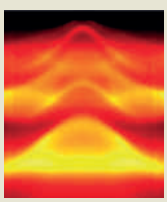
تُعدّ المُذَنَّبات أجرامًا بدائية. فالغازات والغبار والجزيئات العضوية الناتجة عنها لم تتغير كثيرًا منذ نشأتها جنبًا إلى جنب مع نشأة المجموعة الشمسية منذ 4.6 مليار سنة. ويعتقد العلماء أن لديهم أدلة قوية حول أصولها. ويُعتقد أن المُذَنَّبات قد أوصلت جزءً كبيرًا من المياه إلى الأرض، وربما الأحماض الأمينية، واللبنات الأساسية للحياة. وبفرض أن الخطة سارت كما يجب؛ فإن الكاميرات وأجهزة الاستشعار الموجودة على المركبة ستقوم بدراسة المُذَنَّب بشكل مفصل في العام القادم، بينما الكواشف الطيفية ستحلل كيمياء غباره. وستلقي المركبة الهابطة على سطح المُذَنَّب نظرة على التركيب والبنية. وسيعمل كل منهما على تقييم نسبة الماء الثقيل- وهو يتكون من نظير الهيدروجين الديوتريوم- لمعرفة ما إذا كان جليد المُذَنَّب يطابق الماء الموجود على الأرض، أم لا، كما أن الأجهزة ستقوم بالبحث عن الجزيئات العضوية المعقدة الضرورية لتجمع الحياة البدائية.

وسوف ينتظر أوي مايرهنريش ـ الكيميائي التحليلي في جامعة نايس سوفيا أنتيبوليس في فرنسا ـ النتائج بفارغ الصبر. وهو الباحث المشارك في تجربة «أخذ العينات المُذَنَّبية وتركيبها» COSAC، التي ستقوم بتحليل المواد من حوالي 20 سم تحت سطح المُذَنَّب. وتشمل أيضًا المواد العضوية التي لا تتبخر، والتي تشكل جزءًا من الذيل الذي لا يستطيع الفلكيون دراسته من الأرض أبدًا.

كما سيتم في تجربة «أخذ العينات المُذَنَّبية وتركيبها» قياس درجة «التطابق» chirality للأحماض الأمينية المكتشفة، الأمر الذي يستحيل القيام به من خلال الرصد عن بعد، وهو ما لم يحدث من قبل على عينات المُذَنَّبات، حسبما يقول مايرهنريش. وتُعدّ الأحماض الأمينية على الأرض بروتينات عسراء. ولذلك.. فإن العثور على غالبية الجزيئات العسراء على المُذَنَّب من شأنه أن يضيف وزنًا للنظريات التي تفترض أن هذا المسافر الكوني قد بذر الحياة على الأرض من خلال توفير المكونات الأساسية. ■

المزيد أونلاين

القصة الرئيسة



(أشباه فلزات ديراك) هي نظائر ثلاثية الأبعاد للجرافين
go.nature.com/73elun

مزيد من الأخبار

- تذبذبات ظاهرة إلنينو قد تصبح أكثر تكرارًا
go.nature.com/haig5d
- ضوء كوازار يكشف خيطًا بين مجرى محتمل
go.nature.com/rqxu1b
- مذيبات تحلّل الكتلة الحيوية، دون إنزيمات
go.nature.com/17gohb

SCIENCE/AAAS

MACMILLAN SCIENCE COMMUNICATION

Scientific Editing

***Nature*-standard editing and advice on your scientific manuscripts**

MSC's editors can get to the crux of your paper with their detailed edits and incisive comments thanks to their advanced understanding of journal publishing. The service also includes a written report containing:

- Constructive feedback and helpful advice
- A discussion of the main issues in each section
- Journal recommendations tailored to the paper

Submit your paper today!

msc.macmillan.com

Exclusive partner of Nature Publishing Group, publisher of Nature *and* Scientific American

MACMILLAN SCIENCE COMMUNICATION

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

PER-ANDRE HOFFMANN/PICTURE PRESS/ALAMY

أدّى تَفَكُّك قارة أوراسيا منذ عشرات الملايين من السنين إلى تكوين جُزُر، مثل بالاوان.

CHUN-FENG LI

علوم الأرض

إطلاق مشروع حَفْر بحري

تأمل البعثة الدولية في كشف أسرار بحر الصين الجنوبي، أحد أهم بحار العالم جيولوجيًّا.

جين تشيو

يُعرف بحر الصين الجنوبي على نحو جيد بتوتراته الجيوسياسية، لكن المعروف عن ضغوطه وتوتراته الجيولوجية يعتبر قليلًا. وهذا بصدد التغير.

في يوم28 يناير الماضي، أبحر فريق دولي من العلماء - من دول تشمل الصين والفلبين والهند والولايات المتحدة – من هونج كونج على متن سفينة الأبحاث «JOIDES Resolution»، ما يمثل علامة لأول بعثة من «البرنامج الدولي لاستكشاف المحيط» (IODP)، وسابقًا باسم «البرنامج المتكامل لحفر المحيط». وهو يرمي إلى تحديد عمر بحر الصين الجنوبي، وإنهاء الجدل المستمر حول كيفية تكوينه.

يحتل البحر ـ بمساحته البالغة أكثر من 3 ملايين كم مربع، وآلاف الجزر والشعاب ـ موقعًا علميًّا مثيرًا للاهتمام بين أعلى جبال العالم، الهيمالايا، والنقطة الأعمق على سطح الأرض، خندق ماريانا في غرب المحيط الهادئ.

إنه «مختبر طبيعي لدراسة تفكك قارة وتكوين حوض رسوبي»، كما يقول دايتر فرانك، الجيولوجي بالمعهد الاتحادي لعلوم الأرض والموارد الطبيعية في هانوفر، بألمانيا، الذي لم يشارك في البعثة. والبحر، نسبيًّا، له حجم صغير وعمر حديث (يتراوح بين 25 مليون، و42 مليون سنة) حين يقارن بأحواض المحيط الكبرى (فصفيحة المحيط الهادئ يمكن عزو عمرها إلى مئتي مليون سنة على الأقل)، ما يعني أنه من الممكن التحقق من تاريخه كله من خلال بعثتي «البرنامج الدولي لاستكشاف المحيط»، كما يقول فرانك.

هناك القليل المعروف عن تكوين بحر الصين الجنوبي. فالقشرة الأرضية تحته تكونت بعد أن بدأ جزء من قارة أوراسيا ـ التي كانت ذات مرة مكانه ـ في التمدد باتجاه شمال–جنوب. وبينما كان التمدد آخذًا في الاستمرار، أصبحت القارة تدريجيًّا أرق سمكًا. وعند نقطةٍ ما تفككت، وانبعثت صهارة تجمدت وتحركت بعيدًا عن مواقع التدفق، وهي العملية التي تُسمى (انتشار قاع البحر). انجرفت كتلة اليابسة إلى الجنوب، وتفككت إلى أجزاء، ونشأت جزر، مثل بالاوان في الفلبين وبورينيو.

على مدى عقود، يجادل الجيولوجيون بعضهم بعضًا حول سبب تمدد القارة وتفككها في المقام الأول. ومن بين الأفكار المطروحة أن السبب كان اصطدام بين قارة أوراسيا وشبه القارة الهندية؛ أي أن القارة القديمة انبعجت، بينما الصفيحة المحيطية القديمة انزلقت أسفل الصين الحالية؛ أو أن صفيحة الهادئ انسحبت مبتعدةً عن الساحل الأوراسي.

«تستند الفرضيات على أدلة ظرفية فحسب. وينبع الكثير من الجدل من تقديرات مختلفة بشأن عمر البحر»، كما يقول جيان لين، وهو جيوفيزيائي بحري بمعهد وودز هول لعلوم المحيطات في ماساتشوستس، والرئيس المشارك بمشروع الحفر. وحتى وقت قريب، قام العلماء بعمل تقديرات حول عمره عن طريق قطر جهاز يُسمى مقياس المغناطيسية بطول سطح البحر. فالصخور المحيطية التقطت اتجاه المجال المغناطيسي للأرض في الوقت الذي تكونت فيه، ويمكن استخدام هذه المعلومات في تأريخها.

و«هناك طرق مختلفة لتفسير البيانات، وقد تتباين النتائج بشدة»، كما يقول بول تابونير، الجيولوجي بجامعة نانيانج التكنولوجية في سنغافورة، الذي لم يشارك في هذه الرحلة. وعلى سبيل المثال.. ثمة اعتقاد بأن انتشار قاع البحر بالحوض الثانوي الجنوب غربي قد بدأ منذ 25 مليون إلى 42 مليون سنة، وانتهى منذ 16 مليون إلى 35 مليون سنة. و«الطريقة الوحيدة لحسم الجدل هي قياس عمر قشرة المحيط مباشرة» كما يقول تابونير.

وخلال شهري فبراير ومارس 2014، يقوم الفريق بحفر حوالي كيلومترين في قاع البحر؛ لجمع عينات من الصخور (انظر: «تغير البحر»). وسوف تمكّن التحاليل الجيوكيميائية والجيوفيزيائية الباحثين من تحديد أعمار الصخور وخصائصها. وهذا يمكن أن يوصل إلى معلومات عن نشأتها. وبالحفر في مواقع مختلفة، سيكون العلماء قادرين على تحديد متى بدأ قاع البحر في الانتشار بدقة، ومتى انتهت العملية.

«هذا هو السؤال الجوهري الذي ينبغي طرحه، قبل أن نبدأ معًا في تجميع أجزاء اللغز»، كما يقول تشون فنج لي، الجيوفيزيائي البحري بجامعة تونجي في شنجهاي بالصين، والباحث الرئيس المشارك الآخر في المشروع. وبمجرد أن يُعرف عمر قاع البحر بدقة، سيكون الباحثون قادرين على عمل ارتباطات مع توقيت الأحداث الأخرى المصاحبة لنشوء بحر الصين الجنوبي، مثل تراجع صفيحة الهادئ القديمة. إن تحديد نشأة الصخور سوف يساعد أيضًا على تعيين أي فرضيات التفكك القاري هي الأكثر احتمالًا.

يقول فنج لي: «إن البعثة لن تكون سوى خطوة أولى نحو فهم شامل لكيفية فتح بحر الصين الجنوبي وغيره من البحار الثانوية». وقد تم بالفعل تقديم خطة إلى برنامج «البرنامج الدولي لاستكشاف المحيط»؛ لمتابعة المشروع؛ من أجل التحقيق في عملية التصدع بمزيد من التفصيل.

إن أهمية كشف التاريخ الجيولوجي لبحر الصين الجنوبي «تتجاوز الفضول الأكاديمي» كما يقول فرانك. فالنفط والغاز يتراكمان بصورة طبيعية عند الحواف القارية، حيث يحدث التصدع، وإن فهمًا أفضل لوقت تكوين الأحواض وكيفيته سوف يُعِين على تحديد أماكن احتياطيات جديدة، على حد قوله. ويمكن أيضًا تيسير بحوث الزلازل الخاصة بخندق مانيلا في المحيط الهادئ، كما تقول أليسا بليو-ألامباي، المتخصصة في الجيولوجيا البحرية بجامعة فلبين ديليمان في كويزون سيتي، والعضو بالمشروع. فالخندق نشأ والقشرة المحيطية لبحر الصين الجنوبي بدأت في الغوص تحت صفيحة بحر الفلبين، وهي العملية التي استمرت إلى يومنا هذا؛ وتسبِّب زلازل متكررة. تقول أليسا: «إن الفهم السليم لبحر الصين الجنوبي طال انتظاره». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

SIIM SEPP/ALAMY

تشير التقديرات إلى إمكانية استخدام الأوليفين في امتصاص نسبة كبيرة من الانبعاثات الكربونية.

جيوكيمياء

إعادة النظر في مقدرة الصخور على امتصاص الكربون

يدفع الخبراء باتجاه إجراء المزيد من البحوث عن أثر «التجوية» على صخور الأوليفين.

دانييل كريسي

اجتمع في منتصف يناير الماضي مجموعة من المهندسين الجيولوجيين في هامبورج لمناقشة فكرة تبدو للوهلة الأولى جذابّة جدًّا: امتصاص الانبعاثات الكربونية ذات المنشأ البشري باستخدام الصخور والماء فقط. على وجه الخصوص، أرادت هذه المجموعة أن تساعد في التخفيف من وطأة التغير المناخي بسحق الصخور ورميها في البحر أو تشتيتها على سطح اليابسة. تمت الإشادة بنجاح الاجتماع، إلا أن ثمار هذه الفكرة ما زالت بعيدة المنال.

وعملية «التجوية» ـ أو تفكيك الصخور ـ هي جزء بالغ الأهمية ـ على الرغم من بطئه ـ من دورة الكربون. تحبس التجوية الطبيعية ثاني أكسيد الكربون الجوي عن طريق التفاعلات الكيميائية ما بين معادن السيليكات الشائعة والهواء. وعلى سبيل المثال.. حينما يضاف ثاني أكسيد الكربون والماء، تحت الظروف الطبيعية، إلى صخرة الأوليفين الغنية بالمغنسيوم، وهي الصخرة التي يوليها المهندسون الجيولوجيون اهتمامًا خاصًّا، فإن التفاعل الناتج سوف يؤدي الى تكوين كربونات المغنيسيوم وحمض السيليسيك، الشيء الذي يؤدي إلى إزالة وتخزين الكربون.

وبعض العلماء يعتقدون أنه بالإمكان استغلال هذه العملية الطبيعية لموازنة بعض الكربون المنبعث من الأنشطة البشرية، على الأقل. وفضلًا عن انتظار حدوث عملية تجوية الصخور ببطء، فإنه من الممكن أن يتم تعدين الأوليفين على مستوى صناعي، ثم سحقه، ومن ثم تشتيته في البحر أو على اليابسة، بحيث تسرع هذه العمليات الكيميائية وتمتص كميات ضخمة من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، إلا أن ما سبق تعترضه مشكلات تطبيقية: إذ بحسب إحدى التقديرات فإنه يحتاج الى 5 جيجا طن من الأوليفين في الشواطئ بصورة سنوية لكي توازن نسبة 30% من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في جميع أنحاء العالم (بافتراض أن معدلات الانبعاثات هي ذات المعدلات في عام 1990؛ S. J. T. Hangx & C. J. Spiers *Int. J. Green-house Gas Contr.* **3**, 757-767; 2009).

في هذا الاجتماع غير الرسمي، ناقش حوالى 20 خبيرًا من المختصين في مجال التجوية المعززة الأبحاث الحديثة في المجال، وحاولوا أن يلخصوا وينسقوا للأعمال المستقبلية، بالاتفاق على توحيد مقاييس التجارب، على سبيل المثال. لم تكن هناك أجندات منظمة حتى الآن لهذا المجال الناشئ، حسب قول منظم الاجتماع جينس هيرتمان، الذي يعمل على دراسة الدورات الجيولوجية وامتصاص الكربون في جامعة هامبورج في ألمانيا. «لقد كان هذا اللقاء إيجابيًّا للغاية، إذ نعرف الآن أننا مجتمع واحد».

«لدينا الكثير من النتائج الجيدة والواعدة، إلا أنه ما زال هناك الكثير من الأمور المجهولة».

يشير هارتمان إلى أن البشر استغلوا تجربة الصخور لعقود مضت، عن طريق نشر المعادن، مثل الأوليفين والبيروكسينات والسربنتينات التي استخدمت كمخصبات. «والسؤال المثار الآن هو: هل بالإمكان تحسين هذه العملية الى الحد الأقصى، وهل من الممكن أن نقوم بها في المناطق التي لم تستخدم فيها بعد؟» حسب قوله.

وكما هو الحال عند استخدامه كمخصب، يجب سحق الأوليفين، بحيث يتحول الى حبيبات دقيقة من أجل تعريضه للكربون لأقصى درجة. ويقترح أولاف شويلينج الجيوكيميائي الذي يعمل في جامعة أوتريخت في هولندا، والذي يعد مدافعًا متحمسًا عن التجوية المعززة، نشر حبيبات الأوليفين الخشنة في الشواطئ ذات الأمواج العاتية. حيث يقول: «هناك تتطاير الحبيبات وسط الأمواج والرزاز وتتصادم، وتكشط بعضها البعض، وتنتج بسرعة فائقة الكثير من شظايا الأوليفين الدقيقة التي تتم تجويتها بسرعة».

ومع ذلك.. يتوفر قليل من الأدلة على المعدلات العملية للتجوية التي يجب توقعها إذا ما تم تعدين كميات ضخمة من الأوليفين أو من الصخور الأخرى ثم تم نشرها في الحقول أو رميها في البحر. ويعني ذلك بدوره، أنه من غير الواضح مقدار الكميات التي نحتاج إليها لتخفيف انبعاثات الكربون بدرجة كبيرة، أو الفترة الزمنية التي تحتاجها الصخور، لكي تقوم بمهمتها، أو معرفة ما إذا كانت هذه المقاربة فعالة من حيث التكلفة والطاقة، أم لا.

ومن الناحية النظرية، يمكن لكيلوجرام واحد من الأوليفين أن ينحي كيلوجرامًا من ثاني أكسيد الكربون، إلا أن معدل هذا الامتصاص يمكن أن يكون بطيئًا جدًّا. كما أن الفعالية الحقيقية لعملية الامتصاص سوف تقل بكثير عن نسبة 100%، بسبب الطاقة المستخدمة-والانبعاثات المنطلقة- من سحق ونقل الصخور. وفي بعض الحالات، يمكن أن تنتج هذه العملية مقدارًا من الكربون يفوق الكميات التي تمت تنحيتها.

يحاول فرانسيسك مونتسرات، المتخصص في بيئة القيعان البحرية في المعهد الهولندي الملكي لأبحاث البحر في يبرسك، أن يحدد القيم الكمية ذات الصلة بهذه العملية. ويستخدم أحواضًا صغيرة لقياس تجوية الأوليفين تحت ظروف متعددة- يشمل ذلك تأثير الديدان التي تعيش في الرسوبيات الرملية وتتغذي بها. وسوف تختبر تجارب مونتسرات الفكرة القائلة بأنه حينما تأكل هذه الديدان حبيبات ضئيلة من الأوليفين فإنها تساعد في تفكيك القشرة التي يمكن أن تتكون على سطح الأوليفين، الشيء الذي يبطئ من أثر التجوية.

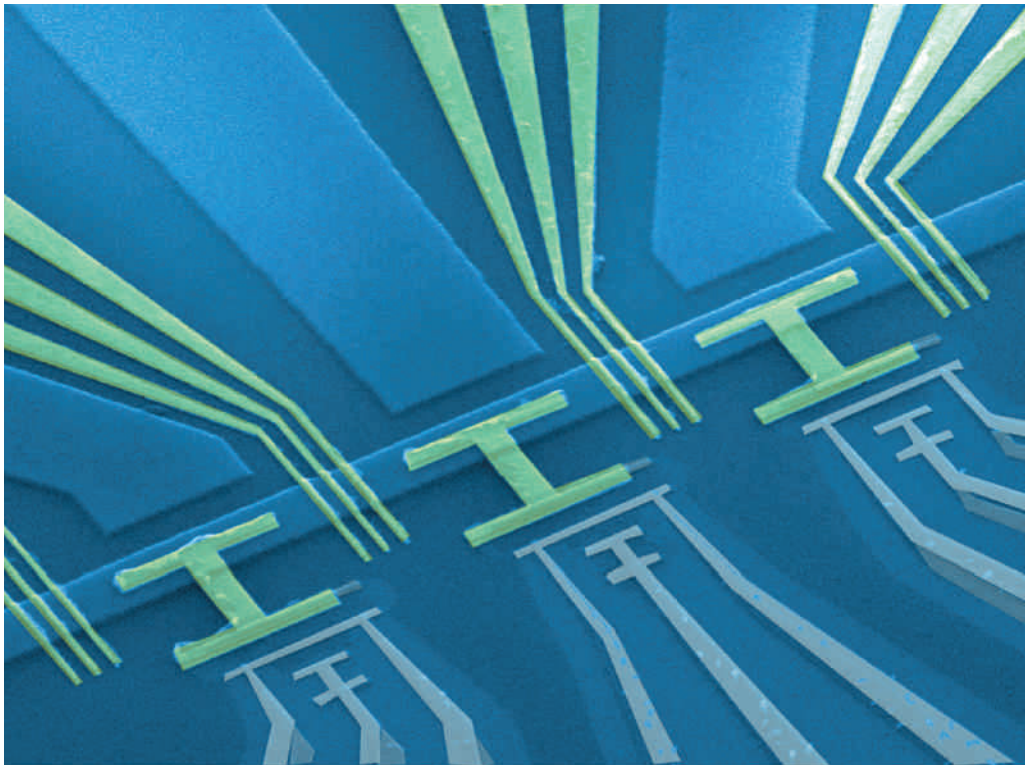
«تحتاج لأن يكون لديك أرقام مقنعة، لكي تذهب إلى السلطات وتخبرهم بأنه من الممكن لهم أن يجربوا هذه الطريقة بأمان» حسب قوله. «لدينا الكثير من النتائج الجيدة والواعدة، إلا أنه ما زال هناك الكثير من الأمور المجهولة».

والمدافعون عن طريقة الهندسة الجيولوجية هذه يعترفون بأن التجوية المعززة على نطاق واسع لا تخلو من المخاطر. ويمكن للأوليفين أن يحتوي على معادن ثقيلة سامة مثل النيكل تتراكم في البيئة. كما أن طحن الصخور سوف ينتج الغبار، الذي قد يكون ضارًّا بصحة البشر. وفضلًا عن أن وضع الأوليفين في البحر يمكنه أنه يغير من الأس الهيدروجيني للماء، الأمر الذي يساعد على مكافحة تحميض المحيط الذي تسبب فيه تغير المناخ، إلا أنه قد يتسبب أيضًا في إلحاق الأذى بالكائنات الحية البحرية، عن طريق تغيير بيئتها.

يدرس فيل رينفورث امتصاص الكربون والمعادن في جامعة أكسفورد في المملكة المتحدة، كما أنه كان أحد الحاضرين لاجتماع هامبورج. ويقول فيل إنه توجد حاجة ماسة إلى إجراء المزيد من البحوث على التجوية المعززة، لأن الانبعاثات الكربونية سوف تستمر في الارتفاع على الأرجح، حيث إن التركيز في الوقت الحالي ينصب على التعامل مع الانبعاثات عن طريق جلبها من محطات الطاقة وتخزينها تحت الأرض. ويتابع بقوله: «نحن نضع كل البيض في سلة واحدة، إذا ما نظرنا إلى طريقة واحدة فقط. هناك حاجة حقيقية إلى تنويع قائمة المشروعات». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



صورة من المجهر الإلكتروني الماسح لجهاز شبه موصِّل قادر على قياس تدفق الإلكترونات الفردية.

علم القياس

تعريـف جديد دقيـق لوحـدة الأمبيـر

تعقُّب مسار إلكترون مفرد؛ لتعديل وحدة قياس دولية أساسية.

يوجيني صامويل رايش

PTB

استطاع الفيزيائيون تعقب الإلكترونات، واحدًا تلو الآخر أثناء عبورها خلال رقائق أشباه الموصِّلات، في تجربة ستوفر على الأقل تعريفًا دقيقًا لوحدة قياس التيار الكهربي الأمبير.

يتم تعريف الأمبير في الوقت الحالي على أنه كمية الشحنة المتدفقة في الثانية الواحدة في سلكين غير متناهيي الطول، تفصل بينهما مسافة متر واحد، على نحو يجذب السلكان به بعضهما بقوة 7-2X10 نيوتن لكل متر طول. هذا التعريف الذي اعتُمد عام 1948 بناءً على تجربة افتراضية يمكن في أحسن الأحوال محاكاتها تقريبًا في المختبر هو تعريف غير دقيق، وهو تعريف لا يقل إرباكًا عن تعريف وحدة الكيلو جرام، التي تعتمد على التغير في كتلة أسطوانة من البلاتين والإيريديوم عمرها 125 عامًا محفوظة في «المكتب الدولي للأوزان والمقاييس» BIPM بباريس.

النهج الجديد المطروح في بحث منشور[1] على أرشيف مسودات البحوث العلمية arXiv بتاريخ 19 ديسمبر 2013 يعيد تعريف الأمبير على أساس الثابت e، وهو ثابت فيزيائي يمثل شحنة الإلكترون.

وقد بحث علماء القياس طويلًا عن مثل هذا التعريف الدقيق. يقول ستيفن جيبلن، الفيزيائي بمعمل الفيزياء القومي بتيدينتون ببريطانيا: «محاولة القيام بهذا الأمر تمثل تحديًا هائلًا. وهذا البحث في غاية الأهمية بالفعل».

سوف تلقى تلك النتيجة استحسانًا في اجتماع المؤتمر العام «للمكتب الدولي للأوزان والمقاييس» في شهر نوفمبر من هذا العام، حيث يناقش علماء القياس أطروحة لإعادة تعريف وحدات الأمبير والكيلوجرام ووحدتين أخريين قياسيتين، وهما: المول، والكلفن، اعتمادًا على الثوابت الفيزيائية e، وثابت بلانك، وثابت أفوجادرو وثابت بولتزمان.

وقد تم بالفعل إعادة تعريف وحدتين أخريين من الوحدات القياسية، وهما: المتر، والثانية، اعتمادًا على ثابتان هما سرعة الضوء والتردد الذي تنتقل به إلكترونات ذرات السيزيوم بين مستويات الطاقة.

في تجربة الأمبير[1]، قام الفيزيائي هانز شوماخر وزملاؤه من «المعهد الاتحادي للفيزياء والشؤون التقنية» PTB في براونشويج بألمانيا، باستخدام مضخة الإلكترون الواحد، وهو جهاز تدفع فيه نبضات الجهد الكهربي الإلكترونات واحدة تلو الأخرى لعبور حواجز طبقًا لميكانيكا الكمّ. تتبع الباحثون مسارات الإلكترونات الفردية عن طريق الكشف عن التغييرات في الشحنة الكهربائية المخزنة في نقاط بين الحواجز. وكانت هناك مضخات الكترونات بدائية منذ عام 1990، لكن هذه هي المرة الأولى التي يتم فيها قياس التغيرات في الشحنات مع كل قفزة للإكترون.

«من المستحيل التنبؤ بالطريقة التى سوف يُكتب لها النجاح».

قامت المضخة بنقل بضع عشرات من الإلكترونات فقط في الثانية، ببطء كافٍ يسمح بدقة القياس، وبالتالي يقدم دليلًا على مبدأ إعادة تعريف الأمبير، لكن هذه ليست سوى الخطوة الأولى، حيث إن التصميم لن يكون عمليًّا لمعايرة أجهزة قياس التيار الكهربي، التي تحتاج لتشغيلها تيارات عالية. ولما كان الهدف النهائي هو الإتيان بمنهاج لتجربة معيارية يمكن تكرارها في أي مختبر لمعايرة قياسات التيار الكهربي بدقة، فإن التحدي الآن هو كيفية الجمع بين طريقة شوماخر، ومضخة تيار عال.

قام جيبلن بتجربه رائدة في عام 2012 على مضخة إلكترون واحد من أشباه الموصلات، تنقل حوالي مليار إلكترون في الثانية (المرجع 2)، ولكنه لم يتمكن من تتبع الإلكترونات واحدًا تلو الآخر. هناك أنواع أخرى من المضخات تشمل البوابات، التي تنتقل فيها الإلكترونات بين أسلاك فائقة التوصيل وتقاطعات نفقيّة، تعبر فيها الإلكترونات بين جزر من الألومنيوم محاطة بطبقات عازلة من الأكسيد. وتلك المضخات يجب أن تعمل أيضًا عند تيارات كهربية منخفضة نسبيًّا، حتي يمكن تتبع الإلكترونات المنفردة.

يقول جوكا بيكولا، وهو فيزيائي في جامعة ألتو في إسبو بفنلندا، وراجع طرق إعادة تعريف الأمبير في عام 2013 (المرجع 3): «من المستحيل التنبؤ بالطريقة التي سيُكتب لها النجاح» .

ورغم ذلك.. فوحدة الأمبير جاهزة لاجتماع نوفمبر كما هو الحال بالنسبة إلى وحدة الكلفن. يقول فرانسوا بيكمال، الفيزيائي في المختبر القومي للقياسات والاختبارات بباريس: «لقد تم قياس شحنة الإلكترون وثابت بلانك بدقة، ولذا.. فالوحدتان جاهزتان اليوم لإعادة تعريفهما».

قد يتم إرجاء الموضوع حتى اجتماع المؤتمر العام «للمكتب الدولي للأوزان والمقاييس» في 2018. فالوحدات الأربع متداخلة مع بعضها، ولذا.. يجري التخطيط لإعادة تعريفها جميعا في آن واحد، أما وحدة الكيلوجرام، فتسبب إشكالية، حيث إن هناك نهجين متنافسين لإعادة تعريفها: ميزان واط الذي تتزن فيه كتلة معيارية ضد الجاذبية الأرضية، اعتمادًا علي القدرة الكهربية، وطريقة الإحصاء الدقيق لعدد الذرات في كرة من السيليكون. ويعطي النهجان إجابات مختلفة قليلًا. يقول بيكمال إنه يجب التوفيق بين النُّهُج المختلفة قبل إعادة تعريف الوحدات. ■

1. Fricke, L. *et al*. Preprint at http://arxiv.org/abs/1312.5669 (2013).
2. Giblin, S. P. *et al*. *Nature Commun.* **3,** 930 (2012).
3. Pekola, J. P. *et al*. *Rev. Mod. Phys.* **85,** 1421–1472 (2013).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

MAXIMILIAN BRICE/CERN

تقع أبحاث فيزياء الجسيمات في مركز حملة عالمية من أجل النشر بنظام الوصول المفتوح.

النشر

الوصول المفتوح إلى الأوراق البحثية في مجال فيزياء الجسيمات

تصاعُد حدة التوتر مع انطلاق مبادرة الوصول المفتوح، بدون الدورية الرائدة في هذا المجال.

ريتشارد فان نوردن

شهد شهر يناير الماضي إطلاق المبادرة الأوسع نطاقًا من بين مبادرات الوصول المفتوح التي دشنت على الإطلاق: وهي جهد دولي يرمي إلى تحويل مجال فيزياء الجسيمات بالكامل إلى النشر بنظام الوصول المفتوح.

وتلك المبادرة؛ التي نظمها مختبر سيرن، مختبر فيزياء الطاقة العالية الأوروبي بالقرب من جنيف بسويسرا، لم تحقق حلمها حتى الآن، فهي حاليًا تغطي فقط ما يزيد قليلًا عن نصف الأوراق البحثية التي تُنشر في مجال فيزياء الجسيمات.

وقد تم تقليص نطاق المشروع في فصل الصيف، حينما انسحبت أكبر دورية في هذا المجال، وهي «فيزيكال ريفيو دي» *Physical Review D* ، على الرغم من أن ناشرها، «الجمعية الفيزيائية الأمريكية» APS، قد وافق على نشر الأوراق البحثية المتعلقة بالتجارب التي يتم إجراؤها في مصادم الهادرون الكبير بمختبر سيرن، وذلك بناءً على نظام الوصول المفتوح، بدون فرض رسوم على المؤلف.

مع انطلاق إشارة البدء، فإن عددًا من المكتبات الأمريكية بما فيها تلك التابعة لجامعة ستانفورد في كاليفورنيا وجامعة ييل في نيوهيفن، كونيتيكت، قد رفضت المشاركة. ويرغب روبرت شوارزوالدر، مساعد أمين مكتبات ستانفورد للعلوم والهندسة، في رؤية الأبحاث متاح الوصول إليها، لكنه ليس متيقنًا مما إذا كانت هناك حاجة إلى مبادرة مختبر سيرن، بالنظر إلى أن إصدارات من كل مقالات فيزياء الطاقة العالية تقريبًا تُعرض مجانًا على شبكة الإنترنت عبر خادم ما قبل الطباعة arXiv ومخزن INSPIRE-HEP. هذا.. ولم تعاود جامعة ييل الاتصال بدورية «نيتشر».

من خلال هذا الإطار العالمي لتلك المبادرة، المسماة «اتحاد الرعاة للنشر بنظام الوصول المفتوح في فيزياء الجسيمات» المعروف اختصارًا «سكوب3» SCOAP3، فإن على المكتبات إما أن تدفع رسوم اشتراك مخفضة إلى الدوريات المشاركة، أو تتوقف عن الدفع لهم تمامًا. وتدخل المبالغ النقدية التي تم توفيرها في صندوق «سكوب3» المركزي، لتستخدم في السداد للناشرين مقدمًا من أجل نشر المقالات بنظام الوصول المفتوح.

«إن المقدرة على تحويل أربع من بين خمس دوريات كبيرة إلى النشر بنظام الوصول المفتوح تُعد نتيجة رائعة».

وبدلًا من إتاحة الوصول إلى المقالات في حالة دفع الرسوم فقط، سوف يجعلها الناشرون متاحة مباشرة على المواقع الخاصة بهم، بحقوق سخية لإعادة استخدامها. وسيحتفظ المؤلفون بحقوق التأليف، إلا أن المكتبات بذلك لن توفر أموالًا بالضرورة، ذلك أن متوسط رسوم نشر ورقة بحثية واحدة ـ 1,150 يورو (ما يعادل 1,570 دولارًا أمريكيًا) ـ قد تم تحديده بالتقريب كي يكافئ أرباح الناشرين من الاشتراكات المفقودة، بيد أنه في غضون ثلاث سنوات، يمكن إعادة التفاوض بشأن تلك العقود، ومن ثم فإن رسوم الوصول المفتوح قد تنخفض.

لقد كان مشروع «سكوب3» مُصمَّمًا بحيث يتم تحويل الدوريات إلى نظام الوصول المفتوح بدون عرقلة ترتيبات تمويل الباحثين، بحيث يصبح العلماء غير مضطرين إلى دفع رسوم من المنح البحثية الخاصة بهم. في عام 2012، وبعد أكثر من 6 سنوات من المباحثات مع أكثر من ألف مكتبة واتحاد للمكتبات ومؤسسة بحثية في 25 بلدًا، وقّعَت 12 دورية بحثية على المشروع. وافقت ست منها على التحويل بالكامل إلى نماذج الوصول المفتوح، أما الست الأخرى فقد وافقت على نشر مقالات فيزياء الجسيمات بطريقة الوصول المفتوح. لقد كانت تلك «المحاولة الأكثر منهجية لتحويل كل الدوريات المتخصصة في مجال معين إلى نظام الوصول المفتوح»، كما يقول بيتر سبر، مدير مشروع هارفارد للوصول المفتوح في كمبريدج، ماساتشوستس.

بعد ذلك، في يونيو 2013، أعلنت «الجمعية الفيزيائية الأمريكية» عن انسحابها من المشروع، مصطحبة معها دوريتين بما فيهما دورية «فيزيكال ريفيو دي» التي تنشر أكثر من 3000 مقالة في الفيزياء عالية الطاقة سنويًا مُبقية عليها متاحة لدي دفع الرسوم، بالرغم من أنها أيضًا تسمح للمؤلفين بالدفع لجعل المقالات الفردية متاح الوصول إليها. تقول «الجمعية الفيزيائية الأمريكية» أنها ملتزمة بـ«الوصول المفتوح المستدام»، وتشير إلى سماحها للمؤلفين بنشر المخطوط النهائي من الأوراق البحثية المنشورة لديها على المواقع الخاص بها. إلا أن الجمعية كانت ترغب في الحفاظ على «استقرارها المالي على المدى الطويل» كما ذكرت. «إن المعلومات المتاحة لدينا لم تبدد مخاوفنا منذ فترة طويلة بشأن استقرار مشروع «سكوب3» وعن مخاطر انضمام دورية «فيزيكال ريفيو دي»، حسبما يقول جوزيف سيرين، أمين صندوق وناشر لدى «الجمعية الفيزيائية الأمريكية» في كوليدج بارك، ميريلاند. يقول سلفاتوري ميلي؛ الذي يرأس مشروع «سكوب3» من داخل مختبر سيرن، أنه يأسف على قرار «الجمعية الفيزيائية الأمريكية» الذي أثار تأزمًا طفيفًا. ومازال مختبر سيرن يفكر بشأن تطبيق سياسة الوصول المفتوح لأبحاثه، لكنه قال أيضًا أنه لن يدفع رسوم الوصول المفتوح للدوريات المنسحبة أو تلك التي بقيت خارج منهجية مشروع «سكوب3». تقول «الجمعية الفيزيائية الأمريكية» ـ بخلاف الأوراق البحثية المرتبطة بمصادم الهادرون الكبير ـ فإنها لن تتنازل عن رسوم الوصول المفتوح عن مختبر سيرن، ومن ثم فإن الأمر متروك للمؤلفين الفرديين للعثور على الأموال.

يشعر شوارزوالدر بالقلق أيضًا إزاء صلاحية هذا المشروع على المدى الطويل. ويقول إن الخطر يكمن في أن المكتبات قد تميل إلى النكوص عن تعهداتها من أجل توفير الأموال، لأنه ستكون لديهم إمكانية الوصول إلى الأوراق البحثية سواء دفعوا، أم لم يدفعوا، فالمكتبات التي لم تشارك بالدفع في مشروع «سكوب3» المقدر بـ5 مليون يورو، سوف تنتفع بدورها على حساب الذين دفعوا، وذلك من شأنه أن يجعل النشر من خلال مشروع «سكوب3» غير مستدام سريعًا من الناحية الاقتصادية. ومع ذلك.. حسب قول شوارزوالد، فإن جامعة ستانفورد تعيد النظر حاليًا في قرارها.

وعلى الرغم من كل مشكلات البدء، يعتبر ميلي أن «سكوب3» مشروع ناجح. فقد خلق مجتمعًا عالميًا من الوكالات والمكتبات المُموِّلة التي تؤمن بأنه من الممكن تحويل رسوم الاشتراك إلى رسوم للوصول المفتوح. «إن المقدرة على تحويل أربع من بين خمس دوريات كبيرة إلى النشر بنظام الوصول المفتوح ـ الذي كان يعتبر مستحيلًا ـ تُعدّ نتيجة رائعة». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

MOHAMED NURELDIN ABDALLAH/MÉDECINS SANS FRONTIÈRES/REUTERS/CORBIS

الطفح الجلدي لدى هذه المرأة من أعراض كالازار، مرض طُفيلي ينتشر إثر تلقي لسعات من ذُبابة الرّمل في المناطق المدارية.

مُستحضرات دوائيّة

مشروعات لمواجهة الأمراض المُهمَلة

إلّا أنّها لا تنجز الكثير للتأثير على عملية تطوير الأدوية.

إريكا تشيك هايدن

يُصيب (كالازار)، أو الحمّى السوداء ـ المرض الطُفيلي الأوسع انتشارًا بعد الملاريا ـ مئات الآلاف من الناس الأكثر فقرًا في دول العالم المدارية، كالهند، والبرازيل، والسودان. وينتشر هذا المرض عند تلقي لسعات من ذُبابة الرّمل، وتتوفّر الأدوية لمكافحته، إلّا أنها أدوية باهظة الثمن، مُزعجة وأحيانًا مصحوبة بآثار جانبية سامّة.

تم إهمال النّشاط التّجاري الموجّه لإيجاد أدوية أفضل لمداواة مرض كالازار، إذ تدّعي شركات الأدوية أنّ المستهلكين الفقراء غير قادرين على تحمّل أعباء التّكاليف الباهِظة اللازمة لاسترداد تكاليف تطوير هذه الأدوية. ويقول النُقاد إن تَبَنّي مُراجعين من منظمة الصحة العالمية، في شهر ديسمبر الماضي، لثمانية عُروض لكسر الجمود حول مرض كالازار، بالإضافة إلى عدد من الأمراض المهملة الأخرى، بمثابة مهمة نبيلة، لكنها في الوقت ذاته معضلة تفتقر إلى الحل. ويرى النّقاد أنّ هذه المقاييس لن تجدي كثيرًا لإيجاد حل للمشكلة الأوسع، ألا وهي الفرق في الإنفاق على الأبحاث والتطوير بين أمراض الأغنياء وأمراض الفقراء.

يصبو العرض الذي يرمي إلى مكافحة مرض كالازار (يُعرف أيضًا بداء اللّشمانيّات الحشوي visceral leishmaniasis- VL) إلى ضم فِرق عمل، ناشطة فعليًّا في العمل على إيجاد أدوية لهذا المرض، في إطار منظمة واحدة، هي 'المبادرة العالمية للبحث والتطوير وسهولة الوصول لأدوية داء اللشمانيّات الحشوي VL Global R&D & Access Initiative. قد يبحث هذا العرض في تطوير أدوية فموية ثابتة، لا يتطلب حفظها التخزين المبرَّد، أو حقنها داخل الوريد. هذا.. وقد تم تدارس الخطة غير الربحية في اجتماع المجلس التّنفيذي لمنظمة الصحة العالمية في 20-25 يناير الماضي في مقر منظمة الصحة العالمية في جنيف، سويسرا، إلا أنّ النّقاد انزعجوا لإهمال الأفكار المبتكرة والجديدة التي تتطلب مزيدًا من المخاطرة، والتي كان بإمكانها المساعدة في الفصل بين تكلفة تطوير الدّواء وبين أسعارها (للمستهلك)، لصالح العروض الثمانية التي تم ترشيحها، والتي يُظن أن لها قابلية للتطبيق، نظراً إلى أنّها ستقوم على جهود قائمة بالفعل، وتُركّز على أمراض معيّنة. يقول نيلز دولير، سكرتير مساعد الشؤون الخارجية لوزارة الصحة والخدمات الإنسانية الأمريكية: «إنّ العُروض التي تمّ تقديمها لم تكن قوية بالقدر الذي كنا نأمله، بحيث تساعدنا على تمييز مسارات بديلة لمسارات الأبحاث والتطوير التقليدية عبر القنوات التجارية». ويضيف: «لقد كان ذلك، صراحةً، مخيّبًا للآمال».

كردّ على هذا النّقد، طلبت منظمة الصحة العالمية من واضعي هذه العروض الثمانية ـ التي تُركّز خمسة منها على تطوير لُقاحات أو أدوية لمجموعة محددة من الأمراض المهملة، واحد على تشخيص الحمى واثنان على الأبحاث الأساسية ـ أن يقدموا شروحًا تفصّل كيف سيقومون باختبار أساليب تمويل هذا العمل خلال شهر يناير الماضي، إذ ستساعد شروحاتهم المجلس التنفيذي لأخذ قرار بتبني أيٍّ من هذه المشروعات. وعندها، سيُطلب من الدُول في اجتماع الجمعية العام لمنظمة الصحة العالمية في جنيف في مايو المقبل، تخصيص اموال لتنفيذها.

هذه المشروعات هي جزء من محاولة لإنقاذ جهود استمرت عقدًا من الزمن لإنشاء آليات جديدة لتمويل مكافحة الأمراض المهملة. بالرّغم من الحملات التي تقوم بها منظمات المناصرة مثل «مبادرة أدوية للأمراض المهملة» في جنيف، والتّبرعات الضخمة التي تقدمها مجموعات، مثل مؤسسة «بل ومليندا جيتس» من سياتل، واشنطن، ما زال تطوير الأدوية مركّزًا بشكل غير متناسب على الأمراض التي تُصيب الأغنياء، كأمراض القلب والسرطان.

وقد فشلت الدول، خلال العقد الأخير، ثلاث مرات في التّوصُّل إلى توقيع معاهدات تلزمها ببذل الأموال اللازمة لتطوير أدوية مخصصة للأمراض المُهملة، حيث فشلت المحاولة الأخيرة في نوفمبر 2012، وعوضًا عنها اتفق الدّبلوماسيون على دعم سلسلة مشروعات استدلالية قد تساعد في اختبار آليات جديدة للتمويل، وسوف تتم مراجعتها في عام 2016، إلّا أنَّ النّقاد قلقون بشأن عدم أهلية المشروعات التجريبية الثمانية المُختارة على اختبار طرق جديدة للتمويل، ولأنّ المشروعات الأخرى المبتكرة تم تنحيتها جانبًا. فقد تم رفض أحد المشروعات، في شهر ديسمبر الماضي، الذي اعتمد على استخدام أداتين – دفعات مالية مؤسسة، وتجميع لبراءات الاختراع- للحثّ على تطوير أدوية السلّ، إذ بإمكان الدّفعات المالية المؤسسة إنجاز نجاحات في المرحلة المبكّرة لأدوية محتملة، مثل التوصّل إلى دليل فعاليتها في علاج الجسم البشري. ثم بمقدور متلقيّ الدّفعات وضع الملكية الفكرية لهذه الأدوية المُحتملة في تجمع لبراءات الاختراع. ومن ثمَّ بإمكان مُطوِّري هذه الأدوية ترخيص هذه البراءات بتكلفة منخفضة مع الموافقة على إضافة المزيد من البراءات في التجمع. ومن المشروعات الأخرى التي تمّ رفضها، مشروع يقوم على فرض ضرائب على استخدام المضادات الحيوية لتمويل تطوير الأدوية المضادة للبكتيريا.

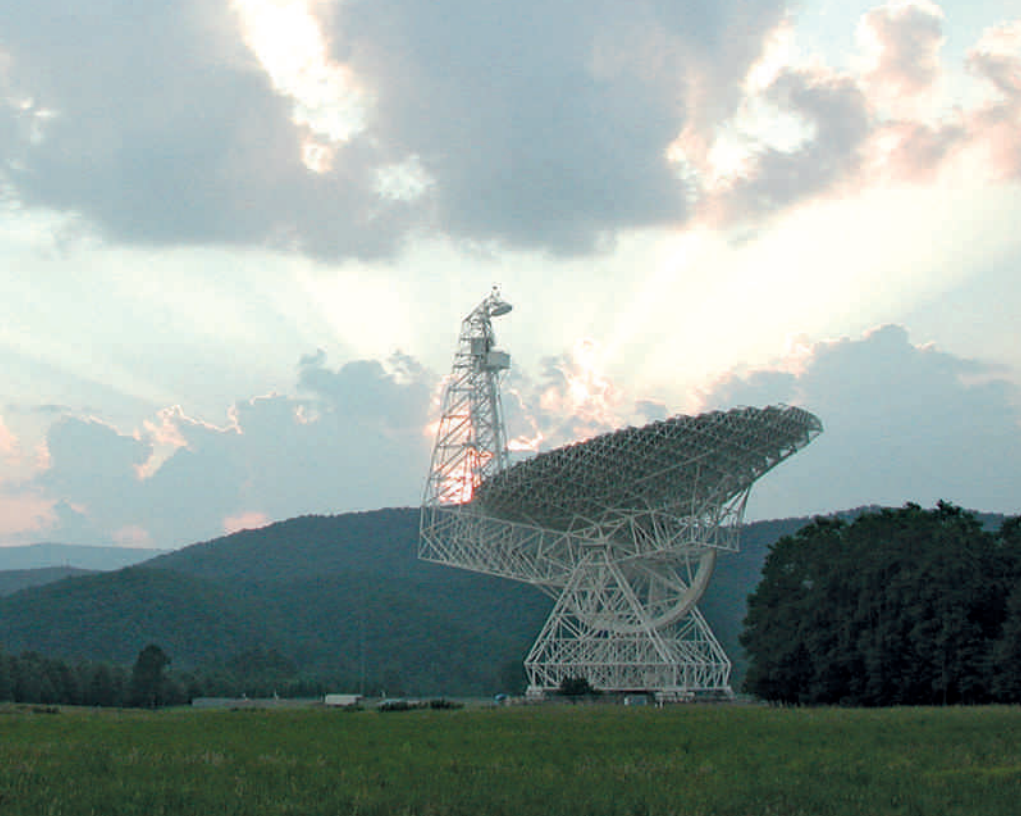
لقد طُلب من المُراجعين في مداولاتهم ترتيب المشروعات من حيث تأثيرها على الصحة العامة وكفاءتها العلمية، قبل مواصفاتها الابداعيّة. يقول بعض المدافعين المعنيين بالأمراض المُهملة إنّه لا بد من عكس ترتيب هذه الأفضليات في ترتيب المشروعات. والآن، بعد إقصاء أكثر المشروعات ابتكارية، تقول كاتي أذرساتش، مستشارة للأدوية ميسورة التكلفة لدى منظمة «أطباء بلا حدود» ـ غير الهادفة إلى الربح ـ في جنيف: «لن نصل إلى مبتغانا في عامين، حيث بإمكاننا تقييم جدوى أسلوب مختلف تمامًا للبحث والتطوير».

قد يكون من الصعب تسديد الأموال اللازمة لتنفيذ هذه المشروعات بالطريقة التقليدية عبر جمع دعم مباشر من الشعوب المانحة، إذ ينصح أحد التقارير الصادرة عن منظمة الصحة العالمية في عام 2012 بأنْ تنفق كافّة الدول ما حجمه 0.01% من الناتج المحلي الإجمالي السنوي على الأمراض المُهملة، وهو ما قد يضاعف الإنفاق على هذه الأمراض لتصل إلى 6 مليارات دولار سنويًّا، لكن في الوقت الحالي نجد أن الولايات المُتحدة الأمريكية هي الدولة الوحيدة التي تلتزم بهذا المَطْلَب، دون أن تزيد أيّ من الدول الاقتصادية الصاعدة ـ كالصين، والبرازيل، والهند ـ من إنفاقها على هذه الأمراض.

بعد اعتماد منظمة الصحة العالمية بعض هذه المشروعات الثمانية في شهر يناير الماضي، سيكون هذا وقتًا حاسمًا لرؤية ما إذا كانت الشعوب ستقوم بتسديد الأموال اللازمة لتنفيذها، أم لا، حسب اعتقاد جون-أرني روتينجين، الباحث في مجال الصحة العامة العالمية من بوسطن، ماساتشوستس، إذ يقول: «سيكون هذا الاختبار الأول لمعرفة ما إذا كانت الدول على استعداد لوضع أموالها على الطاولة، أم لا». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



تلسكوب جرين بانك في وست فرجينيا بحاجة إلى شركاء لدفع نصف تكاليف تشغيله، البالغة 8 ملايين دولار.

علم الفلك

جهـود أمريكية لمواجهة التخلُّص من بعض التليسكوبات

يبحث المرصد الراديوي في وست فرجينيا عن شركاء يسهمون في دفع التكلفة؛ لحمايته من الإغلاق من قِبَل الهيئة القومية للعلوم.

أليكساندرا فايتسيه

بدأ عالِم الفلك دي جي بيسانو بنشر بعض الأخبار الجيدة في ديسمبر 2013. فقد أفصح هو وزملاؤه في جامعة وِست فيرجينيا في مورجانتاون عن منحة مقدارها 500,000 دولار أمريكي من «المؤسسة الوطنية للعلوم» NSF. وسوف يُمكِّن هذا المبلغ فريقه من بناء كاشف شبيه بالهوائي لتسريع الأرصاد السماوية بتليسكوب «جرين بانك» GBT، أي الصحن الراديوي القريب الذي يبلغ عرضه 110 أمتار، وهو أكبر تليسكوب راديوي قابل للتوجيه في العالم، لكنْ ثمة مشكلة واحدة فقط. ففي حين أن تمويل «المؤسسة الوطنية للعلوم» يهدف إلى تحسين التليسكوب، فإن الهيئة تحاول التخلُّص منه.

تتحرَّى «المؤسسة الوطنية للعلوم» إغلاق تليسكوب «جرين بانك» وتسعة تليسكوبات أخرى تقوم بتشغيلها متبعة في ذلك تقرير صدر في عام 2012 (انظر: *Nature* **488**, 440; 2012)، و(انظر: «أوان الإغلاق»). أما البديل، فهو البحث عن شركاء يسهمون في التكلفة. وقد دفعت جامعة وِست فيرجينيا فعلًا مليون دولار أمريكي لشراء وقت من تليسكوب «جرين بانك» لدعم قاعدة العلماء النامية لديها. وهذه إشارة أولى إلى ما يمكن أن يكون عليه مستقبل تلك التليسكوبات المنبوذة.

إن تحقيق مثل تلك المشاركات شديد الصعوبة. وقد أعلنت «المؤسسة الوطنية للعلوم» في ديسمبر 2013 أنها ليست قريبة من اتخاذ أي قرارات دائمة، وذلك نتيجة لبطء المناقشات والمراجعات البيئية المعقدة اللازمة لإغلاق المرافق الوطنية. وهذا يترك مستقبل التليسكوبات في حالة معلقة، ويضع المستقبل المهني لفلكيين ـ من أمثال بيسانو ـ في حالة مقلقة. «من الواضح أننا منزعجون من ذلك، وحائرون إلى حد ما»، حسبما يقول بيسانو.

وفيما يخص «المؤسسة الوطنية للعلوم»، ثمة بعض الإصرار على الاستعاضة عن القديم بالجديد. فبإزالة التليسكوبات القديمة، يمكن للهيئة أن تحرِّر ما يصل إلى نحو 10% من ميزانية علم الفلك لديها، التي تساوي 233 مليون دولار، وهذا يمكن أن يُتيح مزيدًا من المال للمِنَح البحثية. وأهم من ذلك.. أنها يمكن أن توفِّر أموالًا لتليسكوبات مستقبلية، مثل تليسكوب «المسح الكبير الواسع الأفق» Large Synoptic Survey Telescope الذي يُخطِّط الفلكيون للبدء ببنائه في تشيلي هذا العام (انظر: *Nature* **505**, 461–462; 2014). يقول جيمس ألفِستِد الذي يرأس قسم الفلك لدى «المؤسسة الوطنية للعلوم»: «إن مهمتنا هي رعاية العلوم المتقدِّمة. وبميزانية محدودة.. لا يوجد ثمة ما يمكنك فعله دون أن تؤذي أحدًا».

من بين التليسكوبات المحتمل إغلاقها، يبقى تليسكوب «جرين بانك» صامدًا: لقد رأى الضوء أول مرة فقط في

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

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

NRAO/AUI/NSF

عام 2000، وما زال يُنتِج عِلمًا عالي الجودة. يقول أنتوني بيزلي، مدير «المرصد الفلكي الراديوي القومي» (NRAO) في تشارلوتسفيل بفرجينيا، الذي يُشغِّل ذلك المرفق: «إنه لمن المبكِّر جدًّا النظر في إغلاق هذا التليسكوب.. فلم يصل تليسكوب جرين بانك إلى أواسط العمر بعد».

صوت الصمت

يقع تليسكوب «جرين بانك» في جبال وِست فِرجينيا، بالقرب من قلب ما سمَّته الإدارة الاتحادية «المنطقة الهادئة راديويًّا»، حيث يُمنع البث الراديوي والإرسالات المشابهة، وعلى الزوار استعمال هواتف قديمة لإجراء مكالمات هاتفية مع خارج الوادي الريفي. فهذه المنطقة المعروفة بـ «مرصد جرين بانك» تُعتبر مثالية للرصد الفلكي الراديوي، وفي عام 1960، أجرى عالم الفلك فرانك دريك أول بحث عن كائنات ذكية خارج الكرة الأرضية باستعمال تليسكوب «هُوارْد تَتِل» Howard Tatel التابع للمرصد.

عندما اكتمل تليسكوب «جرين بانك» قبل 14 سنة، أصبح التليسكوب الأول في المرصد، إلا أنه استغرق بعض الوقت للبدء بالعمل بشكل فعّال. والسكة الدائرية التي يُوضع عليها الصحن البالغ وزنه 7,300 طن تدهورت بأسرع من المتوقع، ووجب استبدالها في عام 2007. وبعدئذٍ بقليل، وسَّع العلماء الحد الترددي العلوي لمجال رصد التليسكوب إلى 100 جيجا هرتز؛ ليصبح بإمكانه سبر الغاز الكثيف في المجرات والجزيئات بين النجمية.

يشتهر تليسكوب «جرين بانك» اليوم بمجاله العريض من أطوال الموجات، ووضوحه الزاوي الدقيق، ومقدرته على التوجُّه إلى 85% من مساحة السماء. ويستعمله بيسانو لرسم خرائط غاز الهيدروجين ضمن المجرات وفيما بينها (انظر S. A. Wolfe *et al*, *Nature* **497**, 224–226; 2013)، ويستعمله فلكيُّو النجوم النابضة لتوقيت ومضات الملِّي ثانية القادمة من النجوم النترونية ذات الحركة المغزلية. في يناير 2014، أعلن سكُتّ رانسوم، لدى المرصد الفلكي الراديوي القومي، اكتشاف نجم نابض ملِّي ثانية من هذا النوع يُرافقه نجمان قزمان أبيضان، وهذه منظومة ثلاثية نادرة يمكن أن تسمح للعلماء باختبار جانب معيَّن من نظرية النسبية العامة (انظر: S. M. Ransom *et al*. *Nature* **505**, 520–524; 2014).

رانسوم هو واحد من تجمُّع عالمي من الفلكيين الذين يأملون في أن يكونوا أول من يكتشف تفاوتات جرى البحث عنها طويلًا في الأمواج الثقالية عبر نسيج المكان والزمن، وذلك من خلال البحث عن تغيُّرات ضئيلة في معدل دوران النجوم النابضة. ويعتمد جزء أمريكا الشمالية من البحث على تليسكوب «جرين بانك»، وعلى تليسكوب «آرسيبو الراديوي» Arecibo ذي الـ 305 أمتار في بورتو ريكو. ويمتلك تليسكوب «آرسيبو» صحن أكبر من صحن تليسكوب «جرين بانك»، إلا أنه ثابت، ولذا.. يُرى جزءًا أصغر من السماء، ويُلاحق عددًا أقل من النجوم النابضة. « في رأيي، تليسكوب جرين بانك هو أفضل تليسكوب نجوم نابضة في العالم»، حسبما يقول رانسوم.

إلا أن «المؤسسة الوطنية للعلوم» تقول أنها لا تستطيع توفير الـ8 مليون دولار تقريبًا اللازمة سنويًّا لتشغيل تليسكوب «جرين بانك». وهي بحاجة إلى شركاء للإسهام بنصف التكلفة على الأقل، يقول ألفِستِد- وإلاّ فإن مدة الرصد بالتليسكوب يمكن أن تُختصر، أو يمكن إيقاف التليسكوب عن العمل أو حتى تفكيكه.

نظريًّا، يمكن لجامعة وِست فرجينيا أن تصبح شريكًا أساسيًّا في إدارة موقع تليسكوب «جرين بانك»، أو حتى أن تتولَّى تشغيله بنفسها. فيوجد في الولاية تأييد سياسي قوي لذلك من خلال السيناتورين الديموقراطيين جاي روكفِلَّر، وجو مانشين اللذين ساعدا على توجيه المليون دولار الخاص بالجامعة إلى تليسكوب «جرين بانك». وفي النهاية يمكن لمزيد من المال أن يكون قادمًا، إلا أن النقاشات مع «المؤسسة الوطنية للعلوم» ذات تأثير من حيث المبدأ، كما يقول الفيزيائي إيرل سكيمر، نائب الرئيس المشارك المؤقت للبحث لدى جامعة وِست فرجينيا. والجامعة تنتظر لمعرفة المنظمة التي سوف تتقدم لإدارة المرصد الفلكي الراديوي الوطني بعد انتهاء سريان مفعول الاتفاقية الحالية في عام 2015. ويُتوقَّع إعلان تلك المسابقة في الأشهر القادمة.

«إنه لمن المبكر جدًا النظر في إغلاق هذا التلسكوب»

وفيما يخص بيسانو، ليس ثمة ما يفعله سوى انتظار ما سوف يحصل. فمنذ انضمامه إلى جامعة وِست فرجينيا قبل خمس سنوات قادمًا من المرصد الفلكي الراديوي الوطني، أمضى في المتوسط 350 ساعة سنويًّا وهو يقوم بالرصد بواسطة تليسكوب جرين بانك. يقول بيسانو: «بعد القيام بعمل علمي عظيم بذلك التليسكوب، أكره رؤيته يرحل». ■

أوان الإغلاق

تبحث المؤسسة الوطنية الأمريكية للعلوم عن شركاء لتولّي حصة من تشغيل عَشر مجموعات من التليسكوبات (الأربعة الأولى هي الأقرب إلى الاستغناء عنها).

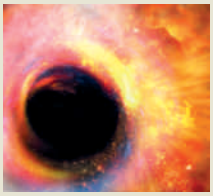
التليسكوب	الموقع
مرصد آرسيبو (راديوي)	بورتو ريكو
تليسكوب جرين بانك (راديوي)	وِست فرجينيا
المصفوفة القاعدية الطويلة جدًّا (راديوية)	10 مواقع عبر الولايات المتحدة
تليسكوب NOAO ذو الـ 2.1 متر (ضوئي)	أريزونا
تليسكوب Mayall ذو الـ 4 أمتار (ضوئي)	أريزونا
تليسكوب WIYN ذو الـ 3.5 متر (ضوئي)	أريزونا
تليسكوب McMath-Pierce الشمسي (ضوئي)	أريزونا
تليسكوب SOAR ذو الـ 4.1 متر (ضوئي وقريب من الأشعة تحت الحمراء)	تشيلي
تليسكوب Dunn الشمسي (شمسي)	نيومكسيكو
برنامج NSO المتكامل واسع الأفق (شمسي)	مواقع متعددة في شتى أنحاء العالم

NOAO: المرصد الفلكي الضوئي الوطني، NSO: المرصد الشمسي الوطني، SOAR: بحوث الفيزياء الفلكية الجنوبية، WIYN: ويسكنسن-إنديانا-ييل- المرصد الفلكي الضوئي الوطني.

المزيد أونلاين

VICTOR HABBICK VISIONS/SPL/GETTY

القصة الرئيسة



ستيفن هوكينج يُشكِّك في طبيعة الثقوب السوداء.
go.nature.com/iqdgti

مزيد من الأخبار

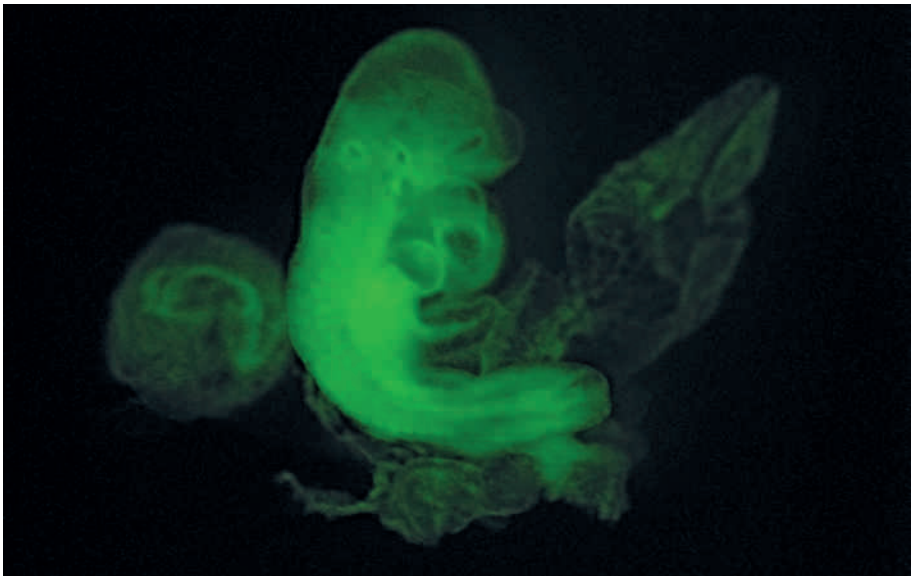
- تعقُّب جذور مرض ورم الكلاب الخبيث. go.nature.com/2raakm
- تعد قدرة عيون الجمبري السرعوف على تمييز الألوان عادية، مقارنة بتركيبها المعقد. go.nature.com/xxqtdw
- تطور قدرة السل المقاوم للعقاقير على الانقسام بشكل سريع. go.nature.com/i28ux5

بودكاست «نيتشر»

جينوم المجتمعات البدائية، إعادة برمجة الخلايا، وحيدات الأقطاب المغنطيسية في الذرات الباردة.
nature.com/nature/podcast

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



HARUKO OBOKATA

جنين فأر بعد حقنه بخلايا جذعية متعددة القدرات، منتجة عن طريق الإجهاد، مرتبط بها بروتين مستشع.

الطب التعويضي

الماء الحمضي يوفر طريقًا سهلًا للحصول على الخلايا الجذعية

الضغط على الخلايا، أو إغراقها فقط في وسط حمضي يمكن أن يدفعها إلى أن يعاد برمجتها إلى الحالة الجنينيّة.

ديفيد كيرانوسكي

في عام 2006، اكتشف باحثون يابانيون[1] طريقة للحصول على خلايا لها القدرة الجنينية على التحول تقريبًا إلى أي نوع من خلايا جسم الثدييات.. تلك المعروفة الآن باسم « الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات (iPS)». في الأبحاث المنشورة في العدد الصادر في 30 يناير 2014 من مجلة *Nature*[2,3]، الطبعة الإنجليزية، يعلن فريق آخر من الباحثين اليابانيين أنهم قد توصلوا إلى طريقة بسيطة للغاية - وهي متمثلة في تعريض الخلايا للإجهاد، ومقياس منخفض للأس الهيدروجيني- للحصول على خلايا أكثر مرونة من الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات بشكل أسرع وأكثر فاعلية.

«إنه شيء مدهش. لم يكن ليخطر ببالي مطلقًا أن يكون للإجهاد الخارجي مثل هذا التأثير»، حسبما يقول يوشيكي ساساي، الباحث في مجال الخلايا الجذعية بمركز رايكن للبيولوجيا التكوينية في كوب باليابان، والمؤلف المشارك لتلك الأبحاث الأخيرة. استغرقت هاروكو أوبوكاتا، باحثة الخلايا الجذعية صغيرة السن بالمركز نفسه، خمس سنوات لتطوير تلك الطريقة، ولإقناع ساساي وآخرين بأنها ناجحة. «كان الجميع يؤمنون بأنها مجرد عيب. كانت تلك الأيام أيامًا عصيبة»، حسبما تقول أوبوكاتا.

تقول أوبوكاتا إن فكرة استخدام إجهاد الخلايا من أجل تحويلها إلى خلايا متعددة القدرات خطرت لها حين كانت تستزرع الخلايا، ولاحظت أن بعضها حين يدفع خلال أنبوبة شعرية ينكمش إلى حجم يماثل حجم الخلايا الجذعية. قررت أوبوكاتا أن تجرب أنواع مختلفة من الإجهاد، مثل الحرارة، وتجويع الخلايا، أو وضعها في بيئة عالية المحتوى من الكالسيوم. كانت هناك ثلاثة مؤثرات: سُمّ بكتيريّ له القدرة على إحداث ثقوب بجدار الخلية، والتعرض لوسط ذي أس هيدروجيني منخفض، والضغط الفيزيائي على الخلايا- قادرة على جعل الخلايا تظهر علامات التحول إلى خلايا متعددة القدرات.

لكن كي تُنعت الخلايا بتعدد القدرات، لا بد لها أن تظهر القدرة على التحول إلى جميع أنواع الخلايا. ويتحقق ذلك عن طريق حقن خلايا مميزة استشعاعية في جنين فأر. وإذا كانت تلك الخلايا المحقونة متعددة القدرات، فإن الخلايا الاستشعاعية سوف تظهر في جميع أنسجة الفأر الناتج عن تلك التجربة. اتضح بعد ذلك أن تلك التجربة أصعب مما تبدو عليه، وتطلب ذلك تغييرًا في النهج المتبع. وتم إنتاج مئات الفئران باهتة الاستشعاع بمساعدة تيروهيكو واكاياما، الرائد في مجال استنساخ الفئران بجامعة ياماناشي باليابان. إقترح واكاياما، الذي كان قد ظن في البداية أن مصير المشروع سيؤول على الأغلب إلى «جهد ضخم بلا طائل»، أن يتم إجهاد خلايا كاملة التميز ولكن من فئران حديثة الولادة، بدلًا من الفئران البالغة. نجح ذلك في إنتاج جنين فأر مستشع بلون أخضر فاقع.

ومع ذلك.. لا تزال الفكرة في مهدها، وقد كانت آمال أوبوكاتا كبيرة في أن يكون فأرًا مستشعًا كافيًا لتنال الفكرة القبول. وقد تم رفض المقال عدة مرات، كما تقول أوبوكاتا.

لإقناع المتشككين، كان على أوبوكاتا إثبات أن الخلايا متعددة القدرات هي نتاج تحول خلايا بالغة، وليست خلايا متعددة القدرات موجودة من قبل. وعليه قامت أوبوكاتا بإنتاج خلايا متعددة القدرات عن طريق تعريض الخلايا التائية للإجهاد، وهي نوع من خلايا الدم البيضاء التي يُعرف نضوجها من خلال تعرض جيناتها لعملية إعادة ترتيب. كما قامت أوبوكاتا أيضًا بتسجيل عملية تحول الخلايا التائية إلى خلايا جذعية بالفيديو. أطلقت أوبوكاتا على تلك الظاهرة «اكتساب قابلية تعدد القدرات عن طريق التحفيز الخارجي (STAP)».

يمكن لهذه النتائج أن تدعم الجدل الدائر منذ فترة. فقد أعلنت مجموعات عديدة من الباحثين، لسنوات عدة، اكتشاف خلايا جذعية متعددة القدرات في أجسام الثدييات، منها ـ على سبيل المثال ـ الخلايا المولدة البالغة كما وصفتها[4] كاثرين فيرفيللي، الباحثة آنذاك في مجال البيولوجيا الجزيئية بجامعة مينيسوتا بمينيابوليس، لكن كان من الصعب على الباحثين الآخرين تكرار مثل تلك النتائج. كانت أوبوكاتا قد بدأت الدراسة الحالية في معمل تشارلز فاكانتى العالم في مجال هندسة الأنسجة بجامعة هارفارد في كمبريدج، ماساتشوستس، بفحص خلايا كانت مجموعة فاكانتى البحثية تظن أنها خلايا متعددة القدرات تم عزلها من الجسم[5]، لكن النتائج التي توصلت إليها كانت تشير إلى تفسير مختلف.. تلك الخلايا متعددة القدرات تتولد حين يتعرض الجسم إلى إجهاد فيزيائي. «إن إنتاج هذه الخلايا ما هو إلا الطريقة التي اختارتها الطبيعة للاستجابة إلى المؤثرات المؤذية»، حسبما يقول فاكانتى، الباحث المشارك في الأبحاث الأخيرة[2,3].

تُعدّ أهم نتائج تلك الدراسة أن الخلايا التي تنتج بطريقة «اكتساب قابلية تعدد القدرات عن طريق التحفيز الخارجي» يمكنها أن تنمو أيضًا إلى نسيج مشيمى، وهى خاصية لا توجد في الخلايا الجنينية ولا في الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات. يقول واكاياما إن هذا قد يحسن من تقنية الاستنساخ بشكل هائل. في صورتها الحالية، تتطلب تقنية الاستنساخ الحصول على بويضات غير مخصبّة، ثم زرع نواة من خلية الواهب بداخلها، إنماء الأجنة في المختبر (خارج الرحم)، ثم زرعها بداخل رحم أم بديلة. وإذا كانت الخلايا المولدة بالطريقة الجديدة قادرة على خلق مشيمتها الخاصة، فإنه يمكن نقلها إلى رحم الأم البديلة مباشرة. ومع ذلك.. يضيف واكاياما بحذر أن الفكرة ما زالت في «طور الحلم».

لقد قامت أوبوكاتا بالفعل بإعادة برمجة لعديد من أنواع الخلايا، منها خلايا المخ، والجلد، والرئة، والكبد، مما يشير إلى أن التقنية الجديدة سوف تنجح مع أغلب ـ إن لم يكن جميع ـ أنواع الخلايا. تقول أوبوكاتا إنه، في المتوسط، تنجو 25% من الخلايا من الإجهاد، في حين تتحول 30% منها إلى خلايا متعددة القدرات، وهو معدل أعلى من معدل تحول الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات الذي يصل إلى 1%، ويستغرق عدة أسابيع لتخليق مثل تلك الخلايا. تريد أوبوكاتا الآن استخدام تلك النتائج لدراسة العلاقة بين إعادة البرمجة الخلوية ونشاط الخلايا الجذعية داخل الجسم. وتحاول أوبوكاتا أيضًا أن تجعل تلك التقنية تنجح مع الخلايا البالغة من الفئران والبشر.

تقول شينيا ياماناكا، الرائدة في مجال أبحاث الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات: «إن تلك النتائج مهمة لفهم عملية إعادة برمجة أنوية الخلايا. ومن الناحية العملية وحتى التطبيقات الطبية، أرى ذلك وسيلة جديدة لتخليق خلايا شبيهة بالخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات». ■

1. Takahashi, K. & Yamanaka, S. *Cell* **126,** 663–676 (2006).
2. Obokata, H. *et al. Nature* **505,** 641–647 (2014).
3. Obokata, H. *et al. Nature* **505,** 676–680 (2014).
4. Jiang, Y. *et al. Nature* **418,** 41–49 (2002).
5. Obokata, H. *et al. Tissue Eng. Part A* **17,** 607–615 (2011).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

CHRISTOPHE SIMON/AFP/GETTY

حقل كروم دومين دو فاسال بالقرب من مونبلييه يحتوي على 2300 نوع مختلف.

زراعة الكروم

بنك الكروم الوراثي تحت التهديد

يشعر العلماء بالقلق إزاء قرار نقل مقر حقل أبحاث الكروم الفرنسي الفريد من نوعه ـ والمسمى بـ«لوفر الكروم» ـ إلى موقع آخر.

ديكلان بتلر

يحيط الغموض بمصير واحد من أهم وأكبر حقول الكروم في العالم. تضم كروم «دومين دو فاسال» Domaine de vassal ، على ساحل البحر المتوسط بفرنسا، تنوعًا هائلًا من الأصناف، التي تعتبر شديدة الأهمية للبحث العلمي ولمزارعي الكروم حول العالم على حد سواء.

والحقل الذى يبلغ من العمر 138 عامًا، والذى يديره «المعهد القومي الفرنسي للبحوث الزراعية» INRA، مهدد بالإخلاء، مما أدى إلى صدور قرار بنقله إلى مكان آخر. يثير هذا القرار قلق العلماء وزارعي الكروم تجاه عدم توفير المال اللازم لنقله بعد، إذ تبلغ تكلفة نقل تلك الحقول حوالى 4 مليون يورو (5.4 مليون دولار أمريكى). وحتى إذا وُجد مثل هذا المبلغ، فإن الصعوبات اللوجستية قد تؤدي إلى أن يستغرق إكمال مثل هذا الانتقال سنوات عديدة، وفقًا لما ذكره «المعهد القومي الفرنسي للبحوث الزراعية»، وهو ما يعني توقف الأبحاث الجارية على تلك الحقول.

تضم كروم «دومين دو فاسال»، أو «لوفر الكروم» ـ بحسب تعبير الصحافة المحلية، الواقعة بالقرب من مرسيليا جنوب غرب مونبلييه ـ الآلاف من أنواع الكروم النادرة، بالإضافة إلى الدور الذي تلعبه هذه المجموعة في الحفاظ على التنوع الوراثي، واستخدامها أيضًا في البحث العلمى، وفي إنتاج سلالات لها صفات عالية الجودة مثل المذاق، واللون، والقدرة على التكيف في مناطق معينة ومقاومة الآفات. وتستخدم بضع مئات من عينات كروم «دومين دو فاسال» سنويًّا، في المعامل الفرنسية بشكل أساسي، وعلى المستوى العالمي أيضًا.

تقول كارول ميريديث، الباحثة بمجال الجينات بجامعة كاليفورنيا في ديفيس: «لهذه الحقول أهمية قصوى لدى المجتمع الدولي لعلماء وراثة الكروم. وعلى الرغم من أن دولًا عديدة قد جمعت لنفسها تراثها الخاص من أنواع الكروم المختلفة المميزة، إلا أن نباتات كروم «دومين دو فاسال» تُعد من أقدم وأفضل الأنواع في العالم». وتقول ميريديث إن عديدًا من أبحاثها الخاصة لم تكن لتُجرى، لولا وجود تلك «المكتبة الحية». وقد أظهرت دراسات ميريديث المعملية السابقة أن النوع «شاردوناي» Chardonnay ـ صاحب التاريخ الوراثي غير المميز ـ تعود أحد أصوله إلى النوع النبيل «بينوت» Pinot، بينما يعود الآخر إلى النوع «جويس» Gouais الذي تجنبه العلماء لفترة طويلة، كأحد الأنواع ذات الصفات العادية (J. Bowers *et al*. *Science* **285**, 1562–1565; 1999).

يرجع تاريخ كروم «دومين دو فاسال» إلى عام 1876، حيث أسسها علماء فرنسيون كرد فعل على الانتشار الوبائي لبعض الآفات، والذي كاد يؤدي إلى تدمير حقول الكروم في أوروبا بالكامل. كان هذا الوباء قد انتشر دون قصد عندما دخلت حشرة الفيلوكسرا إلى فرنسا- وهي نوع من المن يغزو جذور الكروم، ويؤدى إلى تدميرها. وقد وُجدت حقول الكروم في البداية بالقرب من مونبلييه، إلى أن تم نقلها إلى «دومين دو فاسال» في عام 1949، واتسعت كثيرًا منذ ذلك الوقت. وتضم حقول الكروم حاليًا حوالى 7500 شتلة من 47 دولة، مما يمثل حوالي 2300 نوع مختلف، من بينها أنواع برية ومهجنة ومطفرة ومجموعات من الجذور.

فشلت المفاوضات مع الشركة المالكة لتلك الكروم ـ شركة «دومينز ليستل» للنبيذ في سيتيه بالقرب من مونبلييه ـ حول تجديد عقد الإيجار ذي الثلاثين عامًا للحقول التي تبلغ مساحتها 27 هكتارًا. وفي عام 2011، أصدرت الشركة قرارًا بالإخلاء، مما دفع «المعهد القومي الفرنسي للبحوث الزراعية» في 2012 إلى رفع الأمر إلى المحكمة المختصة بشؤون الأراضي الزراعية في بيزييرس، التي حددت جلسة استماع مقرَّرة في يونيو من هذا العام.

يقول يفز بارسالو، مدير «دومينز ليستل»، أن الشركة لا تزال «ترحب بالمناقشة» في سبيل إيجاد حل يسمح ببقاء «المعهد القومى الفرنسي للبحوث الزراعية» في الموقع القريب من الساحل. وقد أعلن المعهد في ديسمبر 2013 عن نواياه في نقل الكروم إلى موقع آخر، وغالبًا بجانب «بيش روج»، وهو موقع بحثي تابع للمعهد، حيث تتم زراعة الكروم، وصناعة النبيذ في جروسيان، ويقع على بعد 70 كيلومترًا جنوب غرب «دومين دو فاسال».

يقول أوليفيير لوجال ـ نائب مدير «المعهد القومي الفرنسي للبحوث الزراعية» المختص بالشؤون العلمية ـ إن المعهد «ملتزم إلى أبعد مدى» بالحفاظ على المجموعة، وسوف يقوم بنفسه بإيجاد المال اللازم لنقلها. تضم مصادر التمويل الأخرى، وفقًا له، المعهد الفرنسي للكروم والنبيذ في جراو دو روا، الذي يجري أبحاثًا في مجال زراعة الكروم والنبيذ.

عملية النقل، المقرر البدء في تنفيذها هذا العام، ستكون معقدة تقنيا، وفقا لجون ميشيل بورسيكو، عالم تصنيف الكروم بـ«دومين دو فاسال». فهناك عديد من الأنواع التي كان قد تم جمعها، كوسيلة إنقاذ عاجلة تحمل آفات غير قادرة على الانتشار بداخل كروم «دومين دو فاسال»، لأنها مزروعة في تربة الشاطئ الرملية. تقوم رمال الشاطئ بحماية جذور الكروم من غزو الفيلوكسرا، والنيماتودا اللتين قد تؤديان إلى انتشار أمراض فيروسية مدمرة لنباتات الكروم.

يقول بورسيكو، أن المعهد قد رفض اقتراح نقل الكروم إلى موقع مماثل قريب من الشاطئ، خوفًا من أن يؤدي ارتفاع مستوى البحر، نتيجة التغيرات المناخية إلى تعرض الموقع إلى مستويات عالية من الملوحة أو الفيضانات. في موقع بش روج، سوف تنمو النباتات على منطقة مرتفعة ذات تربة جيرية. وهذا سيترك جذور النباتات عرضة لغزو الأمراض. ولذا.. فقد قرر «المعهد القومى الفرنسي للبحوث الزراعية» جعل مجموعة الكروم خالية من الأمراض، وهي مهمة معملية تتطلب الزراعة المتكررة، ثم انتقاء النباتات إلى أن تصبح خالية من أي مسببات أمراض. يقول بورسيكو: «إنها مهمة بالغة الضخامة. وعلى حد علمنا.. لم يسبق تنفيذها على هذا المستوى». ويعتقد بورسكو أن عملية التنظيف هذه ـ التي توازي تكلفتها نصف تكاليف الانتقال ـ قد تستغرق 5-10 أعوام.

يقول مارك توماس، الباحث بمجال زراعة الكروم بمنظمة الكومنويلث للأبحاث العلمية والصناعية في أوربرا بأستراليا، أن حقول دومين دو فاسال هي واحدة من حقول الكروم القليلة التي تم دراسة وتعريف مادتها الوراثية بتعمق باستخدام تقنية البصمة الوراثية، وهو ما يجعل منها مرجعًا عالميًّا، ويسمح للباحثين بدراسة العلاقات بين الأنواع المختلفة وأصولها. «تعتبر تلك المؤسسة المعلوماتية بالغة الأهمية لمن يريد إنتاج سلالات محسَّنة من الكروم حول العالم»، يضيف بروس رايش، الذي يعمل على تطوير مثل تلك السلالات بالمعهد البحثي التابع لجامعة كورنيل في جينيفا، نيويورك ـ قائلًا: «من الضروري الحفاظ على نباتات الكروم؛ من أجل المستقبل». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

لغز الحرارة المفقودة

بعد مرور 16 عامًا على التباطؤ الغامض للاحترار العالمي، يقوم العلماء بتجميع الحقائق؛ للوصول إلى تفسير.

جيف توليفسون

ربما بدأ أكبر لغز في علم المناخ اليوم في التَّكَوُّن ـ بشكل غير معروف لأي شخص في ذلك الوقت ـ مع ضعف بسيط في الرياح التجارية الاستوائية التي هَبَّت على امتداد المحيط الهادئ في نهاية عام 1997. وهذه الرياح تقوم عادةً بدفع المياه الدافئة مِن أثر حرارة أشعة الشمس نحو إندونيسيا. وعندما تباطأت الرياح؛ تدفقت المياه الدافئة نحو أمريكا الجنوبية؛ متسبِّبةً في الظاهرة المذهلة التي نسميها «النينو» El Niño. ووصل متوسط درجات حرارة الجو إلى ذروته نتيجة ذلك في عام 1998، ثم تباطأت وتيرة الاحترار العالمي بعد ذلك.

لقد اعتبر العلماء هذا التباطؤ ـ ولعدة سنوات ـ بمثابة تَشَوُّش في النظام المناخي، يحدث بسبب تغيرات طبيعية في الغلاف الجوي والمحيطات والمجال الحيوي، تتسبب في موجات ساخنة أو باردة في جميع أرجاء العالم. واستمر هذا الركود في الاحترار العالمي؛ وأشعل فتيل أزمة صغيرة في الثقة في هذا المجال. ورغم وجود قفزات وهبوط في درجات الحرارة، فإن متوسط درجات الحرارة في الغلاف الجوي ارتفع بشكل طفيف فقط منذ عام 1998، وذلك بشكل متعارض مع ما قدمته التنبؤات المناخية الناتجة عن النماذج المناخية، والزيادة المستمرة في انبعاثات الغازات الدفيئة. استمر المتشككون في تغير المناخ فرصة هذه التوجهات الجديدة في درجات الحرارة كدليل على ادعائهم أن الاحترار العالمي قد توقف، لكن علماء المناخ يعرفون ـ في المقابل ـ أنه من

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

المؤكد أن الحرارة لا زالت تتراكم في موقعٍ ما في النظام المناخي، لكنهم واجهوا صعوبة شديدة في تفسير أين تذهب الحرارة، إذا لم تظهر في الغلاف الجوي. وبدأ البعض يتساءل عما إذا كان هناك خلل في النماذج المناخية، أم لا.

والآن، بينما تدخل مرحلة تباطؤ الاحترار السنة السادسة عشرة، يحقق العلماء أخيرًا بعض التقدم في معرفة حقيقة الحرارة المفقودة. وأشار بعضهم إلى الشمس والبراكين، وحتى التلوث الناجم عن أنشطة الصين كمسبِّبات محتمَلة، لكن الدراسات الحديثة تشير إلى أن المحيطات هي المفتاح الرئيس في تفسير هذا الشذوذ. المتهم الأخير في هذه القضية أصبح هو ظاهرة «النينو» التي حدثت في موسم 1997-1998، والتي أدت إلى ضخ كميات هائلة من الحرارة خارج المحيط نحو الغلاف الجوي، وربما بكميات أدَّت في النهاية إلى دفع المحيط الهادئ الاستوائي إلى حالة مستمرة من البرودة التي تجاوزت مستويات الحرارة العالمية منذ ذلك الوقت.

يقول كيفن ترنبيرث، وهو عالِم مناخ يعمل في المركز الوطني لبحوث الغلاف الجوي في بولدر في ولاية كولورادو: «إن ظاهرة «النينيو» التي استمرت في عامي 1997 و1998 كانت بمثابة القوة الدافعة للتغير الذي حدث في المحيط الهادئ، وأعتقِد أنه من المرجح جدًّا أن تكون هي بداية التباطؤ في الاحترار العالمي». واستنادًا إلى هذه النظرية، من المفترض أن يخرج المحيط الهادئ من حالة البرودة التي يعيشها في السنوات القليلة القادمة، حيث يقول ترنبيرث: «في النهاية، سوف يتخذ المحيط الاتجاه المعاكس».

تناقض واضح

من خلال رسم بياني يوضح معدلات درجات حرارة الغلاف الجوي، يظهر تباطؤ الاحترار بوضوح في حالة من التناقض مع الاحترار السريع في العقدين السابقين لما قبل التباطؤ. وتشير تجارب المحاكاة التي تم القيام بها ـ تمهيدًا لنشرها في التقييم الجديد للهيئة الحكومية لتغير المناخ (IPCC) في 2013-2014 ـ إلى أن الاحترار العالمي كان يجب أن يستمر بمعدل 0.21 درجة مئوية في كل عقد منذ 1998 حتى 2012، لكن البيانات الناتجة عن القياسات المرصودة في الفترة نفسها كانت 0.04 درجة فقط لكل عقد، بناءً على نتائج مكتب الأرصاد البريطاني في إكستر، ووحدة أبحاث المناخ في جامعة إيست أنجليا في نوريش في المملكة المتحدة.

التفسير الأبسط لكل من ظاهرتي تباطؤ الاحترار والاختلاف بين نتائج النماذج هو التباين الطبيعي.. تمامًا مثل الانتقال ما بين حالات باردة وساخنة في الطقس اليومي، فإن التباينات الفوضوية في المناخ يمكن أن تؤدي إلى دفع درجات الحرارة العالمية إلى الدرجات الأعلى والأدنى من سنة إلى أخرى، ومن عقد إلى آخر. وتُظْهِر سجلات المناخ السابقة وجود موجات حرارية طويلة الأمد، وكذلك فترات من البرودة، كما تشير نماذج المناخ أن أيًّا من الحالتين يمكن أن تظهر، بينما يزداد العالم حرارة تحت وطأة غازات الدفيئة، لكن أيًّا من تجارب المحاكاة التي أجريت ضمن تقييم الهيئة الحكومية لتغير المناخ لم تنتج هذا النمط من التباطؤ في ذلك الوقت المحدد. أدى ذلك إلى قيام المتشككين ـ وبعض العلماء ـ إلى طرح الاستنتاج المثير للجدل بأنّ النماذج يمكن أن تبالغ في توقع شدة تأثير غازات الدفيئة، وأن الاحترار المستقبلي قد لا يكون بالشدة التي نخشاها. ويعتقد آخرون أن هذا الاستنتاج هو عكس التوجهات العالمية طويلة الأمد في درجات الحرارة، وكذلك عكس بيانات المناخ القديم التي تُستخدَم لجعل سجلات المناخ تمتد إلى فترات طويلة من الماضي. ويحذر الكثير من الباحثين من تقييم دقة النماذج عن طريق مقارنتها بنتائج تغيرات قصيرة الزمن في المناخ، حيث تقول سوزان سولومون، عالمة المناخ في معهد ماساتشوستس للتقنية في كمبريدج: «إذا كنتَ مهتمًّا بتغير المناخ العالمي، فيجب أن يكون تركيزك على فترات تمتد من 50 إلى 100 سنة».

وحتى هؤلاء العلماء الذين ما زالوا يثقون في النماذج المعمول بها، يعترفون بأن هناك المزيد من الضغط الذي يدعو إلى الوصول إلى تفسير حول ما يحدث اليوم، كما يقول جابرييل فيتشي، عالِم المناخ في مختبر ديناميكيات السوائل الجيوفيزيائي، التابع للإدارة الأمريكية للمحيطات والغلاف الجوي في برنستون في ولاية نيوجيرسي: «قبل بضع سنين لاحظنا التباطؤ، وكان من السهل تجاهل ذلك واعتباره جزءًا من التشويش الطبيعي، لكنه الآن أصبح أمرًا ينبغي تفسيره».

قام العلماء بمتابعة عدة دلائل في السنوات الأخيرة، مع التركيز على ثلاثة عناصر، وهي: الشمس[1]، وجزيئات الهباء في الغلاف الجوي[2]، والمحيطات[3]. تميل الطاقة الناتجة عن الشمس إلى الزيادة والنقصان في فترات أو دوائر تستمر لمدة 11 عامًا، لكن الشمس دخلت في فترة طويلة من الخفوت مع بداية القرن الجديد. وتصل دورة السنوات الإحدى عشرة إلى قمتها حاليًا، لكنها حتى الآن مثلت أضعف حد أعلى من الإشعاع الشمسي خلال قرن كامل. وهذا يمكن أن يسهم في تفسير كلٍّ من تباطؤ الحرارة في الغلاف الجوي، والاختلافات في نماذج المحاكاة التي تفترض إشعاعًا شمسيًّا أعلى من الذي تعرضت له الأرض منذ عام 2000.

قد تكون الزيادة غير المتوقعة في عدد جزيئات الهباء في الطبقة العليا في الغلاف الجوي (الستراتوسفير) أيضًا سببًا آخر في جعل الأرض أبرد مما تم توقعه. وهذه الجزيئات تعكس أشعة الشمس رجوعًا إلى الفضاء. ويشك العلماء أيضًا في أن البراكين الصغيرة ـ وحتى أيضا التلوث الصناعي الناتج عن الصين ـ ربما تكون قد ضخت كميات إضافية من الهباء إلى الستراتوسفير خلال الـ16 سنة الماضية؛ مما أسهم في خفض درجات الحرارة العالمية.

يقول بعض العلماء إن هذين العاملين ربما يشكلان الدوافع الأساسية لهذا التباطؤ في الاحترار العالمي، لكن الدراسات التي نشرت في السنوات القليلة الماضية تبين أن التأثيرات المرتبطة بهما قد تكون قليلة[4,5]. وعلى سبيل المثال.. قام ترنبيرث بتحليل تأثيراتهما على قياسات الأقمار الصناعية لكميات الطاقة التي تدخل وتخرج من الكوكب، وقدَّر أن أشعة الشمس والهباء الجوي يؤثران فقط بنسبة 20% من هذا التباطؤ. وهذا يعني أن أغلبية العوامل المؤدية إلى هذا التباطؤ تتمثل في المحيطات، التي تعمل مثل أسفنجات عملاقة للحرارة، ولهذا.. فإن تسليط الضوء سيكون على المحيط الهادئ الاستوائي.

الهبوب الساخن والبارد

قبل أن تبدأ ظاهرة تباطؤ الاحترار العالمي، أصبحت منطقة المحيط الهادئ الاستوائي دافئة إلى درجة غير طبيعية أثناء حدوث ظاهرة «النينو» في عامي 1997-1998، التي أدت إلى حدوث عديد من الحالات الجوية المتطرفة على امتداد الكوكب، بدءًا من الفيضانات في تشيلي وكاليفورنيا، إلى الجفاف والحرائق في المكسيك وإندونيسيا، لكن هذه المرحلة انتهت بسرعة كما بدأت، وفي نهاية عام 1998 عادت المياه الباردة التي تعكس وجود ظاهرة «لا نينا» La Niña ـ شقيقة النينو ـ إلى المناطق الشرقية في المحيط الهادئ الاستوائي، وبشدة عالية. والأهم من ذلك.. أن كل منطقة المحيط الهادئ الشرقية قد انقلبت إلى حالة من البرودة، استمرت منذ ذلك الوقت حتى الآن.

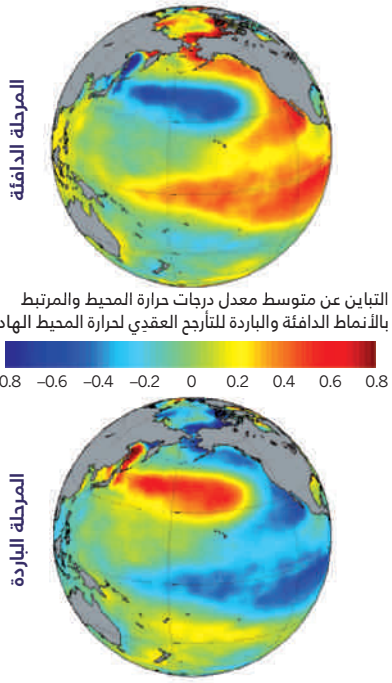
هذا الاختلاف في درجة حرارة المحيط ـ المعروف باسم «التأرجح العقدِي لحرارة المحيط الهادئ» PDO ـ قد يكون نقطة رئيسة في لغز التباطؤ. وتنعكس الدورة مرة كل 15-30 عامًا، وفي المرحلة الإيجابية منها يقوم التأرجح بدعم حدوث ظاهرة «النينو» التي تقود إلى تسخين الغلاف الجوي (انظر: المحيط المتقلب). وبعد مرور حوالي عقدين من الزمن من إطلاق الحرارة من المناطق الشرقية والوسطى من المحيط الهادئ، تبدأ المنطقة في البرودة، والدخول في المرحلة السلبية من «التأرجح العقدِي لحرارة المحيط الهادئ»، التي تشجع حدوث ظاهرة «لا نينا»، والتي بدورها تنقل المياه الباردة من أعماق المحيط قرب منطقة الاستواء، وتسهم في تبريد الكوكب. قام الباحثون بتحديد أنماط «التأرجح العقدِي لحرارة المحيط الهادئ» في عام 1997، ولكن لم يتمكنوا من فَهْم كيف تتلائم هذه الظاهرة مع الأنماط الأوسع للدوران في المحيطات، وكيف يمكن أن تسهم في فهم ظاهرة التباطؤ، إلا منذ وقت قريب.

حدث اكتشاف مهم في عام 2011، عندما قام فريق من الباحثين في المركز الوطني لبحوث الغلاف الجوي ـ بقيادة جيرارد ميهل ـ بإدخال نمط «التأرجح العقدِي لحرارة المحيط الهادئ» ضمن نماذج المناخ العالمية؛ مما أدى إلى ظهور توقف للاحترار العالمي يستمر لمدة عقد من الزمن[3]. وتكشف بيانات حرارة المحيطات السبب وراء حالة التباطؤ الحديثة، حيث إنه في دراسة لاحقة أظهر باحثو المركز الوطني لبحوث الغلاف الجوي أن مزيدًا من الحرارة انتقل نحو أعماق المحيط منذ عام 1998؛ وأسهم بدوره في منع الغلاف الجوي من التعرض للمزيد من الاحترار[6]. وفي ورقة علمية ثالثة، استخدمت المجموعة نماذج حوسبية لتوثيق الجانب الآخر من العملية، التي تتضمن تحول «التأرجح العقدِي لحرارة المحيط الهادئ» إلى المرحلة الإيجابية، حيث يقوم بتسخين سطح المحيط والغلاف الجوي؛ مؤديًا إلى التسبب في عقد من الاحترار السريع[7].

وقد تَحقَّق إنجاز مهم في العام الماضي، عن طريق شانج-بينج زي، ويو كوساكا من معهد سكريبز لدراسات المحيطات في لاجولا في ولاية كاليفورنيا، حيث اتخذ الباحثان مسارًا مختلفًا، وذلك عن طريق برمجة نموذج ببيانات حقيقية ومرصودة لدرجات حرارة سطح

المحيط المتقلب

كل عدة عقود، يتقلب المحيط الهادئ ما بين ظروف أكثر دفئًا أو برودة في الجزء الشرقي من الحوض وعلى امتداد معظم منطقة خط الاستواء. تسمى هذه الدورة "التأرجح العقدِي لحرارة المحيط الهادئ".



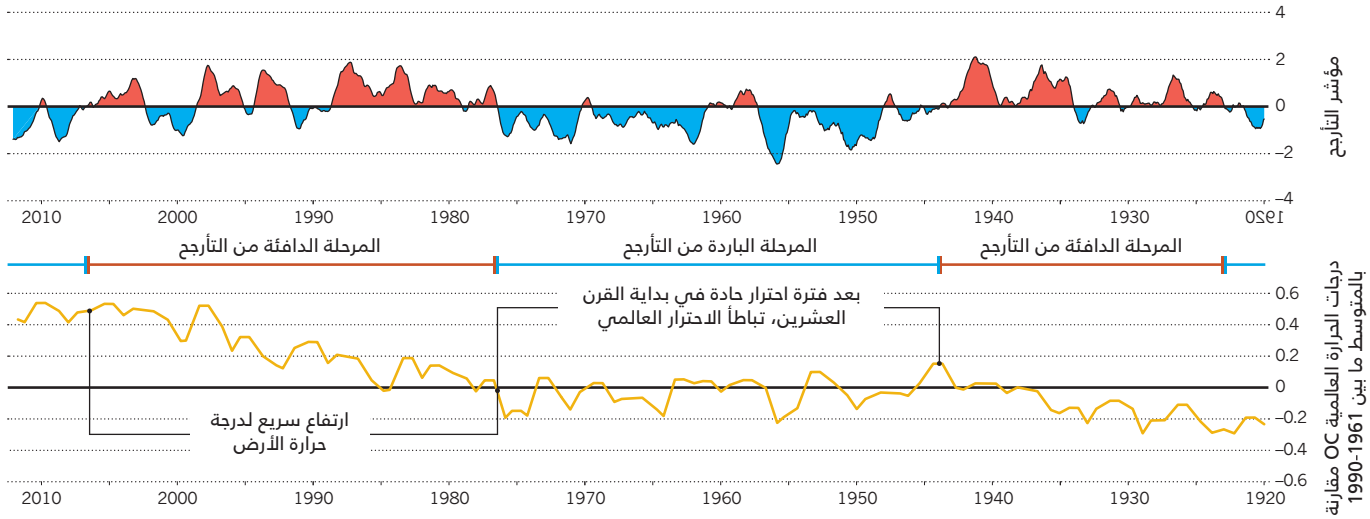
NATE MANTUA/NOAA

TIM GRAHAM/ROBERT HARDING PICTURE LIBRARY

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

الامتداد العالمي للمحيط الهادئ

بينما حاول العلماء دراسة السبب الذي جعل درجات الحرارة العالمية لا ترتفع منذ عام 1998 ركز كثير منهم جهودهم على دورة محيطية معروفة باسم "التأرجح العقدي لحرارة المحيط الهادئ". فخلال الفترات التي يكون فيها مؤشر التأرجح موجبًا والجزء الشرقي من المحيط الهادئ دافئًا، ارتفعت درجات الحرارة العالمية بشكل سريع. وخلال الفترات التي كان فيها مؤشر التأرجح سالبًا توقف الاحترار.



UNIV. WASHINGTON/IPCC

البحر من العقود الماضية في المنطقة الشرقية من المحيط الهادئ، وبعد ذلك متابعة ما يحدث في بقية مناطق العالم[8]. لم يتمكن نموذجهما فقط من محاكاة التباطؤ كما حدث في درجات الحرارة العالمية، بل أعاد أيضًا إنتاج بعض التوجهات المناخية الموسمية والإقليمية التي ترافقت مع التباطؤ، ومن بينها حدوث تسخين في عدة مناطق، ووجود فصول شتاء أكثر برودة في الشمال.

يقول جون فايفي، وهو مختص بنماذج المناخ في المعهد الكندي لنمذجة المناخ وتحليله في فيكتوريا: «في واقع الأمر كان الأمر بمثابة إلهام حدث لي عندما قرأت الورقة»، ولكنه يضيف أنها لم تفسر كل شيء، قائلًا: «ما لم تتضمنه الورقة كان السؤال حول الدافع وراء البرودة الاستوائية».

تم البحث في هذا السؤال من قِبَل ترنبيرث، وجون فاسولو، وهما أيضًا من المركز الوطني لبحوث الغلاف الجوي، حيث أضافا بيانات الرياح والمحيطات لتفسير كيفية ظهور هذا النمط[4]. وقد كشفت دراستهما كيف تساعد الرياح التجارية الاستوائية المرتبطة مع ظاهرة «لا نينا» في دفع المياه الدافئة نحو الغرب، وفي نهاية الأمر نحو أعماق المحيط، بينما تسهم في رفع المياه الباردة على امتداد المنطقة الاستوائية الشرقية نحو السطح. وفي الحالات الشديدة ـ مثل حدوث ظاهرة «لا نينا» في عام 1998 ـ يمكن أن يؤدي ذلك إلى نقل المحيط إلى مرحلة من البرودة ضمن «التأرجح العقدِي لحرارة المحيط الهادئ». وقد قام تحليل للبيانات التاريخية بدعم هذا الاستنتاج بإظهار أن المرحلة الباردة من «التأرجح العقدِي لحرارة المحيط الهادئ» تترافق مع بضعة عقود من درجات الحرارة الأكثر برودة بعد الحرب العالمية الثانية (انظر: الامتداد العالمي للمحيط الهادئ)، بالإضافة إلى أن المرحلة الدافئة ترافقت مع الزيادة الحادة في درجات الحرارة العالمية التي حدثت بين عامي 1976، و1988 (المرجع 4).

يقول مارك كين، المتخصص في علم المناخ في جامعة كولومبيا في نيويورك: «أعتقد أن الدليل واضح جدًّا، فالقضية لا تتعلق بجزيئات الهباء، ولا ببخار الماء في طبقة الستراتوسفير، بل بحدوث عقد من درجات الحرارة الأكثر برودة في المنطقة الشرقية من المحيط الهادئ».

جدل ساخن

يُعتبَر كين هو أول مَنْ توقَّع حالة البرودة الحالية في المحيط الهادئ، مع أن تداعيات الأمر لم تكن واضحة في ذلك الوقت. ففي عام 2004 وجد مع زملائه أن نموذجًا إقليميًّا بسيطًا للمناخ تنبأ بحدوث تحوُّل دافئ في المحيط الهادئ، بدءًا من عام 1976، عندما كانت درجات الحرارة العالمية تزداد باضطراد[9]. وبشكل استدراكي، استنتجوا في نهاية الورقة هذا التنبؤ البسيط: «يتوقع هذا النموذج أن حالة «النينو» في عام 1998 قد أنهت المرحلة الدافئة التي أعقبت عام 1976 في المحيط الهادئ».

إنها نتيجة دقيقة إلى حد مدهش، لكن يبقى عملهم مُعَرَّضًا للكثير من النقاش. وأحد أسباب الاعتراض هو أن الاستنتاج يقوم على نموذج مناخي جزئي يركز على منطقة المحيط الهادئ الاستوائي فحسب. ويصر كين على أن هذا التوجه خلال القرن الماضي كان نحو درجات الحرارة الأكثر سخونة في المناطق الغربية من المحيط الهادئ، مقارنةً بالشرقية. وهذا يفتح الباب ـ كما يقول ـ لاحتمالية أن التسخين الناجم عن غازات الدفيئة يتسبب في ظروف تشبه حالة «لا نينا»، ويمكن أن يستمر ذلك في المستقبل، مما يسهم في إبطاء وتيرة تغير المناخ، حيث يقول: «إذا كان كل ذلك صحيحًا، فهي حالة من رد الفعل السلبي. وإذا لم نقم بالتقاطها على نماذجنا، فإننا سوف نبالغ في تأثير الاحترار المتوقَّع».

هناك ثغرتان في هذا التقييم. أولًا: أن البيانات التاريخية للمحيطات والحرارة تعتبر غير دقيقة بشكل كبير، مما يدعو عدة باحثين للاعتراض على تأكيد كاين على أن المحيط الهادئ الاستوائي دخل في مرحلة شبيهة بظاهرة «لا نينا» خلال القرن الماضي[10]. ثانيًا: لاحَظَ عدة باحثين حدوث نمط معاكس من خلال نماذج محاكاة كاملة للمناخ، تتضمن عناصر التداخل بين درجات حرارة المحيط والغلاف الجوي فيما هو أوسع نطاقًا من المحيط الهادئ الاستوائي. تكشف هذه النماذج التوجه نحو حالات تشبه «النينو»، كنتيجة للاحترار العالمي. ويكمن الاختلاف جزئيًّا في كيفية تأثير الاحترار على درجة تبخر الماء في مناطق مختلفة من المحيط الهادئ، حسب ما يقوله ترنبيرث، الذي يؤكد على أن النماذج تشير إلى أن للاحترار العالمي تأثيرًا أكبر على درجات الحرارة في المناطق الشرقية الأكثر برودة، لأن الزيادة في التبخر تضيف المزيد من بخار الماء إلى الغلاف الجوي في المنطقة، ويقوي من التسخين في الغلاف الجوي. هذا التأثير يُعتبَر أضعف شأنًا في المناطق الأكثر سخونة في غرب المحيط الهادئ، حيث يكون الهواء مشبعًا بالفعل بالرطوبة.

ربما يتمكن العلماء من اختبار نظرياتهم قريبًا بشكل كاف. وحاليًا، تقوم الرياح التجارية الاستوائية القوية بدفع المزيد من المياه الدافئة باتجاه الغرب نحو إندونيسيا، مما يؤدي إلى تكوين عواصف، مثل إعصار هايان الذي حدث في شهر نوفمبر 2013، ودفع برفق مستويات سطح البحر في المناطق الغربية من المحيط الهادئ ليجعلها على ارتفاع 20 سم، مقارنةً بسطح البحر في المناطق الشرقية من المحيط الهادئ. وسوف ينقلب النمط عاجلًا أو آجلًا، حيث يقول ترنبيرث: «لا يمكن أنْ يستمر تراكم المياه الدافئة في غرب المحيط الهادئ، لأنه في مرحلةٍ ما سوف يصبح الماء على ارتفاع عالٍ إلى درجة أنه سيتدفق عائدًا إلى الخلف». وعندما يحدث ذلك ـ إذا كان العلماء على المسار الصحيح ـ فإن الحرارة المفقودة سوف تعود للظهور؛ وترتفع درجات الحرارة بشدة من جديد. ■

جيف توليفسون يغطي قضايا المناخ والطاقة والبيئة لدوريّة «نيتشر».

1. Lean, J. L. & Rind, D. H. *Geophys. Res. Lett.* **36,** L15708 (2009).
2. Hansen, J., Sato, M., Kharecha, P. & von Schuckmann, K. *Atmos. Chem. Phys.* **11,** 13421–13449 (2011).
3. Meehl, G. A., Arblaster, J. M., Fasullo, J. T., Hu, A. & Trenberth, K. E. *Nature Clim. Change* **1,** 360–364 (2011).
4. Trenberth, K. E. & Fasullo, J. T. *Earth's Future* http://dx.doi.org/10.1002/2013EF000165 (2013).
5. Feulner, G. & Rahmstorf, S. *Geophys. Res. Lett.* **37,** L05707 (2010).
6. Balmaseda, M. A., Trenberth, K. E. & Källén, E. *Geophys. Res. Lett.* **40,** 1754–1759 (2013).
7. Meehl, G. A., Hu, A., Arblaster, J. M., Fasullo, J. & Trenberth, K. E. *J. Clim.* **26,** 7298–7310 (2013).
8. Kosaka, Y. & Xie, S.-P. *Nature* **501,** 403–407 (2013).
9. Seager, R. *et al.* in *Earth's Climate: The Ocean-Atmosphere Interaction. Geophys. Monogr. Ser.* **147,** 105–120 (2004).
10. DiNezio, P., Clement, A. & Vecchi, G. A. *Eos* **91,** 141–152 (2010).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

آلات تتعلم

باستخدام كميات هائلة من البيانات للتعرف على الصور والكلام، تقفز أجهزة الحاسب للتعلم العميق خطوات كبيرة نحو الذكاء الاصطناعي الحقيقي.

نيكولا جونز

BRUCE ROLFF/SHUTTERSTOCK

قبل ثلاث سنوات، استخلص الباحثون في مختبر «جوجل X السري» في ماونتن فيو، كاليفورنيا، نحو عشرة ملايين صورة ثابتة من أشرطة فيديو يوتيوب، وأدخلوها في مشروع «دماغ جوجل»، وهو الذي يتألف من شبكة من 1000 حاسب مبرمج لاستيعاب العالم إلى حد كبير، كطفل آدمي صغير. وبعد ثلاثة أيام من البحث عن الأنماط المتكررة، قرر «دماغ جوجل» ـ من تلقاء نفسه تمامًا ـ أن هناك فئات متكررة بعينها يمكنه التعرف عليها، مثل: الوجوه البشرية، والأجسام البشرية، و ... القطط[1].

أثار اكتشاف «دماغ جوجل» بأن الإنترنت مليئة بأشرطة الفيديو عن القطط موجةً من النكات بين الصحفيين، ولكنه كان أيضًا علامة بارزة على انطلاقة جديدة للتعلم المتعمق: وهي تقنية يزيد عمرها على ثلاثة عقود، وتتلخص في استخدام كميات هائلة من البيانات وقدرات المعالجة؛ لمساعدة الحاسب في حل المشاكل المشوشة التي يستطيع الإنسان حلها بشكل حدسي تقريبًا، من التعرف على الوجوه، إلى فهم اللغات.

والتعلم المتعمِّق ـ في حد ذاته ـ هو إحياء لفكرة أقدم للحوسبة، ألا وهي الشبكات العصبية. وهذه الأنظمة ـ المستوحاة من تصميم الخلايا العصبية الكثيفة والمترابطة في الدماغ ـ تحاكي التعلم البشري، عن طريق تغيير قوة الوصلات العصبية المحاكاة على أساس الخبرة. يتضمن حاسب «دماغ جوجل» حوالي مليون خلية عصبية، ومليار وصلة محاكاة عصبية، وكان أكبر عشر مرات من أي شبكة عصبية متعمقة سبقته. وقد واصل مؤسِّس المشروع، أندرو نج ـ الذي يعمل حاليًا مديرًا لمختبر الذكاء الاصطناعي في جامعة ستانفورد بولاية كاليفورنيا ـ جهوده لجعل أنظمة التعلم المتعمق عشر مرات أكبر مرة أخرى.

يحمل هذا التقدم في طياته أوقاتًا مثيرة لتقنية الذكاء الاصطناعي، التي تحاول جعل أجهزة الحاسب تفكر

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

كالإنسان، ويكتنفها الإحباط في كثيرٍ من الأحيان. ففي السنوات القليلة الماضية، اندفعت شركات ـ مثل جوجل، وأبل، وآي بي إم ـ بقوة في الاستثمار في الشركات الناشئة والباحثين من ذوي الخبرة في مجال التعلم المتعمق. وبالنسبة إلى المستهلكين من أصحاب الاستخدامات اليومية، تشمل النتائج المرجوّة التوصل إلى برمجيات أفضل، لها القدرة على فرز الصور، وفهم الأوامر المنطوقة، وترجمة النصوص من لغات أجنبية. وفيما يخص العلماء والصناعة، يمكن لأجهزة الحاسب بالتعلم المتعمق البحث عن عقاقير محتملة، أو تخطيط شبكات عصبية حقيقية في الدماغ، أو التنبؤ بوظائف البروتينات.

يقول يان ليكان، مدير مركز علم البيانات في جامعة نيويورك، وأحد روّاد التعلم المتعمق: «لقد مضت تقنية الذكاء الاصطناعي من فشل إلى فشل، مع تقدم ضئيل. ويمكن أن تكون هذه قفزة أخرى».

ويتابع بقوله: «على مدى السنوات القليلة القادمة سوف نرى موجة من الالتهام الشره، وسيقفز الكثير من الناس على عربة التعلم المتعمق». ويوافق على ذلك جيتندرا مالك، الذي يدرس تعرُّف الحاسب على الصور في جامعة كاليفورنيا، بيركلي. هذا.. غير أنه على المدى البعيد، قد لا يحوز التعلم المتعمق السَّبْقَ، ولذا.. فإن بعض الباحثين يتابعون البحث في تقنيات أخرى تبدو واعدة. يقول مالك: «أنا لا أدري.. وبمرور الوقت سيقرر الناس أي تقنيات تعمل بشكل أفضل في المجالات المختلفة».

مستوحاة من الدماغ

في خمسينات القرن الماضي، عندما كانت أجهزة الحاسب جديدة، توقع الجيل الأول من باحثي الذكاء الاصطناعي بحماس أن تكون أنظمة الذكاء الاصطناعي المكتملة قاب قوسين أو أدنى من الظهور، لكن هذا التفاؤل قد تلاشى عندما بدأ الباحثون في استيعاب مدى التعقيد الكبير للمعرفة في العالم الحقيقي، وخاصة عندما يتعلق الأمر بأمور إدراكية، مثل: ما الذي يجعل حاسبًا يتعرف على صورة وجه أنها وجه إنسان، وليست قناعًا، أو وجه قرد. قضى المئات من الباحثين وطلاب الدراسات العليا عقودًا يُدْخِلون يدويًّا قواعد الترميز المتعلقة بكافة السمات المختلفة التي يحتاجها الحاسب للتعرف على الأشياء. يقول نج: «التوصل إلى السمات المناسبة أمر صعب، ويستغرق وقتًا طويلًا، ويتطلب معرفة خبيرة. ومن الطبيعي أن تسأل عما إذا كانت هناك طريقة أفضل».

في ثمانينات القرن الماضي، بدا أن هناك طريقة أفضل للتعلم المتعمق في الشبكات العصبية. فلهذه الأنظمة القدرة على تعلم القواعد الخاصة بها من نقطة الصفر، كما تمتاز بتماثل بديع، حيث تستخدم آليات مستوحاة من الدماغ لتحقيق وظائف تشبه وظائف الدماغ. تتطلب تلك الاستراتيجية ترتيب خلايا عصبية محاكاة في عدة طبقات. وعند تقديم صورة لمثل هذا النظام، سوف تلاحظ الطبقة الأولى من طبقات التعلم ببساطة كل «بكسلات» الإضاءة والإعتام في الصورة. قد تدرك الطبقة التالية أن بعض تلك البكسلات تشكل حدودًا، بينما قد تتمكن الطبقة التي تليها من التمييز بين الخطوط الأفقية والخطوط العمودية. وفي نهاية المطاف، قد تتعرف طبقة على العينين، وربما تدرك أن العينين عادةً ما تُوجَدَان في الوجه البشري (انظر «التعرف على الوجه»).

لم يكن أداء أول برامج التعلم المتعمق أفضل من أي أنظمة أخرى أكثر بساطة، حسبما يقول مالك. وبالإضافة إلى ذلك.. كان من الصعب التعامل معها. «دائمًا كانت إدارة الشبكات العصبية فنًّا دقيقًا. ينطوي الأمر على شيء من السحر الأسود»، حسب قوله. وتتطلب الشبكات سيلًا غنيًّا من الأمثلة للتعلم منها، مثل طفل يجمع المعلومات عن العالم من حوله. في ثمانينات وتسعينات القرن الماضي، لم يكن الكثير من المعلومات الرقمية متوفرًا، كما أن أجهزة الكمبيوتر في ذلك الوقت كانت تحتاج إلى وقت طويل لمعالجة ما كان متاحًا. كانت التطبيقات نادرة. ومن التطبيقات القليلة في تلك الفترة: تقنية وضعها ليكان، وتستخدمها البنوك حتى الآن لقراءة الشيكات المكتوبة بخط اليد.

ومع ذلك.. فمع مطلع الألفية الثانية كان دعاة من أمثال ليكان ومشرفه السابق، عالِم الكمبيوتر جيفري هينتون من جامعة تورونتو في كندا، مقتنعين بأن الزيادة التي تحققت

«على مدى السنوات القليلة القادمة سوف نرى موجة من الالتهام الشره، وسيقفز الكثير من الناس على عربة التعلم المتعمق»

في القدرة الحاسوبية، والتطور الرهيب الحادث في كَمّ البيانات الرقمية المتوفرة، يعنيان أن الوقت قد حان لدَفعة جديدة. يقول جورج دال، وهو أحد طلبة هينتون حاليًا: «أردنا أن نبيّن للعالم أن هذه الشبكات العصبية المتعمقة مفيدة حقًّا، ويمكنها أن تساعد فعلًا».

كبداية، عالج هينتون، ودال، وعديد من الباحثين الآخرين المهمة الصعبة، والمهمة تجاريًّا، وهي التعرف على مفردات الكلام. ففي عام 2009، أفاد الباحثون[2] أنه بعد التدريب على مجموعة بيانات تقليدية ـ تضمنت ثلاث ساعات من الأحاديث المسجلة والكلمات المكتوبة ـ كسرت شبكتهم العصبية للتعلم المتعمق الرقم القياسي للدقة في تحويل الكلمات المنطوقة إلى نص مكتوب، وهو الرقم القياسي الذي لم يتزحزح كثيرًا خلال عقد من استخدام الأسلوب القياسي القائم على استخدام القواعد. لفت هذا الإنجاز انتباه اللاعبين الرئيسين في سوق الهواتف الذكية، حسب قول دال الذي نقل هذه التقنية إلى مايكروسوفت خلال فترة تدريب له هناك. ويقول: «في ظرف بضع سنوات تحوَّل الجميع إلى التعلم المتعمق». وعلى سبيل المثال.. يعتمد «سيري Siri» ـ المساعد الرقمي المفعّل بالصوت في هواتف آي فون ـ على تقنية التعلم المتعمق.

قفزة هائلة

عندما اعتمدت «جوجل» أسلوب التعرف على الكلام بطريقة التعلم المتعمق في نظام التشغيل لهاتف أندرويد الذكي، حققت انخفاضًا بنسبة 25% في أخطاء التعرف على الكلمات. يقول هينتون: «هذا النوع من التحسن يُتوقع عادةً أن يستغرق تحقيقه عشر سنوات»، مما يعكس مدى الصعوبة التي كانت تكتنف إحراز تقدم في هذا المجال. ويضيف قائلًا «هذا بمثابة عشرة إنجازات تتحقق كلها معًا».

في الوقت نفسه، تمكَّن نج من إقناع جوجل بالسماح له باستخدام البيانات وأجهزة الحاسب الخاصة بها على ما أصبح يُعرف فيما بعد بمشروع «دماغ جوجل». كانت قدرة المشروع على التعرف على القطط بيانًا عمليًّا مقنعًا لأسلوب التعلم بدون إشراف (ولكنها بمفردها لم تكن مجدية تجاريًّا). يُعد هذا الأسلوب من أصعب طرق التعلم، حيث إن المدخلات تأتي بدون أي معلومات تبين كنهها، مثل الأسماء والعناوين، أو الفئات، ولكن نج سرعان ما اعتراه القلق، بسبب قلة عدد الباحثين من خارج جوجل الذين تتوفر لديهم الأدوات اللازمة للعمل في مجال التعلم المتعمق. يقول: «على إثر العديد من المحاضرات التي كنت ألقيها، كثيرًا ما كان يأتيني طلاب للدراسات العليا محبطين يقولون: «ليس لدينا 1000 جهاز حاسب تحت تصرفنا، فهل يمكننا حتى مجرد البدء في البحث في هذا المجال؟»»

ومن ثم بدأ نج في جامعة ستانفورد مرة أخرى يطوّر شبكات تعلم أكبر وأرخص للتعلم المتعمق باستخدام وحدات معالجة الرسوم (GPUs)، وهي رقائق حاسوبية فائقة السرعة، مصممة لألعاب الكمبيوتر المنزلي[3]. وكان هناك آخرون يقومون بالشيء نفسه. يقول نج: «بحوالي 100,00 دولار أمريكي من الأجهزة، يمكننا بناء شبكة بها 11 بليون وصلة، باستخدام 64 من وحدات معالجة الرسوم».

الآلة الفائزة

كان علماء الرؤية باستخدام الحاسب يريدون أن يروا تحقيق مكتسبات في اختبارات قياسية. يتذكر مالك أن هينتون قد سأله: «أنت من المتشككين. ما الذي يمكن أن يقنعك؟» أجاب مالك بأن الفوز في مسابقة ImageNet الدولية الشهيرة قد يؤدي الغرض.

في هذه المسابقة، تُدرِّب الفرق المتنافسة برامج الحاسب على مجموعة بيانات تضم حوالي مليون صورة تم تصنيفها يدويًّا إلى فئات. وبعد الانتهاء من التدريب، يتم اختبار البرامج بأن يُطلب منها اقتراح أسماء لعدد من الصور المماثلة التي لم يسبق لها رؤيتها من قبل. تُعطَى البرامج الفرصة لتقديم خمسة تخمينات لكل صورة من صور الاختبار، وإذا لم يكن الجواب الصحيح ضمن تلك التخمينات الخمسة، يُحسب ذلك كإجابة خطأ في الاختبار. في السابق كان الفائزون يحققون نسبة خطأ تبلغ حوالي 25% عادةً. وفي عام 2012، دخل مختبر هينتون المسابقة كأول متنافس يستخدم أسلوب التعلم المتعمق؛ فحقق معدل خطأ قيمته 15% فقط (المرجع 4).

«لقد سحق التعلم المتعمق كل الأساليب الأخرى»، حسبما قال ليكان، الذي لم يكن ضمن هذا الفريق. ومهَّد هذا الفوز لحصول هينتون على وظيفة بدوام جزئي لدى جوجل، واستخدمت الشركة البرنامج لتحديث برنامج جوجل+ للبحث في الصور في مايو 2013.

تم إقناع مالك.. «ففي مجال العلوم يجب أن تنقاد إلى الأدلة التجريبية، وقد كان هذا دليلًا واضحًا»، على حد قوله. ومنذ ذلك الحين، قام مالك بتكييف هذا الأسلوب لتحطيم الرقم القياسي في مسابقة أخرى للتعرف البصري[5]. وقد تبعه في ذلك عديد من الباحثين الآخرين. وبحلول عام 2013، استخدم جميع المتنافسين في مسابقة ImageNet أسلوب التعلم المتعمق.

بعد تحقيق هذه الانتصارات في مجال التعرف على الصور والكلام، يزداد الاهتمام الآن بتطبيق أسلوب التعلم المتعمق في فهم اللغة الطبيعية – أي فهم الخطاب البشري جيدًا بما يكفي لإعادة الصياغة أو الإجابة على الأسئلة، على سبيل المثال - وكذلك الترجمة من لغة إلى أخرى. مرة أخرى، يتم ذلك حاليًا باستخدام قواعد يتم وضعها يدويًّا من النص المعروف، وعن طريق التحليل الإحصائي له. ومن الأمثلة المتقدمة لهذه التقنيات برمجيات مثل جوجل ترانسليت، التي يمكنها إعطاء

NATURE.COM
تعلم نهجًا آخر لأجهزة حاسب مستوحى تصميمها من الدماغ:
go.nature.com/fktnso

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

نتائج مفهومة (وإنْ كانت مضحكة أحيانًا)، ولكنها لا ترقى إلى مصاف الترجمة البشرية السلسة. يقول لويس فون آهن خبير التعهيد الجماعي crowd sourcing، الذي تعتمد شركته Duolingo، ومقرها في بيتسبرج، بنسلفانيا، على البشر، وليس الحاسبات، في ترجمة النصوص. «الشيء الوحيد الذي يتفق الجميع عليه هو أنه حان الوقت لتجريب شيء مختلف».

علوم متعمقة

في غضون ذلك.. أثبت أسلوب التعلم المتعمق جدواه في مجموعة متنوعة من المهام العلمية. يقول هينتون: «الشبكات المتعمقة جيدة حقًا في التعرف على أنماط بعينها ضمن مجموعات البيانات». وفي عام 2012، رصدت شركة المستحضرات الصيدلانية ميرك جائزة لمن يستطيع التفوق على أفضل برامجها في المساعدة على التنبؤ بعقاقير مرشحة مفيدة. تلخصت المهمة في التنقيب خلال قاعدة بيانات تضمنت سجلات عن أكثر من 30,000 من الجزيئات الصغيرة، يتضمن كل منها آلاف الواصفات العددية للخواص الكيميائية، ومحاولة التنبؤ بكيفية تصرف كل منها إزاء 15 جزيئًا مستهدفًا. وباستخدام نظام للتعلم المتعمق، فاز دال وزملاؤه بجائزة قيمتها 22,000 دولار أمريكي. «لقد تمكّنّا من تحقيق تحسن بنحو 15% على خط الأساس لشركة ميرك»، على حد قوله.

يستخدم البيولوجيون والباحثون في مجال الحوسبة ـ مثل سيباستيان سيونج من معهد ماساتشوستس للتقنية في كمبريدج ـ أسلوب التعلم المتعمق؛ لمساعدتهم على تحليل صور ثلاثية الأبعاد لشرائح في الدماغ. تتضمن مثل تلك الصور مجموعة متشابكة من الخطوط التي تمثل الوصلات بين الخلايا العصبية. وهذه تحتاج إلى تحديد، بحيث يمكن تخطيطها وعدّها. في الماضي، كان يُستعان بالطلبة الجامعيين لتتبع مسارات تلك الخطوط، غير أن العملية في صورتها الأوتوماتيكية تُعَدّ الطريقة الوحيدة للتعامل مع مليارات الوصلات، التي من المتوقع أن يتطلب الأمر التعامل معها مع استمرار مثل تلك المشاريع. ويبدو أن التعلم المتعمق سيكون أفضل وسيلة للأوتوماتيكية. يستخدم سيونج حاليًا برنامجًا للتعلم المتعمق لتخطيط الخلايا العصبية في جزء كبير من شبكية العين، ومن ثم إحالة النتائج للتأكد من صحتها بواسطة متطوعين في لعبة التعهيد الجماعي على الإنترنت، تُدعى EyeWire.

استخدم ويليام ستافورد نوبل ـ وهو عالِم حاسب بجامعة واشنطن في سياتل ـ أسلوب التعلم المتعمق لتعليم برنامج للنظر في سلسلة من الأحماض الأمينية والتنبؤ ببنية البروتين الناتج. وعلى سبيل المثال.. ما إذا كانت الأجزاء المختلفة ستشكل حلزونًا أم حلقة، ومدى سهولة تمَكّن مُذيب من التسلل عبر ثغرات في تلك البنية. وحتى الآن، قام نوبل بتدريب برنامجه على مجموعة واحدة صغيرة من البيانات، وخلال الأشهر المقبلة سينتقل إلى بنك بيانات البروتين: وهو مستودع بيانات عالمي، يضم حاليًا ما يقرب من 100,000 بنية بروتين.

يمكن لأسلوب التعلم المتعمق تحقيق أرباح كبيرة لعلماء الحاسب.. إذ يفكر دال في فرص إقامة شركات ناشئة، وتم التعاقد مع ليكان في ديسمبر 2013 ليرأس قسمًا جديدًا للذكاء الاصطناعي في «فيسبوك». تبشر هذه التقنية الواعدة بتحقيق النجاح العملي للذكاء الاصطناعي. و«يمتاز التعلم المتعمق بخاصية أنه إذا ما غذيته بالمزيد من البيانات؛ فإنه يتحسن أكثر فأكثر»، كما لاحظ نج. ويقول: «إن خوارزميات التعلم المتعمق ليست هي الوحيدة التي لها تلك الميزة، ولكن يمكن القول إنها الأفضل، وبالتأكيد فإنها الأسهل. ولذا.. فهي تُعد تقنية واعدة بدرجة هائلة للمستقبل».

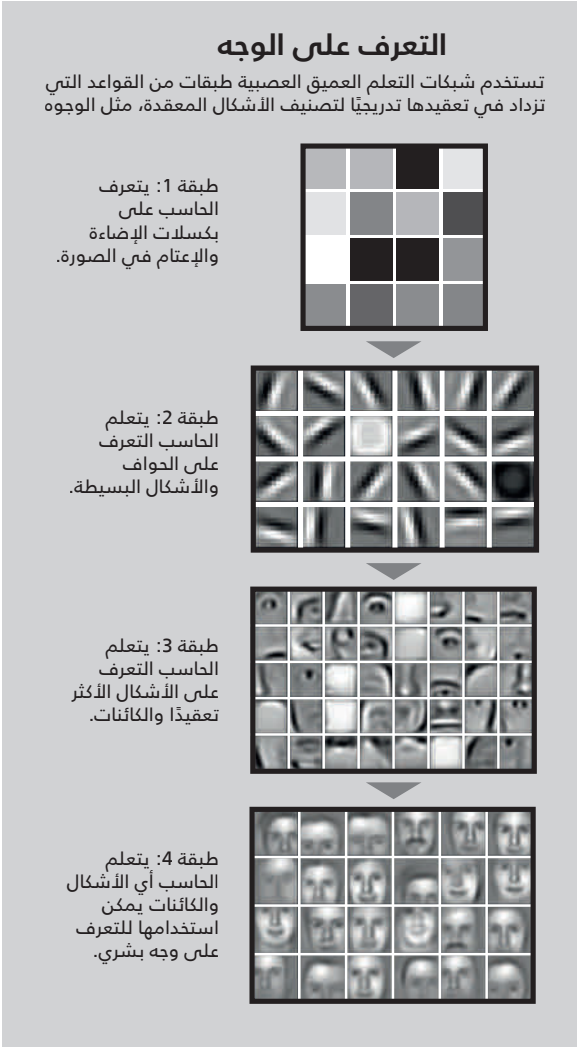
«يمتاز التعلم المتعمّق بخاصية أنه إذا ما غذّيته بالمزيد من البيانات؛ فإنه يتحسن أكثر فأكثر»

ومع ذلك.. فليس كل الباحثين مؤيدين لهذه الفكرة. يقول أورين إتزيوني، مدير مركز ألن للذكاء الاصطناعي في سياتل، الذي تم إطلاقه في سبتمبر الماضي؛ بهدف تطوير الذكاء الاصطناعي، إنه لن يتم استخدام الدماغ كمصدر للإلهام. ويضيف: «الأمر يشبه ما حدث عند اختراعنا للطيران»، حيث إن التصاميم الأكثر نجاحًا للطائرات لم تكن على غرار مبادئ علم الأحياء للطيور. يتلخص الهدف المحدد لإتزيوني في ابتكار جهاز حاسب، أنه عندما يُعطَى رصة من الكتب المدرسية الممسوحة ضوئيًّا، فإنه يتمكن من اجتياز اختبارات موحدة في العلوم للمدرسة الابتدائية (يتم تكثيفها في نهاية المطاف لتصل إلى امتحانات ما قبل الجامعة). ولاجتياز الاختبارات، ينبغي أن يكون الحاسب قادرًا على قراءة وفهم الرسوم والنصوص. ولم يتم البَتّ بعد في الطريقة التي سيتبعها معهد ألين لتحقيق ذلك، ولكن إتزيوني يقول إن الشبكات العصبية والتعلم المتعمق ليسا في المقدمة على قائمة الخيارات المطروحة.

تكمن إحدى الأفكار المنافِسة في الاعتماد على حاسب يفكر على أساس الحقائق التي يتم إدخالها إليه، بدلًا من محاولة معرفة الحقائق الخاصة به من نقطة الصفر. ولذا.. فقد يبرمج عن طريق تأكيدات من نوع «جميع الفتيات بشر». وبعد ذلك.. عندما يُعرض عليه نص يذكر فتاة، يمكن للحاسب أن يستنتج أن الفتاة المعنية هي شخص. يتطلب الأمر الآلاف ـ إن لم يكن الملايين ـ من تلك الحقائق؛ لتغطية الجوانب العادية البسيطة من المعرفة حول العالم. وهذا تقريبًا هو ما تضمنه جهاز الحاسب «واتسون» من إنتاج شركة آي بي إم، الذي فاز في مباراة شهيرة من برنامج الألعاب التليفزيوني «جيوباردي» ضد عدد من كبار المتنافسين الآدميين في عام 2011. ومع ذلك.. فإن مجموعة Watson Solutions التابعة لـ«آي بي إم» مهتمة بتجربة أسلوب التعلم المتعمق؛ لتحسين التعرف على الأنماط، حسب قول روب هاي، كبير مسؤولي التقنية في الشركة التي يوجد مقرها الرئيس في أوستن، تكساس.

تأخذ جوجل أيضًا حذرها إزاء الموقف من الخيارات المتاحة.. فرغم أن أكثر أساليبها تطورًا في مجال توسيم الصور تقوم على شبكات التعلم المتعمقة لهينتون، فإن لديها أقسامًا أخرى بخيارات أوسع. ففي ديسمبر 2012، تعاقدت الشركة مع عالِم المستقبل، راي كورزويل؛ لمتابعة الطرق المختلفة لتعلم أجهزة الحاسب من الخبرة، بما في ذلك استخدام تقنيات تضم التعلم المتعمق، ولكنها لا تقتصر عليه. ففي مايو من العام الماضي، حصلت جوجل على جهاز حاسب كمّي من إنتاج شركة D-Wave في برنابي، كندا (انظر: *Nature* **498**, 286-288; 2013). يمكن استخدام هذا الحاسب الواعد في مهام غير الذكاء الاصطناعي، كالحسابات الرياضية الصعبة، رغم أنه يمكن ـ نظريًّا ـ استخدامه كذلك في مجال التعلم المتعمق.

ورغم النجاحات التي حققتها تقنية التعلم المتعمق، فإنها لا تزال في مراحلها الأولى. يقول دال: «إنها جزء من المستقبل. ويمكن القول إنه من المدهش أننا حققنا الكثير جدًّا بإمكانيات قليلة جدًّا». ويضيف قائلًا: «ما زلنا في البداية». ■



IMAGES: ANDREW NG

نيكولا جونز مراسلة مستقلة، تقيم بالقرب من فانكوفر، كندا.

1. Le, Q. V. *et al.* Preprint at http://arxiv.org/abs/1112.6209 (2011).
2. Mohamed, A. *et al. 2011 IEEE Int. Conf. Acoustics Speech Signal Process.* http://dx.doi.org/10.1109/ICASSP.2011.5947494 (2011).
3. Coates, A. *et al. J. Machine Learn. Res. Workshop Conf. Proc.* **28,** 1337–1345 (2013).
4. Krizhevsky, A., Sutskever, I. & Hinton, G. E. In *Advances in Neural Information Processing Systems 25*; available at go.nature.com/ibace6.
5. Girshick, R., Donahue, J., Darrell, T. & Malik, J. Preprint at http://arxiv.org/abs/1311.2524 (2013).

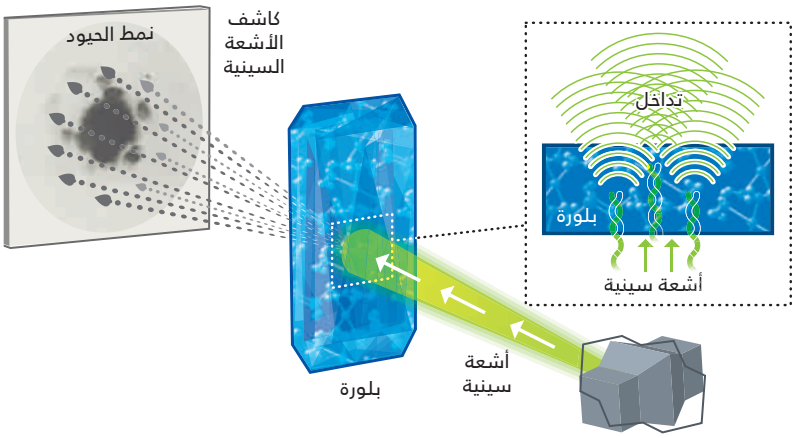
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

أســـرار ذَرّيّـــة

100 عام مضت على نشأة علم البلورات

نيكولا جونز

حصل العالِم الألماني ماكس فون لاوي في عام 1914 على جائزة نوبل في الفيزياء، لاكتشافه كيف تُحيّد البلورات الأشعة السينية. وهي الظاهرة التي أدت إلى علم دراسة البلورات باستخدام تلك الأشعة. ومنذ ذلك الحين، استخدم الباحثون الحيود لدراسة التركيبات البلورية للجزيئات المعقدة، بدءًا بالمعادن البسيطة إلى مواد التقنية العالية، مثل الجرافين والتركيبات البيولوجية، بما فيها الفيروسات. ومع التقدم التقني، تسارعت وتيرة الاكتشافات، إذ يتم حاليًا الحصول على صور لعشرات الآلاف من التركيبات الجديدة كل عام. لقد نجحت درجة الوضوح لصور البروتينات البلورية في التسعينات من القرن العشرين في تخطي عقبة حرجة، وهي تمييز الذرات المفردة. وتبشِّر مصادر الأشعة السينيّة الحديثة بإمكانية الحصول على صور لبروتينات.. مِن الصعب ـ أو المستحيل ـ أن توجد في صورة بلورات كبيرة.



SPL

نشأة الفكرة

أدرك فون لاوي أن الأشعة السينية عندما تمر من خلال بلورة، فإن ذرات البلورة تعمل على تشتيت الأشعة، ومن ثم تتداخل مع بعضها البعض، مثل الأمواج التي تصطدم بجدار على شاطئ البحر. في بعض الأماكن نجد أن الأمواج تتجمع مع بعضها البعض، وفي أماكن أخرى، تلغي أثر بعضها البعض. ويمكن لنمط الحيود الناتج أن يُستخدَم لتحديد مواقع الذرات بشكل عكسي، بعد أن قامت بتشتيت الأشعة السينيّة الأصلية. وأثبت فون لاوي وزملاؤه هذه النظرية في عام 1912 باستخدام عيِّنة من كبريتات النحاس.

1914 1916 1918 1920 1922 1924 1926 1928 1930 1932 1934 1936 1938 1940 1942 1944 1946 1948 1950 1952 1954 1956 1958 1960 1962 1964 1966 1968 1970

1913
الماس

مكنت صور الحيود الباحثين من التأكد من البنية التركيبية رباعية السطوح لذرات الكربون في هذه البلورة الشهيرة.

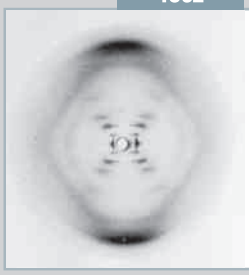
1923
هيكسا ميثايلين تترامين

هو أول جزيء عضوي تم تصويره، وقد وقع عليه الاختيار، لأنه يمتلك شكلًا ذا تماثل مكعب بسيط. لقد أثبت أن الجزيئات، وليس فقط الذرات، يمكن أن تشكل عناصر تكون البلورة.

1925
الكوارتز

يعد تحديد البنية التركيبية لمعادن السيليكات إحدى ركائز علم المعادن.

1952
الحمض النووي



ساعدت صورة الأشعة السينية - التي التقطها العالم روزاليند فرانكلين للحمض النووي، المعروفة باسم الصورة 51 - العالِمَين جيمس واطسون وفرانسيس كريك لوضع نموذجهما الشهير للولب المزدوج. لم يتسن أخذ صورة بوضوح على المستوى الذري للبنية التركيبية المقترحة عام 1953 حتى تحقق ذلك في عام 1980.

1958
مايوجلوبين

الطيات غير المنتظمة التي شوهدت في البنية التركيبية لأول بروتين تم تصويره كانت مفاجأة كبيرة.

1970
السينكروترون

تعد دراسة عضلة حشرة بمسرع الجسيمات "السينكروترون الإلكتروني الألماني" (DESY) في مدينة هامبورج أول استخدام للأشعة السينية المتولدة بواسطة السينكروترون. وقد تسبب استخدام مثل هذه الآلات في طفرة في دراسات علم البلورات.

1965
لايسوزايم

أول إنزيم تم تصويره، وقد تم استخلاصه من بياض بيضة دجاجة.

HEXAMETHYLENETETRAMINE: AM. CHEM. SOC.; DNA: KING'S COLLEGE LONDON

علم البلورات في 100 عام

عدد خاص من نيتشر

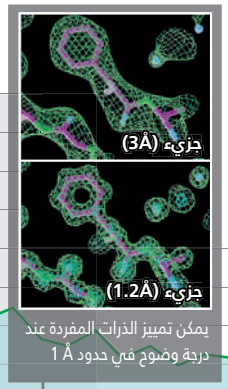
nature.com/crystallography

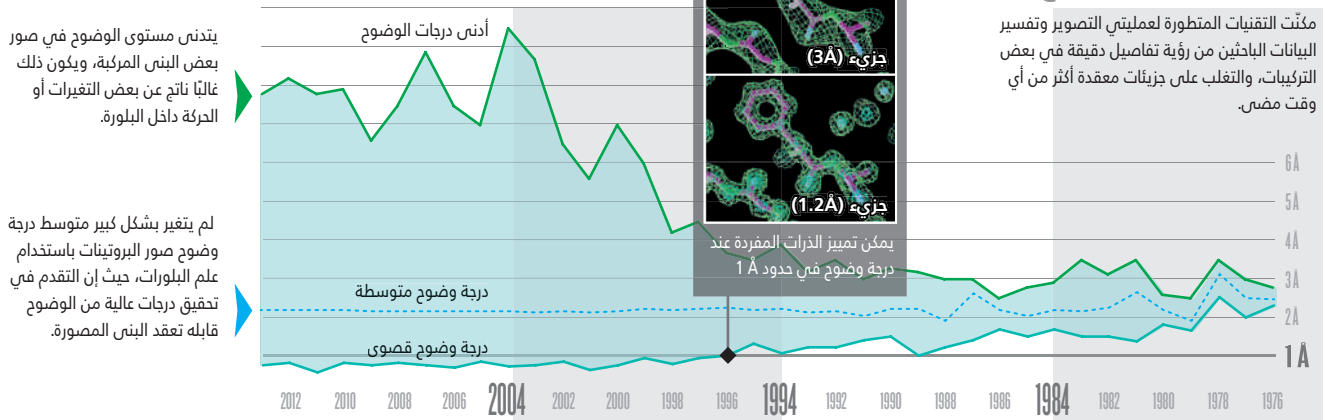
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

مزيد من الوضوح

مكّنت التقنيات المتطورة لعمليتي التصوير وتفسير البيانات الباحثين من رؤية تفاصيل دقيقة في بعض التركيبات، والتغلب على جزيئات معقدة أكثر من أي وقت مضى.

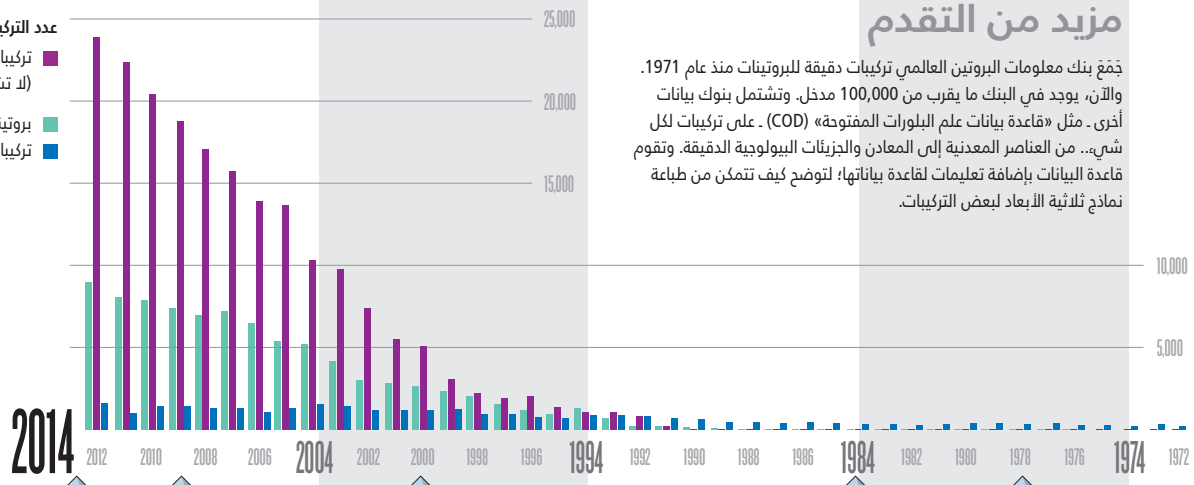




IMAGES: BERNHARD RUPP/GARLAND SCIENCE/TAYLOR & FRANCIS
GRAPH: H. M. BERMAN *PROTEIN SCI.* **21**, 1587–1596 (2012), WITH UPDATES FROM WORLDWIDE PROTEIN DATA BANK

مزيد من التقدم

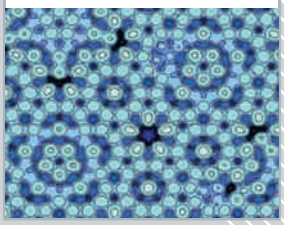
جَمَعَ بنك معلومات البروتين العالمي تركيبات دقيقة للبروتينات منذ عام 1971. والآن، يوجد في البنك ما يقرب من 100,000 مدخل. وتشتمل بنوك بيانات أخرى ـ مثل «قاعدة بيانات علم البلورات المفتوحة» (COD) ـ على تركيبات لكل شيء.. من العناصر المعدنية إلى المعادن والجزيئات البيولوجية الدقيقة. وتقوم قاعدة البيانات بإضافة تعليمات لقاعدة بياناتها؛ لتوضح كيف تتمكن من طباعة نماذج ثلاثية الأبعاد لبعض التركيبات.



SOURCE: WORLDWIDE PROTEIN DATA BANK/ CRYSTALLOGRAPHY OPEN DATABASE

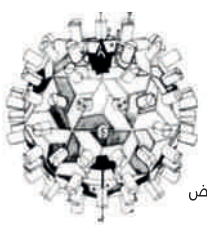
1984
أشباه البلورات

تم التعرف على البلورات الأولى مع الترتيبات الذرية التي لا تتكرر بالمثل، متحدية الطبيعة العامة للبلورات.



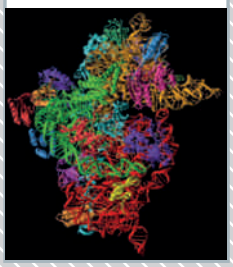
1978
فيروس التقزم الشجري للطماطم

أول صورة على المقياس الذري لفيروس كامل: في هذه الحالة فيروس نباتي. كشف هذا عن القواعد التركيبية التي وجدت متحققة أيضا في مسببات الأمراض للإنسان بعد مرور بضع سنوات قليلة.



2000
ريبوسوم

الآلة الجزيئية التي تجمع البروتينات من تعليمات مشفرة في الحمض النووي.



2013
فيروس العوز المناعي الانتهازي

ساعدت صورة الأشعة السينية للخطاف الذي يستخدمه فيروس العوز المناعي ليرتبط مع خلايا الانسان في حسم الأمر في معرفة كيف يكون شكل هذا البروتين المهم.

2009
ليزر الأشعة السينية والإلكترون الحر

بدأ مصدر الضوء المتزامن (اللينياك LINAC) في مختبر التعجيل القومي (السلاك SLAC) في مينلو بارك، بكاليفورنيا بالعمل، فاتحًا المجال لإمكانيات تصوير جديدة.

المستقبل

قائمة البروتينات "الأكثر طلبًا" للتصوير هي تلك التي تشتمل على جسيم التضفير الكبير spliceosome، الذي يساعد على تنظيم وتحرير الحمض الريبي المرسال، وحتى تجمعات الأنوية المسامية الكبيرة التي تقوم بوظيفة حارس بوابة النواة.

يمكن أن تحتوي هذه التركيبات على المئات من البروتينات التي تجعل تبلورها أو بقاءها ثابتة ليتم تصويرها صعبًا.

أحد هذه الاستراتيجيات هو أن يتم بلورة أجزاء صغيرة من هذه التركيبات وتجميعها مع بعضها البعض مثل البانوراما، ومن ثم استخدام ليزر الأشعة السينية والإلكترون الحر الذي قد يسهم في التغلب على هذه المشكلة.

QUASICRYSTALS: US DEPT OF ENERGY/AFP/GETTY; RIBOSOME: V. RAMAKRISHNAN & D. E. BRODERSEN/MEDICAL RESEARCH COUNCIL; HIV: AAAS

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

قبل عشر سنوات

صعد نجم وو سوك هوانج إلى قمة مجاله، قبل أن يخرجه التزوير والمراوغة في الممارسات الأخلاقية الحيوية عن طريقه المهني. فهل يمكن لشخص منبوذ علميًّا أن يحرِّر نفسه؟

عـــودة الاستنساخ

ديفيد سيرانوسكي

تقبع مؤسسة سوام لأبحاث التكنولوجيا الحيوية في حضن أحد التلال المشجرة في جورو، وهو حيّ يقع على مشارف جنوب غرب سول. مظهرها المتقشف الهادئ والبارد في هذا اليوم الشتوي، بلونها الخارجي الأبيض الرمادي يناقض ضجيج النشاط داخلها.

الباب المقابل للردهة يؤدي إلى ممر يزخر بفوضى الكلاب. في الأكشاك الموجودة إلى اليسار، تتواثب كلاب دروا التبت وجِرَاء الراعي (الشيبرد) الأسترالية. ويتراقص تيريه يوركشاير ذهابًا وإيابًا على رجليه الخلفيتين. وتعوي هجينة بالغة بقلق، خوفًا من الإبعاد، ولا تهدأ قبل أن يُعاد جَرْوَا بيجل ـ اللذان أنجبتهما ـ إلى حظيرتها. إنها لا تعرف أنها مجرد أُمّ بديلة، ولا أن الجَرَاء هي كلاب مستنسخة شديدة الغرابة، هُندست لتُظهِر أعراض مرض الزهايمر.

الجانب الأيمن من الممر يضم نافذة بحجم الجدار، تطل على غرفة العمليات. في الداخل، وو سوك هوانج، في ثوب الجرّاح الأزرق، وقبعته وقناعه، يتعامل مع كلبة في طور المخاض. إنه يُحَيِّي زواره من خلال سماعة الميكروفون المثبت على رأسه، ثم يوضح أن هذه حالة طوارئ: فأحد الجِرَاء عالق في عنق الرحم. يُجْرِي شَقًّا، ويفحص رحم الكلبة بدقة، إلى أن يخرج الجرو الصغير، الذي يبدو كإصبع نقانق أبيض. بعد مسحه، يمسكه هوانج ويقربه من أذنه، ليصغي إلى أصوات تنفسه، ثم يدلّك برفق الجرو المتمايل؛ ليتأكد من أنه واعٍ، ويعود لإخراج الجرو الأخير. وبعد دقائق يعلن: «لقد أنقذنا الكلاب الثلاثة المستنسخة». وتلمع عينا هوانج بفخر.

قبل ثماني سنوات، لم يكن بوسع الكثير أن يتصوروا أنهم سيرقبون هذا المشهد البهيج. وكان هوانج ـ وهو باحث الاستنساخ الشهير عالميًّا ـ قد هوى لِتَوِّه من قمة النجاح العلمي، عندما اتضح أنه زوّر مقالين[1,2] يصفان خطوط الخلايا الجذعية المشتقة من أجنة بشرية مستنسَخة. كانت هناك هفوات أخلاقية عديدة في الطريقة التي اتبعها هوانج في جمع البويضات البشرية لتجاربه، ووُجد أن البحثين كانا يحتويان على بيانات ملفَّقة، ثم سُحِبَا في نهاية المطاف. كانت واحدة من أكثر حالات الاحتيال العلمي المُبَلَّغ عنها على نطاق واسع، والمخيِّبة للآمال على مستوى العالم في التاريخ. في يناير 2006، وصف أون تشان تشونج ـ الذي كان حينذاك رئيس جامعة سول الوطنية، حيث قام هوانج بهذا البحث ـ العملَ بأنه «وصمة عار على المجتمع العلمي كله ـ بالإضافة إلى بلدنا ـ لا يمكن محوها».

وإذا كان من المتعذّر محو الوصمة، فربما يمكن طمسها من الذاكرة بمئات من المخالب والحوافر. وبتمويل خاص من المشجعين الصامدين، افتتح هوانج مؤسسة سوام في يوليو 2006. ومنذ ذلك الوقت استنسخ مئات الحيوانات.. كلابًا وأبقارًا وخنازير وذئابًا. وتشمل أهدافه إنتاج العقاقير، وعلاج داء السكري ومرض الزهايمر، وتوفير أعضاء للزرع، وحماية الأنواع المهدَّدة بالانقراض، وتخفيف أحزان مالكي الحيوانات الأليفة. كانت لديه مجموعة من المنشورات في دوريّات محترمة، ووجد تعاونًا داخل كوريا الجنوبية وخارجها، ودعمًا مؤسسيًّا متزايدًا من الهيئات الحكومية. من الصعب مزْج هذه الصورة مع صور هوانج الصادرة عن وسائل الإعلام الكورية الجنوبية في عام 2005، التي أحيطت بكثيرٍ من الجدل، حيث تم تصويره طريح سرير في أحد المستشفيات، غير حليق، وقيل إنه يعاني من إرهاق.

واليوم، يقلّل هوانج من أهمية تورطه في التزوير. فهو يحتفظ بقاعدة من المؤيدين المتحمسين، يوجد معظمهم في كوريا الجنوبية. ويصرّ ـ خلافًا للإجماع العلمي ـ على أنه قام بالفعل بتخليق الخط الأول من الخلايا الجذعية الجنينية البشرية المستنسخة. وقد لاقى نجاحًا في الحصول على بعض الاعتراف القانوني بهذا الادعاء.

في ديسمبر الماضي، رحب بصحفيين في سوام، للقيام بجولة في مرافق المؤسسة، ولكي يروه وهو يولّد بعض الجِرَاء المستنسخة، لكنه رفض التعليق على هذه القصة. وكَتَبَ عن طريق البريد الإلكتروني قائلًا: «ربما بعد بضعة عقود من الزمن».

الاستنساخ من أجل الوطن

تدرَّب هوانج كطبيب بيطري، وذاعت شهرته في كوريا الجنوبية في أواخر التسعينات من القرن العشرين، بسبب استنساخه للحيوانات، ولإحاطة نفسه بحلفاء مهمين (انظر: «صعود وسقوط وو سوك هوانج»). ثم طلب من الرئيس حينذاك (كيم داي جونج) تسمية أول ثور مستنسَخ، ووعد بتحقيق طفرة زراعية وطنية تركز على المواشي المستنسَخة.

اتسعت شعبيته في كوريا الجنوبية، وفي عام 2004 أطلق شهرة عالمية عندما نشرت دورية «ساينس» بحثًا[1] ادعى فيه أنه تمكَّن من إنشاء خط خلوي جذعي جنيني من جنين بشري مستنسخ، وهو أمر كانت عدة مجموعات تحاول القيام به. وبدا أن نجاح هوانج كان سيوفر إمدادات لا نهاية لها من الخلايا المتنوعة والمطابقة وراثيًّا لخلايا المانح. ومن خلال هذه العملية ـ التي غالبًا ما كانت تسمى الاستنساخ العلاجي ـ كان من المأمول أن يتمكن الأطباء من إعادة الشباب إلى الأنسجة أو الأعضاء المصابة بقصور، أو إمكانية استخدام الخلايا المأخوذة من الناس، والمصابة بأي مرض تقريبًا، في أغراض البحث وكشف العقاقير. في العام الذي تلاه، نشرت مجموعته بحثًا ثانيًا[2]، يصف تطور أحد عشر خطًّا خلويًّا آخر، مما يجعل العملية روتينية جدًّا بحيث بدا أن تطبيقاتها الإكلينيكية باتت وشيكة.

وحتى عندما كانت نجوميته في تصاعد، بدأت العيوب في الظهور. ففي مايو 2004، أخبرت إحدى طالبات هوانج في الدراسات العليا «نيتشر» أنها كانت قد تبرعت ببويضات من أجل تجارب البحث الأول (انظر: *Nature* **429**, 3; 2004). كان زعمًا مثيرًا للجدل، حيث يخشى عديد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

RIGHT: AHN YOUNG-JOON/AP; LEFT: DAVID CYRANOSKI

ستّبي، أول كلب مستنسخ (إلى اليمين)، كان أحد نجاحات وو سوك هوانج. وحاليًا، يقوم هوانج بتوليد حيوانات مستنسخة بانتظام (إلى اليسار) في معهد بالقرب من سول.

من المتخصصين في الأخلاقيات البيولوجية ـ في حالة كهذه ـ من شعور الطلاب بالضغط لتحمُّل إجراء محفوف بالمخاطر، وغير مريح.

نفى هوانج التهمة؛ وتراجعت الطالبة عن بيانها، ولكن في نوفمبر 2005 ـ وبسبب أدلة متزايدة ـ اعترف هوانج بأنه كذب (انظر: *Nature* **438**, 536–537; 2005). فقد تبرعت طالبتان بالبويضات؛ وكان هوانج قد أوصل إحداهما بنفسه إلى العيادة، حيث تبرعت ببويضاتها قبل أن تعود إلى المختبر؛ لمحاولة إنشاء خط خلوي مستنسخ عنها. كان هوانج قد دفع أيضًا للمتبرعات؛ من أجل الحصول على البويضات المستخدَمة في بحث عام 2004، مناقِضًا لما جاء في البحث. كما تابع تعويض المتبرعات، حتى بعد دخول قانون الأخلاقيات البيولوجية في كوريا الجنوبية ـ الذي يحظر هذه الممارسة ـ حيز التنفيذ في يناير 2005.

وسرعان ما تكشَّفت انتصارات هوانج عن المزيد.. ففي يناير 2006، أعلنت لجنة تحقيق جامعة سول الوطنية أن بحثيه عن الاستنساخ البشري كانا مزوَّرَيْن. ووجدت اللجنة أن الخط الخلوي الذي أشير إليه في عام 2004، والذي أطلق عليه اسم NT-1، لم يتشكل نتيجة للاستنساخ، وربما كان نتاج التوالد العذري، أي «ولادة العذراء» العملية التي تبدأ البويضة من خلالها بالتطور الجنيني، دون تدخُّل الحيوانات المنوية. وقد اتضح أن الخطوط الخلوية الجذعية الأحد عشر ـ المدَّعى أنها مستنسَخة من مريض معين في بحث عام 2005 ـ إنما هي خطوط خلايا جذعية جنينية عادية، أُخذت من مستشفى للإخصاب، وتمت إعادة تسميتها. وقد تم تلفيق الصور والرسوم البيانية في كلا البحثين؛ لإعطائها مظهر المستنسخات. وخلص التقرير إلى أنه «لا توجد خطوط خلايا جذعية مستنسخة من مريض محدَّد بحوزة فريق البحث الخاص بالبروفيسور هوانج، كما لا توجد أسس علمية للإدعاء بأنه تمكَّن من تخليق أحدها».

تهاوت إمبراطورية هوانج، وطُرِد من جامعة سول الوطنية في مارس 2006. وداهم مكتب المدعي العام في سول مختبره، وفتحَ تحقيقًا شاملًا.

اعترف هوانج بالمسؤولية عن سوء الإشراف على مختبره، لكنه استمر في إصراره على أنه قد خُدع من قِبَل مؤلف مشارك. وأثناء التحقيق، اعترف أحد المؤلفين المشاركين أنه بدّل الخلايا الجذعية، دون معرفة هوانج، ولكن هوانج اعترف أيضًا أنه أمر مرؤوسيه بتلفيق البيانات. ونمت شبكة معقدة من اللوم، واعترف هوانج بتورطه في الاحتيال فيها، ولكنه استمر في الإصرار على أن الإنجاز كان حقيقيًّا.

هذا.. ولا يُعتبر تلفيق البيانات أمرًا غير قانوني في كوريا الجنوبية، على عكس استخدام مواد زائفة ـ عن علم مسبق ـ بغرض الحصول على التمويل. اتهم مكتب المدعي العام هوانج بالاحتيال، والاختلاس، وانتهاك الأخلاقيات البيولوجية، وثَلَثْ ذلك دعوى قضائية استمرت ثلاث سنوات. وفي عام 2009، ألغت المحكمة تهمة الاحتيال، وقالت إن الشركات المساهمة منحت المال وهي تعلم أن التبرع لن يعود عليها بفائدة، لكن هوانج أدين بانتهاك قانون الأخلاقيات البيولوجية في البلاد واختلاس الأموال الحكومية. وحُكم عليه بالسجن لمدة عامين. وخُفّف هذا الحكم فيما بعد إلى 18 شهرًا، وهو لا يزال قيد الاستئناف في المحكمة.. ولكنْ، حتى لو خسر هوانج الاستئناف، فلن يقضي أي وقت في السجن، طالما أنه لم يخالف القانون خلال فترة المراقبة، استنادًا إلى شون هايز، وهو شريك في شركة IPG القانونية في سول.

لقد جذبت الحادثة انتباه واهتمام الحكومة والناس العاديين.

متابعة عنيدة

على الرغم من مشاكله القانونية، والاعتقاد السائد بأن حياته المهنية قد انتهت، واصل هوانج العمل، بفضل داعميه الذين جمعوا 3.5 مليون دولار لإطلاق سوام. ولَحِقَ حوالي 15 عالمًا من جامعة سول الوطنية بهوانج، واليوم بقي حوالي نصفهم بين 45 موظفًا في سوام. ويقوم فريقه الآن بتخليق نحو 300 جنين بقر وخنازير في اليوم الواحد، ويولّد حوالي 15 جروًا مستنسخًا في الشهر.

لطالما كان هوانج مهتمًا باستنساخ الكلاب. وفي عام 2005 أبلغ[3] عن ولادة أول جرو مستنسَخ في العالم، وهو ادعاء جمّده التحقيق الذي تجريه جامعة سول الوطنية. ومنذ عام 2006، استنسخت مختبرات سوام أكثر من 400 كلب، معظمهما من الكلاب الأليفة. ويدفع الزبائن، ومعظمهم من الولايات المتحدة، حوالي 100,000 دولار أمريكي مقابل هذه الخدمة. وبدأت مختبرات سوام بتوريد الكلاب لوكالة الشرطة الوطنية الكورية في سول، على أمل أن مستنسخات الحيوانات التي تقدم خدمات مؤكدة ستتعلم بسرعة عملها ككلاب بوليسية. وفي العام الماضي، أطلقت مسابقة لصاحب كلب في المملكة المتحدة للحصول على كلب مستنسَخ مجانًا- مما سيجعله أول كلب مستنسخ في البلاد.

وعلى الرغم من أنّ بإمكان مختبرات سوام أن تكسب المزيد من المال من استنساخ الحيوانات الأليفة، إذا خفضت أسعارها وزادت من إنتاجها، إلا أن المنظمة غير الربحية تريد أن تكون أكثر من مصنع لاستنساخ الكلاب. «إنه مجرد مشروع ثانوي لتمويل بحوث مشروعاتنا الأخرى»، استنادًا لقول إنسنج هوانج، وهو عالِم في المعهد، أبدى موافقته على الحديث عن الأبحاث التي تُجرَى في سوام. وهو غير مرتبط بصلة قرابة مع وو سوك.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

صعود، وسقوط، وصعود وو سوك هوانج

فبراير 2004
وصف وو سوك هوانج أول خط للخلايا الجذعية، NT-1، المستمدة من الأجنة البشرية المستنسخة.

مايو 2005
نشرت مجموعة هوانج البحث الثاني الذي يشير إلى 11 خطًّا جديدًا للخلايا الجنينيّة البشرية.

أغسطس 2005
مجموعة هوانج هي أول مجموعة تستنسخ كلبًا.

نوفمبر 2005
انفصال الشريك الأمريكي جيرالد شاتن عن وو سوك هوانج، مشيرًا إلى قضايا أخلاقية في الحصول على البويضات البشرية.

ديسمبر 2005
جامعة سول الوطنية تدير تحقيقًا مدفوعًا بالأدلة المتزايدة.

يناير 2006
اعتبار أبحاث هوانج في الاستنساخ البشري احتيالًا من قِبَل جامعة سول الوطنية. وتعليق مزاعمه المتعلقة باستنساخ الكلب.

باستخدام تكنولوجيا الاستنساخ، تُنتج مختبرات سوام الأبقار التي تنتج بروتين الانترفيرون البشري في حليبها[4]، الذي يمكن استخدامه لعلاج عدد من الأمراض التي تصيب الإنسان، والخنازير التي يتم تحويرها وراثيًّا، بحيث تصبح أعضاؤها مناسبة لزرعها في البشر[5]. كما تمكّن باحثو سوام أيضًا من إنتاج نماذج جديدة لمرض السكري عن طريق وضع الجينات المسبِّبة لأعراض المرض لدى الفئران في الخنازير[6] والكلاب[7] المستنسخة. وبالمثل، يتابع إنسنج هوانج، فكلب الصيد (بيجل) المعدل وراثيًّا في سوام، الذي يحمل الجينات المرتبطة بمرض الزهايمر، يُظهِر السمات المميِّزة للمرض. وقد استنسخ الباحثون في المعهد هذا الكلب (بيجل) 18 مرة أخرى، و ينتظرون ليروا ما إذا كانت هذه الكلاب ستُظهِر أيضًا أعراض المرض، أم لا.

ولا تتوقف طموحات سوام عند هذا الحد. ففي مارس 2012، بدأ المركز بالتعاون مع معهد العلوم البيئة التطبيقية في الشمال، وهو جزء من جامعة الشمال الشرقي الاتحادية في ياكوتسك، روسيا. وقد وحّدوا جهودهم في محاولة لاستنساخ الماموث من الأنسجة القديمة المحفوظة في الأرض الدائمة التجلّد. وقد تلقّى هذا المشروع ضجة كبيرة، ولكن إنسنج هوانج يعترف بأنه هدف بعيد. «الاحتمالات ضئيلة جدًّا»، كما يقول.

كما تعمل سوام على توسيع قائمتها من الأنواع. وقد استنسخت بالفعل الذئاب (*Canis latrans*)[8] باستخدام بويضات الكلاب وأرحام كلاب بديلة، وتأمل الآن أن تبني على هذا العمل لاستنساخ الكلب البري الأفريقي (*Lycaon pictus*)، الذي يُعتبر واحدًا من أكثر الكائنات آكلات اللحوم المهدَّدة بالانقراض في أفريقيا.

وبتوجيه من وو سوك هوانج، نشر المعهد أكثر من 40 بحثًا يوثّق نجاحات الاستنساخ والتقدم التقني في عملية الاستنساخ. «تحقق مجموعته تقدمًا مهمًّا، وإنْ كان تدريجيًّا نحو تحقيق أهداف طويلة الأجل»، حسبما تقول سيندي تيان، الباحثة في بيولوجيا الاستنساخ والإنجاب في جامعة كونيتيكت في ستورز.

إن حقيقة نشر أبحاث هوانج في الدوريّات المحكَّمة علميًّا علامة تشير إلى تقبّله مرة أخرى. يقول إنسنج هوانج إن الباحثين الذين يلتقي بهم غالبًا ما يطرحون موضوع الاحتيال، و«بعض المراجعين مترددون بعض الشيء» في أخذ مخطوطات سوام على محمل الجد، ولكن بشكل عام، يتم التعامل معها بعدل. تقول تيان ـ التي قامت بتحرير اثنين من أبحاث وو سوك هوانج لنشرها في بلوس وان ـ إن «تصميماته سليمة، واستنتاجاته تستند إلى بيانات جيدة». وتُتابع بقولها: «إنه احتمال بعيد جدًّا أن يستعمل «المحتال التائب» الخدعة نفسها مرة أخرى»، وذلك لأن عمل سوام غالبًا ما سيخضع للمراقبة الدقيقة، والباحثون هناك ملتزمون بأفضل ما لديهم من سلوك.

في مرحلة ما، كان من الواضح أن مخاطر فشل الدكتور هوانج كانت مرتفعة جدًّا.

إن أكبر خطوة خطاها وو سوك هوانج لاستعادة الشرعية كانت إقامة مشارَكَة في شهر مارس 2013 مع معهد بيجين لدراسات الجينوم (BGI) فى شنتشن، الصين، وهو أكبر منشأة لدراسة التسلسل الجيني في العالم ، إلى جانب كونه مصدر قوة في مجال النشر العلمي (انظر: *Nature* **464**, 22-24; 2010). وهما يخططان معًا للنظر في التحولات الكروموسومية التي تحدِّد كيف يتم التعبير عن الجينات، وهو المجال الذي يُعرف باسم علم الوراثة غير الجينية. وتحليل التباين بين الحيوانات المستنسخة وكيف يمكن أن يتسبب في ظهور أنماط مختلفة من جلد الكلاب الخارجي على سبيل المثال، يمكن أن يكون وسيلة قوية لعمل كهذا.

يقول يانج هوانمينج، المؤسِّس المشارك لمؤسسة BGI، إنه أُعجب بمستوى مشاركة وو سوك هوانج بعد مراقبته ينظف مخلفات الجراء المستنسخة»، حيث يقول يانج «على المستوى الشخصي.. أحبه، وأحب طريقة عمله الجادة، ومدى شغفه العلمي».

وقد حصل وو سوك هوانج على دعم من الحكومة الكورية أيضًا. ويأتي حاليًا ما يقرب من 50% من تمويل سوام من المِنَح الحكومية، التي تتضمن 3 مليار وون (2.8 مليون دولار) على مدى ثلاث سنوات من مقاطعة جيونجي، المجاورة لسول، من أجل مشروعين لاستنساخ البقر، حسب قول إنسنج هوانج. وفي عامي 2012 و2013، أسهمت إدارة التنمية الريفية بحوالي 190 مليون وون لمشروع الأنترفيرون، و140 مليون وون للنماذج الحيوانية المعدّلة وراثيًّا من أجل أمراض التمثيل الغذائي.

ويبقى بعض العلماء حذرين. «إذا كنت قد لفَّقت البيانات مرة، فكيف يتسنى للمرء أن يعرف أنك لن تفعلها مجددًا؟» هكذا يتساءل هانز شولر، العالِم المتخصص في بيولوجيا الخلايا الجذعية في معهد ماكس بلانك للطب الحيوي الجزيئي في مونستر، ألمانيا. وعند النظر في المحاولة المستبعَدة لاستنساخ الماموث، يشعر جونج سن سيو ـ مدير معهد الطب الجينومي في جامعة سول الوطنية ـ وكأنه يستعيد رؤية قديمة، إذ يقول: «أخشى أن يكون الأمر لمجرد الاستعراض». ويتابع بقوله إنه لا يعارض حصول وو سوك هوانج على منح لاستنساخ الحيوانات، لكنه يرسم خطًّا أمام أبحاث الاستنساخ البشري. ويضيف سيو قائلًا: «هوانج لا يعرف ميول الخلايا الجذعية. ويجب عليه الالتزام بالتكنولوجيا القوية التي طورها لاستنساخ الحيوان».

خط من الاستفسارات

يعتزم وو سوك هوانج ـ مع ذلك ـ العودة إلى الاستنساخ البشري العلاجي، لكنه ربما كان يحاول ركوب موجة قد مرّت بالفعل. فهناك تقنية منافسة (وهي تعدد القدرات المحفّزة، التي اكتُشفت في عام 2006) تتمكن من تخليق الخلايا الجذعية من خلايا بالغة، متفاديةً بذلك صعوبة إيجاد مصادر البويضات البشرية، مقابل الجدل بتدمير الجنين. وقد لقي الإعلان[9] الذي صدر في العام الماضي بخصوص التمكن أخيرًا من إنشاء خط خلوي من الخلايا الجذعية البشرية من جنين مستنسخ قبولًا أكثر تحفظًا من المهرجان الذي استُقبل به إعلان هوانج عن بحثه الذي فقد مصداقيته الآن.

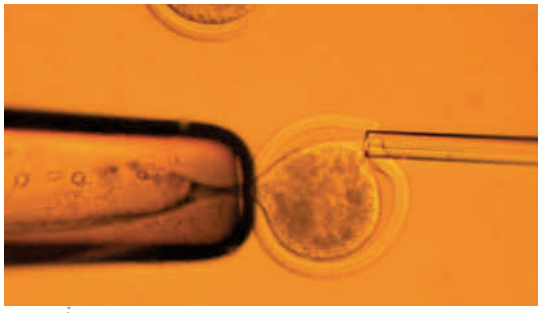
وفي عام 2007، منحت وزارة الصحة الكورية مؤسسة سوام موافقتها على إجراء البحوث باستخدام الأجنة البشرية. لكن الموافقة على بدء مشاريع محددة للاستنساخ العلاجي البشري رُفضت مرتين حتى الآن. يقول إنسنج هوانج إنهم لم يحصلوا على أي تبرير، ولكنه يعتقد أن الجهود الجارية لإثبات أن خط الخلايا NT-1 كان في الواقع مستمدًّا من نسيلة أصيلة قد تمهِّد الطريق لموافقات مستقبلية.

حقق وو سوك هوانج بعض التقدم في إقناع الجهات

FROM RIGHT: HWANG WOO-SUK, SNU/AP; LEE JAE WON/REUTERS; KIM KYUNG-HOON/REUTERS; WOO SUK HWANG/SNU/UPI PHOTO/NEWSCOM; SHIN YOUNG-KEUN, YONHAP/AP

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



يوليو 2005
بداية مؤسسة سوام بميزانية بلغت 3.5 مليون دولار من داعمي هوانج.

2007
تمنح وزارة الصحة الكورية سوام الإذن بإجراء أبحاث على الأجنة البشرية والاستنساخ.

أكتوبر 2009
المحكمة تجد هوانج مُذنبًا بتهمة الاختلاس وانتهاك الأخلاقيات البيولوجية. ويستمر الاستئناف.

2011
كندا تمنح هوانج براءة اختراع الخط الخلوي NT-1.

2012
علماء سوام يستنسخون ذئبًا باستخدام خلية بويضة كلب مانج، وأم بديلة.

2013
المحكمة تطالب المراكز الكورية للسيطرة على الأمراض والوقاية منها بتسجيل الخط الخلوي NT-1.

الرسمية بأصالة NT-1. وفي عام 2012، أمرت محكمة سيول المركز الكوري للتحكم في الأمراض والوقاية منها بتسجيل الخط الخلوي، على الرغم من أن هذا لا يشير إلى أصولها. وكانت الوكالة قد رفضت الأمر في البداية على أساس أن البويضات المستخدَمة في التجارب قد تم الحصول عليها بشكل غير أخلاقي، لأن مانحيها كانوا يتلقون أموالًا مقابلها، لكنها اضطرت إلى إبداء مرونة، لأن البويضات المستخدَمة لتخليق الخط الخلوي NT-1 كان قد تم الحصول عليها قبل أن يدخل قانون الأخلاقيات البيولوجية ـ الذي يحظر هذه الممارسة ـ حيّز التنفيذ.

وفي عام 2011 ، أصدرت كندا براءة اختراع لمؤسسة سوام، تشير إلى NT-1 كخط خلوي مستنسخ. ويقول إنسنج هوانج إن براءات الاختراع الأخرى ما تزال معلّقة من حوالي ستة بلدان يعتبرها «الأكثر رمزية».

سيكون الحصول على اعتراف بالخط الخلوي المستنسخ NT-1 من المجتمع العلمي أمرًا صعبًا، ولكن البحث الذي أشير فيه[1] إلى أن الخط الخلوي المستنسخ NT-1 كان ملفقًا بوضوح وتمّر سحبه. كانت النتيجة التي توصلت إليها جامعة سول الوطنية أن هذا الخط كان نتيجة للتوالد العذري، وقد تلقى تحليلًا داعمًا[10] كتبه جورج دالي، وهو عالِم متخصص في بيولوجيا الخلايا الجذعية في جامعة هارفارد في بوسطن، ماساتشوستس. وقال إنه نظر إلى الآلاف من مواقع الحمض النووي في الخط الخلوي؛ ووجد أن الكروموسومات احتوت على نماذج لإعادة التركيب مماثلة ـ بشكل لافت للنظر ـ لتلك الموجودة في خلايا الفأر المستولد عذريًّا. وهو دليل يصفه دالي بأنه «لا لبس فيه».

وفي عام 2011 جادلت دراسة[11] ـ أجراها إيوي باي جيونج من جامعة تشونجباك الوطنية في تشونج جو، كوريا الجنوبية ـ بأن الخط الخلوي المستنسخ NT-1 أتى بالفعل من نسيلة حقيقية. ويستند هذا التحليل إلى التشابه بين الطريقة التي تتم بها مَثْيَلة الجينات والتعبير عنها في الخط الخلوي، وبين الخلايا الآتية من المتبرع.

يقول ماهندرا راو ـ مدير المركز الأمريكي للطب التجديدي في بيثيسدا بولاية ميريلاند ـ إن التحليلين يكتنفهما الغموض. ويضيف قائلًا إنه يعتقد أن البيانات التي أوردها دالي أقوى، ولكن «المطلوب مزيد من التقييم».

قد يكون الدليل الأكثر إقناعًا ضد كون الخط الخلوي المستنسخ NT-1 نسيلة حقيقية موجودًا في مختبر ووو سوك هوانج نفسه. ففي عام 2003، عندما كان الباحثون يعدّون بحثهم، أشارت عدة اختبارات إلى أن الخط الخلوي المستنسخ NT-1 قد يكون نتاج توالد عذري، وفقًا لقائد الفريق يونج جون ريو. ويلاحظ تقرير المدعي العام في سول أن باحثًا آخر، سونج كيون كانج، الأستاذ السابق في جامعة سول الوطنية وساعد هوانج الأيمن، كان قد عاد، وغَيَّر نتائج الاختبار.

ويرى عديد من علماء الخلايا الجذعية فشل ووو سوك هوانج في نشر أن الخط الخلوي المستنسخ NT-1 هو نتاج توالد عذري كفرصة ضائعة[12]. يقول شولر إنه «كان بوسعه أن يحقق نجاحًا مهنيًّا من دراسة تفعيل التوالد العذري».

فرص ثانية

هناك خلط لآراء ووو سوك هوانج بين الناس. فقد خلّفت تصرفاته شعورًا لدى عديد من المرضى بتعرضهم للخيانة، على الرغم من أن بعضهم واصل دعمه بحماس. واصلت سوزان فايت ـ التي أصيبت بالشلل إثر حادث سيارة، والتي تعهد هوانج بجعلها تمشي مرة أخرى ـ تصديقه بعد كشف الاحتيال. وقالت في عام 2006: «تحدثت معه لمدة أربع ساعات. لقد رأيت الدموع في عينيه. ولا أعتقد أنه كان يضلِّل أي شخص». توفيت فايت في عام 2010.

يبدو أن نتائج الفضيحة لم تكن كارثية على دعم أبحاث الخلايا الجذعية في جميع أنحاء العالم كما كان يُخشى. والأكثر من ذلك أن البعض في كوريا الجنوبية يشيد بالحادثة، ويعتبرها مسؤولة جزئيًّا عن الطفرة الأخيرة في تمويل الخلايا الجذعية في البلاد (انظر *Nature* http://doi.org/qv5; 2012). يقول هيو سو كيم، عالِم الخلايا الجذعية في مستشفى جامعة سول الوطنية: «لقد كانت مفيدة، وجذبت انتباه واهتمام الحكومة والناس العاديين».

لقد وافقت كوريا الجنوبية الآن على علاجات بالخلايا الجذعية أكثر من أي بلدٍ آخر. وأحد هذه العلاجات التي تستخدم الخلايا الجذعية المأخوذة من الحبل السري لمعالجة الفصال العظمي حصل على الموافقة في عام 2012، وتجريه شركة التكنولوجيا الحيوية «ميديبوست» Medipost في سول. يلاحظ أنطونيو لي ـ الرئيس التنفيذي لفرع الشركة في الولايات المتحدة ـ أن الشركة واجهت صعوبات في إدراج المرضى بعد الفضيحة مباشرة، «ولكنها في الوقت نفسه رفعت مستوى الوعي عن إمكانات الخلايا الجذعية بين الناس».

وعمومًا، لم تؤدّ القضية إلى اهتزاز كبير في ثقة الناس، وفقًا لقول بيرند بولفيرير، رئيس المنشورات العلمية في المنظمة الأوروبية للبيولوجيا الجزيئية في هايدلبرج، ألمانيا، على الرغم من أنها لم تطرح تساؤلات مهمة حول كيفية مرور المشاكل، دون أن تُكشف لفترة طويلة. «أحد الأمور الواضحة التي ظهرت هو خطورة تركيز مثل هذه التوقعات المكثفة على أداء شخص واحد، وتوجيه الكثير من التمويل نحوه»، حسب قوله. «في مرحلة ما، كان من الواضح أن مخاطر فشل الدكتور هوانج كانت ـ ببساطة ـ مرتفعة جدًّا». وبالنسبة إلى المؤسسة البحثية ككل، يضيف قائلًا: «لستُ واثقًا من تغير أي شيء بشكل جذري».

أما بالنسبة إلى ووو سوك هوانج ـ الذي كان في مركز اهتمام مكثف من وسائل الإعلام ـ فلا شك أن الأمور قد تغيّرت. إنه يتناول طعامه في الكافتيريا الباردة في مؤسسة سوام، مرتديًا سترة سميكة، ويتجاذب أطراف الحديث بهدوء مع عدد من الموظفين. سيلقي التحية على صحفي ويصافحه، لكنه لا يرغب في الحديث عما حدث. ويزداد عدد الناس الذين يحيطون بهوانج، وهم يبالغون في هذا؛ مما يزيد من مساحة طموحاته في التوسع، دون تذكيره المستمر باخفاقاته. وعندما ينتهي من تناول طعام الغداء، يتسلل بعيدًا، عائدًا إلى كلابه متزايدة العدد باستمرار، وآماله غير المحقَّقة. ■

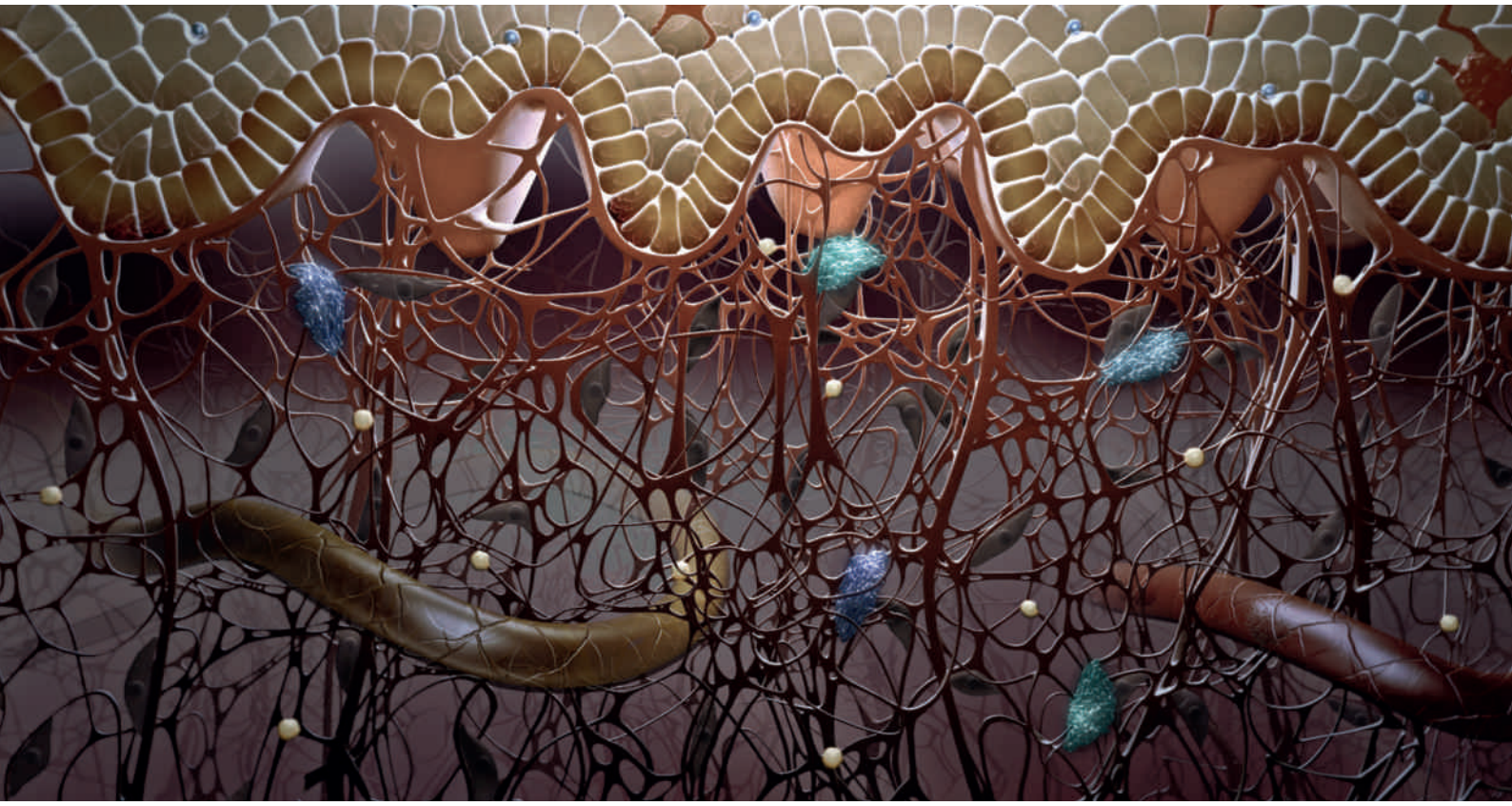
ديفيد سيرانوسكي مراسِل «نيتشر» في شنجهاي، الصين.
تقارير إضافية من سو بن بارك.

1. Hwang, W. S. *et al. Science* **303,** 1669–1674 (2004).
2. Hwang, W. S. *et al. Science* **308,** 1777–1783 (2005).
3. Lee, B. C. *et al. Nature* **436,** 641 (2005).
4. Jung, E.-M. *et al. Mol. Med. Rep.* **7,** 406–412 (2013).
5. Jeong, Y.-H. *et al. PLoS ONE* **8,** e63241 (2013).
6. Jung, E.-M. *et al. Mol. Med. Rep.* **6,** 239–245 (2012).
7. Jeong, Y. W. *et al. Int. J. Mol. Med.* **30,** 321–329 (2012).
8. Hwang, I. *et al. Reprod. Fertil. Dev.* **25,** 1142–1148 (2012).
9. Tachibana, M. *et al. Cell* **153,** 1228–1238 (2013).
10. Kim, K. *et al. Cell Stem Cell* **1,** 346–352 (2007).
11. Jung, E.-M. *et al. Int. J. Mol. Med.* **28,** 697–704 (2011).
12. De Sousa, P. A. & Wilmut, I. *Cell Stem Cell* **1,** 243–244 (2007).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

nature immunology

ARKITEK STUDIOS
Visuals that drive discovery™
www.arkitek.com 206.286.6317



Animation: Immunology in the skin

The skin is the body's primary barrier against physical insults and microbial pathogens. Diverse and functionally specialized subsets of cells of the immune system sense and respond to infection and various barrier breaches. *Nature Immunology* presents an animated video that depicts the complexities of skin immunology in health and disease.

Watch the FREE animation at:
www.nature.com/ni/multimedia/skin

Produced with support from

janssen
PHARMACEUTICAL COMPANIES OF Johnson&Johnson

nature publishing group npg

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تعليقات

علم البيئة دعوة لإدارة وتمويل محميّات أعماق المحيطات، وإحياء الأنظمة البيئية المدمرة **ص. 46**

الفيزياء الطرق العملية إبان الحرب العالمية الثانية تؤثر على جيل من علماء الفيزياء **ص. 48**

فلك عروض مذهلة للمادة المظلمة والطاقة المظلمة بقُبّة هايْدِن للعرض السماويّ **ص. 54**

التنمية الرقمية بيرو تتخطى الأنماط القياسية لإدخال التقنية؛ لإذكاء شعلة التغيير الاجتماعي **ص. 55**

ILLUSTRATION BY PETE ELLIS/DRAWGOOD.COM

حان وقت تَرْك الناتج المحلي الإجمالي خَلْفَنا

الناتج المحلي الإجمالي مقياس مضلِّل لنجاح الأمم. وينبغي للدول أن تتبنى الآن مقاييس جديدة، حسبما يحاجِج **روبرت كوستانزا** وزملاؤه.

ذات مرة، قال روبرت فتزجرالد كينيدي إن الناتج المحلي الإجمالي (GDP) للبلاد يقيس «كل شيء، عدا ما يجعل الحياة جديرة بالاهتمام». تم تطوير هذا المؤشر أو المقياس الاقتصادي في ثلاثينات وأربعينات القرن الماضي في خضم فورة كساد اقتصادي عظيم وحرب عالمية، بل وحتى قبل أن تبدأ الأمم المتحدة طلبها من الدول بجمع البيانات؛ لإبلاغها بالناتج المحلي الإجمالي. كان سايمون كوزنتس، المصمم الرئيس للمقياس، قد حذَّر من مساواة نمو الناتج المحلي الإجمالي بمفهوم الرفاهية.

يقيس الناتج المحلي الإجمالي أساسًا تعاملات الأسواق، ويتجاهل التكاليف الاجتماعية، والتأثيرات البيئية، وعدم تكافؤ الدخل. ولو استخدمت إحدى الشركات نظامًا للمحاسبة على شاكلة الناتج المحلي الإجمالي؛ فسيكون هدفها تعظيم الإيرادات الإجمالية على حساب الربحية، أو الكفاءة، أو الاستدامة، أو المرونة. وهذا ـ بالكاد ـ أداء ذكي، أو مستدام (تذكّروا انهيار شركة «إنرون» للطاقة)، لكن منذ نهاية الحرب العالمية الثانية، ظل تعزيز نمو الناتج المحلي الإجمالي هو الهدف الأول للسياسة القومية في كل دولة تقريبًا[1].

في هذه الأثناء، أصبح الباحثون أقدر على قياس ما يجعل الحياة جديرة بالاهتمام. وأصبح ممكنًا تقدير النتائج البيئية والاجتماعية لنمو الناتج المحلي الإجمالي، وكذلك نتائج عدم تكافؤ الدخل[2]، وإجراء مسح شامل وكَمِّي لسيكولوجية الرفاهية البشرية[3،4]. وقد أنتجت وفرة التجارب مقاييسَ بديلة للتقدم ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

◀ (انظر المعلومات التكميلية؛ go.nature.com/bnquxn).

إنّ فرصة خلع مقياس الناتج المحلي الإجمالي عن عرشه أصبحت وشيكة. وبحلول عام 2015، من المقرر أن تعلِن منظمة الأمم المتحدة عن أهداف التنمية المستدامة، وهي مجموعة من الأهداف الدولية لتحسين الرفاهية العالمي. وتطوير مقاييس متكاملة للتقدم ـ ملحقة بهذه الأهداف ـ يتيح للمجتمع العالمي الفرصة لتعريف معنى الرفاهية المستدامة، وكيفية قياسها، وتحقيقها. وتفويت هذه الفرصة يعني إقرار عدم المساواة المتنامي، والتدمير المتواصل للرأسمال الطبيعي الذي تعتمد عليه كل الحياة في الكوكب.

تنحية الناتج المحلي الإجمالي

عندما تأسَّس مقياس الناتج المحلي الإجمالي منذ سبعة عقود، كان علامة تقدُّم بارزة ذات دلالة: فزيادة النشاط الاقتصادي كان لها فضل توفير التوظيف والدخل ووسائل الراحة؛ لخفض الصراع الاجتماعي، ومنع حرب عالمية أخرى.

بيد أن العالَم اليوم مختلفٌ جدًّا عن العالَم الذي واجهه القادة الذين التقوا لترسيم اقتصاد العالَم بعد الحرب العالمية في عام 1944 بمؤتمر بريتون وودز، بولاية نيوهامبشاير. فالتركيز على الناتج المحلي الإجمالي في البلاد المتطورة حاليًا يشعل اضطرابًا اجتماعيًّا وبيئيًّا. كما أنه يُضِلّ الدول النامية عن إمكانات نماذج تنمية أكثر استدامة.

استنفد النشاط الاقتصادي المتصاعِد الموارِدَ الطبيعية.. فقد تم توزيع كثير من الثروة المتولدة بشكل غير متكافئ، مما أدى إلى مشكلات اجتماعية عديدة[5]. كان الفيلسوف جون ستيوارت مل قد سجَّل ـ منذ أكثر من مئتي سنة ـ أنه بمجرد ضمان معايير العيش الكريم، ينبغي أن تنصرف الجهود البشرية نحو السعي لتقدم اجتماعي وأخلاقي، وزيادة وقت الفراغ، وليس للصراع التنافسي على الثروة المادية، أو كما لاحظ الاقتصادي جون كينيث جالبريث: «إنّ تأثيث حجرة خالية أمرٌ مفهوم، لكن الاستمرار في حشر الأثاث بها حتى يتداعى أساس البيت أمرٌ آخر تمامًا».

إنّ أوجه قصور الناتج المحلي الإجمالي جليّة الآن. فزيادة معدلات الجريمة لا تنهض بمستويات المعيشة، لكن يمكنها رفع الناتج المحلي الإجمالي بزيادة الإنفاق على منظومات الأمن. ورغم الدمار الذي ألحقه تسرب النفط في المياه العميق من منصة هورايزن في عام 2010، والدمار الذي أحدثه إعصار ساندي في عام 2012، فقد عزَّز كلاهما الناتج المحلي الإجمالي الأمريكي، نظرًا لأنهما حَفَّزا إعادة البناء.

وزن البدائل

يمكن تصنيف مقاييس التقدم البديلة إلى ثلاث مجموعات عريضة (انظر المعلومات التكميلية). مقاييس المجموعة الأولى تضبط المقاييس الاقتصادية، بحيث تعكس عوامل اجتماعية وبيئية. وتتكون المجموعة الثانية من المقاييس الذاتية (الشخصية) للرفاهية، كما تُستخلص من دراسات المسح. وتعتمد المجموعة الثالثة على المؤشرات المركَّبة المُرَجَّحة للرفاهية، ومنها: الإسكان، والعمر المتوقَّع، ووقت الفراغ، والانخراط الديمقراطي (في الحياة العامة).

المقاييس الاقتصادية المعدَّلة. يُعَبَّر عنها بالوحدات النقدية، مما يجعلها سهلة المقارنة بالناتج المحلي الإجمالي. هذه المؤشرات تأخذ في الاعتبار الدخل السنوي، وصافي المدخرات، والثروة. والتكاليف والفوائد البيئية (مثل تدمير الأراضي الرطبة، أو استنفاد موارد المياه) يمكن أخذها أيضًا في الحسبان. أحد الأمثلة هو مؤشر التقدم الحقيقي (GPI). يُحسَب هذا المقياس ابتداءً من مصروفات الاستهلاك الشخصي، أي قياس إجمالي إنفاق الأفراد، وهو مكوِّن رئيس في الناتج المحلي الإجمالي، ثم إجراء أكثر من 20 إضافة وخَصْمًا؛ لاحتساب تأثير عوامل معينة، كقيمة العمل التطوعي، وتكاليف الطلاق، والجريمة، والتلوث[6].

بخلاف مقاييس المجموعات الأخرى، يأخذ مؤشر التقدم الحقيقي في الاعتبار توزيع الدخل بشكل حاسم. فزيادة دَخْل شخص فقير بقيمة دولار تزيد رفاهيته أكثر مما تفعل هذه الزيادة نفسها في دَخْل شخص غني. وترتبط الفجوة الكبيرة بين الأغنى والأفقر ـ كما في الولايات المتحدة، وبشكل متزايد في الصين والهند ـ بمشكلات اجتماعية، كارتفاع معدلات تعاطي المخدرات، وكذلك ارتفاع أعداد نزلاء السجون، وافتقاد الثقة، وتدهور الصحة البدنية والعقلية[5].

«مقياس الناتج المحلي الإجمالي قاصرٌ بشكل خَطِر كمقياس لجودة الحياة».

هذه التعديلات ستُحْدِث فارقًا.. ففي دراسة نُشرت السنة الماضية[2]، أظهرت مقارنة متوسط الناتج المحلي الإجمالي للفرد بمتوسط مؤشر التقدم الحقيقي للفرد في 17 دولة ـ تضم أكثر من نصف سكان العالم ـ تباعدات مذهلة بين المقياسين. كان المقياسان شديدي الترابط بين عامي 1950 و1978، حيث افترقا عندما بدأت التكاليف البيئية والاجتماعية تَرْجَح فوائد زيادة الناتج المحلي الإجمالي (انظر منحنى «تَسَطُّح منحنى التقدم الحقيقي»). جاء الرضا عن الحياة شديد الارتباط بمتوسط مؤشر التقدم الحقيقي للفرد، وليس مرتبطًا بمتوسط الناتج المحلي الإجمالي للفرد، وهذا أمر واضح تمامًا.

تأخذ بعض الحكومات هذا على محمل الجدّ. فقد تَبَنَّتْ ولايتان أمريكيّتان (فيرمونت، وميريلاند) في الثلاث سنوات الماضية مؤشر التقدم الحقيقي كمقياس للتقدم، ووضعتا موضع التنفيذ سياسات تستهدف تحسينه تحديدًا.

قياسات الرفاهية الذاتية. أكثر هذه القياسات شمولًا هو مسح القيم العالمي (WVS) الذي يغطي 70 دولة، ويضم أسئلة عن مدى رضا الناس عن الحياة التي يحيونها. وابتداء من عام 1981، يُجرى مسح القيم العالمي في صورة «موجات»، سادسها قيد التنفيذ حاليًا. هناك مثال آخر.. هو مؤشر السعادة القومي الإجمالي المستخدَم في دولة بوتان شمال شبه القارة الهندية. يَستخدِم هذا المقياس مسوحًا مفصلة تسأل عن مدى رضا الناس في 9 مجالات: الرفاهية النفسية، ومستوى المعيشة، والحوكمة، والصحة، والتربية والتعليم، وحيوية المجتمع، والتنوع الثقافي، واستخدام الوقت، والتنوع البيئي.

دُرِست الرفاهية الذاتية بشكل كبير، وقد أُوصي بها، باعتبارها أكثر مقياس للتقدم المجتمعي ملاءمةً[7]، لكن المؤشرات الذاتية يصعب المقارنة بينها عبر المجتمعات والثقافات. وعلى سبيل المثال.. المسارات الصحية المبلَّغ عنها ذاتيًّا مع معدلات انتشار المرض والوفيات المبلَّغ عنها إكلينيكيًّا داخل البلاد، وليس عَبْرها[8]. الناس ليسوا دومًا واعين بما يسهم في رفاهيتهم. إنّ قِلّة منا فقط تُدرِك فضل خدمات النظام البيئي فيما يخص إمدادات المياه، والحماية من العواصف، مثلًا.

قياسات مركَّبة مرَجَّحة من عدة مؤشرات. ينبغي لصورة الرفاهية المجتمعية المستدامة الشاملة أن تدمج المؤشرات الذاتية والموضوعية[9] (انظر المعلومات التكميلية، الشكل S1)، مثلما بدأت تفعل هذه القياسات. وأحد الأمثلة هو مؤشر «الكوكب السعيد»، الذي وضعته مؤسسة الاقتصاد الجديد في عام 2006. هذا المؤشر هو حصيلة الرضا عن الحياة، مضروبًا في العمر المتوقع، ثم قسمة الناتج على مقياس التأثير البيئي.

تَجْمع مؤشرات أخرى في المجموعة الثالثة بين نطاق من المتغيرات، مثل الدخل، والوظائف، والصحة، والانخراط المدني، والسلامة، والرضا عن الحياة. ومؤشر «الحياة الأفضل» طوَّرته منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)، وخُصص له موقع على شبكة الإنترنت، يتيح للمستخدمين اختيار كيفية تقدير المتغيرات، مما يكشف عن كيفية تأثير التركيز على متغيرات مختلفة في تصنيفات الدول.

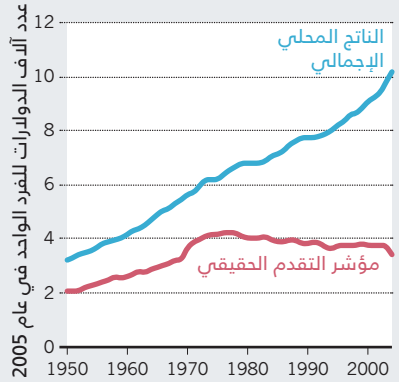
هناك تجارب كثيرة قيد الإجراء (انظر: www.wikiprogress.org). وليس بين هذه القياسات مقياس مثالي، لكنها بشكل جمعي توفر لَبِنَات بناء شيء أفضل كثيرًا من الناتج المحلي الإجمالي.

لماذا نحن عالِقون؟

هناك اتفاق واسع على ضرورة أن يسعى المجتمع العالمي لتحقيق حياة عالية الجودة، تتم المشاركة فيها بصورة عادلة ومستدامة. وقد خلصت مجموعات وتقارير كثيرة إلى أن الناتج المحلي الإجمالي قاصر بشكل خَطِر، كمقياس لجودة الحياة، منها ما نشرته في عام 2008 مفوضية الحكومة الفرنسية لقياس الأداء الاقتصادي والتقدم الاجتماعي[10]، ومركز فردريك

تَسَطُّح منحنى التقدم الحقيقي

منذ عام 1950، تَصاعَد مقياس الناتج المحلي الإجمالي (GDP) محلِّقًا، لكن مؤشر التقدم الحقيقي (GPI) لم يفعل ذلك.



SOURCE: REF. 2

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

RIGHT: IZZET KERIBAR/IML IMAGE GROUP/EYEVINE; LEFT: ABE FOX/AP

بوتان تقيس رفاهية المواطنين باستخدام مقياس السعادة القومي الإجمالي منذ عام 2008 (يمين). أصبح مقياس الناتج المحلي الإجمالي مستخدَمًا منذ مؤتمر بريتون وودز في عام 1944 (يسار).

إس. باردي لدراسة المستقبل الأطول أمدًا[11]، ومبادرة المفوضية الأوروبية الراهنة لما بعد الناتج المحلي الإجمالي. تلك المحصلة ترددت أصداؤها أيضًا في «المستقبل الذي نريد»، وهو إعلان مؤتمر الأمم المتحدة «Rio+20» في عام 2012 حول التنمية المستدامة، وقد أقرّته كافة دولها الأعضاء.

على أي حال، يبقى الناتج المحلي الإجمالي في خندقه[1]. فالمصالح الراسخة مسؤولة جزئيًّا عن ذلك. وخطوة الرئيس الأمريكي السابق بيل كلينتون الصغيرة باتجاه «ناتج محلي إجمالي أخضر»، أي (صديق للبيئة)، التي تأخذ في الحسبان بعض عواقب النمو البيئية، وَأَدَتْها صناعة الفحم، لكنْ معظم المشكلة هو عدم بروز بديل كخلَف واضح.

سيتطلب إنشاء ذلك الخلَف جهدًا مستدامًا عابرًا للتخصصات؛ لدمج المقاييس، وبناء التوافق في الآراء. وأحد السبل الواعدة للقيام بذلك هو تأسيس أهداف التنمية المستدامة (SDGs) التي تتبناها الأمم المتحدة، وهو عملية جارية حاليًا؛ لإحلالها محل أهداف الألفية للتنمية (MDGs). تأسست الأخيرة في عام 2000، وتتكون من 8 أهداف أساسية، تشمل اجتثاث الفقر المدقع، وتأسيس تعليم أوّلي عالمي، والمساواة بين الجنسين، واستدامة البيئة. تظل أهداف الألفية للتنمية وأهداف التنمية المستدامة حاليًا مجرد قائمتي أهداف بمؤشرات معزولة، لكن عملية تأسيس أهداف التنمية المستدامة ينبغي لها ـ وتستطيع ـ أن تتسع لتشمل مقاييس شاملة ومدمجة للرفاهية المستدامة[12].

وإذا شُرِع في الأمر بمشاركة عريضة، قد نحصل على خلَف للناتج المحلي الإجمالي بحلول عام 2015، ولكنْ هناك عقبات ملموسة في سبيل ذلك، منها: الجمود البيروقراطي، ونزوع الحكومات والدوائر الأكاديمية ومجموعات أخرى للعمل بشكل منعزل. ويمكن التغلب على هذه الحواجز بأخْذ زمام المبادرة، وبوجود قيادة متفانية. الأمر الحاسم اليوم هو إمكانية التواصل العالمي بسهولة لم تخطر لأحد أثناء أيام بريتون وودز.

وينبغي لأي عملية هرميّة «من أعلى إلى أسفل» أنْ تُستكمَل باشتباك المجتمع المدني «من أسفل إلى أعلى»، بحيث يضم حكومات مدن، وأقاليم، ومنظمات غير حكومية، وقطاع الأعمال، وأطرافًا أخرى. ومؤخرًا، شكّلنا تحالف الاستدامة والازدهار (www.asap4all.com)؛ لإجراء ذلك تحديدًا. ويمكن لـ«شبكة الشبكات» الموضوعة بموقع على الإنترنت نشْر الأبحاث حول جودة الحياة المستدامة، والعناصر التي تسهم فيها (انظر المعلومات التكميلية)؛ وبالتالي تساعد في بناء الإجماع بين آلاف المجموعات المهتمّة حاليًا بهذه القضايا.

ينبغي أن تَخْلُف الناتج المحلي الإجمالي فئةٌ جديدة من المقاييس، تدمج المعرفة الراهنة بكيفية إسهام علوم البيئة والاقتصاد والاجتماع والنفس ـ بشكل جمعي ـ في تأسيس وقياس الرفاهية المستدامة. ويجب أن تستقطب المقاييسُ الجديدة تأييدًا واسعًا من المعْنِيِّين من مختلف الأوساط.

وغالبًا ما يقال إنّ ما تقيسه هو ما تُحَصِّله. وبناء المستقبل الذي نصبو إليه يتطلب أن نقيس ما نرغب فيه، وأنْ نتذكر أن الأفضل أن نكون قريبين من الصواب، بدلًا من أن نكون حتمًا على خطأ. ■

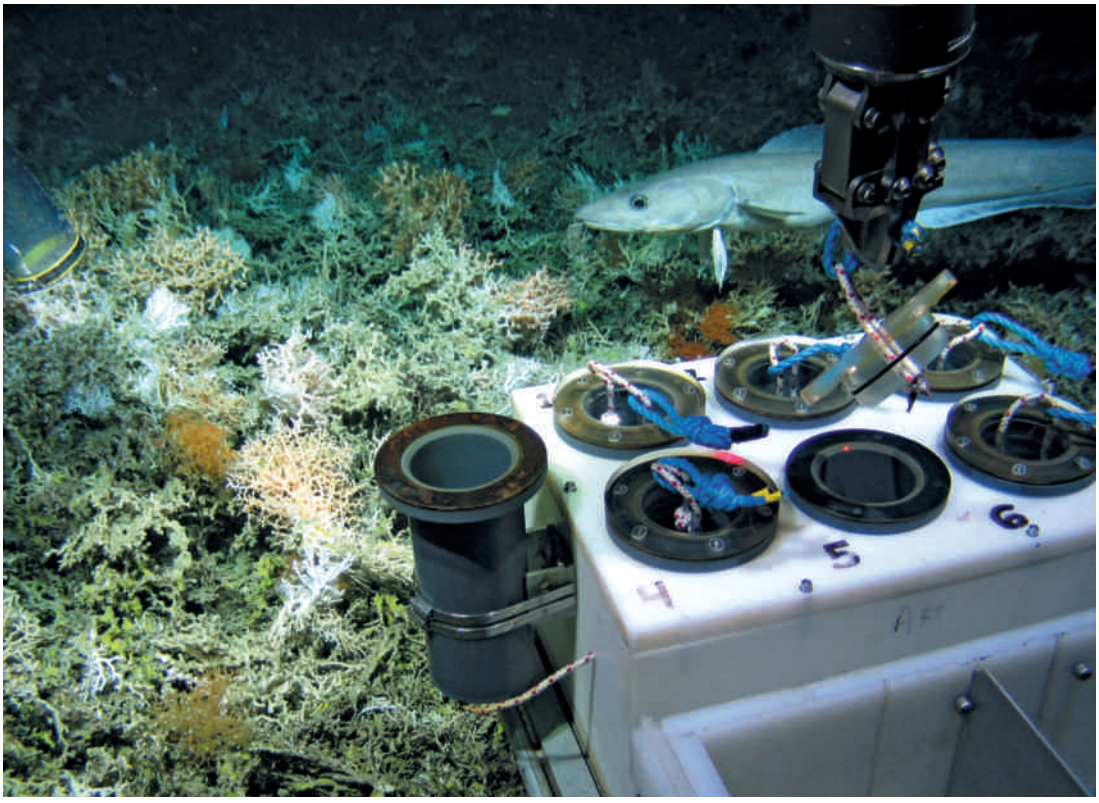
روبرت كوستانزا، و**إيدا كوبيشوسكي** يعملان في مدرسة كروفورد للسياسة العامة بالجامعة الأسترالية القومية في كانبِرّا. **إنريكو جيوفاني** يعمل في قسم الاقتصاد والمالية بجامعة روما تور فيرجاتا، ويعمل وزيرًا للعمل والسياسات الاجتماعية بالحكومة الإيطالية. **هنتر لوفنز** يعمل في مؤسسة حلول الرأسمال الطبيعي في لونجمونت بكولورادو. **جاكلين ماكجليد** تعمل في كلية لندن الجامعية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة في كينيا. **كيت إي. بيكيت** تعمل في قسم علوم الصحة بجامعة يورك في المملكة المتحدة. **كريستين فالا رانجنارزدوتير** تعمل في معاهد علوم الأرض ودراسات التنمية المستدامة بجامعة أيسلاندا في ريكيافيك. **ديبرا روبرتس** تعمل في قسم التخطيط البيئي وحماية المناخ في بلدية إيثيكويني في دربان بجنوب أفريقيا. **روبرتو دي فوجلي** يعمل في جامعة كاليفورنيا في ديفيز. **ريتشارد ولكنسن** يعمل في قسم الأوبئة والصحة العامة بجامعة نوتنجهام في المملكة المتحدة.

البريد الإلكتروني: robert.costanza@anu.edu.au

1. Van den Bergh, J. C. J. M. *J. Econ. Psychol.* **30,** 117–135 (2009).
2. Kubiszewski, I. *et al. Ecol. Econ.* **93,** 57–68 (2013).
3. Diener, E. & Suh, E. M. in *Well-Being: The Foundations of Hedonic Psychology* (eds Kahneman, D., Diener, E. & Schwarz, N.) 434–450 (Russell Sage Foundation, 2003).
4. Seligman, M. E. P. *Flourish: A Visionary New Understanding of Happiness and Well-being* (Atria, 2012).
5. Wilkinson, R. G. & Pickett, K. *The Spirit Level: Why Greater Equality Makes Societies Stronger* (Bloomsbury, 2009).
6. Talberth, J., Cobb, C. & Slattery, N. *The Genuine Progress Indicator 2006: A Tool for Sustainable Development* (Redefining Progress, 2007).
7. Layard, R. *Happiness: Lessons from a New Science* (Penguin, 2005).
8. Barford, A., Dorling, D. & Pickett, K. *Social Sci. Med.* **70,** 496–497 (2010).
9. Costanza, R. *et al. Ecol. Econ.* **61,** 267–276 (2007).
10. Stiglitz, J. E., Sen, A. & Fitoussi, J.-P. *Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress* Vol. 12 (Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress, 2009).
11. Costanza, R., Hart, M., Posner, S. & Talberth, J. *Beyond GDP: The Need for New Measures of Progress* (Boston University, 2009).
12. Griggs, D. *et al. Nature* **495,** 305–307 (2013).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



HERIOT-WATT UNIV. CHANGING OCEANS EXPEDITION; CRUISE JC073; UKOA PROGRAMME, NERC

مَرْكَبة تُدار عن بُعد، تحصل على عيِّنات من مستعمرة مرجانية في شمال شرق المحيط الأطلسي.

احمـوا أعمـاق البحـار

يدعو **إدوارد باربييه** وزملاؤه إلى إدارة وتمويل محميّات أعماق المحيطات، وإعادة إحياء الأنظمة البيئية التي تدمرها المصالح التجارية.

يتم حاليًا حَرْث أكثر من مليون كيلومتر مربع من البحر على عمق أكثر من 200 متر مِنْ قِبَل سفن الصيد، بناءً على تقديرات علمية[1]، وسوف يشهد العقد القادم توسعًا في عمليات التنقيب عن النفط والغاز والمعادن في مياه أكثر عمقًا[2] (انظر: go.nature.com/brhbll). وفي هذا السياق تتعرض الأنظمة البيئية التي تسهم في صحة وإنتاجية المحيطات للخطر، وهو ما يتحدى أفكارنا حول مدى تطرُّف الظروف التي تظهر فيها الحياة وتزدهر (مثل النفاثات الحرارية المائية)، والتي هي أيضًا مواطن وحضّانات للسَّمَك (مثل الجبال البحرية). إنّ معرفتنا عن التنوع الحيوي في أعماق البحار تقودنا إلى ملامح بسيطة للآلاف من الكائنات غير المكتشَفة، وفوائدها. فمن الأنواع المهدَّدة مرجان المياه الباردة والذي يعيش لمئات، بل آلاف السنوات، بينما توجد بعض المواطن ـ مثل التكوينات الصخرية المسمَّاة العقيدات المنجَنِيزيّة، التي تحتاج إلى آلاف السنين للتكوُّن والنمو.

إننا ندعو من هنا إلى إدارة رسمية وتمويل يتم تخصيصه بحلول عام 2020؛ لإنشاء شبكة من المحميّات في أعماق المحيطات؛ يمكن لها أن تحافظ على التنوع الحيوي والوظائف الطبيعية لهذه الأنظمة البيئية الشاسعة والمهمة، وتعيد إحياءها[3]. ولدعم هذه الجهود يجب تطوير استراتيجية عالمية تحت رعاية الحكومات الوطنية، وهيئة دولية. وبالنسبة إلى المناطق التي خارج السيادة الوطنية، تُعتبر الوكالة الدولية للبحار (ISA) المؤسسة الأكثر استعدادًا لهذه المهمة.

التكلفة والفوائد

بدأتْ بالفعل بعض التجارب في إعادة إحياء أعماق البحار. فأنواع مرجان المياه الباردة القادمة من شمال شرق الأطلسي تستطيع أن تبقى وتنمو في المختبرات[4]. وقد نجح إدخالها التجريبي إلى قيعان البحار، حيث تمكَّن 76% من المرجان المزروع من البقاء بعد ثلاث سنوات[5]. وحاليًا، هناك جهود تُبذَل في المملكة المتحدة لتطوير «أسراب من المركبات المرجانية الصغيرة»، وهي مركبات ذاتية الحركة تحت الماء، لزراعة ومراقبة جزيئات المرجان في قاع البحار؛ لمواجهة الضرر الذي يحدث نتيجة الصيد المفرط للسمك.

التأثير المتوقَّع لإعادة الإحياء على مستوى كبير غير معروف بعد، ولا تبدو التجارب السابقة واعدةً.. فبعد حوالي أربعة عقود من إعادة الإحياء لا تزال الأنظمة البيئية الساحلية وأنظمة المياه العذبة غير قادرة على استعادة تنوعها الحيوي ووظائفها الطبيعية بشكل كامل. وسوف تكون عملية إصلاح الضرر وتحسين استعادة الأنظمة البيئية لأعماق المحيطات أكثر تكلفةً من مثيلتها في الأنظمة البيئية الضحلة بحوالي ضعفَيْن أو ثلاثة. على سبيل المثال.. ستصل التكلفة إلى 75 مليون دولار لإعادة إحياء هكتار واحد من قاع البحر الذي تعرَّض لآثار سفن الصيد في منطقة داروين التي تقطنها أنواع من المرجان على عمق كيلومتر في صدع روكال في شمال شرقي المحيط الأطلسي[3].

هناك كثيرون يعتقدون أن هذه المسألة تستحق.. فإضافة إلى ما توفره من نفط وغاز ومعادن وموارد طبية، فإن الأنظمة البيئية في أعماق البحار تتمتع بوظائف أخرى مهمة، منها الدور الذي تلعبه في تنظيم المناخ والغازات، وامتصاص المخلفات، وإزالة السموم[6].

وقد كشفت دراسة[7] نُشرت في عام 2007 أن الرأي العام في أيرلندا مستعد لدفع 10 يورو (ما يعادل 14 دولارًا) لكل شخص؛ من أجل حماية المرجان في أعماق البحار من سفن الصيد، حتى يوفر المرجان المواد الأولية المطلوبة لمنتجات الصناعة الطبية الحيوية، وكذلك الحفاظ على مَواطن السَّمَك ومصبّات الكربون. وقد أعرب زوّار وسكان أرخبيل الأزور ـ على بُعد 1500 كيلومتر غربي البرتغال ـ عن استعدادهم لدفع 405-605 يورو لكل شخص[8]؛ لمنع ما نسبته 10-25% من التراجع في ثراء الأنواع الحية في المياه المفتوحة، بما فيها أعماق البحار. وفي استطلاع أُجري في إسكتلندا[6]، أشارت عيِّنة الاستطلاع إلى أنهم مستعدون لدفع 70-77 جنيهًا إسترلينيًّا لكل شخص؛ لدعم حماية التنوع الحيوي في أعماق البحار، وتطوير منتجات طبية من الأنواع التي تعيش في المياه العميقة.

استراتيجية عالمية

أحد أهم العناصر التي يجب أن تتضمنها أي استراتيجية عالمية لحماية وإعادة إحياء أعماق البحار هو مبدأ

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

«المُلوِّث.. يدفع». ويعني ذلك أن أصحاب الشأن الذين يسهمون بأكبر قدر من الضرر الذي يحدث في البيئة يجب أن يموِّلوا إنشاء محميّات أعماق البحار، وجهود البحث، وإعادة الإحياء. هذه الكيانات تتضمن شركات التعدين، والنفط، والغاز، والنقل، والصيد.

يعتمد تطبيق هذه الاستراتيجية على وجود مناطق أعماق البحار داخل أو خارج الحدود البحرية الوطنية. بالنسبة للمناطق الواقعة داخل الحدود الوطنية، تقع مسؤولية إعادة الإحياء والحماية وتحديد المسؤولية على الدول منفردة، لكن إدارة أعماق البحار في المناطق خارج الحدود الوطنية، التي تمثِّل المساحات الأكبر من أعماق البحار، يتم تقسيمها حاليًا بناءً على النشاطات القطاعية، وخاصة صيد السَّمَك، والنقل عن طريق السفن، والتعدين. ونتيجة عدم وجود هيئة عالمية لتحمل مسؤولية حماية الأنظمة البيئية، وتحديد المنافع والتكاليف في المياه الدولية، فإن إضافة اتفاقية لحماية التنوع الحيوي إلى الاتفاقية الدولية للأمم المتحدة حول قانون البحار أمرٌ قيد النقاش حاليًا، مع توقعات بصدور قرار بذلك في نهاية عام 2015. ويُعتبر هذا التطور خطوة أولى أساسية لحماية أعماق البحار.

«أحد أهم العناصر التي يجب أن تتضمنها أيّ استراتيجية عالمية لحماية وإعادة إحياء أعماق البحار هو مبدأ «المُلوِّث.. يدفع».

يجب أن يكون أحد أهم عناصر قرار الجمعية العامة في عام 2015 هو إمّا إنشاء هيئة جديدة لحماية التنوع الحيوي في المياه العميقة، أو توسعة نطاق عمل الوكالة الدولية للبحار؛ لتتجاوز التعدين، وتشمل حماية المَواطن البحرية من نطاق واسع من النشاطات الصناعية المنظَّمة تجاريًّا.

أحد أهم أدوار الاتفاقية الدولية لحماية التنوع الحيوي هو توفير المشورة العلمية والفنية للدول والسلطات المعنية. ولهذا.. فإن تعاونًا أوثق بين الاتفاقية والوكالة الدولية للبحار يمكن تحقيقه خلال هذه المفاوضات. ويمكن لهذا التعاون أن يطبِّق أهداف الاتفاقية الدولية لحماية التنوع الحيوي التي تدعو إلى حماية وإعادة إحياء 10% من المحيطات ـ ومنها أعماق البحار ـ بحلول عام 2020.

صندوق إعادة الإحياء

من أجل تنفيذ النسخة المحدَّثة من اتفاقية الأمم المتحدة حول قانون البحار، ينبغي إنشاء صندوق جديد بقيمة 30 مليون دولار سنويًّا، ربما بإدارة الوكالة الدولية للبحار؛ وذلك لتغطية نفقات الحماية، وإعادة الإحياء والبحث والتطوير والتنفيذ في مناطق أعماق البحار خارج الحدود الإقليمية للدول. ويجب أن يبدأ هذا الصندوق العمل فورًا بعد القرار المتوقَّع في عام 2015، وأن يتضمن إسهامات من الشركات الوطنية أو الخاصة التي تقوم بنشاطات التعدين والنقل وصيد السمك، وغيرها من النشاطات التجارية المُضِرَّة بالأنظمة البيئية في أعماق البحار. تتحمل الوكالة الدولية للبحار مسؤولية إصدار تراخيص للتعدين في المياه المفتوحة، والمشارَكة في جزء من الأرباح مع المجتمع الدولي، وخاصة الدول النامية. على العكس من ذلك.. اعتادت صناعة صيد الأسماك على الوصول الحر إلى الموارد البحرية العميقة وهي مترددة جدًّا في الإسهام في إعادة إحياء الأنظمة البيئية في قاع المحيط، المتأثرة بعمل سفن الصيد الكبرى[3].

يمكن أن تكون الضرائب خيارًا بديلًا عن الإسهامات الطوعية. وعلى سبيل المثال.. تصل قيمة غلة الصيد الكاملة عند مسح قاع البحر عن طريق سفن الصيد إلى حوالي 601 مليون دولار سنويًّا لما مجموعه 12 دولة لها أساطيل رئيسة[9]. وإذا ما تمّ وضع ضريبة 1% على هذه العائدات؛ يمكن جمع 6 مليون دولار سنويًّا (ما قيمته 4% من مجموع الدعم البالغ 152 مليون دولار، الذي تدفعه هذه الدول لأساطيل الصيد)[9]. وتقدَّر كميات إنتاج النفط من أعماق البحار في المياه الإقليمية بحوالي 5 إلى 6.3 مليون برميل يوميًّا[10]. وإذا ما اتفقت الدول، يمكن لسعر برميل النفط العالمي الحالي ـ الذي يبلغ 100 دولار تقريبًا ـ أن يجمع ما بين 5- 6.3 مليون دولار في حالة تحديد ضريبة بنسبة 1%.

الخيار الآخر هو وجود وكالة عالمية للتمويل، من شأنها أن توفّر الموارد لإعادة إحياء أعماق البحار من الأسواق الرأسمالية العالمية، وذلك عبر إصدار سندات طويلة الأمد، يمكن إعادة دفعها من خلال الدول المانحة خلال فترة من عشرين إلى ثلاثين سنة. وعلى سبيل المثال.. فإن المرفق العالمي لتمويل التطعيم تأسَّس في عام 2006؛ لتوفير الدعم لعمليات التطعيم، وحصل حتى الآن على تعهُّد بالتمويل بقيمة 6.3 بليون دولار لمدة 23 سنة من 9 دول مانحة (انظر: www.iffim.org). ومن شأن مرفق عالمي للتمويل، يتم تأسيسه على شاكلة المرفق العالمي لتمويل التطعيم، أنْ يشكِّل نموذجًا لمرافق تمويل أعماق البحار.

يجب أن تتفق الحكومات الوطنية والمجتمع الدولي والمصالح التجارية بحلول عام 2015 على الآليات التي سوف تعمل بشكل أفضل؛ لتمويل حماية وإعادة إحياء أعماق البحار، وعلى تنفيذ فكرة الصندوق بحلول عام 2020. فإذا أردنا الاستمرار في الاستمتاع بفوائد الأنظمة البيئية في أعماق البحار، فمن الضروري أن نجد طرقًا لتمويل الأبحاث والمحميّات، وإعادة الإحياء في البحار العميقة. ■

إدوارد باربييه أستاذ الاقتصاد في جامعة ويومنج في لارامي. **ديفيد مورينو-ماتيوس** من مركز البيئة التطورية والوظيفية في مونبلييه بفرنسا. **أليكس روجرز** من كلية علوم الحيوان بجامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة. **جيمس آرونسون** من مركز البيئة التطورية والوظيفية في مونبلييه بفرنسا، وحدائق ميسوري النباتية في سانت لويس بولاية ميسوري. **لينوود بندلتون** باحث رئيس مشارِك في برنامج سياسات البحار والسواحل في معهد نيكولاس لحلول السياسات البيئية في جامعة ديوك في دورهام بولاية نورث كارولاينا. **روبرتو دانوفارو** من كلية علوم الحياة والبيئة في جامعة البوليتكنيك في مارتشيه في أنكونا بإيطاليا، وفي محطة أنتون دورن لعلوم الحيوان في نابولي بإيطاليا. **لي آن هنري** من مركز التنوع الحيوي البحري والتقنية الحيوية، وفي مدرسة علوم الحياة في جامعة هيريوت-وات في إدنبرة بالمملكة المتحدة. **تيلمو موراتو** من معهد الأبحاث البحرية في كلية علوم البحار والسَّمَك في جامعة آزوريه في هورتا بالبرتغال، وفي مختبر الروبوتات والأنظمة الهندسية بالبرتغال. **جيف أردرون** من معهد الدراسات المتقدمة حول الاستدامة في بوتسدام بألمانيا. **سندي إل فان دوفر** من قسم العلوم البحرية والمحافظة في مدرسة نيكولاس للبيئة في جامعة ديوك في بيفورت بولاية نورث كارولاينا.
البريد الإلكتروني: ebarbier@uwya.edu

1. Priede, I. G. *et al. ICES J. Mar. Sci.* **68,** 281–289 (2011).
2. Van Dover, C. L. *Nature* **470,** 31–33 (2011).
3. Van Dover, C. L. *et al. Mar. Policy* **44,** 98–106 (2013).
4. Strömberg, S. M., Lundälv, T. & Goreau, T. J. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* **395,** 153–161 (2010).
5. Dahl, M. *Conservation genetics of* Lophelia pertusa. PhD Thesis, Paper V. Univ. Gothenburg (2013).
6. Jobstvogt, N., Hanley, N., Hynes, S., Kenter, J. & Witte, U. *Ecol. Econ.* **97,** 10–19 (2014).
7. Wattage, P. *et al. Fish. Res.* **107,** 59–67 (2011).
8. Ressurreição, A. *et al. Ecol. Econ.* **70,** 729–739 (2011).
9. Sumaila, U. R. *et al. Mar. Policy* **34,** 495–497 (2010).
10. Sandrea, R. & Sandrea, I. *Oil Gas J.* **108,** 48–53 (2010).

أحد أنواع المرجان مزروع على شِعاب اصطناعية، قبل استخدامه في جهود إعادة الإحياء قرب السويد.

SUSANNA STRÖMBERG/UNIV. GOTHENBURG

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

MIT MUSEUM

علماء الفيزياء.. إدوارد بوين (إلى اليسار)، ولي دوبريدج (في الوسط)، وآي. آي. رابي يعملون على المغنطرون الجوفي في أربعينات القرن المنصرم.

اسكتْ، واحسب!

كان للطرق العملية ومتعددة التخصصات التي صيغت إبان الحرب العالمية الثانية تأثير باقٍ على جيل من علماء الفيزياء، وعلى النتائج التي توصلوا إليها، كما يقول **ديفيد كايسر**.

في السابع عشر من أكتوبر عام 1940، أجرى كارل كومبتون ـ رئيس معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT)، الكائن في كمبريدج ـ اتصالًا هاتفيًّا عاجلًا من العاصمة واشنطن بزميل له في المعهد. أيمكن للمعهد الاستغناء عن مساحة معقولة لاستضافة مشروع دفاعي مُلِحّ، وشديد السرية؟ بعد إجراء بعض التقييمات السريعة، أفاد مساعد كومبتون أن المعهد يمكنه تدبير ذلك بإعادة توزيع بعض المختبرات لاستيعاب المنشأة. بهذه المكالمة، وُلِدَ مختبر الإشعاع، أو معمل راد «Rad Lab». وكان للمختبر تأثير هائل على مجرى الحرب العالمية الثانية، إلا أنه يمكن القول إن تأثيره على العِلْم كان أكبر.

في غضون أسابيع من مكالمة كومبتون، كان الموظفون في مختبر راد يعملون بجدّ، في محاولة لتحسين مغنطرون «مُعَجِّل مَغْنَطِيّ» جوفي، بريطاني التصميم، آملين أن يصبح القطعة المحورية في نوع من رادار يعمل بالموجات القصيرة. عندما بدأ تشغيل المختبر ـ قبل أكثر من سنة على دخول الولايات المتحدة في الحرب العالمية الثانية ـ كان طاقم الموظفين يتألف من عشرين فيزيائيًّا، وثلاثة حراس أمن، وموظفَيْن للمخازن، وأمين سر. وبنهاية الحرب، زاد موظفو المختبر إلى أربعة آلاف شخص، وكان يدير عقود تطوير، قيمتها 1.5 مليار دولار (حوالي 20 مليار دولار، بقيمة الدولار في عام 2013)[1].

تَسَارَع نمو مشروع الأسلحة النووية الخاص بالحلفاء، الذي أُطلق عليه اسم رمزي، هو «مشروع مانهاتن». ومرة أخرى، وبناءً على رؤى مبكرة لفريق بريطاني، نما مشروع مانهاتن، بتنسيق من مختبر لوس ألاموس في نيومكسيكو، ليضم 125 ألف شخص، يعملون في 31 منشأة في جميع أنحاء أمريكا الشمالية. وبحلول الوقت الذي أُسقطت فيه القنابل الذرية على هيروشيما وناجازاكي في أغسطس 1945، كانت تكلفة المشروع 1.9 مليار دولار (حوالي 25 مليار دولار اليوم)[2]. وقد بلغ مشروعا الرادار والقنبلة الذرية معًا قرابة 1% من الإنفاق العسكري الأمريكي خلال الحرب: وهي تكلفة متواضعة بمقياس مخصصات الحرب، لكنها غير مسبوقة على الإطلاق فيما يتصل بالعلماء الأكاديميين والمهندسين الذين عَلِقوا بمشروعات الحرب.

كان الأمر أكثر من مجرد ميزانيات ازدادت. ففي كلا المشروعين، وجد الفيزيائيون والكيميائيون وخبراء المعادن وزملاؤهم أنهم يعملون في مجموعات ضخمة مع مُعِدّات غير عادية. فمشروعات فصل

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

النظائر في أوك ريدج بولاية تِنيسي امتدت بطول حي سكني، في حين احتاجت منشآت المفاعل النووي في هانفورد بواشنطن أكثر من نصف مليار متر مكعب من الخرسانة.

بعد الحرب، نبذ عديد من علماء الفيزياء عملهم في مشروعات الحرب مترامية الأطراف هذه، على اعتبار أنها شرود عارض.. مهم، لكنه بمثابة فجوة في بحثهم العلمي الحقيقي. وقد ألَّف أحد مخضرمي مختبر راد أغنية بعد الحرب، ختمها بسطر مأثور «أوه، اللعنة! الهندسة ليست فيزياء، هل هذا واضح؟ خذ، أوه، خذ مليارات دولاراتك، ولنَعُدْ فيزيائيين مرة أخرى»[3].

رغم مناشدة كاتب الأغنية، لم يعد العلماء إلى وضع ما قبل الحرب، بل إن العديد من خصائص مشروعات الحرب وسماتها صارت هي المألوف الجديد، حتى في وقت السِّلْم. ألقت الحرب بظلالها طويلًا على كيفية تنظيم العلم وتمويله، وحتى على الأساليب والأسئلة التي يتبعها عديد من العلماء طوال حياتهم المهنية.

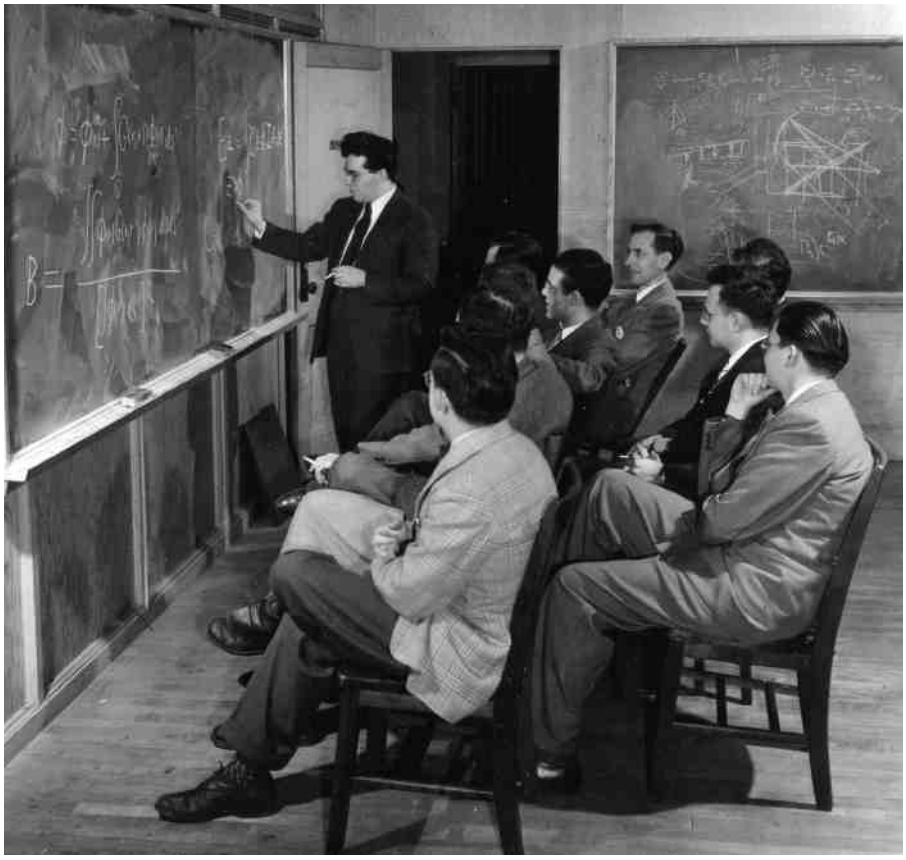
هدف مشترك

قبل الحرب، كانت معظم البحوث العلمية في الولايات المتحدة تتلقى دعمًا من المؤسسات الخاصة والصناعات المحلية وأقساط الرسوم الدراسية من طلبة الجامعات. وبعد الحرب، وجد العلماء استمرارية ـ بل توسعًا ـ لنموذج تمويل وقت الحرب. فأغلب الدعم للبحث الأساسي، غير السِّرِّي (وكذلك للمشروعات الموجهة لمهام دفاعية)، أصبح يأتي من الحكومة الاتحادية.

في عام 1949، جاء 96% من مجموع التمويل للبحوث الأساسية في العلوم الفيزيائية بالولايات المتحدة من وكالات اتحادية ذات توجه دفاعي، بما في ذلك وزارة الدفاع، وهيئة الطاقة الذرية المستحدثة، خلفًا لمشروع مانهاتن. وفي عام 1954 ـ بعد أربع سنوات من إنشاء مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية المدنية ـ جاء 98% من تمويل البحوث الأساسية في العلوم الفيزيائية من وكالات الدفاع الاتحادية. وكان حجم التمويل مغايرًا لما قبل الحرب. وبحلول عام 1953، كان تمويل البحوث الأساسية في الولايات المتحدة قد قفز إلى 25 ضِعْفًا لما كان عليه في عام 1938 (بسعر دولار ثابت، وبضبط التضخم)[4]. وانهمرت سيول من الإنفاق الاتحادي؛ تُدفَع لجميع أنواع البحوث محل الاهتمام.

«أنتجت هذه البراجماتية التي صاغتها الحرب أبحاثًا مثيرة للإعجاب بشكل كبير».

جرى الكثير من العمل في مؤسسات على غرار نماذج من زمن الحرب. كانت مشروعات الدفاع خلال الحرب تلقي بخبراء من عدة مجالات مختلفة في العلوم والهندسة للعمل معًا نحو أهداف مشتركة، بدلًا من تصنيف المتخصصين وتجميعهم حسب التخصصات. أرغمت ضغوط الوقت الهائلة وأهداف الحرب المشتركة العلماءَ والمهندسين على صياغة وسائل فعالة للتواصل مع بعضهم البعض. كانت الرياضيات القاسية والاشتقاقات النظرية العويصة تساوي القليل، إذا لم يستطع زملاء من تخصصات أخرى البناء على نتائجها.



MIT MUSEUM

جوليان شوينجر (واقفًا) مع زملاء في مختبر الإشعاع بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا أثناء الحرب العالمية الثانية.

تطرَّقَ قدامى العاملين في مشروعات كثيفة متعددة التخصصات في زمن الحرب للحديث عن عالِمٍ من نوع جديد. لقد صوروا لنا «فلسفة الرادار» التي صاغتها الحرب، و«رجل لوس ألاموس» المثالي: وهو برجماتي يمكنه التعاون مع الجميع.. من خبراء المقذوفات، إلى متخصصي المعادن، وهو ذلك الذي لديه حدس عن الظواهر ذات الصلة، دونما خوض في تفصيلات فلسفية[5].

سعى كبار العلماء وصانعو السياسات حثيثًا لمواصلة التعاون بروح وقت الحرب نفسها بين مختلف التخصصات؛ فأشرفت هيئة الطاقة الذرية على شبكة جديدة من المختبرات الوطنية؛ لمتابعة الأبحاث المدنية والدفاعية على حد سواء. وبرزت في المختبرات فرق متعددة التخصصات، يختلط فيها فيزيائيون، وعلماء في الرياضيات، وكيميائيون، ومهندسون من مشارب عدة[6]. وظهرت ترتيبات مماثلة عبر عشرات الجامعات الأمريكية: منشآت تمتد لعدة أقسام أكاديمية، مثل مختبر أبحاث الإلكترونيات، ومختبر العلوم والهندسة النووية، وكلاهما تأسس في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في نهاية عام 1945 (المرجع 7).

عجَّت المنشآت بفائض المعدات وبالخبرة الفنية المكتسبة من مشروعات الحرب. وعلى سبيل المثال، لا الحصر، الفيزيائي روسي برونو درّس الأشعة الكونية بعد الحرب، من خلال تكييف دوائر التوقيت الحساسة التي ركبها في لوس ألاموس؛ لقياس معدلات الانشطار النووي[5].

بالمثل، وبعد أشهر فقط من توقف المعارك، حوَّل مَنْ أطلقوا على أنفسهم اسم «بوفينز» ـ أولئك الذين أمضوا وقت الحرب في العمل على الرادار ـ اهتمامهم إلى كل شيء، مِنْ متناهي الدقة إلى الشاسع الكوني. وشرع بعضهم في بناء تليسكوبات الراديو، ووَجَّهوها صوب السماوات. وتجمعت مجموعة دولية، لتربط تليسكوبات جودريل بانك القريبة من مانشيستر بالمملكة المتحدة، وتليسكوب باركيس في نيو ساوث ويلز بأستراليا، بالأجهزة المماثلة المنتشرة بعرض أمريكا الشمالية – من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا، إلى مرصد الراديو الفلكي الوطني في جرين بانك، في وست فريجينيا[8]. وفي عام 1947، عمد الفيزيائي ويليس لامب ـ من جامعة كولومبيا في نيويورك ـ إلى استخدام إلكترونيات تردد الميكروويف، الباقية من عمله بالرادار أثناء الحرب، لقياس انزياح دقيق ـ حوالي جزء واحد في المليون ـ في مستويات طاقة الإلكترون في مداريّ 2s و2p لذرة الهيدروجين. وقد تحدى هذا الإنجاز اللافت لِلامب الفهمَ السائد لدى الفيزيائيين عن الفراغ، وهي حالة غامضة بأقل طاقة ممكنة[9].

كان الفيزيائي جوليان شوينجر ـ الذي صعد نجمه في نظرية الكم قبل الحرب ـ من أوائل مَنْ سمعوا عن انزياح لامب. ومثل الكثير من علماء الفيزياء في مختبر راد، اضطر شوينجر لإعادة النظر في نهجه الحسابي. كانت هناك اشتقاقات أنيقة صغيرة القيمة من المبادئ الأولية ـ التي غالبًا ما تبرهن على مرونتها عندما تُطبَّق فقط على الحالات المثالية ـ بالنسبة إلى كثير من الزملاء الذين احتاجوا إلى ضبط مكونات الإلكترونيات لأقصى درجات الكفاءة. وبدلًا من ذلك، كما ذكر شوينجر ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

نفسه لاحقًا، فقد استبطن نهج «الدائرة الفعالة» القياسي الخاص بالمهندسين. وعوضًا عن حساب إجمالي المقاومة الكهربائية لمكوِّن معقَّد من معادلات ماكسويل شديدة التركيب، أمكنه عمل «صندوق أسود» لكل مكوِّن، مستبدِلًا المقاومة الكلية، كما هو محدد من قياسات المدخلات والمخرجات. أما تفصيلات ودقائق كيفية تدفق التيار بين الأجزاء المكوِّنة لمكوِّن ما، فكانت أقل أهمية بالنسبة إلى الهدف الرئيس، وهو تحسين تصاميم الرادار، مقارنةً بتأثير هذا المكوِّن في دائرة ما[5,9].

لا يزال انتهاج شوينجر لانزياح لامب في دروس مختبر راد ماثلًا في الأذهان. ومنذ تسعينات القرن العشرين، كان كبار المُنَظِّرين يحاولون حساب آثار التأرجح الكمي الدقيق من المبادئ الأولية. وبشكل جنوني، كانت معادلاتهم تتكسر دائمًا، مسفرةً عن لا متناهيات غير فيزيائية، بدلًا من إجابات محددة. أعاد شوينجر معادلاته، بحيث تكون المدخلات والمخرجات قابلة للقياس، تمامًا كما فعل زملاؤه المهندسون في مختبر راد مع إلكترونيات الواقع. وعن طريق إعادة صياغة المعادلات، احتال شوينجر لحساب تأثير التأرجح الكمي على مستويات طاقة الإلكترون، ونال الإجابة التي تتسق مع قياس لامب بدقة غير عادية. كما اتضح أن عالم الفيزياء الياباني سينيترو توموناجا حقق الهدف نفسه قبل بضع سنين. وكان عمل توموناجا على الرادار خلال الحرب قد أثبت أهميته الجوهرية لنهجه النظري[5,9].

عودة الفلسفة

أنتجت هذه البراجماتية التي صاغتها الحرب أبحاثًا مثيرة للإعجاب بشكل كبير، وأثّرت في جيل من العلماء البارزين. واكتسب نهجهم في البحوث الأساسية والمؤسسات التي سلكتها هالة من الحتمية، لكن هذا النهج جاء مع بعض المقايضات، دون أن يلحظ ذلك أحد آنذاك. فالأسئلة المهمة التي قاومت الأساليب الظاهرية القوية نزعت إلى الأفول. وأي شيء يُشْتَمُّ منه رائحة «تفسير»، أو الأسوأ من ذلك «فلسفة»، بدأ يحمل الهوان لكثير من العلماء الذين جاءوا من مشروعات الحرب. صار التدقيق المفاهيمي للأسس ضربًا من الترف لدى الكثيرين. وتعزَّز نمط الحرب في الولايات المتحدة، بسبب ارتفاع معدلات الالتحاق بالجامعة بعد الحرب بأضعاف مضاعفة. ولم يترك واقع الفصول الدراسية الجديدة سوى مساحة صغيرة للمناقشة غير الرسمية في الفلسفة، أو الأسس. واستُبدِل شعار مختبر راد «اجلب الأرقام» بصيحة «اسكتْ، واحسب!»[10].

قرب منتصف ستينات القرن الماضي، صار ثلاثة أرباع الحاصلين على الدكتوراة سنويًّا في الفيزياء بالولايات المتحدة متخصصين، إمّا في الفيزياء النووية، أو فيزياء الحالة الصلبة: مجالان مهمان وشائقان، ولكنهما أيضًا الأكثر سهولة في التمويل من قِبَل وكالات الدفاع (حتى بالنسبة إلى الأبحاث الأساسية غير السرية). وهما أيضًا المجالان اللذان يتفق معظم الفيزيائيين ببراجماتية على أنهما قد يحرزان أعظم نجاحات. وخلال هذه المدة، على سبيل المثال، فَهِمَ الفيزيائيون القوة النووية التي تسبب النشاط الإشعاعي، وفكُّوا شفرة الظواهر الغريبة، مثل التوصيل الفائق، وكلاهما من الإنجازات الحائزة على جوائز نوبل.

أصبحت المجالات الفلسفية الواضحة في الفيزياء، والجذور الفكرية التي امتدت إلى ما قبل الحرب، مهمَّشة على نحو متزايد، مثل المسائل الكبرى عن ميلاد الكون ومصيره، والحدود الرفيعة الفاصلة بين النظام والفوضى في النظم التركيبية، أو الأسس الدقيقة لنظرية الكم. في بعض الأحيان كانت هذه تسيء للسمعة، على اعتبار أنها ليست «فيزياء حقيقية»، حتى من قِبَل علماء الفيزياء المؤثرين في الولايات المتحدة، على الرغم من أن البحث في هذه المجالات متقدِّم في أجزاء أخرى من العالم[10].

بعد ربع قرن من نهاية الحرب العالمية الثانية، بدأت تظهر شقوق في هذا النظام. فتصاعُد القتال في فيتنام جعل الكثير من الناس يتساءلون عن المكانة المهيمِنة للتمويل العسكري في حرم الجامعات، وكذلك قادت الظروف الاقتصادية الصعبة إلى هبوط سريع للتمويل في العلوم، وفي الفيزياء على وجه الخصوص. انخفضت فرص العمل لحملة الدكتوراة في العلوم بشكل حاد، وسرعان ما تلاها الالتحاق بالجامعة، وبالتحديد في الفيزياء.

إنّ تنظيم البحوث، وتمويلها، والنهج الأساسي لها، التي بدت طبيعية ـ ولا مفر منها ـ بعد الحرب لم تعد أمورًا مفروغًا منها، إذ بدأت أساليب متكاملة من البحوث للتسلل مرة أخرى، وتحولت أعداد متزايدة من الفيزيائيين إلى موضوعات كانت تبدو منبوذة قبل بضع سنين فقط، مثل عِلْم الكون، ونظرية الفوضى، وتشابك الكم[10].

لم تغب فلسفة الرادار، ولا رجل لوس ألاموس عن المشهد. وحتى يومنا هذا، معظم البحوث الأساسية في الولايات المتحدة تعتمد على التمويل الاتحادي، وكثير من نجاحات جيل ما بعد الحرب الكبيرة ـ مثل النموذج القياسي لفيزياء الجسيمات ـ لا تزال تمثل الدعائم الأساسية للبحث والتدريس. وهذا الإرث يجلس الآن بجانب مزيد من الفتوحات الأخيرة التي وُلِدت في حقبةٍ استعادت مناهج تأمليّة وفلسفية، أكثر تأملًا لأسرار الطبيعة العميقة. ■

تظاهرة طلابية ضد الأبحاث العسكرية بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا عام 1969.

AP

ديفيد كايسر أستاذ تاريخ العلوم، ورئيس القسم لبرنامج العلوم والتكنولوجيا والمجتمع في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا بكمبريدج في ماساتشوستس.
البريد الإلكتروني: dikaiser@mit.edu

1. Guerlac, H. *Radar in World War II* (American Institute of Physics, 1987).
2. Hewlett, R. G. & Anderson, O. E. *A History of the United States Atomic Energy Commission: Vol 1 The New World* (Pennsylvania State Univ. Press, 1962).
3. Roberts, A. *Phys. Today* **1,** 17–21 (1948).
4. Forman, P. *Hist. Stud. Phys. Biol. Sci.* **18,** 149–229 (1987).
5. Galison, P. *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics* (Univ. Chicago Press, 1997).
6. Westwick, P. *The National Labs: Science in an American System, 1947–1974* (Harvard Univ. Press, 2003).
7. Leslie, S. W. *The Cold War and American Science* (Columbia Univ. Press, 1993).
8. Munns, D. *A Single Sky: How an International Community Forged the Science of Radio Astronomy* (MIT Press, 2013).
9. Schweber, S. *QED and the Men Who Made It* (Princeton Univ. Press, 1994).
10. Kaiser, D. *How the Hippies Saved Physics: Science, Counterculture, and the Quantum Revival* (W. W. Norton, 2011).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 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

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

MICHAELA REHLE/REUTERS/CORBIS

التحكم عن بُعْد في الطائرات بدون طيار يُعَدّ واحدًا من إسهامات عديدة قَدَّمَها العلم وكذلك التكنولوجيا للحرب.

علوم عسكرية

عِلْـم الحـرب المتطـوِّر

تقيِّم **شارون واينبرجر** دراسَتَيْن تسبران غور أدوار الفيزياء وعلم النفس في الصراعات في الماضي والحاضر والمستقبل.

يُعَدّ كتاب باري باركر «فيزياء الحرب» *The Physics of War* ـ الذي يؤرخ لعلاقة التأثير المتبادلة بين الوسط العسكري والعِلْم ـ سجلًّا حافلًا للبشر وهم يطورون سبلًا أكثر فاعلية لقتل بعضهم البعض. لذا.. من المؤثر أن يبدأ باركر ـ وهو عالِم فيزياء ـ الكتابَ بفقرة عن معركة وقعت قبل أكثر من 3000 عام في موقعٍ ما، يُعرف بسوريا الآن، البلد الذي يعيش في خضمِّ حرب أهلية دامية تهدد بأن تستولي على قوى العالم. ويبدو أن مبادئ الحرب لم تتغير، ولكنْ مع بزوغ العلم واختراع أسلحة أكثر فتكًا، تُعتبر المخاطر حاليًا أشد وطأة.

يقول باركر إنّ عِلْم الفيزياء مَكَّن من عمليات قتل أكثر، وعلى مدار آلاف السنين استخدم البشر مبادئ الفيزياء لصنع أسلحة أشد قوةً، حتى قبل أن يفهموا كيف تعمل الآلة.

أظهر باركر ـ عبر استعراضه الأسلحة، وبالتفاصيل الدقيقة ـ كيف مكّن مزيج من التلاعب (مبادئ الرياضيات والفيزياء، متضمنًا لاحقًا الفيزياء النووية) من تطوير أسلحة الحروب، بدءًا من العربات الحربية في سوريا القديمة إلى الأسلحة النووية الحرارية الحديثة.

هذه مساحة واسعة للتناول، ويُفضَّل قراءة كتاب باركر كتمهيد مبدئي للمهتمين بعلم الأسلحة وإسهاماتها في المعارك المختلفة. ويقف الكتاب على أساس أقل صلابةً في مساعدتنا على فَهْم متى أدرك القادة العسكريون أنّ العلم المتقدِّم ـ كمجال دراسة ـ يمكن أن يساعد في الحرب.

على سبيل المثال.. يكتب باركر أن «نابليون دَرَسَ علم الفيزياء بجانب الرياضيات والفلك في المدرسة العسكرية، وأدرك أهمية العلم للحرب»، بالرغم من أن الكاتب قرر في الفقرة ذاتها أن ذلك ليس مؤشرًا على أن نابليون اهتم بالفيزياء، أو بالعِلْم بوجه عام.

على النقيض.. يقدِّم كتاب مايكل ماثيوز «رأس صلبة» *Head Strong* ـ النابض بالحياة، والمثير للاهتمام ـ حجةً قوية على أن علم النفس يبزغ بوصفه العلم الذي سوف يُحْدِث الفرق في حرب القرن الواحد والعشرين. ويزعم أن الحرب ليست معناها مجرد القتل، إنما فَهْم العدو وأنفسنا.

يوضح ماثيوز ـ وهو عالِم متخصِّص في علم النفس العسكري ـ كيف أسهَمَ علم النفس في كل شيء، بدايةً من اختيار القادة، إلى مساعدة الجنود في الإبحار عبر ثقافات أجنبية. ويتنبأ بأنه سوف يفيد يومًا ما في إنتاج عقاقير «قادرة على تنظيم استجابة المخ لضغط المعركة العصبي، وربما التخلص من اضطراب ما بعد الصدمة».

ينبض الكتاب بالحياة عندما يكتب ماثيوز عن أبحاثه في علم نفس أداء الجنود والقيادة، أو عن خبرته كأستاذ في الأكاديمية العسكرية الأمريكية في ويست بوينت بنيويورك. ويستعرض كيف تتحدى أساليب علم النفس بعضًا من المعتقدات الراسخة لدى القادة العسكريين عن النوع، مستشهدًا بدراسةٍ شارك فيها، قامت بإجراء مسح لاتجاهات قادة قاعدة للقوات الجوية نحو النساء. ورَوَى كل قائد عسكري ـ تقريبًا ـ قصةً عن مقتل قائد طائرة محطَّمة، احترقت بسبب أن إطفائيّة من النساء لم تكن قوية بالقَدْر اللازم لحَمْلِه خارج الطائرة. وفيما بعد، اكتشف ماثيوز أن القصة مختلَقة.

قضية الكاتب الأكبر هي: كيف يؤثر العِلْم ـ خاصة علم النفس ـ على قرارات تتعلق بالتكامل في الجيش. وفي مثال آخر.. يذكر أن أكاديمية ويست بوينت ـ التي يتدرب فيها الضباط ـ تستهدف قبول التحاق النساء بنسبة 15%، بما يعكس نسبة النساء في الجيش. ويبدو ذلك مثاليًّا، لكنه يشير إلى أن الأكاديمية تحاول تجنيد الأمريكيين الذين

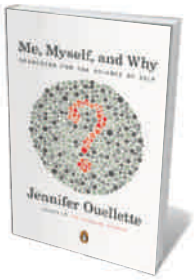
فيزياء الحرب: من السهام إلى الذرات
باري باركر
كُتُب برومثيوس: 2014.

رأس صلبة: علم النفس والهيمنة العسكرية في القرن الواحد والعشرين
مايكل دي. ماثيوز
مطبعة جامعة أكسفورد: 2013.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

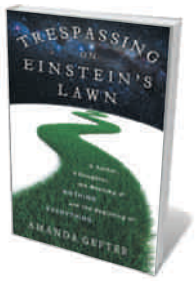
ملخصات كتب



أنا، وذاتي، ولماذا: البحث عن علم الذات

جينيفر أوليت، كتب بنجوين (2014)

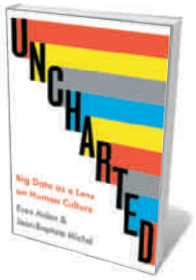
ما الذي يجعلنا مختلفين، ورائيًّا، وعصبيًّا، وسلوكيًّا؟ يُعَدّ كتاب الصحفية العلمية جينيفر أوليت لاستكشاف «علم الذات» رحلة ممتعة في أغلب الأحيان، تستحوذ على الانتباه، حيث دارت في أروقة المعامل النخبوية، مستعرضةً الأبحاث ذات الأهمية البالغة. خضعت أوليت للاختبار من قِبَل الشركة الأمريكية للجينات الشخصية «23 آند مِي» 23andMe، وجهاز التصوير بالرنين المغناطيسي في مختبر عالِم الأعصاب ديفيد إيجلمان. كما أجرت مقابلات مع متخصصين في علم النفس السلوكي، واستغرقت في تأمُّل القرين الرقمي، وتناوُل عقار الهلوسة (إل. إس. دي)، وخاضت في غمار دراسات الوعي. وفى النهاية، استخلصت أن الذات تتكون مما نصنعه من قيودنا البيولوجية.



على خُطَى أينشْتاين : أب وابنة، ومعنى (لا شيء)، وبداية (كل شيء)

أماندا جيفتر، بانتام (2014)

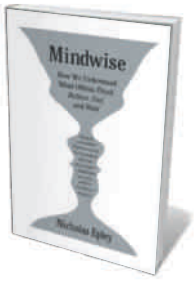
اكتشفت أماندا جيفتر أنه يمكن لشيء ما أن يُبعث مِن لا شيء. وقد دفعها سؤال من والدها عن طبيعة الـ(لا شيء) إلى الولوج إلى عالم الصحافة العلمية. تؤرخ جيفتر ـ بأسلوب يجمع بين الذكريات والحقائق العلمية ـ لمسيرتها الساعية نحو إدراك الألغازالكبرى في الكون، عبر دراسة أدبيات علم الفيزياء، وإجراء مقابلات مع علماء الفيزياء النظرية البارزين، بدءًا من جون أرشيبالد ويلر، إلى ليزا راندال. وقد سردت المؤلفة رحلتها بأسلوب فطن وجذاب؛ من أجل إدراك أن «الواقع مرصود في عين الرَّائي»، وإنْ شَابَهُ بعض التبجيل المبالَغ فيه في مواضع مختلفة.



المجهول : البيانات الكبيرة عَيْنٌ على الثقافة البشرية

إريز آيْدِن، وجين- بابتيست ميشيل، كتب ريفرهيد (2013)

بفضل تحوُّل ملايين من النصوص التي تعود إلى قرون مضت بواسطة محرِّك البحث فى خدمة كتب «جوجل» إلى نصوص رقمية، اتخذت اليوم البيانات الكبيرة شكل بيانات مطوَّلة. ينقِّب كلٌّ من إريز آيْدِن، وجين- بابتيست ميشيل عن الثروات المعرفية باستخدام تقنيات «الدراسة الرقمية للثقافة البشرية» culturomics؛ لدراسة التاريخ بشكل كَمِّي، من خلال رسم خريطة بيانيّة لظهور المفاهيم والكلمات في النصوص عبر الزمن. ويكشف الكاتبان ـ في هذه النظرة العامة المثيرة ـ كيف أنّ المؤرخ الآلي الذي ابتكراه ـ مقياس نجرام للمشاهدة على «جوجل» Google Ngram Viewer ـ استَخلص منذ عام 2010 تحليلات لكل شيء.. من كفاءة الرقابة الحكومية، إلى السرعة التي يتعلم بها المجتمع.



الحكمة: كيف نفهم ما يفكر ويعتقد فيه الآخرون، وما يشعرون به، ويرغبون فيه

نيكولاس إيبلي، نوف (2014)

يدرس عالِم النفس نيكولاس إيبلي «الحاسة السادسة الحقيقية»: وهي استشفاف مايفكر فيه الآخرون. وتُعَدّ مقدرة ضرورية في كل شيء.. من الدبلوماسية رفيعة المستوى، إلى تربية الأطفال. وكما يعرض عالم النفس.. فإن قدرتنا على التأمل الواعي محدودة، كما أننا نميل إلى التقليل من شأن الآخرين، بالإضافة إلى فلترة عملية إدراكنا لهم عبر مُرشِّحات من الأنانية. ويرى إيبلي أن الحل في العمل وجهًا لوجه في اتصال مفتوح ونزيه هو دعوة قاسية في مجتمع أصبح مدمنًا للرسائل النصية والتواصل عبر «تويتر». إنه كتاب يتسم بالدقة، وسهولة الفهم، والأمانة فيما تحدَّث عنه.

الموجة المثالية: مع النيوترينو عند حدود المكان والزمان

هاينريش بيس، مطبعة جامعة هارفارد (2014)

يتألق هذا الكتاب في التاريخ العلمي للنيوترينو (الجزيء المحايد)، وهو جزيء مثل الشبح.. مراوغ، عديم الكتلة تقريبًا، يمكنه اختراق المواد الكثيفة. يستعرض عالِم الفيزياء النظرية هاينريش بيس عقودًا من البحث المُبْهِر منذ افترض ولفجانج باولي وجود الجزيء في عام 1930. ويعيد بيس دراسة أصحاب نظريات بارزين، مثل إيتورى ماجورانا، ويبرز أبحاث عمل المختبرات الرائدة، بدايةً من مختبر لوس آلاموس في ولاية نيو ميكسيكو، حيث اكتشفه كلٌّ من فريد راينس، وكلايد كووان لأول مرة في بداية الخمسينات من القرن العشرين، إلى مرصد مكعب الثلج العملاق للنيوترينو الحالي في القارة القطبية الجنوبية.

هم من أصول أفريقية، بمعدل يعكس تمثيلهم في نسبة مَنْ هم في سن التجنيد من السكان، وفشلت حتى الآن في هذا الأمر. ويذكر ماثيوز أن القاعدة ذاتها تنطبق على النساء، إذ يجب أن يمثلن نصف فئة الجنود.

يرفض فرانسيس ديمارو ـ المتحدث الرسمي باسم أكاديمية ويست بوينت ـ التعليق على الأهداف المتعلقة بالنوع أو العِرْق، ويقدم بديلاً عن ذلك.. نِسَب الفئات الأحدث التحاقًا بالخدمة (16% من النساء، و10% من الأمريكيين من أصول أفريقية). وفى الظاهر تبدو أنها تدعم آراء ماثيوز. ويقول ديمارو: «إننا نجتهد.. لضمان أنْ يمثل طلاب الأكاديمية الجنود الذين سوف يقودونهم».

يتعثر ماثيوز قليلًا عند الحديث عن أهمية علم النفس في فهم الثقافات الأجنبية. ويشيد بنظام التضاريس البشرية Human Terrain System، والبرنامج الأمريكي حسن النوايا، لكنه متعثر، الذي يدمج علماء الاجتماع في فِرَق تنتشر مع الجيش (انظر: *Nature* http://doi.org/bxmgsw; 2011). ويتورط ماثيوز في النوع ذاته من التبسيط المُفْرِط للمعرفة الثقافية التي تكمن وراء المشكلات التي تواجه الفِرَق العسكرية. ويتذكّر كيف أن قائدًا عسكريًّا أمريكيًّا في العراق تعَلَّم أن حضور اجتماعات مع قادة محليين وهو مسلَّح بأسلحة ثقيلة كان «خطأً اجتماعيًّا فادحًا»، مثلما (قد يكون، بالطبع، في معظم الثقافات).

بالتركيز على تطور الأسلحة، يخفق باري باركر في فهم النقطة التي تتفوق عندها علوم أخرى، بما فيها تفوق علم النفس على الفيزياء، باعتبار أنهما مجالان جوهريّان في الحرب. ويغفل مايكل ماثيوز ـ بالتركيز بصورة وثيقة جدًّا على التطبيقات الحالية والمستقبلية لعلم النفس ـ عن ذِكْر واحد من أكثر العلماء المتخصصين في علم النفس العسكري أهميةً.

فى ستينات القرن الماضى، عيَّنت وكالة الأبحاث المتطورة في وزارة الدفاع الأمريكية عالم النفس جي. سى. آر. ليكليدر، بهدف انشاء إدارة للعلوم السلوكية. ولقد كانت آراؤه المميزة عن شكل التفاعل بين الإنسان والآلة في المستقبل، هي التي أسست مشروع «شبكة وكالة المشروعات البحثية المتقدمة» ARPANET ، وهو النواة الأوّلية لفكرة الإنترنت. وفي الوقت الحالي، أجهزة الكمبيوتر المتصلة لها الأهمية نفسها والأثر ذاته على الأوساط العسكرية مثلما هي على المجتمع المعاصر. يمكن القول إن الفضل في تطوُّر فكرة الحرب يرجع إلى أبحاث ليكليدر عن علم النفس العسكري، لكنّ تأثير ذلك على قدرة الولايات المتحدة في الفوز بحروب المستقبل أمرٌ آخر. ■

شارون واينبرجر زميلة دوليّة في مركز وودرو ويلسون الدولي للباحثين في واشنطن دي سي. سوف يصدر كتابها عن وكالة مشروعات أبحاث الدفاع المتطورة في عام 2015.

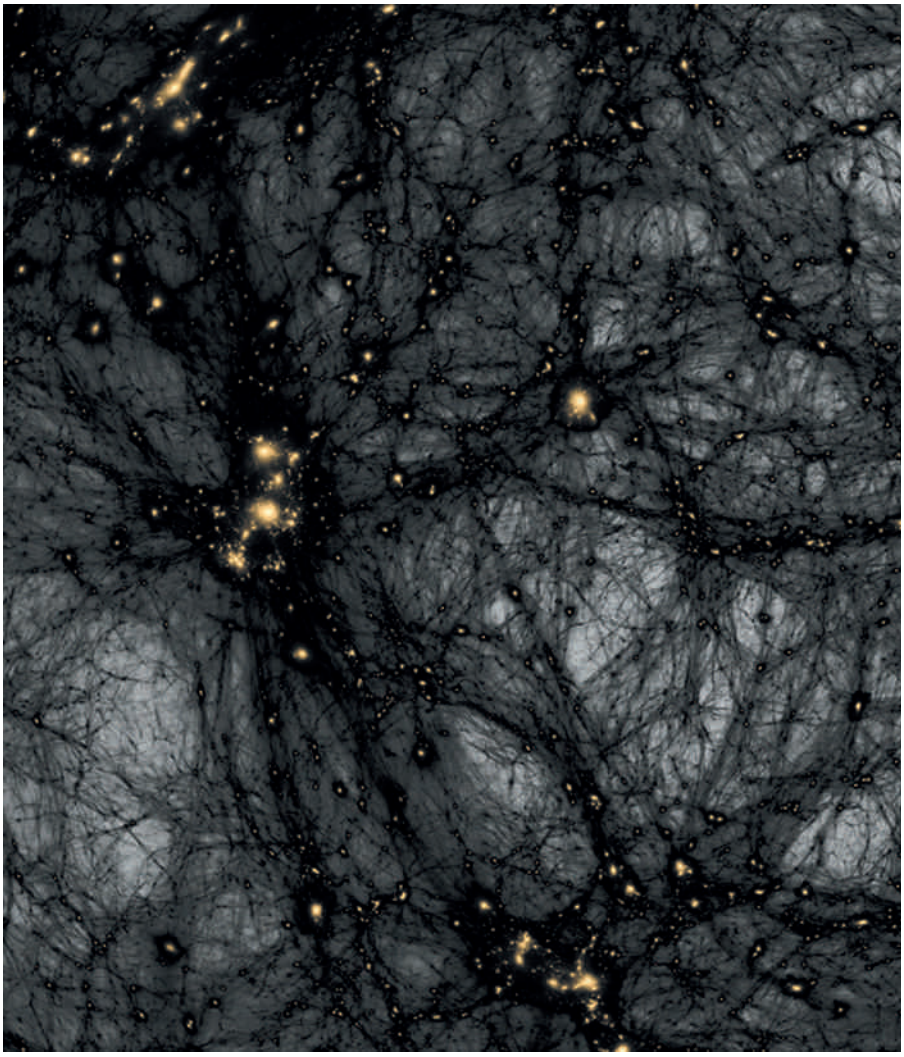
البريد الإلكتروني: sharonweinberger@gmail.com

تصحيح

وصف ماكس تجمارك في مقال «تعقب الأكوان»، عدد فبراير الماضي، نموذج الأكوان المتعددة عن طريق تخيل وجود 10^{500} كون وليس 10500.

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الكون المظلم يبيِّن المادة المظلمة على شكل شبكة في الفضاء، مُضاءة بعناقيد صفراء من المجرات.

AMNH

فلك

الخَفِيّ العظيم

يكتب **إريك هاند** انطباعاته عن أحد العروض المذهلة للمادة المظلمة والطاقة المظلمة بقُبّة عرض سماويّة.

دوّامة وامضة تدور ببطء، واضعةً إيّاكَ في مركز الكون، ورواية مسلِّية تأخذك من الأرض إلى الفضاء الخارجي على مراحل.. من المعلوم إلى المجهول. تلك هي تجربة قُبّة العرض السماوية التقليدية. أما «الكون المظلم» ـ وهو أول عرض جديد خلال أربع سنوات في قبة هايْدِن للعروض السماوية لدى المعرض الأمريكي للتاريخ الطبيعي بمدينة نيويورك ـ فهو قادر على قلب الأمر برمّته رأسًا على عقب.

يُذهِل العرض ـ الذي يدوم 23 دقيقة ـ المُشاهِدَ بانطلاقه من نقطة رؤية ملائمة غير مجسَّدة في ظلمة الفضاء الخارجي، حيث يصف المشهد نقاطًا من أهداب الضوء. «هنا، على بعد 10 ملايين سنة ضوئية من كوكب الأرض، كل نقطة من الضوء هي مَجَرَّة تحتوي على مليارات النجوم»، هكذا يعلِّق ـ بصوتٍ رخيم ـ مدير قُبّة العرض السماوية، الراوي نيل تايسون. وبتكبير المشهد بسرعة كبيرة، يلتقي المُشاهِد بمَجَرَّة درب التبانة والشمس والأرض، مصطدِمًا بأجواء الكواكب، ليهبط عند تليسكوب الـ2.5 متر على ماونت ويلسون بالقرب من لوس أنجيليس بكاليفورنيا، حيث استدلَّ إدوين هَبْل على توسُّع الكون في عشرينات القرن العشرين. أما الرحلة العكسية، فهي جريئة ومفاجِئَة، لكنها تمثِّل نقطتي اهتمام العرض الأساسيّتين (المادة المظلمة، والطاقة المظلمة) اللتين تُذهلانك حقًّا.

الكون المظلم
يُعرض الآن في قبة هايْدِن للعروض السماوية بمدينة نيويورك.

هذان مفهومان أوَّلِيّان، لكنهما غريبان. فالمادة المظلمة (المادة المجهولة التي تجمع مكونات الكون) تفوق بمقدارها عدد الذرات التي تتكوَّن منها النجوم والكواكب والناس بنسبة تقارب 6 إلى 1. وفي منتصف العرض، يُعبِّر المُخرج كارتر إمَّارْت ـ فيما يدعوه المشهد المهيب ـ عن المادة المظلمة بشبكة شبحيّة سوداء على خلفية ذات لون رمادي مظلم.

إن الطاقة المظلمة أشد رهبة من ذلك.. فقد اكتُشفت قوة التنافر هذه في أواخر تسعينات القرن العشرين، حينما وُجِد أن المستعرات الفائقة النائية هي أبعد قليلًا مما كان متوقَّعًا. ويستمتع إمَّارت بتبيان كيف أن المستعرات الفائقة ـ التي يُستعمل سطوعها المعلوم لقياس المسافة ـ تنفجر بانتظام شبيه بانتظام المصابيح الوامضة. وتُسرِّع الطاقة المظلمة توسُّع الكون، وتهدِّد يومًا ما بقذف المجرات الأخرى؛ لتصبح بمنأى عن الرؤية من درب التبانة.

«استلقوا على مقاعد هايدان شبه الأفقية، وحاولوا فهم الأمور الكونية».

يقول إمَّارت: «كنت أودّ تسريع عرض «الكون المظلم»؛ للوصول إلى هذا الاستنتاج المُحزن والمحتوم، إلا أن ذلك لا يحدث. إن عروض هايْدِن لا تخشى التعامل مع الحقائق.. فأحد العروض السابقة صَوَّر الشمس منتفخةً، في سن متقدمة، وهي تقتحم أرضًا مسفوعة – لكن هذه النتيجة المهمة للطاقة المظلمة قد تكون حقيقة بعيدة جدًّا. إننا «لا نريد إخافة الجماهير». إنه يحاول شرح مفهوم صعب ودقيق باستعمال خطوط شعاعية هُدُبيَّة: كيف أن مفعول تسريع الطاقة المظلمة هو أقل وضوحًا في المجرات التي هي أكثر بُعْدًا وقِدَمًا. ففي الوقت الذي أشعت فيه تلك المجرات الضوء الذي يصل إلى الأرض الآن، كانت قوة تنافر الطاقة المظلمة ضئيلة، مقارنةً بقوة الجاذبية التي كانت أقوى في الكون المبكر الكثيف.

يعتمد تمثيل هذه المفاهيم على تغطية أجهزة الإسقاط الرقمية لسطح قبة العرض السماوية. لقد كان ذلك غير ممكن باستعمال أجهزة الإسقاط النجمية القديمة ذات المصابيح التي تبرز من مركز القاعة، لكنْ إمَّارت يستفيد جيدًا من البعد الثالث، متحرِّرًا من تلك القيود. ففي محاكاة مثيرة، نتابع مسبار جاليليو ضمن ضغوط جو المشتري الهائلة. وهناك، ضمن «حجرة الحفظ الباردة» في ذلك الكوكب، استدلَّ الفلكيون على وفرة نظائر الهيدروجين في الكون المبكر، التي ساعدت على الحدّ من درجات الحرارة بعد الانفجار العظيم مباشرة.

لقد ألمح العاملون في قبة العرض السماوية إلى أن العرض القادم ـ الذي سوف يحصل في غضون سنتين أو ثلاث ـ يمكن أن يخصّ موضوعًا أكثر تشويقًا.. ألا وهو: ألوف الكواكب الموجودة خارج المنظومة الشمسية التي اكتُشفت في العقدين السابقين، والإمكانات الفلكية الحيوية فيها. وإلى أن يحين ذلك.. استلقوا على مقاعد هايْدِن شبه الأفقية، وحاولوا فَهْم الأمور الكونية... فالكون المظلم، لا الأرض الزرقاء، هو الموجود في مركز كل شيء. والتليسكوبات التي صنعها الإنسان هي التي تقول لنا ذلك. ■

إريك هاند محرر أخبار نيتشر في الولايات المتحدة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

أطفال بيرو مع أجهزة حاسب من مشروع «حاسب محمول لكل طفل».

MARTIN MEJIA/AP

التنمية الرقمية

ثقافات متشابكة

يستكشف **جون جيلبي** كيف تخطت بيرو الأنماط القياسية لإدخال التقنية؛ من أجل إذكاء شعلة التغيير الاجتماعي.

يرى العديد منا تطوير الوصول للإنترنت في بلدٍ ما بمثابة سلسلة من الخطوات التدريجية المتواضعة والتغييرات الخطِّيَّة في التفاعل مع التقنية. وفي الدول التي حقق الناس فيها قفزات تجاوزت الوصول للإنترنت عن طريق خط الهاتف الثابت بالاعتماد على الأجهزة المحمولة المتصلة بالإنترنت، يمكن أن تكون التغييرات تحويلية على المستويين.. الثقافي، والفكري. تُعدّ بيرو مثالًا على ذلك.. فقد شهد ذلك البلد ـ الذي يمثل أحد أسرع الاقتصادات نموًّا في العالم خلال العقد الماضي ـ قفزة في استخدام المناطق الريفية للهاتف المحمول من 1.3% إلى 46.2% بين عامي 2004، و2010. وفي عام 2011، تمتع ثلاثة أرباع الأسر في بيرو بإمكانية الوصول لخدمة الهاتف المحمول. لم يكن كل هذا التدفق بدافع تقني، لكن تقنية المعلومات والوصول إلى المعلومات كانت عوامل رئيسة في تشكيل مسار الأحداث.

في كتابها الرائع والجدير بالقراءة «تشبيك الأطراف» Networking Peripheries، تستخدم باحثة الاتصالات أنيتا ساي تشان موضوعين مختلفين ـ ولكنهما مرتبطان ـ من تاريخ بيرو الحديث، لتسليط الضوء على التفاعل بين التقنية والتغيير الاجتماعي على مفترق طرق التنمية. الموضوع الأول هو إنشاء إطار قانوني لدعم البرمجيات المفتوحة، أما الآخر، فهو دفع الحكومة لتقنين التقاليد الحرفية، وهي العملية التي أيقظت لدى مواطني بيرو الاهتمام بكيفية إدارة الملكية الفكرية في عصر الإنترنت.

تشبيك الأطراف: المستقبليات التقنية، وأسطورة الكونيّة الرقمية
أنيتا ساي تشان
إم آي تي بريس: 2013.

كما تكشف تشان في كتابها أن المسار الذي سلكته بيرو لتطوير تقنية المعلومات قد غيَّر بشكل كبير من تطلعات سكان الريف ـ ربما أكثر من النخبة التي تعيش في الحضر ـ وذلك من خلال تقدير «الواقع المحلي». عن طريق التركيز على الحركة المعروفة باسم «البرمجيات المجانية/ الحرة/ مفتوحة المصدر» FLOSS، توضح لنا تشان كيف أصبحت بيرو في عام 2005 واحدة من أوائل الدول التي أصدرت قانونًا يلزم المؤسسات العامة بممارسة الحياد التقني ـ بمعنى أَخْذ خيارات البرمجيات الحرة بعين الاعتبار ـ عند اتخاذ قرار بشأن البرامج التي ستستخدمها. تشير تشان إلى أن ذلك كان ـ إلى حد كبير ـ نتيجةً لحملات شعبية من قِبَل جماعات الضغط من دعاة البرمجيات الحرة التي تسعى إلى تحدي هيمنة معايير الملكية المغلقة.

تناقش تشان أيضًا الإطلاق المحلي لمشروع «حاسب محمول لكل طفل». هذه المبادرة العالمية والتي تهدف إلى تمكين كل طفل من الحصول على حاسب منخفض التكلفة، متصل بالإنترنت، وتدل على أهمية الحاجة إلى الدخول المتأني في مشروعات التقنية التي يتم تنفيذها على نطاق واسع. توضح تشان أنه ـ في بعض الحالات ـ يبدو أن توفير التقنيات الجديدة قد اعتُبر هدفًا في حد ذاته من قِبَل السلطات المدنية، وليس مجرد خطوة واحدة ضمن سلسلة خطوات؛ لتمكين التنمية أو الإصلاح من خلال المشاركة الفعالة والتعلم. وكما توضح تشان، فإن جهود المعلمين والمدربين والزملاء من المتعلمين الذين يستخدمون مهارات وعلاقات محلية محددة للسير قُدُمًا بالبرنامج توفر نماذج شيقة، يمكن إعادة استخدامها لعمليات معينة، مثل تطوير وتبادل المواد التدريبية ذات الصلة محليًّا.

توضح هذه الحالات نجاح بيرو في تكييف التقنيات الجديدة بشكل يتواءم مع الثقافة المحلية. على النقيض من ذلك.. تكشف تشان عن أن المشاريع الحرفية المدعومة من الحكومة قد تهدد التقنيات المحلية والتقليدية بأخرى جديدة غريبة على المجتمع. فمبادرة التقنين التي تهدف إلى توحيد التصميمات والتقنيات المستخدمة في إنتاج السيراميك في 400 ورشة في بلدة تشولوكاناس، وذلك باستخدام أساليب إنتاج واسعة النطاق وغير تقليدية. أسفرت عن مجموعة من قضايا الملكية الفكرية، مثل الاستغلال المزعوم للحرفيين، وفقدان تماسك الثقافة المحلية، من خلال محاولات التجانس مع السوق العالمية. إنّ ظهور «طبقة معلومات» واسعة النطاق عبر المشهد الاجتماعي يوفر آليةً حقيقية لحسم هذه القضايا.

يكشف كتاب «تشبيك الأطراف» عن حركة بيرو نحو مستقبل ديناميكي ومتنوع، سواءً من حيث التقنية، أو الثقافة. ويبدو واضحًا أن تشان تشعر بتقدير كبير للمنظمات والناس الذين تعاملت معهم.. من معلمين، ومسؤولين حكوميين، ونشطاء. وأيّ شخص يشعر أنه يدرك بالفعل التأثير الكامل لتقنية الإنترنت على الثقافة والمجتمعات الإنسانية سيجد ما يدهشه ويثير فضوله فيما يتضمنه هذا الكتاب المهم من معلومات أوَّلِيَّة ومباشرة. ■

جون جيلبي عضو في هيئة التدريس بقسم علوم الحاسب بجامعة أبريستويث، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: gilbey@bcs.org.uk

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

مراسلات

وقف الاقتباس الذاتي في مقاييس التأثير

يمكننا تحسين الفروق النوعية في البحث والنشر العلمي (انظر: V. Lariviere *et al*. *Nature* **504**, 211-213; 2013) وذلك بأن نجعل مقاييس الإنتاج والتأثير العلمي أكثر إنصافًا.

على سبيل المثال.. لا بد من حساب الوقت المبذول في البحث الإيجابي، ضمن أدوات تقييم إنتاجية البحث، لأن ذلك من شأنه أن يقدم مقارنة أكثر إنصافًا بين الباحثين الذين يحصلون على إجازة رعاية أطفال، أو الذين عليهم أعباء رعاية أخرى، أو أحمال تدريسية عالية، كما أن من شأنه أيضًا أن يخفف الضغوط على هؤلاء العلماء.

كذلك سوف يكون من المفيد وقف تضمين الاقتباسات الذاتية للمؤلف، كوسيلة للتأثير البحثي، لأن الاقتباس الذاتي ممارسة منحازة إلى الذكور (E.Z. Cameron *et al*. *Trends Ecol. Evol.* **28**, 7-8; 2013). وعلى كل حال، فإن التأثير الحقيقي يتوقف على الاقتباس المستقل.

إليسا كاميرون، آمي إدواردز جامعة تاسمانيا، هوبارت، أستراليا.
Elissa.cameron@utas.edu.au
أنجيلا وايت خدمة الغابات التابعة لوزارة الزراعة الأمريكية، ديفيز، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية.

إنقاذ قطبي: العلم لا يُخْدَم بصورة جيدة

في أعقاب إنقاذ ركاب السفينة الروسية التي تقطّعت بها السبل MV Akademik Shokalskiy، عبَّر قائد البعثة، كريس تيرني، عن أهمية العلم في قيادة الرحلات البحرية (*Nature* **505**, 133; 2014). وإذا لم تكن هناك دولة يمكن أن تتردد في تقديم المساعدة للسفن المنكوبة، فلِمَ تثير هذه الأحداث كل هذا الجدل؟

يؤكد تيرني أن «قضية العلم» في الرحلات البحرية قد حظيت بالموافقة من قبل جهات عدة، من بينها «قسم القارة القطبية الجنوبية الأسترالي» ADD، إلا أن هذا القسم لم يكن له أي دور في تقييم الكفاءة العلمية للخطط البحثية للبعثة، أو إقرارها، أو المصادقة عليها.

لقد انضوت بعثة تيرني على مغامرة خاصة، إذ كانت خططها البحثية منفصلة تمامًا عن البرنامج العلمي الوطني للقارة القطبية الجنوبية، التابع لدولة أستراليا، الذي كان يخضع لقيادة وإدارة «قسم القارة القطبية الجنوبية الأسترالي». كان الهدف من هذه الرحلة هو «دمج العلم بالمغامرة»، حيث كانت أعداد السائحين مدفوعي الأجر لا تقل عن أعداد العلماء والطلاب (www.spiritofmawson.com).

وقد أَخَلَّت عملية الإنقاذ بالبرامج العلمية وبرامج التشغيل التابعة لكل من أستراليا، والصين، وفرنسا، حيث قامت هذه الدول جميعها بتحويل مسار سفنها، بناءً على طلب مركز تنسيق الإنقاذ الاسترالي، الذي تولى إدارة عمليات المساعدة. كذلك تم تحويل مسار إحدى كاسحات الجليد الأمريكية؛ ولا تزال التكلفة المالية لهذا التدريب غير معروفة.

وقد بحث النقاد دعاوى تيرني بشأن الأهمية العلمية للرحلة، إلا أن هذه الرحلة بدت قصيرة نسبيًّا، فضلًا عن أنها لم تتضمن إلا جَمْع العَيِّنات الروتينية. وعلى النقيض.. فإن المشروعات البحثية المدعومة من قِبَل البرامج القطبية الوطنية عادةً ما تكون طويلة الأمد، وتتكاتف فيها جهود دول عديدة، وتعتمد على معدات متطورة ومصمَّمة خصيصًا لهذه الأغراض.

ومن ثم، فإن بعثة تيرني قد أثارت في نهاية الأمر نقاشًا آخر عن علم المناخ، تم تصديره بصورة سيئة، وارتأت أن القضايا المرتبطة بالسياحة القطبية المستقلة قد تم خلطها بعلوم القارة القطبية الجنوبية. وفي كلتا الحالتين.. يبقى العِلْم هو الخاسر الوحيد.

نِك جيلز قسم القارة القطبية الجنوبية الأسترالي، كينجستون، تاسمانيا، أستراليا.
Nick.gales@aad.gov.au

التقدم السريع في إنتاج الجرافين

ربما تعطي نقاشاتك حول تطور أبحاث الجرافين انطباعًا خاطئًا بأننا تفصلنا عقود طويلة عن طريقة تجارية عملية لإنتاج الجرافين، طبقًا للمقاييس الصناعية (انظر: *Nature* **503**, 327- 329; 2013).

على مدى السنوات القليلة الماضية، شهدت إمكانات إنتاج مساحات شاسعة من الجرافين ونقلها إلى ركائز متعددة، وكذلك عمليات الاستخلاص والقولبة وغيرها من التقنيات، تطورًا هائلًا.. إلى الحدّ الذي دفع بالإنتاج الصناعي إلى تحقيق تقدُّم هائل بسرعة كبيرة. فقد ذكرت أن إنتاج شركة جرافينيا يبلغ 15 مترًا مربعًا من الجرافين في العام الواحد؛ إلا أن الشركات الأخرى تمتلك إمكانات إنتاجية أعلى.. فشركة «بلوستون جلوبال تيك» Bluestone Global Tech ـ ومقرها الولايات المتحدة الأمريكية، على سبيل المثال ـ تمتلك القدرة على إنتاج 20 ـ 200 متر مربع من الجرافين يوميًّا (انظر: go.nature.com/gja2bo).

إن تكلفة الإنتاج ـ التي تبلغ 100,000 دولار أمريكي للمتر المربع الواحد ـ تمثِّل ـ في حقيقة الأمر ـ سعر التجزئة لبضعة سنتيمترات قلية من هذه المادة؛ ومن ثم فإن تكلفة الإنتاج أقل بكثير من سعر البيع؛ وقد تعرضت تكاليف الإنتاج لتراجع سريع في الأشهر القليلة الماضية بشركة «بلوستون جلوبال تيك» بفضل زيادة حجم الإنتاج، وتقنيات النقل الجديدة.

كوستيا س. نوفوسيلوف*، جامعة مانشيستر، الولايات المتحدة.
kostya@manchester.ac.uk
*بالإنابة عن أربعة موقِّعين مشاركين (انظر القائمة الكاملة على الموقع: go.nature.com/utk5pk)

الاحتيال لا يمثل المعضلة الكبرى

يُعَرِّض المُبَلِّغُون عن التجاوزات أنفسَهم لخطر رد الفعل العنيف على المستوى الشخصي، جرّاء كشفهم عن سلوك علمي غير قويم (انظر، على سبيل المثال، D. Soeken *Nature* **505**, 26; 2014)، إلا أنهم لا يطمحون في أكثر من تصحيح نسبة ضئيلة للغاية من المواد المنشورة.

فمنذ عام 1980، عندما شرعت قاعدة البيانات الطبية MEDLINE في تصنيف المواد التي سوف يتم سحبها، كانت هناك 6119 ورقة مسحوبة، أي ما يعادل 0.03% من 17.8 مليون ورقة بحثية منشورة. وحتى لو كانت الغالبية العظمى من هذه الأوراق المسحوبة تعود إلى سوء السلوك العلمي (انظر، على سبيل المثال، F. C. Fang *et al*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* http://doi.org/jf5; 2012)، فإن تأثير ذلك لا يتعدى نسبة ضئيلة للغاية من إجمالي المواد المنشورة.

قد يبدو من التقديرات المخيفة المستمدَّة من الدراسات التي قام بها باير (F. Prinz *et al*. *Nature Rev. Drug Discov.* **10**, 712; 2011) وأمجين (C. G. Begley and L.M. Ellis *Nature* **483**, 531- 533; 2012)، التي تؤكد أنّ حوالي 60- 70% من أبحاث الطب الحيوي ربما تحتوي على نتائج غير قابلة للتكرار، أنه من الأَوْلَى بنا أن نبذل الوقت في فحص النتائج التجريبية غير القابلة للتكرار وذلك من خلال التجربة، بدلًا من تعقُّب المحتالين.

وليام جن برنامج ميندلي ومبادرة قابلية الأبحاث للتكرار، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية.
William.gunn@mendeley.com

رفْض فرضية أعمدة الصخور الساخنة

إنّ مئات المتخصصين في علوم الأرض، الذين يعارضون فرضية وجود أعمدة الصخور الساخنة المتصاعدة من الحدود الفاصلة بين لب الأرض والوشاح، ليسوا مجرد «فئة صغيرة مؤثرة» (*Nature* **504**, 206-207; 2013). ولهذا.. بدلًا من الترويج للأفكار التقليدية، يجدر بكم تشجيع وضع عديد من الفرضيّات الصالحة.

يشعر الكثير من العلماء بالقلق تجاه فشل الفرضيات الأصلية الخاصة بالخصائص السلوكية والهندسية والكيميائية والحرارية المزعومة لأعمدة الوشاح (W. J. Morgan and J. P. Morgan in *Plates, Plumes, and Planetary Processes* 65-78; Geological Society of America, 2007). إذ استمر نموذج الأعمدة فقط من خلال تنوع خصائصها المفترضة، والتي تتضمن تكوينات مختلفة مثل حفر نفق أفقي لآلاف الكيلومترات، لتظهر في أي مكان وفي أي وقت، وتكون قادرة على الانقسام والاندماج والتحوّل (E. R. Lundin in 52 *Things You Should Know About Geology* 66-67; Agile (Libre, 2013

هذا ولا توجد أي بيانات عن الخصائص الكيميائية أو النظائر المشعة التي تتطلب نشأة الأعمدة الصخرية العميقة، أو درجات حرارة شاذة. ولم تكشف نتائج التصوير الزلزالي المقطعي المؤكدة عن وجود أي أعمدة صخرية. لا تفسر هذه الأعمدة زيادة معدلات ظهور بازلت الفيضانات الكبرى، والتي يمكن تفسيرها بالجفاف السريع لمستودعات الصخور المذابة التي تراكمت خلال فترات طويلة.

لقد حدث تقدُّم كبير في صياغة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

نموذج بديل لتفسير شذوذ النشاط البركاني (انظر مثلًا G. R. Foulger *Plates vs Plumes: A Geological Controversy*, Wiley-Blackwell; 2010). وأفضل تفسير لهذا الأمر هو اعتباره استجابة سلبية لتمدد الصفائح في الغلاف الصخري، كما هو الحال في الوديان الصدعية، والذي يسمح بصعود الصخور المذابة من الانخفاضات السطحية في الوشاح الأرضي.

جيليان ر. فولجر جامعة دورهام، المملكة المتحدة.
g.r.foulger@durham.ac.uk
وارين ب. هاميلتون كلية كولورادو للمناجم، الولايات المتحدة الأمريكية.

خفْض التكاليف بالأجهزة مفتوحة المصدر

سلَّطت سالي تينكل وآخرون (انظر: *Nature* **503**, 463-464; 2013) الضوء على أهمية البرمجيات مفتوحة المصدر، ومشاركة البيانات في علم المواد. ويجدر بالباحثين أيضًا تصميم أجهزة ومعدات مجانية مفتوحة المصدر؛ لتقليل تكاليف الأعمال التجريبية.

إن استغلال منهج المصادر المفتوحة سيضمن إنفاق التمويل المخصص لتطوير المعدات العلمية مرة واحدة فقط.

وسوف يتحقق العائد على الاستثمار من خلال النَّسْخ الرقمي للأجهزة بتكلفة المواد المطلوبة، الأمر الذي يؤدي إلى توفير 90-99% من التكاليف التقليدية؛ وبالتالي توفير المزيد من مُعِدّات الأجهزة العلمية للأبحاث والتعليم (انظر: J. M. Pearce *Open-Source Lab*, Elsevier; 2013).

توجد بالفعل عشرات التصميمات المجانية مفتوحة المصدر لمُعِدّات المختبرات. وعلى سبيل المثال.. أنتجت جامعة واشنطن في سياتل رفًّا مغناطيسيًّا لأجهزة فصل الخلايا والجزيئات، يمكن تصنيعه باستخدام طابعة ثلاثية الأبعاد بتكلفة أقل من شرائه تجاريًّا. وحتى لو تم تصنيع الجهاز مرة واحدة فقط، فإن ذلك يبرر تكلفة شراء الطابعة. فمقياس الألوان المحمول باليد، مفتوح المصدر ـ الذي صَنَّعَه القسم الذي أعمل به بتكلفة 50 دولارًا ـ يضاهي أداء الأدوات الأخرى التي تكلف أكثر من 2000 دولار. وقد طورت جامعة كمبريدج في المملكة المتحدة مجهرًا بقيمة 800 دولار من التصميمات مفتوحة المصدر للاستخدام، بدلًا من تلك التقليدية التي تصل تكلفتها إلى 100 ضعف هذا المبلغ.

من الممكن أن تتعاون وكالات التمويل الفيدرالي لتمويل الأجهزة العلمية مفتوحة المصدر؛ لتسريع تطويرها. وينبغي إنشاء قاعدة بيانات مجانية على الإنترنت، تضم قائمة بالمعدات المُثْبَتَة صلاحيتها، وينبغي أن تمنح الحكومات الأولويّة لتمويل مشتريات تلك الأجهزة.

جوشوا م. بيرس جامعة ميتشيجان التقنية، الولايات المتحدة الأمريكية.
pearce@mtu.edu

حل مشكلة تلوث التربة في الصين

في 30 ديسمبر 2013 أفادت وزارة الأراضي والموارد الصينية أن الدولة لديها 3.33 مليون هكتار من الأراضي الزراعية ملوثة؛ لدرجة تجعلها غير صالحة للزراعة. ونظرًا إلى أن هذه المساحة تعادل 2.5% من إجمالي الأراضي الصالحة للزراعة، فإننا بحاجة إلى مزيد من الإيضاح بشأن طبيعة هذا التلوث، ومداه، وموقعه، ودرجته.

تخطِّط الصين لاستثمار مليارات الدولارات في علاج الأراضي الزراعية على مدى الأعوام القادمة، ولكن يبقى أولًا ضرورة نشر الحكومة الصينية لبيانات مفصلة حول تلوث هذه الأراضي، حتى يمكن فهم المشكلة بصورة أفضل، وأن يتم وضع مصادر هذا التلوث تحت السيطرة، من خلال بعض التشريعات. فعلى سبيل المثال.. لا بد من وضع لوائح وقوانين منظمة تتعلق بإلقاء مياه الصرف الصحي ومياه الصرف الصناعي في الأنهار، أو في الأراضي المزروعة، وتطبيق هذه القوانين بكل حزم.

كذلك تحتاج الحكومة إلى تحديد المسؤول عن الإشراف على علاج وإدارة الأراضي الزراعية، فضلًا عن توقيت وكيفية تطهير الأراضي الملوثة، من خلال القوانين الحالية.

روشان تشين جامعة هوهاي، نانجينج، الصين
تشاو يي جامعة نانجينج نورمال، الصين.
yeover@163.com

فريق بلانك يرد على «انحرافات» البيانات

نرغب في توضيح بعض النقاط الواردة بتقريريكم الخبري بشأن الجدل الدائر حول بيانات بعثة القمر الصناعي «بلانك»، التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية (انظر: *Nature* http://doi.org/q8t; 2013).

في البدايةً، تتفق المُعَامِلات الكونية التي قدَّرتها بعثة «بلانك» إحصائيًّا مع تلك المُقَدَّرة من قِبَل مسبار «ويلكِنسون» لتباين الأشعة الكونية، التابع لوكالة ناسا (انظر: G. Hinshaw *et al*. *Astrophys J*. *Suppl*. *S*. **208**, 19; 2013).

يقترب تحليل بيانات بلانك أيضًا على يد ديفيد سبيرجل وزملائه (انظر المسودة على http://arxiv.org/ abs/1312.3313; 2013) من الاتفاق مع بياناتنا (http://arxiv.org/abs/1303.5076; 2013)، إذ تقع قِيَم مُعَامِلاتهم في نطاق انحراف معياري واحد من مُعَامِلاتنا. وعلى سبيل المثال.. يُعدّ مقدار الانحراف المعياري لقيمة ثابت هابل لديهم عن قيمة ثابت هابل لدينا هو 0.6؛ حيث تختلف كثافة المادة ونطاق التردد الطيفي بمقدار انحراف معياري واحد. ويمكن أن تنجم هذه الاختلافات ـ غير الواضحة في تحليلنا لبيانات بلانك ـ عن التباينات المنهجية بين التحاليل النسبية، لا بسبب أخطاء منتظمة في معلومات بلانك.

لقد قمنا مع سبيرجل وفريقه بالتيقن من أن الأخطاء الصغيرة المنهجة والمرتبطة بالزمن، التي تؤثرعلى مجموعة البيانات الفرعية الخاصة بالتردد الموجي217 جيجاهيرتز، والتي أعلنّا عنها في النُّسَخ المنقَّحة من النتائج المنشورة لرحلة بلانك في عام 2013، لها تأثير ضئيل على نتائج بعثة بلانك.

جان توبر وكالة الفضاء الأوروبية، نوردفيك، هولندا، والفريق العلمي لبلانك
(انظر: go.nature.com/ q5ltry)، بالإنابة عن مشروع بلانك.
jtauber@rssd.esa.int

مخزن ثاني أكسيد الكربون في أمان

يحتوي حقل «سليبنر» Sleipner للغاز في بحر الشمال على أول مخزن جيولوجي في العالم تحت سطح البحر، صُمِّمَ هندسيًّا بغرض تخزين غاز ثاني أكسيد الكربون. وعلى عكس ما يتضمنه عنوانكم، فإن التصدعات في قاع البحر لا تشكل أي تهديد لهذا المشروع (*Nature* **504**, 339-340; 2013).

وقد حلل باحثون مستقلون بيانات شاملة ناتجة عن مراقبة الموقع باستخدام طرق مسح الانعكاس الزلزالي في الطبقات الجوفية العميقة (قبل حقن غاز ثاني أكسيد الكربون، وبعد ذلك على فترات زمنية لمدة عامين)، واكتشفوا أن أداء المشروع ممتاز، ولا يوجد دليل على تسرب غاز ثاني أكسيد الكربون (انظر A. J. Cavanagh and R. S. Haszeldine, *Int*. *J*. *Greenh*. *Gas Con*. **21**, 101–112; 2014).

هذا.. ويُعدّ رسمكم البياني ـ الذي يربط بين نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون المخزَّنة والتصدعات ـ مضلِّلًا، حيث إن حقل «سليبنر» يبعد 25 كيلومترًا من التصدع الموصوف، ويعلوه 500 متر من الصخور الطينية العازلة له عن العمق المحدد للصَّدْع. كما احتجزت الصخور الطينية في قاع بحر الشمال غاز ثاني أكسيد الكربون الطبيعي لعشرات الملايين من السنين.

إنّ الإيحاء بأن ذلك التسرب سيكون» كارثة للرأي العام» هو ادعاء لا دليل عليه. ويشير بحث في العلوم الاجتماعية إلى أن التسرب غير المتعمَّد لا يتطلب الالتفاف إليه (انظر: L. Mabon *et al*. *Mar*. *Policy* **45**, 9–15; 2014).

الأهم من إعطاء الضمانات بأن المواقع لن تُسرِّب أبدًا، يبتغي الرأى العام ضمانًا؛ للتأكد من أن اختيار الموقع يقلل مخاطر التسرب، وأن إجراءات الرصد ومعالجة التلوث موجودة في حال اكتشاف تسرُّبٍ ما.

هناك عديدٌ من قنوات المياه المعروفة في أعماق بحر الشمال، لكن لا يوجد دليل على تحركات غير مخطَّط لها، سواء لثاني أكسيد الكربون، أو الميثان في الصخور التي تغطي موقع التخزين. ومنذ إنشاء مشروع «سليبنر» منذ أكثر من عشرين عامًا، طورت الجهود العالمية سبل تعرف وتشغيل ومراقبة تخزين غاز ثاني أكسيد الكربون بطريقة جيولوجية علمية (انظر: V. Scott *et al*. *Nature Clim*. *Change* **3**, 105–111; 2013).

إن غاز ثاني أكسيد الكربون في حقل «سليبنر» محفوظ بشكل آمن بواسطة الترسّبات المُشّبعة في الخزان ومصائد الصخورالطينية المتعددة، والذوبان والتشتت النهائي للغاز في المياه المتخلِّلة لمسام الصخور.

فيفيان سكوت*، جامعة أدنبرة، المملكة المتحدة.
vivian.scott@ed.ac.uk
*بالإنابة عن 6 مُوَقِّعِين (انظر: go.nature.com/zivosz لمطالعة القائمة الكاملة).

الإسهامات

يمكن إرسال الإسهامات على البريد الإلكتروني correspondence@nature.com، بعد قراءة قواعد النشر على الرابط: go.nature.com/cmchno ، ويمكن للقراء التعليق على الموقع: www.nature.com/nature .

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

جانيت راولي

(2013–1925)

اختصاصية علوم الوراثة، التي اكتشفت أن الصِّبغِيّات «الكروموسومات» المختلة تسبِّب السرطان.

جانيت راولي هي (رائدة علم الوراثة الحديث لأمراض السرطان)، التي غيَّرت فهمنا لمرض السرطان. ففي ستينات القرن الماضي، اعتادت على قَصّ عرائس من الورق على المائدة في حجرة الطعام، إلا أنها لم تكن تصنعها لكي يلعب بها أطفالها. وقد نتجت عن هذه الصور الفوتوغرافية للكروموسومات البشرية في النهاية اكتشافاتٌ أسَّست مبادئ علوم الوراثة لمرض السرطان؛ وأدت إلى الوصول إلى علاجات موجَّهة له.

وُلدت جانيت ديفيدسون في مدينة نيويورك في الخامس من شهر إبريل، عام 1925، وعاشت معظم فترات حياتها في شيكاغو بولاية إيلينوي. حصلت جانيت على درجة البكالوريوس من جامعة شيكاغو وهي في التاسعة عشرة من عمرها، بتشجيع من والدتها التي كانت ـ وقتئذٍ ـ تشغل وظيفة مدرِّسة بمدرسة ثانوية، وأمينة مكتبة. وتم قبولها ـ بالتالي ـ في مدرسة الطب بالجامعة، إلا أنها اضطرت إلى الانتظار تسعة أشهر للالتحاق بالدراسة، لأن المَدرسة كانت قد أتمت الجزء المخصَّص للنساء في الفصل، وهو ثلاث طالبات في فصل مكوَّن من خمسة وستين طالبًا. وفي اليوم التالي لتخرجها في عام 1948، تزوجت جانيت من زميلها في الفصل، دونالد راولي، الذي أصبح بعد ذلك أخصائيًّا معروفًا في علم الأمراض.

في عام 1955، شرعت جانيت في العمل ـ بشكل غير متفرِّغ ـ في عيادة محلية، حيث عالجت أطفالًا مصابين بمتلازمة داون. وفي عام 1959، تَبيَّن أن سبب هذا الاعتلال في النمو هو نسخة إضافية من الكروموسوم 21؛ وانبهرت راولي بالأمراض الناتجة عن الجينات الوراثية. وعندما أخذ زوجها إجازة التفرغ العلمي عام 1961 في انجلترا، قامت بالتنسيق مع لاسزلو لاجثا ـ أخصائي أمراض الدم في مستشفى تشيرشل في أكسفورد ـ للدراسة معه. وفي هذه المستشفى تحديدًا بدأت راولي في اختبار الكروموسومات معمليًّا.

بعد عودتها إلى الولايات المتحدة في عام 1962، استطاعت أن تؤمِّن وظيفة مع ليون جيكوبسون، أخصائي أمراض الدم بجامعة شيكاغو، حيث طلبت راولي توفير غرفة تحميض أفلام، وجهاز ميكروسكوب، وراتب يكفيها لاستئجار جليسة أطفال. وعلى مدار العقد التالي، أخذت تجمع خلايا من أشخاص مصابين باللوكيميا؛ للبحث عن اضطرابات كروموسومية.

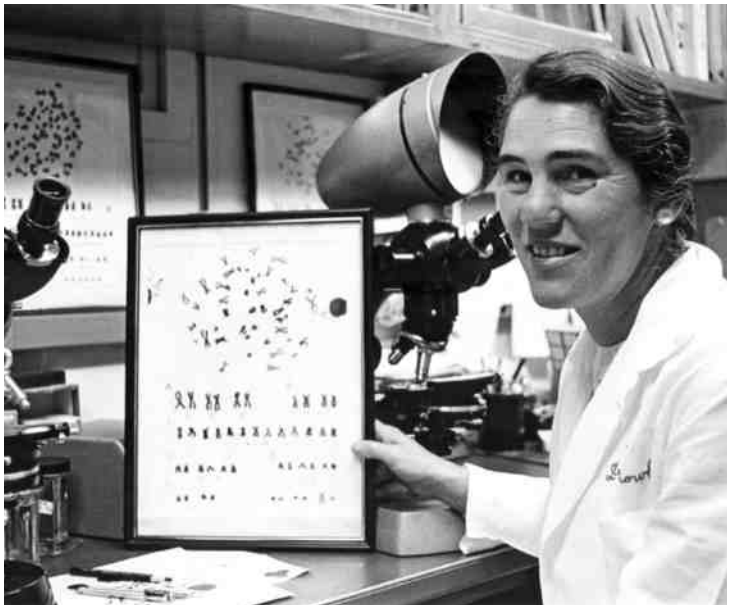
خلال الإجازة الثانية للتفرغ العلمي بجامعة أكسفورد، استطاعت راولي أن تطوِّر تقنية لصبغ الكروموسومات؛ لتسهيل عملية التعرف عليهم. وكانت أول مَنْ لاحظ أن قِطَعًا صغيرة من الكروموسومات في بعض الخلايا السرطانية البشرية انفصلت وبدّلت أماكنها، في ظاهرة تُعرَف بالإزفاء (translocation). ويُعرف الإزفاء الذي اكتشفته بين الكروموسومين 8 و21 حاليًا بأنه السبب في إصابة قرابة 12% من حالات اللوكيميا النخاعيّة الحادة. ونشرت عملها في ورقة بحثية باسمها وحدها في شهر يونيو من عام 1973 (J. D Rowley *Ann. Genet.* **16**, 109 -112; 1973). وفي الشهر نفسه، نشرت ورقة بحثية بدوريّة «نيتشر» (J. D. Rowely *Nature* **243**, 290-293; 1973)، وَصَفَتْ من خلالها الاضطراب الجيني الذي يعاني منه الأشخاص المصابون بمرض اللوكيميا النخاعية المزمنة.

أثبتت راولي أن كروموسوم فيلاديلفيا ـ الذي هو نسخة مشوَّهة من كروموسوم 22 (سُمِّيَ كروموسوم فيلاديلفيا بهذا الاسم تيمُّنًا باسم المدينة التي اكتشف فيها الباحثون ذلك الخلل)- يعتبر تبدّلًا جينيًّا؛ فالكروموسوم 22 المقطوع كان مصحوبًا بجزء متمدِّد من كروموسوم 9. وكان الاعتقاد السائد قبل ذلك، أن السبب هو عملية محو جيني كبيرة. وفي عام 1977، اكتشفت راولي إزفاءً ثالثًا في المرضى المصابين باللوكيميا الحادّة بالخلايا النخاعية الخديج.

قوبل عملها بعاصفة من التشكيك والتعجب من وجود شخص مهتم بدراسة التشوهات الكروموسومية، فقد كان يُعتقد آنذاك أن ذلك الخلل ناتج عن المرض، وليس سببًا له. وبحلول الثمانينات، تم تصنيف جميع التشوهات الكروموسومية من خلال الجزيئات، مما كشف عن أن عمليات الإزفاء تخلق بروتينات «الاندماج» ـ وهي بروتينات غير طبيعية ناتجة عن جينات مندمجة ـ التي تحفز نمو الخلايا. ومنذ ذلك الوقت، تم اكتشاف العشرات من الإزفاءات في أنواع أخرى من السرطانات.

وبخصوص مرض اللوكيميا الحادّة بخلايا النخاع الخديج، فقد أسهَم اكتشاف راولي في كشف النقاب عن الآلية التي يعمل بها عقار حمض الريتينويك الفعّال، حيث يقوم العقار ـ الذي يُعَد أحد مشتقات فيتامين أ ـ بإعادة الوظيفة الطبيعية لمستقبِلاته البروتينية المختلة.

أما مرض اللوكيميا النخاعية المزمن، الذي كان يُعَد سابقًا بمثابة حكم إعدام، فقد أفسح اكتشاف راولي مجالًا لعمل علاجات جديدة وفعّالة، تشمل عقار الإيماتينب، وتم اعتماد تلك العلاجات في الولايات المتحدة في عام 2001. كما نالت جانيت عديدًا من الجوائز المتميزة على أبحاثها.



UNIV. CHICAGO MEDICINE

قابلتُ جانيت لأول مرة في عام 2000، وكانت فعّالية عقار الإيماتينب وقتها ذائعة الصيت. وبدلًا من أن تتناول جانيت ـ ذات الخمسة وسبعين عامًا ـ بإسهاب عملها الإبداعي فيما يتعلق بمرض اللوكيميا النخاعية المزمنة، أخذتْ تحدثني عن آليات جديدة مسبِّبة لمرض اللوكيميا النخاعية الحادة، كانت تدرسها في ذلك الوقت، وأنها تمارس السباحة بانتظام في بحيرة ميتشيجان، وأنها تستقل الدراجة من بيتها إلى العمل، والعكس.

كانت جانيت أيضًا صريحة بشأن معتقداتها.. فبالرغم من أنها خدمت بمجلس أخلاقيات الطب، الذي عيّن أعضاءه الرئيسُ السابق جورج دبليو بوش، إلا أنها كانت شديدة الانتقاد لسياسات حكومته التي حظرت التمويل الفيدرالي لأبحاث الخلايا الجذعية الجنينية. وفي عام 2009، وقفت بجانب الرئيس باراك أوباما، عندما قام برفع الحظر المذكور.

في عام 2012، تَمّ مَنْحي أنا وجانيت ونيكولاس لايدون جائزة اليابان على الجهود التي قمنا بها؛ والتي أدَّت إلى اكتشاف الإيماتينب. وبنهاية ذلك الأسبوع المليء بالمناسبات التي واكبت استلام الجائزة، كانت قُوايَ قد استُنفِدت تمامًا، بينما كانت جانيت ـ التي تكبرني بثلاثين عامًا، وبدأت تستجيب للعلاج الكيميائي لسرطان المبيض ـ ما زالت قوية. سألتُها كيف فعلَتْ كل هذا. أجابت ـ والبريق يملأ عينيها ـ بأنها فضّلت الاعتناء بأطفالها الثلاثة، وقتَ أنْ كان من الممكن أن تخلد إلى الراحة.

هذه هي جانيت.. كانت لديها طاقة وفضول كبيران، كما كانت كريمة ومتواضعة، وكانت لديها القدرة على أن تجعل المحيطين بها يشعرون بالرضا عن أنفسهم. ■

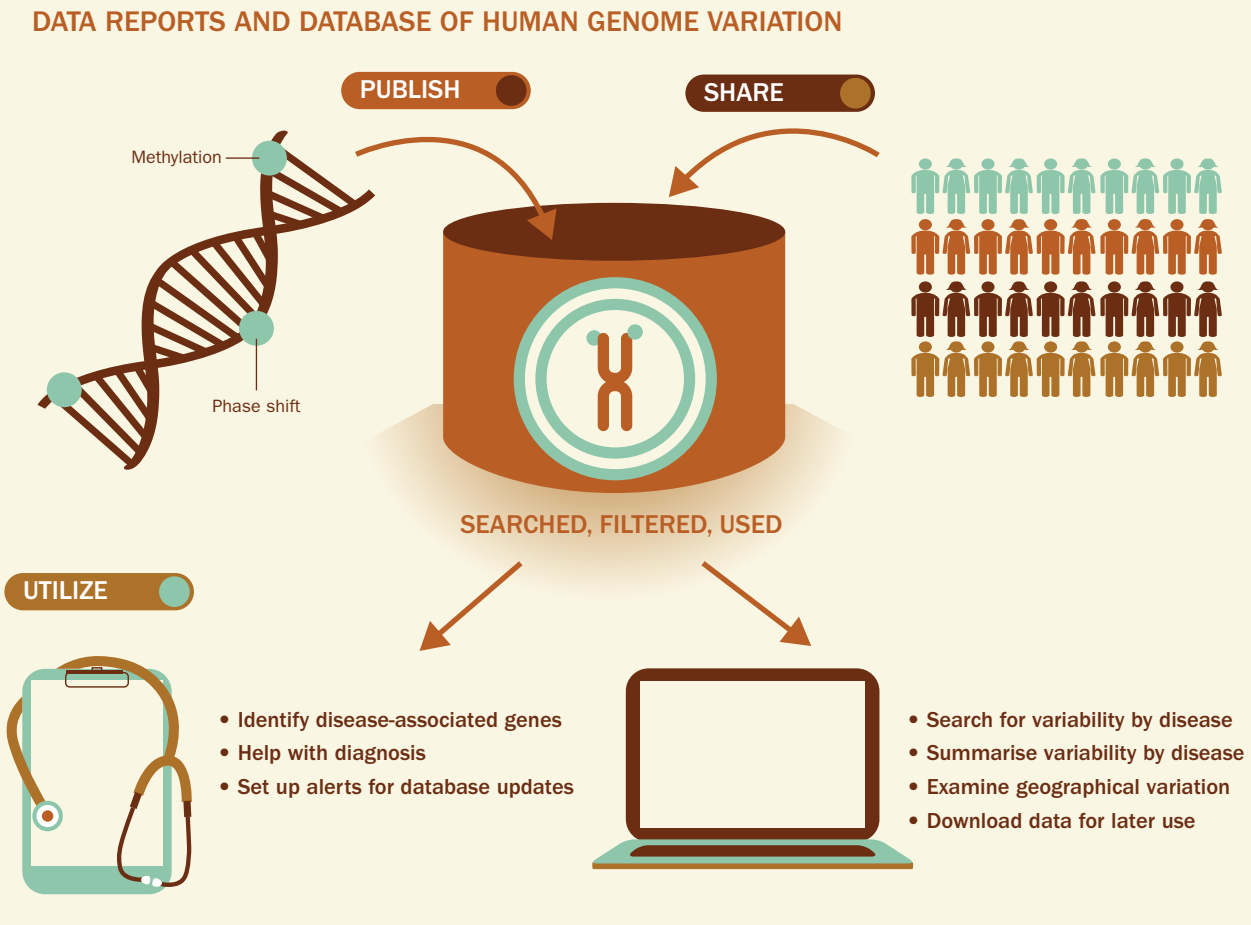
برايان جيه دروكر مدير معهد نايت لأمراض السرطان بجامعة أوريجون للصحة والعلوم بمدينة بورتلاند في ولاية أوريجون، والباحث بمعهد هوارد هيوز الطبي. شارك جانيت راولي، ونيكولاس لايدون في جائزة اليابان في عام 2012.
البريد الإلكتروني: drukerb@ohsu.edu

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

Human Genome Variation

ISSN: 2054-345X (Online)

Featuring Data Reports



Launching in 2014, *Human Genome Variation* is a new Open Access Journal publishing Reviews, Articles, Data Reports and featuring a database of human genome variation.

PUBLISH – In a quality title and get credit for your work

SHARE – Document and publish articles and datasets to nature.com's large audience

UTILIZE – Search, compile and analyse the database of human genome variation

Bookmark and register for an e-alert at **www.nature.com/hgv**

nature publishing group npg

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

حيث تنمو المعرفة

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

أبحاث

أنباء وآراء

علم البيئة الفطريات النافعة التي تعيش مع الجذور معيشة تكافلية تحدِّد كمية الكربون المخزَّنة في التربة **ص. 63**

إلكترونيات تطوير سطح رقيق مُصَمَّم لحماية الأنظمة الإلكترونية الحساسة من تداخل الإشارات القوية **ص. 64**

تحليق الطيور توفير طاقة الطيور من خلال تنظيم الأوضاع النسبية لأجسامها ورفرفة أجنحتها بصورة متزامنة **ص. 65**

علم الأرض

إعادة النظر في شق النهر

يوحي تجميع مجموعة بيانات بأن قياسات نحت النهر في الصخر تعتمد على مقياس الرصد الزمني، ويلقي ظلالًا من الشك على ما إذا كانت المدرجات والأشكال الأرضية الأخرى المشقوقة تسجل بأمانة تغيرات المناخ والتكتونيات، أم لا.

رومان إيه دايبياز

يزوِّدنا نسق الأشكال الأرضية المتبقية وأعمارها ـ مثل المدرجات التي شقتها الأنهار ـ بأفضل سجل للتغيرات التي طرأت على ارتفاع سطح الأرض على مدى آلاف وملايين السنين. ونتيجة لذلك.. كُرِّس الكثير من الجهد لتحديد عمر الأشكال الأرضية للأساس الصخري[1] والرواسب المترسبة على المدرجات[2] وفي الكهوف[3]؛ لحصر حجم شق النهر وتوقيته. في العدد الصادر في 16 يناير الماضي من دوريّة *Nature*، الطبعة الدولية، يتحدى فينِجان وآخرون[4] التصور القائل إن أعمار الأشكال الأرضية المتبقية للأنهار صخريّة الأساس (شكل 1) تحتفظ ببصمة التأثير المناخي والتكتوني. وبدلًا من ذلك.. يسوق المؤلفان حججًا بأن الطبيعة المتقطعة لشق نهر صخري الأساس تعني أن محاولات قياس معدلات الشق طويلة الأجل منزاحة بطبيعتها من خلال المقياس الزمني الذي عليه تؤخذ متوسطاتها.

الأنهار الصخرية تضبط وتيرة تطور الصُقع (Landscape)، وتشكل رابطًا مهمًّا بين النظم التكتونية والمناخية للأرض. فبينما ترتفع سلاسل الجبال، تتسبب الزيادات في التضاريس الطبوغرافية في شق صخر الأساس نحو اتزان بين التعرية والرفع. وبالإضافة إلى ذلك.. فإن قدرة الأنهار على شق الصخور ونقل الرواسب محكومة بحجم الفيضانات ومعدلات حدوثها. هذه الفيضانات حساسة للتغيرات المناخية التي بدورها قد تكون مدفوعة بعمليات تكتونية. في العقود الأخيرة، ثمة فرضيات استفزازية[5] بشأن الاقتران المحتمل بين المناخ والحركات التكتونية والتعرية دفعت إلى ضرورة فهم كمّي لآليات شق النهر[6].

إن فكرة وجود رابط بين معدلات التغير في ارتفاع السطح والمقياس الزمني المستخدم في القياس معروفة في علم الطبقات؛ وهذه الإزاحة تُعرَف باسم تأثير سادلر، إثر اكتشاف عالم الأرض[7] بيتر سادلر لها. ففي السجل الرسوبي، فإن تاريخ الترسيب ليس متصلًا، ولكن تتخلله فجوات عدم ترسب أو تعرية، ترجع لديناميكيات عمليات الترسيب. ونتيجة لذلك.. فإن قياسات معدلات الترسب على مقياس زمني أقصر من أطول فجوة سوف تبالغ في تقدير متوسط المعدلات طويلة الأجل بطريقة يمكن التنبؤ بها[8]. أتكون إزاحة مماثلة موجودة في أصقاع تعرية خالصة؟

L. C. MALATESTA

الشكل 1| لقطة جوية لمدرجات نهر في رأس تيان شان، بالصين. يجادل فينيجان وآخرون[4] بأن معدلات شق النهر في صخر الأساس ـ التي تتحدد من الأشكال الأرضية المؤرَّخة مثل هذه ـ منحازة بفعل المقياس الزمني الذي تقاس عليه.

تَعامَل فينِجان وآخرون مع هذه المشكلة عن طريق تجميع مجموعة بيانات عالمية لسجلات شق من مدرجات وكهوف وتدفق حمم مؤرَّخة. وقد أظهروا أنه ـ في العموم ـ تنخفض معدلات الشق بزيادة فترات القياس. وقام المؤلفون بتمشيط دراسات منشورة عن مواقع ميدانية لديها مستويات متعددة من الأشكال الأرضية المشقوقة المؤرخة تمتد على مدى واسع من العمر، وحللوا سجلات من ظروف تكتونية مختلفة، بما في ذلك الارتفاع السريع في مضيق منتصف نهر السند بجبال الهيمالايا والأنهار التي تصرف في جبال الأبالاش بشرق الولايات المتحدة الهامدة تكتونيًّا. وجد الباحثون، في 11 موقعًا من 14، زيادة واضحة في معدلات الشق نحو يومنا هذا. وهذه العلاقة تظهر قوية عبر أربع رتب من عمر الشكل الأرضي، من الآلاف إلى عشرات ملايين السنين، وهي مستقلة عن أي ظروف تكتونية أو نوع الشكل الأرضي.

أرجع الباحثون سبب هذا إلى أن علاقة القياس المرصودة هي نتيجة لتقطع شق نهر وعدم اتصاله، وقد استخدموا نموذجًا يسير على نحو عشوائي لإظهار هذا التأثير. في هذا النموذج، كلما اتسع وقت نافذة الرصد، زاد احتمال شهود زمن طويل بلا تعرية، وينشأ تباعًا قانون معكوس أُس القياس بين معدل الشق المستدل ومقياس الفترة الزمنية. يطرح فينِجان وآخرون أن الفجوات في شق النهر تحدث عندما تغطيه الرواسب وتحمي قاع النهر من النحت، وتكون مناظرة لفجوات في السجل الرسوبي. ويعني هذا أن التعرية، وكذلك الأصقاع الترسيبية، تخضع لإزاحة في الرصد عند استخلاص المعدلات التي تصل لمعدلها المتوسط على مدد زمنية متباينة.

إن التشابه في سلوك القياس لمواقع من مجموعة واسعة من الظروف التكتونية يلمح إلى وجود دافع مشترك للتسريع المحسوس لمعدلات الشق، ولكن هناك عدد قليل من العوامل التي تعقد هذا التفسير. أولًا، أن الدرجات المهجورة للمدرجات والوديان العميقة التي تستبقي علامات الشق وتحتفظ

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

بها هي أشكال أرضية دقيقة متوقعة للأصقاع التي تمر بزيادة فعلية في التعرية نتيجة لتغير المناخ والتكتونيات[9]. وثمة حاجة إلى مزيد من المعلومات المستقلة من هذه الأصقاع لتوفير محددات لمعقولية التعرية المنتظمة التي يفترضها ضمنيًا فينجان وزملاؤه.

ثانيًا، على الرغم من وجود جدل بسيط بأن شق نهر يحدث متقطعًا وحسب، وأن الترسيب استجابة لانهيارات أرضية يمكنه حماية قاع النهر من التعرية على امتداد فترات زمنية ألفية[10]، فمن غير الواضح ما هي العمليات الطبيعية التي تقود إلى فجوات في شق بمقياس زمني من مليون إلى عشرة ملايين سنة. مثل هذه المقاييس الزمنية الطويلة تمتد على عدة دورات مناخ جليدية وبين جليدية، وربما تعكس أيضًا صلة لعمليات أرضية عميقة. وقد تكون أكثر التداعيات إثارة بالنسبة لدراسة فينجان وزملائه هي فكرة أن معدلات انخفاض الصقع طويلة الأجل ربما تكون أكثر حساسية لوتيرة الأحداث الترسيبية ومقدارها منها لآليات شق النهر في صخر الأساس.

إذا كانت نتائج الباحثين تحمل حقيقة، فإن سؤالًا طبيعيًا يطرح نفسه، أيمكن فك شفرة التغيرات في وتيرة تطور صقع من أصقاع التعرية الخالصة؟ يُظهِر العمل على الأصقاع الترسيبية أن الإزاحة في المحافظة على طبقية ذات بعد واحد يختفي عندما يؤخذ التوزيع المكاني لكل من المحفوظ من الرواسب والفجوات داخل الحوض في الحسبان[11-13]. وبدمج المتوسط المكاني لأصقاع التعرية المماثلة[12،13]، أو عبر أخذ التغيرات في انخفاض ميل تل بمرور الوقت في الحسبان باستخدام قياسات زمنية مختلفة[14]، فقد يكون من الممكن التغلب على بعض هذه الإزاحات.

أخيرًا، لفهم تأثير التكتونيات واستخدام الأراضي وتغير المناخ على معدلات التعرية، نحن بحاجة إلى وسيلة قوية لمقارنة معدلات القياس على مدى فترات زمنية مختلفة. ورغم أن المهمة تمثل تحديًا، فإن تشخيص الدرجة التي لا تضطرد عندها هذه المعدلات ووصفها ـ بدراسة العمليات التي تتحكم في التعرية والترسيب ـ أمر جوهري لتفسير المعدلات المُقاسة على مدى فترات مختلفة من تاريخ الأرض، وللتنبؤ بأي تغيير في المستقبل. ■

رومان إيه. داييباز يعمل بشعبة العلوم الجيولوجية والكواكب في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا، كاليفورنيا 91125، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: rdibiase@caltech.edu

1. Leland, J., Reid, M. R., Burbank, D. W., Finkel, R. & Caffee, M. *Earth Planet. Sci. Lett.* **154,** 93–107 (1998).
2. Anderson, R. S., Repka, J. L. & Dick, G. S. *Geology* **24,** 47–51 (1996).
3. Granger, D. E., Kirchner, J. W. & Finkel, R. C. *Geology* **25,** 107–110 (1997).
4. Finnegan, N. J., Schumer, R. & Finnegan, S. *Nature* **505,** 391–394 (2014).
5. Raymo, M. E. & Ruddiman, W. F. *Nature* **359,** 117–122 (1992).
6. Whipple, K. X. *Nature Geosci.* **2,** 97–104 (2009).
7. Sadler, P. M. *J. Geol.* **89,** 569–584 (1981).
8. Schumer, R. & Jerolmack, D. J. *J. Geophys. Res.* **114,** F00A06 (2009).
9. Crosby, B. T. & Whipple, K. X. *Geomorphology* **82,** 16–38 (2006).
10. Korup, O., Montgomery, D. R. & Hewitt, K. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **107,** 5317–5322 (2010).
11. Peters, S. E. *J. Geol.* **114,** 391–412 (2006).
12. Sadler, P. M. & Jerolmack, D. J. in *Strata and Time: Probing the Gaps in Our Understanding* (eds Smith, D. & Burgess, P.) (Geol. Soc. Lond. Spec. Publ., in the press).
13. Sadler, P. *Geol. Soc. Am. Abstr. Programs* **45,** 86 (2013).
14. Herman, F. *et al. Nature* **504,** 423–426 (2013).

مداواة

عمل استكشافي على جرعة الدواء

يختلف المرضى في احتياجهم لجرعات الأدوية المختلفة، وتجاوبهم معها. ووجود نظام عامّ يتيح المراقبة المستمرة لمستويات الدواء في دم الفئران قد يفسح المجال للوصول إلى برنامج لتحديد جرعات خاصة بكل مريض.

ريتشارد م. كروكس

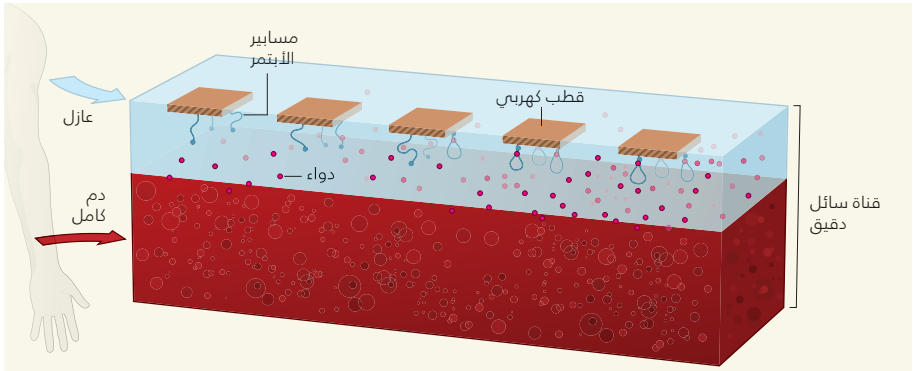
يعتبر اختيار جرعة الدواء المناسبة لمريض معين فنًّا أكثر من كونه علمًا. وعلى سبيل المثال.. تعتمد جرعات معظم الأدوية ـ ببساطة ـ على سن المرضى، كقولنا مثلًا: "يتناول البالغون والأطفال الذين يبلغ عمرهم 12 سنة وما فوقها، ملعقتين كل 6 ساعات" على سبيل المثال. في الواقع، هناك اختلاف بين مريض وآخر في عملية أيض الدواء وإخراجه، مما يسلط الضوء على الحاجة إلى اتباع سبل دقيقة وخاصة بكل مريض؛ لمراقبة تركيز الدواء بعد تناوله. ومع قطع خطوة كبيرة نحو تحقيق هذا الهدف، يصف فيرجسون وزملاؤه[1] نظامًا للكشف يسمح بمتابعة الأدوية في الدم في الزمن الحقيقي، وذلك في بحث نُشر في دورية "ساينس ترانسليشنل مِدِسِن" *Science Translational Medicine*.

وبالنسبة إلى بعض العقاقير السامة نسبيًّا، تؤخذ عدة عوامل في الحسبان، تتضمن الجنس، وكتلة الجسم، أو مساحة سطح الجسم؛ من أجل تقدير أفضل للجرعة الفعّالة. أما بالنسبة إلى الأدوية التي تتميز بمجال ضيق بشكل خاص بين أقلّ جرعة فعّالة والجرعة السامة، فغالبًا ما يختار الأطباء قياسات "الذروة والحضيض Peaks and troughs". وفي هذا النهج، يُسحب الدم بعد نصف ساعة من إعطاء جرعة الدواء، عندما يُرجح أن يكون تركيز الدواء في الدم في أقصاه، ثم تُسحب عينة ثانية قبل أن يحين موعد الجرعة التالية مباشرة. ومن بين نقطتي البيانات المنفصلتين هاتين يتم الاستدلال على الحركية الدوائية للدواء (وهو معدل انخفاض تركيزه في الدم)، ومنها يتم تحديد نظام الجرعات الأمثل لهذا المريض.

وحتى الأساليب الأكثر تطورًا، المستخدمة لتقدير جرعة الدواء المناسبة، تميل إلى كونها بدائية وغير دقيقة. وتنطوي القياسات الحالية للحركية الدوائية عادة على سحب الدم وإرساله إلى مختبر مركزي لتحليله. إن التمكن من مراقبة مستويات الدواء في الدم بشكل مستمر في الزمن الحقيقي في العيادة سيسهم في تحسين دقة هذه القياسات بشكل كبير. وتباعًا.. سيحسِّن القدرة على تحديد جرعات الدواء بما يتناسب مع احتياجات المريض الخاصة.

يتطلب قياس مستويات الدواء باستمرار تكنولوجيا قابلة للانعكاس، بحيث يرتفع تجاوب المستشعر وينخفض بتناغم مع تأرجح تركيز الدواء. وإضافة إلى ذلك.. يجب أن تكون التكنولوجيا مستمرة، بالطبع، ولذا.. يجب ألا تعتمد على خطوات الغسل أو عمليات الدفع الأخرى. وأخيرًا، يجب أن تكون انتقائية بما يكفي لاستخدامها على الدم بالكامل. وللأسف، على الرغم من أن الطرق التحليلية التقليدية، بما في ذلك الكشف اللوني والتنظير الطيفي والكيمياء المناعية، كثيرًا ما تضم واحدة أو أكثر من هذه الصفات، إلا أن أي نهج عام لم يتمكن من تحقيق جميع هذه الأهداف في نفس الوقت. هناك طرق لقياس عدد قليل من جزيئات معينة في الجسم في الزمن الحقيقي (مثل مستويات السكر في دم المرضى المصابين بمرض السكري)، ولكن هذه المُستشعرات مفردة الحليلة، ولا يمكن تعميمها بسهولة للكشف عن جزيئات أخرى.

وصف فيرجسون وزملاؤه مستشعرًا يربط بذكاء



الشكل 1 | مِدِكْ أثناء عمله. يصف فيرجسون وزملاؤه[1] جهازًا كاشفًا يسمونه مِدِك (MEDIC)، يبدو أن استعماله ممكن على النحو التالي: يدخل دم المريض إلى الجهاز متعدد الطبقات، حيث يتدفق على طول قناة سائل دقيق، ويواجه تيارًا منفصلًا من عازل ملحي، دون أن يختلط به. تعمل الطبقة العازلة كعامل تصفية للتدفق المستمر: تنتشر الأدوية صغيرة الجزيئات بسرعة على السطح، في حين لا تتمكن البروتينات الكبيرة وخلايا الدم الأبطأ انتشارًا من الوصول إليه. وتعمل مسابير الأبتمرات، التي تُعطَّل حركتها على أقطاب متعددة على امتداد الجزء العلوي للقناة، كمفاتيح جزيئية: عند الارتباط بدواء معين، تغيِّر شكلها وتُحدِث تيارًا كهربيًّا. يرتبط التيار مباشرة بتركيز الدواء المستهدف؛ مما يسمح بتقدير كمي دقيق. (الشكل مقتبَس من المرجع 1).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

التقنيات الثلاث المذكورة أعلاه؛ وأطلق عليه اسم الكاشف الكهروكيميائي للسوائل الدقيقة للرصد المستمر في الجسم الحيّ "مِدِك" (MEDIC).

إن تكنولوجيا الاستشعار الكامنة وراء نظام الكشف هذا هي بمثابة أداة كهروكيميائية لا تحتوي على أي كاشف[2,3] وتستخدم طي الأبتمرات[4] aptamers (وهي أحماض نووية مختارة اصطناعيًّا، تربط أهدافًا جزيئية محددة) المستحث بالربط، للإشارة إلى وجود حليلة معينة. وقد سبق لبعض هؤلاء المؤلفين أن أظهروا[5] أن هذا التصميم الاستشعاري الخالي من الكواشف الكيميائية ـ الذي لا يحتاج إلى الغسل ـ يدعم القياسات المستمرة في مصل الدم المتدفق غير المخفّف، لكن هذا الأسلوب يفشل ـ عند تجربة المستشعر باستخدام الدم الكامل ـ بسبب الامتزاز غير النوعي للجزيئات على سطح القطب الكهربي، الذي يعطل الأبتمرات المرافقة تدريجيًّا؛ مما يؤدي إلى انزياح الخط الأساسي في الإشارة الناتجة.

وللحدّ من هذا الانزياح، اتبع فيرجسون وزملاؤه نهجًا ذا شقين. تمثَّل الشق الأول في وضع المُستشعرات في جهاز سائل دقيق يفرّق بينها تيارٌ من مادة عازلة ميكرومترية السُّمك. ويوجه الدم الذي يُجمَع بشكل مستمر من المريض (بواسطة قُنَيّة) إلى داخل الجهاز، حيث يتدفق على شكل طبقة فوق العازل (الشكل 1). ونظرًا إلى أن جزيئات الدواء صغيرة، فإنها تنتشر بسرعة عبر الطبقة العازلة لتصل إلى سطح جهاز المُستشعر. أما خلايا الدم الأكبر حجمًا، وغيرها من العوامل المتدخلة الكبيرة، فتنتشر ببطء شديد لتصل إلى مجرى العازل، أي أن تعطيل المستشعر قد تم الحدّ منه بشكل أساسي.

أمّا التقدم الثاني الذي أحرزه المؤلفون فكان التحقّق من مسايير الأبتمرات الكهروكيميائية، وذلك باستخدام طريقة تعرف باسم قياس فولطية الموجة المربعة، وتعمل على ترددين منفصلين. وقد تمكنوا بشكل خاص من تحديد أزواج متطابقة التردد تنحرف عندها الإشارة الناتجة بتناغم في حين تتجاوب بشكل مختلف جدًا عند وجود الهدف. حساب الفرق بين هاتين الإشارتين يزيل الانحراف بشكل فعّال. بالجمع بين النهجين، يتمكن جهاز المؤلفين من تحقيق قياسات مستمرة لعدة ساعات على الدم الكامل غير المخفف مع ثبات خط الأساس في نطاق دون الميكرومول من تركيز الدواء.

أظهر الفريق قدرة نظام مِدِك على مراقبة عقار دوكسوروبيسين الذي يُستَعمَل كعلاج كيميائي، والمضاد الحيوي كانامَيسين في دم الفئران المخدرة طبيًا على مدى عدة ساعات. توافقت الحركية الدوائية المستقاة من هذا النظام مع القيم الراسخة[6] التي تم الحصول عليها بمشقة عن طريق سحب عينات الدم وقياس كل منها -بعد مرور مدة زمنية طويلة- باستخدام الكشف اللوني. وفي هذا البحث، خلافًا لذلك، أجريت القياسات في الزمن الحقيقي، وهذا الأمر ليس مريحًا فحسب، بل يحسّن من دقتها أيضًا.

على أي حال مازالت هناك بعض العيوب لهذا النظام، إذ يتطلب مِدِك سحبًا متواصلًا للدم (بما لا يتجاوز بضع مئات من الميكرولتر في الساعة) ومضخّة للحفاظ على تدفق المادة العازلة عبر الجهاز. لذا.. فهو غير مناسب للرصد المستمر في الزمن الحقيقي للأيضيات أو الأدوية في دم المرضى المتحركين أثناء حياتهم اليومية، إلا أن هذه التكنولوجيا ـ بتمكينها إجراء قياسات مريحة وعالية الدقة للحركية الدوائية في العيادة ـ قد تشجع على إحراز مزيد من التقدم في مجال الطب الشخصي من خلال دعم حقيقي لنظم الجرعات الفردية. في الواقع، القدرة على رصد تركيزات الأدوية في الدم في الزمن الحقيقي قد تمهّد الطريقَ أمام نظام وضع جرعات استباقي عالي الدقة، يتم فيه تعديل نظام إيصال الأدوية بسرعة بما يتماشى مع تغيرات أيض المريض من ساعةٍ لأخرى أو مع حالته الصحيّة. يمكن لإيصال الأدوية ـ الخاضع لاستجابة المريض ـ بدوره أن يفتح الباب أمام علاجات يمكن معها الإعطاء الآمن والفعال لأدويةٍ كان نظام جرعاتها فيما مضى معقدًا دونما مبرر، أو كانت مؤشراتها العلاجية محدودة بشكل غير مقبول. ■

ريتشارد م. كروكس يعمل بقسم الكيمياء، جامعة تكساس في أوستن، أوستن، تكساس 1224 – 78712، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الالكتروني: crooks@cm.utexas.edu

1. Ferguson, B. S. *et al. Sci. Transl. Med.* **5,** 213ra165 (2013).
2. Xiao, Y., Lubin, A. A., Heeger, A. J. & Plaxco, K. W. *Angew. Chem. Int. Edn* **44,** 5456–5459 (2005).
3. Lubin, A. A. & Plaxco, K. W. *Acc. Chem. Res.* **43,** 496–505 (2010).
4. Osborne, S. E., Matsumura, I. & Ellington, A. D. *Curr. Opin. Chem. Biol.* **1,** 5–9 (1997).
5. Swenson, J. S. *et al. J. Am. Chem. Soc.* **131,** 4262–4266 (2009).
6. Ueda, Y. *et al. Chem. Pharm. Bull.* **37,** 1639–1641 (1989).

علم البيئة

تربة جيدة مع أصدقاء جيدين

يُظهر تحليلٌ للبيانات من الغابات في جميع أنحاء المعمورة أن أنواع الفطريات النافعة التي تعيش مع جذور الأشجار معيشة تكافلية تحدد كمية الكربون المخزنة في التربة.

مارك أ. برادفورد

في عام 1936 وقّع الرئيس الأمريكي فرانكلين روزفلت قانونًا للحفاظ على "الموارد الطبيعية للأرض"، معلِّقًا[1]: "يتم كتابة تاريخ كل أمة في النهاية عادةً بالطريقة التي تهتم بها بأرضها." تُحسن المواد العضوية المتحللة خواص التربة لأنها تعمل على تثبيت التربة ومنع تعريتها، وتعد بمثابة إسفنجة تحتفظ بالمواد الغذائية والمياه اللازمة لنمو النبات. تباعًا، فإن كمية المواد العضوية في التربة تُعَد عاملًا مهمًا محددًا لخصوبتها، لأن المواد العضوية في التربة تحتوي على حوالي ثلاثة أضعاف كمية الكربون الموجودة في الغلاف الجوي[2] ولمقدار تغيّر المناخ[3] .

فهمُنا للعوامل التي تنظم كمية المواد العضوية في التربة يمر باضطراب مفاهيمي[4]. ففي العدد الصادر في 23 يناير من دورية *Nature* أوضح افريل وزملاؤه[5] أن العناصر المفترض عادة أنها مؤثرة، مثل درجة الحرارة، لا تفسر لماذا تختلف كمية المواد العضوية المخزنة باختلاف التربة في الغابات المعتدلة والاستوائية والشمالية. وبدلًا من ذلك، يرى المؤلفون أن العامل الأساسي المتحكم هو أنواع الفطريات التي تُكون معها الأشجار علاقة منفعة متبادلة.

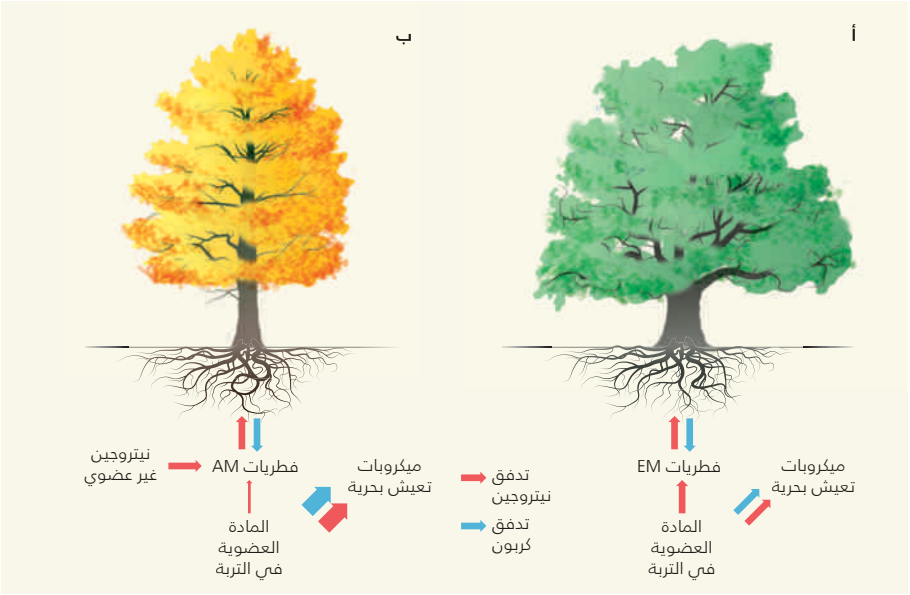
تعتمد صحتنا بشكل كبير على الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في أجسامنا. والشيء نفسه يسري على النبات. فمعظم أنواع النباتات الأرضية تُكون علاقات مع كائنات حية دقيقة في التربة تعرف بالفطريات الجذرية، والتي تنمو في أو حول جذورها. ويمد النبات الفطر بمركبات الكربون البسيطة (مثل السكريات) في مقابل الحصول على المغذيات مثل النيتروجين. تحفز السكريات النشاط الفطري، لتساعده على الانتشار خارج النبات إلى داخل التربة، وتكوين ما يُعَدّ في الأساس شبكة من الجذور الممتدة. وتُزيد الخيوط، المعروفة باسم الخيوط الفطرية (hyphae)، بشكل كبير المساحة السطحية لامتصاص المواد الغذائية وتُنتج إنزيمات تُحفز تحلل المواد العضوية لتحرير المواد الغذائية اللازمة لنمو النبات.

ومع ذلك.. وكما هو الحال في صداقاتنا الخاصة، تختلف علاقات الفطريات الجذرية في التكلفة وفي الفوائد التي تعود على كلا الشريكين. فالعلاقة بين الفطريات الجذرية التي تخترق الخلايا القشرية (arbuscular mycorrhizal - AM) والأشجار على سبيل المثال، يمكن تشبيهها بالصداقات على موقع التواصل الاجتماعي فيس بوك، حيث إن كليهما يستثمر ويحصل على القليل (حيث يتبادلان كميات صغيرة من الكربون والنيتروجين). أما علاقة الفطريات الجذرية الخارجية (ectomycorrhizal - EM) والأشجار فتشبه علاقة أفضل الأصدقاء، حيث يطلبون الكثير، ولكن في المقابل يعطون الكثير. وينشأ الفرق الرئيس بسبب أن فطريات EM تستخدم كربونًا إضافيًّا تحتاجه للحصول على النيتروجين من المادة العضوية في التربة غير المتوفر للنبات، بينما فطريات AM، مثل الجذور، تحصل بالدرجة الأولى على النيتروجين غير العضوي من التربة (شكل 1).

درس أفريل وآخرون تأثير هذه العلاقات المختلفة على المواد العضوية المخزنة في التربة عن طريق تجميع مجموعة من البيانات عن محتوى الكربون والنيتروجين في التربة من أنحاء مختلفة حول العالم. وأظهرت البيانات أن النظم البيئية التي تهيمن عليها أشجار تُكوِّن علاقات مع فطريات EM تخزن كربون بمعدل 1.7 مرة أكثر لكل وحدة من النيتروجين عن الأنظمة التي تهيمن عليها فطريات AM. رأى المؤلفون، تماشيًا مع الفرضية السابقة[6]، أن هذه المخازن الأغنى من الكربون تنتج من المنافسة على النيتروجين بين فطريات EM والكائنات الحية الدقيقة التي تعيش بحرية في التربة وتتغذى على المواد العضوية ــ تتفوق فطريات EM في التنافس مع هذه الميكروبات للحصول على النيتروجين وتأخير نشاطها؛ وبالتالي تقلل الفاقد من المواد العضوية (شكل 1).

يرى المؤلفون أن نتائج هذه الاختلافات تمتد إلى النطاق العالمي. ومن المتوقع أن يعمل الاحتباس الحراري على زيادة النشاط الأيضي للميكروبات التي تعيش في التربة بحرّية، وزيادة ثاني أكسيد الكربون المتصاعد من التربة إلى الجو؛ مما يؤدي إلى خلق حلقة تغذية مرتجعة إيجابية ستزيد من الاحتباس الحراري[3]، ولكن الفرضية المنافسة تشير إلى أن هذا التأثير سيكون أصغر في الغابات التي تسود فيها فطريات EM عن الغابات التي تسود فيها فطريات AM، لأن فطريات EM ستحدّ من نشاط تحلل المواد العضوية للميكروبات التي تعيش في التربة بحرّية.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



الشكل 1 | أنواع الفطريات والمواد العضوية في التربة. تتكافل بعض أنواع الأشجار مثل البلوط مع الفطريات الجذرية الخارجية (EM) (**أ**)، في حين أن البعض الآخر، مثل شجر القيقب، يتكافل مع الفطريات الجذرية التي تخترق الخلايا القشرية (AM) (**ب**)، وفي كلتا العلاقتين، تمد النباتات الفطريات بالكربون في مقابل الحصول على النيتروجين، ولكن تحصل فطريات (AM) على النيتروجين في المقام الأول من التربة غير العضوية، بينما تحصل فطريات (EM) على النيتروجين من المادة العضوية. وقد أظهر أفريل وزملاؤه[5] أن الغابات التي تسود فيها فطريات (EM) لديها مخزون أكبر من المواد العضوية عن تلك التي تسود فيها فطريات (AM). ويرى المؤلفون أن هذا الاختلاف ينشأ لأن استخدام النيتروجين العضوي بواسطة فطريات (EM) يقلل من النيتروجين المتيسر للميكروبات التي تعيش بحرية، والتي تتغذى على المواد العضوية، وبالتالي تقلل نشاطها وتقلل من تحلل المواد العضوية.

وبدلًا من ذلك.. قد يكون السبب الرئيس لارتفاع المواد العضوية في الغابات التي تسود فيها فطريات EM أن الأشجار في هذه الأنظمة تُخصص المزيد من الكربون تحت سطح الأرض لتلبية الاحتياجات المتزايدة لفطريات[6] EM. يتماشى هذا التفسير مع الفكرة الناشئة القائلة إن إسهامات النباتات تحت الأرض للتربة هي المولدات المسيطرة على تكوين المادة العضوية في التربة[4,7].

تحديد أي آلية تفسر نتائج أفريل وزملائه سيحتاج لمزيد من البيانات وستتضمن تحديات مشتركة لجميع مجموعات البيانات الكبيرة المرصودة، بما في ذلك المتغيرات غير الملحوظة والارتباطات الزائفة. وربما تعكس علاقات الفطريات الجذرية المختلفة التكيف مع الظروف البيئية، بدلًا من كونها سببًا لاختلافات النظام البيئي. على سبيل المثال، في ظروف المناخ البارد، حيث يبطئ الجو البارد من تحلل المواد العضوية وتنتج الأشجار أوراقًا صلبة يصعب تحللها، قد تسود فطريات EM ببساطة بسبب قدرتها على الحصول على النيتروجين من المادة العضوية[8,9].

في تحليلات أفريل وزملائه، تعتمد قوة تأثير الفطريات الجذرية على كمية نيتروجين التربة. وللتحقق من هذه التبعية، فقد استخدَمْتُ نموذج نتائجهم لحساب مخزون المواد العضوية في الغابات المعتدلة والمدارية، إذ تنشأ أنواع الفطريات الجذرية بالتوازي، حيث توصل المؤلفون إلى أن الغابات التي تسود فيها فطريات EM تخزن كربون بمعدل 1.3 مرة أكثر لكل وحدة من النيتروجين. وفي النهاية المنخفضة لمعدل المحتوى من النيتروجين لدى المؤلفين (0.2 كجم من النيتروجين لكل متر مربع)، تحتوي الغابات التي تسود فيها فطريات EM فعليًا على كمية أقل من الكربون (0.96 مرة) عن غابات AM، وعند 1.0 كم نيتروجين/متر مربع، حيث تنهار دون ذلك عديد من المشاهدات، فتكون 1.21 مرة أكثر. ولا يكون الكربون المخزَّن 1.3 مرة أكبر في الغابات التي تسود فيها EM، إلا حين يصل النيتروجين في التربة إلى قيم النهاية الأعلى من ملاحظاتهم (3 كم نيتروجين/متر مربع) ، وهو ما يتسق مع فكرة أن قوة تأثير الفطريات الجذرية تعتمد بشدة على مدى توافر المواد الغذائية في التربة[6].

وعلى الرغم من الحاجة إلى استكشاف المزيد من مثل هذه الفروق الدقيقة، فإن نتائج أفريل وزملائه لها آثار مهمة على الطريقة التي ندير بها موارد الأرض في مواجهة دورة الكربون والمناخ المتغير. فنحن نعتمد على توقعات النموذج لتقديم استراتيجيات للحفاظ على مواردنا الطبيعية، ولكن النماذج ذات الصلة المطوَّرة بناءً على فهم لديناميكية التربة يبدو على نحو متزايد أنه ناقص[10]. يحرك المناخ وقوام التربة وإنتاجية النبات تخزين المواد العضوية في التربة في هذه النماذج[11]، ولكن تَبَيَّن بواسطة أفريل وآخرين أنها لا تلعب دورًا محددًا في مستويات المواد العضوية. ونتائج ما توصلوا إليه هي أن السيطرة النسبية لعلاقة الأشجار مع الفطريات الجذرية المختلفة ـ التي ترتبط مع كمية المواد العضوية في التربة ـ تسلط الضوء على الحاجة إلى النظر للمقياس المحلي للتفاعلات الحيوية، باعتباره مقياسًا عالميًّا وإقليميًّا لديناميكية الكربون. ■

مارك أ. برادفورد يعمل بكلية دراسات الغابات والبيئة في جامعة ييل، نيو هيفن، كونيتيكت 06511، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: mark.bradford@yale.edu

1. Statement on Signing the Soil Conservation and Domestic Allotment Act, 1 March 1936. *American Presidency Project* http://www.presidency.ucsb.edu/ws/?pid=15254.
2. Jobbágy, E. G. & Jackson, R. B. *Ecol. Appl.* **10,** 423–436 (2000).
3. Denman, K. L. *et al.* in *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds Solomon, S. D. *et al.*) Ch. 7 (Cambridge Univ. Press, 2007).
4. Schmidt, M. W. I. *et al. Nature* **478,** 49–56 (2011).
5. Averill, C., Turner, B. L. & Finzi, A. C. *Nature* **505,** 543–545 (2014).
6. Orwin, K. H., Kirschbaum, M. U. F., St John, M. G. & Dickie, I. A. *Ecol. Lett.* **14,** 493–502 (2011).
7. Clemmensen, K. E. *et al. Science* **339,** 1615–1618 (2013).
8. Phillips, R. P., Brzostek, E. & Midgley, M. G. *New Phytol.* **199,** 41–51 (2013).
9. Johnson, N. C., Angelard, C., Sanders, I. R. & Kiers, E. T. *Ecol. Lett.* **16,** 140–153 (2013).
10. Wieder, W. R., Bonan, G. B. & Allison, S. D. *Nature Clim. Change* **3,** 909–912 (2013).
11. Bonan, G. B., Hartman, M. D., Parton, W. J. & Wieder, W. R. *Global Change Biol.* **19,** 957–974 (2013).

إلكترونيات

حماية الضعيف من القوي

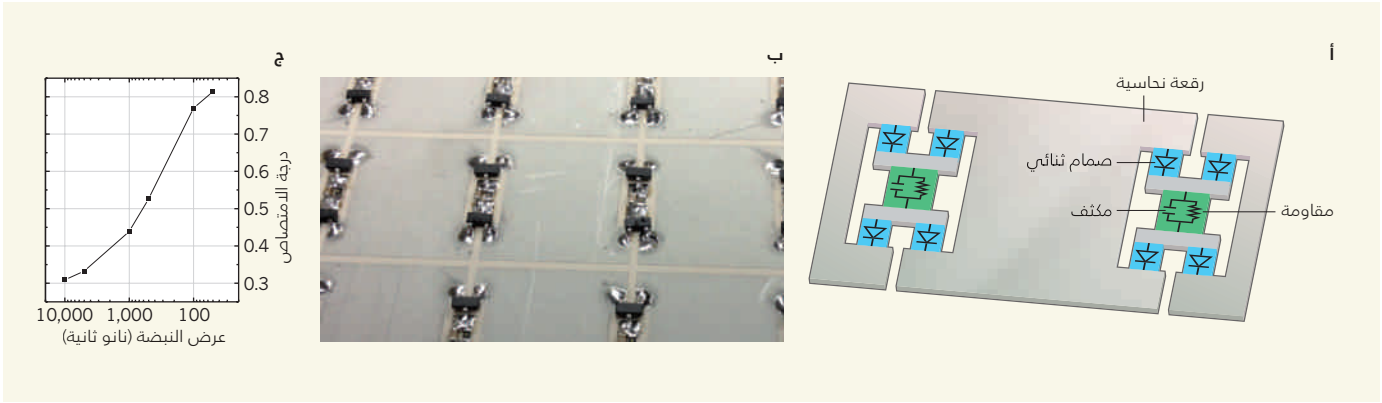
تم تطوير سطح رقيق مُصَمَّم لحماية الأنظمة الإلكترونية الحساسة من تداخل الإشارات القوية، مما يضمن لها الاتصال الفعال بالهوائيات الخارجية.

جورج في. إلِفْثرياديس

هناك استخدامات عديدة لمَاصَّات أشعة الميكروويف التقليدية، منها السيطرة على الانعكاسات غير المرغوب فيها للإشارات من الهوائيات والرادارات، وكذلك حماية إلكترونيات الاتصالات الحساسة من تداخل الإشارات القوية. عادة ما تُصنَّع هذه المَاصَّات من مادة حاضنة محملة بجسيمات موصلة تعتمد على الحديد أو الكربون، لامتصاص طاقة أشعة الميكروويف وتحويلها إلى حرارة. من السمات المشتركة لهذه المَاصَّات أن النسبة المُمْتصة من قدرة أشعة الميكروويف لا تعتمد على قدرة الموجات الواردة. وبالتالي، لا يمكن لتلك الأجهزة أن تميز بين الإشارات القوية التي يمكن أن تضر بإلكترونيات الاتصالات وبين الإشارات الضعيفة التي تتطلبها الاتصالات الاسلكية مع الهوائيات. يورد واكاتسوشي وآخرون[1] في بحث نشر في دورية *Physical Review Letters* عن تصميم سطح (خارق)، له القدرة على امتصاص نبضات أشعة الميكروويف عالية القدرة في حين يسمح بمرور الإشارات الضعيفة.

مَكَّن استخدام الصمامات الثنائية شبه الموصلة في تصميم السطح الخارق واكاتسوشي وزملاءه من التمييز بين إشارات القدرات المنخفضة والعالية. يعتبر الصمام الثنائي لبنة إلكترونية أساسية تسمح بمرور إشارات القدرة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



الشكل 1 | ماص لأشعة الميكروويف على سطح خارق. أ. تركيب السطح الخارق المتكرر، الذي صممه واكاتسوشي وزملاؤه[1]. تحتوي كل خلية على رقعة نحاسية وأربعة صمامات ثنائية ومقاومة ومكثف. **ب.** صورة للسطح الخارق تبين تكرار الخلايا. يبلغ حجم كل رقعة 17 مم x 17 مم، مع وجود فجوة بطول 1 مم بين الرقع. **ج.** تعتمد امتصاصية السطح الخارق على عرض النبضة الواردة: حيث يتم امتصاص النبضات القصيرة بكثافة ويضمحل امتصاص النبضات الطويلة (أ وج من المرجع 1)

العالية، ولكنها لا تستجيب لإشارات القدرة المنخفضة. وبالتالي يمكن النظر للصمام الثنائي على أنه مفتاح تشغيل، "مفتوح" في حالة الإشارات القوية و"مغلق" في حالة الإشارات الضعيفة. ولا يكون مثل هذ السلوك خطيًا، لأن القدرة الخارجة لا تتناسب مع القدرة الواردة. هذا ما مَكَّن الباحثين من تصنيع مثل هذا المَاصّ لأشعة الميكروويف، المعتمد على القدرة. استخدم الفريق، تحديدًا، مصفوفة متكررة من بقع النحاس المطبوعة على ركيزة رقيقة وعازلة، تدعمها لوحة نحاس موصلة أرضيًا. تتكون خلية كل مصفوفة من رقعة مفردة وستة مكونات إلكترونية: أربعة صمامات ثنائية ومقاومة ومكثف، وقد تم لحامها بين الرقع(الشكل 1 أ،ب). ويبلغ السمك الكلي لسطح الماص الخارق 1.52 ميللمتر فقط والتناوب الفراغي للمصفوفة 18 مليمترًا.

يمكن للقارئ الآن أن يتساءل: لماذا استخدم الباحثون أربعة صمامات ثنائية، وما الدور المنوط بكل من المكثف والمقاومة في كل خلية. الجواب هو أن ماص السطح الخارق الذي استخدمه الباحثون أكثر مهارة وإثارة من الوصف السابق. يظهر كل صمام ثنائي توصيلية غير متماثلة حتى في حالة تشغيله، فيقوم بتوصيل جيد في اتجاه واحد وبتوصيل رديء في الاتجاه المعاكس. في الحالات المثالية لتطبيقات الماصّات، التي ينبغي عندها تحويل أكبر قدر ممكن من طاقة أشعة الميكروويف إلى حرارة، يتوجب على الماص أن يوصل في كلا الاتجاهين بشكل جيد، عندما يتخطي مستوى القدرة مقدارًا معينًا. هذا بالضبط ما تفعله الصمامات الثنائية الأربعة. وهو تخطيط تقليدي يُستخدم في مجال الإلكترونيات لتصنيع أجهزة، يصطلح على تسميتها بمقومات الموجة الكاملة. هناك استخدامات واسعة لتلك الأجهزة، فهي تستخدم مثلًا في تصنيع مزودات الطاقة التي تحول التيار المتردد إلى تيار ثابت من أجل شحن الحواسيب المحمولة والأجهزة الإلكترونية ذات الاستخدام اليومي. يصبح امتصاص السطح الخارق أكثر كفاءة وقدرة على تحويل معظم الطاقة الواردة إلى حرارة، حين تمر الإشارات في كلا الاتجاهين. وهذا يفسر وجود المقاومة في الخلية الواحدة، فالمقاومة ـ في نهاية المطاف ـ هي التي تمتص الطاقة الكهربية وتحولها بشكل طبيعي إلى حرارة. ولكن لماذا تتضمن الخلية مكثفًا؟

المكثف هو جهاز بسيط يختزن الطاقة الكهربية (مكون من صفيحتين متوازيتين بينهما عازل). ويتم التحكم في معدل التخزين من خلال كمية تسمي بثابت الزمن RC، يعرَّف بوحدات قياس زمنية. تمد هذه الكمية ماص السطح الخارق بواحدة من أهم معالمه الماكرة والملفتة للنظر وهي الامتصاص المعتمد علي شكل النبضة. تُخزَّن الطاقة في المكثف عندما تصطدم نبضة بالماص. ثم تتبدد هذه الطاقة في المقاومة (يتم تفريغ المكثف من خلال المقاومة) في الزمن الفاصل بين نبضتين متتاليتين. على هذا النحو، لا يعتمد مقدار الامتصاص على مستوى قدرة النبضة الواردة فحسب وإنما على شكلها أيضًا. لهذا السبب كان عنوان بحث واكاتسوشي وزملاؤه: "سطح خارق ماص، يعتمد على شكل الموجة". يحدث امتصاص كثيف عند النبضات القصيرة، أما الموجات الطويلة فلا تُمتص جيدًا (الشكل 1 ج).

تأتي النتائج في سياق تَجدُّد الاهتمام بمجال السطوح الخارقة في الأعوام الثلاثة الماضية، إلا أن معظم السطوح التي تم توصيفها حتي الآن تُظهر سلوكًا خطيًا (حيث تتناسب مقادير الإشارات الواردة مع الخارجة)، ولا تتضمن مكونات إلكترونية كالصمامات الثنائية. على سبيل المثال، تم تصميم سطح خارق[2] لكسر الضوء من خلال التحكم في تغيُّر الطور (التعطيل) الذي يتعرض له الضوء أثناء انتقاله. وفي مثال آخر، تم عمل سطح[3] ذي امتصاص مُخصَّص، باستخدام هوائيات مصنوعة من جسيمات معدنية نانوية ذات امتصاصية لا تعتمد على القدرة الواقعة عليها. كما تم أيضًا تصميم سطح خارق سلبي[4] - وهو سطح يستهلك الطاقة ولا يولدها- وذلك لعمل غطاءات رقيقة لأسطوانات عازلة صغيرة، وقد تم الكشف في العام الماضي[5] عن غطاءات رقيقة نشطة أكثر عمومية. ومع ذلك، يعتبر ما أورده واكاتسوشي وزملاؤه فريدًا من نوعه، لأن كفاءة الامتصاص تعتمد اعتمادًا غير خطي على شكل ومستوى قوة الموجة الواردة.

الماصّ المعتمد علي شكل الموجة له تطبيقات في مجالات عدة. فمثلًا، يمكن تطبيقه علي أسطح المركبات أو الطائرات العسكرية لحماية الأجهزة الإلكترونية الحساسة من مخاطر النبضات الكهرومغناطيسية، دون التأثير على اتصالها بالهوائيات الخارجية. ويمكن للمرء، إضافةً إلى ذلك، أن يتصور استخدام هذه الماصّات في حماية المكونات الإلكترونية لشبكات الكمبيوتر، مثل تلك الموجودة في مراكز البيانات، من تداخل الإشارات القوية، دون التأثير على عمل تلك المكونات. كما يمكن للمرء أن يتوقع تطبيقات في مجال الاستشعار والإشارة تعتمد على تمييز عرض ومستوى قدرة النبضات الواردة. وكما جاء على لسان الباحثين: قد تُنشئ ماصّات السطح الخارق هذه "تقنيات وتطبيقات جديدة لأشعة الميكروويف". ■

جورج في. إليفثرياديس يعمل بقسم الهندسة الكهربية والكمبيوتر بجامعة تورنتو في تورنتو، أونتاريو M5S 3G4، كندا
البريد الإلكتروني: gelefth@ece.utoronto.ca

1. Wakatsuchi, H., Kim, S., Rushton, J. J. & Sievenpiper, D. F. *Phys. Rev. Lett.* **111,** 245501 (2013).
2. Yu, N. *et al. Science* **334,** 333–337 (2011).
3. Moreau, A. *et al. Nature* **492,** 86–89 (2012).
4. Rainwater, D. *et al. New J. Phys.* **14,** 013054 (2012).
5. Selvanayagam, M. & Eleftheriades, G. V. *Phys. Rev. X* **3,** 041011 (2013).

تحليق الطيور

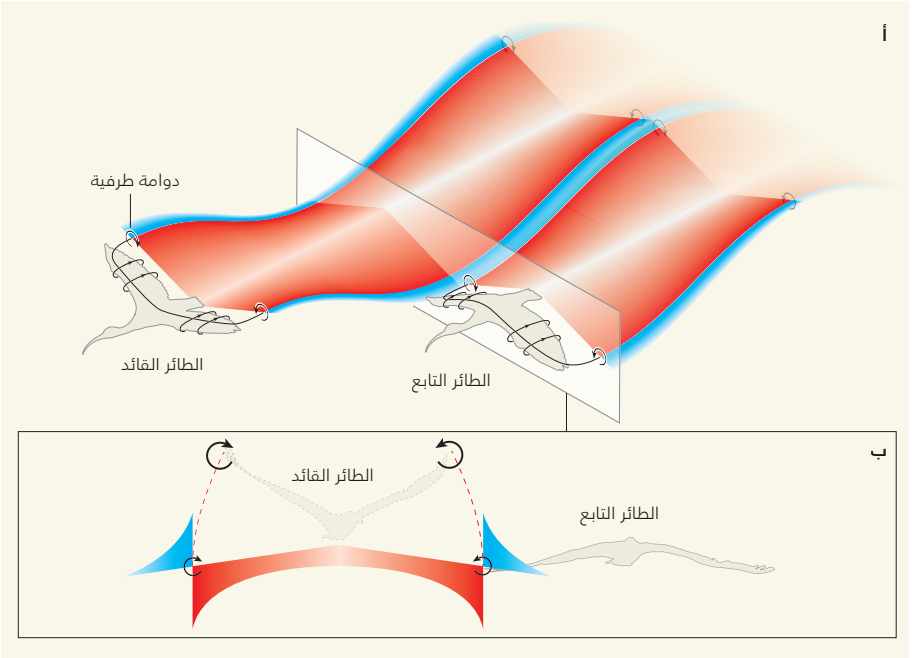
طِر برفرفة صغيرة من أصدقائك

أظهرت القياسات المأخوذة في الهواء أثناء تحليق طيور أبو منجل الأصلع الشمالي، الذي يتخذ شكل الحرف V، أن وضع الطيور يتوافق مع توقعات توفير الطاقة، وذلك من خلال تنظيم الأوضاع النسبية لأجسامها ورفرفة أجنحتها بصورة متزامنة.

فلوريان ت. موهيريز، ومايكل هـ. ديكنسون

إن الأنساق الأنيقة على صورة الحرف V للطيور المهاجرة هي إنذارٌ خلّاب بنهاية الصيف، ولكن لماذا تُحلِّق الطيور في مثل هذا النسق الدقيق؟ خلال الحرب العالمية الثانية ذاعت بعض الشائعات بأن طياري الحلفاء لاحظوا زيادة الاقتصاد في استهلاكهم للوقود عندما كانت أسرابهم تحلق في نسق على شكل V. وعلى الرغم من أنه لم يتم تأكيد مثل هذه الحكايات الأسطورية، فقد تم الإبلاغ عن فوائد توفير الطاقة للتحليق بنَسَق في كل من الطيران المدني[1] والحربي[2].

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



الشكل 1 | التزامن المكاني. يولّد الطيران حركة هواء دائرية حول أجنحة الطيور؛ وعند طرف الجناح تشكّل هذه الدورةُ دوامة، فتؤدي إلى نشوء حركة هواء تمتد إلى وراء الطائر. ويتجه تدفق الهواء في منتصف تَبِعة الطيران هذه نحو الأسفل (الانجراف السفلي؛ باللون الأحمر)، في حين تكون المنطقة الواقعة إلى الخارج من الدوامات الطرفية هي منطقة الاجتراف العلوي (باللون الأزرق). ويواجه طيرٌ يحلق وراء طائر آخر القوى الهوائية للانجراف العلوي والسفلي التي نشأت عن الطير القائد للسرب (**أ:** مشهد جانبي، **ب:** مشهد خلفي). بيَّن بورتوجال وزملاؤه[4] أن طيور أبو منجل الأصلع الشمالي تنسّق مكانيًّا ما بين حركات الجناح أثناء تحليقها، وفقًا للشكل V، بحيث يتحرك جناح الطائر التابع ضمن مجال الحد الأقصى للاجتراف العلوي الناشئ عن طيران قائد السرب. وينتج عن ذلك توليد قوة رفع أكثر كفاءة وتوفيرًا للطاقة.

وعلى سبيل المثال.. من خلال الحفاظ على طرف جناح واحد ضمن تَبِعة طيران (Wake) لطائرة أمامية، يمكن لطائرة مقاتلة تقليل استهلاك الطاقة بنسبة تصل إلى 18% (المرجع 2). ورغم ذلك.. فإن استغلال فوائد التحليق في نسق جوي هو أمر أكثر تحديًا بالنسبة للطيور منه للطائرات ذات الأجنحة الثابتة – فالطيور لا تحتاج فقط لضبط مواقعها بالنسبة لبعضها البعض، بل أيضًا يجب عليها أن تزامن ما بين رفرفة أجنحتها[3]. في عدد 16 يناير من الطبعة الدولية لدورية *Nature*، يُبيّن بورتوجال وآخرون[4] أن نوعًا واحدًا من الطيور على الأقل يُظهِر التزامن المطلوب ما بين وضعية الجسم وحركة الرفرفة وذلك لخفض استهلاك الطاقة أثناء الطيران للهجرة.

والأساس الذي يؤدي إلى توفير الطاقة أثناء الطيران بنَسَق، ينبعُ من الطريقة التي تُحرِّك فيها الأجنحةُ الهواءَ أثناء حركتها[1،5]. لتوليد حركة صاعدة، تُسرِّع الأجنحةُ تدفقَ الهواء فوق سطح جسمها الأعلى بسرعة أكبر من تدفقه تحت سطحها السفلي. ومن ثم، نسبة إلى الهواء الساكن الذي تتحرك الطيور عبره، تُولِّد الأجنحة صافي حركةِ تدفقٍ دائرية من الهواء المتجهة نحو الخلف على السطح العلويِّ ونحو الأمام تحت السطح السفلي. وكلما زادت سرعة الدورة التي يولِّدها الجناح، ارتفع مقدار الصعود الناتج عن ذلك. والدورة عند طرف كل جناح تلتف لتولِّد دوامة طرفية، وتمتد إلى الوراء مثل أنبوب، فتُوجِد بنيةً على شكل "حدوة" حصان -تَبِعة الطيران- تمتد أكثر فأكثر مع حركة الحيوان إلى الأمام (الشكل 1أ).

وتبعًا لقوانين حفظ الطاقة، فإن الدورة حول الأجنحة تساوي في قوتها الدورة حول الدوامتين الطرفيتين. يتدفق الهواء إلى أسفل عبر منتصف اتجاه تَبِعة الطيران، ويتساوى التغيير الثابت في القوة الدافعة ـ أثناء استطالة منطقة الاجتراف السفلي هذه ـ مع قوة الرفع المولَّدة من الأجنحة. وينبغي أن يتفادى أي حيوان يحلق وراء طائر آخر الاجتراف السفلي، الذي سيدفعه فعليًّا نحو الأرض. وهناك منطقة صغيرة من الاجتراف العلوي تقع مباشرة إلى الخارج من منطقة الاجتراف السفلي، تنشأ من التدفق الدائري للهواء في الدوامات الطرفية. وباختيار موضع طرف الجناح بعناية يتمكن الطائر التابع من استغلال الاجتراف العلوي الناشئ من طرف جناح الطائر القائد، وبذلك يحقق رفعًا أكثر كفاءة ويقلل تكلفة الطيران (الشكل 1ب).

بالنسبة إلى ملّاح طائرة، فإن حفظ جناح واحد بدقة داخل المنطقة الصغيرة للاجتراف العلوي لطرف دوامة طائرة قائدة هو أمر صعب للغاية، ولكنه يصبح أكثر تعقيدًا بالنسبة إلى طائر، نظرًا إلى رفرفة أجنحة جيرانه من الطيور، مما يولِّد دوامات طرفية تتموج صعودًا وهبوطًا.. فيجب على الطير الذي يتبع طيورًا أخرى أن يضبط بعناية حركة رفرفة أجنحته، ليس في تطابق زمني مطابق للطائر القائد، وإنما بفارق دقيق في طَوْر الرفرفة التي يجب أن تتبع ذبذبات الدوامة الطرفية. وللتحليق بأكبر قدر من الكفاءة، ينبغي على جميع الطيور في النسق أن ترفرف أجنحتها بتوافق زمني مُتَبَدِّل دقيق (metachrony) (تزامن يشبه حركة الموجة)، بحيث تحدُث هذه التغيّرات في طور الرفرفة بشكل منظّم ما بين قائد السرب وجميع الطيور إلى آخر السرب. وقد توقعت عدة دراسات نظرية[3،5-8] الكيفية التي يؤدي بها تحليق الطيور بنَسَق إلى تحسين توفير الطاقة وذلك من خلال ضبط تباعدها وحركة أجنحتها، وقد لوحظ أن الإوز المحلِّق على صورة V يوائم أوضاع الجسم بطريقة ربما توفِّر في الطاقة[7]، ولكن حتى الآن، لم تتمكن أي بيانات تجريبية من البرهنة على أن الطيور قادرة على تعديل طور الرفرفة بالدقة الضرورية لتتبع الدوامات الطرفية المتموجة.

وغالبًا ما تطير طيور أبو منجل الأصلع الشمالي (*Geronticus eremita*) في شكل V عندما تهاجر. ولدراسة سلوك هذه الطيور أثناء الطيران في نَسَق قام بورتوجال وزملاؤه بتثبيت مُسجِّلات بيانات مُعدَّة (Data Loggers) خصيصًا على 14 طائرًا من أبي منجل، لتقيس بدقة موقع الجسم وديناميكيات الرفرفة لكل طائر من هذه الطيور. وجد الباحثون أن الطيور التابعة تُبقي الجناح الداخلي ضمن منطقة الاجتراف العلوي للطيور الأمامية، تمامًا كما تنبأت النظرية[3]. وهذا لا يتطلب التنظيم الصحيح لوضع الجسم فحسب، ولكن أيضًا التعديل السليم لطور الرفرفة، بحيث تتبع أطراف أجنحة جميع الطيور الدوامة الطرفية المتموجة للطائر الذي يحلق أمامها. ولمّا كانت الطيور تُغيِّر في بعض الأحيان موقعها داخل النَّسَق، فقد حلقت الطيور التابعة في بعض الحالات مباشرة لفترة وجيزة وراء الطائر القائد. في هذه الحالات، تميل الطيور التابعة إلى رفرفة أجنحتها بتزامن معاكس تمامًا لطور رفرفة الطير القائد، وبالتالي التقليل من التفاعلات السلبية مع منطقة انجراف تبعة الطيران السفلي. هذا التغيّر في السلوك يبين أن أبا منجل يعدِّل بفاعلية نمط رفرفته في الظروف المختلفة.

ورغم أن هذه النتائج تتفق مع التوقعات النظرية، لا تزال هناك أسئلة صعبة عديدة، منها: ما مقدار الطاقة التي توفرها الطيور فعليًّا؟ فأفضل الأدلة الموجودة على أن أنساق V توفر كمية كبيرة من الطاقة يأتي من أن معدل ضربات قلب البجع عندما يحلق بنَسَق يكون أقل، وكذلك يكون معدل تردد الرفرفة منخفضًا، وذلك مقارنة به عندما يحلق منفردًا[9]. سوف تكون القياسات الدقيقة للأيض مهمة لفهمٍ أكثر دقة للأسس الديناميكية الجوية للتحليق بنَسَق، وللمزيد من التبّصر داخل بيئة هجرة الطيور. هل ترفرف طيور أبو منجل وغيرها أجنحتها غريزيًّا بشكل أكفأ عندما تحلق بنَسَق، أم أنها تتعلم ضبط وضع الجسم وحركة الجناح لأنها تستشعر سهولة ذلك؟ وإذا كانت هذه الاستراتيجية مفيدة جدًّا، فلماذا لا تطير أنواع كثيرة من الطيور المهاجرة صغيرة الحجم في نسق V؟ هل تقل فوائد التحليق بنَسَق مع انخفاض حجم الجسم، أم أن التحكُّم المطلوب في وضع الجسم وحركة الجناح يكونان أكثر صعوبة بالنسبة إلى الطيور الأصغر حجمًا، التي ترفرف بمعدل أسرع؟ على الرغم من تحسّن فهمنا لأنساق V، ما يزال لدينا الكثير لنتأمله عندما ننظر نحو السماء في أواخر أيام الصيف. ■

فلوريان ت. موهيرز، ومايكل هـ. ديكنسون يعملان بقسم الأحياء بجامعة واشنطن في سياتل، واشنطن 98195-1800، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: flyman@uw.edu

1. Ning, S. A. *Aircraft Drag Reduction Through Extended Formation Flight.* PhD thesis, Stanford Univ. (2011).
2. Vachon, M. J., Ray, R., Walsh, K. & Ennix, K. in *AIAA Atmos. Flight Mech. Conf. Exhib.* Abstr. 2002-4491 (Am. Inst. Aeron. Astronautics, 2002); http://dx.doi.org/10.2514/6.2002-4491
3. Willis, D. J., Peraire, J. & Breuer, K. S. *25th AIAA Appl. Aerodynam. Conf.* Abstr. 2007-4182 (2007); http://dx.doi.org/10.2514/6.2007-4182
4. Portugal, S. J. *et al. Nature* **505,** 399–402 (2014).
5. Lissaman, P. B. S. & Lundry, J. L. *J. Aircr.* **5,** 17–21 (1968).
6. Hummel, D. *J. Theor. Biol.* **104,** 321–347 (1983).
7. Badgerow, J. & Hainsworth, F. *J. Theor. Biol.* **93,** 41–52 (1981).
8. Maeng, J.-S., Park, J.-H., Jang, S.-M. & Han, S.-Y. *J. Theor. Biol.* **320,** 76–85 (2013).
9. Weimerskirch, H., Martin, J., Clerquin, Y., Alexandre, P. & Jiraskova, S. *Nature* **413,** 697–698 (2001).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

كيمياء كهربية

تخزين الطاقة.. بدون استخدام فِلِزّات

في بطاريات الانسياب، تنتج الطاقة بتمرير محاليل "نشطة كهربيًّا" ـ عادة ما تكون أملاح فلزات ـ عبر خلية كهروكيميائية. وتقوم مادة غير فلزية ذات نشاط كهربي بتمهيد الطريق لتخزين الطاقة على مستوى كبير.

جريجوري ل. سلوفِتشيك

سوف يتطلب تَبَنِّي مصادر الطاقة المتجددة والمتوفرة بشكل متقطع، كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح، لنسبة تفوق 20% من سعة الطاقة الكلية، استخدام أنظمة تخزين للطاقة الكهربية[1]. كذلك تتطلب التطبيقات التي تصلح للاستخدام في تطبيقات على مستوى شبكة كهربائية، أو في محطات توليد في مواقع نائية، وجود أنظمة تخزين رخيصة ومرنة، إلا أن الخيارات المتوفرة حاليًا هي إما أن تكون مقتصرة على مواقع جغرافية محددة (مثل ضخ الماء من مستودع إلى مستوى مرتفع كمصدر لطاقة الوضع)، أو أن تكون باهظة التكلفة (على سبيل المثال.. البطاريات التقليدية والحدافة والتخزين الكهرومغنطيسي فائق التوصيل)[2]. في العدد الصادر من دورية *Nature* في الأسبوع الثاني من شهر يناير الماضي، أورد هسكنسون وزملاؤه[3] تقريرًا عن تقدم كبير في تطوير التخزين الإقتصادي للطاقة: بطارية "انسياب" تستخدم فقط مواد غير فلزية قابلة للذوبان في الماء كمكونات للقطب الكهربي. يمكن لهذه المواد أن تخفض من تكلفة بطاريات الانسياب في ذات الوقت الذي تزيد فيه من كثافة الطاقة.

تحتاج بطاريات الانسياب لمكونيَن ذائبيَن ونشطيَن كهربيًّا -مركبين يمكنهما أن يقوما بدور في التفاعل الكهروكيميائي الذي يحدث عند القطب الكهربي. ويُفصَل بين هذين المكونين بغشاء أيونيّ التوصيل في الخلية الكهروكيميائية، التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية إلى كهرباء (والعكس). وعلى العكس من المواد النشطة كهربيًّا الساكنة المستخدمة في البطاريات التقليدية، يتم ضخ المكونات النشطة كهربيًّا عبر الخلية في هيئة سائل مُنساب، كما أنه يتم تخزينها خارج الخلية في أحواض منفصلة (الشكل 1). يسمح هذا التصميم بزيادة كل من مقدار الطاقة المخزونة (التي تعتمد على حجم الأحواض) ومقدار الطاقة المولَّدة (التي تعتمد على حجم الخلية الكهروكيميائية أو حجم مجموعة الخلايا) إلى الدرجة المثلى، كل على حدة.

ولأن المواد النشطة كهربيًّا في بطاريات الانسياب تخزن بصورة منفصلة، فإن احتمالية تفاعلها مع بعضها البعض بصورة عنيفة تكاد تكون منعدمة، وهو ما يجعل هذه البطاريات آمنة الاستخدام بدرجة أكبر من البطاريات التقليدية. لهذه البطاريات كذلك تصميم مرن، كما أنها قد تكون أرخص. ولسوء الحظ، ينحصر اختيار المواد النشطة كهربيًّا لبطاريات الانسياب في مجموعة صغيرة من أنظمة فلزات الأكسدة والاختزال (مع وجود بعض الاستثناءات في حالة مواد الكاثود)، كما أن الذوبان المنخفض لأملاح هذه الفلزات-عادة، في الماء، يقلل بدوره من عدد المواد النشطة كهربيًّا التي يمكن الاختيار بينها. كما تحول مشكلة الذوبان دون الوصول إلى كثافات الطاقة العالية[4].

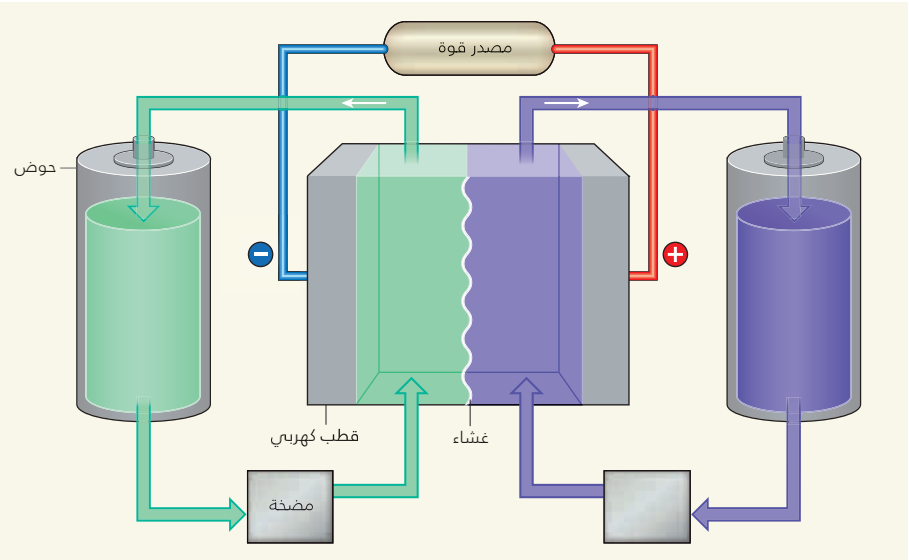
تغلب هسكسون وزملاؤه على مشكلة الذوبان باستخدام مواد عضوية ذوابة ونشطة بالأكسدة والاختزال، تُعرف بالكينونات quinones، كمكونات نشطة كهربيًّا، بدلًا من الفلزات. تم اقتراح[5] استخدام الكينونات غير الذوّابة في الماء كمواد قطب كهربي عام 1972، إلا أن استخدام هذا النوع من المركبات في المكونات المخزنة للطاقة في بطاريات الانسياب هو أمر جديد. وقد وجد المؤلفون أن الاختزال الكيميائي للكينونات إلى هيدروكينونات في الماء عند القطب الكهربي يحدث بصورة سريعة جدًّا، الأمر الذي يُعد شرطًا ضروريًّا لتفريغ البطاريات ذات الطاقة العالية.

يمكن التحكم في جهود الأكسدة والاختزال، وفي ذوبان تركيبات الفلزات، بتعديل الروابط المتصلة بذرات الفلزات. أما في حالة الكينونات، فبالإمكان تعديل هذه الخواص بتغيير المجموعات الكيميائية المرتبطة بالحلقات العِطرية في الجزيئات. ويوفر هذا مجالًا أوسع بكثير لإجراء التعديلات، مقارنةً بما هو ممكن في حالة أنظمة الفلزات، لأن المجموعات الكيميائية تكون أكثر قربًا إلى مركز الأكسدة والاختزال من درجة قرب الروابط إلى الفلزات، ولذلك يكون تأثيرها أكبر. وبالإضافة إلى ما سبق، فإن الحصول على أنواع ذات نشاط كهربي سالبة الشحنة – كينونات يمكن أن تلتصق بها مجموعات سالبة الشحنة، مثل تلك التي استخدمها هسكنسون وزملاؤه- ينبغي أن يساعد في تخفيف إحدى المشكلات العملية الرئيسة المرتبطة ببطاريات الانسياب، وهي مشكلة عبور هذه المواد للغشاء سالب الشحنة الموصل للأيونات، إلا أن لهذا النهج نقطة ضعف، وهي أن إجراء أي تحسينات على الخواص الكهروكيميائية و/أو الذوبانية سوف ترافقه زيادة في الوزن الجزيئي للمواد النشطة كهربيًّا، وهو ما سيخفِّض تباعًا من كثافة طاقة البطارية.

زاوج هسكنسون وزملاؤه نظام الكينون/الهايدروكينون السائل عند الأنود مع نظام بروم/بروميد عند الكاثود. تم استخدام نظام الكاثود هذا في السابق في بطاريات انسياب زنك-بروم[6] وفي خلايا وقود هايدروجين-بروم الاسترجاعية[7](أحد أنواع بطاريات الانسياب). يوفر كاثود البروم-بروميد كثافة طاقة جيدة بتكلفة معقولة، على الرغم من أنه أكّال وغير صديق للبيئة. وحينما اختبر المؤلفون نسخة أصغر (سنتيمترَين مربعَين) من بطارية الانسياب هذه، وجدوا أنها تعطي كثافة طاقة معتبرة (600 ملي واط لكل سنتيمتر مربع) وتوفر كفاءة تيار جيدة (الكفاءة التي تُنقل بها الشحنات للسماح للتفاعل الكهروكيميائي المحدد بالحدوث).

تفتح هذه النتائج الطريق للتخزين منخفض التكلفة للطاقة، إلا أن الطريق ما زال طويلًا أمام تطوير بطارية انسياب عملية ومفيدة. وبالتحديد، يجب حل بعض المشكلات قبل أن تستخدم هذه الكيمياء في تخزين الطاقة على مستوى الشبكات الكهربية. اقتصرت دراسة المؤلفين على اختزال الكينون فقط، ولذا.. لا بد من استقصاء التفاعل العكسي، وهو أكسدة الهايدروكينونات. وإذا ما وجد أن التفاعل العكسي له سرعة تفاعل اختزال الكينون ذاتها، سيكون استخدام الكينونات ممكنًا إذن في الأجهزة عالية الطاقة. كذلك ينبغي أن يتم تقييم تركيز الأنواع النشطة كهربيًّا، وتأثير شوائب الكينونات، على أداء الخلية وقابليتها للاستخدام بعد عدة دورات من الشحن والتفريغ. وإذا ما اتضح أننا في حاجة إلى كينونات ذات نقاء عالٍ، فهذا قد يزيد من التكلفة بدرجة ملحوظة.

كذلك ينبغي النظر بصورة جادة إلى عبور البروم للغشاء. وحتى إذا لم يتفاعل البروم مع المركبات في



الشكل 1 | شكل إيضاحي لبطارية انسياب. في هذا التصميم، يتم تخزين محلولَين لمادتَين نشطتَين كهربيًّا (الأخضر والبنفسجي) في أحواض خارجية، ثم ضخهما لتنسابا عبر القطب الكهربي في الخلية الكهروكيميائية. تتفاعل هذه المواد عند الأقطاب الكهربية، مما يؤدي إلى توليد الكهرباء عند توصيل الحمل. ويَحُول الغشاء الموجود بين القطبين الكهربيين دون اختلاط المحلولين، في الوقت ذاته الذي يسمح فيه بنقل الأيونات الحاملة للشحنات، ويؤدي بذلك إلى الحفاظ على التعادل الكهربي. وفي طور الشحن، ينتج مصدر القوة فرق الجهد عبر الخلية. يثبت هسكنسون وزملاؤه3 أن مركبات عضوية مثل الكينونات يمكن أن تستخدم كمواد نشطة كهربيًّا في أنود بطاريات الانسياب. (الشكل مأخوذ من المرجع 8.)

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

نظام الأنود، فإن مثل هذا العبور سوف يقلل من سعة البطارية ومن كفاءة الطاقة (نسبة مخرج الطاقة الكهربية إلى مدخلها)، والتي ينبغي قياسها كدالة في رقم الدورة. التحول من مستوى خلية منفردة صغيرة إلى مستوى رصة متعددة الخلايا ملائمة لأغراض الصناعة قد يكون تحدّيًا، وإدماج عدة مكوّنات لجهاز كبير في هيئة بطارية عاملة قد يكون صعبًا بدوره. للتخزين الساكن للطاقة، فإن الحياة الطويلة (أي ما يزيد عن عشرة آلاف دورة) تمثل عاملًا أساسيًّا في خفض التكلفة، ولذا.. فإن عدد الدورات التي أثبتت في هذا البحث (15) أقل بكثير من المطلوب.

وبالرغم مما سبق، فإن نتائج هسكنسون وزملائه تُعَد نتائج واعدة، كما أنها تشكل أساسًا لتقنية جديدة لبطاريات الانسياب. وإذا ما تمت البرهنة على السعة طويلة المدى والتخزين الكفء للطاقة، وإذا ما أمكن إعداد بطاريات ذات فوائد عملية بالفعل بتكلفة منخفضة، فإن هذه التقنية سوف تصبح ملائمة لنطاق واسع من تطبيقات تخزين الطاقة. ■

جريجوري إل سولوفَتشيك. يعمل في أبحاث جنرال إلكتريك العالمية، نِسكايونا، نيويورك، 12309، الولايات المتحدة الأمريكية، وفي معهد أبحاث جبهة الطاقة للتحفيز الكهربي، المواد وظواهر التنقُّل، أبحاث جنرال إلكتريك العالمية.
البريد الإلكتروني: soloveichik@ge.com

1. Denholm, P., Ela, E., Kirby, B. & Milligan, M. *The Role of Energy Storage with Renewable Electricity Generation* (Natl Renewable Energy Lab, 2010).
2. Soloveichik, G. L. *Annu. Rev. Chem. Biomol. Eng.* **2,** 503–527 (2011).
3. Huskinson, B. *et al. Nature* **505,** 195–198 (2014).
4. Weber, A. Z. *et al. J. Appl. Electrochem.* **41,** 1137–1164 (2011).
5. Alt, H., Binder, H., Klempert, G., Köhling, A. & Sandstede, G. *J. Appl. Electrochem.* **2,** 193–200 (1972).
6. Leung, P. *et al. RSC Adv.* **2,** 10125–10156 (2012).
7. Cho, K. T. *J. Electrochem. Soc.* **159,** A1806–A1815 (2012).
8. Wang, W. *et al. Adv. Funct. Mater.* **23,** 970–986 (2013).

فيزياء فلكية

لوحـة لجـارٍ ديناميكي

النجوم الهزيلة هي أجرام سماوية، تنقصها الكتلة لتصبح نجومًا مكتملة. وتوضح الخرائط عالية الدقة لأحد هذه الأجرام تعزيز دليل أن هذه العوالم العجيبة لديها طقس ومُناخ لهما ديناميكية عالية.

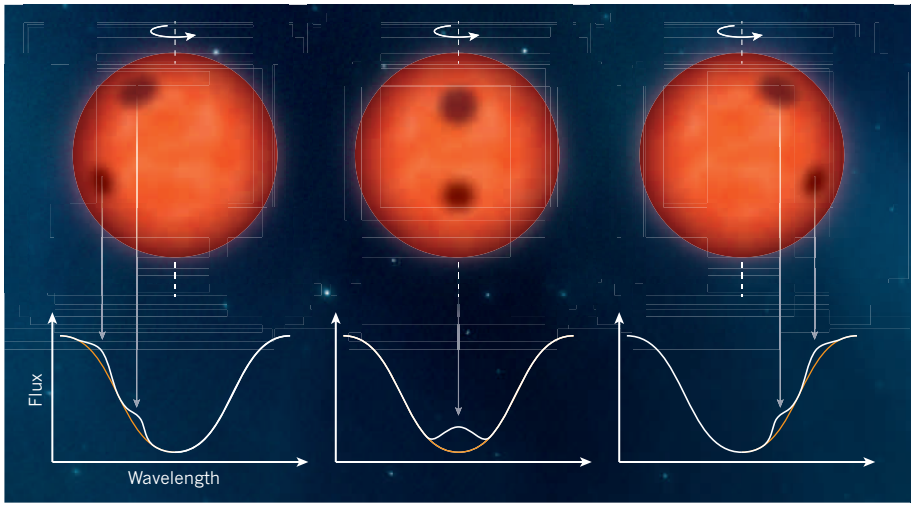
آدم ب. شومان

تمتد دراسة البشر للنجوم والكواكب لقرون خلت، إلا أن فهمنا للأجرام المتوسطة - النجوم الهزيلة Brown Dwarfs- يُعد بدائيًّا نسبيًّا. والنجوم الهزيلة هي أجرام مائعة يهيمن عليها الهيدروجين، ويُعتَقَد أنها تتشكل مثل النجوم، لكنها لا تحتوي على كتلة كافية لدمج الهيدروجين وتحويله إلى هيليوم. وكحلقة وصل بين الكواكب والنجوم، توفر هذه النجوم أدلة حول عمليات تشكل النجوم والكواكب، وفيزياء بنيتها الداخلية، وسلوك الأغلفة الجوية تحت الظروف الغريبة. ولأنها بعيدة، فإن النجوم الهزيلة تُرى كنقاط غير مُحلّلة من الضوء في صور التلسكوبات. وحتى الآن، تم جمع الأرصاد والقياسات التي أجريت لهذه الأجرام من الضوء القادم من نصفها الكروي المواجه للأرض، مما يعني فقداننا لأي تفاصيل لما تبدو عليه فعلًا، لكن ذلك قد تغير ، ففي العدد الصادر في 30 يناير الماضي من دورية *Nature*، قام كروسفيلد وزملاؤه[1] بتقديم أولى الخرائط التحليلية المكانية للسطح المرئي لنجم هزيل مجاور.

خرائط كروسفيلد وزملائه للنجم الهزيل، المسمى بـ لومان 16ب، تظهر مناطق مظلمة وأخرى مضيئة على نطاق واسع، بما يوحي بوجود غير منتظم للغيوم. لذا.. تكشف لنا هذه الخرائط عن نطاق مستويات الطول للحركات الجوية، والطبيعة الشاملة للدورة الجوية لهذه العوالم العجيبة. كان النجم لومان 16ب قد اكتُشِف عام 2013، وهو يقع على بعد فرسخين منّا[2]، وهو ما يجعله ورفيقه النجم الهزيل (لومان 16أ) ثالث أقرب المنظومات النجمية أو دون النجمية للأرض، بعد النجمين أ-قنطورس ونجم بَرنارد. وهو لا يزال يتوهج بالحرارة الناتجة عن نشوئه منذ بلايين السنين، التي تصل درجاتها في الغلاف الجوي إلى 1200 كلفن.

كيف استطاع كروسفيلد وزملاؤه رسم خرائط للنجم الهزيل مع أنه نقطة ضوء غير مُحلّلة في السماء؟ تكمن الإجابة في تقنية التصوير الدوبلرية[3] (الشكل 1). تدور النجوم الهزيلة حول نفسها بسرعة – يدور لومان 16ب مرة كل 4.9 ساعات. يجعل هذا الدوران السريع تحرك الغاز الجوي باتجاه الأرض على أحد وجهي الجرم، وبعيدًا عن الأرض على الوجه الآخر. تتسبب هذه الحركات الدورانية في تغيُّر تردد الضوء المنبعث (إزاحة دوبلر)، والذي بدوره يتسبب في توسيع ملحوظ لخطوط الانبعاث المرصودة في أطياف الأشعة تحت الحمراء. وإذا كان السطح المرئي من النجم الهزيل بدون معالم؛ فإن الخطوط الطيفية تكون متناظرة تقريبًا، لكن المعالم الجوية التي تتحرك عبر نصف الكرة المواجه للأرض خلال دورانها تسبب عدم تناظر، استنادًا إلى الزمن في شكل الخطوط الطيفية، التي يمكن عكسها لصنع خريطة لهذه البقع السطحية بالطول والعرض. طُبِّقت هذه التقنية منذ زمن طويل على النجوم[3]، إلا أن دراسة كروسفيلد وزملائه تطبقها لأول مرة على النجوم الهزيلة.

أضافت الأرصاد دليلًا آخر للأدلة المتزايدة التي تثبت أن للنجوم الهزيلة طقسًا ومُناخًا ديناميكيَيْن بشكل كبير. وكانت هناك مؤشرات لتحركات الغلاف الجوي لوقت طويل من خلال وجود السحب وفقدان التوازن الكيميائي – نتيجة المزج العمودي في الغاز الجوي- وهو ما تم استنتاجه من أطياف الأشعة تحت الحمراء للنجوم الهزيلة. أول دليل مذهل على طقس النجوم الهزيلة ظهر[4] عام 2009، حين أصبح واضحًا أن انبعاث الأشعة تحت الحمراء من عدة نجوم هزيلة يُظهِر تغيرًا قويًّا في السطوع المتكامل خلال فترات زمنية تمتد من ساعات، حتى أيام. وتشير عدة أدلة إلى أن هذا التغير ناجمٌ عن بقع غيمية نسبية أو خالية من الغيوم متوجهة إلى داخل أو خارج النظر لدى دوران النجم الهزيل. ولومان 16ب ليس استثناءً، إذْ تشير الأرصاد الجديدة[5,6] إلى ظهور تغيرات في السطوع من قمة إلى أخرى بحوالي 5 ـ 20%،



الشكل 1 | تقنية التصوير الدوبلرية. يؤدي الدوران الذاتي السريع لنجم عادي أو هزيل إلى توسيع كبير في الخطوط الطيفية بسبب إزاحة دوبلر في تردد الضوء المنبعث. وبالنسبة إلى نجم هزيل بلا معالم، هناك خط متوسع متناظر مرآتيًّا في طول الموجة بالنسبة إلى الخط المركزي (المنحنيات البرتقالية). ومع ذلك.. فإن وجود بقع منفصلة يسبب اضطرابات في شكل الخط (المنحنيات البيضاء). وبينما تتحرك البقع عبر نصف الكرة المواجه للأرض نتيجة لدوران النجم الهزيل، تنتقل هذه الاضطرابات من الطرف الأيسر إلى الأيمن من الخط (اللوحات من اليسار إلى اليمين). نظرًا إلى كون سرعات الدوران، وبالتالي إزاحات دوبلر، أكبر في مناطق خطوط العرض المنخفضة للنجم الهزيل، فإن بقعة قريبة من خط الاستواء تتسبب في هجرة الاضطراب من أقصى اليسار إلى أقصى اليمين. أما البقع التي تقع في خطوط عرضٍ أعلى، فتُبدي إزاحات دوبلرية أصغر، وبالتالي تنتج اضطرابات تبدأ وتنتهي أقرب إلى الخط المركزي. وبهذه الطريقة، يمكن استخدام الأطياف المتحللة زمنيًّا، مثل تلك التي حصل عليها كروسفيلد وزملاؤه[1]، لصنع خريطة لتوزيعات البقع على سطح النجم الهزيل (الشكل مقتبس من المرجع 3).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

وهو تقلب يحدث أثناء تطور الطقس. ورغم أن الأمر مثير، إلا أن التغيرات لا توفر سوى قيود فضفاضة عن حجم وشكل وبنية المعالم الجوية، الأمر الذي يجعل من الصعوبة بمكان وضع تقييم مباشر عن الدوران في الغلاف الجوي. وفي هذا السياق، يُحتمل أن تكون خرائط كروسفيلد وزملائه تغييرًا لقواعد اللعبة.

وبشكل عام تحتل النجوم الهزيلة، ولومان 16ب بشكل خاص، مكانة رئيسة في الجهود الكبيرة التي تُبذل لفهم آلية وسلوك الدوران الجوي ضمن نطاق واسع من الظروف. فكما يحدث على كوكبي الأرض والمشترى، يضمن الدوران السريع للنجوم الهزيلة ديناميكية دورانية جوية مهيمنة على النطاق الكبير[7]. وبعكس الكواكب المعروفة، فإن النجوم الهزيلة تتلقى إشعاعًا خارجيًا لا يكاد يُذكر. المحرك الرئيس للطقس الأرضي بالدرجة الأولى هو تباين الإشعاع الشمسي بين خط الاستواء والقطبين، وهو نوع من المُناخ مستبعد حصوله في نجوم هزيلة مثل لومان 16ب. تبيِّن النظريات أن تيارات الحمل الحراري القوية التي تتم في قلب النجم الهزيل، والتي هي ضرورية لنقل التدفق الحراري الهائل لتشعه للفضاء، تُولد أمواجًا واضطراباتٍ في الغلاف الجوي[8,7] يمكن أن تشكّل معالم طقسٍ كالتي ظهرت في خرائط كروسفيلد وزملائه. وبقعة المشترى الحمراء الكبرى (وهي دوامة عملاقة ظهرت منذ قرون)، وإعصار زحل الضخم الذي ظهر في الآونة الأخيرة[9] يمكن اعتبارهما من الظواهر المماثلة مفيدة.

ويمكن القول حاليًا إن مدى التشابه مع المشترى لا يزال مجهولًا. ومع أن النجوم الهزيلة تشابه المشترى في نواحٍ كثيرة، إلا أن مقدار تدفق الإشعاع الحراري منها أكبر. وتُبين أبحاث مؤخرة[10]، أنه في ظل هذه الظروف الإشعاعية، قد يشتمل الدوران الجوي على اضطرابات ودوامات مع عدم وجود اتجاه محدد، عوضًا عن نمط النطاقات المكوّن من عدة تيارات شرقية غربية مثل تلك التي على كوكبي المشترى وزحل. وللأسف، فإن تحليل كروسفيلد وزملائه لم يحل هذه القضية الحاسمة، والتحيز المعروف يجعل ذلك تحديًا خاصًا لنستنتج بثقة أنماط النطاقات باستخدام تقنية التصوير الدوبلرية. مع ذلك، فإنه يرحب بالمحاولات المستقبلية، التي يمكن حال نجاحها أن تكون لها آثار على تفسير التغيرات في النجوم الهزيلة، والنظريات الديناميكية للأغلفة الجوية بشكل عام، بما في ذلك جهود امتدت لعقود لبناء نظرية تفسر التيارات النفاثة لكلٍ من زحل والمشترى.

وثمة محاذير أخرى.. فنسبة (الإشارة-إلى-الضجيج) في خرائط المؤلفين متواضعة، وهناك فقط بعض البِنَى الجوية الكبرى في الخرائط التي تعد قوية إحصائيًا. والأرصاد -التي تعتمد على الخطوط الطيفية لأول أكسيد الكربون قُرب طول موجة ميكرومترين- لا تثبت ما إذا كانت البقع ناجمة عن التغيرات المكانية للسحب، أم درجة الحرارة، أم الكيمياء، ورغم أن الأولى هي الأكثر احتمالًا، إلا أن الأرصاد في أطوال موجية أخرى يمكن أن تكسر هذا التخبُّط. وإضافةً إلى ذلك.. يعد لومان 16ب ورفيقه ألمع النجوم الهزيلة في السماء، والوحيدة التي يمكن تطبيق تقنية التصوير الدوبلرية عليها حاليًا. ويبدو أن هذه الأوقات مثيرة للنجوم الهزيلة، وستشهد السنوات القليلة القادمة اهتمامًا أكبر بهذه العوالم العجيبة. ■

آدم ب. شومان يعمل في قسم العلوم الكوكبية في مختبر القمر والكواكب بجامعة أريزونا، توكسون، أريزونا 85721، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: showman@lpl.arizona.edu

1. Crossfield, I. J. M. *et al. Nature* **505,** 654–656 (2014).
2. Luhman, K. L. *Astrophys. J.* **767,** L1 (2013).
3. Rice, J. B. *Astron. Nachr.* **323,** 220–235 (2002).
4. Artigau, E., Bouchard, S., Doyon, R. & Lafreniere, D. *Astrophys. J.* **701,** 1534–1539 (2009).
5. Gillon, M. *et al. Astron. Astrophys.* **555,** L5 (2013).
6. Biller, B. A. *et al. Astrophys. J.* **778,** L10 (2013).
7. Showman, A. P. & Kaspi, Y. *Astrophys. J.* **776,** 85 (2013).
8. Freytag, B., Allard, F., Ludwig, H.-G., Homeier, D. & Steffen, M. *Astron. Astrophys.* **513,** A19 (2010).
9. Sayanagi, K. M. *et al. Icarus* **223,** 460–478 (2013).
10. Zhang, X. & Showman, A. P. *223rd Am. Astron. Soc. Meet.*, Washington DC, abstr. 424.03 (2014).

منتدى النقاش علم البلورات

مصـــادر الإلهـــام

كانت المعجّلات ـ لفترة طويلة ـ المصادر المفضلة للأشعة السينية في علم البلورات، لكن المنافسة بدأت بظهور ليزرات الأشعة السينية المعتمدة على الإلكترونات الحرة. يناقش هنا خبيرٌ بالمعجلات، ومُدَافِعٌ عن ليزر الإلكترون الحر، آفاق تلك المصادر وأنواعها ذات الصلة في تطبيقات علم الأحياء البُنيوية.

معجّلات متطورة

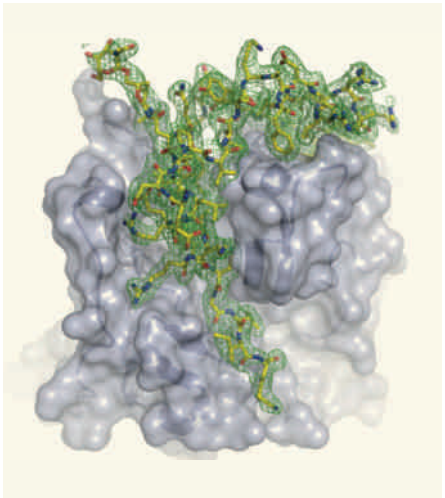
شون ماكسويني

خلال العشرين عامًا التي تمت فيها معرفة البِنَى الحيوية باستخدام مصادر المعجّل الحديثة، كانت هناك مئات الآلاف من التجارب تُحدِث ثورة في عملية تحديد بِنى الجزيئات الكبيرة. هذه الحزم من الأشعة السينية ذات الكثافة العالية، والتحديد الدقيق، تدفع علماء الأحياء باستمرار لمحاولة الحصول على مقاربات جديدة، وتدفع بقدراتنا نحو كشف تجمعات جزيئية أكبر من أي وقت مضى وبدقة ذرية. دفعت فائدة هذه الحزم من الأشعة السينية أيضًا إلى حدوث زيادة مطردة في عدد الأجهزة البلورية في معامل المعجّلات. وهكذا تصبح الأحياء البنيوية على نحو متزايد أداة رئيسة لسبر أغوار المعرفة الحيوية الأساسية، التي أفاد الكثير منها المجتمع عبر مساعدتنا على اكتشاف أدوية جديدة.

وعندما بدأت معجّلات الجيل الثالث (المعروفة أيضًا باسم حلقات التخزين المستندة إلى مُموّج، وهو بمثابة مجموعة من ثنائيات الأقطاب المغناطيسية المتقابلة يتم إدراجها عبر مسار شعاع الإلكترونات ليتموَّج مساره) تعمل عام 1994، كان يتم إيداع بِنْيتين أو ثلاث بِنَى بلورية فقط كل أسبوع في بنك بيانات البروتينات، وهو مستودع معلوماتي دولي لبِنَى البروتين. منذ ذلك الحين، ارتفع عدد مسارات حزم الأشعة - تجهيزات متخصصة تُمكّن استخدام الضوء الخارج من المعجّلات في التجارب - إلى حد كبير، ومعظمه من مصادر الجيل الثالث. ازداد أيضًا عدد علماء الأحياء البنيوية بالتوازي مع السهولة التي كشف بها حيود الأشعة السينية عن بِنَى البروتين الطبيعية. حاليًا، يتم توثيق حوالي 8000 بنية متمايزة كل عام، تقريبًا بمعدل واحدة كل ساعة. ويوضح هذا كيفية الابتكار المستمر من علماء المعجّلات ومستخدميها، وكيف مكّننا من الوصول إلى إنتاجية هائلة لهذة الأجهزة. إن قائمة إنجازاتهم موسوعية، وتتضمن تطوير: التعامل الآلي مع العينة، وكواشف متطورة، وبرامج كمبيوتر محسّنة، وأساليب جديدة في الكشف البلوري، وبصريات مستقرة لإنتاج حزم الأشعة السينية المجهرية.

هذه الحزم من الأشعة السينية المجهرية المركزة قد تكون حاسمة لعلماء الأحياء البنيوية في المستقبل[2,1]. فقد مُنحت خمس جوائز نوبل في أعمال تعتمد على دراسات معجلّات أشعة سينية. أحدثها جائزة نوبل في الكيمياء لعام 2012، الممنوحة جزئيًا، لتحديد بِنَى مستقبلات البروتين "جي" المقترنة[3] التي تطلبت حزم أشعة دقيقة نوعًا ما، لم تُتَح إلا مؤخرًا فقط. هذه الحزم من الأشعة سمحت بالحصول على تدفق عال من الأشعة السينية خلال ذلك الحجم الضئيل اللازم لجمع بيانات بلورية من بلورات البروتين الهشة المعنية.

إن تطويرات مسار الأشعة ستستمر، حتى يمكن توليف



الشكل 1 | بِنَى بروتين من بلورات ميكرومترية الحجم. البروتين كاثيبسين B الخاص بجرثومة "المثقبية البروسية" (*Trypanosoma brucei*) الطفيلية، هو هدف محتمل للعقاقير لمكافحة مرض النوم. كانت البنية البلورية للبروتين (الرمادي) في مُركَّب مع الببتيد غير النشط، (متعدد الألوان) قد تم تحديدها 7 سابقًا من بلورات ميكرومترية الحجم، نمت في جسم حي، وذلك باستخدام الأشعة السينية من ليزر الإلكترون الحر "إف إي إل". وقد تم التحقق من صحة تلك البنية[4] منذ ذلك الحين على معجّل باستخدام طريقة مستوحاة من التقنيات المتقدمة لليزر الإلكترون الحر.

علم البلورات في 100 عام
عدد خاص من نيتشر
nature.com/crystallography

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

التجارب فعليًّا، والسيطرة على حجم الشعاع وشكله وفيضه وطول موجته، وبالتالي إتاحة القدرة المثلى لاستخراج المعلومات من العينات البلورية. وستستمر تحسينات حلقة التخزين أيضًا: فالجيل الرابع من المعجّلات قيد التنفيذ حاليًا، وسوف ينتج في نهاية المطاف كثافات فيض أعلى من ألف إلى مليون ضعف أحدث الأجهزة الحالية، مما يتيح مقاربات تجريبية جديدة، واكتشافات علمية. إن النتائج الباهرة من ليزر الإلكترون الحر "إف إي إل" جعلت بعض الناس يتساءلون عما إذا كانت مصادر حلقات التخزين التقليدية ستستمر في الاستحواذ على دور رئيس في علم الأحياء البنيوية، أم لا. أنا أزعم أن الأداتين تتطوران معًا، وأننا ما زلنا بعيدين عن القدرة على تحقيق الإمكانات الكاملة لمصادر حلقات التخزين على وجه الخصوص. في العقد القادم، سوف يستفيد العلماء من المعجّلات أكثر مما يفعلون الآن، نتيجة للابتكارات التي حفزها ـ جزئيًّا ـ ليزر الإلكترون الحر. وعلى سبيل المثال.. ذكرت دراسة أجريت مؤخرًا[4] كيف مكّنت حزم أشعة سينية مكثفة ومركزة مجهريًّا من معجّل، جنبًا إلى جنب مع تقنيات تحليل البيانات التي سبق وضعها لتجارب ليزر الإلكترون الحر، من تحديد بنى بلورية ميكرومترية الحجم (الشكل 1). ويمكن القول إن مستقبل المعجلات مشرق في علم الأحياء البنيوية.

شون ماكسويني يعمل بقسم علوم الفوتون، مختبر بروكهافن الوطني، أبتون، نيويورك 11973-5000، الولايات المتحدة الأمريكية
البريد الإلكتروني: smcsweeney@bnl.gov

الليزر الرائد

بترا فرومي

لعدة أسباب.. بدأ ليزر الإلكترون الحر[5] عهدًا جديدًا في علم الأحياء البُنيوية[6]. بالنسبة للمبتدئين، فإن ليزر الإلكترون الحر يسمح بتحديد بِنَى جزيئية في بلورات نانومترية الحجم لا تحتوي إلا على بضع مئات من الجزيئات. هذه البلورات النانوية أسهل في بنائها وتتميز بعيوب أقل من البلورات الأكبر المستخدمة في علم البلورات التقليدي.

يُعَد هذا مفيدًا، خاصةً بالنسبة إلى البروتينات التي يصعب بلورتها، مثل المركّبات الكبيرة والبروتينات المُتضمنة في أغشية. مؤخرًا، تم تحديد بناء بروتيني بليزر الإلكترون الحر، باستخدام بلورات نانوية تم تحضيرها بواسطة التحفيز الفائق لبروتين في خلايا حشرة[7] (الشكل 1). تبدو هذه الطريقة من التحضير قابلة للتطبيق على عديد من البروتينات، ويمكن أن توفر السنوات التي قد نمضيها حال بلورة البروتينات بالطرق التقليدية.

تغلّب ليزر الإلكترون الحر كذلك على واحدة من العقبات الرئيسية في علم البلورات: وهي تضرر البروتينات في كثير من الأحيان من مصادر الأشعة السينية التقليدية. فنبضات الأشعة السينية من ليزر الإلكترون الحر تكون كثيفة للغاية، ولذلك تدمر الجزيئات والبلورات تمامًا، ولكن لأن مدة النبضات في نطاق الفيمتوثانية فقط (1 فيمتو ثانية هو 10-15 ثانية)، يمكن الكشف عن أنماط الحيود قبل أن يتم تدمير الجزيئات[8]. وبذلك نتغلّب على الحد الأقصى لحجم البلورات، كما لوحظ سابقًا. كما يسمح لنا ذلك أيضًا بتحديد بِنَى بلورات حساسة للإشعاع، دون عَطَب. هذا مهم خاصة للبروتينات التي تحتوي على مراكز معدنية بالتحديد، التي تميل إلى الخضوع لاختزال الأشعة السينية الكيميائي.

الجزيئات الحيوية ذات طبيعة ديناميكية، ولكن معظم البِنَى البلورية تعطي فقط صورة ثابتة لهذه الجزيئات في حالة واحدة. على النقيض، التحليل الزمني بالفيمتوثانية للبلورات باستخدام ليزر الإلكترون الحر أتاح للباحثين عمل "أفلام جزيئية" -سلسلة من اللقطات- للجزيئات الحيوية وهي تتفاعل. أما البروتينات التي يمكن لتفاعلاتها أن تتأثر بالضوء، فنبضات الأشعة السينية المنبعثة في أوقات مختلفة بعد الضوء مكّنت من الحصول على البِنَى الوسيطة لتفاعلات مختلفة[9].

وليست كل تفاعلات البروتين تتأثر بالضوء. ولذلك.. يجري تطوير طرق يتم فيها خلط سريع لبلورات بروتين نانونية بمحلول من ركيزة البروتين، ليتسبب ذلك في التفاعل، ثم تُطلق نبضات الأشعة السينية في العينة على فترات زمنية مختلفة بعد الخلط. سيمكّن ذلك من تصوير جميع خطوات انتشار العقار خلال مستقبلٍ ما، على سبيل المثال.

العقبة الرئيسة الحالية لبحوث الأحياء البنيوية مع ليزر الإلكترون الحر هي الوصول إلى ميعاد الحجز في مصدَري الليزر في الولايات المتحدة واليابان. وبافتتاح مركزي الليزر الأوروبي والسويسري في عام 2015 أو 2016، سوف تزيد المواعيد المتاحة زيادة كبيرة. وإضافة إلى ذلك.. فإن ليزر الإلكترون الحر الأوروبي سيسمح بالحصول على مائة ألف صورة في الثانية الواحدة، وهو ما يمثل مجموعة كاملة من البيانات يمكن الحصول عليها في خمس دقائق، بدلًا من الثلاث ساعات المطلوبة في الأجهزة الأخرى في الوقت الحاضر.

إنه حلم علماء الأحياء البنيوية في تحديد البنية الذرية من حيود الأشعة السينية للجزيئات المنفردة، ولكن هذا ليس في متناول أيدينا بعد. وللوصول إلى هذا الهدف، هناك تحديات كبيرة يتعين اجتيازها، حيث يجب زيادة تدفق فيض فوتونات الأشعة السينية من ليزر الإلكترون الحر بما لا يقل عن ألف ضعف، وذلك للكشف عن الحيود الضعيف للجزيئات الحيوية المنفردة في نطاق الدقة الذرية. وبالإضافة إلى ذلك.. يتعين تقليص مدة النبضات إلى أزمنة أقل من الفيمتو ثانية، للسماح بحصول الحيود قبل تدمير الجزيئات المنفردة. ■

بترا فرومي تعمل بقسم الكيمياء والكيمياء الحيوية، جامعة ولاية أريزونا، تيمب، أريزونا 85287-1604، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: pfromme@asu.edu

1. Riekel, C., Burghammer, M. & Schertler, G. *Curr. Opin. Struct. Biol.* **15,** 556–562 (2005).
2. Smith, J. L., Fischetti, R. F. & Yamamoto, M. *Curr. Opin. Struct. Biol.* **22,** 602–612 (2012).
3. www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2012/
4. Gati, C. *et al. IUCrJ* http://dx.doi.org/10.1107/S2052252513033939 (2014).
5. Emma, P. *et al. Nature Photon.* **4,** 641–647 (2010).
6. Chapman, H. N. *et al. Nature* **470,** 73–77 (2011).
7. Redecke, L. *et al. Science* **339,** 227–230 (2013).
8. Barty, A. *et al. Nature Photon.* **6,** 35–40 (2012).
9. Aquila, A. *et al. Opt. Exp.* **20,** 2706–2716 (2012).

علم الجو

الجفاف والحريق يحوّلان مخازن الكربون إلى مصادر

لقد تمكنت الطائرات من التقاط أنفاس غابات الأمازون، وعرفت مدى انبعاث الكربون فوق حوض نهر الأمازون. وهذه النتائج تثير المخاوف من تأثيرات الجفاف القادم، وتدعو إلى إعادة تقييم كيفية استخدام الحرائق في المنطقة.

جنيفر بولتش

تمثل غابات الأمازون حوالي 40% من مجمل الكتلة الحية المُخزّنة فوق سطح الأرض في الغابات الاستوائية[1]، لكننا لا نعرف ما إذا كان هذا النظام البيئي المهم، والمهدد في آن، سيكون مصدرًا للكربون، أم مخزنًا له، في الغلاف الجوي خلال العقود القادمة[2]. مع الحاجة إلى التنبؤ بسيناريوهات المناخ في المستقبل من الضروري تحسين مدى فهمنا لقدرة الغابات الاستوائية على تخزين أو إطلاق الكربون[3]. تحليل أعمدة الهواء فوق هذه الغابات عن طريق الطائرات يقدم أفقًا مطلوبًا بشدة لمعرفة تدفق الكربون الاستوائي. يقدم جاتي وزملاؤه[4] أول تقدير لتدفق الكربون من حوض نهر الأمازون تم الحصول عليها عن طريق الطائرات على مدار سنتين. تبين نتائجهم أن التأثير المزدوج للجفاف والحرائق يمكن أن يتسبب في تحوّل غابات الأمازون إلى مصدر إجمالي للكربون في الغلاف الجوي.

قام المؤلفون بجمع عينات من الكتل الهوائية على ارتفاع عدة كيلومترات فوق قمة الغطاء النباتي للغابة في أربعة مواقع عبر غابة الأمازون، مما أدى إلى خلق منظومة من الملفات الجوية لغازي ثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون تشمل منطقة حوض الأمازون بالكامل. قام الباحثون بقياس هذه البيانات خلال فترة من الجفاف عام (2010) تلتها فترة رطبة نسبيًّا من سقوط الأمطار والرطوبة عام (2011) في المنطقة.

وجد الباحثون أنه خلال سنة الجفاف تَسبَّب حرق الغطاء النباتي ـ المرتبط بالتغير في استخدام الأراضي وتراجع مستويات التمثيل الضوئي ـ في فقدان حوالي 0.48 ±0.18 بيتاجرام من الكربون (بيتا جرام يعادل 10 15

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

JENNIFER K. BALCH

الشكل 1| حرائق إزالة الغابات في جنوب الأمازون. تشير دراسة جاتي وزملائه[4] إلى أن مزيجًا من الجفاف الحاد والحرائق المرتبطة باستخدام الأراضي يمكن أن تغير منطقة الأمازون من مخزن للكربون إلى مصدر للانبعاثات إلى الغلاف الجوي.

جرام) من النظام البيئي لغابات الأمازون. (كمية الكربون التي تم تخزينها من قبل الغابة بلغت 0.03 ±0.22 بيتاجرام في السنة، بينما ساهمت حرائق الغابات في انبعاث 0.51 ±0.12 بيتاجرام في السنة). أما في الموسم الماطر في 2011، أصبحت غابات الأمازون متوازنة كربونيًّا، حيث كانت كميات التخزين 0.25 ±0.14 بيتاجرام في السنة، وهو مكافئ تقريبًا للانبعاثات نتيجة الحرائق (بكمية 0.30 ±0.10 بيتاجرام في السنة). وكانت درجات الحرارة أعلى من المتوسط في السنتين، لكنها كانت متشابهة أيضًا، مما يشير إلى أن النقص في الرطوبة أسهم في تقليل معدلات التمثيل الضوئي في عام 2010، بدلًا من تجاوز عتبة درجات الحرارة.

ثبت مؤخرًا أن معدل النمو في مستويات ثاني أكسيد الكربون في الجو التي تم رصدها على امتداد العقود الخمسة الماضية من منطقة مونا لوا في هاواي وفي القطب الجنوبي[5]، كانت حساسة جدًّا للتغيرات السنوية في درجات حرارة المناطق الاستوائية، كما يتم تعديلها أيضًا عن طريق ظروف الرطوبة. تشير هذه النتائج، حال وضعت جنبًا إلى جنب مع دراسة جاتي وزملائه، إلى حدوث تغير جذري في دورة الكربون الأرضية نتيجة حساسية الغابات الاستوائية حول العالم لحالات الجفاف.

يمتص الغطاء النباتي حول العالم سنويًّا مقدار 2.6 ±0.7 بيتاجرام من الكربون، مقارنةً بحوالي 9 بيتاجرامات يتم ضخها إلى الغلاف الجوي، غالبًا على شكل ثاني أكسيد الكربون الناتج عن احتراق الوقود الأحفوري وإنتاج الأسمنت[6]. قامت غابات الأمازون بتجميع متوسط 0.4 بيتاجرام سنويًّا في العقدين السابقين لعام 2005، وعلى مدى 0.3 - 0.6 بيتاجرام في كل سنة تم تقديرها من خلال جمع مستمر للعينات من حوالي 100 موقع دائم على امتداد الحوض[7]، وبالتالي كان لها إسهام واضح في تحقيق التوازن مع زيادة كميات الانبعاثات لغازات الدفيئة من المصادر البشرية، ولكن من غير الواضح بعد ما إذا كان هذا التجميع السنوي للكربون سيستمر ويعوِّض زيادة الانبعاثات نتيجة الجفاف واستخدام الأراضي في المستقبل.

تعمل منهجية جاتي وزملائه على قياس نسبة تبادل الغازات ما بين الغلاف الجوي والحيوي كل أسبوعَيْن على امتداد ملايين الكيلومترات المربعة، وهذه هي المرة الأولى التي يتم فيها إجراء هذه القياسات على هذا المستوى، وفي هذه المدة الطويلة. تتفوق طريقتهم على القيود الزمانية والمكانية، بالإضافة إلى بعض الافتراضات المرتبطة بطرق أخرى، مثل عمليات الجرد على مستوى مواقع جمع العينات أو النمذجة المعتمدة على بيانات الأقمار الصناعية.

يعتبر تحليل الغلاف الجوي باستخدام الطائرات أداة جوهرية في فهمنا لتدفق الكربون في الأمازون، إذ تتيح إمكانية تأسيس شبكة من الطائرات تقوم بقياس ورصد الكربون عبر المناطق الاستوائية، لمعرفة كيفية استجابة الغابات الاستوائية حول العالم للتهديدات المجتمعة لزيادة الجفاف وضغوطات استخدام الأراضي. أحد أهم ميزات هذه الطريقة قيامها بتحقيق التكامل ما بين نتائج انبعاث وتخزين الكربون من العمليات الطبيعية التي تجري في الأراضي والأنهار، مع الانبعاثات من استخدام الأراضي لإعطاء صورة إقليمية متكاملة لتدفق الكربون الكلية. ومع ذلك.. فإن فهم الدوافع والعمليات التي تقود هذا التدفق يُعَدّ مفتاحًا للإدارة المستقبلية للكربون في المناطق الاستوائية.

مع تزايد أهمية الحرائق في تحويل حوض الأمازون من مخزن للكربون إلى مصدر للانبعاثات، يُعتبر من أهم الخطوات القادمة تحليل الأنواع المختلفة من الحرائق التي تسهم في التقديرات التي توصل إليها الباحثون حول الانبعاثات الناجمة عن تلك الحرائق. أدى التحليل العمودي للغلاف الجوي، الذي قام به جاتي وزملاؤه، إلى الكشف عن وجود أول أكسيد الكربون، الذي يمكن أن يكون سبب وجوده في الجو عملية حرق الغابات، بهدف إزالتها (الشكل 1)، وإدارة الأراضي (حرق المراعي وأسلوب القطع والحرق في الزراعة، على سبيل المثال)، وكذلك الحرائق العشوائية في الطبقة السفلى من الغابة[8]. أكثر من حوالي 85 ألف كيلومتر مربع من الغازات تعرض للحرائق في الطبقات السفلى في جنوب الأمازون في العقد الأول من القرن الحالي، وفي المواسم الجافة يمكن أن تكون مساحة الأراضي المتأثرة بالحرائق أكبر من مجمل الأراضي التي تتعرض لإزالة الغابات من أجل فتح المساحات للزراعة والمراعي[9]. تقتل هذه الحرائق 8 ـ 64% من الأشجار الناضجة على امتداد مواقع الغابات في الأمازون[10] وتحرق الكتلة الحية[11]، وبالتالي تؤدي إلى تقليل كميات الكربون المخزنة في الغابات. ومن الضروري التمييز ما بين الدوافع المختلفة وراء استخدام الأراضي، الذي يسهم في حدوث الانبعاثات الناجمة عن الحرائق، وذلك للمساعدة على تطوير استراتيجيات منع الحرائق وإدارتها، والتي يمكن أن تسهم في تقليل هذه الانبعاثات. ولأن نسبة وشدة الحرائق في الأمازون قد تزداد في المستقبل[12]، فإن النتائج التي توصل إليها الباحثون تثير القلق. وبالإضافة إلى ذلك.. فإن فترة الدراسة ترافقت مع أدنى معدلات لإزالة الغابات منذ بداية توثيق سجلات المعهد الوطني لأبحاث الفضاء في البرازيل عام 1988. إن الكميات الهائلة للانبعاثات الناجمة عن الحرائق، والتي وثقها الباحثون خلال الدراسة، تشير إلى أن الجهود الرامية إلى تقليل إزالة الغابات يجب أن تتصدى أيضًا لقرارات استخدام الحرائق كأدوات لإدارة الأراضي. والمحصلة هي أنه إذا زادت نسبة الجفاف والحرائق في المستقبل؛ فإنها قد تتجاوز قدرة غابات الأمازون على العمل كمخزن للكربون. ■

جنيفر بولتش تعمل بقسم الجغرافيا في جامعة بنسلفانيا الحكومية في يونيفيرسيتي بارك، بنسلفانيا 16802، الولايات المتحدة الأمريكية
البريد الإلكتروني: jkbalch@psu.edu

1. Baccini, A. *et al. Nature Clim. Change* **2,** 182–185 (2012).
2. Davidson, E. A. *et al. Nature* **481,** 321–328 (2012).
3. IPCC *Climate Change 2013: The Physical Science Basis* (Cambridge Univ. Press, 2013).
4. Gatti, L. V. *et al. Nature* **506,** 76–80 (2014).
5. Wang, X. *et al. Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature12915 (2014).
6. Le Quéré, C. *et al. Nature Geosci.* **2,** 831–836 (2009).
7. Phillips, O. L. *et al. Science* **323,** 1344–1347 (2009).
8. Balch, J. K., Nepstad, D. C., Brando, P. M. & Alencar, A. *Science* **330,** 1627 (2010).
9. Morton, D. C., Le Page, Y., DeFries, R., Collatz, G. J. & Hurtt, G. C. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* **368,** 20120163 (2013).
10. Barlow, J. & Peres, C. A. in *Emerging Threats to Tropical Forests* (eds Laurance, W. F. & Peres, C. A.) 225–240 (Univ. Chicago Press, 2006).
11. Balch, J. K. *et al. Global Change Biol.* **14,** 2276–2287 (2008).
12. Malhi, Y. *et al. Science* **319,** 169–172 (2008).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

ملخصات الأبحاث

غلاف عدد 9 يناير 2014
طالع نصوص الأبحاث فى عدد 9 يناير من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

بيولوجيا الشيخوخة

مناهج متعددة لدراسة الشيخوخة

يُفترَض عادةً أن التقدم في العُمر يكون مصحوبًا بنقص إمكانية التكاثر وازدياد الوفيات، لكن مثل تلك الافتراضات قد تكون محدودة الأفق، كما أظهر أوين جونز وزملاؤه في هذا المسح واسع النطاق لأنماط تاريخ حياة أنواع من الحيوانات والنباتات. اتضح أن معدلات الوفيات والخصوبة تختلف اختلافًا كبيرًا مع العُمر، في الأنواع قصيرة العمر وطويلة العمر على حد سواء. ولا يوجد نمط واحد يناسب الجميع. فالعلاقات بين التقدم في العمر، والوفيات، والتكاثر معقدة بشكل واضح، ومطلوب مزيد من البحث؛ لتحقيق فَهْم أكثر عموميّة. يحتاج المُنَظِّرون إلى تطوير نماذج تستطيع بكفاءة التقاط تنوع الشيخوخة. ويمكن أن يكون مفيدًا إجراء التجارب على مجموعة أنواع أكثر اختلافًا.

Diversity of ageing across the tree of life

O Jones *et al*

doi:10.1038/nature12789

البيولوجيا الجزيئية

وظيفة تأشيرية لبروتين عديم الأجنحة

المورفوجينات (محدثات التخلق) هي بروتينات تُفرز، ولها دور مهم في النمو والتنميط خلال النشوء. ومن السمات الرئيسة للمورفوجين: إمكانية أن يعمل على مسافة من موقع المنشأ، من خلال انتشار متدرِّج. قيَّم الباحثون مباشرة وظيفة انتشار البروتين عديم الأجنحة في ذبابة الفاكهة. ووجدوا أن ذبابات الفاكهة التي استُبدِل بجينها المقيم شكل جيني آخر مهندَس وراثيًّا يُرمِّز لبروتين عديم الأجنحة مقيَّد غشائيًّا قابلة للحياة والإخصاب. تتفق هذه النتائج مع دور بروتين عديم الأجنحة، كإشارة بعيدة المدى، لكنها تثير شكوكًا حول الدور الأساسي للانتشار المتدرج.

Patterning and growth control by membrane-tethered Wingless

C Alexandre *et al*

doi:10.1038/nature12879

علم التبلر

بِنَى بروتينية من بلورات أصغر

عادةً ما ينفق علماء البلوريّات بالأشعة السينية قدرًا كبيرًا من الوقت، وصولًا إلى ظروف التَّبَلُّر المُثْلَى؛ للحصول على بلورات كبيرة، منظمة بعناية، ومطلوبة لتوليد مجموعات بيانات عالية الجودة. ومؤخرًا، ظهر أن نبضات مكثفة وقصيرة للغاية من الأشعة السينية من ليزر الأشعة السينية حر الإلكترون يمكن استخدامها للحصول على بيانات حيود بلورات بروتين نانوية إلى ميكرومترية الحجم، قبل إتلاف الإشعاع للبلورات. ويُؤمل أن ينتج هذا النهج ـ المسمَّى علم بلوريات الفيمتوثانية التسلسلي ـ بِنَى ومجمعات بروتينية لا تنتج بلورات عِيَانِيّة (كبيرة)، منظمة بعناية. وأحد أوجه القصور الرئيسة في علم بلوريّات الفيمتوثانية التسلسلي أنه لم يمكن حلّ بِنْيَة بروتين، دون معرفة مسبقة للبِنَى المعروفة ذات الصلة. وفي هذه الدراسة، أظهر الباحثون كيف يمكن استخدام علم بلوريات الفيمتو ثانية التسلسلي مع ليزر الأشعة السينية حر الإلكترون لحل "مشكلة الطور" تجريبيًّا، بحيث تتولد بِنْيَة بروتين عالية الاستبانة، دون معرفة مسبقة لشكل البروتين.

***De novo* protein crystal structure determination from X-ray free-electron laser data**

T Barends *et al*

doi:10.1038/nature12773

علم الفلك

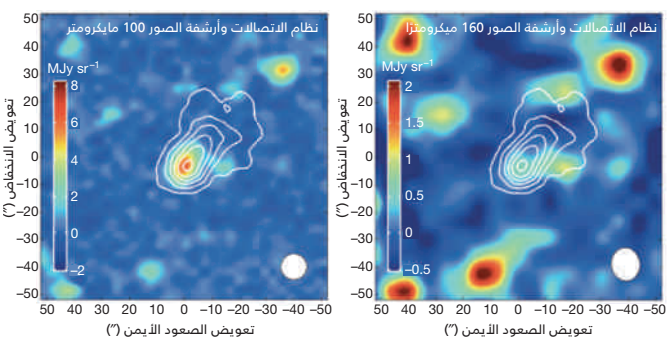
المَجَرّات المبكرة لا تجمع الغبار

حتى الآن، لم تُظهِر المجرات "القياسية" المرصودة عند الحيود الحمراء الأكبر من 6، حين كان عمر الكون أقل من مليار سنة، دليلًا على الغبار البارد المُرافق لتشكيل النجوم بالكون المحلي. تُعدّ مجرة "هيميكو" (z = 6.6) نموذجًا لتلك المجرات، التي تشير التقديرات إلى احتوائها على جزء منخفض من العناصر الأثقل من الهيليوم (تمعدنها)، ونسبة كتلة الغبار إلى النجوم مقيدة بحيث تكون أقل من 0.05% فيها. ونظرًا إلى عدم إمكان تحديد كتلتها الغازية، ينبغي لفهم الظروف الفيزيائية لتَشَكُّل النجوم بهذه الأنظمة الأولية دراسة نظائرها المحلية. ومن أمثلة ذلك.. مجرة I Zw 18 القريبة، وهي من أقل المجرات المعروفة وفرةً بالعنصر الثقيل للطور الغازي. وهنا، يورد ديفيد فايسر وزملاؤه أرصادًا عميقة جديدة من مرصد هرشل الفضائي، تبيِّن أن مجرة I Zw 18 بها كتلة غبار منخفضة للغاية، وكذلك نسبة الغبار إلى الغاز. وباستخدام قيم كتلة الغبار ونسبة الغاز إلى الكتلة النجمية، ونسبة الغبار إلى الكتلة الغازية الخاصة بمجرة I Zw 18، قدّر الباحثون الكتلة الغبارية لمثل هذه المجرات بحوالي 50 ألف كتلة شمسية، وهو ما يقل 100 مرة عن التوقعات التقليدية. وإذا كانت معظم المجرات ذات حيود حمراء مرتفعة القيمة تشابه مجرة هيميكو، إذَن فإمكانيات اكتشاف الغبار والغاز بها بعيدة.

The rarity of dust in metal-poor galaxies

D Fisher *et al*

doi:10.1038/nature12765



الشكل أسفله | صور 100 ميكرومتر و 160 ميكرومترًا لمجرة I Zw 18. مقياس اللون بوحدات ميجاجانسكي لكل ستريديان. يظهر أول كشف لأشعة تحت الحمراء البعيدة، عند λ = 100 ميكرومتر، من الانبعاث الغباري بالمجرة I Zw 18، والكشف الحدي للمجرة I Zw 18 عند 160 ميكرومترًا. تم الحصول على هذه الأرصاد الجديدة (تصنيف المقترح، PID: OT_dbfisher_1) بنظام الاتصالات وأرشفة الصور (PACS) بمرصد هيرشل الفضائي. تمثل خطوط الكونتور البيضاء الكثافة السطحية للهيدروجين الذري من خريطة المجموعة الكبيرة جدًّا. حجم شعاع خريطة أيوديد الهيدروجين هو 8.8×8.3 ثانية قوسية. لأغراض العرض، حجم البيكسل لخرائط الأشعة تحت الحمراء تم إعادة تعيينه ليوافق حجم البيكسل الخاص بخريطة أيوديد الهيدروجين. تم الكشف عن مجرة I Zw 18 بوضوح عند 100 ميكرومتر، ومطابقتها جيدا لمركز خطوط كونتور غاز أيوديد الهيدروجين. الانبعاث الذي اكتشف بكل من مرشحي أشعة تحت الحمراء البعيدة محتوى داخل منطقة صغيرة (15″ أو 1.3 كيلو فرسخ). نلاحظ أن القمم البعيدة عن الهدف في خريطة 160 ميكرومترًا ليست ضجيجًا: تتزامن جميعها مع القمم في خريطة 100 ميكرومتر، وبالتالي فهي على الأرجح أهداف الخلفية. عند 160 ميكرومترًا، اكتشف انبعاث عند المستوى 3^{σ} يتسق مع قمة انبعاثي أيوديد الهيدروجين والأشعة تحت الحمراء عند 24 ميكرومترًا و70 ميكرومترًا و100 ميكرومتر، التي تُعزى إلى المجرة I Zw 18. تتزامن القمة ومدى الانبعاث بالصور مع تلك الخاصة بانبعاث Hα من صور تليسكوب هابل الفضائي، وكذلك قمة انبعاث أيوديد الهيدروجين. تمثل الإهليلجيات البيضاء شكل وحجم شعاع خريطة الأشعة تحت الحمراء.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

علم الأعصاب

معالجة رضوض الدماغ

إنّ إصابات الدماغ الرَّضِّيّة غالبًا ما تكون نتيجة حوادث الطرق، وتُعتبَر قاتلًا أساسيًّا، وسببًا للاضطرابات العصبية. تصف هذه الدراسة نموذجًا لإصابة فأر مغلق الجمجمة مع باثولوجية (مرضية) تشبه إصابة دماغ معتدلة لدى البشر. استخدم الباحثون مجهرًا حيويًّا داخليًّا طويل الأمد؛ لدراسة ديناميات الاستجابة للإصابة منذ بدايتها. وباستخدام النموذج، أظهروا إمكانية الحدّ من موت خلايا الدماغ المَتْنِيَّة والسحائية بالمعالجة الموضعية بمناهضات مستقبِل البُورينات والجلوتاثيون المضاد للأكسدة.

Transcranial amelioration of inflammation and cell death after brain injury

T Roth *et al*

doi:10.1038/nature12808

الكيمياء

العودة إلى بطاريات التدفق

تختلف بطاريات التدفق عن النوع التقليدي في أن المكونات النشطة كهربيًّا ببطاريات التدفق محبوسة في المائع من الخارجي إلى البطارية ذاتها، مما يمكّن تلك الأنظمة من تخزين كمية كبيرة من الطاقة اعتباطيًّا. ولذلك.. فبطاريات التدفق جذابة، كوسيلة محتملة لتنظيم مُخرَجات مصادر كهرباء متقطعة، كالرياح، والطاقة الشمسية. وأحد الحدود المهمة لمعظم تلك الأنظمة يتمثل في مدى وفرة وتكلفة المواد النشطة كهربيًّا. وللتغلب على تلك الحدود، طوَّر بريان هوسكنسون وزملاؤه بطارية تدفق مائي بمنتجات كيميائية رخيصة وغير معدنية، بميزة مضافة تتيح ضبط خواص البطارية الرئيسة عبر التصميم الكيميائي.

A metal-free organic–inorganic aqueous flow battery

B Huskinson *et al*

doi:10.1038/nature12909

البيولوجيا البنيوية

آلية عمل بروتين Vif الخاص بفيروس HIV-1

خلال العدوى بفيروس نقص المناعة المكتسبة البشري (HIV-1)، يخرب البروتين الفيروسي Vif نشاط العوامل المضادة للفيروسات لدى المضيف باختطاف وُحَيدة بيتا لعامل التقييد الأساسي (CBFβ)، ومعقد ليجاز E3 (إنزيم رابط) CUL5-ELOB-ELOC تزامنيًّا. كانت كيفية هذا غير واضحة. ومؤخرًا، حدَّد چيوي هوانج وزملاؤه البنية البلورية لمعقد Vif-CBFβ-CUL5-ELOB-ELOC. ووجدوا أن بروتين Vif يحاكي فعل SOCS2 للتفاعل مع CUL5 وELOC. وبروتين Vif مطلوب للغاية، لتضاعف فيروس نقص المناعة المكتسبة البشري (HIV-1)، مما يجعله هدفًا مهمًّا لتطوير عقاقير مضادة للفيروسات، وينبغي أن تسهم تفاصيل الآلية الواردة هنا في تصميم عقاقير جديدة تستهدف بروتين Vif ومعقد خماسي الوحيدات.

Structural basis for hijacking CBF-β and CUL5 E3 ligase complex by HIV-1 Vif

Y Guo *et al*

doi:10.1038/nature12884

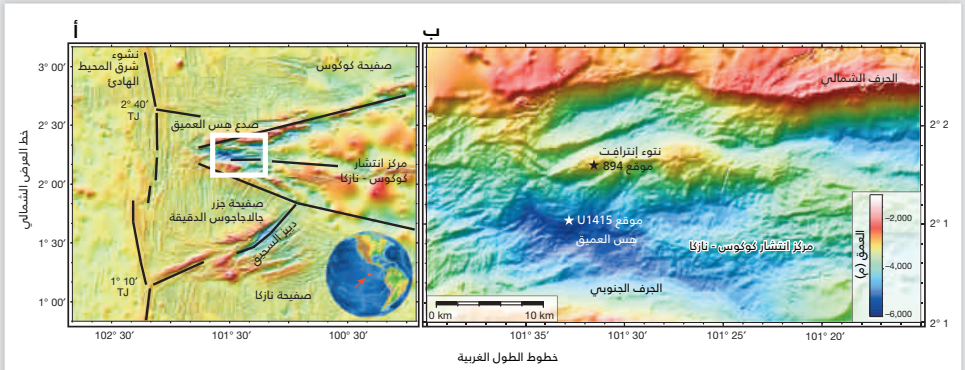
فيروس HIV-1 في مواجهة SAMHD1

يُنتَج إنزيم SAMHD1 في الخلايا البشرية، ويعمل كعامل تقييد ضد فيروس نقص المناعة المكتسبة البشري (HIV-1)؛ فيمنع العدوى الفيروسية للخلايا النخاعية وخلايا CD4$^+$ التائية. يقاوم الفيروس ببروتين Vpx التبعي الذي يستهدف إنزيم SAMHD1 لتفكيكه بواسطة البروتيازوم. ومؤخرًا، قدَّم إيان تايلور وزملاؤه بِنْيَة تُظْهِر كيف يستقطب Vpx إنزيم SAMHD1 لآلة إضافة يوبيكويتين بالخلية. وتظهر البنية البلورية لمعقد ثلاثي من Vpx مع موائم ركيزة إنزيم الربط ليجاز E3 (DCAF1) وSAMHD1 أنّ Vpx يلتف حول DCAF1، ويغير شكله، بحيث يستطيع استقطاب إنزيم SAMHD1 بواسطة نهايته الكربوكسيلية.

Structural basis of lentiviral subversion of a cellular protein degradation pathway

D Schwefel *et al*

doi:10.1038/nature12815



علوم الأرض

تشكيل القشرة عند نتوء سريع الانتشار

أوردت كاثرين جيليس وزملاؤها وجود فواصل قضيبية من القشرة الجوفية السفلية المتكونة عند نتوء سريع الانتشار، اختُبِرت عند صدع "هِس" العميق بالمحيط الهادئ الاستوائي. وجد الباحثون صخورًا مذهلة طبقيّة الشكل على مستوى السنتيمترات، ولبعضها تورُّق قوي متوازي الطبقات، مما يؤكد نموذجًا مطروحًا منذ زمن طويل، يقول إنّ تلك الصخور تُعتبَر مُكَوِّنًا رئيسًا للقشرة المحيطية السفلية المتشكلة عند النتوءات سريعة الانتشار. وتحليلات الباحثين الجيوكيميائية لتلك الجوفيّات السفلية الأولية، بالترافق مع البيانات الجيوكيميائية السابقة للجوفيّات ضحلة المستوى والسدود الصفيحيّة والحمم البركانية، توفر التقدير الأكثر تقيدًا لإجمالي تركيب القشرة المحيطية سريعة الانتشار حتى الآن.

Primitive layered gabbros from fast-spreading lower oceanic crust

K Gillis *et al*

doi:10.1038/nature12778

الشكل أعلاه | الوضع التكتوني لصدع هِس العميق (HDR) وموضع موقع U1415 ببرنامج حفر المحيط المتكامل (IODP) . تكوَّن صدع هِس العميق بواسطة امتداد غلاف صخري عميق أمام مركز انتشار كوكوس – نازكا المنتشر غربًا، معرِّضًا قشرة المحيط المتكونة عند الانتشار السريع لنشوء شرق المحيط الهادئ (130 مليمترًا سنويًّا). الحمم القشرية العلوية والسدود مُعرَّضة بامتداد الجرف الشمالي والجنوبي، وصخور الجابرو الضحلة بامتداد الجرف الشمالي ونتوء إنترافيت الغربي، وصخور الجابرو المنخفضة بامتداد المنحدر الجنوبي لنتوء إنترافيت. **أ**، خريطة التقاطع الثلاثي لجزر جالاباجوس (TJ) بشرق المحيط الهادئ الاستوائي، التي تظهر الحدود التكتونية الرئيسة. يشير المربع الأبيض إلى موضع الخريطة في (ب). **ب**، خريطة قياس الأعماق الإقليمية لصدع هِس العميق، التي تبين السمات المورفولوجية الرئيسة ومواضع موقع U1415 ببرنامج حفر المحيط المتكامل وموقع 894 ببرنامج حفر المحيط (ODP). تُظْهِر الخرائط قياس الأعماق المستمدة من بيانات القمر الاصطناعي لقياس الارتفاعات، وبيانات قياس الأعماق المؤرشفة متعددة الحزم، المتاحة من خلال بوابة البيانات الطوبوغرافية الكوكبية متعددة الجودة البصرية بمرصد لامونت– دوهرتي الأرضي.

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الوراثة الجزيئية

آلية مزدوجة لبروتين HMGA2 الورمي

غالبًا ما يحدث إفراط تعبير جين *Hmga2* في سرطان الرئة، معزِّزًا تكوُّن الأورام وانبثاثها. وفي نموذج لدراسة ورم الرئة لدى الفئران، أظهر جوليان داونورد وزملاؤه أن جين *Hmga2* يؤدي وظيفته، ليس فقط عبر وظيفة ترميز البروتين، بل أيضًا من خلال العمل كـ"إسفنجة"، أو حمض نووي ريبي (منافس ذاتي المنشأ). فبالتنافس مع جزيئات الحمض النووي الريبي المرسال (mRNAs) الأخرى على التقيد إلى عائلة الحمض النووي الريبي المجهري (let-7)، ينظم جين *Hmga2* مثلًا تعبير مستقبِل TGF-β المشارِك TGFBR3؛ ليعزز تطور سرطان الرئة. وفي أنسجة سرطان الرئة البشرية غير الصغيرة، ترتبط مستويات تعبير HMGA2 وTGFBR3، مما يشير إلى أن HMGA2 يمارس هذه الوظيفة المزدوجة أيضًا في المرض.

HMGA2 functions as a competing endogenous RNA to promote lung cancer progression

M Kumar *et al*

doi:10.1038/nature12785

الكيمياء العضوية

الخطة (ب) للتخليق العضوي المعقد

سعى علماء الكيمياء العضوية التخليقية تقليديًّا لتخليق هياكل جزيئية جديدة مهمة، عبر إنشاءِ حَذِر لروابط كربون-كربون، وكربون-ذَرَّة مغايرة تحت السيطرة، ولكن هناك طريقة أخرى. وهنا، أثبت إيلان ماركم وزملاؤه أن الانقسام الانتقائي للروابط يمكن استخدامه أيضًا لتوليف هيكل جزيئي جديد. تَستخدِم استراتيجيتهم كاشفًا فلزيًّا عضويًّا مفردًا؛ لإقامة سقّالات جزيئية معقدة عبر ترادف تفاعل تنشيط رابط كربون-هيدروجين الأليلي، وكربون-كربون. والأنواع الناتجة أليفة النواة ثنائية الوظيفة، لديها مركز فراغي رباعي كربوني، ويمكن أيضًا أن تُشتَق بإضافة جزيئين مختلفين أليفين للإلكترونات؛ لإعطاء جزيء أكثر تعقيدًا.

Merging allylic carbon–hydrogen and selective carbon–carbon bond activation

A Masarwa *et al*

doi:10.1038/nature12761

البيولوجيا التطورية

التعبير الجيني يتغير خلال النشوء

تم تحديد الأشكال المتعددة المؤثرة في مستويات التعبير الجيني بتعيين تعبير موضع الصفة الكَمّي (eQTL) تفصيليًّا لأنواع كثيرة. وبتركيزها على فترة 12 ساعة في الدودة الأسطوانية الربداء الرشيقة، توفر هذه الدراسة أول نظرة شاملة على كيفية تأثير هذه الأشكال المتعددة على ديناميات التعبير الجيني خلال النشوء. ويمكن لكلٍّ من تعبير مواضع الصفات الكَمّية المقرونة *cis* والمفروقة *trans* زيادة وإنقاص التعبير الجيني، تبعًا لسمات الموضع الزمني قيد الدراسة. ويمكن لتعبيرات مواضع الصفة الكَمّية المفروقة أن تعمل كمعدلات تعبير خلال فترة معينة من النشوء. ويُؤمل أن يُستخدم هذا النهج المطوَّر هنا لدراسة عمليات حيوية أخرى، كوظائف الأعضاء وتطور المرض.

The effects of genetic variation on gene expression dynamics during development

M Francesconi *et al*

doi:10.1038/nature12772

الأحياء المجهرية

تداخل المتفطرات في إنتاج البلاعم

في موقع عدواه الأوّلية يصيب مُمْرِض السل البلاعم، التي تنقل البكتيريا المعدية إلى أنسجة أعمق. وليس واضحًا كيف تبقى البكتيريا المعدية حية في هذه الخلايا المضيفة. وهنا، أظهرت لاليتا راماكريشنان وزملاؤها أن "المتفطرة السلية" وقريبتها المُمْرِضة "المتفطرة البحرية" طورتا استراتيجية لتجنب البلاعم المبيدة للبكتيريا، بينما تجند البلاعم المتسامحة نحو بقائهما. يُنجَز هذا التجنيد التفضيلي في عملية من خطوتين: الأولى، تخفي البكتيريا الأنماط الجزيئية المرتبطة بالمُمْرِض (PAMPs)، التي تتعرف عليها البلاعم المبيدة للميكروبات بإنتاج شحوم فئيوسيرول ثنائي ميكوسيروسيرات المتفطرية. الثانية، بإنتاج شحوم سكريّة فينولية تعزز تجنيد البلاعم المتساهلة عبر مسار بواسطة المستقبِل الثاني للكيموكين (عامل كيميائي التهابي) لدى المضيف.

Mycobacteria manipulate macrophage recruitment through coordinated use of membrane lipids

C Cambier *et al*

doi:10.1038/nature12799

الجينوميّات

أول جينوم لسمكة غضروفية

يُعتبر قرش الفيل من السمك الغضروفي المتوطن بالمياه المعتدلة قبالة جنوب أستراليا ونيوزيلندا، ويعيش بأعماق بين 200 و500 متر تحت سطح الماء، ويهاجر إلى المياه الضحلة خلال الربيع للتكاثر. وقد نُشرت تتابعات جينوم قرش الفيل مؤخرًا بدوريّة "نيتشر". تُظْهِر المقارنة بجينومات الفقاريات الأخرى أنه أبطأ الجينومات تطورًا بين جميع الفقاريات المعروفة، ومنها سمك سيلكانث. ويشير تحليل الجينوم إلى وجود نظام مناعة تَكَيُّفي غير عادي يفتقد مستقبل CD4 وسيتوكينات مرتبطة به، مما يشير إلى أن السمك الغضروفي يمتلك جهاز مناعة الفقاريات الفَكِّيَّة التكيفي البدائي. وغابت أيضًا في الجينوم جينات ترمِّز البروتينات الفوسفورية المفرزة المقيِّدة للكالسيوم، انسجامًا مع غياب العظام في السمك الغضروفي.

Elephant shark genome provides unique insights into gnathostome evolution

B Venkatesh *et al*

doi:10.1038/nature12826

الإلكترونيات

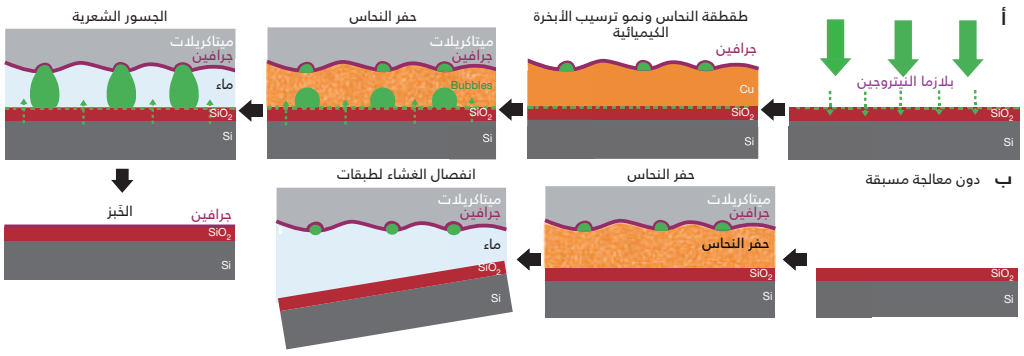
..وجهًا لوجه مع صفائح الجرافين

لطبقات الكربون بسُمك ذَرَّة مفردة ـ المعروفة بالجرافين ـ خواص عديدة تجعل الجرافين مثاليًّا لتطبيقات تكنولوجية واسعة، لكن ينبغي أولًا إتاحته بكميات كبيرة وأسعار واقعية. وحتى الآن، ثبتت استحالة إنتاج غشاء جرافين كبير ومتصل ليوضع لاحقًا كطبقات على رقائق السيليكون ـ المرغوبة جدًّا في التطبيقات الإلكترونية ـ دون تشققات وطيّات ونتوءات تُخِل بسلامة المنتَج النهائي. ومؤخرًا، طَوَّرَ فريق بسنغافورة عملية إنتاج عالي الجودة للجرافين على فراش من النحاس، يمكن فصله لاحقًا بحَفْر المعدن، بحيث يترسب غشاء جرافين سليم على رقاقة سيليكون كانت أسفل النحاس. ومفتاح هذا النقل بأسلوب "وجهًا لوجه" هو المعالجة التحضيرية بمادة خافضة للتوتر السطحي؛ لتعزيز تكوين غشاء جرافين مصقول، واستخدام الفقاعات الغازية الناشئة لتشكيل جسور شعرية؛ فيتبقى الجرافين مرفقًا بالركيزة، بينما يُزال النحاس. يمتلك الجرافين الناتج خصائص كهربية جيدة، وينبغي أن تكون تقنية النقل وجهًا لوجه مناسبة تمامًا للإنتاج السريع لأجهزة الجرافين، وذلك بتجهيزه على دفعات.

Face-to-face transfer of wafer-scale graphene films

L Gao *et al*

doi:10.1038/nature12763



الشكل أسفله | إيضاح طريقة (وجهًا لوجه) لنقل الجرافين بواسطة الجسور الشعرية. **أ،** يظهر الإيضاح التخطيطي 'بَدْر الفقاعة' بمعالجة البلازما ونمو ترسيب الأبخرة الكيميائية وحفر غشاء النحاس وتكوين الجسور الشعرية وإزالة الماء وميثاكريلات البوليميثيل PMMA. **ب،** إيضاح تخطيطي يبين أنه في غياب معالجة البلازما سينتج فصل الغشاء إلى طبقات رقيقة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

الكيمياء الحيوية

الطحالب البُنِّيَّة كمادة تغذية لوقود حيوي

يُنظر إلى الطحالب البُنِّيَّة الكبيرة كمادة تغذية حيوية قابلة للنمو؛ لإنتاج الوقود الحيوي، مع إمكان تربيتها بالمياه الساحلية، دون استخدام أراضٍ ذات قيمة زراعية، بيد أن السكريات الأكثر وفرة في الطحالب البُنِّيَّة الكبيرة هي ألجينات، ومانيتول، وجلوكان، ولا يمكن إدراك إمكانات هذه المادة الأولية كاملةً، دون إعادة هندسة واسعة لمسارات الألجينات والمانيتول التقويضية بخميرة الخباز. وفي هذه الدراسة، حدد الباحثون ناقل اليورونيت 4-دوكسَيل-إل-إرَيْثرو-5--هيكسوسيولوس بطحالب أستيروميسيز المتصالبة البُنِّيَّة، واستخدموه لتطوير سلالة خميرة الخباز، بحيث تستطيع الاستفادة بالسكريات الفريدة عند الطحالب الكبيرة البُنِّيَّة لتخمير (تكوين) الإيثانول بكفاءة عالية. وبتعديلات وراثية ملائمة، يمكن استخدام هذه البيولوجيا التخليقية كمِنَصَّة لإنتاج أنواع وقود حيوي أخرى كثيرة، وكيماويات متجددة المصدر.

Efficient ethanol production from brown macroalgae sugars by a synthetic yeast platform

M Enquist-Newman *et al*

doi:10.1038/nature12771

غلاف عدد 16 يناير 2014

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 16 يناير من دوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

الوراثة العصبية

التغاير الجيني في التَّوَحُّد والفِصَام

تَمَّ ربط بعض متغايرات عدد النسخ (CNVs) النادرة ـ لدى تكرار أجزاء من الجينوم ـ سابقًا بالفصام والتوحد، لكنّ الحاملِين لهذه المتغايرات لا يعانون دائمًا من أيّ المرضين، أو من إعاقة ذهنية واضحة. وقد درس كاري ستيفانسون وزملاؤه مجموعة حاملين أيسلنديين لهذه المتغايرات؛ وتبين أنه رغم خُلُوِّهم من المرض، تختلف أدمغتهم جزئيًّا عن أدمغة مجموعة الضبط والمقارنة التي لا تحمل مثل هذه الطفرات. ولا تؤثر جميع متغايرات عدد النسخ في النطاقات الإدراكيّة نفسها، عدا واحدة على وجه الخصوص، هي طفرة الحذف 15q11.2(BP1-BP2)، فهي تؤثر في بنية الدماغ بوتيرة متسقة مع تلك الملحوظة خلال النوبة الأولى من الذهان في حالات الفصام، وتلك المرتبطة بنيويًّا بعُسْر القراءة. وبدراسة هؤلاء الحاملين للطفرات بشكل أوثق، قد يثبت إمكان تحديد أَدَقّ للظروف الشاذة التي تعرِّضهم لمخاطر الإصابة بالفصام.

CNVs conferring risk of autism or schizophrenia affect cognition in controls

H Stefansson *et al*

doi:10.1038/nature12818

علم الحيوان

استفادة الطيور بالديناميّات الهوائية

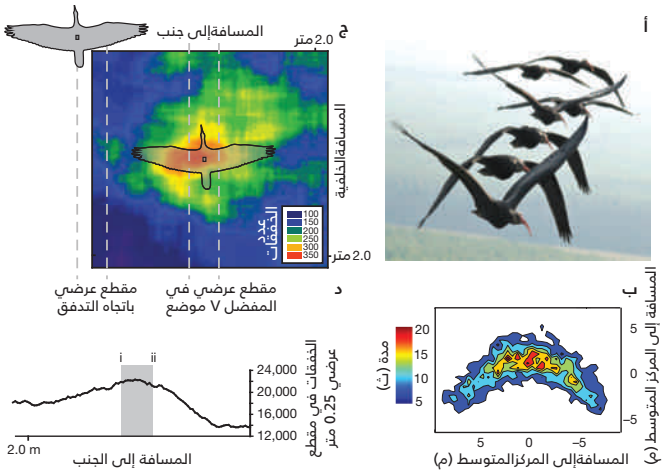
صقلت أنواعٌ من الطيور مهارات طيرانها، لدرجة أنها تستطيع الطيران في تشكيل مطابِق تقريبًا لحرف V. ظل سبب اعتماد الطيور مثل هذا التكتيك موضع حدس. وأحد الآراء المفضَّلة هو أن الطيران في تشكيل حرف V يُمكِّن الطيور من تقليل استهلاك الطاقة، لكنّ تحليل بيانات التقطت مؤخرًا عن طيور بحرية ـ طيور أبو منجل الأصلع الشمالي المهاجرة ـ يشير إلى وجود فوائد طاقِيّة. وتكشف البيانات أيضًا عملية معقدة وديناميّة للتحكم أثناء الطيران، إذ تخفق أجنحة الطيور في طور تشكيل V؛ مما يسمح للطائر الخلفي باستغلال انجراف تيار الهواء إلى أعلى بواسطة الديناميّات الهوائية الصادرة عن الطائر الإمامي. ومع ذلك.. فالطائر الذي يحلِّق في الخلف مباشرة سيرفرف للخروج من الطور؛ من أجل تقليل الآثار الضارة للانجراف إلى أسفل من أجنحة الطائر القائد. ويتطلب كل هذا أن يكون لدى الطيور وعي استثنائي بما يحدث للهواء حولها، والحصول على مجموعة من استراتيجيات كل مرحلة؛ للتعامل مع آثار الحركة الدينامية في الهواء، الناجمة عن خفقان الأجنحة.

Upwash exploitation and downwash avoidance by flap phasing in ibis formation flight

S Portugal *et al*

doi:10.1038/nature12939

الشكل أسفله | تشكيل طيران يماثل حرف V لطيور أبو منجل المهاجرة. **أ،** طيورأبو منجل الأصلع الشمالي (G. eremita) تطير في تشكيل يماثل حرف V خلال رحلة هجرة بقيادة بشرية (الصورة بواسطة م. أنسويلد). **ب،** رسم بياني ثلاثي الأبعاد لموضع من مقطع طيران مدته 7 دقائق، يظهر مواقع طيور أبو منجل الأصلع الشمالي فرادى (n = 14) في تشكيل يماثل حرف V، فيما يتعلق بالاندفاع نحو المركز المتوسط، تقاس على مسجل بيانات نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) بتردد 5 هرتز. يشير مقياس اللون للمدة (بالثوان) لطائر كان حاضرًا في كل وحدات الشبكة بقياس 0.25 متر× 0.25 متر. مخطط يفضّل شكل التشكيل لمدة الرحلة بأكملها. **ج،** رسم بياني لعدد خفقات الجناح (مرمزة لونيًا) مسجلة بكل منطقة بقياس 0.25 متر×0.25 متر بين جميع الطيور وكافة الطيور الأخرى. حدثت معظم الخفقات بزاوية 45 درجة تقريبا للطيور فى الأمام (أو فى الخلف). مقاطع عرضية يشار إليها بواسطة الخطوط المتقطعة، في الخلف مباشرة أو على طول الوضع المفضل الشبيه بحرف V الأكثر اكتظاظًا بالطيور (من طرف الجناح إلى طرف الجناح الآخر). **د،** رسم بياني يبين بالتفصيل إجمالي عدد خفقات الأجنحة المسجلة بين كل زوج من الطيور، بالنسبة لموضع الطيور التابعة. المنطقة المظللة (i–ii) تدل على حدود التموضع النسبي الأمثل، على أساس الديناميات الهوائية للجناح الثابت.



الوراثة الجزيئية

بروتين كوهيزن يمدّ حلقات حول الـDNA

يتطلب عديد من عمليات الحمض النووي الخلوية أن تتماسك الكروموسومات معًا بواسطة معقد بروتيني حلقي الشكل، يسمى كوهيزن Cohesin. ورغم أهميته، فإن هذا التفاعل لم يُعاد إنتاجه بشكل كامل مخبريًّا. ومؤخرًا، أعاد ياسوتو موراياما، وفرانك أولمان بنجاح تكوين الكوهيزن، وتحميله ببروتينات خميرة الانشطار المُنَقَّاة. وتوفر البيانات تبصرًا بكيفية تَوَسُّط مجمع التحميل لتقييد الكوهيزن طوبولوجيًّا إلى الحمض النووي، وتمهِّد لمزيد من الدراسات الآلية (الميكانيكية) لكيفية تأسيس تَمَاسُك الكروماتيدات الشقيقة.

Biochemical reconstitution of topological DNA binding by the cohesin ring

Y Murayama *et al*

doi:10.1038/nature12867

بوليميراز الريبي ينقلب لإصلاح DNA

تسبِّب قواعد النيتروجين التالفة ـ الناجمة عن التعرض لتداخل الأشعة فوق البنفسجية مع عملية النسخ ـ توقُّف إنزيم بوليميراز الحمض النووي الريبي. وإنزيم هليكاز الحمض النووي UvrD مطلوب لإصلاح قطع النوكليوتيد، ويمكنه إزالة مثل هذه الآفات، لكنْ لم يكن دوره المحدَّد معروفًا. ومؤخرًا، أظهر يفجيني ندلر وزملاؤه أن إنزيم هليكاز الحمض النووي UvrD هو عامل استطالة النسخ الذي يقيد بوليميراز الحمض

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

النووي الريبي، ويعزز حركته القهقرية عندما يصبح متوقفًا عند آفة. ويساعد عامل استطالة آخر، هو NusA، في تعزيز الاقتفاء القهقري، ويعاون إنزيم هليكاز الحمض النووي UvrD لاستهداف عوامل إصلاح قطع النوكليوتيد الأخرى للآلة الظاهرة.

UvrD facilitates DNA repair by pulling RNA polymerase backwards

V Epshtein *et al*

doi:10.1038/nature12928

البيولوجيا البنيوية

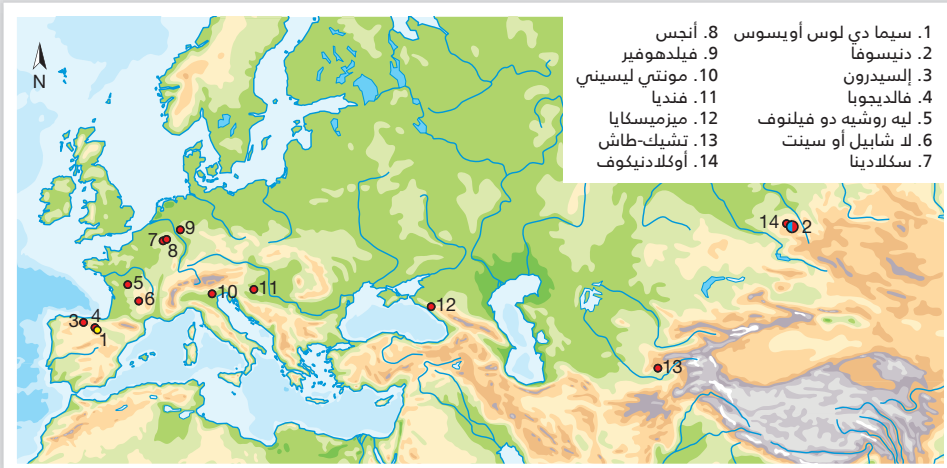
الكشف عن بِنى بروتين حامل للأسيل

خلال التخليق الحيوي للأحماض الدهنية والبوليكيتيد، تستقر سلسلة البوليمر المتنامية بواسطة البروتينات حاملة الأسيل (ACPs)، لكن الطبيعة العابرة لهذه العملية تُصعِّب تصور الآليات الجزيئية المَعْنِيَّة. وقد استخدمت دراستان ـ نُشرتا مؤخرًا في دوريّة "نيتشر" ـ استراتيجيات للالتفاف حول هذه المشكلة، حيث حَلَّ علي مسعودي وزملاؤه البنية البلورية بالأشعة السينية لبروتين حاملة الأسيل ـ من بكتيريا الإشريكية القولونية ـ المقيَّد إلى LpxD (أحد الإنزيمات الناقلة للأسيل في مسار التخليق الحيوي للشحم A)، في ثلاث حالات مختلفة: أسيل ACP-سليم، وأسيل-بروتين حامل الأسيل متحلِّل مائيًّا، وشكل كامل من بروتين حامل الأسيل. إنّ تَرَاصّ هذه البِنَى جعل من الممكن تصوُّر تغييرات تشكلية تجري على البروتين حامل الأسيل أثناء التحفيز الكيميائي. واستخدم تشي نجوين وزملاؤه مسبارًا تشابكيًّا؛ لربط أحد البروتينات الحاملة للأسيل بموقع نشط لحمض الهستيدين الأميني لأحد إنزيماته الحافزة، ديهيدراز (نازعة الماء) FabA من بكتيريا الإشريكية القولونية. وحصل الباحثون على بِنْيَة بلورية بالأشعة السينية عالية الدقة لمعقد ACP/FabA المتوازن، واستخدموا تحليلًا طيفيًّا بالرنين المغناطيسي النووي؛ لسبر ديناميات تفاعل معقد ACP/FabA. تدعم تجاربهم نموذج "الشفرة الزنبركية". ويمكن تطبيق نهج المسبار التشابكي هذا على شركاء البروتينات الحاملة الأخرى في مسارات الأيض والإشارات.

Chasing acyl carrier protein through a catalytic cycle of lipid A production

A Masoudi *et al*

doi:10.1038/nature12679



السلالات البشرية

حمض الميتوكوندريا النووي لأشباه البشر الأوائل من أتابويركا

الرفات البشرية من كهف سيما دي لوس هويسوس "حفرة العظام" في أتابويركا، بإسبانيا، لها أهمية خاصة، لأنها من العصر الجليدي الأوسط غير المعروف جيدًا، ويعود تاريخها إلى ما قبل أكثر من 400 ألف سنة. ومؤخرًا، استُخلِصت تتابعات جينومية شبه كاملة من الحمض النووي للميتوكوندريا (mtDNA)، من عظمة فخذ محفوظة جيدًا بالمجموعة، وهي أقدم مادة وراثية يتم استنقاذها لأشباه البشر حتى الآن. ورغم الاعتقاد بأن الرفات البشرية بكهف سيما دي لوس هويسوس تمثِّل غالبًا تجمُّعات سكانية قريبة من سلالة أسلاف أشباه البشر النياندرثال، إلا أن الحمض النووي للميتوكوندريا يقترح روابط مع سلالة الدينيسوفان الغامضة بشرق أوراسيا. وقد يعود بنا الحمض النووي للميتوكوندريا إلى عصور أكثر تبكيرًا، ويسلط الضوء على سلف مشترك بين سلالات الدينيسوفان، والنياندرثال، وأشباه البشر بكهف سيما دي لوس هويسوس، التي تُعتبَر ـ تقليديًّا ـ إنسان هايدلبرج.

Amitochondrial genome sequence of a hominin from Sima de los Huesos

M Meyer *et al*

doi:10.1038/nature12788

الشكل أعلاه | موقع عصر البليستوسين الجليدي الأوسط في سيما دي لوس أويسوس (الأصفر)، وكذلك مواقع العصر الجليدي المتأخر التي أسفرت عن الحمض النووي لأشباه البشر النياندرثال (الأحمر)، والحمض النووي للدنيسوفان (الأزرق).

Trapping the dynamic acyl carrier protein in fatty acid biosynthesis

C Nguyen *et al*

doi:10.1038/nature12810

الكيمياء العضوية

منتجات عديمة التناظر من ألكينات بسيطة

تصف هذه الدراسة تفاعلًا حفزيًّا متعددًا، يوفر مسارًا سريعًا لمنتجات معقدة الاستخدام بالكيمياء الطبية والأحياء، بدءًا من ألكينات (هيدروكربونيات دهنية غير مشبعة) بسيطة أولية مغذية لعمليات تالية ومتاحة بسهولة، إلى عدد من المنتجات عديمة التناظر المرآتي. وقد طوَّر جيمس موركن وزملاؤه تحوير قارورة مُفرَدَة حفزية انتقالية تماثلية من ألكينات حَدِّيَّة (طرفية) أحادية الاستبدال. يعمل "تفاعل الاقتران العَابِر المتقاطر" هذا على مجموعة واسعة من الركائز، تتطلب كميات قليلة من العوامل الحَفّازة المتاحة تجاريًّا، وتوفر منتجات عالية الإنتاجية والانتقائية.

Asymmetric synthesis from terminal alkenes by cascades of diboration and cross-coupling

S Mlynarski *et al*

doi:10.1038/nature12781

البيولوجيا العصبية

ربط النشاط العصبي بعد الولادة بالأوعية

المعلوم في النمو المبكر بعد الولادة أن الدوائر العصبية والأوعية الدموية الدماغية الدقيقة تخضعان للنمو والتحسين، لكنْ ليس واضحًا إنْ كان النشاط العصبي يؤثر على نمو جملة الأوعية الدموية، أم لا. وهنا يُظْهِر جيمي جروتزندلر وزملاؤه أن النشاط المزمن المتكرِّر يستطيع تثبيط تكوين الأوعية، لكن خلال النمو فقط. وأزيلت تأثيرات النشاط المضادة لتكوين الأوعية باعتراض إشارات أكسيد النيتريك. ولُحِظ أنّ هذه الآثارعلى نمو الجملة الوعائية تظل طويلًا بعد إزالة التحفيز المتكرر، مما يشير إلى وجود فترة حرجة لنمو الأوعية الدموية الدقيقة في الدماغ.

Perturbed neural activity disrupts cerebral angiogenesis during a postnatal critical period

C Whiteus *et al*

doi:10.1038/nature12821

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

علوم الأرض

شَق الأنهار.. الحقيقة والافتراض

تُعَدّ معدلات شَق النهر مؤشرات مهمة على مدى تغيُّر التعرية المتصلة بالمناخ بالمشهد الأرضي. ويُعتَقَد أن المعدلات المقاسة لشق قاع النهر تقيِّد العمليات التكتونية النشطة. ويفترِض كل هذا ـ على أي حال ـ أن معدل شق النهر يسجل بشكل مُجدٍ معلومات عن عوامل التأثير الخارجي. حلَّلت هذه الدراسة 155 قياسًا لشق النهر من 14 موقعًا بأنحاء العالم، ووجدت أن اعتماد معدل الشَّق على فترة القياس يُصعِّب استنتاج تأثير مناخي أو تكتوني من تغيرات بمعدلات شق النهر عبر الزمن. وكان رومان دي بيازي قد ناقش مؤخرًا على صفحات "نيتشر" التضمينات التطبيقية لذلك العمل بالنسبة إلى جهود فك شفرة تغيرات وتيرة تطور المشهد الأرضي من مشاهد التعرية الأرضية النهائية.

A signature of transience in bedrock river incision rates over timescales of 104–107 years

N Finnegan *et al*

doi:10.1038/nature12913

البيولوجيا الجزيئية

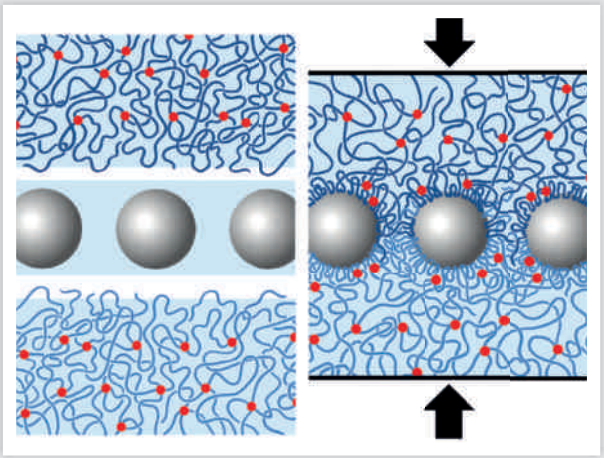
جليكوبروتين Muc5b والمسالك الهوائية

تمثل أسطح الرئتين المخاطية خط الدفاع الأول ضد مسبِّبات الأمراض المحمولة هوائيًّا، لكن فرط إنتاج المخاط نفسه يسبب أمراض الجهاز التنفسي. وتحدِّد هذه الدراسة مُكَوِّنًا بروتينيًّا سكريًّا معيَّنًا لمخاط مجرى الهواء، يسمى Muc5b، باعتباره أساسيًّا لإزالة المخاط الهدبي بالفئران. والأمر المفاجئ هو أن Muc5b يسهم أيضًا في الدفاع الفطري ضد العدوى البكتيرية، من خلال تنظيم وظيفة البلاعم لدى الفئران والبشر المرضى بالربو التَّحَسُّسي. ويؤدي غياب Muc5b لتراكم المواد بالمسالك الهوائية، ويبلغ ذروته بعدوى مزمنة بأنواع بكتيرية متعددة. وقد يكون هذا البحث مهمًّا بالنسبة إلى علاج أمراض الشُّعَب الهوائية.

Muc5b is required for airway defence

M Roy *et al*

doi:10.1038/nature12807



الكيمياء الصناعية

غِرَاء جسيمات نانويّة يجعل الهُلاميّات تلتصق

الهلاميات المائية مواد لا تُقَدَّر بثمن بالنسبة إلى تطبيقات عديدة ناشئة، تكنولوجية وطبية حيوية. ويصعب تكوين تجمُّعات من تلك الهلاميات، لأن الغرويات التقليدية لا تُثبِّت (تلصق) الهلاميات المائية ببعضها. وتاريخيًّا، تَطَلَّبَ لصق الهلاميات معالجات معقدة وشديدة، كالتسخين، والتفاعلات الكيميائية. ومؤخرًا، أظهر لودفيك ليبلر وزملاؤه أن الهلاميات المتوزِّمة للغاية يمكن لصقها ببعضها بكفاءة وسرعة، وذلك بنشر محلول نانوي الجسيمات على سطح الهلام، ومن ثَم كبس هلام آخر عليه ببساطة. تعتمد الطريقة على قابلية الجسيمات النانوية للتقيد إلى سلاسل البوليمر في الهلاميات، وتعمل بمثابة واصلات بين سلاسل نوعي الهلام المختلفين. يصلح هذا النهج أيضًا لبعض الأنسجة الحيوية، كما برهن الباحثون على ذلك بلصق قطعتين من كبد عِجْل.

Nanoparticle solutions as adhesives for gels and biological tissues

S Rose *et al*

doi:10.1038/nature12806

الشكل أعلاه | لصق الهُلاميات بمحاليل جسيمات نانوية. مخطط توضيحي لمفهوم لصق شبكات البوليمر المتضخم ببعضها باستخدام الجسيمات. قُطر الجسيمات النانوية متجانس مع الحجم التعشيقي لشبكة الهُلام (الجِل). تُمتَص سلاسل الشبكة على الجسيمات النانوية وتُثبِّت الجسيمات إلى قطع الهُلام. تعمل الجسيمات كوصلات بين أسطح الهُلام. تشكل السلاسل المُمتَصَّة أيضا جسورًا بين الجسيمات. وتشير الأسهم السوداء إلى الضغط المُطبَّق لكبس طبقات الهُلام معًا.

علوم البيئة

أراضي الأمازون الرطبة مصدر لـ CO_2

يُعتقَد أن ثاني أكسيد الكربون المنبعث من المياه داخل اليابسة، بما فيها الأنهار، ينبع من الأرض، حيث تُثبِّته النباتات الأرضية، ثم يُعاد تدويره ضمن التربة، ويُصَدَّر إلى المياه السطحية. وقد تم تجاهل إسهام الأراضي الرطبة المؤقتة في ميزانية مخزون المياه الداخلية من الكربون بشكل كبير. ووجدت هذه الدراسة أن الأراضي الرطبة تُصدِّر كميات كربون كبيرة إلى مياه الأنهار بوسط الأمازون، ويمكنها الانتقال من عشرات إلى مئات الكيلومترات باتجاه المصب، قبل انبعاثها. ويُحتمَل أن يكون تصدير كربون الأرض الرطبة كبيرًا بما يكفي لتفسير كافة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من وسط نهر الأمازون، وسهول الفيضان.

Amazon River carbon dioxide outgassing fuelled by wetlands

G Abril *et al*

doi:10.1038/nature12797

علم النبات

هرمون ثانٍ لتنظيم ساق النبات

الترتيب الاعتيادي للأعضاء حول الساق في النباتات يُعرف بترتيب أو تنظيم ورق النبات. وتَرَاكُم هرمون الأكسين يُطْلِق بدء تكوُّن أعضاء، ويولِّد نضوب الأكسين حول الأعضاء مجالات مثبطة، كان يُعتقَد أنها كافية للحفاظ على هذه الأنماط. وفي هذه الدراسة، أظهر تيفا فيرنو وزملاؤه أن النوع الثاني من مجال هرموني الأساس ربما كان منخرطًا في هذه العملية. ووجدوا أن حركة مثبط السيتوكاينين AHP6 بين الخلايا في القمة النامية تولِّد مجالات في اتجاه منحدر بعد الأكسين، تُكوِّن أنماطًا مكانية لنشاط إشارات السيتوكاينين في النسيج الإنشائي، وبالتالي يُمِّن تنظيم أوراق النبات.

Cytokinin signalling inhibitory fields provide robustness to phyllotaxis

F Besnard *et al*

doi:10.1038/nature12791

الأحياء المجهرية

ذيل لفيروس بكتيري عديم الذيل

تعرض هذه الدراسة أول بِنْيَة ذَرِّيَّة لقناة نقل الحمض النووي المُرَمَّزة فيروسيًّا بامتداد جدار الخلية. تستخدِم فيروسات بكتيرية عديدة ذيلًا لنقل حمضها النووي عبر جدار الخلية البكتيرية، بينما تعتمد الفيروسات البكتيرية الخيطيّة عديمة الذيل على قنوات مُرَمَّزة بواسطة المضيف. والفيروس البكتيري ΦX174 هو فيروس مجهري صغير، عديم الذيل، يستخدم بروتينًا مرشدًا (H)؛ لتوجيه حمضه النووي من خلال جدار الخلية في عملية الاختراق. ومؤخرًا، أظهر مايكل روسمن وزملاؤه أن هذا البروتين يشكل أنبوبًا ينحشر في أغشية الخلايا الداخلية والخارجية، بامتداد الحيز المحيط بالبلازما، وربما يعمل على توصيل جينوم الحمض النووي إلى داخل السيتوبلازم. بِنَى نقل الـDNA من الفيروسات البكتيرية المذيَّلة لها خصائص مماثلة، مما يشير إلى سمات محفوظة تطوريًّا؛ لإيصال الحمض النووي بين أنواع مختلفة من الفيروسات.

Icosahedral bacteriophage ΦX174 forms a tail for DNA transport during infection

L Sun *et al*

doi:10.1038/nature12816

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

الفيزياء الفلكية

ثقب أسود مُرَافِق لنجم انبعاثي من طراز (Be)

تتنبأ نماذج التطور الثنائي بوجود ثقوب سوداء متراكمة من الغلاف الاستوائي لنجوم ب الانبعاثية (Be) سريعة الدوران. وهي متغيرات يافعة زرقاء شاذة، تُظهِر خطوط انبعاث هيدروجين طيفية مُمَيِّزة. وحتى الآن، تم تحديد معظم الرفقة النجميّة المتراصَّة الموجودة بثنائيّات الأشعة السينية من طراز ب الانبعاثي كنجوم نيوترونيّة. يحتوي قليلٌ منها على نجوم دون القزميّة، لكن حتى الآن لم يُعثر على مستضيف لثقب أسود. وتغيرت الصورة باكتشاف خط انبعاث بصري غير مسبوق من الهيليوم II عند 4686 Å (أنجستروم) في طيف قرص تراكمي حول رفيق نجم MWC 656 الانبعاثي من طراز ب. ويشير هذا ـ بجانب معلومات أخرى ـ إلى وجود ثقب أسود، تتراوح كتلته بين 3.8، و6.9 كتلة شمسية.

A Be-type star with a black-hole companion

J Casares *et al*

doi:10.1038/nature12916

غلاف عدد 23 يناير 2014

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 23 يناير من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

السرطان

تحديد جينات سرطان جديدة

تطفر معظم جينات السرطان بتكررات متوسطة، فتظهر الطفرات في أقل من عيِّنة بين خمس عينات من نوع ورم معين. لذلك.. ينبغي أن يقوم التحديد الدقيق لجينات السرطان على أخذ العينات بشكل واسع النطاق؛ لأجل الأخذ في الاعتبار تغاير معدل التطفر هذا. تقدم هذه الدراسة تحليلًا إحصائيًّا لواحد وعشرين نوعًا من الأورام من أكثر من 4700 زوج ورمي-طبيعي. حدَّدَ الباحثون 33 جينًا لم تُعرف سابقًا تتعلق بالتكاثر، وموت الخلايا المبرمج، واستقرار الجينوم، وتنظيم الكروماتين، ومراوغة الجهاز المناعي، ومعالجة الحمض النووي الريبي، وتوازن البروتين. وتقترح تحليلات إضافية أيضًا إمكان تحقيق شبه تشبع (استنفاد احتمالات الاكتشاف) عند ما بين 600 و5000 عينة من نوع ورم معين، حسب معدل التطفر الأساسي.

Discovery and saturation analysis of cancer genes across 21 tumour types

M Lawrence *et al*

doi:10.1038/nature12912

اللقاحات

مشكلة لقاحات فيروس (HIV-1)

أثبتت التجارب الإكلينيكية للقاحات فيروس نقص المناعة البشرية1- (HIV-1) أنها مخيبة للآمال حتى الآن، فإما أنها تحقق مستوى كفاية منخفضًا، أو لا تحقق أي حماية. هنا، يحلل ماريو رويدرير وزملاؤه آثار نظم لقاح متعددة في نموذج فيروس نقص المناعة القردي (SIV) بقرود المكاك، وحددوا بصمة حمضين أمينيين رئيسين، تمنح مقاومة للأجسام المضادة المُحيِّدة. وظهر أن هناك آلية هرب مماثلة من جهاز المناعة تعمل لدى فيروس نقص المناعة البشرية، مما يشير إلى أن هذا النوع من استجابة الأجسام المضادة المستحثة باللقاح قد يفسر قلة الكفاية التي تُرى في تجارب لقاح فيروس نقص المناعة البشرية.

Immunological and virological mechanisms of vaccine-mediated protection against SIV and HIV

M Roederer *et al*

doi:10.1038/nature12893

الإيدز

نَهْج بديل لعلاج مرض الإيدز

فقدان خلايا CD4 التائية ـ وهي خلايا تائية مساعدة تحمل مستقبلات تتعرف على مستضد CD4 على سطح الخلايا المصابة بالفيروس ـ يقع في جذور نشوء مرض نقص المناعة البشرية المكتسبة (إيدز). في هذه الدراسة، حدَّد وارنر جرين وزملاؤه آلية يتم بها استنفاد خلايا CD4 التائية الليمفاوية الهامدة خلال العدوى بفيروس نقص المناعة البشرية. وباستخدام استنبات خارج الجسم الحي لأنسجة ليمفاوية بشرية تحافظ على البيئة الطبيعية الليمفاوية، أظهر الباحثون أن تكاثر الفيروس المُجهَض يطلق موت الخلية الحمي المبرمج بواسطة إنزيم كاسبيز1- المسؤول بدوره عن موت الخلايا. ومثبطات إنزيم كاسبيز1- ـ التي ثبت أنها آمنة في التجارب الإكلينيكية ـ يمكن أن تمنع موت الخلايا مخبريًّا، مما يقترح فئة جديدة ممكنة من علاجات "مضادات الإيدز" تستهدف المضيف، بدلًا من الفيروس.

Cell death by pyroptosis drives CD4 T-cell depletion in HIV-1 infection

G Doitsh *et al*

doi:10.1038/nature12940

الجينوميات

ريبوسوم الميتوكوندريا المعدَّل

نشأت الميتوكوندريا التي تمد الخلايا حقيقية النواة بالطاقة عبر التنفس الهوائي من بدائيات النوى، وتحتوي على جينوم مختزل بشكل كبير يُرمِّز حصريًّا بروتينات الغشاء للسلسلة التنفسية. ريبوسومات الميتوكوندريا، أو الميتوريبوسومات، متخصصة بدرجة عالية لترجمة الجينات المرمَّزة بواسطة الميتوكوندريا. حَلَّ نيناد بان وزملاؤه البنية ثلاثية الأبعاد لوحيدة الميتوريبوسوم الكبيرة 39S بمجهرية إلكترون تبريد العيِّنة عند استبانة قدرها 4.9 أنجستروم Å. تقدِّم الصور تبصرًا تفصيليًّا بالتغيرات المهمة التي حدثت في هذا الريبوسوم، ويفترض أن تساعد تسهيل ترجمتها للبروتينات الكارهة جدًّا للماء بواسطة جينوم الميتوكوندريا.

Architecture of the large subunit of the mammalian mitochondrial ribosome

B Greber *et al*

doi:10.1038/nature12890

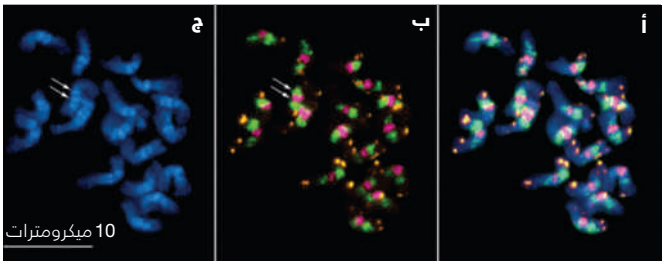
جينوم مرجعي لبنجر السكر

بدأ الإنتاج الصناعي للسكر من بنجر السكر (*Beta vulgaris*) في أوروبا أوائل القرن التاسع عشر. وفي المئتي سنة الفاصلة زاد محتوى السكر في الأصناف شائعة الاستخدام من 8% إلى 18%. ومؤخرًا، نشرت تتابعات مرجعية عالية الجودة لجينوم بنجر السكر بدوريّة "نيتشر"، مع تتابعات جينوم نبات السبانخ ذات الصلة (*Spinacia oleracea*)، وجينومات مجمعة من أربعة خطوط تهجين إضافية لبنجر السكر. سوف تكون هذه المعلومات المحفوظة في تتابعات الجينوم مفيدة لتوصيف الجينات المسؤولة عن إنتاج السكر، وتحديد أهداف جهود التهجين، وصولًا إلى تطبيقها فيه كمحصول طاقة مستدامة.

The genome of the recently domesticated crop plant sugar beet (*Beta vulgaris*)

J Dohm *et al*

doi:10.1038/nature12817



الشكل أسفله | تحليلات التهجين الفلوري في الموضع (FISH) لكروموسومات البنجر الشائع بيتا فولجاريس في الطور الوسيط المبكر. أ، صبغت الكروموسومات بدابي، الأزرق؛ كتل كبيرة مرئية من الكروماتين المغاير (أسهم). **ب**، التهجين في الموقع باستخدام توابع PBV الرئيسة (القسيم المركزي، أحمر)، pEV (خلايا مقحمة، أخضر) وpAV (دون التيلوميري، برتقالي). **ج**، صور متراكبة من أ & ب تظهر تغطية الكروموسومات بالحمض النووي التابع. مقياس البار، 10 ميكرومترات.

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

الفيزياء الفلكية

نابض مِلّي ثانية بصحبة قزمين أبيضين

تعمل نابضات المِلّي ثانية كساعات سماوية عالية الدقة، يمكن للفلكيون استخدامها لاختبار مظاهر الفيزياء والفيزياء الفلكية. ويمكن لمنظومة ثلاثية تحتوي نجمًا نابضًا راديويًّا أن توفر قياسات لبِنَى الأجرام الداخلية واختبار نظريات الجاذبية، لكن المنظومة الوحيدة المعروفة مسبقًا وتحتوي نابض ملي ثانية تُظهِر تفاعلات ضعيفة فقط. ومؤخرًا، نشر سكوت رانسوم وزملاؤه توقيتًا دقيقًا وأرصادًا متعددة الأطوال الموجية لجسم فريد، نابض الملي ثانية J0337+1715 PSR، بمدار بصحبة قزمين أبيضين. إنّ التفاعلات التجاذبية القوية ظاهرة في تلك المنظومة الثلاثية، مما يجعل تقدير كتل النابض ورفيقيه القزمين الأبيضين ممكنًا، وكذلك انحناءات المدارات. تشير المدارات المدهشة شبه الدائرية متحدة المستوى إلى ماضٍ تطوُّري معقد ومثير يختلف عن المنظومات النجمية المعروفة.

A millisecond pulsar in a stellar triple system

S Ransom *et al*

doi:10.1038/nature12917

علم الفلك

بخار ماء على كويكب سيريس

يشير وجود معادن رطبة على سطح سيريس ـ أكبر جرم بحزام الكويكبات الأساسي بالنظام الشمسي ـ إلى إمكانية وجود مياه هناك أيضًا. ومؤخرًا، وفّرت الأطياف تحت الحمراء ـ التي حصل عليها مرصد هرشل الفضائي التابع لوكالة الفضاء الأوروبية ـ دليلًا واضحًا على وجود جليد مائي عند سطح سيريس، أو قريبًا منه. ينبعث بخار الماء بمعدل لا يقل عن 10 (إلى 26) جزيئًا في الثانية من مصادر على كويكب سيريس، متموضعة عند مناطق خطوط العرض الوسطى. قد يعود تبخُّر المياه إلى تسامي شبه مذنب أو نشاط بركاني بارد، حيث تنفث البراكين متطايرات كالمياه، عوضًا عن صخور منصهرة. تدعم تلك النتيجة نماذج تبيِّن أن الأجسام الجليدية ـ كالمُذَنَّبات ـ قد نزحت إلى حزام الكويكبات من وراء "خط ثلج" افتراضي يقسم النظام الشمسي المبكر إلى مناطق داخلية "جافة" وخارجية "جليدية".

Localized sources of water vapour on the dwarf planet (1)Ceres

M Küppers *et al*

doi:10.1038/nature12918

الفيزياء

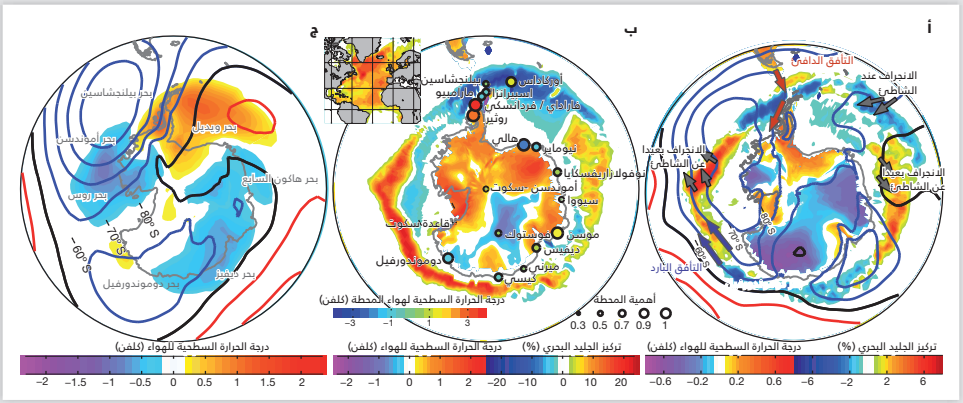
جرافين على الحافة

بحثًا عن أطوار إلكترونية جديدة قوية بمواجهة تشويش خواصها الطوبولوجية، شخّص بابلو خَريّو-إيريرو وزملاؤه أطوار حافة (حد) الجرافين الناجمة عن تفاعلات قوية بين الإلكترونات. وعلى نقيض العوازل الطوبولوجية المدروسة جيدًا، حيث يلعب كسر تماثل عكس الزمن دورًا أساسيًّا، فهذه الأطوار المكتشَفة حديثًا للجرافين محميّة بقواعد التماثل. والأطوار الإلكترونية الجديدة ـ التي تُفرّق الإلكترونات من خلال حركتها المغزلية ـ تظهر عندما يتعرض الجرافين لمجال مغناطيسي كبير مُزوّى بالنسبة إلى السطح. إن الاعتماد على تفاعلات ما بين الإلكترونات يجعل السيطرة على الخواص من خلال فرق الجهد ممكنة، مما يكشف عن منظومة إلكترونية جديدة تمامًا، لها فجوة استقطاب إلكترونية قابلة للضبط وخواص غزلية مصاحبة.

Tunable symmetry breaking and helical edge transport in a graphene quantum spin Hall state

A Young *et al*

doi:10.1038/nature12800



الشكل أعلاه | الأنماط الجنوبية الشتوية لضغط مستوى سطح البحر (SLP) ودرجة حرارة الهواء السطحية (SAT) وتركيز الجليد البحري (SIC) المتصلة بالتسخين الاستوائي الأطلسي لدرجة الحرارة السطحية (SST) بالقطب الجنوبي. أ، ضغط مستوى سطح البحر (تشير خطوط الكونتور الحمراء والزرقاء لانحرافات موجبة وسالبة على الترتيب، بفترات كل منها 40 باسكالًا)، ودرجة حرارة الهواء السطحية (لون منطقة الأرض)، وتركيز الجليد البحري (لون منطقة المحيط) كل على حدة مرتدة ضد درجة الحرارة السطحية الاستوائية الأطلسية المُعايَرَة. يُظهر الارتداد باتجاه درجة الحرارة السطحية الأطلسية الشمالية إشارات مشابهة، غير مظاهرة بالشكل. تتسق أنماط درجة الحرارة السطحية للهواء/تركيز الجليد البحري المستحثة بواسطة درجة الحرارة السطحية الأطلسية مع ضغط مستوى سطح البحر، بواسطة آليات التأقلم الحراري (أسهم حمراء\زرقاء) والإجهاد الميكانيكي (أسهم رمادية). **ب،** اختلافات مرحلية (1996 – 2012 ناقص 1979 – 1995) لتركيز الجليد البحري ودرجة حرارة الهواء السطحية. أرصاد درجة الحرارة السطحية للهواء من 18 محطة متراكبة أيضًا (دوائر، بألوان تظهر الوتائر، والحجم المناظر لمستوى الدلالة). يظهر نمط التذبذب الحيزي متعدد العقود أعلى اليسار. يشمل التماثل بين قابلية التغير بفترات دون العِقد (أ) ووتائر متعددة العقود (ب) ارتباط عن بعد بين التذبذب الأطلسي متعدد العقود وتغير مناخ القطب الجنوبي مؤخرًا. لم يُظهر الاختلاف المرحلي لضغط مستوى سطح البحر في ب بسبب بعض مظاهر عدم اليقين ببيانات إعادة التحليل ضغط مستوى سطح البحر. **ج،** محاكاة لاستجابة ضغط مستوى سطح البحر (خطوط كونتور بفترات 80 باسكالًا للواحدة) ودرجة حرارة الهواء السطحية (لون) لضغط درجة الحرارة السطحية الأطلسية الاستوائية (لم تشمل المحاكاة تركيز الجليد البحري)، تكشف سببية الارتباط عن بعد أعلاه.

علوم المناخ

تأثير أطلسي على مناخ القطب الجنوبي

المعلوم أن مناخ القطب الجنوبي يتأثر بظروف مناخية بعيدة، لا سيما بالمحيط الهادئ، لكنْ تظل الأسباب التي أدت إلى تسارع ظاهرة الاحتباس الحراري بشبه الجزيرة القطبية الجنوبية، وإعادة توزيع الجليد البحري في القطب الجنوبي غير واضحة حتى الآن. ومؤخرًا، أظهر زيتشن لي وزملاؤه أن تغيرات ضغط مستوى سطح البحر بحر أموندسن ـ التي تؤثر على درجات الحرارة بشبه الجزيرة وتوزيعات الجليد البحري ـ يمكن أن تُرَدّ إلى تباينات درجة حرارة سطح البحر الناتجة عن التذبذب الأطلسي متعدد العقود، وهو محرك مستمر لقابلية التغير المناخي بالمحيط الأطلسي الاستوائي والشمالي.

Impacts of the north and tropical Atlantic Ocean on the Antarctic Peninsula and sea ice

X Li *et al*

doi:10.1038/nature12945

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

علوم البيئة

فطريات الجذر مفتاح لكربون التربة

تختلف النظم البيئية حسب نوع فطريات الميكوريزا، المتعايشة الفطرية الجذرية، المهيمنة المرتبطة بالنبات (متكافلات جذرية مرتبطة بنباتات اليابسة كلها تقريبًا). تنتج فطريات الميكوريزا البرانية والميكوريزا الخلنجية (EEM) إنزيمات محلِّلة للنيتروجين، في حين أن الميكوريزا الشجيرية لا تنتج هذه الإنزيمات، مما يؤدي إلى التنبؤ بأن النباتات في النظم الإيكولوجية الخاصة بالميكوريزا الخلنجية EEM ستتنافس مع المحلِّلات، وهي متعضّيات تسبب الانحلال، على نيتروجين التربة، وبالتالي زيادة تخزين الكربون في التربة. قام هؤلاء الباحثون بتجميع مجموعة بيانات عالمية؛ لإظهار أن هذه هي الحالة في الواقع، مع زيادة 70% لتخزين الكربون في النظم الإيكولوجية الخاصة بالميكوريزا الخلنجية عن النظم الإيكولوجية التي تهيمن عليها الميكوريزا الشجيرية. وذلك النوع من الميكوريزا هو الأكثر أهمية من المحددات الأخرى لمستويات تخزين الكربون في التربة.

Mycorrhiza-mediated competition between plants and decomposers drives soil carbon storage

C Averill *et al*

doi:10.1038/nature12901

مرض الزهايمر

متغاير مخاطر وراثية جديد لمرض الزهايمر

تحديد الطفرات المسبِّبة لمرض الزهايمر في سلف بروتين أميلويد-بيتا وبريسينيلين وبريسينيلين 2 أدى إلى فهم أفضل للبيولوجيا المرضية لمرض الزهايمر. يُتوقع أن تكون طفرات أخرى متورطة في مرض الزهايمر، لكن تحديد هذه المتغايرات كان صعبًا. استخدم هؤلاء الباحثون فك تتابعات الإكسوم؛ لتحديد مغايرات ترميز منخفضة التكرار مع تأثيرات كبيرة على تأخر ظهور مرض الزهايمر. وأورد الباحثون عدة متغايرات ترميز في جين *PLD3*، المرمِّز لأنزم فسفوليبيز D3، الذي يزيد مخاطر الإصابة بالمرض ضعفين على الأقل. وقد يؤدي جين *PLD3* دورًا في تجهيز أميلويد-بيتا، وربما كان له إمكان، كهدف علاجي جديد.

Rare coding variants in the phospholipase D3 gene confer risk for Alzheimer's disease

C Cruchaga *et al*

doi:10.1038/nature12825

علم المواد

انبعاج جرافين ثنائي الطبقة بانفعال الانخلاع

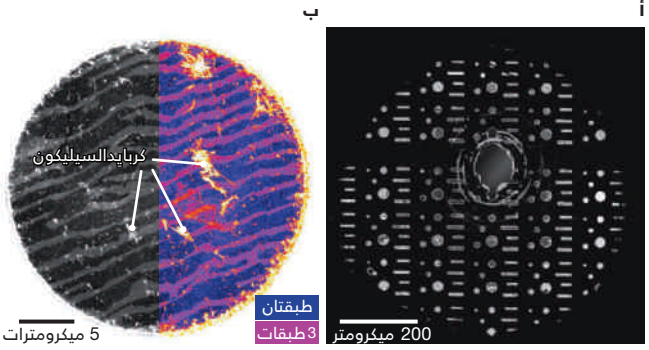
يمكن لانخلاع المواد المتبلرة ـ وهي عيوب خيطيّة، حيث تُقلقَل الذرات من مواضعها بالبلورة ـ أن تحمل تشوهات لَدِنَة، وأن تُعدِّل خواص المادة الكهربية. أورد بنجامين بوتس وزملاؤه نتائج دراسة تجريبية ونظرية لعيوب خيطية بجرافين متناضد ثنائي الطبقة ـ أرق مادة متبلرة يمكن تخيلها يمكنها استضافة مثل هذا الانخلاع ـ ووصفوا خواصه من خلال نظرية الانخلاع الكلاسيكية. ونتيجةً للتنظيم ثنائي الأبعاد لهذه المادة، نما نمط مُميَّز متساوي الأبعاد من الانخلاع، مصحوبًا بانبعاج واضح لغشاء الجرافين ثنائي الطبقة. يُبدِّل الانبعاج طور الإجهاد الخاص بالجرافين ثنائي الطبقة دراماتيكيًّا، ويُحتمل أن يغير البنية الإلكترونية والخواص الميكانيكية أيضًا.

Dislocations in bilayer graphene

B Butz *et al*

doi:10.1038/nature12780

الشكل أسفله | أغشية جرافين ثنائي الطبقة قائمة بذاتها في إطار كربيد السيليكون. **أ،** صورة بواسطة مجهر إلكترون الانتقال المسحي مُعتمة المجال (تحصلت بمجهرية الإلكترون المسحي) لعيِّنة أغشية دائرية ومستطيلة. كربيد السيليكون غير الشفاف معتم وتظهر الأغشية القائمة بذاتها أكثر سطوعًا. **ب،** غشاء مُفرد عند درجة تكبير أعلى. يوضح الترميز اللوني الرقم الموضعي لطبقات الجرافين.



البيولوجيا الجزيئية

اختلاف خلايا الدم بين الذكور والإناث

السؤال عن مدى تنظيم الخلايا الجذعية بواسطة إشارات بعيدة المدى مقابل الإشارات المحلية داخل الأنسجة هو سؤال أساسي في بيولوجيا الخلايا الجذعية. ركزت أبحاث كثيرة مؤخرًا على كيفية استجابة الخلايا الجذعية المتخصصة للإشارات المحلية داخل الأنسجة، لكن في ظروف مثل الجوع أو الحمل، يُحتمل أن تقوم إشارات الأجهزة بتعديل وظيفة الخلايا الجذعية في أنسجة متعددة. تُظهِر هذه الدراسة تأثيرًا بعيد المدى للإستروجين على الخلايا الجذعية المنتجة للدم (HSCs) في إناث الفئران الحوامل. وباستخدام نهج وراثي، أظهر الباحثون أن تحفيز الخلايا الجذعية المنتجة للدم ـ التي من شأنها مساعدة الأم على تلبية احتياجاتها المتزايدة من الخلايا المنتجة للدم ـ يعتمد على التعبير عن مستقبل هرمون الإستروجين (ERα). تختلف مستويات الهرمونات في الذكور والإناث، لكن كذلك تفعل الخلايا الجذعية المنتجة للدم، فالخلايا الجذعية لدى إناث الفئران كثيرًا ما تنقسم بشكل ملحوظ أكثر من تلك الموجودة لدى ذكور الفئران؛ استجابةً لهرمون الإستروجين.

Oestrogen increases haematopoietic stem-cell self-renewal in females and during pregnancy

D Nakada *et al*

doi:10.1038/nature12932

مثيلة البروتين والحمض النووي معًا

تعديلات الهستونات ما بعد الترجمة مهمة للعديد من العمليات المقولبة بالحمض النووي. وهنا، حدَّد توني كوزاريديس وزملاؤه حالات جديدة لتعديل الهستون، ومثيلة الجلوتامين، في هستون H2A بخلايا الخميرة والبشر. التعديل حصري للنُوَيّة، لكونه مخصبًا عبر الحمض النووي الريبي rDNA، والإنزيم المسؤول هو ناقل ميثيل (ميثيل ترانسفيراز) الحمض النووي الريبي الموصوف سابقا. تُسَهِّل مثيلة الجلوتامين نسخ الحمض النووي الريبي rDNA بتنظيم تقييد معقد شبرون الهستون FACT بجسيمات النيكليوسومات، ويبدو أنها تطورت باعتبارها تعديلًا مكرسًا للتخليق الحيوي الريبوسومي. يثير التوصل إلى إمكان تحفيز البروتين لمثيلة البروتينات والحمض النووي الريبي معًا احتمال أن إنزيمات أخرى عديدة لها هذه الخاصية المزدوجة.

Glutamine methylation in histone H2A is an RNA-polymerase-I-dedicated modification

P Tessarz *et al*

doi:10.1038/nature12819

الأحياء المجهرية

الحِمْيَة تغيِّر ميكروبات الأمعاء بسرعة

تؤثر الحمية الغذائية في تشكيل ووظائف مجهريات البقعة المعوية على المدى الطويل، لكن ليس واضحًا كيفية سرعة تأثر مجهريات البقعة بتغير الغذاء في المدى القصير. درس بيتر تيرنبوه وزملاؤه أثر التحول إلى حمية غذائية ـ تتكون بالكامل من منتجات حيوانية، أو من منتجات نباتية ـ في تكوين ووظيفة مجهريات البقعة المعوية البشرية؛ فوجدوا أن التجمع الميكروبي يتغير بسرعة، في غضون يوم واحد، بشكل يهيمن على الاختلافات الموجودة مسبقًا بين الأفراد في تشكيل مجهريات البقعة، وصولًا إلى استعادة أنماط متوقعة لتشكيل ووظائف التمثيل الغذائي للثدييات آكلة اللحوم وآكلة العشب. ارتبطت حمية المنتجات الحيوانية بمستويات أعلى من كائنات مجهرية تتحمل عصارة المرارة، بما في ذلك بكتيريا بيلوفيلا وَدزوُرثيا التي سبق ربطها بأمراض الأمعاء الالتهابية. اكتشف الباحثون أيضًا فطريات سليمة منقولة بالغذاء وبكتيريا وفيروسات في الأمعاء القاصية.

Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome

L David *et al*

doi:10.1038/nature12820

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

البيولوجيا البنيوية

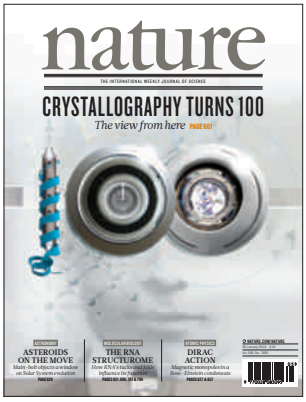
نموذج لنقل الحمض الصفراوي المعوي

أوردت هذه الدراسة بنيتين بلوريتين بالأشعة السينية لنظير بكتيري لناقل الملح المراري القمي البشري المعتمِد على الصوديوم (ASBT/SLC10A2)، أحد ناقلين منخرطين في استرجاع الأحماض الصفراوية المفرزة من الأمعاء. كان النظير (المسمى $ASBT_{Yf}$) ـ من بكتيريا يرسينيا فريدريكسِنّي ـ قد تبلور في بيئة شحم. كشفت البِنَى أن دوران جسم جاسئ كبير في نطاق مقيَّد للركيزة يعطي وصولًا بديلًا لمنطقة "تعابر" محفوظة للغاية، حيث يتقاطع لولبان متقطعان عبر الغشاء. لهذه النتيجة انعكاسات على الموقع، وعلى توجُّه الحمض الصفراوي أثناء النقل، فضلًا عن مسار تحوُّل أيونات الصوديوم. استشهد الباحثون بدليل يقتضي أن آلية الطي والنقل الإجمالية متماثلة بين ASBT و $ASBT_{Yf}$، ويقترح أن $ASBT_{Yf}$ قد يخدم كنظام نموذجي مفيد لفهم آليات النقل والتثبيط في نظائر ASBT الثديية. وكانت مثبطات ASBT قد دُرِست كعلاجات محتملة لعلاج فرط كوليسترول الدم، والنوع الثاني لداء السكري.

Structural basis of the alternating-access mechanism in a bile acid transporter

X Zhou *et al*

doi:10.1038/nature12811



غلاف عدد 30 يناير 2014

طالع نصوص الأبحاث في عدد 30 يناير من دوريّة "نيتشر" الدولية.

البيولوجيا التطورية

جزيئات الريبي الطويلة بالغة القِدَم

لا يُعرف سوى القليل عن التاريخ التطوري لجزيئات الحمض النووي الريبي الطويلة غير المرمِّزة (lncRNAs)، لكن تلك المعرفة قد تلقي ضوءًا على وظائفها. وتحقيقًا لهذه الغاية، يقدم هنريك كايسمَن وزملاؤه أول دراسة تطوُّريّة واسعة النطاق لذخيرة جزيئات الحمض النووي الريبي الطويلة غير المرمِّزة (lncRNAs) وأنماط تعبيرها، لدى أحد عشر نوعًا من رباعيات الأرجل. حدد الباحثون أكثر من 10 آلاف جزيء من الحمض النووي الريبي الطويل غير المرمِّز تخص الرئيسيات (أشباه البشر)، ونحو 2500 جزيء محفوظة بعناية شديدة، نشأت 400 منها على الأرجح قبل 300 مليون سنة على الأقل؛ أي بتاريخ رباعيات الأرجل المبكر جدًّا. ولا تزال هناك جزيئات حمض نووي ريبي طويلة غير مرمِّزة كثيرة، خاصة الجزيئات الأكثر قِدَمًا، تُستخدَم بفعالية، وربما تؤدي وظائف مهمة في تنظيم التطور الجنيني، فضلًا عن وظائف أخرى، تتفاوت بين تكوين الحيوانات المنوية، والاتصال المشبكي بين الخلايا العصبية.

The evolution of lncRNA repertoires and expression patterns in tetrapods

A Necsulea *et al*

doi:10.1038/nature12943

البيولوجيا الجزيئية

استشعار تريبانوسوما لنِصَاب التمايز

إنّ طفيليات تريبانوسوما المثقبية البروسية ـ المُسبِّبة لمرض النوم الأفريقي البشري، وداء المثقبيات الحيواني (ناجانا) بالماشية الأفريقية جنوب الصحراء ـ تنتشر في مجرى الدم في الثدييات بأشكال نحيلة، ثم تتمايز إلى أشكال قصيرة بدينة، تنتقل إلى ذبابة "تسي تسي" ناقلة عدوى المرض. تُنظِّم هذا التمايز عملية تشبه استشعار النِّصَاب، تعتمد على (عامل استحثاث الأشكال القصيرة البدينة)، ومسار إشارات باتجاه التدفق التحتي، ظلت هوية كل منهما ومنافسته مراوغة. وهنا، استخدم كيث ماثيوز وزملاؤه نهجًا لغربلة مكتبة (عوامل) تَدَاخُل الحمض النووي الريبي لكامل الجينوم؛ لتحديد مكونات مسار الإشارات، من أيض البيورين، وعبر محوِّلات الإشارات (إنزيمات كيناز وفوسفاتاز)، وصولًا إلى مُنظِّمات التعبير الجيني. قد تصبح الجزيئات التي تحددت أهدافًا محتمَلة لتداخل استشعار النِّصَاب، وهي استراتيجية بإمكانات مضادة للميكروبات ضد مسبِّبات الأمراض البكتيرية.

Genome-wide dissection of the quorum sensing signalling pathway in *Trypanosoma brucei*

B Mony *et al*

doi:10.1038/nature12864

تنظيم H2A.Z بواسطة ANP32E

يُعدّ هيستون H2A.Z متغايرًا من الهيستون القياسي H2A، وهو واحد من الهيستونات القياسية الموجودة بكروماتين معظم الخلايا حقيقية النواة. يؤدي هيستون H2A.Z وظائف مهمة في النسخ والعمليات النووية الأخرى. وهنا، حدَّد علي حميش وزملاؤه البروتين البشري ANP32E، باعتباره مُرَافِقًا لهيستون H2A.Z، قادرًا على تعزيز إزالة H2A.Z من الكروماتين. وتشير البيانات الكيميائية الحيوية والبنيوية للأساس الجزيئي للتعرف على هيستون H2A.Z وإخلائه ببروتين ANP32E، وتكشف تحليلات تعيين كامل الجينوم كيف ينظم ANP32E إشغال H2A.Z بمناطق تنظيمية مهمة من الجينوم.

ANP32E is a histone chaperone that removes H2A.Z from chromatin

A Obri *et al*

doi:10.1038/nature12922

الطب التجددي

طريقة جديدة لاستحثاث تعدُّد القدرات

كان يُعتَقد أن مصائر الخلايا الجسدية التي تشكِّل الجزء الأكبر من أجسام الثدييات تتحدَّد ـ بشكل كبير ـ حينما يتم الانتهاء من عمليات التمايز الخلوي أثناء النمو. ولُوحظت إعادة برمجة للخلايا في النباتات، استجابةً لإجهاد بيئي، لكنْ لم تُلحَظ حتى الآن في خلايا الثدييات. ومؤخرًا، وصفت دراستان ـ أجراهما هاروكو أوبوكاتا وزملاؤه ـ ظاهرة إعادة برمجة غير متوقعة، يسميها الباحثون اكتساب تعدد القدرات، يُطْلِقها مُنبّه (STAP). وفي هذه العملية، تُعاد برمجة خلايا الفأر الجسدية ـ كالخلايا المنتجة للدم $CD45^+$ ـ إلى حالة تعدد القدرات بتعريضها مؤقتًا لوسط حامضي منخفض الأس الهيدروجيني (pH). يشير التحليل الشامل للسمات الجزيئية والتطوريّة المحتملة لخلايا اكتسبت تعدد القدرات التي يطلقها مُنبّه إلى أنها تمثّل حالة فريدة من تعدد القدرات، وتوفِّر مصدرًا بديلًا للخلايا متعددة القدرات، عوضًا عن استخدام عوامل نسخ أصبحت روتينية عند إنتاج الخلايا الجذعية المستحثة (iPS).

Stimulus-triggered fate conversion of somatic cells into pluripotency

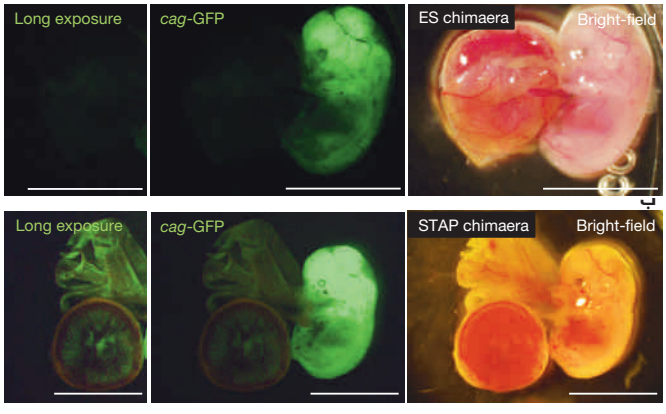
H Obokata *et al*

doi:10.1038/nature12968

Bidirectional developmental potential in reprogrammed cells with acquired pluripotency

H Obokata *et al*

doi:10.1038/nature12969



الشكل أسفله | تسهم خلايا اكتسبت تعدد القدرات المستحث بمحفز (STAP) في الأنسجة الجنينية والمشيمية بالجسم الحي. أ، ب، أجنة E12.5 من كيسات جنينية، حقنت بخلايا جذعية جنينية (ES a) وخلايا اكتسبت تعدد قدرات مستحث بمحفز (ب). تم توسيم نوعي الخلايا ورائيًا باستخدام بروتين استشعاعي أخضر (GFP)، يدفعه معزز تكويني. أسهمت ذرية خلايا اكتسبت تعدد قدرات مستحث بمحفز أيضًا في تكوين أنسجة مشيمية وأغشية جنينية (ب)، بينما لم يتم العثور على خلايا مشتقة من الخلايا الجذعية الجنينية في هذه الأنسجة (أ). وحدة القياس، 5.0 مم.

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

السرطان

التحكم في الاسترخاء؛ لعلاج السرطان

يؤدي تعريض المادة للإشعاع إلى استثارة الذرات والجزيئات إلكترونيًّا. يعتمد مصير طاقة الاستثارة الناتجة على طبيعة مسار الاسترخاء وطاقة الإلكترونات والأيونات الناتجة. وفي أحد هذه المسارات ـ المعروف بالاضمحلال الكولومبي ما بين الجزيئات (ICD) ـ تنتقل الطاقة الزائدة إلى ذرات أو جزيئات مجاورة، تفقد بعد ذلك إلكترونًا، وتصبح متأيِّنة. وطاقة إلكترونات الاضمحلال الكولومبي بين الجزيئات منخفضة نسبيًّا، مما يستدعي اقتراحات بتسخيرها كأحد أشكال العلاج الإشعاعي المثقبي المسمَّى auger therapy؛ وهو علاج للسرطان يستخدم أعدادًا كبيرة من الإلكترونات منخفضة الطاقة وسامّة جينيًّا؛ لتدمير خلايا السرطان. وفي دراستين نُشرتا مؤخرًا بدوريّة "نيتشر"، اقترح جوكبرج وزملاؤه إمكان إطلاق الاضمحلال الكولومبي بين الجزيئات لدى استرخاء الاستثارة الداخلية الرنّانة الأوَّليّة، بينما يؤكد ترينتر وزملاؤه وجود الاستثارة المقترحة تجريبيًّا. إنّ كفاءة مسلسل الاسترخاء، وإمكان ضبطها للتحكم مباشرةً في موقع التوليد وطاقة الإلكترونات، يزيد احتمال تطوير علاجات إشعاعية أكثر استهدافًا للسرطان، وربما تقنيات مِطيافيّة جديدة.

Site- and energy-selective slow-electron production through intermolecular Coulombic decay
K Gokhberg *et al*
doi:10.1038/nature12936

Resonant Auger decay driving intermolecular Coulombic decay in molecular dimers
F Trinter *et al*
doi:10.1038/nature12927

البيولوجيا البنيوية

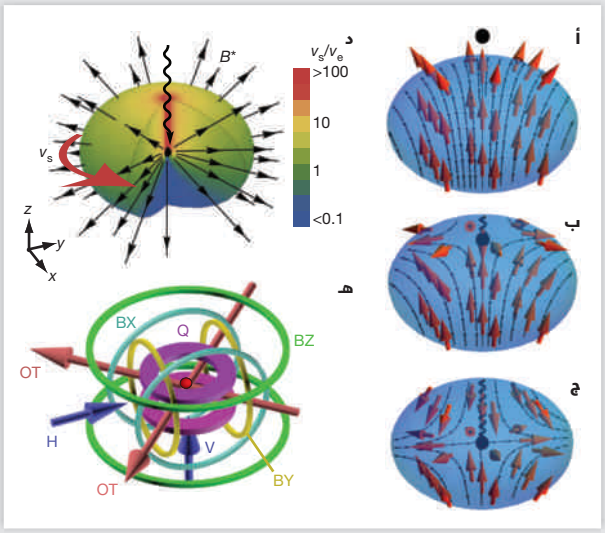
سَبْر الخريطة البنيوية للحمض النووي

تساعد طبيعة الحمض النووي الريبي أحادي الجديلة على اتخاذ بِنًى ثانوية متنوعة، من خلال اقتران القواعد داخل الجزيئات وفيما بينها. وقد قدَّمت ثلاث دراسات نُشرت معًا مؤخرًا بدوريّة "نيتشر" رؤية متعمقة لتنوع بِنَى الحمض النووي الريبي بالجسم الحي، وديناميّاته، وتأثيره الوظيفي. في هذا الصدد، عَيَّنت سارة أسمن وزملاؤها بِنْيَة الحمض النووي الريبي بالجسم الحي لأكثر من 10 آلاف جزء منسوخ في نوع النبات النموذج، رشاد أذن الفأر (أرابيدوبسيس ثاليانا). يدمج نهْج الباحثِين ـ المسمَّى Structure-Seq (فك تتابعات البنية) ـ الاستكشاف باستخدام ثنائي ميثيل السلفات (DMS) بالجسم الحي، وجيل فك التتابعات التالي؛ لتقديم استبانة على مستوى النوكليوتايد المفرد على نطاق كامل الجينوم. وُجِدت أنماط بنى متميزة مرتبطة بمناطق الترميز، ومواضع التضفير، ومواضع إضافة البوليأدينين. وتكشِف مقارنة هذه النتائج بنتائج تم تحصيلها بتقنيات مبكرة أنه بينما كانت التنبؤات بالنسبة إلى بعض فئات الجينات دقيقة بشكل ما، كانت التنبؤات سيئة بالنسبة إلى جينات أخرى، كتلك المنخرطة في الاستجابة للإجهاد، مما قد يعكس تغيرات جعلتها أكثر تأقلمًا مع ذلك الحال. طَوَّر جوناثان وايزمن وزملاؤه أيضًا أسلوبًا يستخدم تقنية فك تتابع ثنائي ميثيل السلفات (DMS-Seq) لرصد بنية الحمض النووي الريبي إجمالًا بدقة تصل إلى نوكليوتايد مفرد في خلايا الخميرة والثدييات. ولَدَى مقارنة بياناتهم بالنتائج المخبرية، خلص الباحثون إلى أن البِنَى داخل الخلايا أقل من المتوقع. واستنتجوا أنه حتى البِنَى المستقرة حراريًّا يمكن أن تفقد طبيعتها في الخلايا، مما يبرز أهمية العمليات الخلوية في تنظيم بنية الحمض النووي الريبي. أخيرًا، طرح هوارد تشانج وزملاؤه سؤالاً مختلفًا: كيف تتغير بِنْيَة الحمض النووي الريبي الثانوي على مستوى كامل خريطة المُنْتَسخات (ترانسكربتوم) لدى أفراد أقرباء؟ بحساب البِنَى الثانوية للحمض النووي الريبي لأبوين وطفلهما، وجدوا أن حوالي 15% من متغايرات نوكليوتايدات مفردة منسوخة تؤثر في البنية الثانوية المحلية. ووُجِد أن العناصر البنيوية التي يطلق عليها RiboSNitches مستنفدة ببعض المواضع، مما يوضح أهمية وجود بنية حمض نووي ريبي معين بذلك الموقع. وتُظهِر هذه الدراسة أن هناك كثيرًا ينبغي تَعَلُّمه فيما يتعلق بكيفية تبديل تغيُّرات بنية الحمض النووي الريبي للتعبير الجيني، خاصة تلك التغيرات المنقولة بالتغاير الجيني.

In vivo genome-wide profiling of RNA secondary structure reveals novel regulatory features
Y Ding *et al*
doi:10.1038/nature12756

Genome-wide probing of RNA structure reveals active unfolding of mRNA structures in vivo
S Rouskin *et al*
doi:10.1038/nature12894

Landscape and variation of RNA secondary structure across the human transcriptome
Y Wan *et al*
doi:10.1038/nature12946



الفيزياء

تأثير ديراك يخلق أحاديّات القطب المراوِغـة

منذ أن طَوَّرَ ديراك نظرية شاملة لأحاديات القطب المغناطيسية في عام 1931، يتوق الفيزيائيون إلى عزل هذه الجسيمات الافتراضية التي تظهر قطبًا شماليًّا فقط، أو جنوبيًّا فقط. ورغم اكتشاف نظائر أحاديات القطب المغناطيسية بالجليد المغزلي وأنظمة حَدِّيَّة أخرى، لم تُرصد أحاديات أقطاب ديراك مباشرةً ضمن وسط موصوف بمجال كَمِّي، لكنَّ ديفيد هول وزملاءه نشروا مؤخرًا رصدًا تجريبيًّا مخبريًّا لأحاديات أقطاب ديراك بالمجال المغناطيسي التوليفي الناتج عن تكاثف غَزَّال spinor سائل بوز – أينشتين. حصل الباحثون على صور حيِّزيَّة حقيقية لأحاديات القطب عند أطراف خطوط الدوامة ضمن التكاثف، مما يوفر دليلًا على وجود أحاديات أقطاب ديراك. إنّ تخليق أحاديات أقطاب ديراك، والتلاعب بها ببيئة تحت السيطرة يفتح نطاقًا واسعًا من الأبحاث التجريبية والنظرية.

Observation of Dirac monopoles in a synthetic magnetic field
M Ray *et al*
doi:10.1038/nature12954

الشكل أعلاه | تمثيل تخطيطي لعملية تخليق جسيمات أحادية القُطب وجهاز التجربة. أ–ج، توجه الغزل النظري (أسهم حمراء) داخل سائل التكاثف عندما يكون المجال المغناطيسي صفر (نقطة سوداء) أعلى (أ)، داخل (ب) وبوسط (ج) سائل التكاثف. يمثل الحلزون تفرد الدوَّامية. د، سرعة المائع فائق السَمتية، vs (تدرج لوني وسهم أحمر)، متدرج بالسرعة الاستوائية، ve. تصور الأسهم السوداء المجال المغناطيسي التخليقي، B*. هـ، يظهر تجهيز التجربة رباعي الأقطاب المغناطيسي (Q) وملفات مجال التحيز (QX و BY و BZ). تظهر الأسهم الحمراء (OT) مسارات شعاع مِحْبَس بصري ثنائي القطب، وتشير الأسهم الزرقاء إلى محاور التصوير الأفقية (H) والرأسية (V). تأخذ الجاذبية اتجاه المحور z.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

علم الفلك

نشاط كبير بحزام الكويكبات الرئيس

في السنوات الأخيرة، برز حزام الكويكبات الرئيس، الذي اعتُبِر ذات مرة منطقة نفايات البقايا المُستهلَكة من تكوين الكواكب، كمنطقة نشاط ديناميكي توفر نافذة على العملية التي لا تزال تُشكل نظامنا الشمسي، وأنظمة كوكبية عديدة خارج المجموعة الشمسية عبر الكون. أجرت فرانشيسكا دي ميو وبينوا كاري مراجعة للتطورات الحديثة في اكتشاف وتوصيف الكويكبات. ومنذ ثمانينات القرن الماضي، تم اكتشاف وتعيين أكثر من نصف مليون كويكب، مما يكشف تنوعًا لافتًا في الحجم والتركيب والمدار. وأظهرت الأدلة الجديدة خلطًا جوهريًّا من خلال الارتحال الكوكبي والعمليات الديناميكية اللاحقة. ومرصد داون ـ التابع لوكالة "ناسا" ـ على موعد في العام القادم مع "سيرِس" Ceres، وهو أكبر الأجرام بحزام الكويكبات، والمُبرهَن مؤخرًا على احتوائه مياهًا؛ ولذلك.. يمكن توقع عديد من التطورات الجديدة في هذا المجال.

Solar System evolution from compositional mapping of the asteroid belt

F DeMeo *et al*

doi:10.1038/nature12908

الأحياء المجهرية

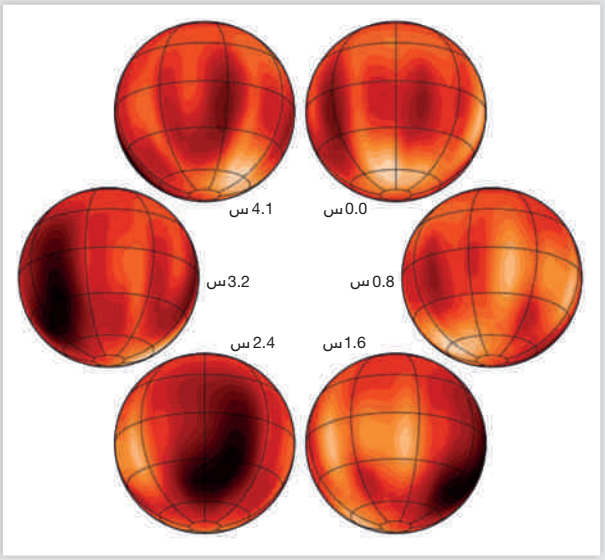
فك تتابعات فيروسات RNA المتطورة

أورد راؤول أنديتو وزملاؤه نهجًا جديدًا لتحديد وتائر الطفرات لدى تجمعات فيروسات الحمض النووي الريبي. تستخدم التقنية الجديدة ـ المسماة فك التتابعات الحلقي (CirSeq) ـ أجزاء الحمض النووي الريبي الجينوميّة المعمَّمة؛ لتوليد تكرارات ترادفيّة، ثم تعمل بمثابة ركائز لتقنيات فك تتابعات الجيل التالي. يستخدم الباحثون تقنية فك التتابعات الحلقي لتعقب التركيب الجيني لتجمعات فيروسات شلل الأطفال المتناسخة في خلايا بشرية مستنبتة مخبريًّا، وكشف مشهد نشوء الطفرات. يُعدّ نطاق التغير في وتيرة تطفر كل متغاير ـ على مدار مدة البقاء بمزرعة الخلايا ـ مقياسًا للملاءمة النسبية لكل متغاير؛ مما يحدِّد بالتالي مشهد الملاءمة لفيروس الحمض النووي الريبي المتطور.

Mutational and fitness landscapes of an RNA virus revealed through population sequencing

A Acevedo *et al*

doi:10.1038/nature12861



علم الفلك

إلقاء النظر على طقس قزم بُنّي قريب

النظام المُكتَشف حديثًا (المسمى لوهمان 16AB Luhman) هو ثنائي يتكون من قزمين بُنّيَّين ـ وهما جُرمان أكبر كثيرًا من الكواكب، لكن ليسا كبيرين بما يكفي لاعتبارهما نجمين ـ ويبعدان عنا مجرد 6 سنوات ضوئية تقريبًا. ويُعتبر ألفا قنطورس ونجم برنارد هما فقط أقرب منهما. ومؤخرًا، عيّن إيان كروسفيلد وزملاؤه سطح القزم البني لوهمان 16B بالأشعة تحت الحمراء؛ ووجدوا أنماطًا سطحية واسعة النطاق دالّة على سُحب مرقعة (غير مكتملة). ويبين الرصد أن المقياس الزمني المُمَيِّز لتطور أنماط الطقس الكلي على القزم البني حوالي يوم واحد*. توفر الأرصاد الإضافية لتطور أنماط الطقس على الأقزام البُنّيّة مؤشرًا معياريًّا جديدًا لفَهْم كيف تؤثر ظروف الدوران الكلية في الأغلفة الجوية المترية على الأقزام البُنّيّة والكواكب العملاقة خارج النظام الشمسي.

A global cloud map of the nearest known brown dwarf

I Crossfield *et al*

doi:10.1038/nature12955

الشكل أعلاه | خريطة سطحية للقزم البني لومان Luhman 16B. يمكن مشاهدة منطقة ساطعة قرب القطب بوضوح باللوحات اليمنى العلوية. تتسق المنطقة الأكثر إعتامًا بمنطقة خطوط العرض الوسطى المرئية باللوحات اليسرى السفلية مع حشد عدم التجانس واسع النطاق. المناطق الظاهرة الأكثر إضاءة والأكثر إعتامًا تناظر تباينات السطوع في نطاق 10%. يُظْهِر المؤشر الزمني لكل مسقط فترة الدوران للقزم البُنّي 4.9 ساعات.

سلوك الحيوان

إبقاء المنافسة بين الذكور داخل الأسرة

تقترح نظرية حديثة أن المنافسة بين ذكور الحشرات ـ وهي سبب محتمَل لتضرُّر إناثها ـ يمكن تخفيف حدتها بالتعاون بين الذكور لدى وجود قرابة بينها. ويُظْهِر الباحثون صحة هذه الفرضية تجريبيًّا بالتلاعب في تأثير مستويات القرابة بين ذكور ذبابة الفاكهة. كان لدى الإناث اللاتي تزاوجن مع مجموعات من الإخوة قدر أكبر من الصحة التناسلية، وشيخوخة تناسلية أبطأ، مقارنةً بالإناث اللاتي تزاوجن مع مجموعات من الذكور، لا تربطها قرابة. وضِمْن مجموعات الذكور، انخفض السلوك العدواني بين الأشقاء، لكنه عندما تزاوجت الإناث مع ذكور لا تربطها قرابة؛ انخفض نجاح التناسل.

Within-group male relatedness reduces harm to females in *Drosophila*

P Carazo *et al*

doi:10.1038/nature12949

علوم المناخ

انخفاض نشاط الأعاصير المداريّة

تغيرات العصر [الجيولوجي المناخي] الحديث المتأخر في نشاط الأعاصير المداريّة بنصف الأرض الجنوبي مفهومة، مقارنةً بتغيراتها في نصف الأرض الشمالي. ومؤخرًا، قدمت جوردانا هيج وزملاؤها إعادة بناء لنشاط الأعاصير المدارية من سجلات النظائر المعدنية المتكهفة بشمال شرق ووسط غرب أستراليا. يستخدم منهج الباحثين معايرة مباشرة مع السجل الحديث، مما يزيد بالتالي الثقة في متانة التحديد. ورغم اعتمادها على قاعدة بيانات محدودة، تبيّن السجلات أن النشاط الإعصاري المداري الراهن أقل مما كان عليه في أي وقت قبل 500 إلى 1500 عام، مما يشار إلى أن أنماط أعاصير نصف الأرض الجنوبي تختلف عن أنماط نصفها الشمالي، وأن الانخفاضات المتوقعة في وتيرة الأعاصير المدارية ربما بدأت بالفعل بالقطاع الأسترالي.

Australian tropical cyclone activity lower than at any time over the past 550–1,500 years

J Haig *et al*

doi:10.1038/nature12882

المناعة الجزيئية

إنزيم cGAS أساسي في المناعة الفطرية

تَعرِض هذه الدراسة استخدام نماذج استنبات خلوية لمسح نشاط مكتبة واسعة النطاق من الجينات

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

المُحَفَّزة بالإنترفيرون (ISG) ضد طيف واسع من الفيروسات. ويكشف المسح أن فيروسات الحمض النووي الريبي المُرمِّزة (إيجابية الإدراك) مفردة الجديلة أكثر عرضة لنشاطات الجينات المُحَفَّزَة بالإنترفيرون عن الفيروسات (سلبية الإدراك) غير المُرَمِّزة (ssRNA) أو فيروس الحمض النووي. كما ظهر أن إنزيم مستشعر الحمض النووي ـ سينثيتاز أُحادِي فوسفات الأَدينُوزِين–ثُلاثي فوسفات الجوانُوزين الحلقي (cGAS) ـ يثبط عديدًا من فيروسات الحمض النووي الريبي. وَلّد الباحثون أيضًا بعض الفئران منزوعة إنزيم مستشعر الحمض النووي، وأظهروا ضرورة وجود الإنزيم بالجسم الحي؛ لتحفيز استجابات مضادة للفيروسات.

Pan-viral specificity of IFN-induced genes reveals new roles for cGAS in innate immunity

J Schoggins *et al*

doi:10.1038/nature12862

والحمض النووي للديدان الخيطية من مواقع بجميع أنحاء القطب الشمالي). وترسم النتائج صورة مختلفة بالأحرى، تشكك في هيمنة الأعشاب، وتوضح أنها قد لا تكون ضرورية لاستدامة الحيوانات الضخمة المتنوعة. ومنذ عشرة آلاف عام، احتوى الغطاء النباتي نباتات كثيرة عريضة الأوراق غنية بالبروتين ـ نباتات عشبية، وليست أعشابًا (حشائش، وقصب، وبرديات) ـ من شأنها أداء دور كبير في دعم تنوع النظام البيئي الشمالي. ومع ذلك.. بعد التعاظم الجليدي الأخير، هيمنت النباتات الشجرية الحرشية والعشبيات. وخلص الباحثون إلى أن الحيوانات الضخمة في تلك الحقبة ـ كالماموث الصوفي، ووحيد القرن الصوفي، والبيسون، والحصان ـ قد تكون مختلطة التغذية، وليست عاشبة متخصصة.

Fifty thousand years of Arctic vegetation and megafaunal diet

E Willerslev *et al*

doi:10.1038/nature12921

غلاف عدد 6 فبراير 2014

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 6 فبراير من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

علم الإحاثة

موطن تجوال الحيوانات الضخمة

هناك صورة مألوفة لدى إعادة تركيب الحقبة الجيولوجية الرابعة بأقصى شمال أوراسيا: ماموثات وفيرة، وحيوانات ضخمة منقرضة تخص تلك الحقبة، ترعى على سهوب التندرا العشبية العملاقة. اعتمدت تحليلات الغطاء النباتي لتلك الحقبة أساسًا على بيانات حبوب اللقاح الأحفورية. وهذه الدراسة تستخدم نهجًا أكثر مباشرةً (ألا وهو تحليل النبات

السرطان

أهداف جديدة للعلاج المناعي للسرطان

العلاج المناعي مجال مهم في أبحاث السرطان. وقد أظهر عمل بحثي مؤخرًا أن استهداف المستقبِلات المثبطة على الخلايا التائية يؤدي إلى فوائد إكلينيكية لمرضى سرطانات متفاقمة. المشكلة الرئيسة بهذا المجال هي صعوبة العثور على أهداف محتملة. وهنا، أظهر كاي وُخرفنينج وزملاؤه أن اكتشاف أهداف علاجية بالجسم الحي مسألة عملية تشمل غربلة الحمض النووي الريبي شبيه دبوس الشعر القصير (shRNA)؛ لتحديد الجينات التي تعدل عمل الخلايا التائية المخترقة للورم CD8 في الفئران حاملة الورم. وحدَّد الباحثون إنزيم فوسفاتيز *Ppp2r2d* التنظيمي كهدف، وأظهروا أن حذف جين *Ppp2r2d* من الخلايا التائية مَكَّنَها من التراكم في الأورام، وأَخَّرَ نمو الورم بدرجة كبيرة.

***In vivo* discovery of immunotherapy targets in the tumour microenvironment**

P Zhou *et al*

doi:10.1038/nature12988

علم الأعصاب

دور بروتين أبراتاكسين في حماية الجينوم

أحيانًا، أثناء تضاعف الحمض النووي أو إصلاحه، يُدرَج جزيء ريبونوكليوتيد، بدلًا من جزيء ديوكسي ريبونوكليوتيد في البوليمر. ولعكس هذا الفعل، يشق إنزيم ريبونوكلياز H2 (RNase H2) وصلة الحمض النووي الريبي بالحمض النووي أولًا. ويُعدّ هذا الشق ركيزة رديئة لإنزيم ليجاز الحمض النووي، لكن كثيرًا ما يتشكل طرف مضاف له الأدينيلات (5"-adenylated). وقد أظهر سكوت وليامز وزملاؤه أن بروتين إصلاح كسر جديلة الحمض النووي، أبراتاكسين aprataxin، يمكنه إزالة "5-أحادي فوسفات الأدينوزين من مثل وصلات الحمض النووي الريبي مع الحمض النووي. تعزِّز استجابة تلف [وصلة] الحمض النووي الريبي مع الحمض النووي بقاء الخلية. ونظرًا إلى أن الطفرات في جين APTX ـ الذي يرمِّز أبراتاكسين ـ تسبِّب اضطرابًا عصبيًّا هو ترنح تعذر حركة العينين1- (AOA1)، تشير هذه النتائج إلى أن تراكم أطراف 5" المضاف إليها الأدينيلات السامة عند الريبونوكليوتيدات بالحمض النووي قد يسبِّب أمراضًا عصبية.

Aprataxin resolves adenylated RNA–DNA junctions to maintain genome integrity

P Tumbale

doi:10.1038/nature12824

البيولوجيا التطورية

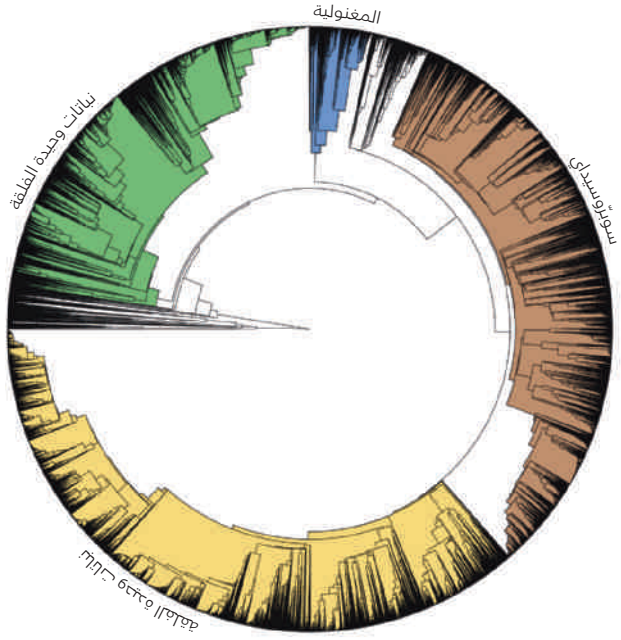
تأقلم كاسيات البذور المبكرة مناخيًّا

ربما كانت أقدم النباتات الزهرية أو كاسيات البذور أشجارًا حرشية دائمة الخضرة في بيئات استوائية حارة. وإذا كانت تريد استعمار البيئات التي تشهد ظروف تجمد، كان المطلوب واحدًا من تغيرات عديدة. فقد احتاجت النباتات إما أن تصبح نَفْضِيّة (متساقطة الأوراق)، أو عشبية، أو تخفض حجم قنواتها المائية. أجرت إيمي زان وزملاؤها دراسة فيلوجغرافية (جغرافية تطور السلالات) كبيرة شملت 49 ألفًا من نباتات كاسيات البذور، تُظْهِر أن أنواعًا عشبية و/أو أنواعًا لديها قنوات مائية صغيرة تطورت لديها هذه الصفات قبل استعمار مناطق متجمدة، بينما غيّرت الأنواع النفضيّة موقعها مناخيًّا قبل أن تصبح نفضيّة.

Three keys to the radiation of angiosperms into freezing environments

A Zanne *et al*

doi:10.1038/nature12872



الشكل أسفله | تقدير الاحتمالات القصوى المعايرة زمنيًّا للتطور السلالي (الفيلوجيني) الجزيئي لنحو 31749 نوعًا من النباتات البذرية. إبراز السلالات الأربع الرئيسة من كاسيات البذور: نباتات وحيدة الفلقة (أخضر)، المغنولية (أزرق)، سوبرّوسيداي (بني)، سوبراستريداي (أصفر). أزيلت النباتات أحادية العرق غير البذرية (أي نباتات غير وعائية، شعبة أرجل الذنبيات، والسراخس) لأغراض التصور.

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

علوم الكون

لمحة من بِنْية الشبكة الكونيّة

تشير النظرية الكونية وأرصاد الكون السحيق إلى وجود شبكة كونية، هي شبكة خيوط تموضعت المجرات عند عُقَد تقاطع تلك الخيوط. ومؤخرًا، ربما أتاحت دراسة انبعاثات ليمان-ألفا من المادة المحيطة بالكوازار (النجم الزائف) الخامد راديويًّا UM287 لمحةً عن بنية ثلاثية الأبعاد للشبكة الكونية. والكوازار أحمر الحيود-عند 2.3 يضيء أكثر خزان غاز بارد معروف امتدادًا بالكون حتى الآن. وخلص الباحثون إلى أنه يتعقب البنية الخيطية الأوسع نطاقًا للشبكة الكونية التي تتنبأ بها المحاكاة الكونية (الكوزمولوجية) الحديثة، لكن لم تُكتشف مباشرة من قبل.

A cosmic web filament revealed in Lyman-α emission around a luminous high-redshift quasar

S Cantalupo *et al*

doi:10.1038/nature12898

الوراثة

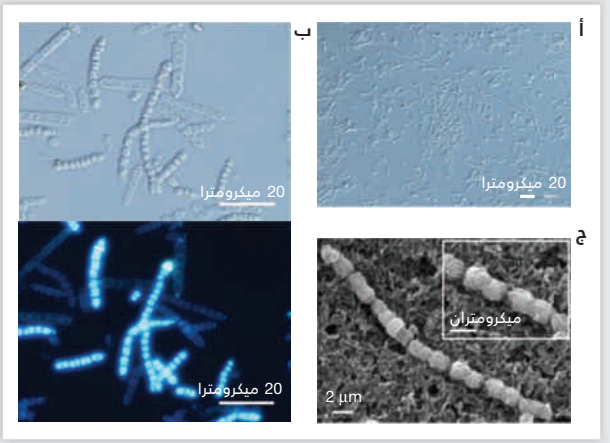
مخاطر السكري في أمريكا الوسطى

اكتشفت دراسات الارتباط على نطاق الجينوم آلافَ المتغايرات الجينية المرتبطة بأمراض شائعة. وتوضح هذه الدراسة إمكانية اتباع نهج مقارن، حيث يمكن لتحليل التغاير الوراثي في مجموعة سكانية متنوعة أن يحدد أليلات عوامل مخاطر الإصابة بالأمراض الشائعة في مجموعة سكانية واحدة، لكنها نادرة في مجموعات أخرى، مع إمكان إضاءة جوانب الفسيولوجيا المرضية، والفوارق الصحية، والأصول الوراثية السكانية لأليلات المرض. أجرت جمعية سيجما لوراثيات النوع الثاني من السكري دراسات ارتباط على نطاق الجينوم للميل نحو الإصابة بالنوع الثاني للسكري في أكثر من 8 آلاف عينة لمجموعة سكانية بأمريكا اللاتينية. وحددت نمطًا جينيًّا فرديًّا لعامل الخطورة *SLC16A11*، مع استبدال أربعة أحماض أمينية في ناقل المذاب *SLC16A11*، الموجود بنسبة تكرار حوالي 50% في عينات الأمريكيين الأصليين، و10% في عينات الآسيويين الشرقيين، لكنه نادر في عيّنات الأوروبيين والأفريقيين. يتضح أن جين SLC16A11 يغيِّر أيض الشحوم، مما يسبب حدوث زيادة في مستويات ثلاثي أسيل الجليسرول، أو الدهون الثلاثية داخل الخلايا. وما يثير الاهتمام والفضول أنّ النمط (الجيني) الفردي قد أدخل في التجمعات البشرية الحديثة بالاختلاط مع سلالة أشباه البشر (النياندرثال).

Sequence variants in SLC16A11 are a common risk factor for type 2 diabetes in Mexico

A Williams *et al*

doi:10.1038/nature12828



الكيمياء الحيوية

تنوع الميكروبات البحرية كيميائيًّا

جميع العقاقير تقريبًا، والمواد المستمدة من البكتيريا ومرشحة كعقاقير تنتجها مجموعات قليلة من الكائنات الغنية أيضيًّا (استقلابيًّا). يترك ذلك غالبية الميكروبات غير القابلة للاستزراع ـ أو غير المزروعة ـ كمصادر غير مستغلة إجمالًا. وهنا، يورد يورن بيل وزملاؤه استخدام الخلية المفردة والتحليل الميتاجينومي لتحديد مصنعين بيئيين محتملين، هما عضوان في الجنس المرشح إنتوثيونيلا، ومتكافلات من الإسفنج البحري الغني كيميائيًّا (ثيونيلا سوينهويه). والأهم أنهم وجدوا أن جينومي الميكروبين يُرمِّزان مجموعات جينية متميزة متعددة للتخليق الحيوي، تغطي معًا معظم البوليكيتيدات (صنف من المضادات الحيوية) النشطة حيويًّا، وبتيدات كان يُعتقَد سابقًا أنها تُنتَج بواسطة الإسفنج المضيف. حدَّد هذا الاكتشاف إنتوثيونيلا وأعضاء من تيكتوميكروبيا المقترَحة مؤخرًا كشعبة، باعتبارها شعبة "موهوبة بيوكيميائيًا" على قدم المساواة مع الأكتينوميَسيتات (الفطريات الشُّعَّيَّة).

An environmental bacterial taxon with a large and distinct metabolic repertoire

M Wilson *et al*

doi:10.1038/nature12959

الشكل أعلاه | الدراسات تحليلية لخلية مفردة. أ، صورة مجهرية لتباين التداخل التخالفي للكسر الخيطي بعد الطرد المركزي التخالفي (n =3). **ب**، صورة مجهرية استشعاعية لبكتيريا خيطية بدون استثارة بالأشعة فوق البنفسجية (أعلى) وبها (أسفل) (n =3). **ج**، صورة مجهرية بمجهر الإلكترون الماسح لبكتيريا خيطية مفردة (n =3).

البيولوجيا البنيوية

بِنَى قنوات نقل البروتين

تُوَجَّه البروتينات المُخَلَّقَة حديثًا إلى قناة نقل البروتين SecY/Sec61 للنقل عبر الغشاء. وكانت دراستان نشرتا مؤخرًا في دوريّة "نيتشر" عن استخدام مجهرية الإلكترون بتبريد العينة؛ لإتاحة تبصرات بآليات عملية نقل البروتين المهمة هذه. وقد قدَّمَ إيْنيونج بارك وزملاؤه بِنَى الريبوسومات البكتيرية الخاملة والنشطة – مجمعات القنوات؛ وقدم ماركو جوجالا وزملاؤه بِنَى الريبوسومات الثديية– مجمعات القنوات في تكوينات مغلقة ومفتوحة جزئيًّا. وتكشِف البِنَى أن تقييد الريبوسوم لا يسبِّب تغييرات بنيوية كبيرة في القناة، بل يبدو أن إدراج غشاء بمجال بروتين ناشئ كاره للماء يساعد على فتح جزء من القناة، مع ضمان بقاء القناة محكمة الاغلاق لتدفق الأيون.

Structure of the SecY channel during initiation of protein translocation

E Park *et al*

doi:10.1038/nature12720

Structures of the Sec61 complex engaged in nascent peptide translocation or membrane insertion

M Gogala *et al*

doi:10.1038/nature12950

دور U6 snRNP في تضفير سلف mRNA

تُعالَج أسلاف الحمض النووي الريبي المرسال (pre-mRNAs) من قِبَل آلة الجَدْل spliceosome، المؤلَّفة من خمسة مجمعات فرعية، تُسمّى snRNPs (جزيئات الريبونوكليك النووية الصغيرة)، وعوامل إضافية أخرى. كل جزيء من جزيئات الريبونوكليك النووية الصغيرة يحتوي على بِنْية حلقيّة بروتينية سباعية الأعضاء، وجزيء حمض نووي ريبي مرتبط بها. وقد حَلَّ ييجونج شي وزملاؤه البِنْية البلورية لحلقة البروتين Lsm الخاصة بجزيء الريبونوكليك النووي الصغير U6 snRNP بالحمض النووي الريبي وبدونه، متضمنًا الطرف 3" الخاص بجزيء U6 snRNP. وتُظهِر البيانات كيف يتم التعرف على جزيئات اليوراسيل uracil الأربعة عند طرف الحمض النووي الريبي بواسطة عدة بروتينات Lsm U6، وتمييزها لهذه التفاعلات من اتصالات الحمض النووي الريبي التي قدمتها بروتينات Sm في جزيئات الريبونوكليك النووية الصغيرة الأخرى.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

Crystal structures of the Lsm complex bound to the 39 end sequence of U6 small nuclear RNA

L Zhou *et al*

doi:10.1038/nature12803

الفيزياء

إعادة النظر في عدم التماثل المُخِلّ بالتكافؤ

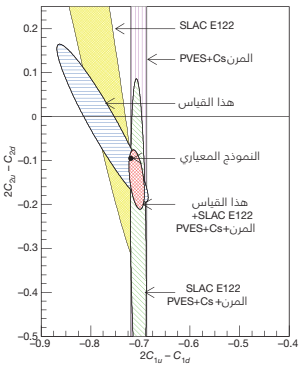
تماثل التكافؤ ـ أو التماثل المقلوب، كما صورة المرآة ـ يعني أن التقلب يسارًا ويمينًا لا يغير قوانين الفيزياء. وقد اكتُشِف الإخلال بتماثل التكافؤ في القوة النووية الضعيفة في منتصف الخمسينات. والإخلال بالتكافؤ في تشتت الإلكترون كان مهمًّا لتأسيس النموذج المعياري لفيزياء الجسيمات، ويُستخدَم الآن لاختباره. وتشير هذه الدراسة إلى تجربة عالية الدقة لتشتت إلكترون وكوارك، توفر قياسًا لعدم تماثل المُخِلّ بالتكافؤ، مع دقة أعلى بخمس مرات من الدراسة الوحيدة المباشرة السابقة عبر عملية التشتت هذه. وتؤكد النتائج تنبؤات نظرية فيزياء الجسيمات الضعيفة كهربيًّا، مع قيود على تفاعلات الإخلال بالتكافؤ، تتجاوز النموذج المعياري.

Measurement of parity violation in electron–quark scattering

D Wang *et al*

doi:10.1038/nature12964

الشكل أسفله | مقارنة النتائج الحالية بنتائج تجارب سابقة وتنبؤات النموذج المعياري. مقارنة قيم $(2C_{1u}-C_{1d})_{q2=0}$ و $|(2C_{2u}-C_{2d})_{q2=0}|$ من هذه التجربة (قطع ناقص مع تظليل أفقي أزرق) بقيم SLAC E122 (قطع ناقص أصفر).



عرض أحدث البيانات حول C1q (من PVES وCs الذري) كشريط مع تظليل عمودي بنفسجي. يظهر القطع الناقص المصحوب بتظليل أخضر مائل نتيجة SLAC E122 المُجمَّعة لهذه التجربة و C1q الأحدث. تظهر قيمة النموذج المعياري (مع عدم يقين لا يُذكر) كنقطة سوداء، وحجم النقطة مكبر لتوضيح الرؤية.

رفع معيارية ساعات الشبيكة عديدة الذرات

يرغب العلماء دومًا في توازن ودقة أكثر في ساعاتهم الذرية، سواء أكان ذلك لأجل تعريف الوحدات الدولية، أم اختبار قوانين الفيزياء، أم تطبيقات سوف يحلمون بها. وقد حققت ساعات الشبيكة عديدة الذرات دقة أكبر من الساعات القائمة على أيونات مفردة محبوسة، لكن لا تزال دقتها حتى الآن منخفضة نسبيًّا. وتُظهِر هذه الدراسة ـ من المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا (NIST) ـ ساعة عديدة الذرات، تحقِّق دقة أعلى من تلك الساعات القائمة على أيون مفرد، وفي الوقت ذاته تخفض وقت القياس اللازم بمقدار رتبتين. واستنادًا إلى آلاف من ذرات السترونتيوم المتعادلة المحتجَزة في شعاع ليزر، تمتلك ساعة "الشُّبيْكَة البصرية" الجديدة هذه توازنًا وقابلية للتكرار ودِقّة تجعلها منافسًا رئيسًا للتصنيف كمعيار أساسي. وهي لن تقدِّم أو تؤخر ثانية واحدة في حوالي 5 مليارات سنة، رغم أنه من غير المرجَّح أن تدوم الأرض طويلًا لكل تلك الفترة.

An optical lattice clock with accuracy and stability at the 10218 level

B Bloom *et al*

doi:10.1038/nature12941

العلوم السلوكية

تأثير الرفاق جزء من تقييم الأقران

تطور العلم من خلال نشر الأفكار والدفاع عنها أو نقدها لاحقًا، عادة في صورة تقييم يجريه الأقران المحكمون. استخدم ماركوس مونافو وزملاؤه دراسات النماذج لاستكشاف كيف تجري عملية تقييم الأقران عندما يكون الباحثون المشاركون ملتزمين فقط بتقدم المعرفة، وعندما تؤثر عوامل خارجية أخرى في صنع القرار، أي تناقض القرارات الموضوعية والذاتية. وجد الباحثون أن سلوك العلماء قد يتأثر بالمعلومات المستقاة من سلوك أقرانهم، بل وقد يخضع لها.. فمثلًا، يمكن اتخاذ قرار بتقديم دراسة للنشر من خلال ما نُشر سابقًا، بصرف النظر عن وجهة نظر العالِم ذاته. تنطوي تلك الظاهرة المعروفة بـ"الانسياق" على خطر كامِن، هو التلاقي على إجابة غير صحيحة أحيانًا، لكن، وللمفارقة.. هناك درجة من الذاتية في قرارات المحكمين المقيمين قد تكون مفيدة في معالجة المعلومات المتاحة لتقدير الحقيقة بدقة أكثر.

Modelling the effects of subjective and objective decision making in scientific peer review

I Park *et al*

doi:10.1038/nature12786

علوم البيئة

حوض الأمازون.. بالوعة، أمْ مَصدر؟

تُخَزِّن أمازونيا كميات كربون كبيرة، لكنّ فهمنا لحساسية ميزانية الكربون الأرضي بالنسبة إلى التغيرات الشاذة للمناخ الاستوائي يظل ملتبسًا.. فهناك تحليل جديد لأرصدة الكربون الموسمية والسنوية، قائم على قياسات أول وثاني أكسيد الكربون للأعوام شاذة الرطوبة والجفاف ـ بجانب بيانات مختلف مناطق الغابات ـ يقترح دورًا مهمًّا لوفرة المياه في تحديد رصيد الكربون بحوض الأمازون. فقد خَفَّضَ الجفاف إنتاج النبات، وقلل كمية الكربون الممكن تخزينها بالغطاء النباتي؛ في حين تحررت كميات كبيرة من الكربون بالحرائق خلال سنة الجفاف. وكانت المنطقة متعادلة كربونيًّا أثناء السنة الرطبة، نتيجة فقدان الكربون المُختَزَل بالحرائق، وزيادة امتصاص الغطاء النباتي للكربون.

Drought sensitivity of Amazonian carbon balance revealed by atmospheric measurements

L Gatti *et al*

doi:10.1038/nature12957

علوم الجليد

استنفاد الأوزون/الزئبق، وديناميّات جليد البحر

هناك تحوُّل يجري لجليد البحر من حالة دائمة إلى موسمية في المحيط المتجمد الشمالي، يُنتِج نسبة أعلى من جليد البحر الموسمي، الذي هو أرقّ وأكثر ملوحة وأقل تماسكًا من الجليد الدائم؛ وبالتالي أكثر عرضةً للكسر. وَجَدَت هذه الدراسة للغلاف الجوي القريب من السطح قبالة سواحل بارو، ألاسكا، أن وقائع استنفاد الزئبق والأوزون يسرها غطاء جليد البحر المُتماسك. وقد وُجِد أن المعافاة من وقائع الاستنفاد تكون سريعة في وجود مسارات مفتوحة في جليد البحر، ربما كنتيجة للحمل الحراري الضحل بالطبقة المستقرة المحيطة التي تأتي بالزئبق والأوزون من كتل الهواء غير المستنفدة أعلاها.

Convective forcing of mercury and ozone in the Arctic boundary layer induced by leads in sea ice

C Moore *et al*

doi:10.1038/nature12924

التنوع الحيوي

أعداء النباتات الطبيعيون يعزّزون التنوُّع الحيوي

إنّ ثراء الأنواع الاستثنائي بالغابات الاستوائية المطيرة يحتاج إلى بعض التفسير. أحد هذه التفسيرات المفضلة جيدًا هو تأثير جانزن–كونيل، الذي يبدو مناقضًا للبديهة.. فهو يقترح الأعداء الطبيعيين ـ كالفطريات مسببة الأمراض، والحشرات آكلة العشب ـ استنادًا إلى أنها تمنع أي عائل بعينه من الانتشار المفرط. وتُورِد هذه الدراسة خلاصةَ تجارب بمحميّة غابة تشيكيبول في بليز، حيث أزيلت الفطريات والحشرات من مساحات تجريبية بالغابة في ظروف تحت السيطرة. وتؤكد النتائج أن مسببات الأمراض الفطرية قد تعزّز تنوعًا نباتيًّا كبيرًا، وأن الحشرات آكلة الأعشاب تغيِّر تشكيل هذه التجمعات النباتية.

Pathogens and insect herbivores drive rainforest plant diversity and composition

R Bagchi *et al*

doi:10.1038/nature12911

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

nature publishing group language editing

Premium science and medical editing

Providing top-quality English language editing worldwide

Have you considered Nature Publishing Group Language Editing (NPG Language Editing), a premium quality English-language editing service provided by Nature Publishing Group?

NPG Language Editing concentrates on improving the clarity and sense of the English in your manuscript so that your research results stand out. Editors focus on correcting spelling, grammar, usage and punctuation errors, changing improper language and rephrasing sentences that sound awkward or unnatural. Furthermore, thanks to their scientific training, they will point out language in your document that is vague or confusing and will work on style to make the article sound more professional.

Our **online submission process** is simple and secure. Each user has a personal account to keep manuscripts confidential and payments secure.

Enter referral code "LE_AD14" to take advantage of your 10% discount. Upload your manuscript today!

---

languageediting.nature.com

nature publishing group

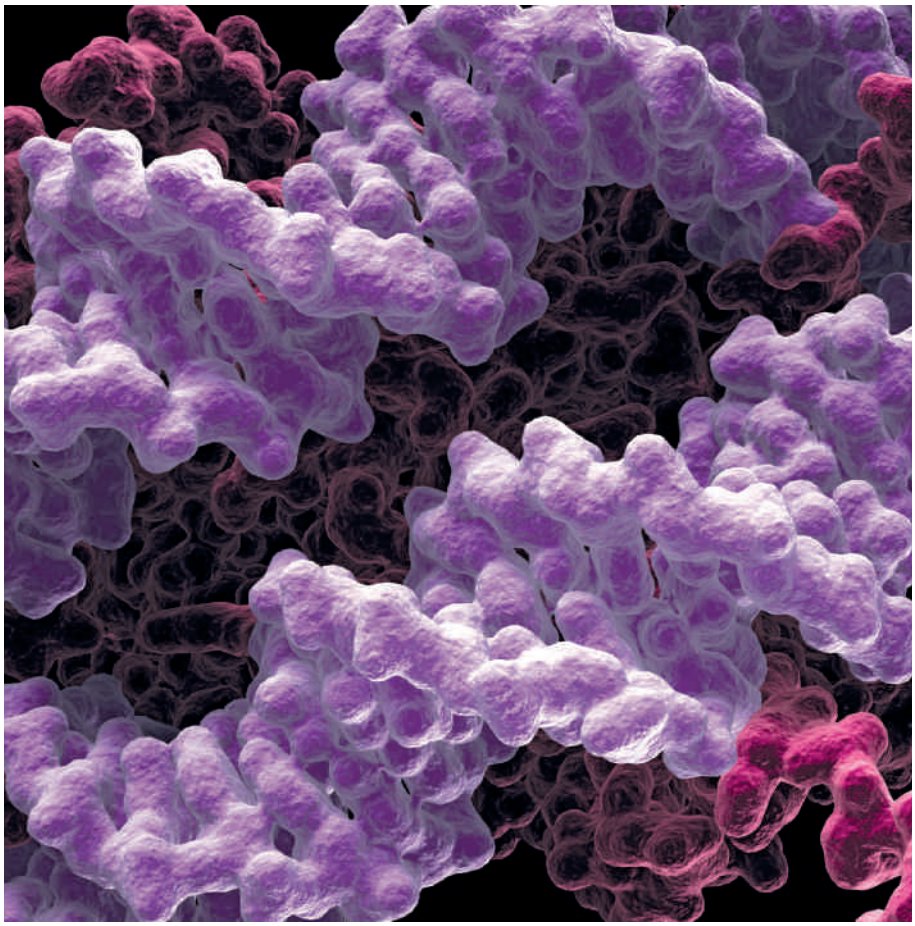
© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

مهن علمية

أبحاث الأمراض علماء الأمراض غير الشائعة بإمكانهم أن يجدوا نقطة تخصُّص بحثية ذات قصد **ص. 91**

جمعيات خيرية العلماء المهتمون بتوزيع منح التمويل قد يناسبهم العمل في المؤسسات العلمية **ص. 93**

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **www.naturejobs.com**



KENNETH EWARD/BIOGRAFX/SCIENCE PHOTO LIBRARY

نموذج رقمي لنيوكليوسوم، تم رسمه باستخدام بيانات نظام تعيين البنية البلورية بالأشعة السينية.

البيولوجيا البنيوية

أكثر من مجرد عالِم بلورات

لا يزال الباحثون الذين تلقوا تدريبا في مجال تعيين البناء البلوري بالآشعة السينية مطلوبين، لكن عليهم تنويع مجموعة مهاراتهم لكي يتمتعوا بمزايا تنافسية.

لورا كاسيداي

تعلَّقت كارولين لوجر بمجال علم البلوريات، بعد حضورها محاضرة عن الفيزياء الحيوية في عام 1986. وتتذكر ذلك قائلة: «ألقى أحدهم محاضرة حول تعيين البناء البلوري بالأشعة السينيّة. لم تكن المحاضرة رائعة للغاية، لكن أنماط الحيود الضوئي كانت بالغة الروعة؛ لدرجة أني فكرت قائلة: أريد حقًّا أن أتعلم كيفية فعل ذلك»، وقد تعلَّمْته بالفعل. فخلال فترة أبحاث ما بعد الدكتوراة، كانت هي المؤلفة الأولى لورقة بحثية تناولت البِنْيَة البلورية لمركَّب بروتين الحمض النووي، يسمَّى النيوكليوسوم (انظر: K. Luger *et al*. *Nature* **389**, 251–260; 1997).

تعمل لوجر حاليًا باحثة في معهد هاورد هيوز الطبي في جامعة كولورادو ستيت في فورت كولينز، وما زالت تستخدم تقنية تعيين البناء البلوري بالأشعة السينيّة لدراسة الكروماتين؛ وهو مركَّب بروتين للحمض النووي يقوم بحزم الجينوم في أصغر حجم داخل الخلايا. وقد قامت مؤخرًا ـ مثلما فعل أغلب الباحثين في مجالها ـ بتوسيع أدواتها؛ لتشمل طرقًا وتقنيات أخرى.

قبل 20 عامًا، كانت هناك مختبرات عديدة، وظيفتها الوحيدة هي تعيين البناء البلوري بالأشعة السينيّة. وكان الباحثون المتعاملون مع تلك المختبرات يرسلون عينات من الجزيئات ذات الاهتمام، ومن ثم تقوم تلك المختبرات ببلورتها بالأشعة، وتحليل بِنْيَتها، لكن في هذه الأيام، تركز المختبرات على أسئلة علمية محددة، وأصبحت الأشعة السينيّة المستخدَمة في تعيين البناء البلوري مجرد أداة واحدة من بين عدة أدوات مستخدَمة. لقد تطورت التقنيات بشكل كبير، حتى إن خطواتها الإجرائية لم تَعُد تُعتبر تخصصًا علميًّا يتم العمل فيه بدوام كامل. وبسبب تقلص أعداد الوظائف المتخصصة فقط في مجال البلورة، فإنه يتوجب على الخبراء في هذه التقنية توسيع خبراتهم؛ لتشمل مهارات أخرى، مثل التعبير والتنقية البروتينية، وتحليلات الكيمياء الحيوية وبيولوجيا الخلية.

في الواقع، هناك عديد من العاملين في مجال تعيين البناء البلوري يُسَمُّون أنفسهم علماء الأحياء البِنْيَوية، إذ يعكس المسمَّى تنوع التقنيات التي يستخدمونها لفحص البِنْيَة الجزيئية. قد يكونوا حاصلين على درجات الدكتوراة في الفيزياء الحيوية أو الكيمياء الحيوية أو المعلوماتية الحيوية أوالبيولوجيا الحوسبية، ويجدون وظائف في المجال الأكاديمي أو الصناعي، لكن ما يجمعهم هو الرغبة في «رؤية» الجزيئات غير المرئية التي تتشكل منها الخلايا. هذه الهياكل التي غالبًا ما يكون جمالها وتعقيدها مثيرًا للعقول، تعطي إجابات مهمة حول الوظائف أو المواقع التي يمكن أن تكون أهدافًا للعقاقير.

تاريخ البَلْوَرَة

إن تقنية تعيين البِنْيَة البلورية بالأشعة السينيّة متاحة منذ نحو قرن من الزمان؛ منذ أن أدرك العلماء أن الذرَّات الموجودة في إحدى البلورات بإمكانها حيد الأشعة السينيّة، لينتُج بذلك نمط من النقاط يظهر على مستقبِل. وتكشف الزوايا التي تحيد بها الأشعة وكثافتها بِنْيَة الجزيئات.

حتى عقود قريبة، كان المتخصصون الذين يمتلكون خبرة كبيرة ومعدات باهظة الثمن هم فقط الذين يستطيعون القيام بتعيين البِنْيَة البلورية بالأشعة السينيّة، لكن في تسعينات القرن الماضي، أصبحت هذه التقنية متاحة للجميع بشكل أكبر. فمع الانتشار العالمي لأجهزة السينكروترون ـ وهي مسرعات للجسيمات، ذات شكل ضخم حَلَقِيّ، تنتج أشعة سينيّة قوية ـ أصبح بإمكان العلماء أن يأخذوا بلوراتهم، أو يرسلوها إلى مرافق السينكروترون، حيث يقوم خبراء مُقِيمون بإرشادهم فيما يخص جمع البيانات وترجمة النتائج. لقد أدّت أوتوماتيكية التعيين البلوري، وتطوُّر طرق تعيين البِنَى، وازدياد ◀

علم البلورات في 100 عام
عدد خاص من نيتشر
nature.com/crystallography

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

القدرات الحسابية إلى تسريع تلك العملية بشكل كبير، وهو ما أتاح للباحثين الوقتَ لمتابعة أبحاث علمية أخرى.

أجبرت المنافسة المتزايدة للحصول على المنح البحثية كذلك مختبرات تعيين البناء البلوري لأنْ تصبح أكثر شمولًا.. فبدلًا من مجرد تعيين بِنْيَة ثم أخرى، أصبح من الضرورة أن يربط الباحثون بِنْيَة الجزيء بوظيفته من خلال تجارب الكيمياء الحيوية والأحياء الخلوية. يقول واين هندريكسون، المتخصص في الكيمياء الحيوية والفيزياء الحيوية الجزيئية في جامعة كولومبيا بِنْيَويورك: «لم يعد كافيًا أن يتم تخمين وظائف بروتين معيّن. عليك أن تختبره».

إنّ قصة مشروعات تعيين الشكل البلوري الضخمة ـ مثل «مبادرة بِنْيَة البروتينات» PSI، المدعومة من «المعهد الوطني الأمريكي للعلوم الطبية العامة» NIGMS ـ تلخِّص تطوُّر هذا المجال. فهذه المبادرة قامت بتعيين أكثر من 5300 من البِنَى البروتينية المميزة، وحفزت الاختراعات في طرق تعيين البِنْيَة البلورية. وفي العام الماضي، قرر جون لورش، مدير المعهد ـ طبقًا لرأي لجنة استشارية ـ أن هذا المشروع قد بلغ مداه، ومن ثم فسوف ينتهي في 30 يونيو 2015 (انظر: *Nature* **503**, 173–174; 2013).

يقول ناقدون إن العديد من البِنَى التي قامت المبادرة بتعيينها ليست ذات ارتباط كبير بمشكلات بيولوجية وطبية مهمة، وإن العلماء العاملين في تلك المبادرة لم يحرصوا على استقصاء آراء مجتمع البيولوجيا؛ لاختيار أهداف مهمة. وبالإضافة إلى ذلك.. فإن مثل برامج «العلوم الكبيرة» هذه تستنفد التمويل، الذي يرى آخرون أنه من الممكن أن يتم إنفاقه بشكل أفضل في مِنَح تُقدَّم للباحثين الأفراد.

على الرغم من إغلاق تلك المبادرة، إلا أن هندريكسون ـ الذي يتخصص مختبره في بروتينات الأغشية، وكان مشاركًا في هذه المبادرة ـ يقول إنه من المبكر جدًّا قياس تأثير ذلك على مستقبل وظائف تعيين البِنْيَة البلورية. ويضيف: «سيعتمد ذلك على ما إذا كانت المراكز التابعة للمبادرة ـ مثل ذلك الخاص بنا ـ قادرة على اجتذاب وسائل دعم بديلة للاستمرار في الأمر، أم لا». فقد قام المركز الذي يعمل به هندريكسون ـ وهو «جمعية نيويورك لبِنَى بروتينات الأغشية» ـ بالتقدم بطلبات للحصول على مِنَح من منظمات ومؤسسات بحثية أخرى.

التجربة والخطأ

يتطلب العمل في تعيين البِنَى البلورية بشكل متزايد سؤالًا علميًّا مهمًّا، وليس فقط خطوة التعيين؛ الأمر الذي تعرفه شينا دارسي جيدًا. فعندما كانت طالبة في مرحلة الدراسات العليا كانت تعمل في مختبر متخصِّص فقط في تعيين البِنَى البلورية. تقول: «أردتُ أن أقضي مرحلة أبحاث ما بعد الدكتوراة في مختبر يعتمد ـ إلى حد ما ـ في أبحاثه على تساؤلات علمية». وهي الآن تعمل مع لوجر ـ باستخدام تعيين البِنَى البلورية وغيرها من الطرق ـ على دراسة كيفية حَزْم الحمض النووي في صورة الكروماتين.

في وقت مبكر من مرحلة أبحاث ما بعد الدكتوراة، كانت دارسي تدرك قيمة مواجهة المشكلات بتقنيات متعددة. فقد أرادت الحصول على البِنْيَة البلورية لبروتين تجميع النيوكليوسومات 1 (Nap1)، الذي يساعد في حزم الحمض النووي داخل الخلية، لكنها لم تستطع جعل مركَّب البروتين يتبلور. ولذلك، وبينما ظلت تحاول بَلْوَرته على الجانب، جرّبت تقنية بديلة، هي قياس الطيف الكتلي من خلال تبادل الهيدروجين والديوتيريوم. وهذا أتاح لها رؤية مهمة للبِنْيَة، وقد نشرت دارسي ورقة بحثية حول تلك الطريقة (S. D'Arcy *et al*. *Mol*. *Cell* **51**, 662–677; 2013). تقول دارسي إنّ أي شخص مهتم بالبيولوجيا البِنْيَوية عليه أن يفكر في تعلُّم هذه التقنية إلى جانب التحليل الطيفي بالرنين المغناطيسي النووي (NMR).

مقاربات جديدة

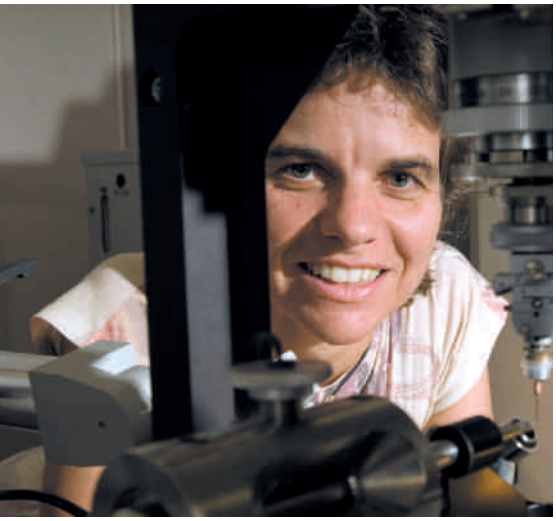
الآن، وبعد انتشار أجهزة السينكروترون، لم تعد مختبرات تعيين البِنْيَة البلورية تحتاج إلى مرافق الأشعة السينيّة الباهظة. ولدى المختبر الذي تعمل فيه لوجر مُوَلِّد للأشعة السينيّة، للاستخدام في إجراء مسح سريع للبلورات وتدريب الطلاب. والجهاز قوي بما يكفي لجمع بيانات ذات جودة تلائم النشر في نشرات علمية. وهذه البيانات مأخوذة من بلورات مرتَّبة جيدًا، بحيث تحيد الأشعة بشكل جيد، لكن البلورات غير المثالية، أو تلك التي تتحلل سريعًا بتأثير الأشعة السينيّة يتم إرسالها إلى جهاز السينكروترون، حسبما تشير دارسي. ويتاح للفريق إمكانية الوصول إلى مرافق مسار الأشعة ـ وهو المسار الذي تمر به أشعة إكس لدى خروجها من المسارِع ـ في جهاز سينكروترون من نوعية «مصدر الضوء المتقدِّم» في مختبرات لورانس بيركلي القومية في بيركلي بكاليفورنيا.

إن علماء البلوريات «الخالصون» ـ الذين يفضِّلون ألّا يشتغلوا بتقنيات أخرى ـ ربما يفكرون في شغل وظيفة (عالِم مسار الأشعة)، الذي يقوم بتحميل البلورات للباحثين، والإشراف عليها خلال عملية حصد البيانات. وتقدم العديد من مرافق السينكروترون ـ إلى جانب المناصب الدائمة ـ برامج تدريبية في تعيين البِنَى البلورية. كما أنها تتيح برامج صيفية وفترات تدريب للطلاب وباحثي ما بعد الدكتوراة وغيرهم من الباحثين الراغبين في تعلم التقنية، والذين ليس لديهم مرافق للأشعة السينيّة خاصة بهم.

ويقدم «المرفق الأوروبي لأشعة السينكروترون» ESRF في جرونوبل بفرنسا برنامج بكالوريوس صيفي لمدة ستة أسابيع لطلاب الجامعات، يتضمن محاضرات ودروسًا خاصة، وعملًا في المختبر، وزيارات للمواقع. وتتيح مدرسة «تشيرون سكول» في مرفق سينكروترون «إسبرينج-8» SPring-8 بمدينة هاريما في اليابان جلسات تدريبية لطلاب الدراسات العليا، وباحثي ما بعد الدكتوراة، والعلماء الصغار الذين يرغبون في الحصول على وظائف في مجالات تتضمن العمل بأشعة السينكروترون. كما تستضيف مؤسسة «مصدر الفوتون المتطور» في أرجون بإلينوي كل عام «المدرسة القومية لنثر النيترون والأشعة السينيّة»، حيث يحضر طلاب الدراسات العليا لمدة أسبوعين محاضرات ودروسًا خاصة، ويُجْرون تجارب قصيرة.

«إنّ بذْل الوقت في تعلُّم النظرية وبرامج الكمبيوتر سيثمر على المدى الطويل»
شينا دارسي

بدأ أليكسي بوزاك العمل في المرفق الأوروبي خلال فترة أبحاث ما بعد الدكتوراة، وهو الآن عالِم مسار الأشعة. وتنقسم مهامه ما بين اهتماماته البحثية في علم المواد (فلديه وقت للأشعة، مخصَّص لأبحاثه الخاصة) وبين أبحاث مستخدمي المرفق الأوروبي. يقول بوزاك: «علينا أنْ نسعد الناس ـ الذين يأتون إلينا ـ بالتجارب التي نجريها.



كارولين لوجر باحثة في مجال تعيين البنية البلورية بالأشعة السينية.

JOHN EISELE, COLORADO STATE UNIVERSITY

أحيانًا نكون أقلّ انخراطًا معهم، وأحيانا نشاركهم، وغالبًا ما ينتج عن ذلك نوع من التعاون البحثي».

الجيل التالي

يقوم علماء الأحياء البِنْيَوية بتطوير طرق؛ لتوسيع قدرات الأجهزة التقليدية؛ لتعيين البناء البلوري بالأشعة السينيّة، مع تداعيات محتمَلة للممارسين مستقبلًا. وفي نوفمبر 2013، قدمت المؤسسة القومية للعلوم الأمريكية منحة مركز العلوم والتقنية ـ البالغة 25 مليون دولار أمريكي ـ إلى جامعة بافالو في نيويورك، وسبع مؤسسات مشاركة، وذلك لتمويل مركز أبحاث «بيوإكسفل» BioXFEL. وسيقوم المركز بتطوير تقنيات مستحدثة، مثل «ليزر الإلكترون الحر» (X-ray free-electron lasers (XFELs)، وهي أدوات تنتج نبضات من الأشعة السينيّة أقصر بكثير وأكثر كثافة من السينكروترون.

يقول إيتون لاتمان ـ عالِم الأحياء البِنْيَوية في جامعة بافالو، ومدير مركز أبحاث «بيوإكسفل» ـ إن جهاز «ليزر الإلكترون الحر» بإمكانه تحليل بلورات أصغر بألف مرة من تلك المطلوبة في الطريقة التقليدية لتعيين البِنْيَة البلورية بالأشعة السينيّة. ويضيف: «إن هذا يفتح عالَمًا جديدًا تمامًا من جزيئات البروتين؛ ليتم تعيين بِنْيَتها البلورية، وهو ما لم نكن نستطيع عمله من قبل، لأنه لم يكن بإمكاننا إنماء بلورات كبيرة بما يكفي». كما يمكن لنبضات الأشعة السينيّة المركزة التقاط صور ثابتة لحركة الجزيئات، وهو ما يفتح الباب أمام الدراسات الديناميكية والتصوير الجزيئي.

وسوف يستفيد مركز «بيوإكسفل» من عدة مرافق، من بينها مرفق موجود في «مختبر المسارِع الوطني سلاك» SLAC في منلو بارك بكاليفورنيا. وقد بدأ تشغيل مرفق أصغر لأجهزة «ليزر الإلكترون الحر» في هاريما بالقرب من مرفق سينكروترون «إسبرينج-8» في 2011. ومن المقرر أن يُفتتح مرفق أكبر منه في هامبورج بألمانيا في عام 2015.

يتوقع لاتمان أن تؤدي منحة المؤسسة الوطنية للعلوم إلى إتاحة «عدد متواضع» من الوظائف الجديدة في المؤسسات المشارِكة. ويقول: «الآن، نحن مقيَّدون بالوقت المتاح على أجهزة الأشعة. وإذا ما بدأت دول حول العالم في بناء مرافق «ليزر الإلكترون الحر»؛ فأعتقد أننا سوف نرى نموًّا في هذا المجال، يمكن مقارنته بما رأيناه في وسائل تعيين البناء البلوري التقليدية في التسعينات»، لكن مجال «ليزر الإلكترون الحر» يحتاج

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

حاليًا إلى تحسينات تقنية، مثل برمجيات أفضل لتجهيز البيانات، ونظم أفضل لتسليم العيِّنات.

مطلوب خبراء

من المفارَقات.. أن يُقال إن تنويع المهارات المطلوب الآن للحصول على وظيفة أكاديمية كان سببًا في تحويل العديد من علماء الأحياء البِنْيَوية إلى علماء لديهم خلفيّات عن تخصصات عديدة، لكنهم لا يتميزون في أيٍّ منها. وعلماء اليوم معتادون على إرسال البلورات إلى مرافق السينكروترون؛ ليتم تحليلها، ثم تقوم برامج الكمبيوتر بالعمل التحليلي. تقول لوجر: «من أجل حلّ البِنْيَة المباشرة، لا تحتاج إلى أنْ تفهم النظرية والحسابات، وهذا أمر مؤسف. أشعر ببعض القلق من فقداننا الأشخاص الذين يجيدون التعامل مع المشكلات، أو المواقف المعقدة».

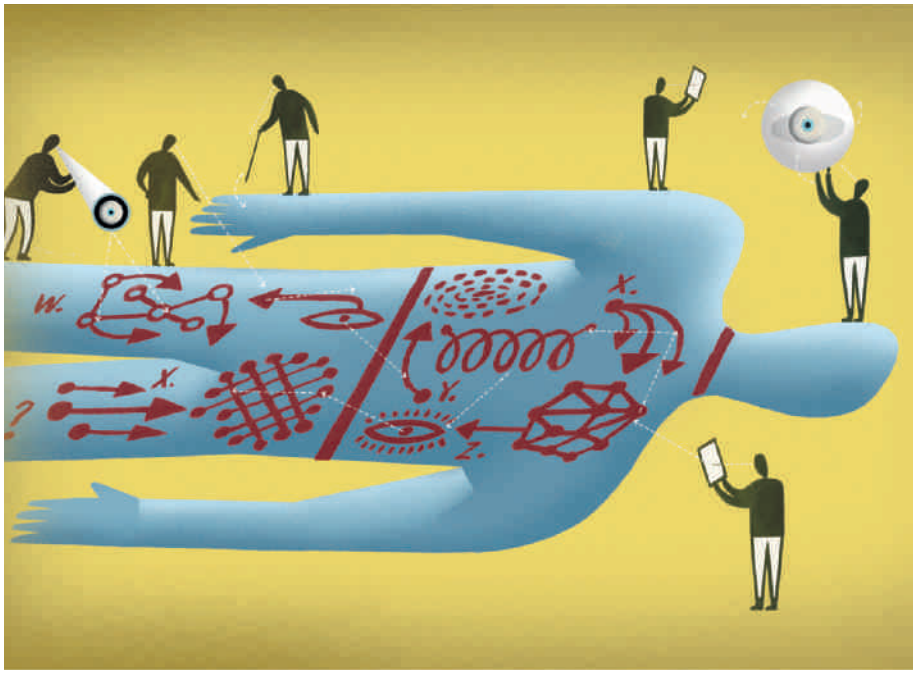
يشير بوزاك إلى أن المناصب المرتبطة بعلم البلوريات دائمًا ما تكون متاحة في «المرفق الأوروبي لأشعة السينكروترون»، وأنه من الصعب شغلها. ويضيف: «من الصعب أن تجد في هذه الأيام عالِم بلوريات متميزًا». ويجب أن يكون لدى علماء مسار الأشعة فهْم دقيق لنظرية تعيين البناء البلوري وأدواته، وهي مهارات لا تهتم غالبية برامج التدريب الحديثة بالتركيز عليها. وهذا يعني أن علماء البلوريات الذين يتمتعون بالمهارات المطلوبة يكونون مطلوبين لشغل الوظائف.

هناك قائمة متزايدة من شركات التعاقد، تتخصص في مجال البلوريات. فشركات مثل «بروتيروس بيوستراكتشرز» في بلانيج بألمانيا، و«شينجهاي مديسيلون» في الصين، و«إميرالد بيو» في بدفورد بماساتشوستس، تقدم لعملائها خدمات متكاملة لتعيين البِنَى البلورية، وغالبية العملاء شركات أدوية. وتوظِّف الشركات علماءَ من حاملي درجات البكالوريوس، والماجستير، والدكتوراة؛ لتنفيذ كافة خطوات عملية تعيين البِنْيَة البلورية، ابتداءً من تصميم البروتين، حتى التحليل البِنْيَوي. وهناك شركات دوائية ـ مثل «ميرك»، ومقرها في وايتهاوس ستيشن في نيوجيرسي، و«نوفارتس»، ومقرها في بازل بسويسرا ـ لا تزال لديها برامج خاصة بها لتعيين البِنَى البلورية، وهي برامج تركِّز على التصميم المنطقي للعقاقير المبنية على الهيكل البلوري، وهي أيضًا توظف علماء من كافة المستويات العلمية. هذه الشركات يُحتمَل أن تكون أكثر ملاءمةً لأولئك العلماء الذين يرغبون في التركيز على نوع معين من البروتينات، أو إحدى العمليات الحيوية، بدلًا من العديد من هذه العمليات.

تنصح دارسي الطلاب المهتمين بمجال تعيين البِنَى البلورية بالأشعة السينيّة بأنْ يتعلموا أسسها النظرية، وكافة التقنيات المتعلقة. وتقول: «لا تدع الناس يفعلون هذه الأمور لك. هناك العديد من كبار العلماء الذين يعرفون طريقة فعل هذه الأمور، وهناك دائمًا أزمة في الوقت للحصول على البيانات. إنك تحصل على البلورات، وتريد فقط أن ترى بِنْيَتها، لكنّ بذْل الوقت في تعلُّم النظرية وبرامج الكمبيوتر سيثمر على المدى الطويل، لأنك تستطيع حينها أن تعرف هل سارت الأمور بشكل خاطئ، أم صحيح». ■

لورا كاسيداي كاتبة حرة، تقيم في هدسون بكولورادو.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



DRAWN IDEAS/IKON IMAGES/CORBIS

أبحاث الأمراض

نظرة على الأمراض النادرة

العلماء الذين يتخصصون في الأمراض غير الشائعة بإمكانهم أن يجدوا نقطة تخصص بحثية ذات قصد.

هايدي ليدفورد

اعتاد ستيفن جراي أن يمضي ساعات طويلة في المختبر، بسبب حبه للعلوم. وكباحث ما بعد الدكتوراة، كان يُجْرِي تجارب على نوع من الفيروسات، بحثًا عن طرق لإدخال الجينات إلى الخلايا العصبية، كجزء من تقنيات العلاج بالجينات. وفي عام 2008، أرسله رئيسه في المختبر إلى اجتماع عقدته منظمة غير هادفة إلى الربح، تُسمَّى «صندق هانا للأمل» Hannah's Hope Fund؛ فوجد جراي مصدر إلهام جديدًا.

تتخذ المؤسسة الخيرية «صندوق هانا للأمل» من ريكسفورد بنيويورك مقرًّا، وتدعم البحث العلمي حول «اعتلال محاور الخلايا العصبية» giant axonal neuropathy (GAN)، وهو اضطراب عصبي مميت. خلال الاجتماع، التقى جراي بالطفلة هانا سامز، وهي طفلة في الرابعة من عمرها، لها شَعر مجعَّد وابتسامة عذبة، ألهم مَرَضُها والديها لإنشاء تلك المؤسسة الخيرية. ومع انتهائه، أطلق جراي مشروع «اعتلال محاور الخلايا العصبية». يقول: «نظرت إليها، فرأيت ابنتي»، التي كانت أيضًا في الرابعة من عمرها في ذلك الوقت. ويضيف: «والآن أركِّز على إيجاد علاج، تمامًا كما كنت سأفعل من أجل ابنتي».

إن مرض «اعتلال محاور الخلايا العصبية» هو واحد من بين أكثر من 6 آلاف مرض نادر ـ أو «يتيم» ـ يعاني منه البشر حول العالم. ومثل هذه الأمراض غالبًا ما تصيب أقل من شخص من بين كل ألفي شخص، وتمثل تحديًا فريدًا للباحثين ومطوِّري العقاقير، الذين لا يتاح لهم الوصول سوى إلى عدد قليل من المشاركين في التجارب الإكلينيكية، والقليل من الموارد، مثل النماذج الحيوانية.

بالنسبة إلى العلماء الذين بإمكانهم التغلب على مثل تلك التحديات، فإن العائد ربما يكون هائلًا. فمن منظور عمليّ، فإن الاهتمام المتزايد من القطاع الصناعي ومصادر التمويل الحكومية المخصصة للأمراض النادرة قد أدى إلى طرح خيارات عمل جديدة. يقول دانيال أوري، الذي يدرس مرض نايمان-بيك من النوع سي، وهو اضطراب جيني تَنَكُّسِيّ عَصَبِيّ، في جامعة واشنطن بسانت لويس في ميسوري: «هناك فرص عظيمة للعاملين في الوسط الأكاديمي، للتفاعل مع القطاع الدوائي، والحصول على التمويل الحكومي».

يضيف أوري أن الأبحاث على الأمراض النادرة تُعتبر كذلك ذات مردود مجزٍ بالنسبة إلى العلماء البارعين في التفاعل. فبسبب قلة عدد المصابين، وشُحِّ المعلومات المتاحة حول معظم الأمراض النادرة، يتوجب على العلماء العمل عن قرب مع المرضي وعائلاتهم. كما أنهم كثيرًا ما يتعاونون مع منظمات الدفاع عن المرضى، من أجل جمع عينات الأنسجة، ومعرفة المزيد عن الأعراض، واختيار أشخاص للخضوع للتجارب الإكلينيكية. ويمثل التفاعل الشخصي تحديًا.. فالعديد من الأمراض النادرة تُعتبَر قاتلة، وغالبًا ما يكون المصابون أطفالًا. يقول نِك لِيشْلي، رئيس شركة التقنية الحيوية «بلوبيرد بيو» في كمبريدج بماساتشوستس، تلك الشركة التي تبحث عن علاجات لعدة أمراض نادرة: «لا يوجد ما هو أكثر تأثيرًا في المشاعر من ذلك».

آفاق التوظيف

يرجع الفضل في ازدهار مجال البحث العلمي في ◀

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

◄ الأمراض النادرة إلى الجهود المتّقِدة التي بذلها المدافعون عن حقوق المرضى. فالتبرعات الخيرية سمحت للجامعات بإنشاء مراكز لأبحاث الأمراض النادرة، مثل مركز بحوث وعلاج الأمراض اليتيمة، التابع لجامعة بنسلفانيا في فيلاديلفيا، الذي قام بإعطاء مِنَح بأكثر من 4.1 مليون دولار أمريكي إلى باحثيه منذ افتتاحه في 2011. وفي عام 2012 قامت المعاهد القومية للصحة الأمريكي بتقديم منح قدرها 3.6 مليار دولار لأبحاث الأمراض النادرة. ويتضمن المبلغ دعم المبادرات المخصصة لذلك، مثل المبادرة التابعة لها، المسماة «برنامج علاجات الأمراض النادرة والمُهمَلة». كما أنفق البرنامج الإطاري السابع، التابع للمفوضية الأوروبية، والمخصص لتمويل الأبحاث، ما يقدر بـ350 مليون يورو (720 مليون دولار أمريكي) على الأمراض اليتيمة في فترة الأعوام ما بين 2007 و2013، طبقًا لبيانات «تحالف لمنظمات مرضى الأمراض النادرة» EURORDIS في باريس.

يظل الأكثر ازدهارًا هو الجانب الصناعي لمجال الأمراض النادرة. فشركات الأدوية التي كانت في السابق تبتعد عن تطوير العقاقير ذات الأسواق الصغيرة تعلمت من قصص النجاح التي حققتها شركات، مثل «جينزايم» Genzyme، وهي شركة متخصصة في الأمراض اليتيمة، مقرها في كمبريدج بماساتشوستس. ازدهرت أعمال الشركة من خلال تعويض صغر حجم السوق بزيادة أسعار الدواء. (وهناك برامج تساعد المرضى على دفع ثمن الدواء، لكن قضية التسعير تظل مثار جدل. انظر: «لغز التكلفة»). وبدأت شركات أخرى تتجه نحو الاستفادة من الحوافز التنظيمية: ففي الولايات المتحدة؛ أحيانًا تحصل الشركات على إعفاءات ضريبية، لقيامها بإجراء تجارب إكلينيكية على عقارات معالجة للأمراض اليتيمة، كما أن الجهات التنظيمية الأمريكية والأوروبية غالبًا ما تُسهّل إجراءات اعتماد مثل هذه الأدوية. فثلث العقاقير الـ39 التي اعتمدتها إدارة الأغذية والأدوية الأمريكية في عام 2012 تخص أمراضًا يتيمة، ومن المتوقع أن ينمو السوق العالمي لهذه العقاقير من 86 مليار دولار في 2012 إلى 112 مليار في 2017، طبقًا لشركة BCC Research، وهي شركة لأبحاث السوق، مقرها ويلسلي بماساتشوستس.

نتيجة لذلك.. فإن شركات التقنية الحيوية تزخر بمشروعات لتطوير العقاقير اليتيمة، مثل شركة بلوبيرد بيو، التي قامت بمضاعفة عدد العاملين فيها بإضافة نحو 40 موظفًا جديدًا هذا العام، غالبيتهم من العلماء. كما قامت شركات الأدوية العملاقة ـ ومن بينها جلاكسو سميث كلاين (GSK) ـ بتطوير وحدات متخصصة تركز على الأمراض النادرة. ويقول هانز شيكان المدير التنفيذي لشركة بروسينسا المتخصصة في الأمراض النادرة، ومقرها في ليدن بهولندا، إنه فوجئ عندما عرضت عليه شركة جلاكسو سميث كلاين الاستثمار في أبحاث شركته، لأنه لم يكن يدرك أن هذه الشركة العملاقة تهتم بالأمراض النادرة. وقد وفرت هذه المشارَكة 25 مليون دولار لشركة بروسينسا، إلى جانب دفعات مالية إضافية كلما حققت الشركة نجاحًا مميزًا في مشروعات تطوير عقاقير لمرض سوء التغذية العضلي (ديوشين). يقول شيكان إنه منذ ذلك الحين ازدهر هذا المجال. وهناك شركات أدوية عملاقة أخرى، مثل نوفارتس، ومقرها في بازل بسويسرا، بدأت في زيادة تركيزها على الأمراض النادرة، وهو ما يخلق فرص عمل في هذا المجال. ويقول شيكان: «إنه ما زال مجالًا جديدًا إلى حد ما، لكنه ينمو».

منافذ متعددة

يوجد عديد من أنواع الأمراض اليتيمة المختلفة، كما أن الباحثين المهتمين يأتون من تخصصات متعددة. وينصح قدامى العاملين في المجال الباحثين المحتمَلين بأنْ يصقلوا قدراتهم الإحصائية، لأن العيِّنات صغيرة الحجم تتطلب تحليلات معقدة. كما أن الخبرة في أحدث تقنيات سَلسَلة الجينوم تفيد كثيرًا: فلقد اكتشفت تلك التقنية الأسس الجينيّة لعديد من الأمراض النادرة في الأعوام القليلة الماضية. يقول روبرت ستاينر، المدير التنفيذي لمؤسسة مارشفيلد للأبحاث الإكلينيكية في ويسكونسين: «لقد أصبحنا نرى عديدًا من الأدوات والتقنيات التي تم تطويرها للأمراض الشائعة، بدأت تُطبّق للمرة الأولى على الأمراض النادرة».

كما تتيح الأمراض اليتيمة فرصة للشركات لصياغة وضع متميز، والإسهام في ظل مخاوف أقل من أن يتم القضاء عليها، حسبما يقول ستاينر، موضحًا أنه «غالبًا ما تكون المنافسة فيها أقل. وأنا أشعر كما لو أن كل ما فعلته بإمكانه إضافة معرفة مهمة إلى مجال بحثي كانت به فجوة حقيقية».

صياغة هذا الوضع المتميز يمكن أن تؤدي إلى الانعزال، حسبما تعلَّم جوش سومر من تجربته الشخصية. ففي 2006، عندما كان طالبًا في جامعة ديوك في دورهام بنورث كارولاينا، تم تشخيصه بمرض «الورم الحبلي» chordoma، وهو سرطان نادر بالعمود الفقري، ثم قرر فيما بعد أن يعمل في مختبر يدرس هذا المرض، وبالصدفة كانت جامعة ديوك هي الجامعة الوحيدة في البلاد التي بها مختبر ممولّ حكوميًّا لدراسة هذا المرض، لكنه سرعان ما عرف بإحباطات أبحاث الأمراض النادرة. يقول: «لم يكن لدينا إمكانية الوصول إلى عينات الأنسجة، وخطوط زراعة الخلايا، أو نماذج الفئران. ولم تكن لدينا مختبرات أخرى للتواصل معها، أو التعاون معها. كنا وحيدين».

ترك سومر الجامعة بعد عامه الثالث؛ للمشاركة في تأسيس مؤسسة كوردوما، ومقرها أيضًا في دورهام، حيث ظل إلى الآن مديرها التنفيذي. ومن بين أوائل مبادراته ورشة عمل سنوية لجمع الباحثين المهتمين بمرض «الورم الحبلي»، وغيرهم من العلماء الذين يعملون في أبحاث ربما يكون لها تأثير على هذا المرض. كما ترعى المؤسسة جوائز، تصل قيمتها إلى 10 آلاف دولار أمريكي، تقدَّم إلى العلماء الذين يُطوّرون نماذج قبل إكلينيكية مفيدة. يقول سومر إن المبلغ المالي ليس كبيرًا، لكنه كان حافزًا لعديد من الفنيين في المختبرات على تطوير خطوط زراعة خلايا «الورم الحبلي» ونماذج الفئران. وإلى الآن، قامت المؤسسة بتوزيع ثلاثة خطوط زراعة خلايا على 60 مختبرًا وشركة. ويقول سومر إنه يبقى على اتصال بأكثر من 150 باحثًا، قد تكون أعمالهم متعلقة بالمرض.

هناك القليل من النماذج قبل الإكلينيكية متاحة للباحثين المهتمين بالأمراض النادرة، لكن ذلك ربما يمنح فرصة للعلماء؛ لإنشاء نماذج عالية الجودة في مختبراتهم، حسبما يقول ستاينر، لكن أكبر ما يقلقه هو إقناع الهيئات للحصول على التمويل. فالبرغم من أن معاهد الصحة القومية الأمريكية تدعم عددًا من أبحاث الأمراض اليتيمة، إلا أن ستاينر يقول إنه هو وزملاؤه أحيانًا ما يتلقون مراجعات للمنح، تشكِّك في أهمية أعمالهم البحثية. ويقول: «بعض الأقسام في استمارات المنح الخاصة بالوكالات الفيدرالية المانحة لا تزال تركز على فكرة أن أهمية المشروع تتناسب طرديًّا مع عدد المرضى المستفيدين».

تأمين التمويل

من بين الطرق المتَّبعة لزيادة فرص الحصول على تمويل.. البحث عن سبل يتداخل فيها المرض النادر مع مرض آخر أكثر شيوعًا. فعلى سبيل المثال.. تستخدم هيذر بين عالمة الكيمياء في كلية دارتموث في هانوفر بنيو هامبشاير منحةً لمدة عامين لأبحاث ما بعد الدكتوراة ـ من مؤسسة التليف الكيسي في بيثيسدا بميريلاند ـ في دعم دراساتها عن التهابات الرئة البكتيرية المرتبطة بالتليف الكيسي، لكنها تأمل ـ في النهاية ـ في توسيع فرصها في الحصول على تمويل، من خلال استكشاف تداخلات بين التليف الكيسي، ومرض آخر أكثر شيوعًا، هو «الداء الرئوي الانسدادي المزمن» COPD. وتقول: «أنا ما زلت ملتزمة بالبحث في التليف الكيسي، لكنْ من السهل إيجاد روابط مع مرض أكثر انتشارًا، وأسهل في الحصول على التمويل».

تنجح بعض المختبرات في اجتذاب المنح والزمالات من عدة مؤسسات. ويقوم كلوديو هيتز ـ المدير المشارك في معهد الطب الحيوي وعلم الأعصاب في جامعة شيلي في سانتياجو ـ بدراسة طيّ البروتين الذي يحيد عن طبيعته في عديد من الأمراض النادرة، ومن بينها مرض كروتزفيلدت-جاكوب، ومرض هانتينجتون، والتصلب الجانبي الضموري. كان هيتز قلقًا من إيجاد التمويل، ولذا.. ترك دراسته لما بعد الدكتوراة في الولايات المتحدة؛ من أجل افتتاح مختبره الخاص، وتقدَّم بطلبات للحصول على منح بعدد من المؤسسات المانحة، أملًا في الحصول على منحة من إحداها. وتلقَّى بالفعل ثلاث منح، وقال: «لقد كانت تلك

بأيّ سعـر؟

لغـز التكلفـة

إن إحدى الطرق التي حصلت بها الشركات على ربح من عقارات الأمراض اليتيمة هي فرض أسعار عالية للعقار. وهذا تَوَجُّه يصيب الباحثين المهتمين بمساعدة المرضى بالإحباط.

على سبيل المثال.. فعقار التليف الكيسي كاليديكو (إيفاكرافتور) Kalydeco ـ الذي تنتجه شركة فيرتكس فارماسوتيكالز في كمبريدج ماساتشوستس ـ يكلِّف الفرد 373 ألف دولار أمريكي كل عام. وتقول شركات الأدوية إنها تحتاج أنْ تضع هذا السعر العالي؛ لتسترد تكاليف تطوير تلك العقاقير الموجهة إلى عدد صغير من الناس، كما إن الأشخاص الذين لديهم تأمين صحيّ لن يضطروا إلى تحمُّل هذه التكلفة كاملةً، وهناك أيضًا شركات عديدة ـ ومن ضمنها «فيرتكس» ـ لديها برامج دعم مالي عالمية؛ لمساعدة أولئك الذين ليس لديهم تأمين صحيّ.

بدأ الأطباء والباحثون يعبِّرون عن قلقهم حول ما إذا كانت هذه البرامج كافية لتأمين وصول المرضى للدواء، أم لا، ويتشككون في مدى استدامة هذه الأسعار العالية. إنّ فرض هذا السعر الكبير للأدوية يستخفّ بدور كل من الباحثين الأكاديميين والمرضى المشاركين في التجارب الإكلينيكية في تطوير العقارات، حسبما يرى كارلوس ميلا، طبيب الأطفال الذي يدرس الأمراض النادرة في جامعة ستانفورد في بالو ألتو بكاليفورنيا. ويوضح قائلًا: «الأمر يتخطى الشركة والمستثمرين.. فهناك مجتمع بأسره شارك في هذا الجهد».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

STEVEN GRAY

ستيفن جراي (أقصى اليمين) كان قد ألهم لإطلاق مشروع حول المرض النادر «اعتلال محاور الخلايا العصبية».

نقطة البداية لكل شيء. لقد سمحت لي هذه المِنَح ببناء مختبر صلب على وجه السرعة».

يسرد هيتز قائمة من خمس مؤسسات يتعامل معها، ويقول إنه استطاع بناء علاقات شخصية في كلٍّ منها. وبعضها يقوم بما هو أكثر من توفير المال، مثل مؤسسة مايكل جاي فوكس لأبحاث مرض باركنسون، ومقرها في نيويورك. يقول هيتز إنه يتواصل مع مسؤول أحد البرامج في المؤسسة عندما تواجهه عقبة تقنية، ويعمل هذا المسؤول معه على إيجاد العلماء المناسبين لاستشارتهم.

هناك عيوب تخصّ تَلَقِّي المِنَح من المؤسسات. فالمبالغ الممنوحة غالبًا ما تكون أقل من تلك الخاصة بالمنح الحكومية. يقول جراي، الذي يدير حاليًا مختبره الخاص في جامعة نورث كارولاينا في شابل هيل، إن أكبر منحة من المِنَح التي يتلقاها من المؤسسات المانحة السبع ما زالت تناهز 250 ألف دولار سنويًّا. وأقل منحة من هذه المنح تبلغ حوالي 50 ألف دولار في العام. كما أن فترة هذه المنح تبلغ عامًا أو اثنين، وهو ما يخلق نوعًا من عدم الاستقرار. إضافة إلى ذلك.. فإن المؤسسات نادرًا ما تدفع كافة التكاليف التشغيلية، مثل صيانة المباني، والدعم الإداري، وهي التكاليف التي تأخذها الجامعات من المنح الحكومية. ولهذا السبب.. فإن الجامعات تقول إن المنح القادمة من المؤسسات قد تتسبب في خسارة مالية لها، وأحيانًا ما تُجبِر موظفيها على رفض تلك المنح. لذلك.. فإن الباحثين المهتمين بالمنافسة للحصول على المال من المؤسسات عليهم أن يراجعوا الجامعات التي يعملون بها، ليروا إنْ كان بإمكانهم قبول هذا التمويل، أم لا (انظر: *Nature* **504**, 343; 2013).

تنتظر المؤسسات أيضا من مُتَلَقِّي مِنَحها أن يستمروا في التركيز على الهدف الأساسي، وهو مساعدة المرضى. ويحذر جراي المتقدمين إلى وظيفة في مختبره من أنّ هذه الحقيقة قد تعني في بعض الأحيان إهمال تجارب مهمة ومثيرة، إذا لم تكن تُسهِم بوضوح في المهمة الرئيسة للمشروع. ويضيف: «نحن بالفعل نحرص على أنْ يخدِم كل ما نفعله مصلحةَ الناس الذين يموِّلوننا».

إنّ جراي راضٍ بهذه التسوية. ففي العام الماضي تقدَّم للحصول على موافقة وكالة الأغذية والأدوية؛ لإجراء التجارب الإكلينيكية لـ «اعتلال محاور الخلايا العصبية»، حيث إن لَدَيْه عدة أشخاص مصابين بهذا المرض، وهو صديق لعائلاتهم. ويختنق صوته عندما يتحدث عن وفاة أحد المرضى البالغين، كان قد التقى به في الاجتماع الأول للمشروع. ويضيف: «الأمر قاس. لذا.. أحاول دائمًا أن أعمل بجد أكثر». ■

هايدي ليدفورد تكتب لـ«نيتشر» من كمبريدج بماساتشوستس.

جمعيات خيرية

الربح من المؤسسات غير الربحية

العلماء المهتمون بتوزيع التمويل على متلقّي المنح ذوي الجدارة قد يناسبهم العمل في المؤسسات العلمية.

ألا كاتسنيلسون

حصلت أنيتا بيبير على وظيفتها الثانية ـ كمديرة لبرامج مِنَح الطب الحيوي في منظمة غير هادفة إلى الربح ـ عن طريق مزيج من الحظ والظروف. فهي اختصاصية في علم الوراثة، تدرَّبت في هذا المجال، وعندما أوشكت على إنهاء زمالة أبحاث ما بعد الدكتوراة لمدة خمس سنوات في جامعة بنسيلفانيا في فيلادلفيا عام 2008، كانت تفكر في خطوتها التالية. لم ترِدْ هي وزوجها تغيير محل إقامتهما، لكنها كانت تعلم أن احتمالات نجاحها في البحث عن وظيفة في المجال الأكاديمي في مدينة واحدة محدودة للغاية. وبالرغم من أنها استمتعت بالعمل على طاولات المختبر، إلا أنها ـ بطبيعتها ـ شخصية اجتماعية تحب فكرة التفاعل المستمر مع الناس.

لذلك.. قررت بيبير مقابلة أي شخص في فيلادلفيا يكون له منصب قيادي، خاصة أولئك الذين لهم أنشطة في تحسين الصحة، من خلال التعليم أو البحث العلمي. وقد قادها اجتماع على الغداء مع مسؤول العلامات التجارية ـ الذي عمل مع شركات في تصميم العلامات التجارية وصياغة هويتها ـ إلى شخص آخر أخبرها عن منصب رفيع في مؤسسة «بيو شاريتابل تراست» الخيرية في فيلادلفيا، وواشنطن دي سي. أرادت المؤسسة توظيف شخص للمساعدة في إدارة مبادرتين لمنح الطب الحيوي، هما برنامج زمالة الأمريكيين اللاتينيين التابع لبيو، وبرنامج علماء بيو. تقدمَت بيبير بكل حماس، إذ كانت مفتونة بفكرة مساعدة شباب العلماء على إيجاد موطئ قدم في مناخ تتزايد فيه التحديات، وهو صراع ذو بعد شخصي بالنسبة لها. قامت بيو بتوظيفها كأستاذة مشاركة رئيسة عام 2008. تقول: «كان الأمر عشوائيًّا تمامًا، ولم أكن أعلم بوجود مثل هذه الوظائف». وقد تمت ترقيتها إلى منصب مديرة البرنامج في عام 2012.

نداء الخير

بالنسبة إلى المهتمين بتسهيل البحث العلمي أكثر من الكَدّ على طاولات المختبرات، فإن العمل في مؤسسة أو في جمعية خيرية يناسبهم بشكل كبير. إن وظائف مسؤولي البرامج في مثل هذه المنظمات ذات رواتب مجزية، تتراوح بين 60 ألف و110 آلاف دولار أمريكي في الولايات المتحدة، وفي أوروبا تتراوح بين 30 ألف و80 ألف يورو (ما بين 41 ألف، و109 آلاف دولار)، لكن الكثيرين ـ مثل بيبير ـ لم يكونوا على علم بوجود مثل هذه الوظائف. وحتى أولئك الذين يعلمون بها، غالبًا ما تكون لديهم أفكار مغلوطة حول ما تنطوي عليه هذه الوظائف. يقول مايكل ماديجا، المدير الإداري لمؤسسة هيرتي في فرانكفورت، وهي أكبر ممول خاص لأبحاث الدماغ في ألمانيا: «أعتقد أن الكثير من الناس لديهم انطباع بأنك فقط تقرأ طلبات الحصول على المنح». ويستطرد ماديجا ـ الذي يعمل كذلك في مختبر بجامعة فرانكفورت ـ قائلًا: «لكنها وظيفة تنطوي على السفر، ومقابلة أشخاص، والكثير من التواصل، وتطوير جدول عملك الخاص. إنه أمر غاية في الإبداع».

إن أغلب الناس الذين يهربون من العمل في المختبر إلى العمل في المؤسسات أو غيرها من جهات التمويل الخاصة يبدأون بوظيفة «مشارك»، أو «مدير البرنامج»، حيث يشرفون على برامج المنح التي تصيغ أهداف المؤسسة، من خلال دعم مجال عام للبحث، أو تمويل أعمال في مجال محدد، أو في إقليم محدد، أو مساعدة مجموعة معينة ـ مثل العلماء ـ في بداية مسارهم المهني. وبالطبع، فإن قراءة استمارات المنح هي دائمًا جزء من المهمة.

يقول ريتشارد وينر، مدير أحد البرامج في «شركة بحوث تطوير العلوم»، وهي مؤسسة مقرها في توسون بأريزونا، تدعم العلوم الفيزيائية: «إذا كنت لا تحب مراجعة استمارات المنح، فهذه ليست وظيفة ملائمة لك»، لكن بناء العلاقات مع متلقي المنح الحاليين والمحتمَلين ومجتمع البحث العلمي ككل له الأهمية نفسها. ويوضح وينر قائلًا: «أنت بالطبع تحتاج إلى أن تكون على مستوى جيد في تخصُّصك، لكنك كذلك يجب أن تهتم كثيرًا بالتواصل ◀

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

CARGO/IMAGEZOO/CORBIS

مع الناس، وتطويرهم، وبناء علاقات تعاون جديدة، وإيجاد فرص جديدة».

لذلك.. فإن مهارات التواصل تُعتبر في قلب مثل هذه المهنة، كما إن تطوير فهم عميق للموضوع أو الجمهور الذي تقوم المؤسسة بتمويله يتضمن حضور مؤتمرات، وربما تنظيمها؛ لجمع جهات اتصال من الخبراء والباحثين المتوقَّع نجاحهم، والعلماء الذين يمولهم البرنامج بالفعل. إن مؤسسات عديدة تعمل عن قرب مع المتقدمين للحصول على المنح والزمالات؛ من أجل مساعدتهم على تقوية اقتراحاتهم المقدمة. هناك مؤسسات ـ مثل تلك التي يعمل بها وينر ـ تمضي وقتًا طويلًا في تقديم استشارات للباحثين الذين رُفضت طلباتهم. ويصف وينر ذلك قائلًا: «إنه دور داعِم».

إن نوعية المهام المحددة لمدير البرنامج تعتمد على نوع المشروع، لكن تنوُّع تلك المهام هو السمة الرئيسة لهذه المهنة. تعمل مارتا تافيت، مستشارة الأنشطة الدولية لشؤون تمويل العلوم بمؤسسة «ويلكوم تراست» في لندن ـ وهي أكبر مؤسسة خيرية لأبحاث الطب الحيوي في المملكة المتحدة ـ ضمن فريق مكوَّن من ستة أشخاص، يقوم بتطوير الخطط الاستراتيجية والسياسات العامة لملف الأبحاث العلمية المدعومة من المؤسسة في الدول ذات الدخول المتدنِّية والمتوسطة. وعلى سبيل المثال.. قام الفريق بتمويل مشروعات عبر 51 مؤسسة في أفريقيا؛ بهدف تقوية القدرات البحثية للجامعات. تبحث تافيت عن الباحثين المستحقين، وتقدِّم لهم المشورة خلال عملية تقديم طلبات المنح، وتساعد في مراقبة إنجازاتهم، حالما يبدأ تمويل البرنامج. وتسافر تافيت كثيرًا إلى مؤسسات أفريقية؛ لحضور مجالس الاستشارات العلمية واجتماعات لجان التوجيه وتقديم الاستشارات بشأن المسائل العملية وقضايا الحكم، وكذلك في الوجهات العلمية للمؤسسة. وتقول: «إن هذه المهنة تسمح لي ـ في وقت مبكر من مساري المهني ـ بأن يكون لدي الكثير من المدخلات على مستوى أعلى، وهي أمور قد لا تمتلكها بالضرورة كباحث صغير».

تتباين المؤسسات المانحة غير الربحية بشكل كبير في الحجم والهيكل والثقافة، ولذا.. فإنه من المفيد للعلماء الذين في بداية مسارهم المهني أن يفكروا في أكثر ما يثير اهتمامهم. فالمنظمات الكبيرة قد يكون لها تأثير أكبر في المجال المختصه به، حتى إنْ اقتصر الأمر على حجم المال الممنوح، بينما المؤسسات الأصغر تقدم لموظفيها مجموعة متنوعة من المسؤوليات، وتتيح لهم مرونة أكبر، لكن رواتبها أصغر. وتتحصر مهمة بعض المؤسسات في التمويل، بينما هناك مؤسسات أخرى لديها مهمات أخرى، مثل الدفاع عن الحقوق، أو التعليم. وعلى سبيل المثال.. معظم العلماء في مؤسسة استكشاف عقارات الزهايمر في نيويورك يشرفون على برامج المنح، لكنّ المؤسسة عيَّنت بيني داكس لجَمْع وتلخيص الكتابات حول الاستراتيجيات المقترَحة لمنع مرض الزهايمر والتدهور الإدراكي، وتوصيل تلك المعلومات إلى الجمهور مثلما هو الأمر للباحثين والأطباء، عن طريق مقالات للرأي، تُنشَر في الدوريّات الطبية.

على الراغبين في التقدم أن يقرروا كذلك ما إذا كانوا ملتزمين بدعم مجال بحثي معين ـ ربما مجال قريب من تخصُّصهم ـ أم أنهم كانوا يفضِّلون العمل في مؤسسة تقوم بتمويل عدة مجالات بحثية في العلوم، أو خارجها. وجدت بتسي مايرز ـ مديرة الأبحاث الطبية بأحد البرامج في مؤسسة «دوريس ديوك الخيرية» في نيويورك ـ أنها تحب تفاعلها اليومي مع الخبراء في المجموعة المتنوعة من الموضوعات البحثية التي تموِّلها مؤسستها، التي من بينها برامج الحفاظ على البيئة والفنون المسرحية، وتحسين أحوال الأطفال. وتقول: «قم بواجبك، وفكر حقًّا فيما إذا كانت مهاراتك وإبداعاتك تتوافق مع تلك الخاصة بالمؤسسة».

مستقبَل واعِد؟

لقد بدأت نسبة الأبحاث العلمية المموَّلة من جانب قطاع المؤسسات غير الهادفة إلى الربح في التزايد. ففي عام 2011، أنفقت المؤسسات الخيرية الخاصة في الولايات المتحدة نحو 1.3 مليار دولار على أبحاث الطب الحيوي. وفي 2012، أنفقت المؤسسات الخيرية الحكومية ـ التي تجمع الأموال من عدد كبير من المصادر ـ مليار دولار. وقد تأثرت المؤسسات غير الربحية بشكل كبير، بسبب الانكماش الاقتصادي، حيث قام عدد من المموِّلين بإيقاف أو تجميد بعض البرامج البحثية، لكن هذا القطاع بدأ ينتعش مرة أخرى، حيث تفيد مؤسسات عديدة بأن بعض البرامج التي تم إيقافها في السابق عادت للعمل من جديد.

HERTIE FOUNDATION

«نحن نتطلع إلى أشخاص أذكياء مساهمين، أدركوا أن العمل في المختبر لا يلائمهم»

مايكل ماديجا

تشرف جينا أجيوستراتيدو ـ كبيرة مسؤولي البرامج في «مؤسسة ليونا إم. وهاري بي. هيلميسلي الخيرية» في نيويورك ـ على الملف البحثي لبرنامج يختص بمرض السكري من النوع الأول، وتقول: «إن المؤسسات تبحث بالفعل عن حملة الدكتوراة لتوظيفهم، لأنها تريد الدفع بمسيرة البحث العلمي»، وتضيف قائلةً إن التقليص المتزايد للتمويل الحكومي الأمريكي «يجعل دور المؤسسة الآن أكثر أهمية»، لكنَّ أيًّا من ذلك لا يعني سهولة الحصول على هذه الوظائف.. فبالرغم من وجود مؤسسات عديدة غير هادفة إلى الربح، إلا أن كلًّا منها يعين عددًا قليلًا نسبيًّا من حملة الدكتوراة. وتقدِّر تافيت عدد موظفي «ويلكوم تراست» بنحو 600 شخص، لكن هناك أقل من 40 شخصًا يعمل في قسم التمويل العلمي. تقول داكس إنه عندما سعى فريقها إلى تعيين عالِم إضافي في

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

ALEX PARLINI

«عليك أن تتحلى بالثقة اللازمة في نفسك عندما تذهب إلى شخص ما، لستَ واثقًا مِن أنه على استعداد للمساعدة»
أنيتا بيبير

الربيع الماضي؛ تقدَّم 100 شخص للوظيفة.

تقول مايرز إنه لا يوجد طريق سهل للوصول. وتضيف: «غالبًا ما يتوجّب عليك أن تتعلم من خلال فترة تدريبية للمهنة»، لكن هناك استثناءات.. إذ تتيح كل من «ويلكوم تراست»، ومؤسسة «هيرتي» فترة تدريبية لعدة أسابيع أو أشهر؛ لمنح أولئك الذين يغيِّرون مسارهم المهني مَلْمَحًا عن مسار المؤسسة، لكن الراغبين في التقدُّم لتلك الوظيفة غالبًا ما يكون عليهم القيام بمهام شاقة؛ من أجل التعرف على المنظمات التي تتوافق مع اهتماماتهم.

قد يتطلب ذلك القيام ببحث على الإنترنت؛ للتعرف على المنظمات غير الربحية التي تموِّل أو تدعم موضوعًا بحثيًّا معينًا، أو التنقل بين أجنحة المعارض في المؤتمرات العلمية؛ لمقابلة ممثلين من هذه المنظمات، أو البحث عنهم في مكاتب المهن بالجامعات، أو التواصل مع بعض المعارف في شبكة العمل المهنية؛ للبحث عن أشخاص يتقلدون مناصب متعلقة بالأمر. الخطوة التالية هي أن تطلب حديثًا غير رسمي «دردشة»؛ لمعرفة آفاق العمل في المنظمة. تقول بيبير: «عليك أن تتحلى بالثقة اللازمة في نفسك عندما تذهب إلى شخصٍ ما، لستَ واثقًا مِن أنه على استعداد للمساعدة».

بعدما أدركت داكس ـ وهي في العام الأول من إجمالي ثلاثة أعوام، هي فترة بحث ما بعد الدكتوراة الذي كانت تقوم به ـ أن الأبحاث العلمية الأساسية لا تستهويها، فهي تنصح العلماء المنخرطين في زمالات ذات وقت محدد أن يبدأوا في التفكير بخيارات مساراتهم المهنية في وقت مبكر، خاصةً إذا ما كانوا يعتقدون أن العمل الأكاديمي قد لا يلائمهم. هناك نصيحة أخرى.. هي الانخراط في بعض الأنشطة غير المرتبطة بالمختبر، كالتمثيل الطلابي في الجامعة، أو في لجنة المجتمع البحثي، وهي أنشطة ترفع وتطوِّر قدرات الفرد، بعيدًا عن طاولات المختبر.

بالنسبة إلى الشخص الملائم للوظيفة، فإن الأمر مجز بشكل كبير، حسبما يقول ماديجا. فالبرغم من أن المنظمة التي يعمل بها تقدِّم مِنَحًا متواضعة نسبيا، تقدَّر بـ10 ملايين يورو في العام، إلا أنه يشعر أنها أحدثت فارقًا حقيقيًّا، سواء في المسار المهني للعديد من العلماء الموهوبين، أم في دعم مجتمع عِلْم الأعصاب الألماني. وهو يحب الأسلوب الذي تُطْلِق بها مؤسسته المشروعات الجديدة بقليل من الإجراءات الرسمية، وتتحمل مخاطر ما تختار القيام بتمويله، ويقدِّر طبيعة العمل فيها، الملائِمة للأسرة. ويقول: «نحن نتطلع إلى أشخاص أذكياء مساهمين، أدركوا أن العمل في المختبر لا يلائمهم». ■

ألا كاتسنيلسون كاتبة حرة في نورثهامتون بماساتشوستس.

نـقـطـة تحـــوُّل
إليني أنطونيادو

شاركت طالبة الدكتوراة إليني أنطونيادو في تأسيس الشركة الناشئة «زراعة الأعضاء بلا متبرعين» في لندن في عام 2009؛ من أجل تطوير أعضاء من أنسجة مهندَسة وراثيًّا. وفي سبتمبر 2013، تم اختيار أنطونيادو ـ التي تكتب كذلك تدوينات في «ذا هافينتون بوست» ـ لجائزة امرأة المستقبل في فئة العلوم، وهي جائزة تستهدف النساء الناجحات في بداية مسارهن المهني، ومموَّلة من القطاع الصناعي البريطاني.

ما الذي قادكِ إلى مجال هندسة الأنسجة؟

كنت أعمل في مستشفى أثناء دراستي الجامعية، ورأيت أن زراعة الأطراف الاصطناعية لها عيوبها ومعوقاتها؛ فأردتُ أن أقوم ببحث علمي يتيح للمرضى شيئًا أفضل، وشعرت بأن مجالَي الطب التجديدي، وهندسة الأنسجة مجالان واعِدَان.

ما هو أول مشروع لكِ في مجال هندسة الأنسجة؟

خلال دراستي لدرجة الماجستير في التقنيات النانوية فائقة الدقة والطب التجديدي في جامعة كوليدج لندن، عملتُ على تصنيع الخلايا العصبية، من خلال اختبار المواد الحيوية التي يمكن أن تصبح أعصابًا اصطناعية. كما اشتركتُ في تطوير خطة أعمال من أجل إنتاج قصبة هوائية اصطناعية. وقد غمرني إحساس رائع عندما تمت زراعته بنجاح لأحد المرضى. لقد كان هذا دليلًا على أن هندسة الأنسجة قابلة للتطبيق في الممارسة الإكلينيكية.

إذَن، فقد قمتِ بتدشين الشركة مباشرة بعد ذلك؟

بينما كنت في لندن، اشتركت مع عديد من الأطباء والعلماء في تأسيس شركة «زراعة الأعضاء بلا متبرعين»؛ لنتمكن من العمل على إنتاج سقّالات لهندسة أنسجةِ عدة أعضاء مختلفة. ولدى إطلاق هذه الشركة، بدأت أقدّر تعقيدات العلوم التي تقوم عليها هندسة الأنسجة. وفي عام 2010، وبعد تلقِّي منحة دراسية من برنامج «فولبرايت» و«معهد التعليم الدولي»، جئت إلى جامعة إلينوي في أوربانا شامبين؛ للحصول على ماجستير في الهندسة الحيوية، مع التركيز على تطوير الجلد الاصطناعي. كان هذا يمثل تحديًا، ولكن هذا المنتج يحتاجه الكثير من المرضى.

ماذا كان التحدي الرئيس الذي واجه الشركة الناشئة؟

التحدي الرئيس هو تأمين الدعم المالي. وكان من بين التحديات أيضًا إيجاد الأشخاص ذوي الخلفية العلمية الملائمة متعددة التخصصات. وكان علينا أن نتعلم كيفية تصميم التجارب، بحيث يتمكن العلماء الـ25 العاملون في الفريق من الإسهام فيها وفهمها. ونحن نأمل أن يستخدم باحثون آخرون المنتجات التي سنطلقها العام القادم، وأغلبها سقّالة لهندسة الأنسجة، ومفاعلات حيوية لعدة أعضاء. إن مشاركة المنتجات عبر المختبرات تساعد حقًّا على تطوير هذا المجال.

لقد أمضيتِ مؤخرًا بعض الوقت في «ناسا». كيف أثَّر ذلك على أبحاثك العلمية؟

كنت في بداية دراستي لدرجة الدكتوراة في جامعة إلينوي، عندما اختارتني وكالة الفضاء الأوروبية و«ناسا» للعمل في قسم العلوم الحيوية في مركز التقنية النانوية التابع لها لعدة أشهر. كانت هذه نقطة تحول في مساري المهني.. فقد كان هذا أكثر الأماكن التي ذهبت إليها إبداعًا. وعرفت أهمية التعامل مع مشروعات كبيرة تنطوي على مخاطرة عالية.

كيف بدأتِ التدوين في «ذا هافينتون بوست»؟

بعد أن تم ترشيحي للجائزة دُعيت إلى الكتابة في المدونة، لزيادة الوعي بمستقبل التكنولوجيا وبالمرأة في مجال العلوم. وحتى الآن كتبت عن مستقبل الأعضاء ذات الأنسجة المهندَسة، وأهمية استكشاف الفضاء. وبفضل كتاباتي.. تلقيت دعوات من علماءَ؛ للتعاون معهم في مشروعات. وقد تَوَاصَل معي أشخاص لديهم فضول حول هندسة الأنسجة.

اذكري لنا لحظةً محوريّة في مسارك المهني.

خلال الأعوام القليلة الماضية، ذهبت إلى بيرو وكوستاريكا؛ للتطوع في مؤسسة الإغاثة الطبية الدولية للأطفال، وهي مؤسسة غير هادفة إلى الربح ـ مقرها في فيلاديلفيا ببنسلفانيا ـ تقوم بإرسال فرق لتنفيذ عمليات، أو تقديم رعاية صحية. كنا نعطي تطعيمات وأدوية للأطفال المرضى، ومن بينهم الأطفال ضحايا تجارة الأعضاء. كان هذا أمرًا مُرْضِيًا، وقد ساعد في إعطاء دافع لكل ما نقوم به في المختبر.

ما الذي تخططين لفعله بعد الحصول على درجة الدكتوراة؟

أودّ أن أقوم بأبحاث في المختبر، والعمل بدوام كامل في شركة «زراعة الأعضاء بلا متبرعين»؛ لتسويق المنتجات. إننا نحتاج إلى تطوير إطار عمل تشريعي لمنتجات الأنسجة المهندَسة؛ إطار يمكنه أن يصبح عالميًّا. ■

أجرت الحوار: فيرجينيا جوين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

فرصة ثانية

مستقبَلٌ آمِن.

كِنْ لِيُو

أحضرَتْ ليّ النادلة كأسًا من عصير الجزر. لاحظَت أنني أرتدي قفازات، رُغم أننا في منتصف الصيف، لكنها هزَّت كتفيها وغادرت. إنها أصغر مِن أنْ تعرفني، أو لعلّها ما زالت محرَجة من الطريقة التي استُبعِدْتُ بها من اللُّعبة.

أخذت أرشف عصيري بالماصّة. وعلى التلفاز الضخم المعلَّق أعلى البار، كانوا يعرضون مباراة فريق ريد سوكس، وفريق يانيكز.

لاعب جديد يطأ أرض الملعب، ويقف في مربع الرامي.

يقول مساعد المعلِّق الرياضي: «انظر إلى هذه الوقفة. إنه يقف وكأنه يشاهد فيلمًا تاريخيًّا. وقفته يرتعد لها المشاهِد».

يستقر هرمان روث، ويملأ قوامه البالغ ستة أقدام وبوصتين، ووزنه البالغ 180 رطلًا، شاشة التلفاز عالي الدقة. إنه في أحسن حالاته البدنيّة. أنا على يقين من أنّ مدربي فريق ريد سوكس يراقبون حميته الغذائية كالصقور.

يسأل المعلِّق الذي يعلِّق على كل شاردة وواردة: «ما رأيك في حُكم المحكمة؟».

«أعتقد أنه حُكم صائب. لا أتصوَّر كيف يمكن أن يوقفوه عن اللعب. ليس خطأه أنه مستنسَخ من بيب روث، كما تعرف. الفتى يعشق اللعبة، ولعلّه سيحقق رقمًا قياسيًّا يتفوق به على اللاعب الأصلي».

«وهل الغرامة البسيطة مُنْصِفَة في رأيك؟».

«نعم، أعتقد أنها كذلك. انظر، فريق ريد سوكس لم يُرْغِم الفتى على اللعب. لقد استنسخوه، وعثروا على عائلة مُحِبَّة تتبنّاه. لم يصرحوا له بهويته، وتركوه وحده لمدة 18 سنة. وبعدها، ظهروا في حياته، وعرضوا عليه الانضمام إليهم ليمارس اللعبة التي يعشقها. كنتُ آمل فحسب ألّا يعبثوا بقبر بيب روث».

«وماذا عن اعتراضات عائلته؟».

«كما قالت المحكمة.. عائلتك لا تملكك. يجب أن نعترف بالفضل لفريق ريد سوكس، ونشهد لهم ببراعتهم إذ جاءوا بتلك الحيلة لتعويض خسارتهم من هذه الصفقة منذ قرن من الزمان. الموقف يمثِّل فرصةً ثانية لفريق ريد سوكس، ولِبيب روث!».

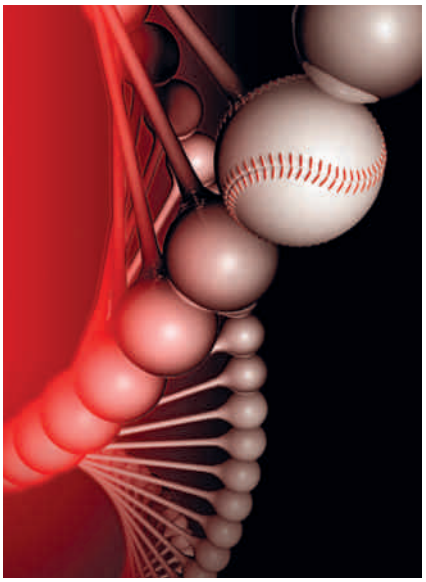
روث يلوِّح بمضربه؛ فيصدر المضرب صوت ارتطام الكرة المطاطيّة بالخشب. يقف، دون أنْ يحرك ساكنًا لكَسْرِ من الثانية، وعيناه على الكرة وهي تخترق مسارها الحتمي؛ لتقع خارج الملعب، بعدها يشرق وجهه بتلك الابتسامة الساحرة الشهيرة، ويشرع في الهرولة بين القواعد.

أنهضُ من مكاني، وأضع الماصّة في جيبي. وأُخْرِج بعض المال بِيَدَيّ المُغَطّاتَين بالقفازات، وأتركه على الطاولة.

لقد رُشِّحت لجائزة اللاعب الأغلى ثمنًا في الدوري الأمريكي ثلاث مرات. وكنت نجم النجوم عشرات المرات. كنت سأحتفظ بلقب صاحب أكبر عدد من الأهداف. وكان من الممكن أن أكون لاعبًا عظيمًا، لا.. بل وأعظم لاعب في التاريخ.

لن أترك أيًّا من خلايا جسمي بعد مماتي.

يقول وكيلي سكوت:



JACEY

«اسمح لي أن أقدِّم لك د. دانْزَر. إنها طبيبة بارعة، مثل براعتي كوكيل أعمال».

لم أرَ سكوت لسنوات طويلة. والواقع أنه كان يتجاهل مكالماتي منذ الفضيحة التي مُنِيت بها.

صافحتُ المرأة قائلًا: «تشرفتُ بمعرفتِك».

قالت: «كنتُ من أَشَدّ المعجبين بكَ». لاحظتُ استخدامها لصيغة الماضي.

قال سكوت بنبرة توحي بأننا ما زلنا صديقين: «من بين كل عملائي، أنت أول من ناقش مسألة الملكية الفكرية. إنها فكرة رائعة. وفور أن تحظى بالحماية اللازمة؛ سنبيع حقوق الاستنساخ إلى أعلى المُزَايِدِين سعرًا».

أعربتُ عن استيائي بطريقة توحي برفضي الالتزام برأيه. إنه يشعر بالحماس، لأنني اكتشفت في نهاية المطاف طريقةً أخرى تدِرُّ عليه ربحًا. إنها فرصة ثانية.

«لا يمكننا الحصول على براءة اختراع للجينوم الخاص بك، بعد أن قضت المحكمة العليا بأنّ الجينات الطبيعية لا يجوز إصدار براءة اختراع بشأنها. ولا يمكننا الحصول على حقوق نشر بشأنها أيضًا، لأن حقوق النشر تتطلب درجة من «الأصالة» لا تَسْرِي على حالتنا. ولذلك.. استعنت بالدكتورة دانْزَر؛ لتساعدنا».

قالت وهي ترمقني مباشرة بترقُّب: «الـمَـثْـيَلَة الموجهة» Directed Methylation.

انتظَرنا أنا وسكوت تفسيرًا منها، لكنْ كان واضحًا أنها أنهت كلامها.

قال سكوت: «يا دكتورة، يجب أن تُسْهِبِي في التفسير.. فنحن لسنا علماء».

تنهدت وقالت: «الأمر بسيط جدًّا... فبينما يتطوَّر الإنسان من البيضة المخصبة، يحصل الحمض النووي على أجزاء صغيرة من الهيدروكربونات، في عملية تُسمَّى بالـمَـثْـيَلة، هي جزء من تنظيم التعبير الجيني. وهي طريقة من الطرق الأساسية التي تختلف بها الخلايا الموجودة في أنسجتك عن الخلايا الجذعية».

سألتها، التماسًا لمزيد من التفسير: «وكيف يساعدنا ذلك على توفير «الأصالة» لجيناتي؟».

«ابتكرتُ تقنيةً ستضيف مجموعات الميثيل إلى الحمض النووي الخاص بك بطريقة محددة استهدافية. وسأركز على قطاعات غير مشفرة من حمضك النووي؛ للحدّ من احتمالات الآثار الجانبية. ولنُرضِي مكتب حقوق النشر حقًّا، يمكننا استخدام الشفرة الثنائية لوضع رسالةٍ ما داخل جيناتك، استنادًا إلى مواقع مجموعات الميثيل».

«سأكتب لك قصيدة».

«سيفي ذلك بالغرض. وحينئذ، يمكننا الحصول على حقوق نشر للجينوم المضافَة إليه مجموعات الميثيل بأكملها. وبما أن إزالة الـمَـثْـيَلة من الخلايا البدنية خلال عملية الاستنساخ ليست مكتملة، فإذا حاولوا استنساخك؛ فستظل بعض الأجزاء المضاف إليها الميثيل الصناعي موجودة في الـمُستَنسَخ».

أردفت قائلًا: «وبذلك.. سيكون هذا انتهاكًا لحقوق نشري. وماذا لو كان المستنسِخون على استعداد لسداد التعويضات؟».

ضرب سكوت ظهري بكفه، قائلًا: «هنا تكمن العبقرية... فبتسجيل حقوق النشر، يمكننا الحصول على تعويضات قانونية. كم عدد خلايا الجسم البشري يا دكتورة؟».

«حوالي مئة تريليون خلية».

«على الأقل، تصل التعويضات القانونية إلى 750 دولارًا أمريكيًّا للنسخة الواحدة.. أي أضعاف الدَّيْن الوطني. مَنْ يمكنه أن يتحمَّل إذَن تكلفة استنساخك دون تصريح؟».

يمكنني أن أستشفّ أن سكوت يضع خططه بالفعل لإنفاق عمولته.

أسألها: «هل أنتِ مُتَيَقِّنة من ذلك؟».

قالت الدكتورة دانْزَر: «مُتَيَقِّنة يقيني من أيّ شيء يرتبط بعلم الوراثة اللاجيني». طلبتُ منها البقاء بعد رحيل سكوت. قالت: «يمكنني توجيه عملية المَثْيَلَة بطريقة معينة، بحيث لا تتطور الأجِنّة المستنسَخة منك على نحو سليم. وفي هذه الحالة، لن تستطيع أن تبيع حقوق نشرك قط».

قلت لها: «سيكون ذلك رائعًا. أشكرك يا دكتورة».

قالت: «كان من الممكن أن تكون لاعبًا عظيمًا».

هززتُ كتفي.

لا أريد التحكم في جيناتي طوال حياتي فحسب، بل ولمدة سبعين عامًا بعدها. أريد أن أتأكد مِن أنّ العالَم لن يشهد مجددًا نسخةً مِنّي قط، ربما تتفوق على الأصل. فلتَصِفُوني بالغرور إنْ شئتم. ربما ارتكبتُ أخطاءً، بيد أنني أريد أن أكون النسخة الوحيدة مِنّي في هذا الكون.

لا مجال لفرصة ثانية. ■

كِنْ لِيُو مؤلف ومترجم لموضوعات الخيال التَّأَمُّلِي. ولمزيد من المعلومات عنه وعن أعماله، يرجى زيارة الموقع التالي: http://kenliu.name، أو متابعته على حساب «تويتر» التالي: @kyliu99

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

حيث تنمو المعرفة

© 2014 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved