nature
الطبعة العربية
الدورية الشهرية العالمية للعلوم

قريب التيرانوصور ريكس
- شبيه الجوارح - نباتي .. صفحة 68

يأكل الجذوع والأوراق

تكنولوجيا نانوية

مراقبة نشاط الخلايا العصبية

شبكة إلكترونية تستطيع كشف طريقة عمل أدمغة الثدييات

صفحة 23

الكوارث

أهمية توحيد الجهود المعرفية

الوعي والبحث يساعدان صانعي السياسات على التصرف بمرونة

صفحة 39

الملاريا

جزيء الارتباط بالطفيليات القاتلة

اكتشاف المستقبِل الأساسي لإصابة الخلايا بطفيل الملاريا

صفحة 60

ARABICEDITION.NATURE.COM
أغسطس 2015 / السنة الثالثة / العدد 35
ISSN 977-2314-55003

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

nature

أغسطس 2015 / السنة الثالثة / العدد 35

فريق التحرير

رئيس التحرير: مجدي سعيد
نائب رئيس التحرير: كريم الدجوي
مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسن بيومي
محرر أول: نهى هندي
محرر علمي: شهاب طه، سُفانة الباهي
مدير الشئون الإدارية والمشروعات: ياسمين أمين
مساعد التحرير: رغدة سيد سعد
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
اشترك في هذا العدد: أبو بكر خالد، أحمد بركات، أنس سعد الدين، حاتم النجدي، زينة المحايري، سائر بصمة جي، سارة عبد الناصر، سعيد يس، صديق عمر، طارق راشد، طارق قابيل، عائشة هيب، فكرات محمود، لمياء نائل، لينا الشهابي، محمد السيد يحيى، محمد حجاج، نسيبة داود، نهال وفيق، نهلة عثمان، نهى خالد، هبة آدم، هبة الغايش، هويدا عماد، وسيم عبد الحليم، وليد خطاب.

مسؤولو النشر

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

عرض الإعلانات، والرعاة الرسميون

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

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

التسويق والاشتراكات

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

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

http://arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

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

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

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

رسالة رئيس التحرير

ثلاثة تحقيقات، وثلاث مِساحات

في هذا العدد الخامس والثلاثين من الطبعة العربية، الذي يحتوي على مختارات من الأعداد الأسبوعية من دورية *Nature* الدولية في الفترة من 11 يونيو إلى 2 يوليو 2015، نقدم لكم ثلاثة تحقيقات تأخذكم في جولة تبحر بكم في عالم الزراعة، والمضادات الحيوية، والعلوم العصبية:

ففي التحقيق الذي يحمل عنوان "خضراوات فائقة الأهمية"، الذي نُشر في عدد 11 يونيو من دورية *Nature* الدولية، تتناول ريتشيل سيرنانسكي تصاعُد الاهتمام بالخضراوات المحلية في أفريقيا، إذ "تشهد الخضراوات المحلية الآن رواجًا عاليًا، حيث باتت تملأ الرفوف في محلات السوبر ماركت الكبيرة، حتى في نيروبي، وتنتج شركات البذور المزيد من الأصناف التقليدية كل عام، كما زاد المزارعون الكينيُّون المساحة المزروعة بهذه الخضراوات الورقية بنسبة 25% بين عامي 2011، و2013، وأدرك الناس في جميع أنحاء شرق أفريقيا فوائد الخضراوات؛ مما زاد الطلب على المحاصيل، وهو ما وجده الباحثون الزراعيون وخبراء التغذية نبأً سارًّا، فهم يدَّعون أنّ الخضراوات المحلية تمتاز بمجموعة من الخواص المطلوبة.. فالكثير منها أغنى بالبروتينات والفيتامينات والحديد والمواد المغذية الأخرى بشكل أكبر من المحاصيل الشائعة المستوردة، مثل أوراق اللفت، كما أنها أقدر على تحمُّل الجفاف والآفات الزراعية، وهو ما يجعل من الأصناف المحلية سلاحًا فعّالًا ضد أمراض نقص التغذية. تقول ماري أبوكوتسا-أونيانجو، وهي باحثة في علم البستنة في جامعة جومو كينياتا للزراعة والتكنولوجيا في جوجا بكينيا، ومن المؤيدين البارزين لزراعة الأنواع المحلية: "نودّ أن تلعب الخضراوات المحلية دورًا في أفريقيا، حيث يُعتبر سوء التغذية مشكلة شائعة".

أما التحقيق الذي يحمل عنوان "سبر أغوار المادة الميكروبية المظلمة"، الذي نُشر في عدد 18 يونيو، فتتناول فيه كوري لوك حقيقة أنه "حتى الآن لا يمكن زرع نسبة (85-99%) من البكتيريا والجراثيم العتيقة في المختبر، مما يضع حواجز أمام تنامي معرفة العلماء بالحياة الميكروبية، ويعوق البحث عن مضادات حيوية جديدة، حيث يتم اشتقاقها غالبًا من البكتيريا. ويصبح ذلك البحث أكثر إلحاحًا مع تعاظم مقاومة العقاقير المتوفرة حاليًا. ففي مايو الماضي، وافقت منظمة الصحة العالمية على خطة عالمية لمكافحة مقاوِمة للمضادات الحيوية، وطالبت لجنة المراجعة التي عيَّنتها الحكومة البريطانية باستثمار 1.3 مليار جنيه استرليني (2 مليار دولار أمريكي) من الصناعة الدوائية العالمية، لإعادة إحياء بحوث المضادات الحيوية. يقول الباحثون إنهم يحتاجون إلى طرق بديلة.. لاستقصاء منظومة الكائنات الحية غير المزروعة، والمادة المظلمة الغامضة في عالم الميكروبات؛ من أجل اكتشاف أدوية جديدة. وقد قطع العلماء بالفعل خطوات نحو هذا الهدف، وساعدهم التقدم في طرق الزرع وغيرها من الوسائل التكنولوجية على زراعة الميكروبات التي كانت غير قابلة للزرع سابقًا، كما ساعدهم على تطوير طرق فك تتَابُع الحمض النووي، والمعلوماتية الحيوية، بغرض دراسة بعض الميكروبات، دون الحاجة إلى زرْعها على الإطلاق. كشفت هذه الأعمال عن كمية مذهلة من التنوع الميكروبي في عيِّنات تتراوح ما بين: التربة، والأراضي دائمة التجمد، والإسفنج البحري، والفتحات المائية الحرارية، وشقوق الجسم البشري. وهناك اكتشافات بالفعل تشير إلى مضادات حيوية محتمَلة، ويقول العلماء إن كل هذا هو البداية فحسب.

أما التحقيق الثالث والأخير، الذي يحمل عنوان "علم الأوكسيتوسين الصعب"، والذي نُشر في عدد 25 يونيو، فتشير فيه هيلين شين إلى أن الأوكسيتوسين قد حظي "باهتمام كبير من علماء الأعصاب منذ سبعينات القرن العشرين، عندما بدأت الدراسات تثبت قدرته على توجيه السلوك الأمومي والارتباط الاجتماعي لدى أنواع مختلفة، حيث إن مشاركته في مجموعة من السلوكيات الاجتماعية ـ بما في ذلك سلوك الزواج بشريك واحد في فئران الحقل، والترابط بين الأم والرضيع لدى الأغنام، وحتى الثقة بين البشر ـ منحته صفة "هرمون العناق". ويقول لاري يونج في هذا الصدد، وهو عالم الأعصاب بجامعة إيموري في أتلانتا ـ جورجيا، الذي عكف على دراسة الجزيء منذ تسعينات القرن العشرين: "لقد استنتج الناس مؤخرًا أنه كان جزيء ترابط، أو هرمون عناق، وهذا هو الرأي السائد في الصحافة الشعبية". وقد دفع هذا الرأي بعض الأطباء إلى محاولة اختبار الأوكسيتوسين كعلاج لحالات نفسية، كاضطرابات طيف التوحد، لكن التجارب الأولية أدَّت إلى نتائج متباينة. ويسعى العلماء الآن إلى فهْم أعمق للأوكسيتوسين، وطريقة عمله في الدماغ.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

المحتويات

أغسطس 2015 / السنة الثالثة / العدد 35

هـذا الشهـر

افتتاحيات

7 التمييز
لا مكان للتمييز ضد النساء بين العلماء
نحن أبعد ما نكون عن الفوز في معركة المساواة بين العلماء من الجنسين.

8 البيئة
أملٌ جديد يقدِّمه البابا
تحذير الفاتيكان بشأن التغيُّرات المناخية يصل إلى أعداد غفيرة من الجماهير.

9 الزراعة
النجاح يُولَد من قلب الفشل
دروس مهمة لمَنْ يجاهدون لتوفير مَوْرِد غذائي مستدام لسكان الأرض.

رؤية كونية

10 **يجب على المموِّلين تشجيع العلماء على تبادل المعلومات.**
يرى مارتن بوبرو إنه يجب على الباحثين الاتفاق على طرق أفضل لتبادل البيانات، كي يحققوا الاستفادة القصوى من إمكاناتها.

أضواء على البحوث

12 مختارات من الأدبيات العلمية
تكلفة محاصيل القطن الأصلي والمعدَّل وراثيًّا/ طاقة مخزَّنة داخل «إيروجيل»/ العواصف الساخنة تصحبها تقلُّبات كبيرة في الأمطار/ إجوانة جالاباجوس تتبادل الجينات/ كواكب «تاتوين» قد تكون شائعة/ خلايا عصبية مستهدَفة لتخفيف الربو/ الكنغر أعسر

ثلاثون يومًا

16 موجز الأنباء
حماية قانونية لأعالي البحار/ التمويل المثير للجدل/ انفجار «سبيس إكْس»/ قمر صناعي تصويري/ إنجاز مهم لمرصد «ليجو»/ سابقة للمبايض المجمَّدة

مهن علمية

79 عمود
أَعِدْ ضَبْط مُخَّك
التأمل الذاتي يمكنه أن يدفع العلماء نحو مِهَن خارج المختبر.

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

أخبار في دائرة الضوء

أخبار في بؤرة الضوء

19 مهمة روزيتا
مركبة الهبوط على المُذَنَّبات «فيلة» تستيقظ، ولديها من الطاقة ما يكفي لإجراء التجارب.

20 علم النبات
ذبول معشبات أمريكا الشمالية، بسبب الضغوط المالية.

21 الفضاء
الفلكيون يلتقطون أول إشارات لجيل النجوم الأولية التي نثرت بذور الكون الحالي.

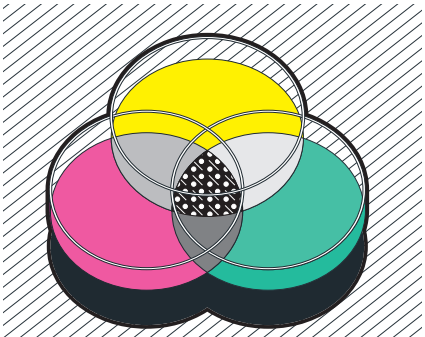
23 تكنولوجيا نانوية
زرع جهاز بالمخ عن طريق الحقن.. يراقب نشاط الخلايا العصبية، كلٍّ على حدة.

26 علم الأحياء المجهرية
تسليط الضوء على الكائنات المجهرية الساكنة في البيوت والمواصلات.

27 أبحاث طبية
الجرعات الضئيلة من الإشعاع ترفع خطر الإصابة باللوكيميا بشكل طفيف.

تحقيقات

29 الزراعة
خضراوات فائقة الأهمية
الخضراوات المحلية بقارة أفريقيا تستحوذ على الاهتمام، لفوائدها الغذائية والبيئية.



المضادات الحيوية

سِبَر أغوار المادة الميكروبية المظلمة

البحث عن طرق جديدة لاستكشاف العوالم الرحبة للميكروبات المجهولة، بحثًا عن مضادات حيوية. صفحة 32

تعليقات

الكوارث

أهمية توحيد جهودنا المعرفية

البحث عن طرق جديدة لاستكشاف العوالم الرحبة للميكروبات المجهولة، بحثًا عن مضادات حيوية. صفحة 39

41 استنساخ
استخدموا فئران البنوك الحيوية
أصبحت الهندسة الوراثية للفئران أمرًا سهلًا، ولذا.. هناك حاجة إلى توفير مستودعات مركزية، حسب طرْح كينت لويد وزملائه.

كتب وفنون

48 علم النبات
النباتات تتواصل تلغرافيًّا
إيان تي بالدوين
تقييم ثلاثة كتب، تتناول مجموعة غنية من سلوكيات النبات، بدءًا من الاستشعار، حتى الاتصال.

مراسلات

52 استخراج الفوسفات يؤذي الزراعة المرجانية/ ضعوا البشر في معادلة الحفاظ على النمور/ العلوم الروسية تخسر في مواجهة السياس

تأبين

54 **جون فوربس ناش**
(2015-1928)
مارتن نواك

مستقبليات

88 **وحدي تمامًا..**
تيم كاسفورد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

المحتويات

أغسطس 2015 / السنة الثالثة / العدد 35

أبحـــاث

أنباء وآراء

55 الفيزياء الفلكية
مَجَرّات مفتقِرة إلى الغبار في بداية الزمن
تكشف أرصاد المَجَرّات التي تشكّلت في وقت مبكر من تاريخ الكون أن مستويات الغبار أقل بكثير من تلك الموجودة في مَجَرّات الحقبة الزمنية اللاحقة.
فيرونِك بوات

56 علوم المواد
موجات دقيقة تتخطى المنحنيات
الموجات الدقيقة التي تنتشر خلال دليل موجي تستطيع المرور حول الانحناءات الحادة.
سونيل ميتال، ومحمد حفظي

59 الفوتونات النانوية
مستقبَل مشرق ينتظر شرائح القطْع الزائد
خواص استثنائية في مواد القطْع الزائد الفائقة، كالقدرة على نشر الضوء بمقياس النانو، دون انحراف.
جاي بارتال

60 الملاريا
جزيء ارتباط الخلايا بالطفيليات القاتلة
اكتشاف البروتين الموجود على غلاف خلايا الدم الحمراء، باعتباره المستقبِل الأساسي لإصابة الخلايا بالطفيل
واي-هونج ثام، وألكساندر كينيدي

61 التكنولوجيا النانوية
جسيمات ملونة.. تُتّخذ كوسيلة تحليل طيفي
كاميرا هاتف ذكي ـ مزوَّدة بمرشّحات مصنوعة من جسيمات غروية ملونة ـ تُتّخذ كوسيلة للتحليل الطيفي.
نورم كيه. أنهاير

علم المناخ

ديناميّات درجات الحرارة المتطرفة

كانت التغيرات عاملًا مهمًّا.. أثّرَ على درجات الحرارة الإقليمية المتطرفة خلال العقود الأخيرة. صفحة 62

على الغلاف

... يتغذى على الجذوع والأوراق

أعاد جابرييل ليو بناء هيكل *Chilesaurus diegosuarezi*، وهو يتغذى على ورقة نباتية في غابة منقرضة في بتاجونيا. يتميز هذا النوع الذي تم اكتشافه حديثًا من الديناصورات ـ من حفرية منطقة «آيسن» Aysén المحلية جنوب شيلي ـ بأنه من الثيروبودوات التي عاشت في العصر الجوراسي المتأخر. وهي مجموعة تشمل التيرانوصورات والفيلوسيرابتور، ولها قدمان، وكانت من آكلات اللحوم غالبًا. وتُعدّ الأنواع الجديدة فرعًا مبكرًا نسبيًّا من تطور (الثيروبود)، ولكنه من آكلات العشب. صفحة 68

GABRIEL LIO

ملخصات الأبحاث

65 بعض البحوث المنشورة في عدد 11 يونيو 2015

وراثة تفسير دانيال كون للبيانات الجينومية
C Zhang *et al*

جينوم التغيرات السكّانية في عصر أوراسيا البرونزي
M Allentoft *et al*

بيولوجيا الخلية الخلايا الجذعية المعوية المعزولة
X Wang *et al*

فلك نظرة أقرب إلى حلقة «فيبي» الخاصّة بكوكب زحل
D Hamilton *et al*

فيزياء تسخين الغلاف الشمسي
T Amari *et al*

68 بعض البحوث المنشورة في عدد 18 يونيو 2015

علم المحيطات التفكير الحالي بشأن تيارات المحيط الهادئ
D Hu *et al*

علم الأعصاب طبيعة الذاكرة المكانيّة
T Spellman *et al*

كيمياء حيوية عامل جديد مضاد للملاريا
B Baragaña *et al*

فلك تشريح كوكب خارجي صغير
D Jontof-Hutter *et al*

مناعة مسار جديد لانتشار السرطان
S Coffelt *et al*

70 بعض البحوث المنشورة في عدد 25 يونيو 2015

أحياء جزيئية إشارة تَلَف الحمض النووي تقتل الخلايا السرطانية
M Hayashi *et al*

علم البيئة الحفاظ على التنوع الحيوي بالقطب الجنوبي
S Chown *et al*

علم النبات تمييز حركة التأشير في النباتات
J Lee *et al*

بيولوجيا الخلية عملية أيض الفركتوز مرتبطة بأمراض القلب
P Mirtschink *et al*

كيمياء حيوية تفاعلات الريبوفلافين المميزة
M White *et al*

74 بعض البحوث المنشورة في عدد 2 يوليو 2015

علم التطور تبديل نوع الجنس المحفَّز بواسطة المناخ
C Holleley *et al*

أحياء جزيئية بِنْيَة مركَّب سبليسيوزوم أساسي
T Nguyen *et al*

بيولوجيا الخلية سلوك الخلايا كمجموعة أفراد
M Frechin *et al*

فلك تحويل طاقة الجاذبية بالتكتلات المَجَرّية
F Miniati *et al*

فيزياء تطبيق جديد للنقاط الكَمِّيّة
J Bao *et al*

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

هـــذا الشهـــــر

افتتاحيات

رؤية عالمية يجب على المموِّلين تشجيع العلماء على تبادل المعلومات بأفضل الطرق **ص. 10**

علم الأحياء التطوُّري تتطور السحالي السابحة على واحدة من جُزُر جالاباجوس؛ مُفْضِيَةً إلى نوع جديد **ص. 13**

سلوك الحيوان تفضِّل حيوانات الكنغر ـ التي تَستخدِم قدمين للقفز ـ استخدام يد معينة لحَكّ جلدها **ص. 15**

لا مكان للتمييز ضد النساء بين العلماء

إنّ تصريحات تيم هانْت ـ الحائز على جائزة «نوبل» ـ التي تقلل من شأن النساء في المختبرات تعيد تذكيرنا بأننا أبعد ما نكون عن الفوز في معركة المساواة بين العلماء من الجنسين.

يجب أن تلفت نظرَنا الواقعةُ التي حدثت في الأسبوع الثاني من يونيو الماضي في ملتقى للصحفيين العلميين بكوريا الجنوبية، التي صَدَرَتْ فيها عن البريطاني الحائز على جائزة "نوبل"، تيم هانْت، عبارات صادمة، تحقِّر من شأن المرأة في المختبر، وأنْ تدعونا إلى التركيز من جديد على كيفية تحقيق أكبر قدر من الاستفادة من المرأة، وهي نصف القوى البشرية التي تعمل في الأبحاث. وعلى كل مَنْ يعملون في المجال العلمي إدانة تلك التعليقات، التي توحي بأن المختبَرات غير المختلطة أفضل حالًا، لأن: "الفتيات" يَمِلْن إلى الوقوع في الحب مع زملائهن الذكور، ويبكين في حالة انتقادهن.

قال هانْت ـ الفائز بجائزة "نوبل" في علم وظائف الأعضاء أو الطب لعام 2001، عن أبحاثه التي تناولت انقسام الخلية ـ إنه لم يقصد من تصريحاته سوى تلطيف الأجواء. وثَلّثَ تصريحاته عاصفة من الانتقادات التي اجتاحت شبكة "تويتر"، وزيادة في التغطية من جانب وسائل الإعلام؛ مما أدى إلى أن يُطلب منه التنحي عن عدة مناصب مهمة. ومؤخرًا، تحوَّلت تحليلات شعبية وإعلامية، كانت قد تناولت هذه القصة المؤسفة، إلى مناقشة ما إذا كانت العقوبة ملائمة للجريمة، أم لا. فقد قال هانْت في حوار له مع صحيفة "أوبزرفر" في نهاية الأسبوع الثاني من يونيو الماضي إنه "ضُحِّيَ به ككبش فداء". وسواء أكان ردّ الفعل عادلًا، أم لم يكن كذلك، فتعليقاته واتجاهاته أصبحت اختزالًا للدرجة المفزعة التي وصلت إليها سيطرة التمييز ضد النساء على الأوساط العلمية، ومن ثم فقد كانت عامل التحفيز لمناقشة هذه المشكلة.

إنّ هذه المشكلة تجعلنا نذكر ـ من جديد، وبوضوح ـ حقيقة أن هناك في الولايات المتحدة وأوروبا نحو نصف الحاصلين على درجات الدكتوراة في العلوم والهندسة من النساء، بيد أن نسبة النساء اللاتي وصلن إلى درجة "أستاذ" لا تتعدى الخُمْس. فالنساء غير مرغوب في تواجدهن في المجالس العلمية الاستشارية الخاصة بالشركات الناشئة. ولذلك.. فإن المؤتمر العلمي الذي يكون نصف متحدثيه الرئيسين من النساء، يُعتبر ـ ببساطة ـ متميزًا لهذا السبب.

التحدي الذي يواجهنا بسبب قِلة عدد النساء في المجال البحثي ـ ولاسيما في المناصب الكبرى ـ تظهر توابعه بإصرار في عدة مناحٍ ظهورًا مثيرًا للقلق، حيث تشير الشواهد إلى أن هناك نساء كثيرات تواجهن التسلط أو التحرش في محيط البحث العلمي، سواء أكان ذلك في العمل، أم المؤتمرات الأكاديمية، أم في المجال العلمي بوجه عام. كما تشير بعض الشواهد الحديثة ـ مثل دراسات تدريبات التوظيف الصوريّة، وتحليل معدلات القبول في المنح، وإسناد تأليف الأعمال، وإحصاء الاستشهادات المرجعية ـ إلى أن التمييز ضد النساء فكرة متأصلة لدى كلا الجنسين.

هذه المشكلة خطيرة، ولها جذور عميقة، ولكنْ هناك عدة طرق، يمكن من خلالها التعامل مع المشكلة. وقد ناقشتها دورية *Nature* وروَّجت لها من قبل، ويسعدنا أن نفعل ذلك مجددًا. وفيما يلي قائمة ببعض التدابير التي يمكن وضْعها في الاعتبار:

- التعرُّف على التحيُّز اللاشعوري، والتعامل معه. يجب أن يخضع متلقُّو المِنَح من معاهد الصحة الوطنية الأمريكية لتدريب أخلاقي، فقد يكون تدريب العلماء على عدم التحيز الجنسي مثلًا طريقةً فعالة؛ للمساعدة على إحداث التغيير المنشود.
- تشجيع الجامعات والمؤسسات البحثية على مَدّ المواعيد النهائية للتثبيت الوظيفي، أو إتمام المشروعات، وذلك للعلماء ـ سواء أكانوا نساءً، أم رجالًا ـ الذين يحصلون على إجازات رعاية طفل، وعدم معاقبة هؤلاء الباحثين باستثنائهم من العلاوات السنوية. وهناك العديد من أماكن العمل التي يُسعدها دراسة هذه الفكرة، والموافقة على طلبات المَدّ عند تقديمها، ولكن يجب تبنِّي هذه السياسة بشكل أوسع؛ لتشمل الجميع.
- دعوة منظمي الفعاليات وغيرهم للعالمات لإلقاء المحاضرات، والنقد، والحديث، وكتابة المقالات، وحتى إذا رفضت السيدة التي طلبتم منها ذلك لأي سبب، فيمكنكم سؤال أخريات. فالأمر ليس لمجرد ظهورهن، ولكنه قد يزيد من المشارَكات النسائية أيضًا، حيث تشير التقارير إلى أن النساء يملن أكثر إلى طرح الأسئلة في الجلسات التي ترأسها سيدات. وبعد اعترافنا بالتحيُّز للمشاركين من الرجال، تعمل دورية *Nature* ـ على سبيل المثال ـ بجدّ على تكليف مزيد من النساء بكتابة مقالاتها.
- عدم استخدام الألفاظ والصور التي تدعم أحد الجنسين، دون الآخر، فالكلمة لها تأثير بالغ، ومن ثم فإن تجنُّب استخدام الضمائر الذكورية استخدامًا تلقائيًّا، مثل "هو"، والحرص على ظهور سيدات في الصور والأشكال الإيضاحية، لا يُعَدّ من قبيل "المغالاة في الكياسة الاجتماعية".

«هناك نساء كثيرات تواجهن التسلط أو التحرش في محيط البحث العلمي».

- إلقاء الضوء على السيدات اللاتي قَدَّمْن إسهامات مهمة في الأعمال السابقة، وذلك في مواد الاتصالات والدعاية، سواء أكانت هذه الإسهامات في نطاق المختبر الذي تعملون فيه، أو في نطاق أوسع في المجال البحثي الذي تعملون في إطاره.
- الوعي بأهمية الأنشطة الاجتماعية، والإطار غير الرسمي بالنسبة إلى ثقافة بيئة العمل، وشعور الناس بمكانتهم في هذه البيئة، حيث يمكن لكبار العلماء إتاحة هذا النوع من الفعاليات للجميع، كلما أمكن.

إنّ وَضْع العالمات في معظم الدول المتقدمة قد أصبح أفضل مما كان عليه الحال منذ بضعة عقود، ولكن هذا الزمن الماضي قد شكَّل أفكارًا وتوجهات الكثير ممن هم اليوم علماء كبار، حيث إن هذه التوجهات عقبة أمام تحقيق المساواة. ومن ثم، فالصواب يقتضي الاعتراض على هذا الوضع، وإلقاء الضوء على أمثلة التحيز في المجال البحثي، أيًّا كان نوعه، سواء أكان ضمنيًّا، أم صريحًا، فمن الضروري أن يجاهد كل مَنْ يعمل في المجال؛ من أجل الوصول إلى وضع أفضل. ■

أعباء.. لا داعي لها

تشكِّل الضوابط المقترَحة على أنشطة الجهات الأجنبية في الصين تهديدًا لحركة التعاون العلمي.

يبدو أن الصين تمارس الآن سياسة تضييق الخناق على كل شيء، فقد أثارت حملة مكافحة الفساد الذعرَ في أوساط المسؤولين الحكوميين والشركات في جميع القطاعات. وفي هذا الإطار، أحكمت قبضتها على شبكة الإنترنت، إلّا أن حظْر موقع "جوجل"، و"جوجل سكولار" في الصين أدَّى إلى إعاقة قدرة الباحثين على مواكبة أحدث التوجهات العلمية. في الوقت ذاته، هناك من القيود المقترحة ما يتسم بقدر كبير من الضبابية، مما يجعلها قابلة للتطبيق على أي شيء تقريبًا، فماذا يقصد المسؤولون مثلًا بقولهم إن (القِيَم الغربية) ليس لها مكان في الكتب الدراسية بالجامعات الصينية؟

هناك أسباب عديدة وراء فرض مثل هذه القيود، حيث لا يزال الرئيس الصيني شي

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

جين بينج يسعى إلى توطيد سلطته في ظل نظام يعجّ بالفساد، في الوقت الذي تتعالى فيه أصوات الجماهير بالشكوى من المسؤولين الأغنياء، والمشكلات البيئية، والأمن الغذائي.

لذا.. ترغب الحكومة في الاحتفاظ بموقع القيادة في إطار الجهود المبذولة لمعالجة هذه المشكلات، والتمسك بمساعيها نحو تحقيق الاستقرار، إلا أن هذه الجهود لا تقتصر عليها فقط، إضافة إلى أنها ليست وحدها التي تضع عينيها على ما تعتبره مصدرًا للمعارضة والصراع الاجتماعي، الذي يتمثل ـ من وجهة نظرها ـ في المنظمات غير الحكومية؛ فقد قامت كل من روسيا والهند في الشهور الأخيرة بوضع خطط مثيرة للقلق؛ لتضييق الخناق على الجهود التي تبذلها هذه المنظمات. والآن، تحذو الصين حذوهما.

«أعربت المؤسسات الأكاديمية في الخارج عن قلقها إزاء هذا القانون».

تمثِّل المنظمات المحلية غير الحكومية في الصين ـ بشكل كبير - هيئات منظمة من قِبَل الحكومة، ومن ثم تخضع لسيطرتها حتى الآن. أما المنظمات الأجنبية، فتشكِّل مصدر قلق للحكومة الصينية، وقوة محتملة لزعزعة الاستقرار، لا سيما عندما تسعى إلى نشر (القِيَم الغربية).

في العام الماضي، قامت الحكومة بعمل مسح شامل للمنظمات غير الحكومية الأجنبية، التي تعمل على أراضيها، وحصرت حوالي 1,000 منظمة؛ وربما يزداد هذا العدد إلى 6,000، إذا ما أضفنا المشروعات قصيرة المدى. وتقدِّر الحكومة الصينية إنفاق هذه المجموعات بملايين الدولارات التي تغذي حوالي 20 مجالًا، تتضمن الصحة، وحماية البيئة، والتعليم. ويَعتبِر المسؤولون الصينيون أن هذه الأرقام مرتفعة بصورة تنذر بالخطر.

تَشعر الحكومة الصينية أن هذه المنظمات تعمل بحُرِّيَّة، بعيدًا عن قبضتها، ولذا.. سَعَت الحكومة خلال شهر مايو الماضي إلى تلقِّي تعليقات على مشروع القانون الجديد "قانون إدارة المنظمات الأجنبية غير الحكومية"؛ لتضييق الخناق على هذه المنظمات.

قد يبدو هذا الإجراء متوقَّعًا في ظل الأوضاع السياسية الراهنة، إلا أن النطاق المقترح للقانون يفوق ما توقعه الكثيرون، ويثير حالة من الهلع، حيث جاء تعريفه للمنظمات غير الحكومية موسَّعًا، ليشمل كافة أنشطة "المنظمات الاجتماعية غير الربحية، وغير الحكومية". في هذا السياق، يؤكد جيا شيجين - الخبير في شؤون المنظمات غير الحكومية في الصين، جامعة تشينخوا ـ أن هذا القانون يشمل كافة الأنشطة التي تتم بالتعاون بين المواطنين الصينيين والأجانب، وربما لا يدرك الكثيرون ـ سواء أكانوا مواطنين، أم زُوّارًا ـ أن هذا القانون سوف يشملهم.

إضافة إلى ذلك.. تطلب اللوائح الجديدة من الراغبين في ممارسة أنشطتهم في الصين ـ سواء أكانوا أفرادًا، أم مؤسسات ـ الحصول على دعم من قبل إحدى الوزارات، أو أي هيئة حكومية أخرى. وبعد ذلك.. يتم التقدم للحصول على تصريح، ليس من وزارة الشؤون المدنيّة، كما هو معمول به الآن، وإنما من مكتب الأمن العام.

هنا تُلِحّ أسئلة عديدة، مثل: ماذا سيحدث عندما تُعنى مكاتب الأمن العام ـ التي اعتادت على العمل بعقلية شرطية ـ بمسؤولية النظر في طلبات التعاون العلمي؟ على أقل تقدير، ستُفرض قيود وشروط خانقة وغير مبرَّرة، مما قد يؤدي ـ على سبيل المثال ـ إلى إعاقة دراسات المشكلات البيئية، التي لا تملك الحكومات الإقليمية الاستعداد للاعتراف بها. أمّا على أسوأ تقدير، فسوف يسمح هذا الإجراء باضطهاد المؤسسات، أو الأفراد التابعين للمؤسسات المدرَجة في القوائم السوداء.

من الأسئلة المُلِحَّة أيضًا: هل يمكن لمظاهرة سياسية بإحدى الجامعات في الخارج أن تضع الباحثين المنتمين إليها في قوائم الأشخاص غير المرغوب فيهم في الصين؟ ماذا لو كان لدى أحد الباحثين أي ارتباطات سياسية أخرى تثير حفيظة المسؤولين؟

يكتنف القانونَ المقترَح – إذًا - قَدْرٌ كبير من الغموض بشأن تطبيقه على بعض علاقات التعاون العلمي، أو بعض المشروعات البحثية، حيث يتخوّف الباحثون المرتبطون بالجامعات أو المجتمعات العلمية في الصين من هيمنة مسؤولين قليلي الخبرة بشؤون البحث العلمي على هذه القرارات؛ مما يثير العديد من علامات الاستفهام، وأسئلة أخرى، مثل: ماذا سيحدث عندما يواجه هؤلاء المسؤولون مشروعًا بحثيًّا يستعصي عليهم فَهْمه بصورة كاملة؟ هل سيرغبون في الحصول على فرصة لاستجلائه؟ في الغالب - كما يخشى المراقبون - سيتّجهون إلى رفضه، أو ـ على الأرجح ـ إهماله، وعدم الالتفات إليه؛ ليجنِّبوا أنفسهم مشقة البحث والاستقصاء.

لقد أعربت المؤسسات الأكاديمية في الخارج بالفعل عن قلقها إزاء هذا القانون، حيث جاء رد جامعة هارفارد في كمبريدج، ماساتشوستس ـ في إطار المباحثات الصينية بهذا الشأن ـ بأنه: "لا ينبغي معاملة الجامعات باعتبارها منظمات غير حكومية، ولا أنْ تخضع لشروطها؛ لأن ذلك - في حال تطبيقه ـ ربما يجعل ـ عن غير قصد ـ التعاون العابر لحدود الجنسيات بين أعضاء هيئة التدريس والطلاب في المستقبل أكثر صعوبة؛ ومن ثم سيؤدي إلى تَرَاجُع معدلاته".

كما أكّد المتحدث باسم جامعة هارفارد، في رسالة تتسم بالدبلوماسية، بعث بها عبر البريد الإلكتروني إلى دورية *Nature*، قائلًا: "لدينا مخاوف بشأن أي قانون قد يفرض أعباء جديدة لا داعي لها، تعرقل قدرة أعضاء هيئة التدريس والطلاب على العمل معًا في المستقبل في المجالات ذات الاهتمام المشترك".

أشار جيا ـ من جانبه ـ إلى أنه من المرجَّح أن تواجه الجامعات من الفئة الثانية أو الثالثة ـ لا سيما الجامعات المحلية، أو الخاصة ـ معاناة شديدة. فبينما تتجه الحكومة ـ في أغلب الأحوال ـ إلى اعتماد الجامعات الكبرى التابعة لها ـ مثل جامعتي تشينخوا، وبكين في مدينة بكين ـ كمضيف للمنظمات غير الحكومية الأجنبية الراغبة في القيام بأنشطة مؤقتة في الصين، لن تحصل الجامعات الأصغر والأقل ارتباطًا بالحكومة على مثل هذه الموافقات.

لقد استفاد كل من البحث العلمي ودولة الصين من اعتماد الحكومة الصينية - في السنوات الأخيرة - على البحث العلمي؛ لدفع عجلة التنمية والتطوير، ولا شك أن شبكة العلاقات الدولية لعبت دورًا محوريًّا في ذلك. لذا.. فإن الخسائر الناجمة عن إضعاف هذه الشبكة لن تقتصر فقط على قَطْع العلاقات المفيدة، وإنما ستتجاوزها إلى النَّيْل من الاستقرار الذي تسهم في تحقيقه. ■

أملٌ جديد يقدِّمه البابا

أطلقت الفاتيكان تحذيرًا مهمًّا في الوقت المناسب، بشأن التهديدات التي تفرضها التغييرات المناخية، ذلك التحذير الذي من شأنه أن يصل إلى أعداد غفيرة من الجماهير.

شهدت العلاقة بين الكنيسة الكاثوليكية والعِلْم فترات طويلة من الشدّ والجَذْب. فمن المعروف أن الفاتيكان استغرقت أكثر من 359 سنة، للاعتراف رسميًّا بدوران الأرض حول الشمس، حيث لم يَرِد اعتبار جاليليو جاليلي - الذي صرح بهذه الحقيقة في عام 1633 - بصورة رسمية إلا في عام 1992، وذلك على يد البابا جون بول الثاني. ولا شك أن مواصلة المسؤولين في الكنيسة السير على هذا الدرب أمر رائع. فقد صدرت الرسالة البابوية، التي طال انتظارها، المتعلقة بقضيّتي المناخ والبيئة في الأسبوع الثالث من يونيو الماضي، وسط ضجة إعلامية كبرى. وبرغم أن المسحة الكهنوتية تغلب على الرسالة، من حيث الأسلوب والمقصد، إلا أنها تبقى شاهدًا على ما يكِنُّه البابا الأرجنتيني والكاردينالات التابعون له من تقدير واحترام للعلوم.

أكَّد الكاردينال بيتر تيركسون ـ رئيس المجلس البابوي للعدالة والسلام ـ في حديثه بمناسبة إصدار الرسالة التي تتألف من 192 صفحة، وتمت صياغتها بالتشاور مع أبرز خبراء المناخ في العالم، "أن العِلْم يقدم الوسيلة الأمثل، التي نستطيع من خلالها الاستماع إلى استغاثة الأرض". كما أطلق البابا، إبان مطالبته قادة العالم بمضاعفة جهودهم؛ للحدّ من الانبعاثات الدفيئة على المستوى العالمي (التي تعتبرها الرسالة السببَ الرئيس في الاحتباس الحراري العالمي)، تحذيرًا شديد اللهجة مِن أنّ التغييرات المناخية المتلاحقة سوف تلحِق أضرارًا بالغة بالنظم البيئية والمجتمعات الإنسانية على السواء. وتؤكد رسالته ـ الموجَّهَة إلى أكثر من مليار كاثوليكي حول العالم ـ مرارًا على الواجب الأخلاقي في اتخاذ الإجراءات اللازمة تجاه قضايا الاحتباس الحراري العالمي، والفقر، والاستهلاك المفرط للموارد الطبيعية.

ومع دخول المفاوضات الدولية بشأن المناخ مرحلة حاسمة، وجدت الفاتيكان الفرصة سانحة للتدخل، حيث تتزايد الآمال بصورة كبيرة في توصُّل المفاوضات خلال الجولة القادمة ـ المقرر عقدها في باريس في شهر ديسمبر 2015 ـ إلى اتفاق مُجْدٍ، لا سيما في ظل التعهد الذي قطعته الدول الصناعية السبع الكبرى على نفسها ـ في وقت سابق من شهر يونيو الماضي ـ بالتخلص التدريجي من الوقود الأحفوري.

أعرب العلماء والقادة السياسيون، المؤيِّدون لاتخاذ الإجراءات اللازمة بشأن المناخ، عن امتنانهم وتقديرهم للخطوة الشجاعة التي اتخذها البابا فرانسيس. وإزاء ذلك، أكَّد الرئيس باراك أوباما أن الولايات المتحدة الأمريكية ينبغي أن تقود الجهود المبذولة للحدّ من تلوث الكربون، ولحماية البيئة. ويتعيَّن على الدول الأخرى أن تحذو هذا الحذو، حيث إن توجيه مسار العالَم صوب مستقبل الطاقة النظيفة لا يمكن أن يقوم على الدعم المعنوي وحده. ولا يعني هذا ـ بحال من الأحوال ـ التقليل من شأن مناشدة البابا لضمائر وعقول ملايين البشر. ربما يؤدي انحياز الفاتيكان إلى منتقدي تجاوزات الرأسمالية والنزعة الاستهلاكية ـ اللتين وصفهما البابا في رسالته بالجناة الحقيقيين في الأزمة البيئية التي تجتاح العالم ـ إلى تأجيج الشكوك في بعض الدوائر، إلا أنه لا ينبغي وَسْم دعوة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

البابا للاعتدال والاستدامة بالسذاجة، أو المثالية المفرطة، حيث تتزايد الآن شكوك علماء الاقتصاد، وعلماء النفس الاجتماعي، وغيرهم، حول الاعتقاد الراسخ منذ القدم بأنّ النمو الاقتصادي يؤدي إلى السعادة الأبدية، والرفاهية الدائمة، فضلًا عن الأدلة الدامغة ـ التي قدّمتها الأزمة المالية الأخيرة ـ على مخاطر الرأسمالية الجامحة.

لقد وضع البابا فرانسيس بأسلوب حكيم قضيةَ التغيير المناخي في إطار الأمل والفُرَص، وليس في إطار التشاؤم والسوداوية، حيث تساءل: لماذا يجب على البشرية أن تُقْدِم على طُرُق محفوفة بالمخاطر، بتغيير المناخ والغلاف الجوي لكوكب الأرض، في الوقت الذي تمتلك فيه بدائل قابلة للتطبيق؟ حيث تُبْلِور النداءاتُ البابوية بالقضاء على الفقر، وتَقَاسُم الفضاء البيئي العالمي على نحو عادل، المقاصدَ التي تعكس أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة، التي سوف يُعلن عنها في سبتمبر المقبل. كما تطرح رسالته ـ من ناحية أخرى ـ بُعْدًا مهمًّا تجب مناقشته، وهو أن تأمين مستقبل واعد للحضارة الإنسانية، دون الاعتماد على الفحم والنفط والغاز، ليس مجرد أمر معقول يمكن تصوره، وإنما هو شرط ضروري يتعين توافره.

يمكن لكلمات البابا أن تبلغ آفاقًا أبعد مما تستطيعه تقارير علمية رصينة، صادرة عن هيئات معتبرة، مثل "الفريق الحكومي الدولي المعنِيّ بتغيير المناخ"، وذلك نظرًا إلى السلطة الأخلاقية، والشعبية الطاغية، اللتين يتمتع بهما البابا، سواء في أوساط الكاثوليك، أم غيرهم، في مقابل الأعداد القليلة نسبيًّا، التي تقرأ المطبوعات العلمية الحافلة بالمصطلحات المركبة. وإضافة إلى ذلك.. تحظى الكنيسة الكاثوليكية بآلية رائعة لنشر أفكارها كل يوم أَحَد، وذلك على عكس الفريق الحكومي الدولي المعنِيّ بتغيير المناخ، الذي يكافح بضراوة من أجل الوصول إلى الجماهير. لذا.. يمكن للحملة العالمية التي تخطط الكنيسة لتدشينها خلال الشهور القادمة أنْ تضاعف من ضرورة المحادثات المتعلقة بالمناخ في ديسمبر 2015، شريطة أن تكون السياسات المناخية على رأس جدول الأعمال، لدى زيارة البابا فرانسيس للبيت الأبيض، وإلقائه كلمة أمام الجمعية العامة للأمم المتحدة في سبتمبر 2015.

«إنّ توجيه مسار العالَم صوب مستقبل الطاقة النظيفة لا يمكن أن يقوم على الدعم المعنوي وحده».

تتضمن الرسالة البابوية أيضًا قضايا أخرى تهم العلوم، حيث لا يمكن إغفال إقرار البابا بأنّ التدخل في النباتات والحيوانات "مسموح به عندما يتعلق الأمر بضرورات الحياة البشرية"، وهو الإقرار الذي يشير إلى إعادة التفكير في موقف الكنيسة الكاثوليكية من الهندسة الوراثية وبحوث الحيوانات، لكن مع الأسف.. التزم البابا الصمت تجاه قضايا منع الحمل، رغم ما تحظى به قضية تنظيم الأسرة من أهمية، في عالَم يقترب تعداد سكانه من 10 مليارات نسمة. لقد أبدت الفاتيكان شجاعة بالغة في قضية التغيُّر المناخي. وإذا كانت جادّةً بشأن مصير هذا الكوكب، وسلامة ورفاهية سكانه؛ فلا بد أن تبدي شجاعة أكبر حيال قضية منع الحمل. ■

النجـــاح يُـولَد من قلب الفشـــل

لا زالت تجربة محصول القمح المعدَّل وراثيًّا الفاشلة تقدم دروسًا مهمة لهؤلاء الذين يجاهدون من أجل توفير مَوْرِد غذائي مستدام لسكان الأرض المتزايدين.

من النادر أن يكون هناك ثناء على حالات الفشل في العلم، فالتاريخ ـ كما يقال ـ عادةً يكتبه الفائزون، وتاريخ الأبحاث لا يختلف في ذلك عن غيره.

بيد أن الفشل في العِلْم أمر حيوي، وهناك مبدأ معروف عن التاريخ، ويَسْرِي أيضًا على الإخفاق في العلم، هو أنّ: الأشخاص الذين يجهلون حالات الإخفاق سيكرّرونها ويقعون فيها، وهذا يأخذنا إلى حقل أخضر ـ لا يُعْجِب البعض ـ في إنجلترا.

في عام 2012، قام فريق يعمل في مركز "روثامستيد" البحثي Rothamsted Research - وهو معهد للبحوث الزراعية يقع قرب لندن من جهة الشمال ـ بزراعة قمح معدَّل وراثيًّا، بحيث تنبعث منه مادة كيميائية تستخدمها حشرات المَنّ كإنذار عند تعرُّضها للهجوم. وكان الباحثون يهدفون إلى استكشاف ما إذا كانت هذه الطريقة ستمكِّن المحصول من طرد الآفات الضارة، أم لا، وقد ظنوا أن هذه المادة الكيميائية قد تجذب أيضًا الحشرات الطفيلية التي ستنتبِه بوجود المَنّ.

وقبل أن تُتاح لهم الفرصة لفعل شيء، جذبت المحاصيل سربًا من المحتجِّين، حيث شَنّ معارضو تكنولوجيا التعديل الوراثي حملة ـ غير مألوفة بعض الشيء ـ على هذه التجربة، تذكر ادعاءات علمية ملتبسة، هي بمثابة فيديوهات لأرغفة من الخبز، تعتليها رؤوس بقر كرتونية، وعبارة "اسحبوا الدقيق"، تصحبها موسيقى روك تصويرية. بلغت تكلفة إجراء البحث على مدار خمس سنوات 732,000 جنيه استرليني (1.2 مليون دولار أمريكي)، أمّا تأمين الموقع ممّن هددوا بتدميره، فكلّف ما يقرب من 1.8 مليون جنيه استرليني.

وقد أظهرت الفكرةُ التي تكمن وراء ما أصبح يُطلَق عليه للأسف "القمح ذو الرائحة السيئة" أملًا واعِدًا في المختبَر، بينما أظهر المحصول فشلًا مستحكمًا في التجارب الحقلية. وأشارت ورقة بحثية نُشرت في 25 يونيو الماضي في دورية "ساينتيفيك ريبورتس" *Scientific Reports* إلى أن المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا "لم تُظْهِر أيّ نقص في أعداد حشرات المَنّ، أو زيادة في أعداد الطفيليات"، مقارنةً بمحاصيل التجارب الضابطة (T. J. A. Bruce *et al*. *Sci*. *Rep*. http://doi.org/5sr; 2015).

إنّ هذا الأمر محبِط على عدة مستويات.. أولًا، بسبب المجهود والمال الذي بُذل في سبيل هذه الفكرة، وثانيًا، بسبب أن المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا سيكون لها دور كبير في توفير غذاء مستدام في المستقبل، فكلما ازداد عدد سكان الأرض؛ زادت شهيتهم. ومن ثم، فالعمل على الأبحاث التي تهدف إلى زيادة إنتاجية المحاصيل عن طريق التعديل الوراثي ـ أو بغير التعديل الوراثي ـ يندرج تحت أهم الأبحاث التي تُجْرَى على كوكبنا، والعدوان الذي يشنه البعض على الأبحاث المتعلقة بالتعديل الوراثي لا يزال من بين أهم الموضوعات المجتمعية التي على العلم مواجهتها، وهو أحد أسباب صعوبة وصول مثل هذا النوع من تجارب المحاصيل في أوروبا إلى أن تكون دراسات تُجرى على مستوى الحقول.

انطوى رد فعل بعض المعارضين للمحاصيل المعدَّلة وراثيًّا على ادعاءات متوقَّعة، مفادها تقريبًا: أن التجربة كانت مضيعة للمال، ومن ثم يجب وقف الاستثمار في عِلْم التعديل الوراثي، وأن هذه الانتكاسة تعني أن المفهوم بأكمله معيب.

كما هو الحال مع معظم النتائج السلبية للأبحاث، هناك أشياء يمكن تعلُّمها من هذه التجربة، حيث يمكن لفريق العمل الذي قام بها أن يعدِّل الطريقة التي ينفث بها المحصول "الفيرومون" التحذيري، كما يمكن اختبار التجربة في مناطق ذات كثافة أعلى من الطفيليات.

لقد فشل المحصول والمحتجُّون، حيث إن البحث أُجْرِيَ بالفعل، وحصل الباحثون على نتائج مفيدة. ومما يدعو إلى السخرية.. أنه إذا كان المحتجُّون قد نجحوا، وتوقفت التجربة، لَمَا كان بإمكانهم التباهي بفشل المحصول. وتستمر أبحاث التعديلات الوراثية في مركز "روثامستيد" البحثي، مثله مثل باقي أنحاء العالم، وسوف ينجح بعضها بالطبع، ولن ينجح البعض الآخر.

وبالنسبة إلى هؤلاء الذين يريدون إثارة الجدل ضد المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا، فهم يواجهون مشكلات كبرى، فانتشار تقنيات التعديل الجيني الجديدة، مثل "كريسبر"، تعني أن الفارق بين الكائن الحي المعدَّل وراثيًّا وغير المعدَّل أصبح رماديًّا بشكل متزايد على المستوى العلمي، ولَدَى المنظِّمين.

لم يعد الحفاظ على هذه المحاصيل ـ مع كل الجدل الذي يُثار حولها ـ محصورًا فقط على المشروعات الزراعية الكبرى، فاستخدام تكنولوجيا التعديل الوراثي ينتقل بصورة متزايدة إلى الأشخاص الذين يحتاجون إليها بالفعل، أي إلى أبناء الدول النامية الذين يحاولون تحسين الزراعة في بلدانهم.

التعامل مع المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا بأكملها وكأنها حالة واحدة أصبح إشكالية تزداد تعقيدًا، فهناك خصائص صديقة للمستهلك - مثل التفاح الذي لا يَسْوَدّ لونه ـ أصبحت الآن تتنافس مع خصائص القيمة الغذائية ومقاوَمة الجفاف لدى الدول النامية. وهناك مجموعات أكاديمية صغيرة حول العالم، تنتِج أنواعًا مصمَّمة محليًّا حسب الطلب، بالإضافة إلى المحاصيل الأساسية المهندَسة وراثيًّا، التي تبيعها الشركات الكبرى بكميات كبيرة للفلاحين في الدول المتقدمة. ولم يَعُد الجدل الدائر محدودًا في المحاصيل، فلقد رصدنا خنازير معدَّلة وراثيًّا، يمكن قريبًا أن تدخل سلسلة الغذاء البشرية.

ينبغي على المهتمين بالسياسات المبنِيَّة على أدلّة علمية أن يتوجهوا بالشكر لمن يستمرون في الكفاح، على الرغم من صعوبات العمل في المجال العلمي، والصعاب المضافة إليه، التي يتسبب فيها مَنْ يَدْعُون إلى التخلي عن العلم، فنحن جميعا نحتاج إلى ثمار عمل هؤلاء الأشخاص. ■

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

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

يجب على المموِّلين تشجيع العلماء على تبادل المعلومات.

يقول **مارتن بوبرو** إنه يجب على الباحثين الاتفاق على طرق أفضل لتبادل البيانات، كي يحققوا الاستفادة القصوى من إمكاناتها.

كيف يمكننا تحقيق أكبر قدر من الاستفادة من الكميات الهائلة من البيانات المتعلقة بعلم الجينوم، وعلم الأوبئة والمعلومات الصحية الخاصة بالجماعات السكانية التي يجمعها الباحثون؟ يعتمد تحقيق أقصى قدر من الانتفاع بها على مدى تبادلنا ـ كمجتمع علمي ـ للمعلومات.

لقد وضع مشروع الجينوم البشري قواعد استباقية للتبادل السريع للبيانات قبل نشرها. ونتيجة لذلك.. أفاد هذا المنهج كافة الأبحاث البيولوجية إفادة عظيمة. والآن، تتفق أغلبية الهيئات الممولة للأبحاث مع معظم العلماء على وجوب تبادل بيانات الأبحاث، شريطة حماية حقوق المتبرعين بالبيانات والعيِّنات. وهناك منظمات كثيرة تؤيد هذا المنهج بشدة، مثل الاتحاد العالمي للجينوم والصحة، ولكنْ لن ينجح منهج تبادل البيانات النجاح المنشود، إلا إذا تم تنظيم تناقل هذه البيانات بسلاسة وفعالية ونزاهة. ومن هنا يأتي السؤال: كيف يمكن تشجيع المزيد من العلماء على إتاحة البيانات التي يمتلكونها، ومساعدتهم على ذلك، بدون تحميلهم أعباء إدارية لا داعي لها؟

جدير بالذكر أنني أرأس مجموعة استشارية، تختص بالوصول إلى البيانات، والتي بحثَتْ بدورها عن إجابة على هذا السؤال. وفي إطار العمل الذي قمنا به، فَحَصْنا الممارسات الحالية في هذا الشأن، وأجرينا استبيانًا لقراء دورية *Nature*؛ فوجدنا الكثير من الممارسات الجيدة في مجتمع العلوم الاجتماعية في المملكة المتحدة، ولكننا لمسنا أيضًا أوجه قصور واضحة. فقد وجدنا أن مقدِّمي البيانات، ومَنْ يرغبون في الانتفاع بها ضاقوا ذرعًا بعدم وضوح عمليات الوصول إليها في معظم الأحيان.

وحاليًّا، نجد أن آليّات تبادل البيانات غالبًا ما تُنظَّم متأخرًا، فوَضْع بروتوكولات الدخول وإدارتها يختلف من دراسة إلى أخرى، مما يزيد من الأعباء الإدارية التي يتحملها أصحاب البيانات ومستخدموها، ومن ثم فلا يوجد طرف رابح في هذه المنظومة، ولا سيما مَنْ يتبرعون ببياناتهم الشخصية.

واليوم، ننشر توصياتنا (انظر: www.wellcome.ac.uk/EAGDA)، التي نتوجه بها إلى مموِّلي الأبحاث، لكونهم في مكانة تمكِّنهم من تنفيذها، كما نتمنى أيضًا أن ينتفع بها جميع الباحثين. ومن أهم هذه التوصيات.. ما يتعلق بجَعْل خطط الوصول إلى البيانات جزءًا مكملًا لعملية التقديم على المنحة، حيث ينبغي على الباحثين تحديد الإجراءات التي تساعد على تنظيم وإدارة الوصول إلى البيانات، على أن يشمل ذلك تقديرات تكاليف إتاحة البيانات للباحثين للاطلاع عليها، كما ينبغي على عملية المراجعة أن توصي بذلك، وأن تكون خطة الوصول إلى البيانات جزءًا قابلًا للتعديل ـ ولا يتجزأ ـ من منحة التمويل.

بوجه عام، كلما اتسع نطاق الدراسات؛ احتاجت إلى إجراءات أكثر رسوخًا، من حيث الحاجة إلى خطة منهجية؛ للوصول إلى البيانات من البداية. أما بالنسبة إلى التجارب الصغيرة، فيكفي إتاحة بياناتها لمَنْ يحتاجها عند الطلب، بعد المدة اللازمة للإعداد للنشر.

تُشكِّل دراسات عديدة متعلّقة بعِلْم الجينوم، أو عِلْم الأوبئة، لجانًا مختصة بالوصول إلى البيانات (DACs)؛ لإدارة البيانات التي يصدرونها. ومن غير المنطقي أن كل دراسة من هذه الدراسات تفعل ذلك وحدها، من خلال عمليات وسياسات فردية، فعادةً ما تتشابه المعلومات التي تطلبها اللجان المختصة بالوصول إلى البيانات، والتعهدات التي تشترطها من مستخدمي البيانات المحتمَلين، على اختلاف الدراسات التي تختص بها، ومن ثم ينبغي على المموِّلين تشجيع توحيد وتنظيم مثل هذه العملية، مع مراعاة الاختلافات بين خصائص كل دراسة وأخرى. كما سيساعد أيضًا (تصميم استمارات طلب موحدة)، ووضع إجراءات تحكيم مشتركة كلما أمكن، مع السماح للدراسات الجديدة بالاستفادة من اللجان الحالية المختصة، في الوصول إلى البيانات، أو الاندماج معها. كما ينبغي أن تكون إجراءات الوصول إلى البيانات أكثر شفافية، ومباشِرة، على أن تشمل إجراءات مستقلة للنظر في الطعون؛ لتسوية المنازعات المتعلقة بطلبات الوصول.

أحيانًا ما يشار إلى حماية المشاركين في البحث كسَبَبٍ لحَجْب البيانات، ومن ثم يجب تقييم مخاطر إمكانية تحديد هوية المشاركين في الأبحاث، من خلال البيانات المنشورة، ولا سيما عند ربط مجموعات البيانات بطرق مستحدَثة. وعلى الرغم من ذلك.. لا ينبغي لعملية حماية هوية المشاركين أن تشترط استخدام نظام معقد للوصول إلى البيانات، كما هو الحال في معظم الأحيان.

سيكون من الأسهل حماية المشاركين.. إذا صمَّم الباحثون نظام الوصول إلى البيانات المتعلقة بالدراسات التي يجرونها منذ بدايتها، فعلى سبيل المثال.. يجب وضْع موضوع مشاركة البيانات في الاعتبار عند تصميم استمارات الموافقة الخاصة بالمشاركين للسماح بتبادل المعلومات الشخصية مخفيّة الهوية بأمان خارج مجموعة الدراسة المختصة بها.

من المقبول أن يَفرِض العلماء شروطًا أو قيودًا معينة على استخدام مجموعات البيانات التي بذلوا جهدًا كبيرًا في جمعها، مع مراعاة النسبة والتناسب في ذلك، وأن تبقى هذه الشروط أو القيود عند الحد الأدنى. وتتراوح الشروط المعقولة ما بين طلب إقرار مستخدمين ثانويين لمصدر البيانات في المطبوعات، واشتراط مدة حظر عادلة على استخدام إصدارات البيانات الجديدة. وأيًّا كانت نوعية القيود المشروطة، فيجب الإعلان عنها بوضوح للمستخدمين.

لا زالت المعايير المستخدَمة للحكم على المسيرة الأكاديمية للفرد تعتمد اعتمادًا كبيرًا على سجلات النشر الفردية، ولا تقدِّم إلا القليل من المحفِّزات على تبادل البيانات على نطاق واسع. أمّا العلماء الذين يسمحون لغيرهم باستخدام البيانات الخاصة بهم، فيستحقون الشكر.

كي يتسنى لنا تشييد صرح من الثقة، يجب التعامل بجديَّة مع كل مخالفة جوهرية لاتفاقيات نقل البيانات والمواد العلمية، مع فرض عقوبات ملائمة، مثل الحرمان من الوصول إلى مجموعات البيانات في المستقبل، أو فرْض سَحْب بحثٍ ما، بعد نشره.

ومن هنا، ينبغي للمموِّلين جَعْل كل مجموعات البيانات التي يدعمونها متاحة، إلا إذا كانت هناك أسباب معينة متفَق عليها تَحُول دون ذلك، فالعِلْم يتحول أكثر وأكثر إلى منشأة دولية تعاونية مشتركة، ومن ثم يجب التركيز الآن - في ظل توفير المموِّلين للدعم والموارد اللازمة - على تشجيع العلماء على إتاحة البيانات التي توصَّلوا إليها للآخرين طواعية. ■

> لا ينبغي لعملية **حماية هوية** المشاركين أن تشترط استخدام نظام معقد للوصول إلى **البيانات.**

مارتن بوبرو أستاذ فخري في علم الجينوم الطبي بجامعة كمبريدج، المملكة المتحدة، ورئيس المجموعة الاستشارية الخبيرة في الوصول إلى البيانات.
البريد الإلكتروني: mb238@cam.ac.uk

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/wdw9cq

WELLCOME LIBRARY, LONDON

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

نظرة شخصية على الأحداث

احكموا على الأفعال.. لا الأقوال

ترى **أليسيا إيريكو** إن التصريحات التي أدلى بها رئيسي السابق ـ تيم هانت ـ ليست مؤشرًا على انحيازه ضد المرأة.

عملتُ منذ عام 2004، حتى ديسمبر 2010 في وظيفة عالِمة في مختبَر لندن، تحت رئاسة تيم هانْت. وبعد الضجة الإعلامية التي تبعت تصريحاته في يونيو الماضي بشأن العالمات، والطريقة التي وُصف بها كشخص متحيِّز ضد النساء، ربما تتصورون أنني كنت أمرّ بوقت عصيب في هذه الفترة، ولكن الأمر لم يكن كذلك على الإطلاق، حيث كانت هذه الفترة تجربة رائعة بالنسبة لي. لقد كان هانْت مرشدًا، وملهمًا، وداعمًا، ولم أشعر ـ ولو لمرة واحدة ـ بأنه عاملني بطريقة مختلفة، بسبب كوني امرأة.

وبالنسبة إلى الغضب الذي يعتري الكثيرين ممن يعملون في المجال البحثي، إزاء تصريحات تيم غير اللائقة وغير المبرَّرة (بوقوع مَنْ يعملون في المختبَرات من الرجال والنساء في الحب، وأن النساء يبكين عند تعرضهن للنقد)، فهو غضب مفهوم. أما عن ردّ الفعل إزاء هذه التصريحات، وتأثيرها على مسيرته العملية، فلم يكن متناسبًا معها، حيث اعتذر تيم عن تعليقاته، وأنا ـ عن نفسي ـ قبلت اعتذاره، وينبغي على الآخرين قبوله أيضًا، كما ينبغي أن يُسمح له باستئناف عمله. لقد قال تيم إنه لم يقصد بتصريحاته إلا الدعابة، وأنا أصدقه في ذلك، لأنني كنت في إحدى المرات محطّ إحدى دعاباته العلنية، وأصدقكم القول إن محاولته للفكاهة وقتها كانت على الدرجة نفسها من السوء.

كانت أبحاثي المبكرة مموَّلة من اتحاد مجموعة أوروبية، وكان يجب عليّ أن أحضر مع تيم مؤتمرًا سنويًا يعقده هذا الاتحاد، حيث يناقش رؤساء المجموعة العمل. وعندما توجّهنا لحضور أول هذه المؤتمرات في إبريل 2005، اكتشف تيم أنه لم تكن لديه صورة لي؛ كي يدرجها في حديثه، الذي كان سيلقيه بعد ظهر اليوم نفسه. وحيث إنه كان دائمًا يحمل كاميرا في جيبه أثناء السفر، التقط صورة لي حينئذ، وأثناء حديثه عَرَضَ صورتي على المتلقّين، تصحبها هذه العبارة: "ها هي أليسيا وهي ترتدي السترة نفسها". الْتَفَتَ الجميعُ بالطبع للبحث عنّي بين الجالسين، وبعد أن تيقَّنوا من أنني بالفعل أرتدي السترة نفسها؛ انطلقت ضحكاتهم. وبالطبع شعرت بإحراج شديد، ووجدتُ نفسي في المؤتمر الأول لمناقشة بحثي مضطرةً لأنْ أبدأ حديثي مع زملائي الجدد، موضِّحة لهم أنني أقتني أكثر من طقم واحد من الملابس. وعلى الرغم من ذلك.. فإنني لم أشعر بالإهانة، لأنني كنت أعلم أنه يلقي دعابة، أسهمَتْ بدورها في كسر الجليد وتمهيد الحديث عندما قابلتُ الحاضرين مرة ثانية.

إنّ القلق الذي شعر به كثير من العلماء والمؤسسات التي قاطعت تيم تمامًا هو ـ في حقيقة الأمر ـ قلق من أن تكون أحكامه متحيزة، ولكنني أعرفه جيدًا، ومن ثم فإنني أستطيع أن أقول إنه ليس متحيزًا ضد النساء. فلقد حضرت ذات يوم فعاليةً تحمل عنوان "المرأة والعلم"، وكانت زوجته ماري ضمن المتحدثين، وناقشَتْ هذه الفعالية الكثير من الموضوعات التي قرأنا عنها في الإعلام، وكان تيم من بين الحضور، وكنتُ أعلم أنه مهتمّ بمشكلة التمييز ضد العالِمات، وأنه يدعم الجهود المبذولة لعلاجها.

لقد شهدتُ تمييزًا في المجال العلمي، وفي المجتمع بشكل عام، ورأيت البعض يتحدث عن زميلات حديثًا سيئًا، عندما تركن العمل في المختبَر لإنجاب الأطفال. ومن ثم، فالأزمة حقيقية، وتحتاج إلى سرعة الانتباه إليها، بيد أن اعتبار تيم رمزًا لهذا التمييز ضد النساء، ومعاملته من هذا المنطلق، يُعَدّ ظلمًا بيّنًا.

إنني أقدِّر كل النقاشات العلمية التي كانت تُجرى مع تيم، فلطالما كانت لديه وجهة نظر مثيرة للاهتمام، مما كان يدعوه لتحدينا جميعًا تحديًا بنّاءً. فعلى سبيل المثال.. أثناء ندوتي الأولى في المعهد، ناقشني تيم عدة مرات حول المادة التي كنتُ سأعرضها؛ لضمان وضوح المنطق والفكرة من وراء المشروع، والتجارب. ومع إلقائي عدة خطابات عندما كنتُ أعمل في المختبر، وجدتُ أن إسهامه في الإعداد الذي أجريه كان دومًا نافعًا ومفيدًا. وعلى الرغم من كونه مشغولًا، فقد كان يزور المختبَر كلما أُتيح له ذلك، وكان يأتي من حين إلى آخر ليلقي التحية، وليسأل عمّا إذا كان كل شيء على ما يرام، أم لا.

> أُدْرِكُ جيدًا أهمية الكلمة **ووزنها** ولكنني أُدْرِكُ كذلك أن الأفعال والوقائع أكثر **أهمية بكثير.**

لقد كان دائمًا يدعم عملي، حتى عندما كان مشروعي البحثي يأخذ منحى مخالفًا لإطار التخصص الرئيس للمختبَر. فعلى سبيل المثال.. نَظَّم لي زيارة لمختبر في اليابان؛ لتعلُّم بروتوكول معين، ثبت كونه مهمًّا للغاية من أجل بحثي. فلم يكن لشغفه بالاستكشاف حدود، ومن الضروري هنا أن نتذكر نقطة مهمة، فبرغم أننا نحتاج إلى نماذج يُحتذى بها، ومناصرين للمرأة في المجال العلمي، فنحن نحتاج أيضًا إلى نماذج ملهِمَة؛ من أجل العلم نفسه. وجدير بالذكر أنه عندما انتهت منحتي الأوروبية، حصلتُ ـ بفضل تيم وحده ـ على تمويل إضافي يضمن لي مدة كافية من الوقت، لاستكمال مشروعي بعد إجازة الوضع التي أخذتُها. وكنا قد أجرينا عدة محادثات آنذاك بخصوص مستقبلي المهني، ولم أكن متأكدة من أنني سأنجح في أن أكون رئيسة مجموعة، إلا أن تيم قال إنني مؤهَّلة علميًّا، وماهرة جدًّا فنيًّا؛ مما أعطاني التحفيز الذي كنت أحتاج إليه.

عندما انتهت مسيرتي البحثية؛ أصبحتُ محررة، ومن ثم فأنا أدرك جيدًا أهمية الكلمة ووزنها، ولكني أدرك كذلك أن الأفعال والوقائع أكثر أهمية بكثير. وبعد عام من مؤتمر اتحاد المجموعة، الذي أشرت إليه سابقًا، توجهتُ ـ وأنا أرتدي سترة مختلفة ـ مع تيم إلى الاجتماع السنوي الثاني، ولكنْ في هذه المرة صُدمت صدمة من نوع مختلف، حيث عَرَض عليّ تيم أن أكون أنا المتحدثة، وليس هو، لأن البحث كان بحثي. كان الأمر مُرهقًا بالطبع من الناحية العصبية، فلقد ضم هذا الاتحاد بين أعضائه بعض أهم علماء دورة الخلية في أوروبا، ولكنها كانت فرصة رائعة، ليس فقط بالنسبة لي، فهذه اللفتة من تيم دفعت غيره من رؤساء المجموعات إلى أن يتركوا مِنَصّة الحديث لباحثين في مجموعاتهم. وعلى الرغم من أن بعضهم كان من الرجال، والبعض الآخر من النساء، إلا أنني لا أظن أن تيم اهتمَّ بأيٍّ من ذلك، فكل ما كان ينظر إليه هو مجموعة من شباب العلماء الواعدين. ■

أليسيا إيريكو محررة سابقة لدورية *Nature* لطب الأورام الإكلينيكي.
البريد الإلكتروني: alessia.errico@googlemail.com

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/zsp1fr

NATURE PUBLISHING GROUP

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

أضـواء على الأبحـاث
مقتطفـات من الأدبيات العلميـة

SANJIT DAS/PANOS

زراعة

تكلفة محاصيل القطن الأصلي والمعدَّل وراثيًّا

يمكن أن يدرّ القطن الأصلي في الهند أرباحًا مماثلة للقطن المعدل وراثيًّا عندما يُزرع كلاهما بدون ريّ. فقد قارنت كارلا روميو-دالماو، وليام دولان، وزملاؤهما ـ بجامعة أكسفورد، المملكة المتحدة ـ بين الأثر الاقتصادي لزراعة القطن الآسيوي الأصلي (*Gossypium arboreum L.*)، وزراعة القطن الأمريكي (*Gossypium hirsutum*) Bt، المعدل وراثيًّا؛ ليحتوي على جينات بكتيرية تجعل المحصول مقاومًا للآفات الحشرية. ووجد الباحثون أن المزارعين في ولاية ماهاراشترا الهندية أنفقوا أموالًا أكثر؛ لإنتاج القطن المعدل وراثيًّا من القطن الأصلي، على الرغم من أنّ القطن المعدل وراثيًّا ينتج غلة أكبر.

ودَرَسَ الباحثون أيضًا زراعة القطن المعدل وراثيًّا في ظل ظروف مختلفة، ووجدوا أن القطن المعدل وراثيًّا ـ المزروع في ظل ظروف الزراعة القائمة على مياه الأمطار ـ له فوائد اقتصادية مماثلة للقطن ذاته المزروع باستخدام الريّ. وعلى الرغم من أن القطن المعدل وراثيًّا ينتج غلة أكبر مع الريّ من الزراعة القائمة على مياه الأمطار، فإن زراعته في ظل هذه الظروف تزيد التكلفة، وتقلل من الأرباح. ويقترح الباحثون أن يضع المزارعون في اعتبارهم مجموعة من العوامل، من بينها النفقات، وتوفُّر المياه، عند اختيار المحصول الذي سيزرعونه.

Nature Plants **1, 15072 (2015)**

علم المواد

طاقة مخزَّنة داخل "إيروجيل"

أنتج باحثون جهازًا واعدًا ثلاثي الأبعاد؛ لتخزين الطاقة باستخدام هلام هوائي (إيروجيل) مسامي. ويمكن أن توفر "المكثفات الفائقة" هذه كثافات قدرة أعلى بكثير من البِنَى التقليدية. فقد غلَّف مهيار حامدي وزملاؤه - بمعهد KTH الملكي للتكنولوجيا في ستوكهولم - المنطقة الداخلية الرغوية من إيروجيل بأنابيب الكربون النانوية؛ لإنشاء قطب، وغَطّوا هذا القطب ببلاستيك عازل، أعقبته طبقة أخرى من أنابيب نانوية تمثِّل قطبًا. شكَّل هذا النسق مكثفًا فائقًا، أظهر قدرة مستقرة على الشحن والتفريغ خلال 400 دورة، وحافظ على أدائه عندما ضغط الإيروجيل بنسبة وصلت إلى 75%.

تتميز مواد الإيروجيل بأكبر مساحة سطح داخلية لأيّ مادة اصطناعية، ولذلك.. من شأن هذه المكونات تخزين كميات كبيرة من الطاقة في مجموعة واسعة من الأجهزة الإلكترونية.

Nature Commun. **6, 7259 (2015)**

علم الحيوان

عصفور الوقواق.. أستاذ المحاكاة

تَستخدِم بعض الطيور أعشاش أنواع أخرى، لتضع بيضها الذي يشبه بيض هذه الأنواع؛ هربًا من أعباء الأبوة. وقد وجد باحثون الآن نوعًا من العصافير في أفريقيا، يحاكي أيضًا مظهر طائر آخر في مرحلة البلوغ.

تضع إناث عصفور الوقواق (*Anomalospiza imberbis*؛ في الصورة إلى اليسار) بيوضها في أعشاش طائر الدخل أسمر الجناحين (*Prinia subflava*)، ولكنها تشبه بشدة أيضًا أنثى نوع أفريقي شائع، يُسمَّى الشرشور الأحمر الجنوبي (*Euplectes orix*؛ **في الصورة** على اليمين). وقد تطوَّر التشابه الذي درسه وليام فيني وزملاؤه ـ بجامعة كمبريدج، المملكة المتحدة ـ في البداية، لمساعدة عصافير الوقواق على التسلل مقتربةً من أعشاش طائر الدخل، لكن طائر الدخل طوَّر ـ فيما يبدو ـ تدابير مضادة؛ فصار يهاجم عصفور الوقواق والشرشور الأحمر الجنوبي بالقدر نفسه من العدوانية.

Proc. R. Soc. B **282, 20150795 (2015)**

تغيُّر المناخ

العواصف الساخنة تصحبها أمطار غزيرة

مع ارتفاع درجات الحرارة، تزداد شدة هَطْل الأمطار الغزيرة خلال العواصف، بينما تقل حدة الانفجارات الصغيرة، وهذا قد يأتي بعواصف لا يمكن التنبؤ بها، وأكثر تدميرًا مع زيادة احترار المناخ.

فقد حلَّل كونراد واسكو، وأشيش شارما - من جامعة نيو ساوث ويلز في سيدني، أستراليا - بيانات عالية الدقة لهَطْل الأمطار من 79 موقعًا في جميع أنحاء أستراليا منذ عام 1955 إلى 2005. ووجد الباحثون أن أنماط سقوط الأمطار الأسترالية ـ عند خطوط العرض كافة ـ صارت أقل انتظامًا مع ارتفاع درجات الحرارة. وتوقَّع الباحثون زيادة بنسبة (5% - 20%) في ذروة معدل تدفق

CLAIRE SPOTTISWOODE

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

المياه خلال الفيضانات عند ارتفاع الحرارة 5 درجات عن النسبة الحالية. ويلمح الباحثون إلى أن المناخ الأكثر دفئًا قد يؤدي إلى فيضانات قصيرة الأجل، ولكنها أكثر شدة.

Nature Geosci. **http://dx.doi.org/10.1038/ngeo2456 (2015)**

عِلْم الفَلَك

رَصْد توهُّج شديد على سطح نجم

رَصَدَ علماء فَلَك زيادةً حادة وهائلة في الضوء والطاقة المغناطيسية لنجم قريب. فقد وجَّه فريق بحثي بقيادة فوتر فليمنجز - من جامعة تشالمرز للتكنولوجيا، قرب جوتنبرج، السويد - تليسكوب "ألما" ALMA الراديوي في شمال شيلي صَوْبَ العملاق الأحمر "ميرا أ"، وهو نجم يبعد 92 فرسخًا فلكيًّا (300 سنة ضوئية)، كان في السابق مثل شمسنا، لكنه متضخم الآن في عمره المتقدم. وكانت لقوة التمييز العالية لتليسكوب "ألما" القدرة على الْتِقاط سمات السطح النجمي، وهو إنجاز غير مسبوق عند الأطوال الموجية هذه. وكشفت البيانات عن بقعة ساخنة ساطعة على سطح ميرا، تبلغ الحجم نفسه لمدار عطارد حول الشمس تقريبًا. ومن المرجَّح أن النجم يُطْلِق الطاقة من مجاله المغناطيسي، على غرار ما يحدث في الشمس، مما يشير إلى أن المجالات المغناطيسية لها دور، حتى عندما يتقادم عُمْر هذه النجوم.

Astron. Astrophys. **577, L4 (2015)**

عِلْم الأحياء التطوُّري

إجوانة جالاباجوس تتبادل الجينات

تتطور السحالي السابحة على واحدة من جُزُر جالاباجوس؛ مُفْضِيَةً إلى نوع جديد، ولكن يبدو أنها تتزاوج أيضًا مع سحالي من جُزُر مجاورة؛ مما قد يساعد على دمْج وسائل تكيُّف مجتمعات أخرى في المجموع الجيني لها. فقد حلَّل سيباستيان شتاينفارتز وزملاؤه - بجامعة براونشفايج التقنية في ألمانيا - جينومات أكثر من 500 إجوانة جالاباجوس البحرية (*Amblyrhynchus cristatus*؛ **في الصورة**) من جزيرة سان كريستوبال في جُزُر جالاباجوس.

HORST MAHR/IMAGEBROKER/CORBIS

ووجد الباحثون دليلًا على حدوث تهجين مستمر بين سلالات من جُزُر مختلفة، جنبًا إلى جنب مع نشوء نوع جديد بين مجتمع سان كريستوبال. ويقول الباحثون إن هذا التهجين المتزامن مع نشوء نوع جديد ربما أسهم في النجاح التطوري للإجوانة البحرية.

Proc. R. Soc. B **282, 20150425 (2015)**

عِلْم البيئة السلوكي

عناكب غاضبة تغزل مستعمرات معمِّرة

وجد باحثون أن شخصية الحيوان قد تؤثر على عُمْر مجتمعات بيئية بأكملها. إن إناث عناكب (*Anelosimus studiosus*) تصنع شبكات كبيرة، تشترك فيها إناث متعددة من هذا النوع، وأنواع أخرى عديدة من العناكب. وقد بدأ جوناثان بروت، وأندرياس مودلمير - من جامعة بيتسبرج في ولاية بنسلفانيا - مستعمرات، إمّا بعنكبوتين مستكينين، أو اثنين عدوانيين. سمحت الإناث المستكينة لأنواع كثيرة من العناكب أن تستعمر الشبكة، واقتاتت على بقايا فرائس العناكب الأخرى، لكن العناكب العدوانية أمسكت فرائسها بنفسها، وصَدَّت العناكب المتنافسة والمفترسة. انهارت المجتمعات كلها في النهاية، لكن تلك التي أسستها إناث عدوانية استمرت لفترة أطول حتى ثلاث سنوات. وانتهى المطاف بتركيبة المجتمعات التي أسستها عناكب مستكينة إلى تركيبة الأنواع مزعزعة الاستقرار، على غرار مستعمرات العناكب العدوانية، ولكنها كانت بمعدل أسرع، مما يجعل المستعمرات المؤسَّسة بواسطة عناكب مستكينة أقصر عمرًا.

J. Anim. Ecol. **http://doi.org/5bt (2015)**

عِلْم البصريات

جرافين يشِعّ ضوءًا ساطعًا في الفراغ

صمَّم فيزيائيون جهازًا ثنائي الأبعاد، يمكنه أن يبعث بضوء ساطع مرئي، ما يمهد الطريق لأجهزة باعثة للضوء رقيقة جدًّا. تتحمل طبقات الكربون التي سُمْكها ذَرَّة واحدة - وتُسَمَّى جرافين - درجات الحرارة العالية، وينبعث منها ضوء عند بلوغها، ولكن عندما يثبت الجرافين على سطح وتمرر الكهرباء فيه، تتحرر كمية صغيرة فقط من الطاقة الضوئية؛ وذلك لأن معظم الطاقة يتبدد في شكل حرارة. وقد تفادى يونج داك كيم وزملاؤه - بجامعة سيول الوطنية - المشكلة عن طريق تمرير تيار خلال قطعة من الجرافين، مُعَلَّقة بين قطبين في فراغ. ومن خلال عزل الجرافين، تمكَّن الباحثون من تسخينه إلى أكثر من 2,500 درجة مئوية، وزيادة مستوى الإشعاع 1,000 مرة، مقارنةً بالجرافين الموضوع على ركيزة. ومع إدخال مزيد من التحسينات، يقول الباحثون إن الجهاز سيكون بمثابة باعث ضوء نانوي في شاشات رقيقة جدًّا.

Nature Nanotech. **http://dx.doi.org/10.1038/nnano.2015.118 (2015)**

تحرير الجينوم

التحكم في نظام "كريسبر" بالضوء

جرى تعديل لتقنية تحرير الجينوم الشائعة، بحيث يستطيع الباحثون استخدام الضوء؛ للتحكم في وقت حدوث التحرير، وفي أي الخلايا يحدث.

وسعيًا إلى تحكُّم أفضل في كيفية تقطيع نظام "كريسبر – كاس 9" تسلسل الحمض النووي وتغييره، قَسَّم موريتوشي ساتو وزملاؤه - بجامعة طوكيو في اليابان - إنزيم تقطيع الحمض النووي "كاس 9" إلى قسمين، ودمجوا كل جزء منهما مع بروتين. يرتبط البروتينان معًا عندما يسلَّط عليهما ضوء أزرق، مما يعيد تفعيل "كاس 9". ووجد الباحثون أن الإنزيم المعدل لا يزال يمكنه تحرير الجينوم بدقة في الخلايا البشرية في المختبر. وزادت وتيرة التعديلات مع التعرض الأطول للضوء، ولم يلاحظ أي تحرير في الخلايا التي ظلت في الظلام.

سلَّط الباحثون كذلك أنماطًا من الضوء على الخلايا، ووجدوا أن تحرير الجينوم حدث وفقًا للأنماط نفسها. يقول الباحثون إن هذه التقنية قد تساعد على تحسين دقة نظام كريسبر.

Nature Biotech. **http://dx.doi.org/10.1038/nbt.3245 (2015)**

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

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءةً على مواقع التواصل الاجتماعي

بيانات غذائية غير موثوقة تتعرض للانتقاد

ينبغي ألا يُعَوَّل على الكثير من البيانات حول عادات الأكل الشخصية - التي تشكل الأساس للعديد من المبادئ التوجيهية الغذائية الوطنية - لأنها مضلِّلة، وفقًا لتقرير نُشر في دورية "مايو كلينك بروسيدنجز" *Mayo Clinic Proceedings*، ولفت الانتباه على وسائل الإعلام الاجتماعية. يرى الباحثون أن طريقة المسح المستخدَمة على نطاق واسع، وتَطْلُب من الناس أن يتذكروا ما يتناولونه من طعام وشراب، غير دقيقة للغاية، حتى إنّ أي استنتاجات تستند إلى هذه البيانات يجب أن تكون موضع تساؤل. وكتب ديلان ماكاي - باحث التغذية البشرية بجامعة مانيتوبا في وينيبيج، كندا - في (تغريدة) له قائلًا: "هناك بَحْثٌ في التغذية يجب أن يُقرأ، عنوانه: متى تصبح البيانات غير الدقيقة أسوأ من عدم وجود بيانات أصلًا"، لكن بريندا ديفي - خبيرة التغذية الإكلينيكية في معهد فرجينيا بوليتكنيك وجامعة الولاية في بلاكسبرج - تكتب في مقال افتتاحي مصاحب أنه بينما تفتقر طريقة الإبلاغ الذاتي إلى الكمال، فقد ساعدت على كشف روابط غذائية حيوية، مثل تلك التي بين تناول الدهون، وأمراض القلب.

Mayo Clin. Proc. **http://doi.org/5dd; http://doi.org/5df (2015)**

استنادًا إلى بيانات موقع Altmetric.com، فإنّ موقع Altmetric تدعمه ماكميلان للعلوم والتعليم، التي تمتلك مجموعة "Nature" للنشر.

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

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بيولوجيا الأعصاب

خلايا عصبية مستهدَفة لعلاج الربو

يقلِّل إسكات إشارات الخلايا العصبية المسؤولة عن الإحساس بالألم في الرئتين من أعراض الربو لدى الفئران. وتتسبب هذه الخلايا العصبية في انقباض الشعب الهوائية عند استثارتها بمسبِّبات الحساسية، وتؤدي إلى أعراض معينة، مثل السعال، وصفير التنفس. وقد ثبط بروس ليفي وكليفورد وولف وزملاؤهما ـ بكلية طب هارفارد في بوسطن، ماساتشوستس ـ نشاط هذه الخلايا، ووجدوا أن هذا يقلل التهاب الشعب الهوائية، عن طريق خفض إنتاج جزيئات إشارات المناعة، مثل IL–5. ويفيد الفريق أن IL–5 يستثير خلايا الإحساس بالألم؛ لإطلاق ببتيد، يُسمى VIP، يحفِّز الخلايا المناعية؛ مؤديًا إلى حلقة رد فعل تطيل الحساسية. وتُظْهِر النتائج وسيلة محتمَلة لعلاج الربو وحساسية الجهاز التنفسي.

Neuron **http://doi.org/5rf (2015)**

عِلْم الأحياء البحرية

المرجان يرث حُبّه للحرارة

يمكن للمرجان توارُث تحمُّل الحرارة جيلًا بعد جيل، مما يشير إلى أنه يمكنه التكيف في ظل احترار المناخ.

فقد أشار باحثون إلى أن المرجان يتأقلم من الناحية الفسيولوجية مع درجات الحرارة الأعلى، لكنه لا يرث صفة تحمُّل الحرارة. ومن أجل اختبار هذه الفكرة، قامت لاين باي ـ من المعهد الأسترالي للعلوم البحرية في مدينة تاونسفيل ـ وميخائيل ماتز ـ من جامعة تكساس في أوستن ـ وزملاؤهما بتربية مرجان (*Acropora millepora*؛ **في الصورة**) من موقعين في أستراليا، تفصلهما 5 درجات خط عرض. كانت فرصة النسل الذي أنتجه آباء من المنطقة الأدفأ في البقاء حيًّا أكبر بمقدار يصل إلى 10 أضعاف عند تعرضه للحرارة، مقارنةً باليرقات من آباء من المنطقة الأبرد. وورثت اليرقات الناتجة عن تهجين مرجان من منطقة دافئة مع آخَر من منطقة باردة اختلافات وراثية رئيسة، مرتبطة بتحمُّل الحرارة. هذا.. ويمكن نقل المرجان الذي يزدهر في الحرارة إلى خطوط العرض الأخرى، بحيث يتكاثر مع المرجان المحلِّي؛ ليضفي عليه القدرة على تحمُّل الحرارة.

Science **348, 1460–1462 (2015)**

M. MATZ

عِلْم الفَلَك

كواكب "تاتوين" قد تكون شائعة

من الممكن أن تتشكل الكواكب التي تدور حول نظام نجمي ثنائي ـ مثل "تاتوين" Tatooine؛ وهو الموطن الخيالي لبطل فيلم "حرب النجوم"، لوك سكاي ووكر ـ بسهولة مثيرة للدهشة.

تدور غالبية كواكب النجوم الثنائية المعروفة على مقربة من نجومها، حيث تصبح مدارات الأجرام القريبة غير مستقرة، أو متقاطعة، مِن جرّاء قوى الجاذبية المتنافسة من النجمين. وهذا يمنع الحطام من التكتل معًا لتشكيل كواكب، لكن بنيامين برومللي ـ من جامعة يوتا في مدينة سولت لايك ـ وسكوت كينيون ـ من مرصد سميثسونيان للفيزياء الفلكية في كمبريدج، ماساتشوستس ـ أظهرا باستخدام عمليات محاكاة أن هناك منطقة تُوجَد قرب النجوم المضيفة، حيث تتمايل مدارات الحطام، ولكنها لا تتقاطع، ما يسمح بتشكيل كواكب. يشير هذا البحث إلى أن كواكب "تاتوين" ـ التي بحجم الأرض ـ قد تكون شائعة، وأنه من المحتمل اكتشاف المزيد منها قريبًا.

Astrophys. J. **806, 98 (2015)**

عِلْم المواد

حمض نووي يثبت جزيئات معًا

جمع باحثون جسيمات، يقدَّر حجمها بالميكرومتر، في مجموعة متنوعة من البلورات باستخدام حمض نووي بمثابة "غراء". وقد استُخدم الحمض النووي للتحكم في تجميع جسيمات نانوية مغلفة بالحمض النووي، لكن القيام بهذا مع جزيئات أكبر يؤدي إلى تشكيل كتل عشوائية لا تتبلور. ولحل هذه المشكلة، ثبّت ماركوس ويك، وديفيد باين وزملاؤهما ـ بجامعة نيويورك ـ جدائل حمض نووي قصيرة وكثيرة على أسطح جزيئات البوليمر. أسفرت الكثافة العالية لجدائل الحمض النووي ـ أعلى بمقدار (5 ـ 25) مرة من الأعمال السابقة ـ جنبًا إلى جنب مع نهاياتها القصيرة "اللاصقة"، وسطح الجسيمات الأملس، عن

ART WOLFE/WWW.ARTWOLFE.COM

الحفاظ على البيئة

تحديد بُؤَر الصيد الجائر للفِيَلة بدقة

يشير تحليل الحمض النووي لعيِّنات من العاج المضبوط، إلى أن الصيد الجائر للفيلة تم بمعدلات مرتفعة في منطقتين فقط في أفريقيا. فقد دَرَس صامويل واسر وزملاؤه ـ بجامعة واشنطن في سياتل ـ مادة وراثية من 28 مصادرة كبيرة للعاج بين عامي 1996، و2014؛ للتعرف على أصول الأنياب المنتزَعة من الفيلة. وجد الباحثون أن نسبة (86 ـ 93%) من أنياب فيلة السافانا ـ التي صادرتها السلطات منذ عام 2006 ـ جاءت من جنوب شرق تنزانيا، وشمال موزامبيق المجاورة. ونشأت نسبة مماثِلة من عاج فيلة الغابات من منطقة في وسط أفريقيا، وهي المنطقة الواصلة بين الجابون، وجمهورية الكونغو، وجمهورية أفريقيا الوسطى. يقول الباحثون إن البيانات قد تساعد السلطات على تركيز الجهود التنظيمية وجهود إنفاذ القانون في هاتين المنطقتين.

Science **http://doi.org/5h6 (2015)**

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

التجميع الذاتي للجسيمات في مختلف التصميمات البلورية. يقول الباحثون إنه يمكن استخدام هذه الطريقة، لإنتاج هياكل أكثر تعقيدًا من مجموعة من المواد، من بينها معادن وأشباه موصلات.

Nature Commun. **6, 7253 (2015)**

علْم الفَلَك

اكتشاف فيض من المَجَرّات المظلمة

اكتشف فلكيُّون أكثر من 850 مَجَرّة خافتة في حشد مَجَرّات، قد يتألف في معظمه من المادة المظلمة. فقد فحص فريق من الباحثين بقيادة جين كودا ـ من جامعة ستوني بروك في نيويورك ـ أرصادًا لحشد مجرّات "كوما" Coma، الذي يبعد 101 مليون فرسخ فلكي تقريبًا (330 مليون سنة ضوئية)، باستخدام صور "مؤرشَفَة" من تليسكوب "سوبارو" Subaru في هاواي. اكتشف الباحثون 854 مجرّة منتشرة على نطاق شاسع؛ وهي فئة من المجرّات الخافتة، التي قد تبلغ في الحجم مجرة درب التبانة، لكنْ بها 0.1% فقط من عدد النجوم. ولكي تظل هذه المجرات مترابطة بقوى الجاذبية، يبيِّن الباحثون أن أكثر من 99% من كتلتها لا بد أن تكون مادة مظلمة. وهذا الكشف يشير إلى أن البيئة المزدحمة تشتّت الغاز بعيدًا عن هذه المجرّات، مما يجعلها غير قادرة ـ إلى حد كبير ـ على تشكيل نجوم.

Astrophys. J. Lett. **807, L2 (2015)**

الكيمياء

الأشعة السينية تصوِّر فيلمًا جزيئيًّا

صوَّر باحثون فيلمًا عن التغييرات الهيكلية في جزيء، أثناء تفاعل كيميائي. فقد استخدم باحثون بقيادة مايكل مينيتي ـ من مختبَر مسرِّع ستانفورد الخَطِّي الوطني SLAC في مينلو بارك بولاية كاليفورنيا ـ ليزر الإلكترون الحر القوي؛ لإطلاق نبضات أشعة سينية فائقة السرعة على هيكل حلقة المركّب 1، 3–هكساديين حلقي عندما انفتحت لتشكيل الجزيء الخطي 1، 3، 5–هكساتريين. وسجَّلت الأشعة السينية المشتتة لقطات هيكلية كل 80 فيمتو ثانية تقريبًا خلال تفاعل دام 200 فيمتو ثانية (فيمتو ثانية = 10^{-15} ثانية). واستنبط الباحثون المسار المرجَّح للتفاعل باستخدام هذه النتائج، وبحسابات نظرية. ويقول الباحثون إن هذه التقنية قد تكشِف عن آليات تفاعل جديدة.

Phys. Rev. Lett. **http://dx.doi.org/10.1103/physrevlett.114.255501 (2015)**

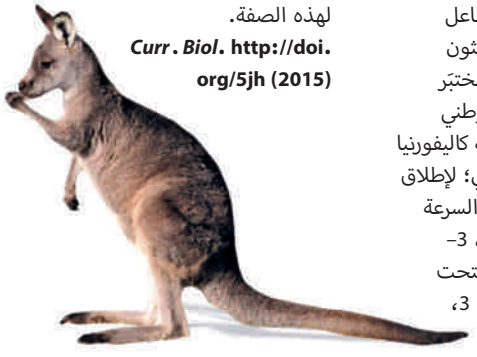
سلوك الحيوان

الكنغر أعسر

تفضِّل حيوانات الكنغر ـ التي تَستخدِم قدمين للقفز ـ استخدام يد معينة لحَكّ جلدها، مما يوحي بأن تفضيل استخدام يد على الأخرى لا يتفرَّد به البشر.

فقد راقب إيجور مالاشيشيف وزملاؤه ـ بجامعة سانت بطرسبرج الحكومية، روسيا ـ سبعة أنواع من الجِرَابِيّات (بما في ذلك الكنغر) في أستراليا، ثلاثة منها تمشي على أربع أرجل، وأربعة أنواع تمشي على قدمين. ووجد الباحثون أن نوعين من حيوان الكنغر يستخدمان في الغالب الأطراف الأمامية اليسرى في أعمال معينة، مثل النظافة الشخصية (**في الصورة**، الكنغر الرمادي الشرقي، *Macropus* (*Macropus*) *giganteus*. واستخدم الكنغر أحمر الرقبة (*Macropus* (*Notamacropus*) *rufogriseus*) ـ الذي يتحرك على قدمين ـ عادةً الطرف الأمامي الأيسر، لأداء مهام المعالجة الدقيقة، مثل التغذية، واستخدم الطرف الأمامي الأيمن للأعمال التي تتطلب قوة بدنية أعظم، مثل الإمساك بالفروع عند التغذية. ولم تُبْدِ الحيوانات التي تمشي على أربع تفضيلًا لأحد الطرفين، مما يدل على أن الحركة على قدمين شرط أساسي لهذه الصفة.

Curr. Biol. **http://doi.org/5jh (2015)**



ANDREY GILLOV/NATL GEOGR. SOC.

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءةً على مواقع التواصل الاجتماعي

مدقِّق حقائق حاسوبي يثير الفضول

لَفَتَ مدقِّق حقائق حاسوبي ـ يمكنه فصل الحقائق عن الخيال ـ انتباه المجتمع العلمي على الإنترنت في الأسبوع الأخير من يونيو الماضي. فقد استخرج باحثون ـ من جامعة إنديانا في بلومينتون ـ محتويات صناديق معلومات ويكيبيديا، التي تلخص الحقائق الأساسية؛ لإنشاء "مخطط معرفة" يشمل 3 ملايين معلومة عن أشخاص، وأماكن، وأشياء. وقد استخدَمت الخوارزمية الناتجة هذه المعرفةَ؛ لقياس مدى صحة بيانات قُدِّمت إليها ـ مثل "روما هي عاصمة إيطاليا" ـ بدقة تضاهي دقة البشر تقريبًا. يقرّ الباحثون بأن مصدر المواد ليس موثوقًا فيه بنسبة 100%، حسبما أشار إلى ذلك معلِّقون على الإنترنت أيضًا. وكَتَبَ وليام جن ـ رئيس التوعية الأكاديمية لأداة إدارة البحوث "مينديلي" Mendeley في ولاية كاليفورنيا ـ في (تغريدة) له قائلًا إن النتائج قد تكون مختلفة، لو بُنيت الخوارزمية باستخدام مجموعة معارف مختلفة: "أتساءل.. كيف ستكون النتائج باستخدام مخطط معرفة من منشورات علمية؟". ويقول باحث عِلْم المعلومات والباحث الرئيس ـ جيوفاني سيامباليا ـ إن الفريق يخطط لاستخدام مصادر معلومات أخرى؛ لتحسين مدقِّق الحقائق.

PLoS ONE **10, e0128193 (2015)**

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

جيوفيزياء

صعود جزيرة، وهبوطها

تأرجحت جزيرة قبالة ساحل شيلي صعودًا خلال زلزالين وقعا في عامي 1835، و2010، ولكنها هبطت بينهما. يوفِّر هذا الحدث نظرة نادرة على كيفية استجابة صفائح القشرة الأرضية، طوال دورة زلزال كاملة.

بعد زلزال عام 1835، لاحظ روبرت فيتزروي ـ من سفينة البحرية الملكية بيجل *Beagle* HMS ـ أن الأعشاب البحرية وبلح البحر ارتفعا بمقدار 3 أمتار فوق شاطئ جزيرة سانتا ماريا. ومؤخرًا، جمَع باحثون بقيادة روبرت ويسون ـ من هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية في دنفر، كولورادو ـ بيانات من مسوح قديمة أخرى، وقياسات أقمار صناعية حديثة للجزيرة نفسها. ووجد العلماء أن قمة الجزيرة فوق مستوى سطح البحر انخفضت بحوالي 1.4 متر بين عامي 1835، و2010، قبل أن ترتفع بمقدار 1.8 متر خلال الزلزال الأخير. ويشير هذا إلى أن الإجهاد يتراكم بشكل متذبذب، حيث تتصادم الصفيحتان التكتونيّتان (نازكا، وأمريكا الجنوبية)، كما أن النشاط الزلزالي في تلك المنطقة أكثر تعقيدًا مما كان يَعتقِد العلماء.

Nature Geosci. **http://dx.doi.org/10.1038/ngeo2468 (2015)**

الطاقة

ارتفاع تكلفة التقاعس تجاه تغيُّر المناخ

ربما تعزِّز درجات الحرارة المتزايدة الطلب على الكهرباء وتكاليفها على مدى العقود القليلة القادمة، إذا ما استمر الاحترار دون انقطاع. فقد حلَّل جيمس مكفارلاند وزملاؤه ـ بوكالة حماية البيئة الأمريكية في واشنطن العاصمة ـ اتجاهات درجة الحرارة المتزايدة وسياسات المناخ من عام 2015 حتى 2050، وذلك باستخدام ثلاثة نماذج حاسوبية لقطاع الكهرباء بالولايات المتحدة. وجد الباحثون أن الطلب على الكهرباء في عام 2050 سوف يرتفع بمقدار (1.6 ـ 6.5%)، نظرًا إلى عوامل تزيد من استهلاك الكهرباء بشدة، مثل زيادة استخدام أجهزة تكييف الهواء. وبدون تحرُّك دولي لمواجهة المشكلة؛ فإن تكلفة توليد الكهرباء سوف تزيد بنسبة (1.7 ـ 8.3%)، وهي مماثلة للتكاليف المتوقَّعة لخفض انبعاثات الكربون من قطاع الكهرباء بنسبة 50% بحلول عام 2050.

Climatic Change **http://doi.org/5gh (2015)**

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

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

ثلاثون يومًا موجز الأخبار

سياسات

حوار دبلوماسي

اتفقت الولايات المتحدة والصين على استمرار التعاون بين البلدين في العديد من التدابير، كالحَدّ من الإتجار غير الشرعي في الأحياء البرية، والمواد النووية، كما اتفقتا أيضًا على مَدّ أمَد مشروعهما المشترك ذي الخمسة أعوام لأبحاث الطاقة النظيفة. ويُذكَر أنّ الحوار الاستراتيجي والاقتصادي السابع ـ الذي انعقد في الثالث والعشرين والرابع والعشرين من يونيو الماضي في واشنطن دي سي ـ احتوى على مناقشات دبلوماسية واسعة المدى حول المناخ، والأمن، والتجارة.

ذروة الانبعاثات

قد تبلغ الانبعاثات المرتبطة بالطاقة العالمية ذروتها قريبًا في عام 2020، قبل أن تبدأ في الانخفاض، وذلك وفقًا لتقرير نشرته وكالة الطاقة الدولية في الخامس عشر من يونيو الماضي. ولتحقيق ذلك، يتعين على الدول رفع كفاءة الطاقة، واستخدام الطاقة المتجددة، وتقليل الاعتماد على الفحم، وإلغاء الدعم على الطاقة الأحفورية تدريجيًّا، والحدّ من انبعاثات الميثان الناتجة عن إنتاج النفط والغاز. كما طرح التقرير خطوات، للتوصل إلى اتفاق دولي ناجح بشأن المناخ في باريس في ديسمبر القادم، وهي: ضرورة أن يركِّز المفاوضون على ذروة قريبة لانبعاثات الطاقة، وإعداد مراجعة كل خمسة أعوام على الأهداف الوطنية، وتحديد هدف طويل الأجل للانبعاثات ووضع تدابير لتتبع التقدم المحرَز.

تجارب الحيوانات

قرَّرت المفوضية الأوروبية عدم طرح تعديلات على القوانين المنظِّمة لاستخدام الحيوانات في الأغراض العلمية، بعد دراسة طلبٍ نادَى بإجراء إصلاحات شاملة لها. قامت مبادرة المُواطِن الأوروبي بتقديم الطلب بعنوان "أوقِفوا تشريح الحيوانات الحية" ـ بعد جمع توقيعات لأكثر من مليون أوروبي ـ إلى المفوضية في شهر مارس الماضي؛ لمنع استخدام الحيوانات نهائيًّا. وفي الثالث من يونيو الماضي، قالت المفوضية إن استخدام الحيوانات لا يزال مطلوبًا في الأبحاث المتعلقة بالطب الحيوي، ولكنها تعهَّدت بدعم تطوير طرق جديدة لاختبار سلامة وكفاءة الأدوية، ومواد كيماوية أخرى، بدون استخدام الحيوانات.

MIKE HILL/GETTY

حماية قانونية لأعالي البحار

ذكرت الأمم المتحدة في التاسع عشر من يونيو الماضي أن التنوع البيولوجي في المناطق الواقعة خارج السلطات القضائية الوطنية في المحيطات (مناطق أعالي البحار) ستُوضع تحت الحماية بموجب قوانين جديدة سيتم إصدارها. ينص قرار تَبَنَّتْه الجمعية العامة للأمم المتحدة على أن القوانين ستتم صياغتها؛ لضمان "الحماية والاستخدام المستدام" للحياة البحرية في هذه المناطق، التي غالبًا ما تكون غير منظمة. لطالما تطلَّعت منظمات الحماية وبعض الحكومات إلى صدور معاهدة تنظم الاستخدام المسؤول لأعالي البحار، وذلك في ظل المراقبة المتزايدة لأنشطة الصيد، والأنشطة الأخرى.

أبحاث

إنجاز مهم لمرصد

قال أعضاء في مجموعة مرصد مقياس التداخل الليزري لموجات الجاذبية "لِيجُو" LIGO، في اجتماع في ووترلو بكندا في الأسبوع الأول من يوليو الماضي، إن المرصد ضاعف حساسية كواشفه ثلاثة أضعاف ما كانت عليه. ويتوقع الفريق أن التطوير الذي أعلن عنه بعد تشغيل تجريبي في الشهر الماضي للكاشفات التي تم تطويرها سيمنح المرصد فرصة واحدة من ثلاث فرص للكشف عن تذبذبات وموجات الجاذبية الأرضية خلال الرصد في الخريف المقبل. وجدير بالذكر أن كواشف المرصد موجودة في ولايتي واشنطن ولويزيانا.

أنسجة مِبيض مجمَّدة

أعلن باحثون ـ في التاسع من يونيو الماضي ـ عن ميلاد طفل يتمتع بصحة جيدة لامرأة أجرت عملية زرع نسيج من المبيض الخاص بها، بعد أن كان قد أزيل منها أثناء طفولتها، وتم حفظه. كانت المرأة قد خضعت لجراحة لإزالة المبيض الأيمن، كأحد مضاعفات علاج أنيميا الخلايا المنجلية. وتم تجميد أنسجة من المبيض، ثم زراعتها مرة أخرى، بعد مرور عقد من الزمن. وبعد الزرع بعامين، حملت المرأة طبيعيًّا، وأنجبت في شهر نوفمبر من عام 2014 (I. Demeestere *et al*. *Hum. Reprod.* http://doi.org/5dj; 2015). هذا.. وقد وُلد أطفال من أنسجة مبايض مجمدة قبل ذلك، ولكن الحالات كانت لأنسجة مأخوذة من سيدات بالغات.

منشآت

متابعة إنشاء الـTMT

تم استئناف إنشاء تليسكوب الثلاثين مترًا (TMT) فوق قمة مونا كيا في هاواي في الرابع والعشرين من يونيو الماضي. كانت أعمال الإنشاء قد توقفت منذ بداية شهر إبريل، بسبب احتجاجات قامت بها مجموعات من السكان الأصليين بهاواي، رأت أن إنشاء التليسكوب فوق الجبل هو انتهاك لقدسيّته. وصرَّح هنري يانج ـ رئيس اللجنة الدولية لمرصد تليسكوب الثلاثين مترًا ـ في البيان الصادر في العشرين من يونيو الماضي قائلًا: "نشعر بالراحة، لأننا نستطيع الآن أن نكون مضيفين أفضل خلال استخدامنا المؤقت والمحدود لهذه الأرض النفيسة". دفع الخلاف الدائر حول التليسكوب حاكم هاواي إلى أن يحدّ من إجراء أي تطويرات مستقبلية خاصة بعلم الفلك فوق جبل مونا كيا، الذي يحمل فوقه حاليًّا 13 تليسكوبًا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تمويل

التمويل المثير للجدل

وافق المجلس الأوروبي ـ في الخامس والعشرين من يونيو الماضي ـ على إنشاء الصندوق الأوروبي للاستثمارات الاستراتيجية (EFSI)، الذي سيدعم المشروعات الكبيرة التي تواجه مشكلات تمويلية، ومن بينها المشروعات البحثية. وقد أثارت فكرةُ إنشاء صندوق للاستثمارات الاستراتيجية قلق الباحثين الأوروبيين، عندما أعلنت المفوضية الأوروبية عنها لأول مرة في يناير الماضي، لأنه سيتم تحصيل جزء من ميزانية الصندوق من برنامج "هورايزون 2020" البحثي، التابع للمفوضية. وفي شهر مايو الماضي، اتفقت المفوضية على استثناء بعض برامج "هورايزون 2020" من الاستقطاعات، مثل مجلس البحوث الأوروبي (ERC)، وبرنامج ماري سكلودوفسكا كوري لأبحاث ما بعد الدكتوراة.

ANNTHEA LEWIS/*NATURE*

جوائز

مسابقة الروبوت

فاز فريق من كوريا الجنوبية بالجائزة الأولى ـ التي تُقَدَّر قيمتها بمليوني دولار أمريكي ـ في مسابقة الروبوتات، التابعة لوكالة مشروعات بحوث الدفاع المتطورة "داربا" DARPA، التابعة لوزارة الدفاع الأمريكية، التي أجريت في الخامس والسادس من يونيو الماضي في مدينة بومونا بكاليفورنيا. تَنافَسَ ثلاثة وعشرون فريقًا من جميع أنحاء العالم في المسابقة؛ لتقديم أجهزة تتنافس على القدرة على القيام بمهام مفيدة في حال وقوع كارثة، مثل صعود سُلَّم، أو غلْق صمام. والروبوت الفائز هو "دي آر سي-هوبو" DRC-Hubo، ذو المواصفات البشرية، الذي يستطيع أن يتحول من السير على الأقدام إلى التحرك على نحو أسرع باستخدام العجلات. يُذكر أن الروبوت تم تطويره في جامعة "كايست" KAIST للأبحاث العلمية والتكنولوجيا في مدينة ديجون في كوريا الجنوبية.

RED HUBER/*ORLANDO SENTINEL*/TNS/GETTY

أحداث

انفجار "سبيس إكْس"

انفجر صاروخ "سبيس إكس فالكون 9"، (**في الصورة**)، الذي كان يحمل إمدادات إلى محطة الفضاء الدولية (ISS)، بعد إقلاعه بوقت قصير، وذلك في الثامن والعشرين من يونيو الماضي من قاعدة كيب كانيفيرال بولاية فلوريدا. هذه المهمة هي ثالث محاولة فاشلة لحمل إمدادات إلى محطة الفضاء الدولية منذ أكتوبر الماضي. وقالت شركة "سبيس إكس" ـ وهي شركة خاصة، تقع في مدينة هاوثورني في كاليفورنيا ـ إن "التحليل المبدئي يُظْهِر أن المركبة تعرضت لضغط زائد في المنطقة العليا من خزان الأكسجين السائل، بعد 139 ثانية من الإقلاع". هذا.. وكان قد تَقَرَّر الدفع بالمهمة التالية لنقل الإمدادات إلى محطة الفضاء الدولية في الثالث من يوليو الماضي بإطلاق المركبة الفضائية الروسية "بروجريس" من كازاخستان. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/wmrcm5.

قمر صناعي تصويري

انطلق القمر الصناعي "سينتينيل – 2إيه" Sentinel-2A، الذي سيُستخدم في مراقبة الأرض، والذي يقول عنه العلماء إنه سيُحْدِث ثورة في رصد التغيرات الناتجة عن استخدام الأراضي، وذلك في الثاني والعشرين من يونيو الماضي من الميناء الفضائي الأوروبي في كورو بجويانا الفرنسية. والقمر الصناعي المذكور له مواصفات أعلى من القمر الصناعي "لاندسات-8"، أكثر الأقمار الصناعية الأمريكية المستخدَمة في مراقبة الأرض تطوُّرًا حتى الآن، وسوف يتبع ذلك انضمام توأمه إليه في المدار في العام المقبل. سوف يقوم القمران بالتقاط صور للكوكب بأكمله كل (2 ـ 5) أيام. والثنائي "سينتينيل" بمثابة جزء من أسطول مكوَّن من ست عائلات من القمر الصناعي المذكور، ستشكِّل أساس نظام المراقبة البيئية "كوبرنيكوس"، التابع للاتحاد الأوروبي (انظر: go.nature.com/evfinv) المصمَّم من أجل توفير بيانات شبه فورية خاصة بالعديد من التغيرات البيئية.

شخصيات

تكريم فيليب كامبل

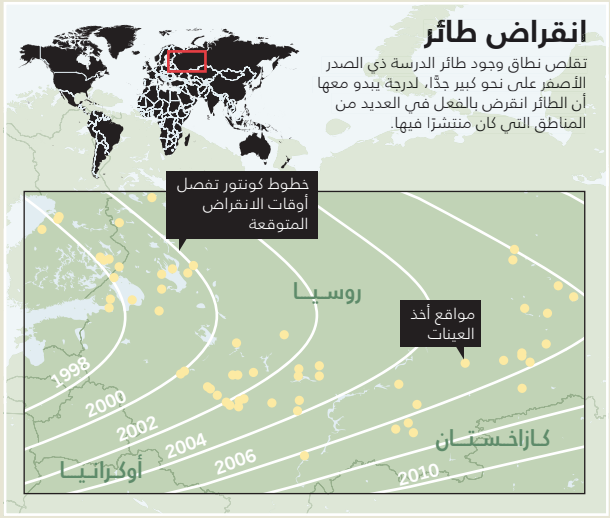
تم تكريم رئيس تحرير دورية *Nature*، فيليب كامبل، كأحد من قدَّموا إسهامات للعلم ضمن قائمة المكرَّمين لعام 2015 في عيد ميلاد الملكة بالمملكة المتحدة. نال كامبل (**في الصورة**) وسام الفروسية، وهو أحد أعلى الأوسمة في نظام التكريم بالمملكة المتحدة، كما حاز على هذا الوسام أيضًا المتخصص في علم المعادن، هارشاد بهاديشيا من جامعة كمبريدج بالمملكة المتحدة، وبيتر داونيز، نائب رئيس جامعة داندي بالمملكة المتحدة، وباحثون آخرون. ومن ضمن الحاصلات على وسام "قائدة": فرانسيس آشكروفت، الباحثة في مرض السكري بجامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة، وآن جلوفر، المستشارة العلمية السابقة لرئيس المفوضية الأوروبية. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/gvzy22.

رئيس ساندیا

أصبحت المهندِسة جيل هروبي ـ المتخصصة في عِلْم المواد ـ أول امرأة ترأس أيًّا من مختبرات الأمن الوطني الأمريكية الثلاثة، بعد توليها إدارة مختبرات ساندیا الوطنية في السابع عشر من يوليو الماضي، بعد الإعلان عن تعيينها في منصبها الجديد في الثاني والعشرين من يونيو الماضي. عملت هروبي بالمكاتب الرئيسة لمختبرات ساندیا ـ التي تقع في مدينة ألباكركي في ولاية نيومكسيكو، وليفرمور في ولاية كاليفورنيا ـ لأكثر من ثلاثة عقود، وكان لها دور في الإشراف على الأمن النووي، والحيوي، والكيميائي. تحاول ساندیا أن تحذو حذو مختبري لوس ألاموس، ولورنس ليفرمور الوطنيين بمحاولتها إعادة تطوير نفسها، من خلال التركيز على البحث العلمي الذي يلبي احتياجات الأمن الوطني في هذه الأيام.

مراقبة الاتجاهات

شهدت أعداد الطيور المغردة ـ التي اشتهرت يومًا بأنها الأكثر وفرة في أوراسيا ـ انخفاضًا شديدًا. فقد انخفضت أعداد طائر الدرسة ذي الصدر الأصفر (*Emberiza aureola*) بنسب تتراوح بين 84-95% بين عامي 1980، و2013، كما تقلص نطاق وجوده بمساحة تبلغ 5,000 كيلومتر (J. Kamp *et al*. *coserv*. *Boil*. http://doi.org/5dh; 2015). يُعتقد حاليًّا أن الطائر انقرض بالفعل في الأجزاء الشمالية الشرقية من بيئته. يقول مؤلفو الدراسة إنه يمكن إلقاء اللوم ـ جزئيًّا ـ على الانتشار الواسع لمصائد الطيور في الصين، إلا أنه لا يمكن إغفال العوامل الأخرى.



SOURCE: J. KAMP *ET AL*. *CONSERV. BIOL*. HTTP://DOI.ORG/5DH; 2015

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

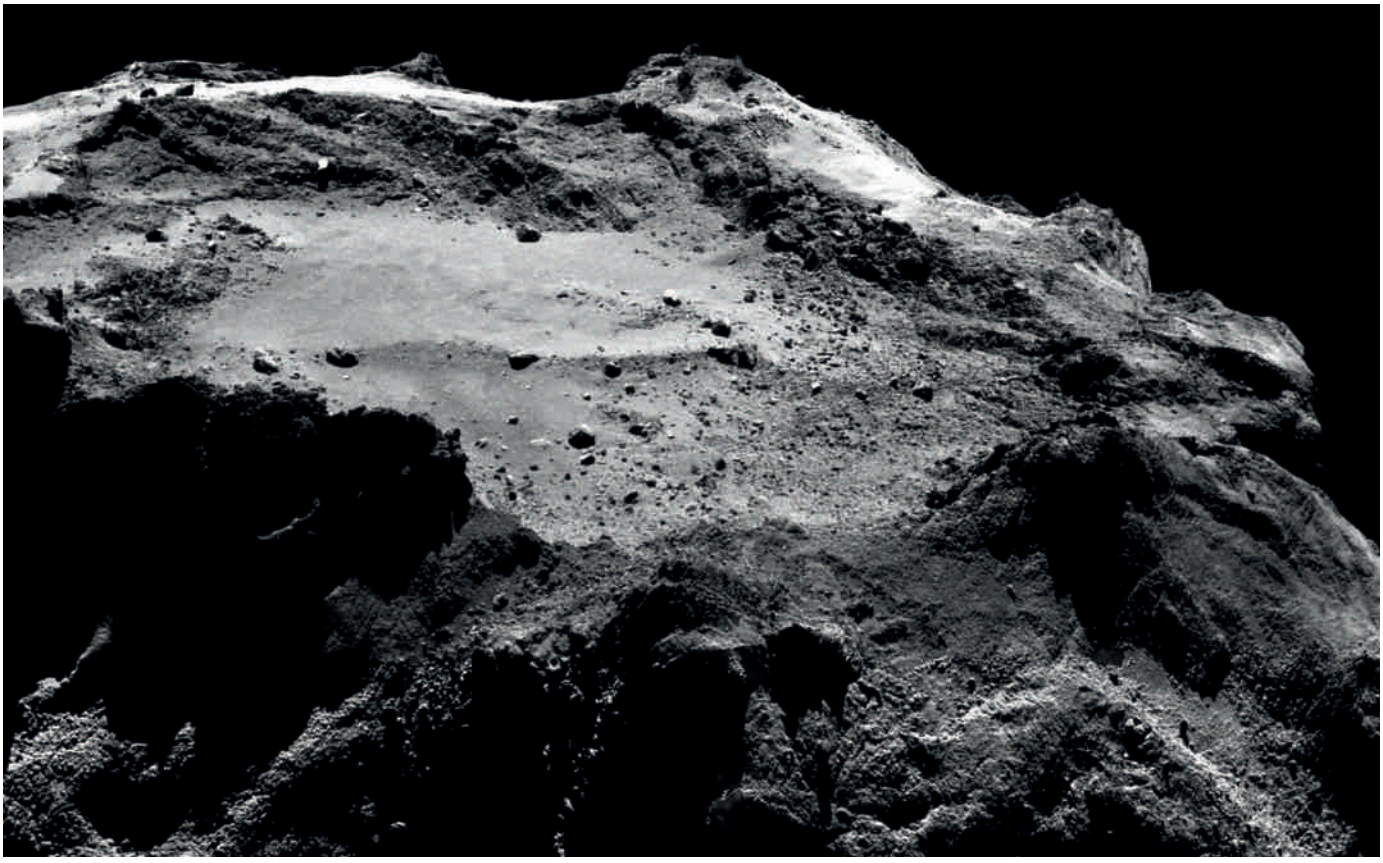
أخبـــار في دائرة الضـوء

علم النبات ذبول المعشبات في أمريكا الشمالية، بسبب الضغوط المالية **ص. 20**

كوريا الجنوبية حالات الإصابة بمتلازمة الشرق الأوسط التنفسية تسلِّط الضوء على نقص الأبحاث **ص. 22**

تجارة رغم بلوغه أرقامًا قياسية.. فنجاحه تجاريًّا غامض **ص. 24**

زراعة الخضراوات المحلية الآن في قارة أفريقيا تستحوذ على الاهتمام **ص. 29**



ESA/ROSETTA/MPS FOR OSIRIS TEAM MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA

سوف يكون حفر سطح المُذَنَّب 67P\شيرميوف جيراسيمنكو من بين المهام القادمة لمركبة الهبوط «فيلة»، إذا تمكنت من عمل وصلة اتصالات أفضل.

مهمة روزيتا

دَعُوا عِلْم المُذَنَّبـات ينطلـق

مركبة الهبوط على المُذَنَّبات «فيلة» تستيقظ، ولديها من الطاقة ما يكفي لإجراء التجارب.

إليزابيث جيبني

قال أوفي مايرهنريش، متخصص الكيمياء التحليلية لدى جامعة نيس سوفيا أنتيبوليس بفرنسا: «أجْمعنا كلنا على أن احتمال استيقاظ مركبة الهبوط قدره 50%، إلا أن كثيرين منّا اعتقدوا أن النسبة في الواقع أقل من ذلك بكثير». ومايرهنريش هو واحد من مجموعة من علماء مهمة «روزيتا»، الذين اجتمعوا في مايو الماضي في روما؛ لوضع خطة لعمل مركبة الهبوط «فيلة»، في حال استيقاظها من سباتها على سطح مُذَنَّب. لم تُسمع من «فيلة» همسة واحدة منذ نفاد شحنة بطاريتها قبل سبعة أشهر، أي بعد ثلاثة أيام من هبوطها التاريخي على سطح المُذَنَّب 67P\شيرميوف جيراسيمنكو.

بعد بضعة أيام، ولدهشة المتشككين، وفي الساعة 22:28، حسب التوقيت الأوروبي المركزي في يوم الثالث عشر من يونيو الماضي، استقبلت وكالة الفضاء الأوروبية إشارة من «فيلة».

راود العلماء أمل بأن تزوِّد اللوحات الشمسية مركبة «فيلة» بطاقة كافية تجعلها تستيقظ عند اقتراب المُذَنَّب من الشمس، إلا أنهم خافوا أيضًا من أن يمنع البرد إعادة إقلاعها، لكن البيانات الواردة أوضحت أنّ «فيلة» لم تكن مستيقظة فحسب، بل هي في حالٍ أفضل مما كنا نأمل. يقول ستيفان أولاميك، مدير مركبة الهبوط بمركز الطيران الفضائي الألماني (DLR) بالقرب من كولون: «إنها بحالة جيدة فعلًا من حيث درجة الحرارة والطاقة».

إن علماء مهمة «روزيتا» تواقون إلى بدء التجارب، لكن أولًا يجب أن تتحسن وصلة الاتصال التي تعتمد على وجود خط نظر مباشر بين مركبة الهبوط والمركبة الأم «روزيتا» التي تدور حاليًا حول المُذَنَّب. وبينما كانت دورية *Nature* في طريقها للمطبعة، كانت مدة الاتصال بين «فيلة» و«روزيتا» قد بلغت بضع دقائق فقط، مقارنة بثلاث ساعات في شهر نوفمبر الماضي، وكان الاتصال ينقطع كثيرًا، مما يشير إلى أن «فيلة» الآن ليست في الاتجاه الذي تنبأ به العلماء؛ ◀

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

◀ فمن الممكن أن تكون قد تحركت قليلًا، حسب قول مايرهنريش، أمّا أولاميك، فيعتقد أن التنبؤات التي استُعملت لتوجيه هوائي مركبة «روزيتا» كانت في الأصل خاطئة بعض الشيء.

كان العلماء يتشاورون حول كيفية إزاحة مدار «روزيتا»، بحيث تتحاذى المركبتان على نحو أفضل، وهو ما خططت وكالة الفضاء الأوروبية لفعله في السابع عشر من يونيو الماضي. قال أولاميك في الأسبوع الثالث من مايو الماضي: «بحلول نهاية الأسبوع، يجب أن يتحسن الوضع عمليًّا بتحقيق مُدَد اتصال أفضل».

تُعتبر القوة المتوفرة لدى «فيلة» ـ التي تساوي 24 وات ـ «جيدة»، وفقًا لقول كُوين جورتس، أحد أعضاء فريق الهبوط بمركز الطيران الفضائي الألماني، الذي يعقّب بقوله: «إنها أكثر من كافية للتواصل، والقيام بأنشطة علمية». وتُعتبر درجة حرارة عمل المركبة ـ المساوية لـ35 درجة مئوية تحت الصفر، التي وردت معلومات عنها ـ دافئة بقدر كاف للفريق، لمحاولة تشغيل البطارية. ويضيف: «ولذلك.. عندما تُضيء المركبة، لن نكون معتمدين على النافذة الزمنية القصيرة، ونستطيع فعل أشياء أخرى كثيرة».

الاقتراب

بافتراض نجاة أجهزة القياس من البرد، فإن أولى التجارب سوف تقيس حقلَيْ المُذَنَّب المغناطيسي والكهربائي ودرجة الحرارة، وفقًا لقول أولاميك. وبعدئذ، سوف تُشغِّل «فيلة» كاميراتها التي لم تُستخدم منذ هبوطها. يقول أولاميك: «يمكن للسطح أن يكون قد تغيَّر، وقد نرى معالم مختلفة، بسبب اختلاف الإضاءة».

سوف يُستعمل جهاز الرادار التابع لتجربة «كونسرت» CONSERT، المصمَّم لفحص باطن المُذَنَّب، لتحديد موقع «فيلة»؛ فبرغم أن العلماء يعرفون أنها قد هبطت في شهر نوفمبر الماضي، إلا أنّهم لا يعرفون تمامًا أين انتهى بها المطاف، حيث قفزت مرتين. وفي النهاية، يجب أن تستخدم «فيلة» حفَّارتها للحصول على عيّنات من قشرة المُذَنَّب، حسب قول مايرهنريش، الذي يشارك في استقصاءات محلل «فيلة» الكيميائي «كوساك» COSAC.

وبوجود أشعة شمس كافية لإعادة شحن البطارية، تتوفر لـ«فيلة» طاقة أكبر ومدة عمل أطول مما كان متوفرًا لها قبل السبات، مما يعني أنها تستطيع الآن أن تُجري تجارب أكثر تعقيدًا. فعلى سبيل المثال.. يمكنها أن تستعمل مجهر الأشعة تحت الحمراء؛ لفحص العينات قبل تحليلها كيميائيًّا، وذلك بغية التحقق من أن الحفارة قد اغترفت شيئًا بالفعل. يقول مايرهنريش: «لم نستطع فعل ذلك في الطور العلمي الأول، فقد كان علينا تشغيل أبسط منظومة ممكنة».

إنّ بيئة المُذَنَّب الآن تختلف تمامًا عن تلك التي كانت وقت هبوط «فيلة»، متميزةً باندفاع أقوى بكثير للغاز والغبار. ويُعتبر تغيُّر الفصول بالنسبة إلى «فيلة» أمرًا ذا حدّين، حيث سيكون هناك مزيد من الجسيمات في الجو لتستنشقها «فيلة»، حسب قول أولاميك، إلا أن تلك الجسيمات تمثل خطرًا على أنظمة «روزيتا» المحلية، وتُوقِّع لها أن تستمر في التكاثف حتى شهر أغسطس، حين يكون المُذَنَّب أقرب ما يمكن إلى الشمس. لذا.. ولدرء الأذى، قد يكون على «روزيتا» أن تتراجع إلى مسافة تصبح عندها غير قادرة على الاتصال مع «فيلة» الموجودة على سطح المُذَنَّب. وبعد أن يدور المُذَنَّب حول الشمس في شهر سبتمبر القادم، يمكن لروزيتا أن تعود للاقتراب، وتعود «فيلة» لمُهاتفتنا. ■

CHRIS MADDALONI/*NATURE*

فيكي فانك، مسؤولة المعشبة الوطنية الأمريكية، تعرض إحدى العيّنات التي يبلغ عددها خمسة ملايين.

علم النبات

إعـادة تشـذيـب المجمـوعـات النبـاتيـة

ذبول معشبات أمريكا الشمالية، بسبب الضغوط المالية.

بوير دينج

إنّ المعشبات في أمريكا الشمالية آخذة في الذبول، حيث إن مجموعات العينات النباتية المحفوظة التي تراكمت خلال قرن ـ أو يزيد ـ من الزمان يتم إغلاقها، ثم دمجها مع مجموعات أخرى، وهذا بسبب محدودية الموارد المالية، والمنافسة على الأماكن المتاحة، مما يضع عبئًا على الجامعات، لتوجيه مواردها إلى مرافق معينة، مثل المَعامل. فقد تم إغلاق أكثر من مائة معشبة في أمريكا منذ عام 1997، وتبقَّى حوالي 600 فقط. وكانت آخر المعشبات المتضررة في شهر مايو الماضي، عندما أعلنت جامعة ميزوري في كولومبيا أنها سوف تغلق معشبة «دن-بالمر» Dunn-Palmer الخاصة بها، وهي مجموعة عمرها 119 عامًا، وتضم أكثر من 170 ألف نوع من النباتات، وآلاف من الحزازيات، والطحالب، والفطريات.

توضح عالمة النبات كاثلين برايز ـ وهي القائمة على المعشبة الموجودة في جامعة ديوك في درم بكارولينا الشمالية ـ أنه يوجد تصوُّر عن المعشبات بأنها مجرد قطع أثرية ميتة. ويجادل علماء النبات بأن ملفات تلك العينات المحفوظة ليست مجرد آثار، بل إن لها علاقة بالأبحاث الحديثة. فعلى سبيل المثال.. يستخدم علماء النبات الحمض النووي من العينات النباتية في تطوير سلالات الأشجار، واستقصاء مكان جمْع العينات ـ وزمانه كذلك ـ حيث يمكن أن يُظهِر آثار التغير المناخي على نطاق الأنواع المختلفة. تقول عالمة الأحياء روكسان كيلر من جامعة نبراسكا في أوماها، أن علماء البيئة وأنصار الحفاظ على الطبيعة سيكونون دومًا بحاجة إلى التمييز الدقيق بين أنواع النباتات في مجالهم. وتقول إن الأرشيفات الرقمية مفيدة، لكن مع العيّنات الواقعية فقط يمكنك الشعور بملمس شعرة، أو تتبُّع الشكل اللولبي لأوراق الحالق، وتضيف كيلر: «إنك لا تستطيع الحصول على تلك التفاصيل من صورة».

هذه الخبرة الحسية أمست أقل قيمة حاليًّا، بسبب أن كثيرين من علماء النبات يجدون أنفسهم مجرد لاعبين صغار في أقسام علوم الأحياء الشاسعة. وقليل ممن هم خارج قسم علوم النبات يقدِّرون مزايا وجود العينات في متناول اليد. تقول بريز إن رؤساء الأقسام والعمداء دومًا ما «تحيرهم» المعشبات، حيث إن المعشبات توحي بالقِدَم، أكثر مما توحي بالحداثة. فالمعشبة الوطنية الأمريكية في العاصمة واشنطن تؤوي عينات محفوظة من أول محصول لعنب الكونكورد، وهو السلالة الأمريكية المهمة تجاريًّا، التي زُرعت لأول مرة في عام 1849. كما يمكنك أن ترى بطاقة تعريف لزهرة عباد الشمس من أمريكا الجنوبية، بُنِّيَّة اللون بفعل الزمن، مكتوبة بخط رديء بالأبجدية الكيريلية لجامع عيّنات روسي من القرن التاسع عشر.

هذا الشعور بالقِدَم يناقض تساؤلات العصر الحالي عما إذا كانت العيّنات تُستغل في الأبحاث العلمية الحالية، أم لا. فعلى سبيل المثال.. بعد إجراء التحليلات النظائرية لعينات من فصيلة من نبات الغابات المطيرة *Humiria balsamifera*، التي يعود تاريخها إلى عام 1788، أظهرت التحليلات أنه نتيجة لارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون بالتزامن مع زيادة التصنيع، فإن النباتات استجابت لذلك بزيادة نشاط البناء الضوئي، واستخدام المياه بفعالية أكبر(D. Bonal *et al*. *Plant Cell Environ*. **34**, 1332-1344;2011). وتُعتبر هذه النتائج مهمة لصانعي النماذج المناخية، وغيرهم ممن

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

يريدون التنبؤ بكيفية استجابة النظم البيئية لارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون في العقود القادمة. كما استخدم الباحثون أيضًا عيِّنات جُمعت أثناء العقود القليلة الأولى للقرن العشرين؛ لتتبُّع انتشار نبات *Bromus tectorum*، وهي فصيلة أوروبية غازية، اجتاحت الجنوب الغربي للولايات المتحدة. ويدعم النمط الذي انتشرت به هذه الفصيلة الأدلة المتزايدة على أن الاجتياحات الناجحة للنباتات تتطلب مقدمات متعددة لأنواع دخيلة أولًا (A. R. Pawlak *et al*. *Biol*. *Invasion*. **17**, 287–306; 2015).

لا يعني إغلاق المعشبات اختفاءها الكامل بالضرورة، فغالبًا ما يتم ضم عيِّناتها إلى مؤسسات أخرى. فقد ضمت حديقة رانشو سانتا آنا النباتية في كليرمونت بكاليفورنيا ثلاث مجموعات على الأقل منذ عام 2000. وفي إحدى الحالات، كان على العاملين أن يسابقوا الزمن، قبل أن تداهمهم عاصفة مطيرة وشيكة، لإنقاذ العيِّنات الملقاة بإهمال على رصيف شحن. تتذكر لوسيندا ماكديد، المديرة التنفيذية للحديقة، الأمرَ قائلة: «كان علينا ـ بشكل أو بآخر ـ ترك كل شيء، والذهاب لإحضارها». كما غلَّفت الدراما عملية نقل لمعشبة جامعة أيوا بمدينة أيوا إلى جامعة ولاية أيوا بمدينة إيمس في عام 2004، حيث حاولت دعوى قضائية إيقاف عملية النقل، إلا أنه كان قد تم بالفعل تعبئة أكثر من 200 ألف عيِّنة، وقطْعها مسافة 200 كيلومتر إلى ولاية أيوا. وفي العام الماضي، صرَّح القائمون على حديقة بروكلين النباتية في نيويورك أنهم بصدد بيع المبنى الذي يحوي المعشبة الخاصة بهم. وفي إبريل الماضي، أودعت الحديقةُ المجموعةَ لدى حديقة نيويورك النباتية، إلى أن تجد غرفة ملائمة لها في مكان آخر، لكن بعض القائمين على المعشبة قلقون من أنْ يصبح هذا التحرك خارج بروكلين دائمًا.

يمكن أن تكون هناك فوائد لدمج المجموعات، حسب قول جيمس ميلر، نائب رئيس قسم العلوم والحفاظ على البيئة في حديقة ميزوري النباتية، الموجودة في سانت لويس، التي ستنضم إليها مجموعة «دن-بالمر». فالعينات تتلقى عناية أفضل في المؤسسات الكبيرة، كما أنها يمكن أن تحظى باهتمام أكبر من الباحثين، لكنّ دمْج مجموعة يتيمة يُعتبر نعمة ونقمة في الوقت ذاته. فمن الممكن أن يأخذ الأمر سنوات، حتى تتم جدولة العيِّنات الجديدة، مما يُصعِّب استخدامها للدراسة. كما أنه لا بد للمؤسسات العثور على طريقة للقيام بذلك العمل، في أوقات تناقص الأموال، وخفض العمالة. ويقول ميلر بهذا الشأن: «أكون سعيدًا عند تلقِّي عينات جديدة، لكن جزءًا مني يظل دومًا حزينًا عند غلْق معشبة أخرى».

ومقارنةً بفروع علم الأحياء الأخرى، يشعر علماء النبات أنهم كافحوا كثيرًا للحصول على الاحترام في المجتمع العلمي، حيث إنه في عام 1988، كانت نسبة 72% من أعلى خمسين جامعة أمريكية مُمولة تعرض شهادات متقدمة في علم النبات. وقد تم التخلي عن أكثر من نصف هذه البرامج، رغم أنه من المتوقع الارتفاع الطفيف، بسبب الحاجة إلى التربة وعلماء النبات خلال العقود المقبلة، وفقًا لمجلس الولايات المتحدة لاحصائيات العمالة. يقول برير في هذا الصدد: «الحصول على أناس مهتمين بالنباتات الحية يعتبر تحديًا»، بينما يُعتبر إقناعهم بأهمية الحفاظ على أغصان ذابلة مسطحة تحديًا أكبر. ويؤكد علماء النبات أهمية فعل ذلك، إذ تقول فيكي فانك عالمة النبات، والمسؤولة عن المعشبة الوطنية للولايات المتحدة: «كثير منا بدأ في دراسة النباتات، عن طريق التجول بالصدفة داخل معشبة الكلية، فماذا سيحدث إذا تم نقلها جميعًا؟». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الفضاء

أول نظرة على النجوم الأوَّلية

الفلكيون يلتقطون أول إشارات لجيل النجوم الأوَّلية، التي نثرت بذور الكون الحالي.

إليزابيث جيبني

يبدو أن العلماء قد رأوا ـ لأول مرة ـ بعضًا من نجوم الجيل الأول، الذي أطلقت انفجاراته العنان لعنصري الكربون والأكسجين وغيرهما إلى الكون. وهو أمر، إذا ثبت بالفعل؛ سيكون مفاجأة سعيدة لعلماء الفلك، الذين لم يتوقعوا أن يتمكنوا من التقاط هذه الأجسام الأوَّلية عبر التليسكوبات الموجودة حاليًّا. تشير النظريات إلى أن النجوم الأولية أكبر من الشمس بمئات المرات، وأنها مكوَّنة من عناصر الهيدروجين النقي، والهيليوم، وبعض بقايا الليثيوم من الانفجار العظيم. وقد تشكلت النماذج الأولى منها أثناء المئة مليون سنة الأولى من عمر الكون، وعاشت لبضعة ملايين من السنين، قبل أن تنفجر كمستعرات، وتنثر بذور النجوم التالية الأغنى بالعناصر الكيميائية، بيد أننا لم نتمكن من رصدها حتى الآن.

أفاد فريق من جامعة لشبونة، بقيادة الفلكي ديفيد سوبرال مؤخرًا، أنه يحتمل أن يكون قد اختلس نظرة على عنقود من النجوم الأولية في مراحلها المتأخرة، وذلك في أكثر المجرات بعدًا تم رصدها حتى اليوم، إذ تبدو النجوم التي رصدها الفريق بصورتها حين كان عمر الكون حوالي 800 مليون سنة (6% من عمر الكون الحالي) أولية التكوين، وللغرابة تسكن هذه النجوم في المجرة نفسها التي تؤوي نجومًا من الجيل الثاني. ويقول سوبرال في هذا الصدد: «يظل الجهد المبذول حيال موضوع تلك النجوم حتى الآن جهدًا نظريًّا، ولكننا ـ لأول مرة ـ بدأنا نرصد مشاهدات قد تضع تلك النظريات تحت الاختبار، وتتيح لنا أن نفهم كيف تكوّنت هذه النجوم». وقد وُضعت ورقة بحثية من أعمال سوبرال وفريقه على موقع arXiv للأوراق غير المنشورة، وتم قبولها للنشر في دورية «ذا أستروفيزيكال» (D. Sobral *et al*. Preprint at http://arxiv.org/abs/1504.01734; 2015).

ينطوي رصد هذه النجوم العتيقة على النظر إلى مجرات بعيدة جدًّا، حيث يستغرق الضوء القادم منها مليارات السنين ليصل إلينا، وبالتالي ينقل لنا صورة الكون في مراحله الأولى، بيد أن هذا الضوء صعب الالتقاط، نظرًا إلى خفوته، كما أن العمر القصير لتلك النجوم الأولية يجعل مهمة البحث عنها شديدة الصعوبة. أتى الاكتشاف المفاجئ، بعد قيام سوبرال وفريق دولي من الفلكيين بمسح واسع للسماء باستخدام تليسكوب «سوبارو» Subaru الموجود في قمة ماونا كيا في هاواي، كما استخدموا ثلاثة تليسكوبات أخرى للغوص في ثلاث مجرّات ساطعة، ليجدوا إشارات مثيرة من إحداها، أسموها «كوزموس ريدشيفت 7» COSMOS Redshift 7، وقد (اختير الاسم بهذا الشكل ليكون اختصاره CR7، لمحاكاة اسم لاعب الكرة البرتغالي المعروف كريستيانو رونالدو).

أظهر طيف الضوء القادم من CR7 دليلًا على وجود هيليوم متأين، وهو ما يشير إلى أن مصدر الضوء شديد السخونة، وهو ما يستتبع أن يكون أي كربون أو أكسجين

ESO/M. KORNMESSER

تصور فني للمجرة CR7.

عند درجات حرارة كهذه متأينًا أيضًا، حسب قول سوبرال، إلا أنه لم تكن هناك أي إشارات على وجود هذه العناصر في الضوء، وهو ما يشير بقوة إلى أن مصدره نجوم من الجيل الأول. تحتوي مجرّة CR7 أيضًا على نجوم من الجيل الثاني، تكونت من المواد المنبعثة من نجوم الجيل الأول أثناء موتها، وهو ما يعني أن المجرّة لم تكن كالمجرّات التي توقَّع الفلكيون أن تحقق اكتشافًا كهذا؛ مما دفع سوبرال وزملاءه للإشارة إلى أن تلك النجوم الأولية قد تكون متأخرة في نشأتها، وأنها تكوَّنت من سحابة غاز نقي وصاف، لم تبرد وتتكتل، وهذا بسبب حرارة الإشعاع القوي القادم من النجوم التي سبقتها، التي منعتها من ذلك. كما أن تأخر تكوينها يفسر أيضًا لماذا نجح تليسكوب «سوبارو» في التقاطها.

يمثل ظهور نجوم أولية في مجرّة كبيرة ومتطورة، مثل CR7، تحديًا لتفسير الفريق البحثي للضوء القادم منها، ولكنه التفسير الأقل غرابة من بين التفسيرات المتاحة، حسب قول ناوكي يوشيدا، وهو فيزيائي فلكي بجامعة طوكيو. والبديل الوحيد وفقًا لقول سوبرال هو أن تكون الإشعاعات قادمة من ثقب أسود فائق، تَشَكَّل مباشرة بعد انهيار سحابة غاز نقي. ويضيف سوبرال قائلًا إنه «تفسير أكثر إدهاشًا».

يعتقد كثيرون من الفلكيين حتى الآن أن رؤية الجيل الأول من النجوم تتطلب آلة بحجم تليسكوب «جيمس ويب»، التابع لـ«ناسا»، الذي ستبلغ تكلفته حوالي 9 مليارات دولار، ومخطط لإطلاقه في عام 2018، ومن المفترض أن يمتلك القوة الكافية للنظر إلى أبعد وأقدم من أي جهاز سبقه، ولكن إنْ صحَّت تفسيرات سوبرال وزملائه؛ فقد يكون بالإمكان رصد نجوم أوّلية بالتليسكوبات الموجودة حاليًّا، حيث توجد بالفعل مجرّات ساطعة، تم اعتبارها مرشحة لرصد النجوم الأولية، حيث يضيف سوبرال: «ربما ننظر إليها الآن بالفعل». ■

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

JUNG YEON-JE/AFP/GETTY IMAGES

عامل صحة في كوريا الجنوبية يأخذ عيِّنة من مريض مشتبَه في إصابته بمتلازمة الشرق الأوسط التنفسية.

كوريا الجنوبية

حالات إصابة جديدة بمتلازمة MERS تشير إلى نقص الأبحاث

من الممكن مقاومة تفشي الإصابة بمتلازمة الشرق الأوسط التنفسية في كوريا الجنوبية، لكن لا تزال الكيفية التي يصاب بها الإنسان لغزًا.

دكلان باتلر

تتجه أنظار العالم في هذه الأيام إلى كوريا الجنوبية، نتيجة تفشي الإصابة بمتلازمة الشرق الأوسط التنفسية بها، ولكن ما زال من غير المعروف كيف ينتقل الفيروس ليصيب الأشخاص؛ إذ تبدأ خيوط هذه الأحجية على بعد آلاف الكيلومترات.

بينما كانت دورية *Nature* قيد الطباعة، كان تجمُّع حالات الإصابة بالعدوى بمستشفى في كوريا الجنوبية ـ أكبر منطقة موبوءة بـ«متلازمة الشرق الأوسط التنفسية» خارج الشرق الأوسط ـ قد قضى على 7 أشخاص، وأصاب 95 آخرين بالعدوى، حسب تصريحات منظمة الصحة العالمية. وإثر ذلك.. أغلقت مئات المدارس أبوابها في كوريا الجنوبية. ورغم أن فيروس كورونا المسبِّب للمتلازمة التنفسية (MERS-CoV) يُعتبر تهديدًا وبائيًّا محتملًا، فقد أفصح خبراء لدورية *Nature* عن توقعاتهم بنجاح السلطات المسؤولة في كبح الوباء بسرعة. ويقول الخبراء إننا نقف أمام تحد أكبر من مجرد الاستجابة لحالة الطوارئ، وهو معرفة كيفية وقْف انتقال المتلازمة من الحيوانات إلى الأشخاص في الشرق الأوسط، حيث يتوطن الفيروس هناك في الجِمَال. وفي هذا الصدد يقول ديفيد هيمان، وهو باحث في كلية لندن للصحة العامة والطب الاستوائي، ومسؤول الصحة العامة في إنجلترا: «من الأفضل تحويل تركيزنا من كوريا الجنوبية إلى المملكة العربية السعودية»، وبالتالي مكافحة الحالات، التي لا تزال تشعل حالات تفشي المرض في مصدر المرض نفسه.

ومنذ أن تم اكتشاف فيروس كورونا في المملكة العربية السعودية في عام 2012، أصيب بالعدوى نحو 1,200 شخص حول العالم، وقضى حوالي 450 منهم نَحْبهم، وفق تصريحات منظمة الصحة العالمية. ويُعتقَد أن هذا الفيروس ينشأ في الخفافيش، ثم ينتقل إلى الإنسان عبر حيوان وسيط، كالجَمَل مثلًا. ولا ينتقل الفيروس بسهولة بين الأشخاص، ومن أسباب ذلك أنه يصيب مناطق عميقة في الرئتين، ولا يخرج منها عبر السعال، إلا أن غالبية حالات العدوى لدى البشر كانت ناجمة عن انتقال الفيروس من شخص إلى آخر، حيث يحدث هذا في المستشفيات أثناء تنفيذ إجراءات طبية معينة، إذ تكون تدابير ضبط العدوى لمنع نشر الفيروس واهية. كانت التجمعات الأخيرة لحالات الإصابة بالعدوى قد بدأت عندما عاد رجل كوري إلى سول، قادمًا من الشرق الأوسط، ثم زار إثر عودته أربعة مرافق صحية، قبل تشخيص إصابته.

ثمة احتمال قائم دائمًا في عملية انتشار الفيروس، بأن تحدث له طفرات تمنحه القدرة على الانتقال بسهولة أكبر من شخص إلى آخر، إلا أن وزارة الصحة الكورية أعلنت في السادس من يونيو الماضي عن أنها كشفت عن التسلسل الجيني لحالات تفشي الفيروس الراهنة، وتَبيَّن أنه مطابق تقريبًا للتسلسلات الفيروسية السابقة، التي تم اكتشافها في الشرق الأوسط. وفي اليوم نفسه في حدث منفصل، نشر معهد الوقاية ومكافحة الأمراض الصيني ـ على قاعدة بيانات «جين بانك» GenBank المتاحة للجمهور ـ تسلسلًا جينيًّا لفيروس تم عزله من رجل كان قد أصيب بالعدوى في حالات تفشي الفيروس في كوريا الجنوبية، قبل أن ينتهي به المطاف في الصين، حيث شعر بالمرض لاحقًا. حلَّل كريستيان دروستن ـ مدير معهد الفيروسات في جامعة معهد بون الطبي في ألمانيا ـ التسلسل الجيني للفيروس، الذي نشره معهد مكافحة الأمراض في الصين على قاعدة بيانات «جين بانك»، وقال إنه بمقارنته بالتسلسل الجيني لفيروس الشرق الأوسط، لم يجد إلا طفرات صغيرة فقط، ولا يعتقد أي من المختصين في مجالات الجينوم أن هذه الطفرات الصغيرة قد تؤثر على قدرة الفيروس على العدوى.

ويعتقد إيان ليبكين ـ خبير تفشي الأمراض في جامعة كولومبيا في نيويورك ـ أن تدفق حالات جديدة في كوريا الجنوبية قد يخلق انطباعًا بأن المرض خارج عن السيطرة، إلا أن كل الحالات التي تم الإبلاغ عنها حتى الآن تدل على مسارات انتقال واضحة المعالم، ينتهي أغلبها إلى حالة العدوى الابتدائية. ويعمل المسؤولون في كوريا الجنوبية حاليًّا بشكل مكثف على تعقُّب وعزل كل الأشخاص الذين لهم صلة بالمصابين، وتطبيق ضوابط عدوى صارمة داخل المستشفيات. ويضيف إيان قائلًا إنه حينما يبدأ تدفق الحالات خارج المستشفيات، ففي ذلك ما يدعو للقلق حقًّا، ولكن هذا لم يحدث.

على خلاف ذلك في الشرق الأوسط، يستمر الفيروس في الانتقال من الجِمَال للأشخاص، مما يؤدي إلى انتشاره داخل المستشفيات. وفي هذا الشأن يقول هيمان، الذي قاد الجهود العالمية في عام 2003 لاحتواء المتلازمة التنفسية الحادة، أو كما تُعرف باسمها «سارس»، إنّ على السلطات المسؤولة في الشرق الأوسط بذْل المزيد من الجهود، للتحقيق في مسارات انتقال العدوى من الجمال للأشخاص.

قد تتطلب مثل هذه الدراسات بحثًا في النشاطات الحالية للأشخاص المصابين. وعلى سبيل المثال.. معرفة إذا كان لهم أي اتصال بجثث الحيوانات أو سوائلها، أو إذا استهلكوا أيًّا من سوائلها، كحليب الجِمَال، أو بولها، أو إذا كانوا قد اقتربوا من مواطن وجود الخفافيش، أم لا. يقول بيتر بن إمباريك، قائد فريق «متلازمة الشرق الأوسط التنفسية» لدى منظمة الصحة العالمية بجنيف، سويسرا: «إنه لمن المخيب للآمال ألّا يتم بحث جميع حالات العدوى من الحيوانات بالقدر الكافي». كما يعتقد دروستن أن تفشِّي المرض في كوريا الجنوبية سيولِّد ضغوطًا على دول الشرق الأوسط؛ لتسريع الأبحاث، وتكثيف جهود مكافحة «متلازمة الشرق الأوسط التنفسية».

هناك لغز إضافي مثير للاهتمام في هذه المسألة، ألا وهو سبب عدم اكتشاف أيّ حالات إصابة بشرية بالفيروس في الدول الأفريقية، رغم اتساع أعداد قطعان الجِمَال فيها، فالصومال مثلًا فيها 7 ملايين جمل، وكينيا بها 3 ملايين، وتفوق هذه الأعداد نظيرتها في المملكة العربية السعودية بمراحل، حيث لا يتخطى عدد الجِمَال فيها 260,000 جَمَل. يقول بن إمباريك في هذا الشأن: «تنتشر متلازمة الشرق الأوسط التنفسية لدى الجِمَال في كثير من أجزاء القارة الأفريقية. لذا.. فالوضع بالنسبة إلى الجِمَال مماثل لما هو عليه في الشرق الأوسط». وتُعلَّل هذه المسألة بأنه ربما لا ينتهي الأمر باكتشاف حالات الإصابة البشرية في أفريقيا، بسبب ضعف جهود رصد المرض هناك. أو ربما تكون احتمالات الإصابة بالمرض أقل في أفريقيا، أو أن تكون حالات الإصابة أقل خطورة، فقد تميل متلازمة الشرق الأوسط التنفسية إلى التسبب في اعتلال خطير للمصابين الذين يعانون من أمراض ناشئة عن أسلوب الحياة العصري، كداء السكري، الأكثر انتشارًا في المملكة العربية السعودية. ■

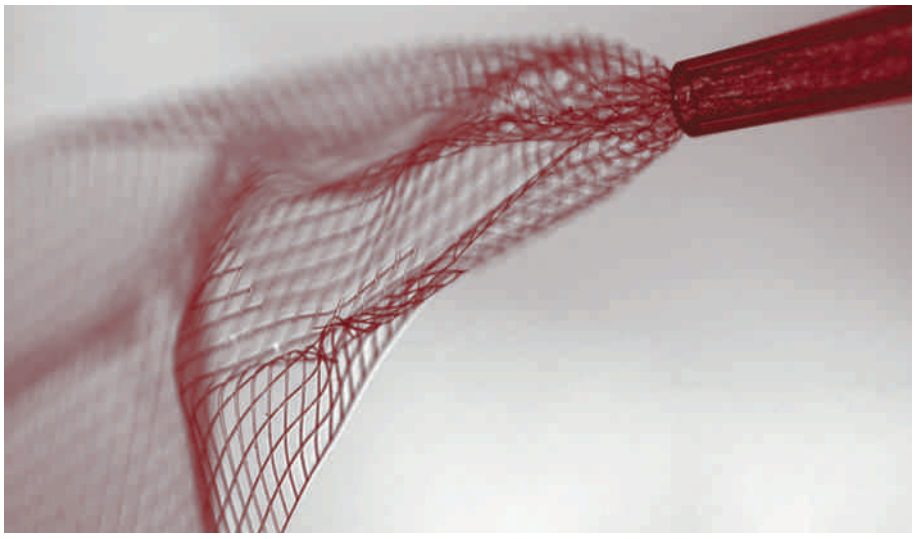
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تكنولوجيا نانوية

زرع جهاز في المخ عن طريق الحقن.. يراقب نشاط كل خلية عصبية على حدة

شبكة إلكترونية تستطيع كشف طريقة عمل أدمغة الثدييات.



LIEBER RES. GROUP/HARVARD UNIV.

يمكن لتلك الشبكة اللينة الموصِّلة، المصنوعة من البوليمر، أن تُلَفّ وتُحقن في أدمغة الفئران.

إليزابيث جيبني

حَقْن بسيط.. هو كل ما يتطلبه الأمر الآن لتتبع نشاط المخ، حيث تمكّن فريق متعدد الخبرات من الفيزيائيين وعلماء الأعصاب والكيميائيين من زرع شبكة حريرية ملفوفة، مرصّعة بأجهزة إلكترونية صغيرة جدًّا، في أدمغة الفئران؛ تتوغّل بها للتجسس على الخلايا العصبية، وتحفّز كل واحدة منها على حدة.

إن الشبكة المزروعة تستطيع لأول مرة كشف تفاصيل طريقة عمل أدمغة الثدييات. «إنه لأمر رائع، ونهج مبدع جديد لحل مشكلة تسجيل الإشارات الصادرة عن عدد كبير من خلايا الأعصاب الدماغية»، كما يقول رفائيل يوستي، رئيس مركز تكنولوجيا الأعصاب بجامعة كولومبيا في نيويورك، الذي لم يكن أحد المساهمين في هذا العمل.

وإذا ما تَبيَّن أنها آمنة، فإن تلك الشبكة اللينة يمكن أن تُستخدم في البشر لعلاج مرض باركنسون، على سبيل المثال، حسب قول تشارلز ليبر، كيميائي يعمل في جامعة هارفارد بكمبريدج، ماساتشوستس، وهو من تولى قيادة الفريق. نُشر هذا البحث بدورية *Nature Nanotechnology* في الثامن من يونيو الماضي[1].

لا يزال علماء الأعصاب غير قادرين على فهم الكيفية التي يُترجم بها النشاط العصبي لكل خلية منفردة إلى قدرات معرفية عليا، كالإدراك والعاطفة، وهو ما دفعهم إلى البحث عن تقنيات تسمح بدراسة آلاف، بل ملايين من الخلايا العصبية في آن واحد، بيد أن استخدام جهاز مزروع في الدماغ حاليًّا يتسم بسلبيات عديدة. فحتى اللحظة الراهنة، تتألف أفضل التقنيات المتاحة من أجزاء إلكترونية صلبة نسبيًّا، وهو الأمر الذي يجعلها أشبه بـ«صنفرة» خشنة تلامس الخلايا العصبية الرقيقة. كما يعاني علماء الأعصاب خلال تتبع خلية عصبية على مدى فترة طويلة، لأن كل خلية منفردة بالحيوان يمكن أن تتحرك مع عمليات معينة، مثل التنفّس، أو ضربات القلب.

تغلَّب فريق هارفارد على تلك المشكلات عن طريق استخدام شبكة من خيوط البوليمر الموصِّلة، مع أقطاب نانوية، أو ترانزيستورات معلَّقة في نقطة تقاطع الخيوط مع بعضها البعض. وتتسم تلك الخيوط بأنها ناعمة كالحرير، ومرنة كأنسجة المخ نفسه. وثمة مساحة من الفراغ تشكل 95% من الشبكة، مما يسمح للخلايا بترتيب نفسها من حولها.

في عام 2012، أثبت[2] الفريق أن الخلايا الحية التي تم إنماؤها في أطباق (بتري) يمكن حثها لتنمو حول تلك السقالات المرنة، وتتجانس معها، غير أن تلك الأنسجة الذكية تم إنماؤها خارج الجسم الحي. ويتساءل ليبر: «كيف لنا أن نُدخِل ذلك الشيء في الدماغ الموجودة أمامنا؟».

كانت إجابة الفريق البحثي تتمثل في طيّ شبكة ثنائية الأبعاد، يبلغ عرضها بضعة سنتيمترات، بشكل محكم، ثم استخدام إبرة يبلغ قطرها 100 مايكرومتر فقط؛ لحقن الشبكة مباشرة في المنطقة المستهدَفة عبر ثقب في أعلى الجمجمة. بعد ذلك، تنبسط الشبكة لتملأ أي تجاويف صغيرة، وتتشابك مع نسيج المخ (اقرأ: «مراقبة المخ»). أما الأسلاك النانوية البارزة من الجمجمة، فيمكن توصيلها بجهاز كمبيوتر؛ من أجل تسجيل القراءات، وتنشيط الخلايا.

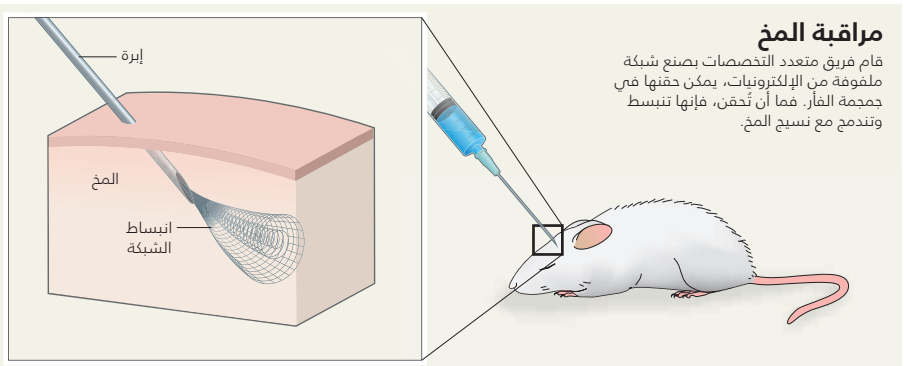
حتى الآن، زرع الباحثون شبكات تتألف من 16 عنصرًا كهربيًّا في منطقتين من أدمغة فئران تحت التخدير، حيث تمكنوا من رصد الخلايا العصبية، كلٍّ على حدة، وتنشيطها. يقول جيا ليو، عضو فريق هارفارد البحثي: «تندمج الشبكة بإحكام مع الخلايا. ويحدث ذلك من دون أي دلائل على ارتفاع الاستجابة المناعية بعد مرور خمسة أسابيع. إن الخلايا العصبية تتعامل مع الشبكة البوليمرية بلطف، مثلها مثل السقالات».

أما الخطوات التالية في هذا الشأن، فتتضمن زرع شبكات أكبر تحتوي على مئات الأجهزة، مع أنواع مختلفة من المستشعرات، بالإضافة إلى تسجيل نشاط الفئران اليقظة، إمّا عن طريق تثبيت رؤوسها، أو تطوير تقنيات لاسلكية تعمل على تسجيل إشارات الخلايا العصبية، بينما تتحرك الحيوانات بحرية. يود الفريق أيضًا أن يُحقن الجهاز في أدمغة فئران حديثة الولادة، حيث تنبسط الشبكة أكثر، بينما ينمو المخ، فضلًا عن إضافة مجسّات نانوية، لها شكل دبوس الشعر، على الشبكة، لتسجيل النشاط الكهربي داخل وخارج الخلايا.

عندما عرض ليبر هذا العمل في مؤتمر عُقد في عام 2014، فإنه «أصاب بعضنا بدهشة شديدة»، على حد قول يوستي. وتُعَدّ تقنيات دراسة نشاط أعداد كبيرة من الخلايا العصبية على مدى فترة طويلة من الزمن، ومصحوبة ◀

مراقبة المخ

قام فريق متعدد التخصصات بصنع شبكة ملفوفة من الإلكترونيات، يمكن حقنها في جمجمة الفأر. فما أن تُحقن، فإنها تنبسط وتندمج مع نسيج المخ.



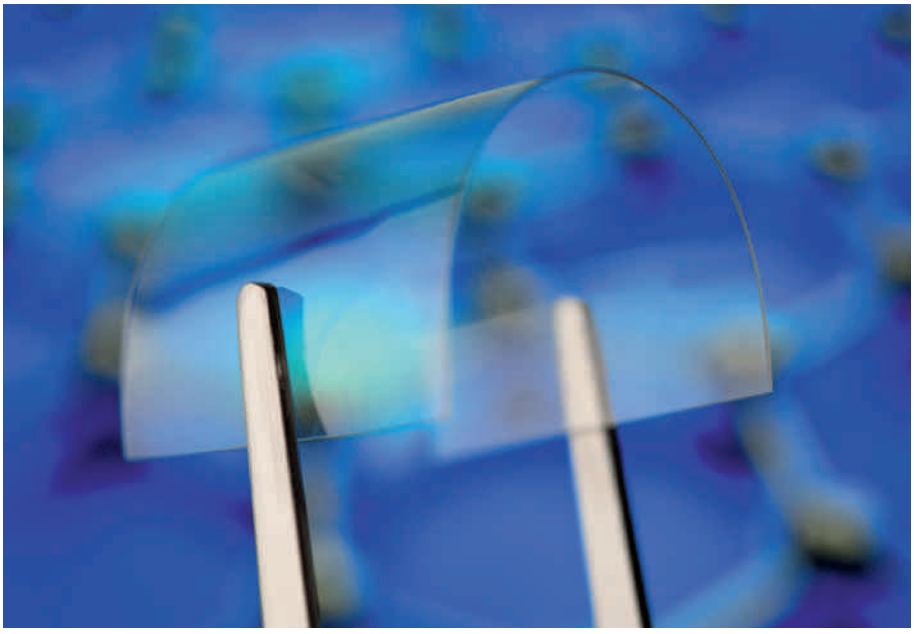
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

بأقل ضرر ممكن، بإمكانيات ضخمة، حسب قول جينس شوينبورج، رئيس مركز الأبحاث العصبية النانوية بجامعة لوند في السويد، الذي طوّر إبرة مصنوعة من الجيلاتين؛ لإدخال الأقطاب الكهربية إلى المخ[3]، لكنه لا يزال متشككًا حيال تلك التقنية، ويقول: «أود أن أرى مزيدًا من الأدلة على توافق الأجهزة المزروعة مع الجسم على المدى الطويل». ومن هنا، تظهر الحاجة إلى إجراء اختبارات صارمة، قبل البدء في زرْع تلك الأجهزة في البشر. ومع ذلك.. يقول ليبر إنه ثمة احتمال أن تنجح الأجهزة المزروعة في علاج تلف أنسجة المخ، الناجم عن السكتة الدماغية، بالإضافة إلى مرض باركنسون.

إن فريق ليبر ليس مدعومًا ماديًّا من قِبَل مبادرة الحكومة الأمريكية لأبحاث الدماغ «برين» BRAIN، التي أُطلقت في عام 2013 بميزانية قدرها 4.5 مليار دولار أمريكي، غير أن هذا العمل يلقي الضوء على القوة الكامنة في الجهود المبذولة، عن طريق منهجية التخصصات المتعددة المتبعة، حسب قول يوستي، الذي كان من أوائل المؤيدين لمبادرة «برين»، كما قال إن الإتيان باختصاصيين في العلوم الطبيعية، للعمل في مجال علم الأعصاب؛ يمكن أن يساعد في «اختراق العقبات التجريبية والنظرية الضخمة، التي علينا أن نقهرها؛ من أجل فهْم كيفية عمل المخ». ■

1. Liu, J. *et al. Nature Nanotechnol.* http://dx.doi.org/10.1038/nnano.2015.115 (2015).
2. Tian, B. *et al. Nature Mater.* **11,** 986–994 (2012).
3. Lind, G., Linsmeier, C. E., Thelin, J. & Schouenborg, J. *J. Neural Eng.* **7,** 046005 (2010).



VINCENZO LOMBARDO/GETTY

يمكن لأغشية الجرافين أن تُستعمل كأقطاب شفافة في صناعة الشاشات التي تعمل باللمس.

تجارة

الجرافين يزدهر في المصانع، لكنه يفتقر إلى وجود تطبيق فَذّ

رغم أن إنتاج تلك المادة المدهشة بلغ أرقامًا قياسية، إلا أن نجاحها التجاري لا يزال غامضًا.

مارك بيبلو

احتضنت مدينة مانشستر في المملكة المتحدة مهرجان الجرافين، حيث انطلق أسبوع الجرافين لعام 2015، في الثاني والعشرين من يونيو الماضي، ليمتع الحاضرين الذين بلغ عددهم أكثر من 600 شخص، والذين قَدِمُوا من أجل الاحتفاء بتلك المادة المدهشة، التي لا يزال مستقبلها مبهمًا.

يتم إنتاج رقائق الجرافين ذات سُمْك الذرة الواحدة بكميات قياسية، حيث وجدت طريقها في إنتاج أدوات عديدة مميزة، إلا أن ما يقلق الخبراء حاليًّا هو أن يزيد إنتاجها عن الحاجة، كما يقلقهم أيضًا مدى ما توفره هذه المادة من منافع هامشية، مقارنةً بالتكنولوجيا الحالية المستخدَمة في عديد من التطبيقات المستهدَفة.

يقول روس كوزارسكي، المحلِّل في شركة «لوكس ريسيرش» (Lux Research) المختصة بالتسويق الذكي، ومقرها في سان فرانسيسكو، كاليفورنيا: «هناك قدرة عالية على الإنتاج، إلا أن الطلب على الجرافين ليس بالقدر نفسه، لأننا لم نشهد بعد أيَّ تكنولوجيا تحتاج بشدة إلى استخدامه».

يتشابه ذلك مع الطريق الذي سلكته أنابيب الكربون النانوية، فمع أنها كانت تُوصف لفترة من الزمن بأنها ستكون عظيمة الأثر، إلا أنها فشلت حتى الآن في ترك أثر تجاري ملحوظ. ويقول في ذلك كوزارسكي: «يبدو الجرافين أقرب إلى مستقبل أنابيب الكربون النانوية عن مستقبل السيليكون». وقد توقعت شركة «لوكس ريسيرش» في تقريرها في عام 2014 أن تبلغ قيمة السوق العالمي للجرافين 349 مليون دولار أمريكي بحلول عام 2025، في حين قدَّرت جامعة مانشستر المبالغ التي جذبتها أبحاث الجرافين حتى الآن بـ2.4 مليار دولار (انظر: «نمو السوق»).

يبدو أن عدم اكتراث الشركات، وسعيها الحثيث للحصول على المادة، قد أثار غضب بعض العلماء، حسب قول هيلينا ثيندر، وكيلة قسم الابتكارات في برنامج بحوث «جرافين فلاجشيب» Graphene Flagship التابع للاتحاد الأوروبي، وتبلغ ميزانيته مليار جنيه استرليني (1.1 مليار دولار أمريكي)، وهو البرنامج الذي أُطلق في عام 2013، بهدف نقل الجرافين من المختبرات إلى سوق العمل خلال عقد من الزمن.

وقد استرعت خواص الجرافين اهتمام الباحثين وإعجابهم، منذ أن تم عزله لأول مرة على أيدي عالِمَي جامعة مانشستر، أندريه جايم، وكونستانتين نوفوسيلوف (K. S. Novoselov *et al*. *Science* **306**, 666–669; 2004)، وهو العمل الذي أهَّلهما للحصول على جائزة «نوبل» للفيزياء في عام 2010. يتميز الجرافين بالشفافية والمرونة، ومع ذلك.. فإنه قوي جدًّا، وتستطيع الإلكترونات المرور بسرعة من خلاله، كما أنه ينقل الحرارة أفضل من النحاس بعشرة أضعاف. وقد توقَّع المتحمسون له بأن تدفع هذه المميزات بالجرافين إلى عشرات التطبيقات التجارية، بدايةً من الإلكترونيات المرنة، ووصولًا إلى المركّبات القوية خفيفة الوزن.

إغراق السوق بالجرافين

أثارت هذه الصفات نوبة من صناعة الجرافين، لا سيما في الصين (انظر: «حمّى التصنيع»)، حيث تدفق التمويل الحكومي للعديد من مجمعات صناعة الجرافين، التي تستضيف معاهد الأبحاث، وحاضنات الأعمال التجارية، جنبًا إلى جنب؛ وبذلك ينعم المصنِّعون بكلفة قليلة للبنية التحتية، كما أنهم لا يطالَبون بردّ المِنَح الحكومية. وتندرج صناعة الجرافين الكمّية في الصين ضمن تصنيفين اثنين: الأغشية الرقيقة القابلة للاستخدام، كأقطاب شفافة في الشاشات التي تعمل باللمس، على سبيل المثال، عوضًا عن أكسيد قصدير الإنديوم (ITO) الهش المستخدَم حاليًّا، والصفيحات النانوية؛ وهي بمثابة تكديسات من رقائق الجرافين التي تشكل مسحوقًا أسود يُستخدم في تطبيقات عدة، مثل أقطاب البطاريات، حيث تساعد مساحة سطحه العالية في تخزين المزيد من الشحنة.

وها قد بدأت المنتجات في الظهور، ففي العام الماضي طرحت شركة AWIT ـ الواقعة في مدينة ووشي بالصين ـ قرابة 2,000 جهاز هاتف مزوَّد بشاشة لمس مصنوعة من الجرافين، كما أطلقت شركة «جالاكسي مايكروسيستمز» في شهر مارس الماضي ـ الواقعة في مدينة شنزن في الصين أيضًا ـ 30,000 هاتف في الأسواق، استُخدم الجرافين في صناعة شاشاتها وأجسامها وبطارياتها (انظر: «سيطرة البطاريات

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

والهواتف»). ويعتقد كوزارسكي أن بعض منتجي الصفيحات النانوية يبيعون منتجاتهم بأقل من التكلفة الحقيقية؛ من أجل التخلص من الكميات الفائضة لديهم. وعلى الرغم من أن مصانع رقائق الجرافين قد استشهدت بأرقام مدهشة للسعة الإنتاجية، إلا أن تلك الأرقام في بعض الأحيان ليست سوى «أدوات تسويق»، حسب قول جيوكاي دونج، نائب عميد معهد جيانجنان لبحوث الجرافين، الواقع في مجمع تشانجتشو للجرافين. ويضيف: «إن معظم السعة الإنتاجية في الواقع غير مستخدَمة».

يكمن أحد أسباب عدم التوافق ذلك في كون الجرافين لم يزل أعلى سعرًا من أكسيد قصدير الإنديوم؛ يتم تحضير أغشية الجرافين على رقاقة نحاس ساخنة، تتم تغذيتها بغاز الميثان المخلوط بالهيدروجين، في عملية يُطلق عليها «ترسيب الأبخرة الكيميائية» (CVD). يقول دونج إن تسخين الرقاقة، والحفاظ على نظافة الغرف، وفصل الجرافين عن الرقاقة يتسبب في رفع التكلفة الكلّية إلى ما يفوق 400 يوان (64 دولارًا أمريكيًّا) لكل متر مربع، وهو ضعف ما تحتاجه لمنافسة أكسيد قصدير الإنديوم. فبالنسبة إلى الأجهزة القابلة للتلف، على الرغم من القيمة التي تضيفها إليها مرونة الجرافين، يتعين على المادة العجيبة تلك أن تتغلب على منافسيها الآخرين في احتلال عرش أكسيد قصدير الإنديوم، بما فيها شبكات الأسلاك النانوية الفضية، التي بدأ تطويرها منذ زمن بعيد.

ومن أجل إنقاصٍ أكبر للتكاليف، لا بد من استخدام طريقة جديدة في الصناعة، حسب قول كويسونج لي، وهو أحد المساهمين في تطوير طريقة ترسيب الأبخرة الكيميائية للرقائق النحاسية (X. Li *et al*. *Science*, **324**, 1312–1314; 2009). أسس لي في العام الماضي شركة «لاس لومين LasLumin» في مدينة نيويورك، التي تهدف إلى خفض تكاليف صناعة الجرافين باستخدام مواد تغذية أسهل في التعامل، عن مزيج الميثان والهيدروجين القابل للانفجار. ويضيف قائلًا إنّ أغشية الجرافين قد تجد تطبيقات مربحة أكثر في الحسّاسات الكيميائية المبتكرة، بدلًا من محاولتها التفوق على مادة أكسيد قصدير الإنديوم المستخدَمة حاليًّا.

من المختبَر إلى السوق

تستحوذ الصين على جزء كبير من براءات الاختراع الخاصة بالجرافين (انظر: «ملوك براءات الاختراع»). ذكر تقرير صدر في شهر مارس الماضي عن برنامج «إس آي أو جرافين» (SIO Grafen) ـ وهو برنامج ابتكارات، أُطلق في جوتنبرج بالسويد، يدعم تطور الجرافين الصناعي ـ أن الجهات الصينية تمتلك 45% من جميع براءات اختراع الجرافين الممنوحة ضمن التصنيفات السبعة المدروسة، وتفوق تلك الحصة أقرب منافسيها ـ الولايات المتحدة ـ بأكثر من الضعف. ورغم ذلك.. فإن غالبية براءات الاختراع الصينية مسجَّلة محليًّا، وليس عالميًّا، ويتم الاستشهاد بها بمعدل أقل من نظيراتها الأمريكية، وهو ما يعني أنها ليست بذات التأثير الكبير على التطور التجاري طويل الأمد للجرافين.

وبوضع برنامج «جرافين فلاجشيب» في الحسبان، الذي يخطط للتركيز على النوعية والابتكار، أقامت ثيندر سبع ورشات عمل، تحت مسمّى «تواصل الجرافين»، بغية إيصال الشركات الصغيرة ومتوسطة الحجم بالباحثين المهتمين بالجرافين، كما أقيمت ورشة أخرى أثناء أسبوع الجرافين، إلا أنها تعتقد أن الوقت لا يزال مبكرًا للوصول إلى نتائج مؤكدة، وتقول: «إن إنماء الثقة وإنشاء العلاقات يتطلب وقتًا، ولذا.. أتوقع أن يتطلب الوصول إلى النجاح الحقيقي بضع سنوات».

نجحت أساليب مشابِهة في «معهد الجرافين الوطني» NGI، التابع لجامعة مانشستر، حسب قول مدير أعماله جيمس بيكر. ويمتلك «معهد الجرافين الوطني» حوالي 40 شريكًا صناعيًّا، لديهم أعمال مموَّلة داخل الجامعة؛ أكبرهم هي شركة «بي جي تي ماتيريالز» BGT Materials، الواقعة في مانشستر، تتبعها شركة فرعية «جرافين لايتنج» Graphene Lighting، كشفت النقاب في مارس الماضي عن مصباح يتكون من صمام ثنائي تقليدي باعث للضوء (LED)، مغلَّف بغشاء شفاف من الجرافين، ويعمل على التخلص من الحرارة بطريقة أكثر كفاءة من المكونات المعدنية التقليدية، مما يزيد من فعالية وطول عمر تلك المصابيح. وتأمل الشركة أن يُطرح المصباح للبيع خلال الأشهر القليلة القادمة.

ويشير بيكر إلى أنه في هذه الأثناء، كشف رئيس شركة «هيد» Head متعددة الجنسيات للمعدات الرياضية عن مجموعة من مضارب التنس التي تمت تقوية إطاراتها بطبقة من الجرافين. وقد تكون تطبيقات نوعية كهذه مجرد بداية، لكنْ إذا أراد الجرافين الوصول إلى مكانته التجارية المتوقعة من جانب مشروعات مثل «جرافين فلاجشيب»، فلا بد من إيجاد طريقة للتفوق على التقنيات المتوفرة حاليًّا بشكل حقيقي وفعال، وبتكلفة معقولة.

يؤمن بيكر بأن حلّ ذلك يكمن في تطوير أجهزة تعتمد على مجموعة من خواص الجرافين، كما في الإلكترونيات المرنة، على سبيل المثال، أو تلك التي تملك تأثيرًا عالميًّا مؤثرًا، كما في الأغشية المستخدمة لتحلية المياه، إلا أن الوقت ما زال مبكرًا، ويقول: «إن هناك العديد من التطبيقات المحتملة، حتى إنه من الصعب تحديد أيّ التطبيقات سيكون هو التطبيق الفَذّ». ■

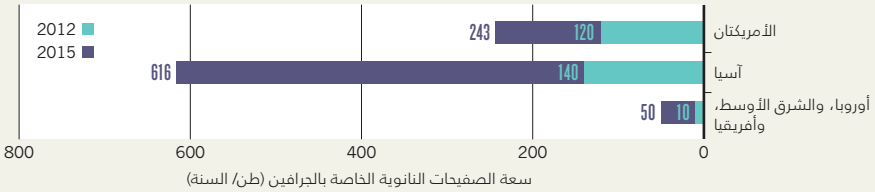
تصحيح

وَجّبَ التنويه إلى أن ما جاء في مقال «مشكلات البحث والتطوير في مجال الإيبولا تحفّز العمل» ـ المنشور في قسم «أخبار في بؤرة الضوء» في عدد يوليو الماضي (*Nature* **521**, 405-406; 2015) ـ لا يعني ضمنيًّا أن إدارة الغذاء والدواء الأمريكية استشيرَت ـ أو شاركت ـ في عملية تصميم الدراسة التي أُجريت على عقار «برينسيدوفوفير»، حيث إنها دَعَت ـ بشكل عام ـ إلى إجراء تجارب إكلينيكية عشوائية على العقاقير التي تستهدف الإيبولا.

إحصائيات الجرافين

حمى التصنيع

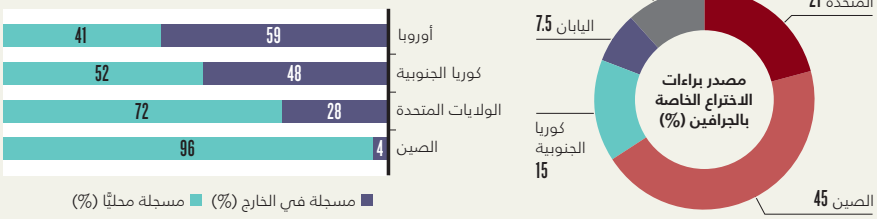
انفجرت الطاقة الإنتاجية للجرافين في آسيا، حيث قادتها الصين بصورة رئيسة

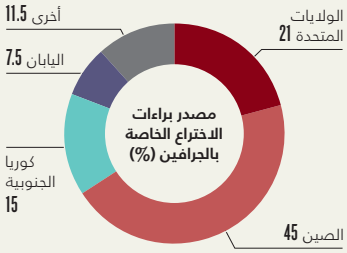


سعة الصفيحات النانوية الخاصة بالجرافين (طن/ السنة)

ملوك براءات الاختراع

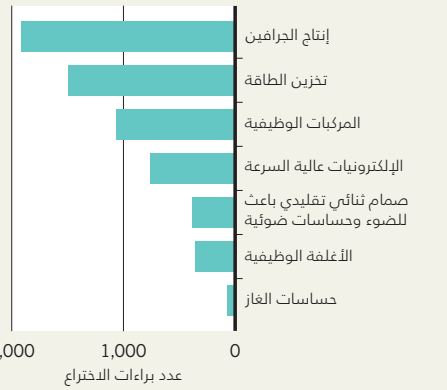
تستحوذ الصين على جزء كبير من براءات الاختراع الخاصة بالجرافين في مجالات مهمة، إلا أن غالبيتها محلية وربما يكون تأثيرها العالمي ضعيفًا.





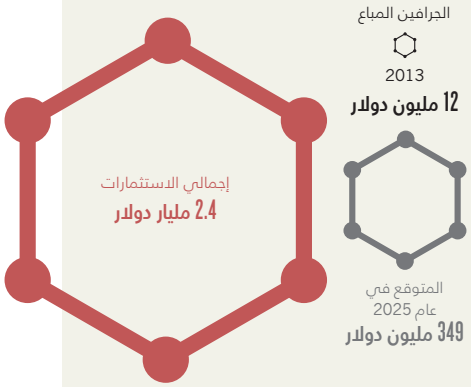
سيطرة البطاريات والهواتف

تشمل تطبيقات الجرافين - التي سجل بها أكبر عدد من براءات الاختراع - تلك المختصة بالمواد المركبة وتخزين الطاقة.



نمو السوق

التمويل المخصص للجرافين حاليًّا يشير إلى تقليص مبيعات المواد الخام المتوقعة بحلول عام 2025.



SOURCE: MANUFACTURING FEVER: LUX; PATNET KINGS/BATTERIES AND PHONES RULE: SIO GRAFEN; MARKET GROWTH: LUX/UNIV. MANCHESTER

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

CARLO ALLEGRI/REUTERS/CORBIS

القطارات ليست مكتظة بالأشخاص فقط، بل تلتصق البكتيريا بالمقاعد بفاعلية أكبر من التصاقها بالأعمدة المعدنية.

علم الأحياء المجهرية

الكشف عن جراثيم المدينة

يسلّط علم الجينوم الضوء على الكائنات المجهرية الساكنة في البيوت، والمواصلات، والصرف الصحي.

راشيل إرينبيرج

وسط الناس، والحَمَام، والصراصير، والجرذان، هناك عالَم حاشد من البكتيريا والفيروسات والفطريات والكائنات وحيدات الخلية، المطمورة في القذارة والفوضى في أكبر مدن العالم. ولم يبدأ العلماء في رصد هذا العالَم إلا مؤخرًا فقط. فالجراثيم توجد في كل مكان.. في القطارات، وعلى الأرصفة، وفي المصاعد، وكذلك في الحدائق، والمكتبات، والمستشفيات، والمدارس؛ وغالبيتها عديمة الضرر، وبعضها حميد، وقليل منها يسبب الوفاة والمرض، إلّا أن الغالبية العظمى منها لا زالت مجهولة.

وَصَفَ الباحثون نتائج غزواتهم المبكرة في هذا الميدان المجهول في مؤتمر «جراثيم في المدينة»، الذي أقيم في التاسع عشر من يونيو الماضي، بضيافة أكاديمية نيويورك للعلوم وجامعة نيويورك، داخل مكتب بواجهة زجاجية في الدور الأربعين في أحد أبراج مانهاتن. تقول جويل أكلسبيرج، المختصة في علم الوبائيات الطبية في قسم النظافة الصحية والذهنية بمدينة نيويورك: «نحن بالفعل في المراحل الأولى من مسعى علمي جديد مثير للاهتمام، لكننا لا نعرف عنه إلا القليل حتى اليوم».

لا يعرف الباحثون الأساليب المناسبة لرصد هذا المشهد الغريب، حيث تتنافس التقنيات المتنوعة للكشف عن الجراثيم، أو تقدير أعدادها، أو تعقُّب العمليات التي تقوم بها في البيئة المأهولة، وأين تحدث تلك العمليات، إلا أن الباحثين يؤمنون بأن الجهود المبذولة قد تقودنا إلى اكتشاف أساليب جديدة لرصد الإرهاب البيولوجي، وتتبُّع تفشّي الأمراض، أو تقييم تأثير العواصف والتلوث.

إن الطاقة الإنتاجية العالية للتقنيات تمكِّن العلماء شهريًّا من تحليل السلسلة الوراثية لما يقرب من 1,000 جينوم جرثومي من العيِّنات التي تُجْمَع من بيئات متنوعة، كما يرى كورتيس هوتنهاور، مختص الأحياء المحوسبة بكلية هارفارد تي إتش تشان للصحة العامة في بوسطن بولاية ماساتشوستس الأمريكية. ويُعتبر هذا القدر العالي من المعطيات مدهشًا، لكنه يبقى قليلًا، مقارنةً بما نجهل. وكان كريستوفر ميسون، مختص علم الوراثة المحوسبة في كلية ويل كورنل الطبية في مدينة نيويورك، قد أطلع المؤتمر على كيفية كشف الحمض النووي لحوالي 1,700 نوع بكتيري معروف، أغلبه عديم الضرر، وذلك عن طريق إجراء دراسة استكشافية مبدئية لمواد وراثية جُمِعَت من على أسطح مترو الأنفاق بالمدينة، لكن 48% من المادة الوراثية المجمَّعة لم تتطابق مع أيٍّ من المواد التي اكتُشفت حتى اليوم. يقول ميسون: «نصف العالم الموجود تحت أطراف أصابعنا ما زال مجهولًا».

وما زالت تظهر اتجاهات جديدة من مبادرة «علم الجينوم البيئي، والتصميم لمترو الأنفاق والمناطق الحضرية الحيوية» MetaSUB، التي تهدف إلى تحديد مواصفات المواد الوراثية الموجودة في أنظمة المواصلات العامة في 16 مدينة من مدن العالم؛ للكشف عن الركاب المجهريين. أما العواصف، فهي تترك علامات وآثارًا: بعد أشهر من وقوع إعصار ساندي في عام 2012، غمر الفيضان محطة ساوث فيري في مدينة نيويورك، ولا تزال المحطة تؤوي أحماضًا نووية خاصة بالبكتيريا المرتبطة بالبيئة البحرية الباردة والسَّمَك، كما يقول ميسون. أما البكتيريا الموجودة في مترو الأنفاق عديمة الضرر، فمعظمها ينتمي إلى فصائل *Acinetobacter*، وأخرى مرتبطة بالجلد البشري. وخلال حديثه، وصف هوتنهاور دراسة استطلاعية تناولت نظام النقل في بوسطن، كشفت نتائجها عن جراثيم مشابهة، وقال: «كل شيء موجود في جلد الإنسان». كما لاحظ أن الأعمدة المعدنية في القطارات، التي عادةً ما

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

يَشتبه فيها الركاب من حيث النظافة الصحية، أظهرت أنها في الواقع تحمل كتلة حيوية من البكتيريا أقل بكثير من المقاعد «المُنَجَّدة» في القطار، أو المقابض البلاستيكية.

يقول عالِم الأحياء المجهرية البيئية، جاك جيلبيرت، من مختبر أرجون الوطني في ولاية إلينوي، إن الميكروبات في البيئة المنزلية تتناسب مع قاطني المنزل من البشر، وتتبدل بسرعة بعد دخول سكان جدد، إذ يصف جيلبيرت وزملاؤه نتائج دراسة استطلاعية أُجريت على 10 منازل، بيّنت أنها تدخلها جراثيم جديدة مرتبطة بالقاطنين الجدد خلال 24 ساعة من انتقالهم للمنزل الجديد.

تقع القوارض في نطاق الدراسة أيضًا؛ فعلى سبيل المثال.. تحمل الفئران ذات القدم البيضاء (*Permoyscus leucopus*) في مدينة نيويورك بكتيريا *Helicobacter* وبكتيريا *Atopobium* ـ المرتبطتين بقرحة المعدة والتهاب المهبل الجرثومي لدى النساء ـ أكثر من مثيلاتها في الضواحي، ولكنها خالية تمامًا من المُمْرِضات المنقولة بالقراد، حسب تقرير عالمة الأحياء أليسا أمازالورسو من كلية ألبرت أينشتاين للطب في مدينة نيويورك. وتحمل جرذان المدينة عددًا من أنواع البكتيريا، المعروف عنها أنها تسبِّب مشكلات للبشر، كما ذكر عالِم الوبائيات إيان ليبكين، مدير مركز العدوى والمناعة في جامعة كولومبيا بنيويورك. ووجد ليبكين وزملاؤه مُمْرِضات من نوع *Escherichia coli* و*Clostridium difficile* و*Salmonella enterica*، وسلالة مدينة سول من فيروس هانتا، الذي قد يكون فتّاكًا، إذا انتقل إلى البشر (C. Firth *et al*. *mBio* **5**, e01933-14; 2014).

ووفق تقرير قدمته المختصّتان في علم الجينوم.. سوزان جوزيف، وجين كارلتون، من مركز جامعة نيويورك لعلوم الجينوم والأنظمة الحيوية، كشفت عيّنات صرف صحي ـ جُمعت من 14 مصنعًا لمعالجة مياه الصرف في مدينة نيويورك ـ عن عدد مقلق من الجينات المقاوِمة للمضادات الحيوية. وتقول سوزان إن مياه الصرف الصحي هي بمثابة بيئة مثالية لنمو وانتشار المقاوِمة للمضادات الحيوية، حيث إنها أشبه بحساء مشتق من البشر، مليء بمضادات حيوية متنوعة. وقال مدير برنامج البيئة الجرثومية البشرية في كلية الطب بجامعة نيويورك، مارتين بلاسير، إنه كلما زاد تنوّع الجراثيم المقاوِمة وأدواتها الدفاعية، قلّ تنوع الجراثيم المرتبطة بالبشر بشكلٍ عام، كما فسَّر كيف اكتشف هو وزملاؤه أن الناس في الغربِ لديهم بكتيريا دفاعية أقل من المجموعات السكانية المعزولة، مثل مجموعة اليانومامي في أدغال الأمازون.

يقول بلاسير: «لقد فقدنا بالفعل نصف التنوُّع الذي كنا نحظى به، وبدأنا ندرك الآن فقط كم كان مهمًّا». ■

أبحاث طبية

يستكشف الباحثون مخاطر التعرض لجرعات منخفضة من الإشعاع

هناك دراسة ضخمة أُجريت على العاملين بالقطاع النووي؛ بيَّنَت أنه حتى الجرعات الضئيلة من الإشعاع ترفع خطر الإصابة باللوكيميا بشكل طفيف.

أليسون أبوت

حاول الباحثون ـ على مدى عقود ـ أن يحددوا مقدار المخاطر الناجمة عن التعرض لجرعات منخفضة من الإشعاع المؤين، وهو النوع الذي يمكن التعرض له خلال عملية المسح الطبي، أو بسبب العيش على بُعْد بضع عشرات من الكيلومترات من مفاعلات فوكوشيما النووية المتضررة في اليابان. إن تأثير الإشعاع على الصحة، إنْ وُجِد، فهو طفيف جدًّا، وبالكاد يمكن الكشف عنه، أما الآن فقد صنعت دراسة عالمية تحولًا فارقًا بأنْ قدَّمت أقوى دليل داعم حتى الآن للفكرة القائلة إن التعرض طويل المدى لجرعات منخفضة من الإشعاع يرفع من مخاطر الإصابة باللوكيميا، ولكن بنسبة ضئيلة جدًّا (K. Leuraud *et al*. *Lancet Haematol*. http://doi.org/5s4; 2015).

لن يغير ذلك الاكتشاف من الإرشادات الحالية المتعلقة بحدود التعرض المسموح بها للعاملين في القطاعات الطبية والنووية، لأن تلك السياسات تفترض بالفعل أن أيّ تعرُّض إضافي للإشعاع يجلب معه ارتفاعًا طفيفًا في خطر الإصابة بالسرطان، ولكنه يفسد الفكرة الشائعة بأن ثمة حد للجرعة، يظل أدناه الإشعاع غير مُضِرّ، كما يزود العلماء ببعض الأرقام الثابتة؛ لتحديد مقدار مخاطر التعرض اليومي للإشعاع.

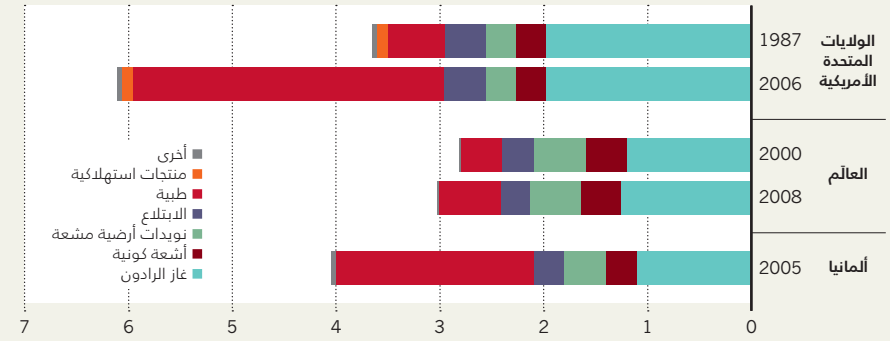
«إن المخاطر الصحية الناجمة عن التعرض لجرعات إشعاع منخفضة ضئيلةٌ جدًّا، لكنْ ما زال الجمهور قلقًا للغاية»، حسب قول بيل مورجان، الذي يرأس أحد برامج دراسة الأنظمة البيولوجية عند التعرض لجرعات إشعاع منخفضة، في المختبر الوطني شمال غرب المحيط الهادئ في ريتشلاند، واشنطن، كما يرأس لجنة آثار الإشعاع في المفوضية الدولية للوقاية من الإشعاع (ICRP) في أوتاوا، كندا. وقد أدَّى هذا الاهتمام إلى كثير من الاستثمارات في البرامج التي تهدف إلى تحديد حجم المخاطر، حسب قوله. إن المفوضية الأوروبية، على سبيل المثال، لديها خريطة طريق لمدة 20 عامًا؛ من أجل تقييم المشكلة. ويضيف: «نحن لا نعبِّر عن أنفسنا أمام الجمهور بشكل جيد، ومن ثم فإنه يجد صعوبة في وضع إطار محدَّد لمخاطر الإشعاع، فنجد بعض الأشخاص يذهبون إلى منتجعات الرادون لعلاج الروماتيزم، بينما على النقيض تمامًا.. نجد آخرين يرفضون حتى ركوب الطائرات؛ خوفًا من التعرض للأشعة الكونية».

مخاطر الإشعاع

إن الإشعاع المؤين ـ وهو النوع الذي يمكن أن يسحب الإلكترونات بعيدًا عن ذرّاتها وجزيئاتها، بل ويكسر الروابط الكيميائية في الحمض النووي ـ كان معروفًا عنه منذ وقت طويل أنه يرفع من خطر الإصابة بمرض السرطان، وكلما ارتفعت الجرعة المتراكمة، ازداد مقدار الضرر الواقع، لكن ثبت أنه من الصعب للغاية تحديد ما إذا كانت تلك العلاقة بين مقدار الجرعة وحجم الضرر تبقى قائمة في حال التعرض لجرعات منخفضة، لأن أي زيادة في مدى الخطر تكون ضئيلة جدًّا، بحيث إن الكشف عنها يتطلب إجراء دراسات على أعداد كبيرة من الأشخاص الذين تعرضوا لجرعات معروفة. ومن ثم، فإن الدراسة التي أُجريت على أكثر من 300,000 عامل بقطاع الصناعات النووية في فرنسا والولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة، والذين ارتدى جميعهم شارات قياس جرعات الإشعاع، قد قدمت البيانات المطلوبة بالضبط. وقامت مجموعة ◀

زيادة إشعاع الخلفية

إن زيادة المسح الطبي على مدار العقدين السابقين تسبب في مضاعفة الإشعاع الذي يتعرض له الفرد الأمريكي سنويًّا.



SOURCE: UN SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

من الباحثين، تم التنسيق بينهم من قِبَل الوكالة العالمية لأبحاث السرطان (IARC) في مدينة ليون في فرنسا، بدراسة أسباب وفاة العاملين (الذين قد توفى خُمْسهم قبل موعد إجراء الدراسة)، وربطوا تلك الأسباب بسجلات بيانات التعرض للإشعاع، التي يعود بعضها إلى 60 عامًا مضت.

واتضح أن هؤلاء العاملين قد تعرضوا لإشعاع تخطَّى قدره مقدار إشعاع الخلفية (الذي يُقَدَّر بـ2-3 ملي سيفرت (mSv) في السنة، وينبعث من الأشعة الكونية وغاز الرادون، على سبيل المثال) بحوالي 1.1 ملي سيفرت في السنة. وقد أكدت الدراسة على أن خطر الإصابة بمرض اللوكيميا يرتفع بشكل طردي مع التعرض لجرعات أكبر من الإشعاع، ولكنها أشارت أيضًا إلى أن تلك العلاقة الخطية قائمة حتى مع مستويات الإشعاع الضئيلة جدًّا، كما أن خطر الإصابة بأنواع أخرى من سرطان الدم يرتفع مع زيادة مقدار جرعات الإشعاع، غير أن الارتباط بينهما لم يكن ذا دلالة إحصائية. وتم نشر تلك النتائج في يوم 21 يونيو الماضي.

يقول يورجن أولسن، المتخصص في علم الأوبئة، ومدير مركز أبحاث جمعية السرطان الدنماركية في كوبنهاجن: «إنها دراسة قوية وضخمة بشكل غير عادي، أُجريت على أشخاص تعرضوا لجرعات ضئيلة جدًّا من الإشعاع المؤيّن». كما إن النتائج تشير إلى أن بعض حالات الإصابة باللوكيميا يمكن أن تنجم عن التعرض لمستويات مرتفعة من إشعاع الخلفية الطبيعي. ويضيف يورجن: «ذلك برغم أن زيادة خطر الإصابة للفرد ضئيلة إلى حدّ التلاشي».

إنّ توصيات اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع، التي تتبعها معظم الوكالات الوطنية للوقاية من الإشعاع، تدعو بالفعل إلى متابعة الأفراد الذين من المرجح أن يزيد مقدار تعرُّضهم السنوي للإشعاع عن 6 ملي سيفرت. وتضع اللجنة الدولية حدًّا للمقدار المسموح بالتعرض له، يبلغ 20 ملّي سيفرت سنويًّا على مدار خمس سنوات، بحد أقصى 50 ملّي سيفرت للسنة الواحدة. وتوقَّع الباحثون أن يتوفى نحو 134 من العاملين (أي 4.3 من كل 10,000 شخص) إثر الإصابة بمرض اللوكيميا، نتيجة حوالي 27 عامًا قضوها في العمل بهذا القطاع؛ غير أن هذا العدد بلغ في الواقع 531 شخصًا. وحتى مع هذه الدراسة الضخمة، لم يكن هناك دليل مباشر على أن العاملين الذين تراكمت لديهم جرعات صغيرة جدًّا من الإشعاع (ما يقل عن 50 ملّي سيفرت في المجمل)، زاد لديهم حجم خطر الإصابة باللوكيميا، حسب قول أولسن، غير أن الاستقراء الرياضي للبيانات يشير إلى أنه لكل 10 ملّي سيفرت متراكمة، ترتفع فرصة العامل في الإصابة باللوكيميا بحوالي 0.002%.

وإضافة إلى ذلك.. تطعن البيانات المستمَدَّة من الدراسة في فرضية اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع، التي تقرّ بأن التعرض لجرعات ضئيلة متراكمة من الإشعاع يمثل خطرًا أقل للإصابة بمرض اللوكيميا، بالمقارنة بالجرعة الكلية نفسها التي تؤخذ مرة واحدة فقط (بناءً على فكرة أن الجسم تزيد لديه الفرصة للتعافي، إذا أتى الهجوم على هيئة جرعات صغيرة متكررة)، بيد أن مثل تلك التفاصيل من المستبعَد أن تتسبب في تغيير التوصيات المحافِظة للّجنة في العموم، حسب قول توماس جونج، من المكتب الفيدرالي الألماني للوقاية من الإشعاع بميونخ.

المسح الطبي

إن القطاع الطبي هو مصدر رئيس ومتزايد من جرعات الإشعاع المنخفضة، كما يقول ديفيد ريتشاردسون، المتخصص في علم الأوبئة بجامعة نورث كارولينا، وأحد المؤلفين بالدراسة. ويقول: «إن كمية الإشعاع التي يتلقّاها الفرد في الولايات المتحدة الأمريكية سنويًّا قد تضاعفت، ومعظمها بسبب الإجراءات الطبية»، (انظر: «زيادة إشعاع الخلفية»). يقع اللوم بشكل خاص على المسح بالأشعة المقطعية (CT)، فالمسح الباطني النموذجي يبعث ما يزيد على 10 ملّي سيفرت. وفيما يتعلق بهذا الأمر، وجد ديفيد برينر ـ أخصائي الأشعة بجامعة كولومبيا في نيويورك ـ حسابيًّا أنه من كل 25 مليون شخص خضعوا لمسح بالأشعة المقطعية في سنة واحدة، ستكون قد تراكمت لدى مليون منهم 250 ملّي سيفرت خلال الـ20 سنة السابقة.

تقول مارثا لينت، العاملة ببرنامج علم الأوبئة الناجمة عن الإشعاع بالمعهد القومي الأمريكي للسرطان في بيثيسدا بولاية ميريلاند: «هناك عشرات الآلاف من العاملين بقطاع الصحة، يجب عليهم أن يعيروا انتباهًا خاصًّا إلى تلك النتائج.. فهم يستخدمون أساليب التصوير الطبي؛ لتوجيه القسطرة عبر الأوعية الدموية للمرضى؛ من أجل إيصالها إلى قلوبهم وأدمغتهم. إنّ تلك العمليات الجراحية التي تتضمن الحد الأدنى من التدخل أصبحت تُستخدم أكثر من أي وقت مضى».

وتشير دراسات علم الأوبئة إلى أن التعرض للإشعاع له آثار صحية تتجاوز مرض السرطان. فاتحاد الباحثين بقيادة الوكالة العالمية لأبحاث السرطان يبحث حاليًّا في آثار الإشعاع على الأورام الصلبة، وعلى أمراض أخرى، مثل الأزمات القلبية، والسكتات الدماغية. وتقوم أبحاث أخرى جارية بدراسة التأثير طويل المدى للتعرض لجرعات منخفضة من الإشعاع على فئات مختلفة، مثل دراسة الأشعة المقطعية-الوبائية (EPI-CT)، التي وظّفت مليون شخص من تسعة بلدان أوروبية، كانوا قد خضعوا لمسح بالأشعة المقطعية في الصغر؛ ومن المتوقع أن ينتهي تحليل البيانات بحلول عام 2017. وفي دراسة أخرى، يقوم مركز «هيلمهولتز ميونخ» بتحليل أنسجة القلب المأخوذة من العمال الذين لقوا حتفهم في مناجم «مايك لليورانيوم» في جنوب جبال الأورال بروسيا.

«إن المخاطر الصحية الناجمة عن التعرض لجرعات إشعاع منخفضة ضئيلةٌ جدًّا، لكنْ ما زال الجمهور قَلِقًا للغاية».

وبالرغم من تمويل المفوضية الأوروبية للأبحاث الخاصة بالتعرض لجرعات منخفضة من الإشعاع لبعض الوقت، نجد أن البرامج الأخرى الموازية في الولايات المتحدة قد توقفت. ففي عام 2013، كَتَبَ العلماء خطابًا مفتوحًا لمكتب سياسات العلوم والتكنولوجيا بالبيت الأبيض، مطالبين بتجديد الاستثمار. وتجري حاليًا مناقشة مشروع قانون في الكونجرس، يدعو إلى مزيد من العمل في هذا الشأن.

يقول مايك أتكينسون، رئيس قسم بيولوجيا الإشعاع بمركز «هيلمهولتز ميونخ»: «إنه لمن المهم الحصول على تمويل لمثل تلك الدراسات». ويقول أيضًا إن تحديد مقدار الآثار الناجمة عن الإشعاع من شأنه أن يساعد الأطباء على موازنة المخاطر في مقابل المنافع عند اتخاذهم لقرار وضع الأطفال بداخل أجهزة المسح المقطعي. وإضافة إلى ذلك.. فإنّ فهْم الآثار الصحية المترتبة على التعرض لجرعات منخفضة من الإشعاع بشكل أفضل يمكنه أن يدعم القرارات المتعلقة بتحديد مقدار الأنشطة العلاجية اللازمة لتنظيف التربة الملوَّثة بالإشعاع، إثر وقوع الحوادث، أو الأعمال النووية، حسب قول مورجان. ■

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

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

PETE MULLER/PRIME FOR *NATURE*

خضراوات فائقة الأهمية

بعد أن تم تجاهلها لفترة طويلة، تستحوذ الخضراوات المحلية الآن في قارة أفريقيا على الاهتمام، نظرًا إلى فوائدها الغذائية والبيئية.

راشيل سيرنانسكي

في يوم ما، في أوائل شهر مارس الماضي، حين اكتظت الطاولات وقت الغداء في مطعم كي أوسيوي في نيروبي، ظلّ أفراد طاقم الخدمة يركضون ذهابًا وإيابًا من المطبخ وإليه، حاملين أطباقًا ساخنة من العنب الأفريقي ذي اللون الأخضر الداكن، وحساء حبوب القطيفة الأفريقية الشهية، وأوراق اللوبيا المطهوّة على البخار. من المعروف أن هذا المطعم هو أفضل مكان يقدم وجبات الخضار الورقية الخضراء التقليدية في كينيا، التي بدأت تَرِد مؤخّرًا على قوائم الطعام بشكل متزايد في جميع أنحاء المدينة.

قبل بضع سنوات فقط، كانت تمتلئ غالبية تلك الأطباق بمواد غذائية معينة، مثل أوراق الكرنب، أو اللفت، التي أُدخلت من أوروبا إلى أفريقيا منذ فترة تزيد على قرن بقليل. وفي نيروبي، اقتصر بيع الخضراوات التقليدية غالبًا على أسواق متخصصة يصعب العثور عليها. وبالرغم من أن هذه النباتات مفضَّلة من قِبل بعض سكان المناطق الريفية في أفريقيا، فقد تم تجاهلها ـ إلى حد كبير ـ من قِبل الباحثين وشركات البذور؛ وبهذا.. تَراجَع إنتاجها، وفي بعض الأحيان جودتها كذلك عن باقي المحاصيل التجارية.

تشهد الخضراوات المحلية الآن رواجًا كبيرًا، حيث باتت تملأ الرفوف في محلات السوبر ماركت الكبيرة، حتى في نيروبي، وتنتج شركات البذور المزيد من الأصناف التقليدية كل عام، كما زاد المزارعون الكينيون المساحة المزروعة بهذه الخضراوات الورقية بنسبة 25% بين عامي 2011 و2013، وأدرك الناس في جميع أنحاء شرق أفريقيا فوائد الخضراوات؛ مما زاد الطلب على المحاصيل، وهو ما وجده الباحثون الزراعيون وخبراء التغذية نبأً سارًّا، فهُم يدّعون أنّ الخضراوات المحلية تمتاز بمجموعة من الخواص المطلوبة: فالكثير منها أغنى بالبروتينات والفيتامينات والحديد والمواد المغذية الأخرى بشكل كبير من المحاصيل الشائعة المستوردة، مثل أوراق اللفت، كما أنها أقدر على تحمُّل الجفاف والآفات الزراعية، وهو ما يجعل من الأصناف المحلية سلاحًا فعّالًا ضد أمراض نقص التغذية. تقول ماري أبوكوتسا-أونيانجو، وهي باحثة في علم البستنة في جامعة جومو كينياتا للزراعة والتكنولوجيا في جوجا بكينيا، ومن المؤيدين البارزين لزراعة الأنواع المحلية: «نودّ أن تلعب الخضراوات المحلية دورًا في أفريقيا، حيث يُعتبر سوء التغذية مشكلة شائعة».

يكشف الآن العلماء في أفريقيا وأماكن أخرى الدراسات

«تبيع النساء العنب الأفريقي والخضراوات الورقية الأخرى في سوق في نيروبي».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

على الخضراوات المحلية؛ للاستفادة من فوائدها الصحية، وتحسينها، من خلال تجارب الاستنبات، آملين أن تتمكن مثل هذه الجهود في انتشارها بين المزارعين والمستهلكين، ولكن لذلك مخاطر أيضًا، فمع انتشار الخضراوات المحلية، سيسعى الباحثون للحصول على محاصيل تنمو بشكل أسرع من المعتاد، مما قد يلغي ـ عن غير قصد ـ صفة مقاومة الأمراض، أو بعض الصفات المفيدة الأخرى، التي تجعل منها نباتات مطلوبة في المقام الأول.

يقول أندرياس إيبرت، مدير بنك الجينات في مركز الخضراوات العالمي (AVRDC)، وهي منظّمة للبحوث الزراعية، مقرّها في شانهوا في تايوان: «من المهم أن نحاول التوصل إلى أصناف مختلفة عندما نقوم بالترويج لمحصول معين»، ويضيف قائلًا إنه إذا ما أدّى الانتشار المتزايد لهذه الخضراوات إلى تضييق الخيارات المتاحة، «فإننا سنفقد الفوائد الأساسية التي نشهدها حاليًا».

البروتين النباتي

تعيد الخضراوات المحلية للباحثة أبوكوتسا ذكريات الطفولة، وذلك عندما مرضت بسبب تناولها لحليب البقر والبيض وبعض أنواع السمك؛ فنصحها الأطباء بتجنُّب كافة أنواع البروتين الحيواني. وبالتالي، قامت نساء عائلتها بتحضير أطباق لذيذة من الخضراوات الورقية التي كانت تنمو كحشائش حول المنزل. وفي كثير من الأحيان، كانت والدتها تطهو أوراق نبات *Solanum scabrum*، فضلًا عن ملوخية نبات *Corchorus olitorius*، وأوراق اللوبيا التي تُعرف في مناطق أخرى باللوبيا ذات العين السوداء *Vigna unguiculata*، كما اعتادت إحدى الجدّات على طهو أوراق اليقطين الخضراء *Cucurbita moschata* مع الفول السوداني، أو بذور السمسم.

كانت أبوكوتسا تستمتع بتناول هذه الأطباق، وكانت تأكل الخضراوات مع الأوجالي، وهي أكلة تُشبه عصيدة من دقيق الذرة، معروفة في شرق أفريقيا. وتقول أبوكوتسا إنها اختارت ممارسة مهنة مرتبطة بمجال الزراعة، لأنها أرادت أن «تكشف الطاقات الكامنة في الخضراوات الأفريقية المحلية»، كما تُعتبر الآن من الروّاد في جميع أنحاء أفريقيا، وصولًا إلى جميع أنحاء العالم في مجال عمل سريع التطور. وحسبما تقول جين أمبوكو، رئيسة قسم البستنة في جامعة نيروبي: «إنها تقترب من أن تكون أم الخضراوات المحلية في كينيا».

بدأت أبوكوتسا مسيرتها في أوائل التسعينات بالبحث وجمع النباتات المحلية في كينيا؛ للتحقق من صلاحية البذور التي يستخدمها المزارعون. وفي العقود اللاحقة، ركزت على الخصائص الغذائية لتلك الخضراوات. أما اليوم، فلم تعد وحدها في هذا المجال؛ حيث يُجْرِي «مركز الخضراوات العالمي» أبحاثًا متخصصة وبرنامجًا للاستنبات في مكتبه في أروشا بتنزانيا، وتقوم منظمة بحوث الثروة الحيوانية والزراعية الكينية في نيروبي بعمل مماثل، كما تركز المنظمات الصحية والزراعية الأخرى في كل من شرق وغرب أفريقيا على تعزيز استخدام المستهلك لهذه المحاصيل، وتحسين الجدوى والعائد منها. ويتوافق ذلك مع الاتجاه العالمي للتركيز على أطعمة المناطق البيولوجية، من خلال استخدام المحاصيل التي تتكيف بشكل جيد مع مناخ وبيئة معيّنين، بدلًا من النباتات الأجنبية التي تكون أقل في القيمة الغذائية، وتتطلب ماء أوفر، أو أسمدة أكثر.

إنّ غالبية الخضراوات المحلية التي تُدرس في شرق أفريقيا هي تقريبًا تلك الورقية ذات اللون الأخضر الداكن والمذاق المرّ إلى حد ما. يحب الكينيون العنب الأفريقي وأوراق القطيفة على وجه الخصوص. *Amaranthus sp*، وينمو نبات العنكبوت *Cleome gynandra* في البرية في شرق أفريقيا، وكذلك في جنوب آسيا، وهو أحد النباتات المفضلة لدى أبوكوتسا، وذلك بسبب مذاقه الحمضي. أما ملوخية نبات *Corchorus sp*، فتمتاز بقوام يمكن أن يحبه البعض، ويكرهه البعض الآخر، فقوامها مثل البامية، يصبح لزجًا عند الطهو. يقول إيبرت إن نبات المورينجا *Moringa oleifera* لا يُعتبر فقط واحدًا من أكثر الخضراوات المحلية المفيدة ـ سواء من الناحية الغذائية، أم الطبية ـ ولكنه شائع الاستخدام أيضًا في عديد من البلدان حول العالم. وأظهر البحث الذي أجرته أبوكوتسا وغيرها احتواء الخضراوات ـ كالقطيفة، ونبات العنكبوت، والعنب الأفريقي ـ على كميات كبيرة من البروتين والحديد بنسب أعلى من أوراق اللفت والكرنب[1] في كثير من الأحيان، حيث إن تلك الخضراوات غنية عمومًا بالكالسيوم وحمض الفوليك، وكذلك الفيتامينات ألف، وجيم، وهاء (المرجع 2).

«يخاطر الباحثون بالخواص التي تجعل الخضراوات المحلية مطلوبة في المقام الأول».

درست أبوكوتسا في السنوات الأخيرة آلية الحصول على الاستفادة الغذائية القصوى باستخدام طرق الطهو المختلفة؛ بالمقارنة بالخضراوات النيئة، فإنّ المسلوقة والمقلية منها غنية بالحديد بنسبة أكبر[3]، ويمكن أن تساعد على مكافحة ارتفاع معدلات فقر الدم في أجزاء من شرق أفريقيا. كما تضيف قائلة إنها يمكن أن تكون مصدرًا مهمًّا للبروتين: «بعض الناس يتغذون فقط على الخضراوات، وربما لا يستطيعون شراء اللحوم».

تدرس أبوكوتسا حاليًّا فعالية مضادات الأكسدة الموجودة في الخضراوات المحلية، وكذلك مدى قدرتها على التكيف مع آثار تغيرات المناخ. فمعظم الأصناف المحلية تكون جاهزة للحصاد في وقتٍ أقلّ بكثير من تلك غير المحلية، ولذلك فإنها يمكن أن تمثّل خيارات واعدة في حال عدم انتظام مواسم الأمطار، التي يمكن أن تكون واحدة من النتائج المتوقعة لظاهرة الاحتباس الحراري. إنّ النبات ذا الأوراق النحيلة من فصيلة *Crotolaria sp*. يصمد جيدًا أثناء الجفاف، حيث إنه سريعًا ما تنمو جذوره الوتدية، وتضيف: «إذا قصر موسم الأمطار بسبب تغير المناخ؛ فإنه يتمكن من البقاء على قيد الحياة».

تعمل أبوكوتسا الآن مع باحثين آخرين على تحديد الخضراوات ذات المرونة الأعلى تجاه الاختلافات في معدلات سقوط الأمطار ودرجة الحرارة. كما أدركت أبوكوتسا مبكّرًا أنها بحاجة إلى بذل المزيد من الجهد؛ لإقناع الناس بإضافة الخضراوات المحلية إلى برامجهم الغذائية الخاصة بالتنحيف. وفي عام 2000 قادت أبوكوتسا حملات التوعية العامة، وعملت مع المطاعم ومحلات السوبر ماركت في جميع أنحاء كينيا؛ لمعرفة احتياجاتهم اللازمة للبدء في بيع هذه الأطعمة، ولكن كانت هناك مشكلة بسيطة، إلا أنها مهمة، تتمثّل في أن الناس لا يعرفون كيفية طبخ تلك الخضراوات. فعلى عكس الخضر ذات الأوراق الكبيرة، كاللفت مثلًا، تمتاز أصناف محلية عديدة بأوراقها الصغيرة التي يتوجب فصلها عن السيقان بشكل فردي قبل الطبخ، وهي عملية مرهقة.

غالبًا ما تكون الخضراوات المستخدمة في الوصفات محددة. فعلى سبيل المثال.. يمكن طهو أوراق نبات العنكبوت مع اللبن الرائب، بينما تتناسب أوراق اللوبيا بشكل أفضل مع فول الصويا، أو معجون الفول السوداني. وعلى الرغم من معرفة الأجيال الأكبر سنًا وبعض سكان الريف بكيفية استخدام معظم الخضراوات المحلية، إلا أن الكثير من طرق الطهو التقليدية قد اندثر في المنطقة، وهكذا عملت أبوكوتسا على جمع وتجربة وصفات الطهو تلك؛ لزيادة كمية الحديد والمواد المغذية التي تحتوي عليها تلك الأطباق.وكان «كي أوسيوي» من أوائل المطاعم التي اهتمت بشكل إيجابي، وسرعان ما تبعته مطاعم أخرى. وبالنسبة إلى أبوكوتسا، لا تُعتبر الخضراوات المحلية مجرد موضوع للبحث، إلا أنها لا تزال جزءًا أساسيًّا من نظامها الغذائي، حيث تقول: « تناولت اليوم أوراق اليقطين والعنب الأفريقي في وجبة الغداء».

ازدادت شعبية الخضر مؤخرًا في جميع أنحاء شرق أفريقيا. وفي سوق مزدحمة في أروشا، تبحث امرأة شابة ترتدي حجابًا أزرق فاتحًا عن أوراق البطاطا السكرية *Ipomoea batatas*، التي تُعرف محليًّا باسم «ماتيمبيلي» matembele، ذات الصيت الذائع في تحسين خواص الدم، ومن ثم تشتريها من امرأة مسنّة تبيع الخضراوات المحلية بشكلٍ حصري تحت مظلة حمراء كبيرة، تحمي بضاعتها من أشعة الشمس في وقت الظهيرة، حيث صرّحت بأن مبيعاتها من هذه النباتات قد ارتفعت بشكل كبير خلال السنوات الخمس الماضية.

النداء العالمي

لا يمكن أن نَعتبر أن الخضراوات الورقية هي المحاصيل المحلية الوحيدة التي جذبت اهتمام الباحثين؛ ففي أوائل التسعينات، عقد المجلس الأمريكي القومي للبحوث (NRC) في واشنطن، لجنة لدراسة الطاقة الكامنة في «المحاصيل المفقودة» في أفريقيا، بما في ذلك الحبوب والفواكه والخضراوات. وخلص الفريق ـ الذي ترأسه الباحث الزراعي الشهير نورمان بورلو ـ إلى أن النباتات المحلية تمتاز بإمكانات هائلة لتحسين الأمن الغذائي والتغذية السليمة في جميع أنحاء أفريقيا، ويتوجب على الباحثين التركيز عليها أكثر[4]. وفي الوقت الراهن، يدرس المركز العالمي لزراعة الغابات في نيروبي مجموعة تضم أكثر من ثلاثة آلاف صنف من أصناف الفاكهة المحلية في أفريقيا، وقد وجدوا أنها تحتوي على قيمة غذائية أكبر، كما تتحمل الجفاف، وتقاوم الأمراض والآفات الزراعية بشكل أكبر.

جذبت الخضراوات الانتباه الأعظم، سواء في السوق، أم بين الباحثين. يقول رايموند فودوه، الباحث في علم الوراثة وتربية النباتات مع منظمة التنوع البيولوجي الدولية في كوتونو ببنين، إنّ فريقه الذي يعمل في غرب أفريقيا يركز على زراعة الخضراوات البرية. وتساعد النباتات البرية قوية الاحتمال الأُسَر الأفريقية على مواجهة فترات الجفاف، أو قلّة المحاصيل، ولكنها مهددة بعمليات إزالة الغابات وأنواع أخرى من عمليات تمهيد الأرض. وباستخدام طرق الاستنبات، سيتمكن الباحثون من تزويد المزارعين بأصناف أكثر أمنًا من الخضراوات المحلّية، بحيث تتمكن من تحمُّل الأوقات العجاف بشكل أفضل.

يقوم «مركز الخضراوات العالمي» بإجراء أبحاث جادّة على الأنواع التقليدية في آسيا وأوقيانوسيا، وكذلك أفريقيا. يقول إيبرت: «يوجد تنوع وفير في النباتات المحلية في جميع أنحاء هذه المناطق»، لافتًا النظر إلى

NATURE.COM
لمشاهدة بعض الخضراوات الأفريقية، يرجى زيارة الرابط التالي:
go.nature.com/fh7496

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

PETE MULLER/PRIME FOR *NATURE*

ساعدت الخضروات المحلية الأفريقية ماري أبوكوتسا-أونيانجو في طفولتها، حيث كانت تتغذى عليها حصريًّا، ثم تقدم بها العمر لتصبح رائدة في مجال الأبحاث المجراة على تلك المحاصيل.

البامية والباذنجان الأفريقي *Solanum aethiopicum* في مالي، وإلى القرع المر *Momordica charantia*، وسبانخ مالابار *Basella alba* في الهند، وإلى الملفوف الأملس *Abelmoschus manihot* في جزر المحيط الهادئ. يقول: «يكمن التحدي الذي نواجهه في تحديد اختيارنا لنوع من النباتات المحلية لدراسته، وذلك مع وجود أكثر من ألفي صنف من النباتات التي يمكن أن تؤخذ بعين الاعتبار، وتُستهلك بوصفها خضراوات، إضافة الى التمويل الضئيل والمحدود للبحث. إنه خيار صعب». ويضيف قائلًا إن أقل من 10% من الميزانية السنوية لمركز الخضار العالمي، التي تُقدَّر بحوالي عشرين مليون دولار تقريبًا، تُخصّص لدراسة الخضراوات المحلية.

وكان التركيز الأكبر على المشاكل الأساسية، مثل صعوبات الإنبات، ونقص المعلومات حول أفضل السبل لتخزين البذور. هذا.. ولا ترقى الخضراوات المحلية إلى معايير الزراعة الحديثة، وذلك من حيث الصفات المميزة، مثل تناسق البذور، والقدرة على إنتاج المحاصيل، ولذلك.. ما زال يوجد الكثير للعمل عليه.

يقول الباحثون إن الجهود المبذولة لتحسين الخضراوات المحلية يمكن أن تكون مكلفة، ففي حال ركّز المزارعون على زيادة الإنتاجية فقط، فإنه من الممكن أن يقضي ذلك على الفوائد الغذائية عن غير قصد، وعندما يسعى المزارعون إلى رفع الإنتاج من خلال زراعة محصول واحد فقط، فإنهم يجازفون بفقدان بعض الصفات التي تجعل من هذه الخضراوات شيئًا مرغوبًا؛ فعلى سبيل المثال.. تواجه قِطَع الأراضي المزروعة بنوع واحد من المحاصيل مخاطر أكبر تتمثل في إمكانية إتلافها تمامًا عن طريق الحشرات، أو الأمراض.

في أواخر شهر فبراير الماضي، في «مركز الخضراوات العالمي» في أروشا، تجوّل مُرَبّي الخضراوات فيكادو دينسا حول سياج منفصل مليء بالنباتات المستخدَمة في عمليات الاستنبات، وتفحّص طاولة مغطاة بأحواض بادئة مزروعة بالقليل من نباتات القطيفة المنتقاة من 57 من خطوط الاستنبات. يقول دينسا إنه في واحدة من تلك الأحواض كانت النباتات أطول بمرتين من مجاوراتها، ولكن لن يلقى لونها الشاحب رواجًا في السوق، وبذلك يريد أن يولد خاصية سرعة النمو في خطوط استنبات أخرى لتطوير نوع جديد من القطيفة المجدية تجاريًّا، التي تُعد عملية تجربة وخطأ يمكن أن تستغرق سنوات.

القوة في التنوع

يقول الباحثون إنه نظرًا إلى زراعة الخضراوات المحلية بأعداد أكبر، سنواجه تحديًا لمنع الأصناف الأقل شيوعًا من الزوال، ويمكن لذلك أن يهدد قدرة المحاصيل على التكيف، لأنه من الممكن أن تحمل الأنواع المختلفة جينات منفصلة تعمل على مقاومة الفيروسات الممرضة والآفات الزراعية، ومن الممكن أن يحدّ فقدان التنوع أيضًا من الطلب على الخضراوات. فعلى سبيل المثال.. تميل المجتمعات الساحلية في كينيا إلى أوراق العنب الأفريقي الكبيرة، في حين تفضل المجتمعات الغربية مجموعة متنوعة ذات أوراق صغيرة، وطعم أكثر مرارة بكثير.

وقد تقلصت الخيارات المتاحة بالفعل، فلا تبيع شركة بذور «سيملاو» في نيروبي ـ وهي فرع من شركة البذور الكينية ـ سوى بضعة أصناف من كل من نباتي القطيفة، والعنب الأفريقي، اللذين اختيرا بناء على كونهما الأكثر شعبية على المستوى المحلّي. تضيف أبوكوتسا: «بالطبع إنها تشكل مصدر قلق، لأنه من وجهة نظر عملية، لا يمكننا أن نروّج لهم جميعًا»، كما توصّلت مع غيرها من الباحثين إلى حلّ وسط من خلال الترويج لأنواع معينة في الوقت الذي يحاولون فيه الحفاظ على التنوع الكامل في كل من بنوك الجينات في كينيا، وفي «مركز الخضراوات العالمي». هذا.. وقد شجع الباحثون المجتمعات أيضًا على مواصلة زراعة الأصناف التي يفضلونها عادةً.

يرى كاليستوس جوما، مدير مشروع العلوم والتكنولوجيا والعولمة في جامعة هارفارد في كمبريدج بماساتشوستس، أن هذه الجهود تُعتبر أمرًا حاسمًا، وأنه مع التقدم في علم الجينوم، يتعين على الباحثين إيجاد سبل لتحسين المحاصيل المحلية، وذلك بإطالة العمر الافتراضي على سبيل المثال، واستخدامها في استنبات نباتات أخرى، «فمن الممكن لتلك المحاصيل أن تمتلك صفات مفيدة لمحاصيل أخرى».

يحث جوما ـ الذي عمل في الهيئة الاستشارية للمحاصيل المفقودة في المركز القومي للبحوث ـ المزيد من مراكز البحوث الزراعية في أفريقيا على دراسة هذه الخضراوات، ويقول إنّ العمل الذي تقوم به أبوكوتسا وزملاؤها «ينبغي القيام به في كل الجامعات».

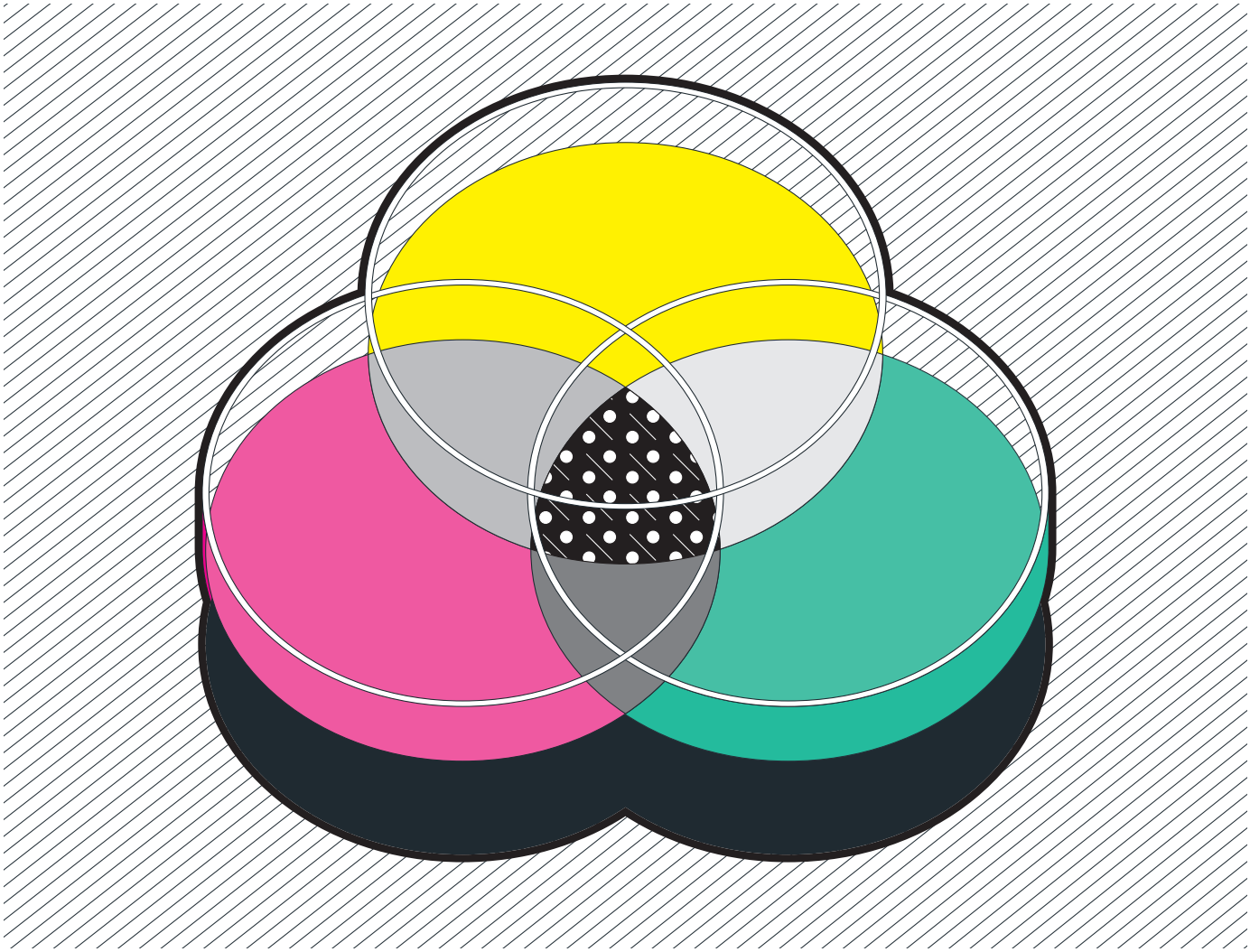
في صبيحة أحد أيام الأربعاء الحارة من شهر مارس، تجوَّلت أبوكوتسا في جميع أنحاء الحرم الجامعي، لتفقُّد بعض أعمال طلابها، فوجدت أحدهم ينشر أوراق القطيفة في صندوق خشبي تحت أشعة الشمس؛ لاختبار مدى تغيير التجفيف للخصائص الغذائية للنباتات. توقفَتْ بعد ذلك للحديث مع طالب آخر رأته يقف وسط عشرات من صفوف نباتات العنب الأفريقي المستنبتة مؤخرًا، التي هي جزء من تجربة تُجرى على التنوع الجيني. أضافت أبوكوتسا: «لقد حققنا تقدمًا كبيرًا، ولكن لا يزال هناك الكثير مما يتعين علينا القيام به». ■

راشيل سيرنانسكي كاتبة مستقلة في دنفر، كولورادو.

1. Abukutsa, M. O. O. *African Indigenous Vegetables in Kenya: Strategic Repositioning in the Horticultural Sector* (JKUAT, 2010).
2. Yang, R.-Y. & Keding, G. B. in *African Indigenous Vegetables in Urban Agriculture* (eds Shackleton, C. M., Pasquini, M. W. & Drescher, A. W.) Ch. 4 (Earthscan, 2009).
3. Habwe, F. O., Walingo, M. K., Abukutsa-Onyango, M. O. & Oluoch, M. O. *Afr. J. Food Sci.* **3,** 393–397 (2009).
4. NRC. *Lost Crops of Africa: Volume II: Vegetables* (National Academies Press, 2006).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



ILLUSTRATIONS BY THOMAS POROSTOCKY

سَبْر أغوار المادة الميكروبية المظلمة

يبحث علماء الأحياء المجهرية طرقًا جديدة لاستكشاف العوالم الرحبة للميكروبات المجهولة، بحثًا عن مضادات حيوية.

كوري لوك

فشلت المرة الأولى التي حاول فيها روبرت هاينزن دفع بكتيريا *Coxiella burnetii* للنمو من تلقاء نفسها فشلًا ذريعًا. تنقسم هذه البكتيريا التي تسبب مرضًا شبيهًا بالإنفلونزا يُسمى حُمَّى «كيو» Q، عادةً داخل الخلايا التي تصيبها بالعدوى فقط، مما أرغم الباحثين على زراعتها في أنسجة الثدييات، وعرقل جهودهم الرامية إلى سبر أغوار الميكروب. وعندما حاول هاينزن اكتشاف وسيلة مختلفة لزرع هذا الميكروب، حينما كان في مرحلة ما بعد الدكتوراة في أوائل تسعينات القرن الماضي؛ لم يخرج سوى بنصف كتاب من الملاحظات المتفرقة.

ظلت المشكلة تلحّ على هاينزن، حتى عام 2003، عندما تم فك تتابع[1] جينوم بكتيريا *C.burnetii*، بينما كان يبدأ في إنشاء مختبر في مختبرات روكي ماونتن، التابعة للمعاهد الوطنية الأميركية الصحية، في هاميلتون، مونتانا. اعتقد هاينزن أن الجينوم يمكنه تقديم أدلة مهمة عن عملية أيض البكتيريا ونموها. ورغم ذلك.. استغرق الأمر من زميل ما بعد الدكتوراة أنديرس أومسلاند، حوالي أربع سنوات من الاختبار المنهجي لمئات من ظروف أنماط بيئات الزرع، للتوصل إلى صيغة مثالية لزراعة الميكروب خارج الخلايا[2]. ويذكر هاينزن في هذا الصدد: «عندما عَرَضَ عليّ بيئات الزرع، اعتقدتُ أنها لا بد أن تكون ملوثة»، لكنّ عدة أشهر إضافية من العمل أكّدت نجاحها.

ما تزال بكتيريا *Coxiella burnetii* واقعة ضمن قطاع الأقلية. وحتى الآن، لا يمكن زرع نسبة (85-99)% من البكتيريا والجراثيم العتيقة في المختبر، مما يضع

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

حواجز أمام تنامي معرفة العلماء بالحياة الميكروبية، ويعوق البحث عن مضادات حيوية جديدة، حيث يتم اشتقاقها غالبًا من البكتيريا. ويصبح ذلك البحث أكثر إلحاحًا مع تعاظم مقاومة العقاقير المتوفرة حاليًّا: في مايو الماضي، وافقت منظمة الصحة العالمية على خطة عالمية لمكافحة مقاومة للمضادات الحيوية، وطالبت لجنة المراجعة التي عيَّنتها الحكومة البريطانية باستثمار 1.3 مليار جنيه استرليني (2 مليار دولار أمريكي) من الصناعة الدوائية العالمية، لإعادة إحياء بحوث المضادات الحيوية. يقول الباحثون إنه بغرض اكتشاف أدوية جديدة، يحتاجون إلى طرق بديلة لاستقصاء منظومة الكائنات الحية غير المزروعة، والمادة المظلمة الغامضة في عالم الميكروبات.

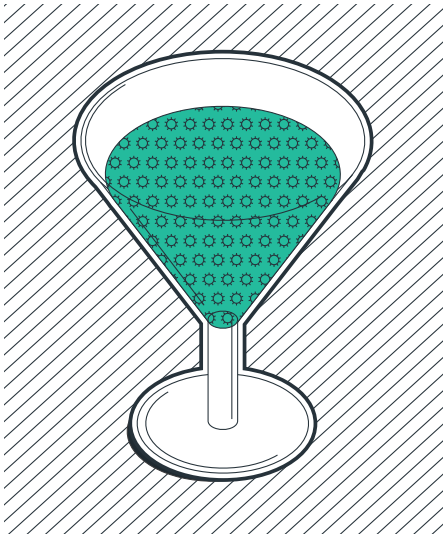
قَطَعَ العلماء بالفعل خطوات نحو هذا الهدف، وقد ساعدهم التقدم في طرق الزرع وغيرها من الوسائل التكنولوجية على زراعة الميكروبات التي كانت غير قابلة للزرع سابقًا، كما ساعدهم على تطوير طرق فك تتابُع الحمض النووي، ونظم المعلومات الحيوية، بغرض دراسة بعض الميكروبات، دون الحاجة إلى زرعها على الإطلاق. كشفت هذه الأعمال عن كمية مذهلة من التنوع الميكروبي في عيّنات تتراوح ما بين: التربة، والأراضي دائمة التجمد، والإسفنج البحري، والفتحات المائية الحرارية، وشقوق الجسم البشري. وتشير بعض الاكتشافات بالفعل إلى مضادات حيوية محتملة، ويقول العلماء إن كل هذا هو البداية فحسب. «هناك بالتأكيد إمكانية عالية لاكتشاف المزيد من التنوع البيولوجي. وإذا بحثت عن المزيد؛ فستجد المزيد»، حسب قول أوته هينتشل، خبير الأحياء المجهرية البحرية، في جامعة فورتسبورج في ألمانيا.

مزرعة مختلطة

جرت العادة أن يدرس البيولوجيون الميكروبات عن طريق إنماء بيئات زرع نقية من أحد الأنواع ضمن مجموعات قياسية مقبولة من العناصر الغذائية. والمشكلة هي أن البكتيريا لا تعيش بهذه الطريقة في الطبيعة، فهي تقطن في مجموعة واسعة من الأوساط البيئية، وعادة ما تجاورها كائنات أخرى. وقد ناضل العلماء كثيرًا لإعادة تخليق هذه الظروف، حتى أظهر هاينزن وأومسلاند في دراساتهما على بكتيريا *C. burnetii*، أن وضع التسلسل الجيني يمكنه فتح الباب لتحقيق هذا الهدف.

استخدم أومسلاند التسلسل الجيني للمقارنة بين الجينات التي يتم التعبير عنها عندما تنمو البكتيريا بنجاح داخل الخلايا المضيفة، وبين الجينات التي يتم التعبير عنها عندما كانت البكتيريا تكافح لتنمو وحدها. وجد أومسلاند مجموعة من الجينات المسؤولة عن تخليق البروتين، التي كانت أقل نشاطًا في حالة الميكروبات التي تكافح لتنمو وحدها. وهي إشارة إلى أن إضافة الأحماض الأمينية والببتيدات إلى وسط الإنماء قد يساعد البكتيريا على الانقسام، ولكن حتى عندما تمكن أومسلاند من زيادة تخليق بروتين البكتيريا إلى 13 ضعفًا، لم تتمكن من الانقسام[2].

وجاء الحل أخيرًا من الجينات التي تشير إلى أن بكتيريا *C. burnetii* يمكنها البقاء على قيد الحياة في الأوساط البيئية منخفضة الأكسجين. وعندما وضع الفريق الميكروب في أوساط تحتوي على نسبة أكسجين 5% أو أقل؛ شاهدوا البكتيريا تنمو أخيرًا. ويقول هاينزن بشأن هذا: «لقد كان اكتشافًا حاسمًا. لم تكن المغذيات هي المفتاح، بل كان عاملًا بيئيًّا».



«لقد كان اكتشافًا حاسمًا. ولم تكن المغذِّيات هي المفتاح، بل كان عاملًا بيئيًّا».

منذ اعتماد التقنية الجديدة المسماة «المزرعة النقية»، أو الزرع بلا خلايا مضيفة، توسع مجال بكتيريا *C. burnetii* كثيرًا. وعن طريق التشغيل والتعطيل الانتقائي للجينات، تعرَّف الباحثون على طرق تفاعل البكتيريا مع خلايا المضيف لإصابتها بالعدوى، ثم انقسامها. و«بدون أيّ مبالغة، تمكنت القدرة على إنماء بكتيريا *C. burnetii* في بيئة نقية خارج خلايا المضيف من إحداث ثورة شاملة في دراسة هذا المجال»، حسب قول هايلي نيوتن، أحد علماء الأحياء الدقيقة، والباحثين في بكتيريا *Coxiella* في جامعة ميلبورن في أستراليا. كما أن البكتيريا قابلة للانتقال بسهولة شديدة في الهواء، وتُعتبر تهديدًا حيويًّا محتملًا. ويعمل مختبر هاينزن الآن على تخليق سلالات، تم تعطيل جينات الفوعة الرئيسة فيها، على أمل أن تكون مفيدة في تطوير اللقاحات.

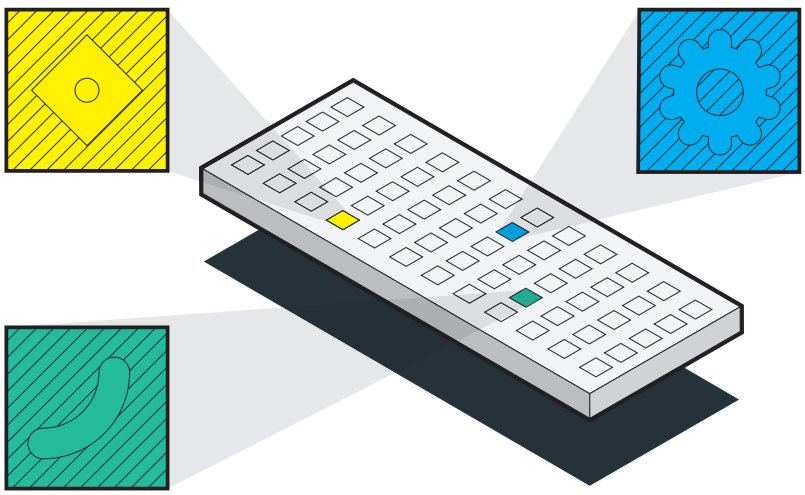
ويعكف الباحثون الآن على تصميم أنظمة بيئات زرع للميكروبات الأخرى، التي تنمو داخل الخلايا فقط. وقد طوَّر أومسلاند ـ الذي يعمل حاليًّا في جامعة واشنطن في بولمان ـ نظام زرعٍ خالٍ من الخلايا من أجل بكتيريا[3] *Chlamydia trachomatis*، وهي العامل المُمْرِض المسبِّب لواحد من أكثر الأمراض المنتقلة جنسيًّا شيوعًا. لم يكن قد تمكَّن بعد من دفع بكتيريا *Chlamydia* للانقسام في الوسط الخاص به، ولكنه يقول «وُلدت متفائلًا»، ونجاحه مع بكتيريا *C. burnetii* يحيي أمله.

بيئات زَرْع مصغَّرة

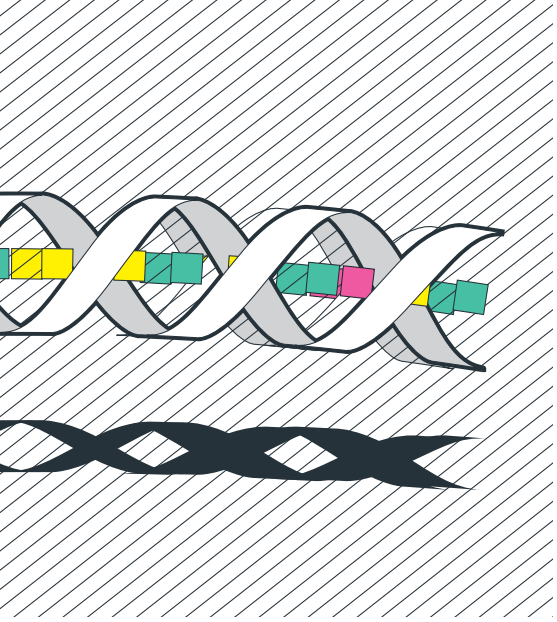
إحدى طرق تسريع عملية إيجاد صيغة مناسبة لبيئة الزرع، هي استخدام رقائق الموائع المجهرية. وهي أجهزة تحتوي على آلاف الحجيرات الصغيرة، المتصلة بقنوات تجعل إجراء العديد من التجارب في الوقت نفسه أمرًا ممكنًا. بعد استخدام هذه الطريقة لزراعة ميكروب جديد[4]، أطلق رستم إسماجيلوف من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا ومعاونوه اسم microfluidicus 1، على البكتيريا الجديدة التي عزلوها[1].

كان إسماجيلوف قد بدأ بالفعل العمل على الموائع متناهية الصغر في عام 2012، عندما وضعت مجموعة من علماء الأحياء المجهرية قائمة بالأنواع «الأكثر طلبًا»، موجِّهين نداءً إلى مجتمع الباحثين، لإنماء ووضع تسلسل جينوم الميكروبات التي كانت شائعة نسبيًّا في جسم الإنسان، وكانت على صلة بعيدة بالكائنات الموضوع تسلسلها بالفعل، التي استعصت كل محاولات زرعها[5].

لبَّى إسماجيلوف وفريقه النداء بجهاز يحمل 3,200 حجيرة بحجم نانولتري، يمكن وضعه في راحة اليد، حيث كشطوا عيّنات من بطانة أمعاء متطوع سليم، ثم خفّفوها بحيث لا توجد أكثر من خلية واحدة في كل حجيرة. وبملء الكثير من الحجيرات، زاد الباحثون فرص عثور الكائن المستهدف ـ ميكروب يوجد في الأمعاء البشرية، من جنس بكتيريا *Oscillibacter* ـ عن طريق الوصول إلى بعض منها على الأقل. استخدم الفريق نحو عشر رقائق لاختبار مختلف الظروف، واستطلعوا نمو الميكروب، عن



© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



طريق فحص الحمض النووي؛ بحثًا عن الجين الرئيس الدال على نمو الميكروب.

تمكَّن الفريق من العثور على البكتيريا، ثم إنمائها إلى كميات أكبر في أطباق بتري، حيث كانت هذه البكتيريا واحدة من أوائل أعضاء القائمة المطلوب زراعتها. وكشفت دراسة جينية أخرى أن بكتيريا الموائع المجهرية microfluidicus 1، لم تكن في الواقع جزءًا من جنس بكتيريا *Oscillibacter*، إذ تم تصنيفها بشكل خاطئ، بينما هي في الواقع جزءًا من مجموعة جديدة قريبة، يعمل الفريق الآن على توصيفها.

وجد الفريق أن دَفْعَةً من السوائل التي تم استخلاصها من أمعاء المتطوع كانت عنصرًا أساسيًا لنمو هذه البكتيريا. يقول إسماجيلوف إن القدرة على مدّ استخدام عينة ثمينة كهذه على مدى آلاف التجارب هي ميزة مهمة لنهج الموائع المجهرية. وثمة ميزة أخرى، هي أن كل خلية بداية لا تضطر للتنافس مع الأنواع الأخرى. يقول إسماجيلوف: «تتيح لنا الموائع متناهية الصغر تحديد شروط الزرع بكفاءة، ومن ثم زيادة فرصنا لنمو البكتيريا المستهدفة».

تَستخدم شياو شيا نينا لين ـ المتخصصة في الهندسة الكيميائية في جامعة متشيجان في آن أربور ـ علم الموائع المجهرية، للوصول إلى أعضاء القائمة الأكثر طلبًا من البكتيريا في عيّنات براز الإنسان، حيث تعيش الميكروبات عادةً في مجتمعات معقدة، وغالبًا تعتمد في حياتها على فصائل كائنات أخرى. لذا.. تحاول شياو تشريح تلك العلاقات، عن طريق وضع خليتين أو ثلاث أو أربع معًا في مجموعات لا حصر لها على رقاقة، لتستنتج أيهما يعتمد على الآخر. وفي هذا الصدد، يقول فنسنت يونج، وهو باحث الأمراض المعدية في جامعة متشيجان، يساعد لين في الحصول على عينات إكلينيكلة: «إنها مقاربة هندسية جيدة، حيث يمكنك تقليل التعقيد بسرعة».

الطبيعية كحاضنة للميكروبات

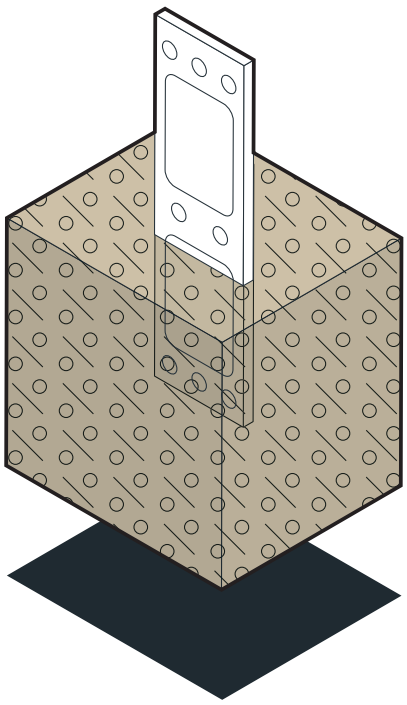
عندما بدأ كل من سلافا إبشتاين، وكيم لويس التعاون منذ 15 عامًا، أدركا أنهما قد لا يحتاجان إلى دفع الميكروبات المتمردة على النمو في المختبر. فإذا كانت البكتيريا تنمو بالفعل بسلاسة في بيئتها الطبيعية، فبالمنطق: لِمَ لا يزرعانها هناك فحسب؟ وهكذا بدأ عالما الأحياء المجهرية ـ من جامعة نورث إيسترن في بوسطن، ماساتشوستس ـ بالعمل على جهاز بسيط، يمكن غرزه في الأرض، وأطلقا عليه اسم «الرقاقة الذكية» iChip.

ظهرت منافع هذا النهج في وقت مبكر، عندما أبلغ لويس وإبشتاين وعلماء آخرون من شركة «نوفوبيوتك فارماسيوتيكالز» NovoBiotic Pharmaceuticals التي أطلقاها في كمبريدج، ماساتشوستس، أنهم استخدموا الرقاقة الذكية لعزل نوع بكتيري جديد من التربة[6]. هذا الجهاز ذو حجم إصبع الإبهام، وهو أقل تعقيدًا من رقاقة الموائع المجهرية؛ يتكون من 384 حجيرة صغيرة، مليئة بعينات من التربة التي مُزجت مع مادة الأجار الهلامية، ثم خُفِّفت للتأكد من استقرار خلية واحدة فقط في كل حجيرة، ثم أُغلقت الرقاقة بغشاء يحبس البكتيريا، ولكنه يسمح بانتشار الجزيئات ذهابًا وإيابًا، ثم زُرعت في حقل عشبي في ولاية ماين، وهذا في التربة نفسها التي أُخذت العينة منها.

بعد مرور شهر، نقل الباحثون المستعمرات من الرقاقة إلى أطباق بتري في المختبر، وأخذوا مستخلصات منها، وفحصوها؛ لمعرفة فعاليتها كمضاد حيوي. وكانوا قد زرعوا 10 آلاف نوع بكتيريا، وهو عدد أكبر بكثير مما لو كانوا قد اكتفوا بوضع عينة التربة على طبق مادة الأجار. وقد توصلوا إلى تحديد فصيلة جديدة، أطلقوا عليها اسم بكتيريا *Eleftheria terrae*[6]، ووجدوا أن هذه البكتيريا تنتج مضادًّا حيويًّا، أطلقوا عليه اسم «تيكسوبكتين» teixobactin، حيث يمكنه قتل العديد من مسبِّبات الأمراض البشرية في المختبر، ومن ضمنها سلالات مقاومة للعقاقير من بكتيريا *Staphylococcus aureus*. ويقول شون برادي في هذا الصدد، وهو عالم الكيمياء الحيوية في جامعة روكفلر في نيويورك: «هذه نتيجة استثنائية بالنسبة لي، لأنهم تمكنوا من إيجاد جزيئات جديدة نقية من مجموعات من الكائنات الحية، لم تركز الصناعة الدوائية عليها».

كان اكتشاف أن البكتيريا الأخرى لم تطور مقاومة تجاه المضاد الحيوي[6] «تيكسوبكتين» ـ كما تفعل ضد معظم المضادات الحيوية الأخرى ـ هو ما وصل إلى عناوين الأخبار العلمية. ويرجع هذا إلى أن المضاد الحيوي «تيكسوبكتين» يرتبط بجزيئات لها أدوار مهمة في تركيب الجدار الخلوي؛ ولا يُعرَف عن البكتيريا أنها تعدل هذه الجزيئات، لتفادي تأثيرات المضادات الحيوية. يقول لويس إن النقطة الفاصلة هي أنه على الرغم من أن بكتيريا *Eleftheria terra* مقاومة أصلًا للمضاد الحيوي «تيكسوبكتين»، فلا يبدو أنها تحتوي على جينات المقاومة التي يمكن نقلها بسهولة إلى بكتيريا أخرى. وهذا لا يعني أن المقاومة لن تحدث أبدًا، ولكن هذا قد يستغرق 20 أو 30 عامًا.

تابَع فريق شركة «نوفوبيوتك» زرع كميات كبيرة من البكتيريا. إنهم ينتجون الآن عدة جرامات من العقار باستخدام التخمير، ويجرون اختبارات قبل إكلينيكية موسعة عن هذا العقار وغيره من العقاقير المرشحة، ويبحثون عن المزيد من الأدلة، في الميكروبات غير المزروعة في عينات التربة ومياه البحر. يستعمل إبشتاين الرقاقة الذكية لزرع ميكروبات جديدة من التربة والمياه في جرينلاند، ويقول إنه تلقى أكثر من 200 طلب هذا العام للرقاقة، ولتقديم المشورة بشأن كيفية استخدامها.



لا تزرع، بل فُك التتابع

على الرغم من هذه النجاحات، لا يزال زرع الميكروبات في البيئات أمرًا معقدًا، يحتمل النجاح والفشل. لذا.. يتجاوزه كثير من الباحثين، ويستبدلونه بتعلُّم ما في وسعهم من الحمض النووي، حيث إن التقدم في أساليب فك تتابع الحمض النووي يعني أن العلماء يمكنهم الآن تحليل الجينومات من الخلايا الميكروبية الفردية غير المزروعة، بعكس ما كان يجري سابقًا، وهذا عن طريق فك تتابع مجتمع يضم العديد من أنواع الميكروبات المختلفة بشكل جماعي، ثم محاولة وضع أجزاء التتابع معًا مرة أخرى.

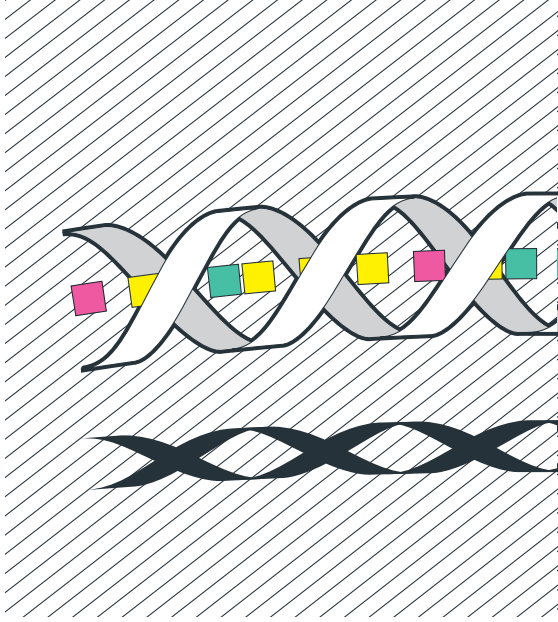
أبدت الباحثة تانيا ويكي ـ من معهد الجينوم المشترك التابع لوزارة الطاقة الأمريكية، الكائن في وولنت كريك، كاليفورنيا ـ اهتمامًا بفك تتابع الخلايا المفردة للمرة الأولى. وهذا بعد مضي وقت قصير على الاكتشاف المهم منذ عشر سنوات، المتعلق بإمكانية استعمال إنزيم ناتج من فيروس يصيب البكتيريا، في صنع عدة نسخ من جينوم[7] الخلية البكتيرية. أرادت ويكي استخدام الأدوات لملء الفجوات في شجرة الحياة الميكروبية.

قامت ويكي ومجموعتها بجمع عيّنات من تسعة أوساط بيئية مختلفة، ومن ضمنها ترسبات مياه نبع حار في ولاية نيفادا، بالقرب من الفتحات الحرارية المائية في المحيط الهادئ، ثم تمكنوا من عزل قرابة 200 خلية، وفكّوا تتابع جينوم كل منها، وصنفوها إلى أكثر من عشرين سلالة جديدة، ليس لها أي ممثل تمت زراعته[8]. ويذكر هينتشل في هذا الصدد: «لقد كانوا بالفعل أول مَنْ نقل علم جينوم الخلايا المفردة إلى مستوى جديد، وذلك من حيث عدد التتابعات، والخلايا المفردة التي تم تحليلها».

في العام الماضي، ذكر يورن بيل من المعهد الاتحادي السويسري للتكنولوجيا في زيوريخ وزملاؤه، أنهم استخدموا تتابع وحيدة الخلية وغيرها من التقنيات، لتحديد البكتيريا غير المزروعة في الإسفنج البحري[9]. فلطالما كانت هذه المخلوقات التي تتغذى بالتصفية مركزًا لاهتمام العلماء، لأنها تنتج مجموعة غنية من المواد الكيميائية ذات الخصائص المضادة للسرطان، والمضادات الحيوية، وغيرها من الخصائص الطبية. كما أنها تؤوي مجتمعات ميكروبية كثيفة، تشكل ما يصل إلى 40% من كتلة الإسفنج، وكان يُعتقَد أنها مصدر هذه المواد الكيميائية، ولكن أعضاء تلك المجتمعات لم تُزرَع.

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



«لقد كانوا بالفعل أول مَنْ نقل علم جينوم الخلايا المفردة إلى مستوى جديد».

ركّز بيل وفريقه على نوع الإسفنج *Theonella swinhoei*، الذي يؤوي نحو ألف نوع من البكتيريا، ويولد عشرات المركبات المعروفة النشطة بيولوجيا. بدأ الفريق عام 2011 فك تتابع الحمض النووي لخلايا بكتيرية فردية معزولة من عيّنات الإسفنج، وبحثوا عن مجموعتين جينيتين معروفتين بمشاركتهما في إنتاج جزيئات نشطة بيولوجيا. ووجدوا هذه الجينات في بكتيريا تُدعى *Entotheonella*[9].

وأكثر ما أثار دهشة بيل، هو أن هذا الكائن كان مسؤولًا عن جميع المركبات النشطة بيولوجيًّا، المرتبطة بالإسفنج تقريبًا، وهو ما وضح عندما أظهرت بيانات فك التتابع أن البكتيريا احتوت جميع الجينات الضرورية. ويحكي بيل عن دهشته عند تلقّيه البيانات الأساسية من معاونيه: «كدت أسقط من مقعدي من الدهشة!»؛ فقد كان هذا أول دليل على أن ميكروبًا غير مزروع يمكنه أن يكون مُنتِجًا «موهوبًا» للمواد الكيميائية النشطة بيولوجيا. كما يضيف: «إن القدرة على توليد العديد من المركبات المتميزة في سلالة واحدة ليس بالأمر المألوف».

يحاول مختبَر بيل حاليًّا هندسة مجموعات جينات من بكتيريا *Entotheonella* في كائن قابل للزرع، مثل بكتيريا *Escherichia coli*، بحيث يمكن للمضيف أن يولد المركبات. ومن غير المرجح أن يكون هذا سهلًا، نظرًا إلى أن الجينات المُولَّدة حيويًّا قد تكون ضخمة. كما إنه يفحص جينومات جراثيم الإسفنج الآتي من اليابان، وبابوا غينيا الجديدة، وإسرائيل، بحثًا عن مُنتِجات بكتيرية فائقة أخرى.

تنقيب في الجينات

قام مايكل فيشباخ ـ المتخصص في الكيمياء الحيوية في جامعة كاليفورنيا، سان فرانسيسكو ـ بوضع طريقة مختلفة لتحليل التتابعات الميكروبية.. فبدلًا من عزل خلايا وحيدة، عمد إلى غربلة بنوك بيانات الجينومات البكتيرية المتنامية، حيث طوّر فيشباخ ومجموعته خوارزمية للتعلم الآلي، مدربة على التعرف على الأنماط الرئيسة المرتبطة بالجينات البكتيرية، التي تولد جزيئات مهمة كالمضادات الحيوية، ثم تركوها تعمل على مجموعة كبيرة من الجينومات البكتيرية، من أجل البحث عن مجموعات جينية جديدة ذات ميزات مشابهة.

تضمَّنت أهدافهم بكتيريا من التربة والمحيطات، يُعرف عنها إيواؤها لمجموعة متنوعة مذهلة من الميكروبات، لكن الخوارزمية أنتجت عددًا مذهلًا من الإشارات، من ميكروبات تعيش على جسم الإنسان، أو فيه، وتُعرف مجتمعةً باسم مجهريات البقعة البشرية. كان فيشباخ متحمسًا ومتخوفًا في الوقت نفسه عندما حصل على النتائج الأولى.. كان متحمسًا لأن المركبات النشطة بيولوجيا التي صنعتها مجهريات البقعة كانت مجالًا بِكْرًا، وقد تكون لها أدوار مهمة في صحة الإنسان ومرضه؛ وكان متخوفًا لأن أغلب أبحاثه كان على الكائنات الحية الدقيقة في التربة.

ورغم ذلك.. قرر فيشباخ أخذ زمام المبادرة. ومنذ ذلك الحين، حوَّل تركيز كل مختبره نحو الميكروبيوم البشري. وباستخدام نسخة مطورة من الخوارزمية، تابَع فريقه التنقيب في جينومات ما يقرب من 2,500 كائن حي في جسم الإنسان[10]، وعثروا على ما يزيد على 14 ألف مجموعة جينية مولَّدة حيويًّا. ويتحدث فيشباخ في هذا الصدد قائلًا: «لقد كان العثور على جزيئات مثيرة للاهتمام في الميكروبيوم البشري سهلًا إلى درجة ملحوظة. وأستطيع القول إن صعوبة الأمر لا تتعلق بقدرتنا على العثور على الجزيئات، لأن ما نستطيع العثور عليه كثير لدرجة مذهلة».

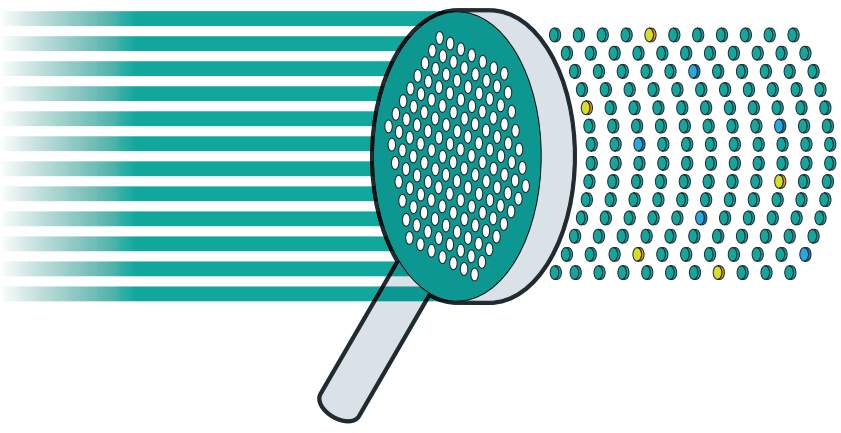
عمدت المجموعة إلى تضييق القائمة إلى أكثر من 3,000 مجموعة جينية شائعة، ووجدت أن أحد المضادات الحيوية المولدة، ويُسمى «لاكتوسيلين» lactocillin، ويصنعه ميكروب شائع الوجود في المهبل. وهو واحد من حفنة من المواد الكيميائية النشطة بيولوجيا، التي يمكن عزلها من مجهريات البقعة البشرية. يمنع المضاد الحيوي «لاكتوسيلين» نمو الجراثيم المهبلية الشائعة، مثل جراثيم *S. aureus*، ولكنه لا يمنع نمو أنواع البكتيريا الأخرى التي تعيش عادة في المهبل. ويعمد فيشباخ مع معاونين الآن إلى توليد جزيئات من المجموعات الجينية التي يجدها، وتفكيك بِنْيتها، بغرض معرفة المزيد عن وظيفتها.

جَنَحَ مجال المنتجات الطبيعية للتركيز على الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة، والكائنات البحرية، بدلًا من التركيز على تلك الموجودة في البشر، حسب قول جيري رايت، المتخصص في الكيمياء الحيوية في جامعة ماكماستر في هاميلتون، كندا، الذي تابَع بقوله: «أعتقد أنها فكرة عظيمة أن نبحث تلك الجينات والمجموعات»، لكن تحويل هذه المركبات إلى أدوية ممكنة الاستخدام يتطلب الكثير من العمل قبل الإكلينيكي. كما أضاف: «من شبه المستحيل معرفة ما إذا كان جزيء ما سيصلح كدواء، أم لا، بمجرد النظر إليه». وحتى لو بدا واعدًا، فإن عوائق تسويق مضاد حيوي جديد كبيرة (انظر: M. Woolhouse and J. Farrar *Nature* **509**, 555–557; 2014).

يستمد لويس الأمل من التقدم الذي حدث مؤخرًا. فمع كل الجهود المتنامية لزرع وتحليل الميكروبات غير المزروعة، فإنه يتخيل ما يمكن اكتشافه بالفعل، إذا زاد حجم هذه الجهود. وهو يأمل أن يرى مستوى لاكتشاف الأدوية، مطابقًا لما حدث في عصر واكسمان، وهي فترة أربعينات وخمسينات القرن الماضي، التي اكتشف فيها عالم الأحياء المجهرية الحائز على جائزة «نوبل» سلمان واكسمان أكثر من 20 مضادًا حيويًّا، عن طريق إجراء مسح منهجي لآلاف من ميكروبات التربة، بغرض اكتشاف قدرتها على منع نمو أنواع البكتيريا الأخرى.

يقول لويس: «إن حقيقة عثورنا على مركبات لها طرق عمل مثيرة للاهتمام غير مسبوقة الاكتشاف هي الجزء الأكثر إثارة». ويتابع بقوله: «لقد قمنا باستكشاف جزء صغير جدًّا من أُمِّنا الأرض». ■

كوري لوك محررة قسم «أضواء على الأبحاث» في دورية *Nature*.



1. Seshadri, R. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **100,** 5455–5460 (2003).
2. Omsland, A. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **106,** 4430–4434 (2009).
3. Omsland, A., Sager, J., Nair, V., Sturdevant, D. E. & Hackstadt, T. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** 19781–19785 (2012).
4. Ma, L. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **111,** 9768–9773 (2014).
5. Fodor, A. A. *et al. PLoS ONE* **7,** e41294 (2012).
6. Ling, L. L. *et al. Nature* **517,** 455–459 (2015).
7. Raghunathan, A. *et al. Appl. Environ. Microbiol.* **71,** 3342–3347 (2005).
8. Rinke, C. *et al. Nature* **499,** 431–437 (2013).
9. Wilson, M. C. *et al. Nature* **506,** 58–62 (2014).
10. Donia, M. S. *et al. Cell* **158,** 1402–1414 (2014).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

عِلْـم الأوكسيتوسين الصعـب

مع استنتاج الباحثين لكيفية تأثير الأوكسيتوسين على الدماغ، يتخلَّى هرمون العناق عن سمعته كمادة كيميائية بسيطة.

هيلين شين

في إبريل 2011، كان روبرت فرومكي وفريقه يعيدون برمجة أدمغة إناث الفئران العذراوات بحقنة هرمون واحدة. وقبل تلقِّي العلاج، كانت إناث الفئران غالبًا لا تبالي بصرخات صغار الفئران المعبِّرة عن الضيق، بل كان بعضهن يدسن بأقدامهن عليهم، ولكن بعد حقنة الأوكسيتوسين، استجابت إناث الفئران؛ وبدأت تتصرف مثل الأمهات، ملتقطات الرضع الباكين في أفواههن. وكان فرومكي، عالِم الأعصاب في مركز لانجون الطبي، التابع لجامعة نيويوك في مدينة نيويورك، يراقب أدمغة الحيوانات، لمعرفة سبب حدوث ذلك.

أظهرت الفئران في البداية إشارات سطحية غير منتظمة من النبضات العصبية عند سماع بكاء الصغار. وفيما بعد، مع تدفق الأوكسيتوسين، تطورت الإشارة إلى نموذج نمطي، مطابِق للموجود في أدمغة الأمهات. وأظهرت الدراسة ـ بتفصيل غير اعتيادي ـ كيف غيَّر الهرمون سلوك الخلايا العصبية[1]. يقول فرومكي: «يساعد الأوكسيتوسين على تحويل الدماغ، وجعله يستجيب لتلك النداءات التي يطلقها الصغار».

حظي الأوكسيتوسين باهتمام كبير من علماء الأعصاب منذ سبعينات القرن العشرين، عندما بدأت الدراسات تثبت قدرته على توجيه السلوك الأمومي والارتباط الاجتماعي لدى أنواع مختلفة، حيث إن مشاركته في مجموعة من السلوكيات الاجتماعية[2]، بما في ذلك سلوك الزواج بشريك واحد في فئران الحقل، والترابط بين الأم والرضيع لدى الأغنام، وحتى الثقة بين البشر، منحته صفة «هرمون العناق». ويقول لاري يونج في هذا الصدد، وهو عالم الأعصاب في جامعة إيموري في أتلانتا، الموجودة في جورجيا، عكف على دراسة الجزيء منذ تسعينات القرن العشرين: «لقد استنتج الناس للتو أنه كان جزيء ترابط، أو هرمون عناق، وهذا هو الرأي السائد في الصحافة الشعبية».

وقد دفع هذا الرأي بعض الأطباء لمحاولة اختبار الأوكسيتوسين كعلاج لحالات نفسية، مثل اضطرابات طيف التوحد، لكن التجارب الأولية أدّت إلى نتائج متباينة، ويسعى العلماء الآن إلى فهم أعمق للأوكسيتوسين، وطريقة عمله في الدماغ. يوضح الباحثون ـ مثل فرومكي ـ أن هذا الهرمون يعزز الإشارات العصبية بطريقة يمكنها تضخيم المُدخلات ذات الصلة الاجتماعية، مثل نداءات الاستغاثة أو تعبيرات الوجه. وقد بدأ الباحثون الإكلينيكيون موجة من التجارب الأكثر طموحًا، لاختبار ما إذا الأوكسيتوسين يمكنه المساعدة في علاج بعض أنواع التوحد، أم لا. يقود هذا العمل نحو رؤية أكثر تعقيدًا، عن الهرمون وتأثيراته المعقدة على السلوك، وهو ما سيتطلب خبرات متنوعة وكثيرة لصقل تلك التأثيرات. يقول يونج: «لقد وصل مجال الأكسيتوسين إلى درجة التطور والنضج الكافية لاجتذاب الباحثين من مجالات منفصلة، لإعطائه دفعة إلى الأمام».

مُسرِّع الولادة

تعود بداية قصة الأوكسيتوسين إلى أوائل القرن العشرين، عندما اكتشف علماء الكيمياء الحيوية وجود مادة في الفص الخلفي من الغدة النخامية، يمكنها تعزيز تقلصات الولادة وإدرار اللبن. وعندما اكتشف العلماء في وقت لاحق الهرمون المسؤول، أطلقوا عليه اسم الأوكسيتوسين، استنادًا إلى عبارة يونانية تعني «الولادة السريعة». يُنتَج الأوكسيتوسين بشكل رئيس في منطقة تحت المهاد الدماغية. وفي سبعينات القرن العشرين كشفت الدراسات أن الخلايا العصبية المنتجة للأوكسيتوسين ترسل إشارات إلى كل أنحاء الدماغ، مما يشير إلى أن هذا الهرمون يلعب دورًا في تنظيم السلوك.

في دراسة[3] فارقة أُجريت في عام 1979، أظهر كورت بيدرسن وآرثر برانج ـ وهما من جامعة نورث كارولينا في تشابل هيل ـ أن إعطاء الأوكسيتوسين لإناث الفئران العذراوات يمكنه تحفيز السلوكيات الأمومية على الظهور: فتشرع الحيوانات في بناء الأعشاش، ولعق صغار الفئران التي لا تعرفها، أو تميل عليها، أو قد تعيد صغار الفئران الضائعة إلى الجحر. تابَع الباحثون عملهم؛ لإظهار أن الإشارات التي يرسلها الأوكسيتوسين في أدمغة فئران الحقل (*Microtus ochrogaster*) تساعد الحيوانات على تكوين روابط زوجية مدى الحياة[4]، وهي نادرة بين الثدييات. وجد الباحثون في عام 2012 نسخة من الأوكسيتوسين في دودة *Caenorhabditis elegans*، حيث يساعد الحيوانات في العثور على الأقران[5]، والتعرف عليها. «إنه جزيء قديم جدًّا»، حسب قول سو كارتر، عالمة الأعصاب في جامعة إنديانا في بلومنتون، التي أجرى مختبرها العديد من الدراسات المبكرة على الأوكسيتوسين في فئران الحقل. وتضيف قائلة: «لقد استُخدم هذا الجزيء وأعيد استخدامه لأغراض كثيرة على مدى تطور الحيوانات الحديثة، وتقريبًا كل مَن حاول البحث عن تأثير الأوكسيتوسين على أي شيء، مثل السلوك الاجتماعي، وصل إلى نتيجة ما».

ما زال هناك العديد من الأسرار المتعلقة بتأثير الأوكسيتوسين على الثدييات. فمن الصعب قياس الأوكسيتوسين بطريقة موثوقة في الدماغ، مما يجعل من الصعب أن نعرف بدقة مكان، ووقت، وكمية الأوكسيتوسين التي تُنتَج في الأحوال الطبيعية، ولا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

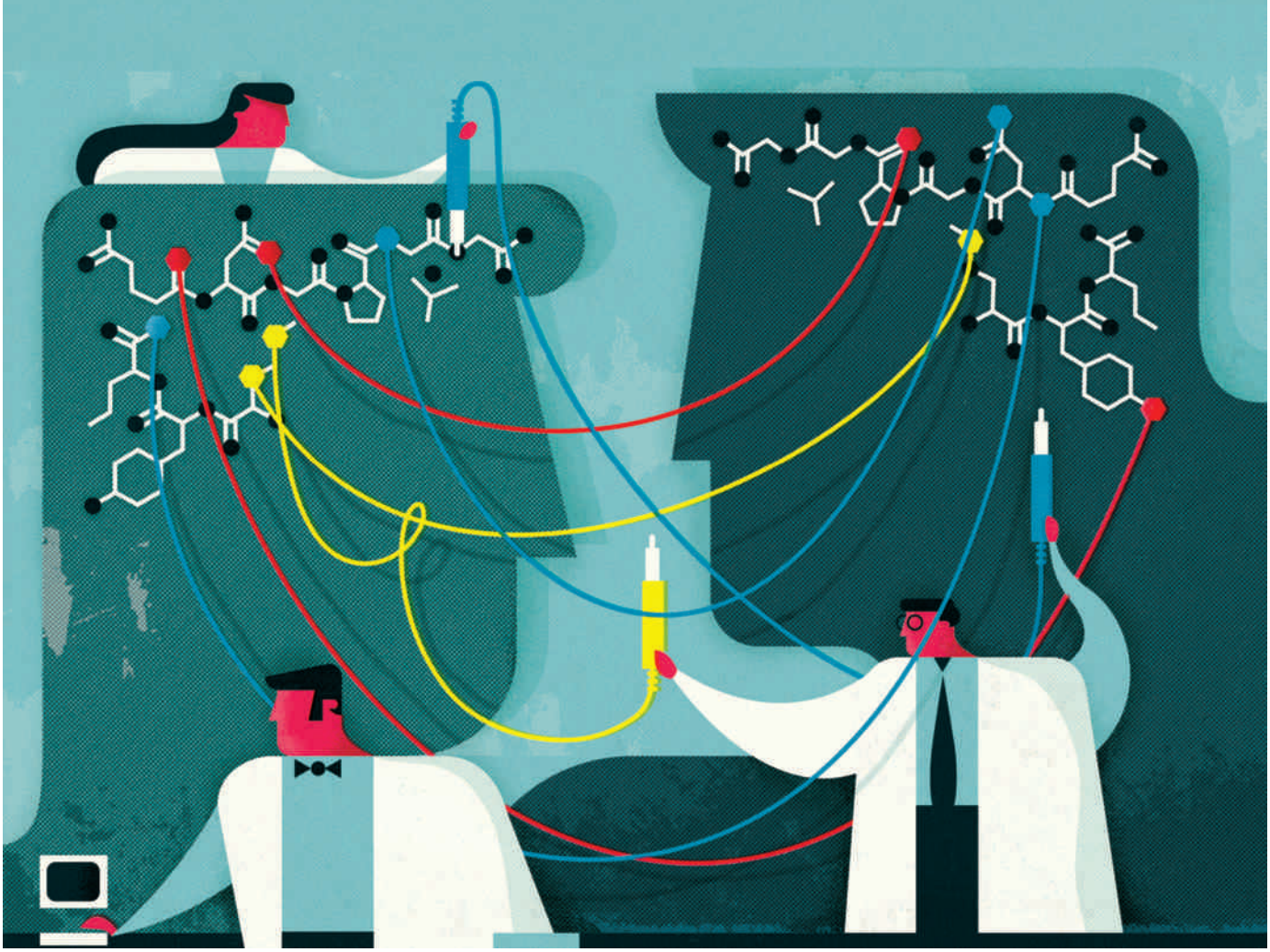


ILLUSTRATION BY DALE EDWIN MURRY

يتمكن العلماء أيضًا من الفهم الدقيق لكيفية عمله لتغيير السلوك. يقول يونج: «ما نحتاج إلى بدء التفكير فيه، هو الدور الأهم الذي يلعبه الأوكسيتوسين في الدماغ». وقد زاد الاهتمام في المجتمع العلمي بفهم طريقة عمل الأوكسيتوسين في الدماغ، بالتزامن مع اتجاه متنامٍ في علم الأعصاب، يهدف إلى دراسة وتوصيف الدوائر العصبية المحورية في العمليات الدماغية. يقول توماس إنسل، مدير المعهد الوطني الأمريكي للصحة الذهنية في بيثيسدا، ميريلاند، الذي درس الأوكسيتوسين في فئران الحقل: «هذا هو المستوى الحاسم لفهم كيفية قيام الدماغ بتنظيم السلوك».

وفي لانجون، ركّز فرومكي على الدوائر المسؤولة عن استجابة الأمهات لبكاء الصغار، وهو السلوك الذي يساعد الإناث في العثور على حديثي الولادة قليلي الحيلة، الذين قد يضيعون عندما تغيِّر الأم مكان اختبائها، ثم إعادتهم. وركز فرومكي أبحاثه على القشرة السمعية اليسرى، وهي منطقة دماغية يعتقد أنها تشارك في الكشف عن نداءات الاستغاثة فوق الصوتية الصادرة عن صغار الفئران.

أظهرت دراسة فرومكي[1] ـ التي نُشرَت في إبريل الماضي ـ أن الأوكسيتوسين يكبت الخلايا العصبية المثبطة بشكل مؤقت ـ وهي الخلايا التي تثبط الفعالية العصبية ـ مما يمكِّن الخلايا المستثارة من الاستجابة بطريقة أكثر قوة وفعالية، حيث يوضح فرومكي قائلًا: «ترى فرضيّتنا أن دماغ العذارى هي بمثابة غطاء من المثبطات، وأن ربط نداء الفأر الصغير بالأوكسيتوسين يتيح للشبكة إعادة التكوين». وقد يعمل الهرمون كمضخم للإشارات الواردة، ويسمح بتعريفها للدماغ على أنها إشارات سلوكية مهمة. ويضيف قائلًا إنه من الممكن أن تتمكن هذه الآلية من تفسير الأسباب التي تجعل بعض الأمهات من البشر يشعرن بأن أدمغتهن مضبوطة خصيصًا على سماع بكاء أطفالهن، والاستجابة له.

يقول ريتشارد تسين، وهو أيضًا عالم أعصاب في لانجون: «تُعتبر هذه الدراسة علامة مائية مميزة لهذا المجال، حيث تجمع مستويات مختلفة معًا: سلوكًا قويًّا، ومنطقة دماغية، وأساسًا خلويًّا لها». وقد دأب تسين على دراسة عمل الأوكسيتوسين على الدوائر العصبية بالتفصيل، عن طريق فحص شرائح من الحصين، وهي منطقة في الدماغ مشتركة في التعلم والذاكرة. ووجد فريق تسين البحثي في دراسة6 أجروها في عام 2013 على الفئران أن الأوكسيتوسين يعمل بشكل انتقائي على نوع من الخلايا يُسمى «الخلية العصبية المتوسطة المثبطة»، بطريقة تهدئ الضوضاء في خلفية الدائرة العصبية. ويوضح تسين هذا بقوله: «حَسَّن الأوكسيتوسين نقل الإشارات، وضاعف تقريبًا من قدرة المعلومات على التدفق خلال الجهاز العصبي»، والنتيجة هي إنتاج إشارات أكثر، وضوضاء أقل.

«ما نحتاج إلى بدء التفكير فيه، هو الدور الأهم الذي يلعبه الأوكسيتوسين في الدماغ».

إن العمل الذي قام به فرومكي وتسين يتسق مع نظرية أوسع، هي أن إحدى الطرق التي يساعد بها الأوكسيتوسين على التفاعل الاجتماعي والتعرف على الآخرين تأتي من تعزيز استجابة الدماغ للمَشاهد والأصوات ذات الصلة الاجتماعية، أو سواها من المنبهات. وأظهر يونج أن الهرمون يساعد الفئران في التعرف على روائح الفئران الأخرى[7] والاهتمام بها، ووجد آخرون أنه يعزز قدرة الناس على التعرف على الوجوه[8].

إنّ الهرمون لا يعمل منفردًا. ففي عام 2013، أظهر عالِم الأعصاب روبرت ملنكا ـ من جامعة ستانفورد في ولاية كاليفورنيا وزملاؤه ـ أن الأوكسيتوسين يعمل إلى جانب الناقل العصبي المسمى سيروتونين، بغرض الحد من استثارة الخلايا العصبية في النواة المتكئة[9]، وهي المنطقة الدماغية المسؤولة عن المكافأة. ويبدو أن هذه العملية تدعم تفضيل الفئران للعودة إلى الأوساط التي وجدوا فيها تفاعلات اجتماعية مجزية مع الحيوانات الأخرى. ويتحدث كارتر في هذا الصدد قائلًا: «يشكِّل الأوكسيتوسين جزءًا من نظام الجهاز العصبي، ولكنه ليس الجزيء المهم الوحيد، بل هو الجزيء الذي يلعب دورًا تنظيميًّا لعدد كبير من الأنظمة الأخرى بشكل ما».

مسألة ثقة

تزامَن التطور السريع في مجال البحوث الأساسية مع زيادة مطردة في الاهتمام الإكلينيكي. فقد تم استخدام الأوكسيتوسين منذ خمسينات القرن العشرين، بهدف تسريع الولادة، ولذا.. يعتبره كثير من الباحثين آمنًا نسبيًّا للاستخدام في التجارب. ومنذ ما يقرب من عشر سنوات، بدأت دراسات علم النفس في تبيان أن إعطاء جرعة واحدة من الأوكسيتوسين ـ على شكل رذاذ أنفي ـ قد تعزز جوانب مختلفة من السلوك الاجتماعي لدى البالغين

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

الأصحاء. كان الأفراد الذين استنشقوا الأوكسيتوسين قبل الدخول في لعبة الاستثمار أكثر استعدادًا لتسليم أموالهم لشخص غريب، مقارنةً باللاعبين الذين عُولجوا بدواء وهمي[10]. كما أسهمت جرعة من الهرمون في زيادة المدة التي يقضيها الناس محدقين في منطقة العين من الوجوه[11]، وتحسين قدرتهم على استدلال الحالة العاطفية للآخرين من تعبيراتهم الغامضة[12].

إن الفكرة القائلة إن الأوكسيتوسين يشكِّل مركز الإدراك الاجتماعي جعلت منه مرشحا جذابًا لعلاج الاضطرابات النفسية، وخاصة اضطراب طيف التوحد. والمصابون بهذه الحالة، الذين غالبًا ما يعانون من مشاكل في التفاعل الاجتماعي والتواصل، قد لا يتعاملون مع المؤثرات الاجتماعية بشكل مناسب. وافترض العلماء أن الأوكسيتوسين قد يتمكن من عكس تأثير بعض الأعراض. ومع حلول عام 2010، ظهرت نتائج تبدو داعمة لهذه النظرية: فقد وجد الباحثون أن النفثات المفردة من الأوكسيتوسين يمكن أن تحسِّن بشكل مؤقت عمليات التعاطف والتعاون الاجتماعي لدى الأفراد الذين يعانون من اضطراب طيف التوحد.

«تَحَمَّس الناس بشدة»، هكذا تتذكر المتخصصة في علم الأعصاب الإكلينيكي إيفدوكيا أناجنوستو، التي شاركت في إدارة مركز أبحاث التوحد في مستشفى هولندا بلورفيو، لإعادة تأهيل الأطفال في تورونتو، الموجود في كندا، لكن أناجنوستو تقول إن بعض الخطوات الأولية تم تجاوزها، مع اندفاع الباحثين لاختبار الأوكسيتوسين كعلاج للأمراض النفسية. «تقتضي الأمانة الإقرار بأننا لو كنا أجرينا الأبحاث بالطريقة الصحيحة، لما كنا قد اتبعنا الطريقة نفسها. لقد أجريناها بسرعة أكبر من اللازم»، حسب قولها. فنظرًا إلى أن الأوكسيتوسين كان قد اجتاز الخطوات القياسية المبكرة لابتكار الأدوية قبل عقود، لم يختبر بعض الباحثين بشكل منهجي مجموعةً من الجرعات، بهدف معرفة ما إذا كان لها تأثيرات نفسية مختلفة، أم لا.

كانت غالبية الدراسات المبكرة على الأوكسيتوسين من أجل اضطراب التوحد محدودة، لأنها قيَّمت جرعة واحدة فقط، وكان عدد المشاركين فيها قليل نسبيًّا. وقد فشلت تجارب لاحقة تَستخدِم مزيدًا من الجرعات في تقديم دراسة وافية لتأثير الأوكسيتوسين. وفي عام 2010، درس عالِم النفس الإكلينيكي آدم جواستيللا ـ الذي يعمل بجامعة سيدني في أستراليا ـ حالة 16 مراهقًا من الذكور المصابين باضطراب طيف التوحد، ووجد أن جرعة واحدة من الأوكسيتوسين يمكنها تحسين قدرتهم على قياس مشاعر الآخرين، عن طريق النظر في عيونهم[13]، ولكن عندما حاول إعطاء جرعات الهرمون لهم مرتين يوميًّا لمدة شهرين، لم يجد تحسنًا ملحوظة في التفاعل الاجتماعي، أو الادراك الاجتماعي[14]. «لقد أظهرت الدراسات التي أجريت حتى هذه النقطة فائدة محدودة للأوكسيتوسين في تحسين الأمراض النفسية على مر الوقت»، حسب قول جواستيللا، الذي يضيف قائلًا إن المعرفة الكاملة للتأثيرات العصبية المعقدة للأوكسيتوسين سوف تستغرق وقتًا طويلًا .. «إذا كنا نريد إجابة بسيطة، فلن نحصل عليها».

الحقيقة تكمن في التفاصيل

حتى الآن، ربط عدد قليل من الدراسات ـ بشكل قاطع ـ بين مرض التوحد، واضطرابات إشارات الأوكسيتوسين. وقد ظهرت أدلة أكثر وضوحًا في فبراير الماضي، عن طريق فريق بحثي قاده دانييل جيشويند، عالِم التخليق العصبي من جامعة كاليفورنيا، في لوس أنجيليس. وأظهر الفريق أن الفئران التي افتقرت إلى نسخة عاملة من الجين *Cntnap2* ـ المعروف إسهامه في مجموعة فرعية صغيرة من حالات التوحد لدى الإنسان ـ كان لديها عدد أقل من الخلايا العصبية التي تحتوي على الأوكسيتوسين في منطقة ما تحت المهاد الدماغية، وكان تفاعلها الاجتماعي مع الفئران الأخرى أقل، مقارنةً بتفاعل فئران المجموعة الضابطة[15]. وبعد تلقِّي الفئران لجرعات يومية من الأوكسيتوسين لمدة أسبوعين؛ عادت إلى التصرف بشكل طبيعي مرة أخرى. يقول جيشويند: «قبل هذا، لم يكن هناك دليل على وجود نوع فرعي من التوحد، ذي صلة بنقص الأوكسيتوسين». وتشير دراسته إلى زيادة استهداف نهج بعينه في العيادة. تقول كارين باركر، المتخصصة في علم الأعصاب السلوكي في ستانفورد: «التوحد اضطراب غير متجانس إلى حد كبير، ولكن إذا كان يمكنك العثور على مجموعات فرعية من الأفراد (أولئك الذين لديهم خلل في إشارات الأوكسيتوسين)؛ فقد يكونون أفضل المرشحين للعلاج بالأوكسيتوسين».

هناك مجموعة كبيرة من التجارب الإكلينيكية واسعة النطاق، تُجرى حاليًّا لاختبار الأوكسيتوسين، والعلاجات المستندة إليه، بهدف علاج اضطراب طيف التوحد، ولاستنتاج نوعية المصابين الذين يمكنهم الاستفادة من هذه التجارب. وتقود أكبر هذه التجارب لينماري سيكيش، الطبيبة النفسية المختصة بالأطفال في جامعة نورث كارولينا. وتعتزم سيكيش إدراج 300 مصاب باضطراب طيف التوحد، تتراوح أعمارهم من 3 سنوات إلى 17 سنة، ثم إعطاءهم الأوكسيتوسين أو الدواء الوهمي لمدة 6 أشهر، تليها 6 أشهر يتلقّى فيها الجميع الأوكسيتوسين.

وخلافًا للدراسات السابقة، سوف تشمل التجربة أفرادًا لديهم مجموعة واسعة من الأعراض، أحد أهدافها الرئيسة هو الكشف عن مجموعة من العوامل التي تؤثر على وجود، وكيفية، وقوة استجابة الناس إلى الأوكسيتوسين. ستحلِّل سيكيش العديد من مقاييس الإدراك والأداء الاجتماعي، وستجمع عيِّنات الدم؛ للبحث عن المؤشرات الحيوية التي ترتبط بالاستجابة، مثل معدلات الأوكسيتوسين، والمستقبِلات التي ترتبط بها. يقول كارتر: «لقد دأبت لين بالفعل على محاولة خلق الظروف التي يمكنك أن تدرس فيها التأثيرات المفيدة المحتملة للأوكسيتوسين. وهي تفعل هذا بالطريقة الصحيحة بالفعل»، لكن كارتر وغيره من العلماء قلقون بشأن تقارير من الأطباء وآباء الأطفال الذين يعانون من اضطراب طيف التوحد، والذين يقولون إنهم يستخدمون بالفعل الأوكسيتوسين غير المصدَّق عليه رسميًّا، وذلك قبل اختباره بشكل كامل. ويقول كارتر في هذا الصدد: «إننا لا نفهم كيف يعمل هذا الهرمون بعد، وليس لدينا ما يكفي من المعلومات حول ما يحدث للمريض عندما يُعطَى له بشكل مستمر. إنه ليس بجزيء يمكن أن يتناوله الناس بأنفسهم، أو يعبثوا به».

«إنه ليس بجُزَيْء يمكن أن يتناوله الناس بأنفسهم، أو يعبثوا به».

وقد أشارت عدة أعمال إلى الجانب المظلم المحتمَل للأوكسيتوسين، حيث وجدت مجموعة كارتر أن إعطاء جرعة واحدة منخفضة من الهرمون لصغار فأر الحقل، حَسَّنَ ترابطها الزوجي عندما بلغت سن الرشد، إلا أن الجرعات الأعلى تداخلت مع هذا السلوك، ربما لأن الأوكسيتوسين بدأ بتفعيل مستقبِلات أخرى[16]. وقد أشارت الدراسات على البشر في بعض السياقات إلى أن نفثات من الأوكسيتوسين يمكنها أن تجعل الناس أكثر عدوانية في الدفاع عن أنفسهم ضد الغرباء، أو المنافسين[17]. وفي حالة المرضى الذين يعانون من الحالة النفسية المعروفة باسم «اضطراب الشخصية الحَدِّيَّة»، وُجد أن جرعة واحدة من الأوكسيتوسين تعرقل الثقة والتعاون[18].

يقول يونج إن مجال الأوكسيتوسين سيستفيد من تعاون أوثق بين الباحثين الأساسيين والباحثين الإكلينيكيين. فإذا تمكّن العلماء الأساسيون من استنتاج الطريقة التي يساعد الأوكسيتوسين فيها الدماغ على معالجة المحفزات الاجتماعية، عندئذ قد يساعد هذا على تصميم المحفزات على شكل علاجات سلوكية، يمكن إجراؤها إلى جانب المعالجة بالهرمون لتغيير السلوك، تمامًا كما يؤثر الأوكسيتوسين ونداءات الصغار معًا على إناث الفئران العذراوات. «أعتقد أن هذين الفرعين بحاجة إلى التواصل أكثر فيما بينهما في المستقبل»، حسب قول يونج. وقبل حدوث ذلك بوقت طويل، اقترح الباحثون أنه من الممكن أن يستفيد الأوكسيتوسين من تغيير التسمية المعروف بها شعبيًّا. «إنه لا يسبب الحب، ولا يجلب كميات هائلة من الثقة»، هكذا تحدَّث جواستيلا، مضيفًا: «المشكلة التي أوقعنا أنفسنا فيها هي أننا نحاول البحث عن إجابة بسيطة بنعم، أو بلا: فإما أن الأوكسيتوسين يعمل، أو لا يعمل في المجموعات المريضة، وإما أنه يعزز، أو لا يعزز عملية اجتماعية معينة»، لكن علوم الحياة نادرًا ما تكون على هذه الدرجة من البساطة. وفي هذا الصدد يتحدث جواستيلا قائلًا: «من المعروف أن الأوكسيتوسين يؤثر على الدوائر العصبية بطرق مختلفة، وهو لن يؤثر على الجميع بالطريقة نفسها، فالأنواع البيولوجية التي ندرسها هنا معقدة بشكل لا يُصدَّق». ■

هيلين شين كاتبة علمية تكتب من صانيفيل، في كاليفورنيا.

1. Marlin, B. J., Mitre, M., D'amour, J. A., Chao, M. V. & Froemke, R. C. *Nature* **520,** 499–504 (2015).
2. Ross, H. E. & Young, L. J. *Front. Neuroendocrinol.* **30,** 534–547 (2009).
3. Pedersen, C. A. & Prange, A. J. Jr. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **76,** 6661–6665 (1979).
4. Williams, J. R., Carter, C. S. & Insel, T. *Ann. NY Acad. Sci.* **652,** 487–489 (1992).
5. Garrison, J. L. *et al. Science* **338,** 540–543 (2012).
6. Owen, S. F. *et al. Nature* **500,** 458–462 (2013).
7. Ferguson, J. N., Aldag, J. M., Insel, T. R. & Young, L. J. *J. Neurosci.* **21,** 8278–8285 (2001).
8. Rimmele, U., Hediger, K. Heinrichs, M. & Klaver, P. *J. Neurosci.* **29,** 38–42 (2009).
9. Dölen, G., Darvishzadeh, A., Huang, K. W. & Malenka, R. C. *Nature* **501,** 179–184 (2013).
10. Kosfeld, M., Heinrichs, M., Zak, P. J., Fischbacher, U. & Fehr, E. *Nature* **435,** 673–676 (2005).
11. Guastella, A. J., Mitchell, P. B. & Dadds, M. R. *Biol. Psychiatry* **63,** 3–5 (2008).
12. Domes, G., Heinrichs, M., Michel, A., Berger, C. & Herpertz, S. C. *Biol. Psychiatry* **61,** 731–733 (2007).
13. Guastella, A. J. *et al. Biol. Psychiatry* **67,** 692–694 (2010).
14. Guastella, A. J. *et al. J. Child Psychol. Psychiatry* **56,** 444–452 (2015).
15. Peñagarikano, O. *et al. Sci. Transl. Med.* **7,** 271ra8 (2015).
16. Bales, K. L. *et al. Horm. Behav.* **52,** 274–279 (2007).
17. De Dreu, C. K. W. *et al. Science* **328,** 1408–1411 (2010).
18. Bartz, J. *et al. Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* **6,** 556–563 (2011).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تعليقات

استنساخ علماء الأحياء يحثُّون على استخدام البنوك الحيوية للفئران **ص. 41**

الأخلاقيات المقارنة بين مزايا ومخاطر تقنيات التعديل الجيني شأن سياسي، وليس أكاديميًّا. **ص. 44**

علم النبات يقوم إيان تي بالدوين بتقييم ثلاثة كتب تتناول مجموعة غنية من سلوكيات النبات **ص. 48**

تأبين جون ناش، عالِم الرياضيات الحائز على جائزة «نوبل» في نظرية الألعاب **ص. 54**

TURJOY CHOWDHURY/NURPHOTO/CORBIS

أدّى الزلزال المدمر الذي ضرب نيبال في هذا العام إلى مصرع ما يزيد على 8,000 شخص، وتسوية آلاف المباني بالأرض.

أهمية توحيد جهودنا المعرفية؛ للحدّ من خسائر الكوارث الطبيعية

الوعي العام، والبحث الدقيق في مجال المخاطر والأهداف المعنية، يساعدان صانعي السياسات في التصرف بمرونة؛ لمواجهة الأخطار الطبيعية، وذلك حسب قول **سوزان إل. كَتَر** وزملائها.

خلال شهري إبريل ومايو الماضيين، وقع زلزالان كبيران في نيبال، مما أسفر عن مصرع أكثر من 8,400 شخص، وإصابة 20 ألفًا آخرين، وتسوية 300 ألف منزل بالتراب. وفي شهر مارس الماضي، أدى إعصار (بام) إلى تدمير المنازل، والمدارس، والبنية التحتية، ومصادر أرزاق السكان في دولة فانواتو، التي تقع في جزيرة على المحيط الهادئ؛ مما أثر سلبًا على نصف السكان، ومن بينهم 82 ألف طفل. وسوف تستغرق كلتا الدولتين (نيبال، وفانواتو) سنوات لتتعافيا من آثار الدمار الذي حل بهما.

لا تزال أرقام الكوارث وشِدَّتها آخذة في الارتفاع (انظر: «الزيادة الكارثية»)، بل يمكننا القول إنه بحلول عام 2030 سوف تكون الخسائر الاقتصادية العالمية الناجمة عن الحوادث الجيوفيزيائية والأرصاد الجوية، المائية، والمناخية، قد تضاعفت عما كانت عليه في عام 2005، لتتجاوز 300 مليار دولار أمريكي، إذا استمرت على الوتيرة نفسها التي كانت في العقد الماضي. وقد تتخذ تلك الأرقام منحى أسوأ، حيث يتسبب التغير المناخي، والعولمة، والتطور التكنولوجي، والتوسع في الحياة الحضرية، وعدم الاستقرار السياسي والاقتصادي، في تعريض المزيد من البشر والممتلكات للخطر.

وتُعدّ الإدارة المُحَسَّنَة للمخاطر الناجمة عن الكوارث، والمرونة في مواجهتها، أمران أساسيان لبناء مجتمعات متماسكة[1]، بيد أن عِلْم الأخطار الطبيعية بلغ مبلغًا من الوهن، يَحُول دون أن يكون له أي تأثير فعَّال على وضع السياسات. وعلى سبيل المثال.. لطالما حذَّر علماء الزلازل في الدوريات المتخصصة من أنّ كاتماندو عاصمة نيبال بصدد التعرض لزلزال كبير. لم يعمل السياسيون المحليون على تقوية معايير الإنشاء، أو تدعيم المباني القديمة، أو إخبار الناس بالمخاطر المحتمَلة. ولو كانت تلك الإجراءات قد نُفذت ـ كما حدث في اليابان، وكاليفورنيا، وشيلي ـ لكانت حصيلة القتلى أقل مما هي عليه في الوقت الحالي (انظر: «ثلاثة دروس لم تُسْتَوْعَب بعد»). وبالمثل، يمكن رفع مستوى هياكل المباني في المناطق المعرَّضة للفيضانات، كما يمكن تزويد مناطق الأعاصير بمبانٍ مضادة للرياح؛ ويمكن توعية عامة الناس بتلك الإمكانيات.

من المؤسف أن أهل السياسة لا يفضِّلون التخفيف من الأخطار... فهي تستوجب استثمارات طويلة المدى، مقابل مكاسب سياسية قصيرة الأجل، مع أن الوقاية من الخسائر أقل تكلفة من إعادة البناء بعد وقوعها[2,3]. فتدعيم سدود الفيضانات في نيو أورليانز بولاية لويزيانا ضد الاندفاع العاصف للأعاصير، كان من الممكن أن تكون تكلفته أقل بعشر مرات من إعادة بناء الأحياء السكنية في أعقاب ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

إعصار كاترينا، لكن الاستجابة لحاجة الدوائر الانتخابية إلى المساعدة بعد حدوث الأعاصير بالفعل أكثر ملاءمة لتحقيق الأغراض السياسية. كما يعرقل اتساع نطاق البحث وتعقيده ـ إذ يشمل العلوم الطبيعية، والاجتماعية، والصحية، والإنسانيات، والهندسة ـ من توعية الجمهور بنطاق مخاطر الكوارث.

في شهر مارس الماضي، التقى عدد من ممثلي الحكومات ـ تحت رعاية الأمم المتحدة ـ في مدينة سينداي في اليابان، بغرض التفاوض؛ للوصول إلى اتفاقية بشأن الحدّ من الارتفاع المتزايد في خسائر الكوارث. وعلى عكس الاتفاقيات التطوعية السابقة، وَضَعَ إطار عمل (سينداي) للحدّ من أخطار الكوارث في الفترة من (2015-2030) أهدافًا قابلة للقياس. ومن بين تلك الأهداف.. تقليل متوسط معدلات الوفاة والخسائر الاقتصادية في الفترة من 2020-2030، مقارنةً بالفترة من 2005-2015 (ولم يتم تحديد نسبة التقليل المستهدفة).

لكي تنجح اتفاقية سينداي، نحتاج إلى وجود مصدر مفتوح وشامل للمعلومات الدقيقة، حول تقليل مخاطر الكوارث. فمن شأن هذا أن يقدم دليلًا لرصد التقدم في اتجاه تحقيق الأهداف. ونحن نطالب المجتمع العلمي بإرساء عملية تقييم دولية؛ لدمج مثل تلك المعلومات في عملية وضع السياسات، ودمجها في الممارسة العملية.

منهجية ممزَّقة

إنّ مجتمع الباحثين المشتغلين بمخاطر الكوارث صغير وممزق بين فروع تركِّز على أخطار طبيعية فردية. ولم يتعاون علماء الزلازل مع علماء القياسات الأرضية، لتحديد طبيعة تأثير القوى الناتجة عن تغيُّر شكل الأرض ومجال الجاذبية على الصدوع[4] إلّا مؤخرًا. ونادرًا ما يلتقي باحثو طب الكوارث بالمختصين في الصحة العامة، أو يقرأوا دوريات العلوم الاجتماعية[5]. وغالبًا ما يتم استبعاد المعرفة المحلية والخبرات الميدانية لمديري الطوارئ، ووكالات الإغاثة.

إن الحكومات في حاجة إلى حلول شاملة، وليس مجرد مقترحات جزئية تُوجِد حلًّا لجانب واحد، وتتجاهل العواقب الأوسع. ويعمل وجود حراك في اتجاه إجراء أبحاث متكاملة حول مخاطر الكوارث ـ بالجمع بين الفروع التي تركز على مشكلات واحتياجات اجتماعية بعينها ـ على سد تلك الفجوة[6]، بيد أن غياب صورة عامة نقدية لما هو معلوم عن مخاطر الكوارث، تَرَك أهل السياسة دون إرشاد.

لهذا السبب.. انهارت الجهود السياسية الأولى لتقليل خسائر الكوارث. وقد خصصت الأمم المتحدة التسعينات باعتبارها «العقد الدولي للحدّ من الكوارث الطبيعية». وفي عام 1999، أُنشِئ مكتب الأمم المتحدة للحدّ من مخاطر الكوارث UNISDR، من أجل تنسيق الجهود المحلية. وفي ظل غياب ميثاق مُلزِم قانونًا بأهداف محددة، وعواقب لعدم تحقيقها، فإن هذه الاستراتيجية باتت مقتصرة على تعزيز الوعي بالمخاطر، وتيسير التنمية المؤسسية.

وفي عام 2005، انضمت حوالي 168 دولة إلى «إطار عمل هيوجو» Hyogo، متعهدة بالحَدِّ من خسائر الكوارث بحلول عام 2015، ولكن لم يتحقق هذا الوعد أيضًا. ومن بين أكثر الكوارث كلفة بين عامي 1980 و2014، كانت تلك التي وقعت بعد توقيع الاتفاقية، أكثر بأربعة أضعاف في التكلفة من التي وقعت في العقد السابق لتوقيع الاتفاقية. ويرجع جزء من أسباب تلك الزيادة، إلى قابلية الإصابة والتعرض لآثار الكوارث المتزايدة.

مؤخرًا، قامت 35 دولة على الأقل ـ من بينها كولومبيا، والبرازيل، والهند ـ بتضمين مخاطر الكوارث والحَدّ منها في استراتيجيات التنمية الخاصة بها، وهو أمر لا تفعله غالبية الدول. وينظر العديد من المانحين الماليين إلى الكوارث باعتبارها عقبات أمام التنمية، وليست مخاطر يجب التعامل معها بشكل صحيح. وتتسم تقارير تقييم مخاطر الكوارث بالإسهاب الزائد عن الحد، الذي يُصَعِّب على الدول والبلديات أن تسترشد بها. فعلى سبيل المثال.. تقدم تقارير التقييم العالمية الصادرة عن «مكتب الأمم المتحدة الدولية للحَدّ من الكوارث»، أو تقارير المخاطر العالمية الصادرة عن المنتدى الاقتصادي العالمي، نظرة إجمالية عالمية وموضوعية، حيث غالبًا ما تتناول المخاطر من منظور متعلق بالنوع، وليس بالكم، وتتجاهل الآثار الجماعية للاختيارات الشخصية، مثل الاختيار بين شراء خدمات تأمينية، أو الانتقال من مكان السكن[7].

يطالب إطار عمل (سينداي) الحكومات بالقيام بأربعة أشياء: فهم مخاطر الكوارث، وتقوية تنظيم إدارة المخاطر في جميع القطاعات، والاستثمار في إجراءات الحَدّ من المخاطر التي تعزز المرونة، وتحسين التجهيز لمجابهة الكوارث، والاستجابة السريعة لها، بحيث «تتعافى» الدول بصورة أفضل بعد وقوع الكارثة. ويكلف إطار العمل شبكات الأبحاث بالتركيز على الأسباب الرئيسة للكوارث، والمخاطر المحتملة المنبثقة من هذه الأسباب، بالإضافة إلى دعم العمل الذي تقوم به المجتمعات والسلطات المحلية، وإشراك صنّاع السياسات في الأمر.

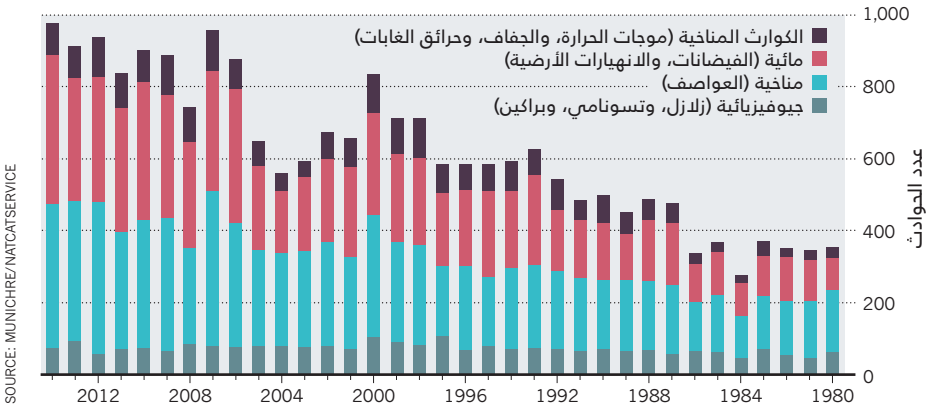
آليّة المراجعة

ينبغي إرساء عملية تقييم متسقة ومرتكزة إلى أساس علمي، للحَدّ من مخاطر الكوارث، بغرض تقديم معرفة سليمة، ترتكز عليها عمليات صُنْع القرار، ولمساعدة الحكومات حول العالم في وضع السياسات والأهداف، وتحديد الفجوات البحثية، وهذا عن طريق اتباع منهجية متكاملة. إنّ مثل هذا التقييم سيذهب إلى أبعد مما ذهبت إليه المقترحات السابقة، بتشكيل هيئات دولية حول الأخطار والكوارث الطبيعية[8].

ينبغي أن تحدِّد تقارير مخاطر الكوارث ما هو معروف لنا، ومجالات الفجوات المعرفية لدينا. وكذلك يجب أن تقدم ملخصًا للمعلومات ذات الصلة بأهداف (سينداي). كما ينبغي أن توضِّح بدقة الأسباب الرئيسة للقابلية للإصابة والتعرض لآثار الكوارث، والآثار الاقتصادية الاجتماعية للأخطار الطبيعية، وسبل الحد من الخسائر البشرية والاقتصادية، إنْ لم يكن في الإمكان الوقاية منها. وختامًا،

الزيادة الكارثية

ارتفع عدد الكوارث الناتجة عن حوادث طبيعية بأكثر من الضعف منذ عام 1980.



مواجهة المخاطر

ثلاثة دروس لم تُسْتَوْعَب بعد

البناء الجيد يحفظ الأرواح والممتلكات. منذ زلزال لشبونة المدمِّر في عام 1977، عرف العلماء والسياسيون أن الزلازل لا تقتل البشر، وإنما انهيار المباني ـ الذي ينتج عن الزلازل ـ هو ما يفعل ذلك. وما زال إنشاء المباني في مناطق معرَّضة للأخطار يستهين بمعايير البناء القياسية.

الاستثمار في تخفيف الكارثة قبل وقوعها. إن استثمار نسبة 5-10% من الأموال المنفقة على التعافي من الكوارث في التخفيف من حدة آثارها يحفظ الأرواح والموارد[2]. فعلى سبيل المثال.. بلغت تكلفة حماية نيو أورليانز في ولاية لويزيانا من الأعاصير والفيضانات 14 مليار دولار قبل إعصار (كاترينا) في عام 2005، بينما بلغ إجمالي الخسائر المتكبَّدة في ذلك العام 125 مليار دولار.

الاستعداد ينبغي التدريب على خطط إدارة الطوارئ قبل وقوع الكوارث بمدة كافية. والاستعداد يشمل ضمنيًّا أنظمة التحذير، والتعليم، ورفع الوعي، والإبلاغ عن المخاطر، ولكن مع الأسف.. لا تقوم غالبية الدول الفقيرة بهذه الأشياء. فعلى سبيل المثال.. عندما اقترب الإعصار (هايان) من الفلبين في عام 2013، لو كان المسؤولون المحليون عن إدارة الطوارئ قد أبلغوا المقيمين باقتراب حدوث تسونامي، بدلًا من إصدار تحذير باستخدام المصطلح الصحيح علميًّا «عرام العواصف»، لكان هناك المزيد من السكان المحليين الذين أخلوا المناطق الساحلية.

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

ينبغي أن يقدم مثل هذا التقييم آلية لنقل المعرفة من إطار البحث إلى إطار الممارسة، بما يضمن أن العلم مفيد، وصالح للاستخدام، ويُستخدم بنجاح بالفعل[9].

كما ينبغي أن تشكِّل المنظمات الحكومية الوطنية، والمنظمات الدولية التي تتعامل مع أخطار الكوارث، هيئةً من الخبراء الدوليين في الحَدّ من مخاطر الكوارث، على مستوى عالٍ، ومن تخصصات مختلفة، وأن يكون لها مدخلات من قطاعات متنوعة، ومن المجتمع المدني. وسيكون لهيئة كتلك الأثرُ والمجال اللازمين لزيادة وعي الناس، سواء من المجتمعات المحلية، أم الشركات، أم الحكومات. ولو قَدَّمَ عالِم ـ أو مقال مستقل ـ النتائج نفسها التي توصَّلت إليها اللجنة، فلن يكون لها التأثير نفسه.

ستكمن الصعوبات العملية الأساسية في دمج المعلومات الميدانية المتنوعة والممارسات في عملية تقييم، ثم توعية صنّاع السياسات بأنّ العواقب الكارثية على المستوى الإنساني لا تتطلب وقوع حادثة شديدة الخطورة[10]. وسيكون دعم الحكومات لتلك العملية أمرًا محوريًّا، ويتعين إرساء التعاون في العمل، وتوحيد جهود الحَدّ من المخاطر بين مؤسسات الأمم المتحدة.

كما سيتطلب الأمر تعديل وترتيب أهداف إدارة مخاطر الكوارث، والتغير المناخي، والتنمية المستدامة. وعلى سبيل المثال.. ينبغي وجود تقييم مُنسَّق لحالة المعرفة في مخاطر الكوارث والمنفعة؛ لدعم أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة، وإطار عمل اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغيُّر المناخ.

من شأن نقل المعرفة أنْ يجعل المرونة المجتمعية أمرًا ممكنًا. ويتعين أن تصبح النتائج الموضحة، وأفضل الممارسات، والنماذج الحديثة، جزءًا من الاستراتيجية المستنِدة إلى أدلة تُستخدَم للحَدّ من مخاطر الكوارث. ■

سوزان إل. كَتَر أستاذ الجغرافيا في جامعة ساوث كارولينا في ولاية كولومبيا، الولايات المتحدة الأمريكية
أليك إسماعيل زادة متخصص في العلوم الجغرافية التطبيقية، في معهد كارلسروه للتكنولوجيا، بكارلسروه في ألمانيا، وفي الأكاديمية الروسية للعلوم، في موسكو بروسيا. **إراسيما ألكانترا-آيالا**، و**أورهان ألتان**، و**دانيال إن. بيكر**، و**سالفانو بريسينو**، و**هارش جوبتا**، و**أيلزا هولواي**، و**ديفيد جونستون**، و**جوردون إيه. ماكبين**، و**يوجيرو أوجاوا**، و**دوجلاس باتون**، و**إيما بوريو**، و**رينار كيه. سيلبيرسين**، و**كينيوشي تاكيتشي**، و**جيوفاني بي. فالسيتشي**، و**كولين فوجيل**، و**جوشيونج وو.**
البريد الإلكتروني: scutter@sc.edu

1. Cutter, S. L. *Chall. Sustain.* **1,** 72–79 (2014).
2. Ismail-Zadeh, A. & Takeuchi, K. *Nat. Hazard.* **42,** 459–467 (2007).
3. Palmer, L. *Nature Clim. Change* **3,** 857–858 (2013).
4. Ismail-Zadeh, A. in *Extreme Natural Hazards, Disaster Risks and Societal Implications* (eds Ismail-Zadeh, A. *et al.*) 47–60 (Cambridge Univ. Press, 2014).
5. Gall, M., Nguyen, K. H. & Cutter, S. L. *Int. J. Disast. Risk Reduct.* **12,** 255–267 (2015).
6. McBean, G. A. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* **4,** 122–127 (2012).
7. Erisman, J. W., Brasseur, G., Ciais, P., van Eekeren, N. & Theis, T. L. *Nature* **519,** 151–153 (2015).
8. Burton, I. *Environ. Hazard.* **3,** 139–141 (2001).
9. Boaz, A. & Hayden, C. *Evaluation* **8,** 440–453 (2002).
10. Cutter, S. L. J. *Extrem. Events* **1,** 1–4 (2014).

للاطلاع على المؤسسات التي ينتمي إليها مؤلفو هذا المقال، انظر: (go.nature.com/fihq6v).

استخدموا فئران البنوك الحيويـة، حتى لا تفقدوها

أصبحت الهندسة الوراثية للفئران أمرًا سهلًا، ولذا.. هناك حاجة إلى توفير مستودعات مركزية، حسب طرح **كينت لويد** وزملائه.

تم استيلاد عشرات الآلاف من الفئران المهندَسة وراثيًّا. وهذه الأعداد في طريقها للزيادة، بغرض دراسة العلاقة بين بيولوجيا البشر والأمراض. لقد أصبحت تقنيات تحرير الجينوم الجديدة ـ مثل «كريسبر/كاس9» ـ قادرة على تخليق حيوان يحمل العديد من الطفرات المحددة في غضون أشهر قليلة، فالباحثون الذين لم يفكّروا من قبل في تخليق فئران ذات طفرات جينية باتوا يُقْدِمون عليها الآن.

بيد أن المختبرات التي يمكنها تخليق فئران معدَّلة وراثيًّا، لا تستطيع الحفاظ عليها، وكثيرًا ما تحتوي السلالة على مسبِّبات للأمراض، أو تخسر طفرات جينية مصمَّمة بعناية، أو تمتلك خصائص أخرى تربك التجارب. لذا.. قد تكون الفئران التي يرسلها باحث يحدوه الشعور بالمسؤولية إلى زميل له مختلفة تمامًا عن تلك الموصوفة في بحث ما. ففي عام 2013، وَجَدَتْ مراكز موارد وبحوث الفئران الطافرة (MMRRCs) ـ وهي مجموعة تابعة لمعاهد الصحة الوطنية الأمريكية ـ أن 32 من حوالي 200 سلالة من الفئران المُودَعَة لديها ـ عن طريق مختبرات فردية ـ لا تطابق وصف الباحثين. لذا.. من غير المستغرب أن كثيرًا من الدراسات قبل الإكلينيكية التي أجريت باستخدام الفئران كانت نتائجها غير قابلة للتكرار[1].

وبصفتنا من مديري المستودعات الحيوانية التي يموِّلها القطاع العام، والمنوط بها حفظ وتوزيع سلالات الفئران المعدَّلة وراثيًّا، فإننا نواجه ونصحح بشكل روتيني المشكلات الناجمة عن عمليات الاستيلاد غير الصحيحة، وتربية الحيوانات، ومراقبة الجودة، لكننا نشعر بالقلق أمام احتمال أن تصبح الأعداد الهائلة من نماذج الفئران الجديدة فورةً من الجهد الضائع، والنتائج غير القابلة للتكرار، وهو ما يمكن تفاديه من خلال استخدام المستودعات بطريقة أفضل.

في البنك الحيوي

على مدى الست عشرة سنة الماضية، حافظت مراكز موارد وبحوث الفئران الطافرة على نماذج فئران فريدة، أودعها العلماء بشكل منفرد. وتشمل المجموعات نحو 4,600 طفرة نوعية في الفئران، وعشرات الآلاف من الطفرات في الخلايا الجذعية الجنينية المجمَّدة، التي يمكن استخدامها لتخليق فئران جديدة. وفي العام الماضي، قامت مراكز موارد وبحوث الفئران الطافرة ومختبر جاكسون (JAX) ـ وهو منظمة أمريكية غير ربحية للأبحاث الطبية الحيوية ـ بتوزيع أكثر من 200,000 فأر حيّ مهندَس وراثيًّا، بالإضافة إلى أجِنّة وحيوانات منوية مجمّدة، تمثل مئات من السلالات الطافرة. هذا.. وتمتلك كل من أستراليا، وأوروبا، واليابان مستودعات مموَّلة حكوميًّا.

وكثيرًا ما تُفقد سلالات الفئران المخلقة في مختبرات فردية بسبب قلة الاهتمام أو قلة الخبرة، كما يحتفظ الموردون التجاريون فقط بالسلالات المطلوبة بشدة. لذا فإن إتاحة سلالات الفئران لجمهور الباحثين من المستودعات يجعل هذه الموارد سهلة المنال ويوفر الجهود الزائدة والمكلفة، كما أنها تريح العلماء من عملية إيواء الحيوانات وإدارة استيلادها.

ولا يزال العدد المسجل من الطفرات المهندَسة وراثيا المتاحة في المستودعات، والمذكورة في القاعدة الدولية لجينومات الفئران، أقل من 21,000 طفرة. وذلك على الرغم من أن الباحثين الذين تمولهم الحكومة الأميركية يُشَجّعون بقوة على إيداع الفئران للتوزيع العام. وقد وجد مسح واسع النطاق أجرته المعاهد الوطنية للصحة الأمريكية عام 2005، للتحقيق في حجم المشكلة، أنه من بين 4,848 سلالة فئران معلن عنها، كانت نسبة 12% فقط هي المتاحة بسهولة من المستودعات. وقد أدى هذا لإرغام العلماء على إعادة تخليق الفئران؛ وأعيد تحوير 2,655 فأر مرة واحدة على الأقل، و702 فأر بشكل مستقل أكثر من ثلاث مرات (انظر ‹إعادة تخليق الفئران›)، كما حفّز المسح «مشروع الفأر المنقوص» KOMP، الذي تمكن من خلال التعاون مع شركاء دوليين، من تخليق حوالي 15,000 أليلا لاغيًا في الخلايا الجذعية الجنينية، مودعا جميعها في المستودعات، بما فيها مستودع «مشروع الفأر المنقوص».

ومنذ إجراء المسح، أصبحت الدوريّات والممولون أكثر تشددًا فيما يتعلق ◀

فأر مستولَد، ليكون مصابًا بمرض السكري، والسمنة، وزيادة السكر في الدم.

JENNIFER L. TORRANCE/THE JACKSON LABORATORY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

MAURICIO ROMERO V./MOUSE BIOLOGY PROGRAM, UC DAVIS

سلالات مهندَسة وراثيًّا.. تحمل مزيجًا من الفئران التي تحمل الطفرة المطلوبة، إلى جانب فئران أخرى من النوع البرّي.

بطلبات الإيداع، ومع ذلك فإننا نقدر ما تم تقديمه حتى الآن بأقل من 20% من سلالات الفئران، ومن المرجح أن يتهاوى هذا المعدل نظرًا لقدرة المزيد من العلماء على هندَسة السلالات.

مراقبة الجودة

يمتلك معظم الباحثين الذين يستخدمون الفئران معرفة أكبر بتخصصاتهم، وليس بتخصصات وراثة الفئران أو تربيتها أو أمراضها. وتبقى الكواشف ثابتة نسبيًا؛ فالفأر مخلوق حي يتكاثر. إن التغيير هو القاعدة، والتغيير على مر الأجيال يجب فهمه ومراقبته والتعامل معه.

يستغرق عادة طلب زوج من الفئران من مستودع للاستيلاد 3 إلى 5 أسابيع، وتصل التكلفة إلى 400–600 دولار أمريكي، وتزيد عن ذلك إذا كان يجب تخليق الفئران من المخزونات المجمدة (قد تصل تكلفة هندَسة فأر من البداية إلى ما يزيد عن 20,000 دولار أمريكي)، ولذلك يفضّل كثير من الباحثين الحصول على الحيوانات من أحد الزملاء مباشرةً. وعلى الرغم من أن المشاركة أمر جدير بالثناء، إلا أن الفئران التي يتم الحصول عليها من مختبرات الأبحاث نادرًا ما تخضع للاختبارات الصارمة التي تعدّ من الممارسات الأساسية في المستودعات، وبذلك تخاطر المختبرات المتلقية بمصداقية التجارب اللاحقة، وربما أيضًا بصحة الحظائر التي تقتنيها.

تضمن المستودعات جودة وعافية الحيوانات التي توزعها، وتوفّرها للباحثين من أجل إجراء دراسات موثوق فيها، مما يعني أنهم سيتعلمون المزيد من خلال التجارب التي يجرونها على الحيوانات. ويتعامل الباحثون مع مشكلة الحيوانات المعرّفة بشكل غير صحيح بعدة طرق، فعندما يحين وقت نشر النتائج الخاصة بسلالة الفأر المهندَسة وراثيًّا، تكون السلالة قد توالدت عبر عدة أجيال وتبين نوعها. ويمكن للمستودعات أن تقبل سلالة من الفئران عند تقديم البحث (ويمكنها حتى تأجيل التوزيع إلى حين النشر) وتحافظ على بقاء الحيوانات أقرب إلى وصفها الأصلي.

إضافة إلى ذلك، تجري المستودعات تحليلًا روتينيًا لجينوم الحيوانات قبل إتاحتها للغير، مما يجعلها تتدارك الأخطاء. وأحيانًا يغفل الباحثون الطفرات الموجودة في إحدى سلالات الفئران، والتي يمكنها تغيير سمات الحيوان أو إفساد محاولات استيلاده بطريقة مناسبة. في عام 2013، وجدت الاختبارات الجينية التي أجريت على416 سلالة من الفئران الطافرة، والتي قُدِّمت إلى مختبر جاكسون ومراكز موارد وبحوث الفئران الطافرة، أن 15% حملوا طفرات لسمات تختلف عن تلك المحددة، أو أنها احتوت على واسمات وراثية كانت تستخدم لتتبع استيلاد فئران لم يكن مخطط لها أن تكون جزء من هذه السلالة. وترجع الالتباسات الأكثر شيوعا إلى الأخطاء المطبعية، فعلى سبيل المثال، ثمة سلالة شائعة تدعى C57BL/6J، هي في الأصل سلالة أخرى تدعى C57BL/6N. وعلى الرغم من أن تلك السلالات في حالة الجراء تبدو متطابقة، يختلف الوضع بالنسبة للفئران؛ فسرعان ما تصاب فئران 6N بتدهور في البصر، أما فئران6J تكون مؤهلة للإصابة بالسكري والسمنة، ويمكن لسمات كهذه أن تؤدي إلى نتائج يساء تفسيرها وتجارب لا يمكن تكرارها.

قد يتعامل الباحثون أيضًا مع سلالة ما باعتبارها نقية الاستيلاد (لا اختلاط لديها في الخلفيات الوراثية)، بينما قد لا تكون كذلك. وقد تلقت جميع مراكز موارد وبحوث الفئران الطافرة طلبات لسلالات مهندَسة وراثيًّا تحتوي على خليط من الفئران التي تحمل الطفرة وفئران أخرى من النوع البرّي. كما واجهنا أيضًا العديد من الحالات التي تم فيها فصل واسم وراثي (مثل البروتين الفلوري) عن الطفرة التي كان من المفترض أن يعرّفها. ليس من المستغرب إذن أن يجري الباحثون الذين يحصلون على الفئران من زملائهم عدة جولات من التجارب قبل أن يكتشفوا أنهم كانوا يدرسون الفئران التي تفتقر إلى الطفرة المرغوب بها.

ثمة مصدر آخر للتنوّع لا يحظى بالتقدير اللازم، وهو الميكروبات. حيث كشفت الطفرات المتماثلة في جين نشط بالخلايا التائية، والتي أعدّت في مؤسستين، عن تشابه على المستويين الجزيئي والخلوي، لكن مع وجود اختلافات جذرية في الحيوانات. في إحدى المؤسستين، كانت تصاب الفئران دومًا بمرض المستقيم المتدلّي، وتتوفى بعد شهرين من الولادة. ومن ثم، كشف التحقيق الدقيق أن هذا الأمر كان نتيجة لانتشار خفيّ لبكتيريا *Helicobacter hepaticus*[2]. وتتحكم المستودعات بمسببات الأمراض من خلال الرصد المتكرر والقدرة على إعادة إحياء السلالة من الأجنة المجمّدة أو الأمشاج ضمن محيط خالي من الجراثيم.

«تضمن المستودعات جودة وعافية الحيوانات التي توزّعها».

إن الميكروبيوم (مجموعة الحمض النووي الخاص بالميكروبات المستوطنة في القناة الهضمية)، الذي يمكن أن يختلف في الفئران الموجودة في مؤسسات مختلفة، حتى مع تغذيتها بطرق مماثلة، يتسبب أيضًا في اختلافات مثيرة للدهشة. لقد شرعت المستودعات باستخدام تسلسل الحمض النووي لتحديد المتغيرات المشتركة كالنظام الغذائي والإسكان وغيرها من العوامل التي قد تغير مجهريات البقعة[3]، وربما يكشف ذلك عن تأثيرات هذه المتغيرات على مجموعة متنوعة من خواص الفئران، كما يجعل الدراسات الحيوانية المجراة من قبل محققين متعاونين أكثر كفاءة وقابلة للتكرار.

أخيرًا، يمكن للمستودعات أن تساعد على تحديد أسباب غير متوقعة لسمات الفئران، مما يجعل الفئران أكثر فائدة للباحثين. فمثلا، تم مؤخرًا إرجاع الفرق الكبير

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

بين استجابات سلالتين تجاه الكوكايين والميثامفيتامين إلى موقع في جين واحد مختلف بين السلالتين[4]، وفي مركز موارد وبحوث الفئران الطافرة في جامعة كارولينا الشمالية في تشابل هيل، توصل العمل على تصنيف التصالبات بين سلالات الفئران إلى توليد مجموعة متنوعة من الخواص، ومن ضمنها سلالة أصيبت بالتهاب حاد في الأمعاء، وتم الآن توزيع السلالة على عدة مؤسسات كنموذج للمرض المعروف باسم التهاب القولون الذاتي الذي يصيب الإنسان[5].

SOURCE: NIH/THE JACKSON LABORATORY

أربع خطوات إلى الأمام

إذا كان لهذه الفوائد أن تتحقق، فعلى الباحثين أن يودعوا فئرانهم في المستودعات، لكنهم قد لا يقدموا على ذلك في الوقت الحالي لثلاثة أسباب. أولا، هم ليسوا على دراية بوجود المستودعات، أو يعتقدون خطأً أنهم يجب أن يدفعوا المال مقابل تقديمها، أو يريدون مزيدًا من التحكّم بمتى وكيف يتم توزيع سلالاتهم. يجب على العلماء أن يدعموا تداول المعلومات بشكل عالمي، كما ينبغي على الممولين والدوريات أن يكونوا أكثر اجتهادًا في وضع وتنفيذ متطلبات الايداع.

ثانيا، يجب على العلماء استخدام فئران من المستودعات. سيضمن رقم اللائحة والوثائق الأخرى التي توفرها المستودعات تتبعًا واضحًا للفئران، كما ستضمن مراقبة الجودة التي تجريها المستودعات بشكل روتيني أن الأوصاف تطابق الفأر الحقيقي. إن المبادئ التوجيهية[6] التي تحمل اسم «حيوانات تحت البحث: كتابة التقارير عن التجارب التي تجرى على الحيوانات الحية» ARRIVE، والمتزايد اتباعها من قبل المنشورات المتحدثة عن البحوث التي تجرى على الحيوانات، يجب تعديلها بحيث تشجّع اقتناء الحيوانات من المستودعات. أما الفئران التي يتم الحصول عليها من غير المتخصصين فينبغي أن تخضع لاختبارات النوعية الموثقة، ابتداء من التنميط الجيني وانتهاء برصد العوامل الممرضة.

ثالثًا، يجب أن تعمل المستودعات معًا لتعزيز خدماتها؛ ويتعين عليهم تنظيم أنفسهم في شبكة عالمية متكاملة لتبادل أفضل الممارسات وتنسيق البروتوكولات والإجراءات، والابتكار. وينبغي أن تتضمن الأهداف تطوير ممارسات موثقة لمراقبة الجودة وضبط اتفاقات النقل المؤسسية لإضافة سلالات جديدة من الفئران ولضمان توزيع أفضل، وخصوصًا عبر الحدود الدولية.

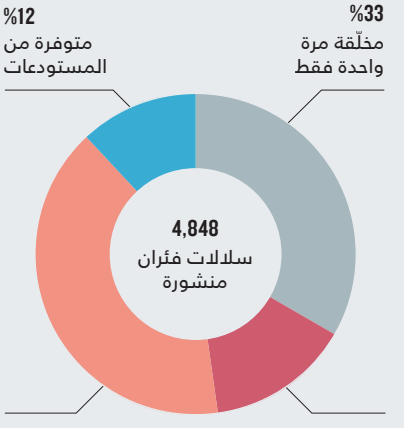
مواصلة الاستثمار هو أمر بالغ الأهمية أيضًا، مع دعوة الباحثين لتلبية المصالح الحكومية التي قد تتطلب من الدراسات الفردية أن تشمل مزيدا من الحيوانات. وقد طالب مجلس البحوث البريطانية مؤخرا من الباحثين التحقق إحصائيًا من صحة أعداد الفئران المستخدمة، كما نادت معاهد الصحة الوطنية الأمريكية بدراسة كل من ذكور وإناث الفئران[7]. وفي هذه الأثناء، يجري تخليق المزيد من سلالات الفئران في المختبرات الفردية، والاتحاد الدولي لتنميط الفئران جاهز لاستكمال أكثر من 20,000 نموذج للفئران مع حلول عام 2021، التي سوف تتضمن افتراضيًا جينوم الفئران بأكمله.

من دون استثمارات كافية، نخشى الوقوع في حلقة مفرغة لا تتمكن فيها المستودعات من التعامل مع الطلبات المتزايدة، وتصبح أقل قدرة على خدمة المجتمع العلمي، محتفظة بعدد أقل من الفئران الحية الجاهزة للتوزيع. والأسوأ من ذلك أن تُغلق (قد أُغلق بالفعل واحد منها على الأقل حتى الآن).

ومثلما يوجَد المال في البنوك، تُبقِي المستودعات نماذج الفئران محفوظةً وآمِنة ومتاحة للسحب. وبالضبط، مثلما يحقِّق البنك عائدات على الاستثمارات، تضيف المستودعات قيمة ومنفعة علمية لسلالات الفئران المودَعة، فهي تزيد من الثقة فيها عن طريق رعايتها، والحفاظ عليها، ومراقبة الجودة الوراثية، والحماية من مسبِّبات الأمراض، والكثير غير ذلك. ■

إعادة تخليق الفئران

عندما لا تتوافر الحيوانات المهندَسة وراثيًّا، يلجأ الباحثون إلى إعادة تخليقها. وجد أحدث مسح شامل أجري في عام 2005 أن الباحثين قد عمدوا إلى تخليق آلاف السلالات من الفئران أكثر من مرة، مهدِرين الكثير من الحيوانات، والوقت، والمال.



كينت لويد مدير مركز موارد وبحوث الفئران الطافرة في جامعة كاليفورنيا، ديفيس، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية. **كريج فرانكلين** مدير مركز موارد وبحوث الفئران الطافرة في جامعة ميزوري، كولومبيا، ميزوري، الولايات المتحدة الأمريكية. **كات لوتز** مديرة مركز موارد وبحوث الفئران الطافرة في مختبر جاكسون في بار هاربور، مين، الولايات المتحدة الأمريكية. **تيري ماجنوسون** مدير مركز موارد وبحوث الفئران الطافرة في جامعة نورث كارولينا، تشابل هيل، كارولينا الشمالية، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني: kclloyd@ucdavis.edu

1. Perrin, S. A. *Nature* **507,** 423–425 (2014).
2. Franklin, C. L. *ILAR J* **47,** 140–154 (2006).
3. Ericsson, A. C. *et al. PLoS ONE* **10,** e0116704 (2015).
4. Kumar, V. *et al. Science* **342,** 1508–1512 (2013).
5. Rogala, A. R. *et al. Mamm. Genome* **25,** 95–108 (2014).
6. Kilkenny, C., Browne, W. J., Cuthill, I. C., Emerson, M. & Altman, D. G. *PLoS Biol.* **8,** e1000412 (2010).
7. Clayton, J. A. & Collins, F. S. *Nature* **509,** 282–283 (2014).

nature MIDDLE EAST
Emerging science in the Arab world

twitter facebook google+

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

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

nature.com/nmiddleeast

Sponsored by

nature publishing group npg

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

لا يمكن للعِلْم البَتّ في الأمر

يقول **دانيال ساريْويتز** إن المقارنة بين مزايا ومخاطر تقنيات التعديل الجيني والذكاء الاصطناعي هي شأن سياسي، وليست شأنًا أكاديميًّا.

أصدر العديد من الباحثين الروّاد تحذيرات خلال هذا العام، بشأن مخاطر استخدام تقنية «كريسبر» CRISPR لتحرير الجينوم البشري[1]، وجينومات الأنواع الأخرى، بالشكل الذي قد تكون له «آثار لا يمكن التكهن بها على الأجيال المستقبلية»[2]، و«تداعيات عميقة على علاقتنا بالطبيعة»، (انظر: go.nature.com/jq5sik).

كما تتبدى مخاوف أيضًا من قطاع السيليكون، حيث أعلن عالِم الفيزياء ستيفن هوكينج في العام الماضي أن الذكاء الاصطناعي ـ الذي يشهد تقدمًا بوتيرة سريعة ـ قد يتسبب في تدمير الجنس البشري. وفي عام 2013، شارك رئيس الجمعية الملكية السابق، مارتن ريس، في تأسيس مركز دراسات المخاطر الوجودية، في جامعة كمبريدج في المملكة المتحدة، وهو مركز يتولى ـ بشكل جزئي ـ دراسة التهديدات التي يشكلها الذكاء الاصطناعي المتقدم.

إن روّاد المجتمع العلمي مستعدون لمشاركة الجمهور في تحمل عبء مسؤولية تلك التكنولوجيات القوية. فقد كتب جورج تشرش عالِم الجينات في جامعة هارفارد بكمبريدج، ماساتشوستس، وآخرون ـ في العام الماضي ـ مقالات حول تقنية «كريسبر»، قائلين: «إن قرار توقيت ومكان استخدام هذه التقنية، وكذلك أغراض استخدامها، سيكون قرارًا مشتركًا».

بيد أن العلماء يريدون أيضًا التحكم في شروط المشاركة. فعلى سبيل المثال.. ستتولى الأكاديميات الوطنية الأمريكية «توجيه عملية صنع القرار»، من خلال جمْع الباحثين وخبراء آخرين ـ في وقت لاحق من هذا العام ـ «لاستقصاء الأمور العلمية، والأخلاقية، والسياسية المرتبطة بأبحاث التعديل الجيني البشري». كما يؤكد العلماء على الحاجة إلى مزيد من البحث في المخاطر والمزايا؛ من أجل «توفير معلومات أفضل للمحادثات المستقبلية مع الجمهور»[3]. على سبيل المثال.. خلال الأشهر القليلة الماضية، وَقَّع مئات من العلماء والتقنيين خطابًا مفتوحًا عبر الإنترنت، يدافعون فيه عن آرائهم بضرورة البحث؛ لمعرفة كيفية إبراز الجوانب الإيجابية للذكاء الاصطناعي، وتجنب مخاطره المحتمَلة (انظر: go.nature.com/jcyjib).

مَن يُجْرِي التقييم؟ وماذا يقيِّم؟

من الخطأ وضْع القرار بشأن مخاطر ومزايا تلك التقنيات الناشئة والتحديات الأخلاقية الناتجة عنها في أيدي الخبراء وحدهم، فهذا يؤدي إلى اتجاه خاطئ، عديم الجدوى، يحمل بذرة فشله بداخله؛ لأن أصحاب هذه الفكرة لا يفهمون طبيعة دور العلم في النقاشات المطروحة للجمهور حول المخاطر التقنية. كما أن هذه الفكرة تسيء ـ بدرجة كبيرة ـ تقدير دور المصادر الديمقراطية في حيوية العلم، وكذلك قدرات المداولة الديمقراطية. كما أن هذه الفكرة تزيد من تقويض الشرعية عن العلم، وتسييسه في المجتمعات الحديثة.

ينبغي أن تُعتبر السجالات التي تدور رحاها دون توقف، حول الكائنات المعدلة وراثيًّا، والطاقة النووية والسُّمِّيَّة الكيميائية، وجدوى الفحص الوقائي للسرطان، دليلاً كافيًا على أن العِلْم لا يضع حدًّا للخلافات بشأن المخاطر، ولا يُوجِد حلًّا لها.

لا توجد هناك طريقة لفهم تعقيد تلك القضايا بالكامل من منظور علمي. فعند إدخال تقنيات جديدة إلى أنظمة اجتماعية وتقنية معقدة، فإن معلومات الجميع حول المخاطر تكون خاطئة. ويؤدي عرض أدلة متباينة إلى توفُّر «ذخيرة معلومات»، يستند إليها أصحاب وجهات النظر المتضاربة، وهناك دائمًا خبراء مشروعون يقومون بدعم التفضيلات المتضاربة.

على سبيل المثال.. سيقوم متخصص في الاقتصاد الزراعي (مهتم بشأن غلة المحاصيل)، ومتخصص في علم البيئة (مهتم بشأن نظم البيئة) بإحضار مجموعات مختلفة من الأدلة، التي ربما تكون لها قِيَم مختلفة تمامًا، وهذا بغرض دفع دراسة آثار الكائنات المعدلة وراثيًّا للأمام. وحتى في أوساط المختصين في الاقتصاد الزراعي، يفضل بعض الباحثين الاختبارات الميدانية، التي تتيح التحكم الحريص في المتغيرات، مثل الطقس ونوع التربة؛ في حين يُجْرِي آخرون دراسات على مزارع موجودة بالفعل، بغرض فهم

تقنية "كريسبر"
ملف خاص من دورية *Nature*
nature.com/crispr

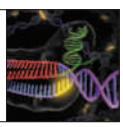


ILLUSTRATION BY DAVID PARKINS

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

التغير الموجود على أرض الواقع. وعادةً ما يفضي هذان المنظوران إلى نتائج متناقضة[4].

إضافة إلى ذلك.. تُعتبر الأبحاث المجراة على غلال المحاصيل أمرًا غير ذي صلة، بالنسبة إلى العديد من المستهلكين الأوروبيين. فهم مهتمون[5] بالدوافع التي تكمن خلف كواليس قرارات الشركات، بشأن تنوع الغلال، والقيم الجمالية للمناظر، وتنوع الطعام، والقيم الحاكمة للاختيار والشفافية، التي تقتضي وضع بطاقات على الأطعمة المعدَّلة وراثيًّا، حتى وإنْ لم تكن لها مخاطر صحية معروفة.

بعبارة أخرى.. تُعَدّ قضية المخاطر ظاهرة سياسية وثقافية، أكثر منها ظاهرة فنية أو تقنية. وبذلك.. فإن إحالة قضية المخاطر إلى العلماء، وغيرهم من الخبراء المعنيين ـ مثل علماء الأخلاقيات وعلماء الاجتماع ـ إحالة للسياسة والثقافة المتعلقة بالقضية إليهم بالتبعية.

إن العلماء لا يتم انتخابهم، ولا يمكنهم تمثيل القيم الثقافية والسياسة ومصالح المواطنين، لا سيما أن قِيَم العلماء قد تختلف اختلافًا كبيرًا عن قِيَم سائر الناس في مناحي الحياة الأخرى. فعلى سبيل المثال.. أظهرت دراسة[6] أُجريت في عام 2007، حول التداعيات الاجتماعية للتكنولوجيا النانوية، أن العلماء المختصين بها لا يلقون بالًا لقضاء تلك التقنيات على الوظائف، في حين يشغل هذا الأمر الجمهور لدرجة كبيرة (انظر: «مسألة منظور»). ولكل من الفريقين منطِقُهُ الخاص، فعلماء التكنولوجيا النانوية لديهم سبب وجيه للتفاؤل بشأن الفرص التي تخلقها آفاق التكنولوجيا، في حين قد يكون قلق المواطنين مسوغًا بأن تلك الآفاق التكنولوجية المتنامية ستعيث فسادًا في أسواق العمل، وستنشر البطالة.

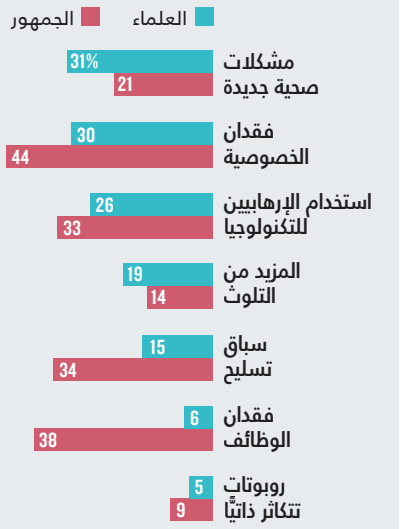
«تُعدّ قضية المخاطر ظاهرة سياسية وثقافية، أكثر منها ظاهرة تقنية»

إنّ طَرْح الأسئلة بشأن مخاطر التقنيات الحديثة للجدل العام يصب في صالح العلم والابتكار. وقد أدرك هذا الأمر عالِم الفيزياء ألفين واينبرج في سبعينات القرن العشرين، وهو من أشد المناصِرين للطاقة النووية، حيث لاحظ أن النِّقَاش العام كان عن «أنّ احتمال وقوع حادث للمفاعل النووي ينطوي على مخاطر بالغة، وتشويه لمشروعات الطاقة النووية»، ولكنه أدرك أيضًا أن ضغط الرأي العام في الولايات المتحدة أدَّى إلى أنْ تُولِي الحكومة انتباهًا أكبر إلى سلامة المفاعلات النووية، من ذلك الاهتمام الذي يُولِيه الاتحاد السوفيتي، حيث لم يكن لدى الرأي العام في الأخير حق «المشاركة في المناظرات العلمية والتقنية»[7].

إن المقاربات الثقافية والسياسية المختلفة ـ بشأن اختيار المخاطر وإدارتها ـ تستدعي مقاربات مختلفة لحل المشكلات. فبرغم أن ألمانيا رفضت استخدام الطاقة النووية، إلا أنها تسير الآن في طريقها لأنْ تصبح مشروعًا نموذجيًّا لتقنيات الطاقة المتجددة، برغم ما يتبدَّى في تجربة جارتها فرنسا مِن إمكانية أن توفر الطاقة النووية نظامَ طاقةٍ بديلًا، منخفِض الكربون. وقد وصفت آن جلوفر ـ وهي المستشارة العلمية السابقة للمفوضية الأوروبية ـ معارَضة التعديل الوراثي بأنه «جنون»، ولكن هذه المعارَضة جزء من حركة مستهلكين أوسع، تدفع الزخم في اتجاه

مسألة منظور

أشارت دراسات مسح أُجريت في عام 2007 إلى أن العلماء كانت لهم أفكار مختلفة عن أفكار الجمهور حول المخاطر الرئيسة للتكنولوجيا النانوية.



SOURCE: REF. 6

الزراعة العضوية، والمكافحة المتكاملة للآفات، وتقليل استخدام المضادات الحيوية، وكذلك تقليل استهلاك اللحوم. وتفتح مثل تلك التفضيلات الباب على مصراعيه أمام سبل ابتكار جديدة، من شأنها أن تضيف تنوعًا ومرونة إلى النظام الغذائي العالمي.

وتُظْهِر تلك النقاشات المستمرة أن جهود المجتمع العلمي لرفع الرقابة عن مواصفات المخاطرة التقنية لم تؤتِ ثمارها؛ بل أدَّت إلى تقويض شرعية العلم. ومع بزوغ مجالات جديدة للتقنيات المثيرة للجدل، فإن سبيل الخلاص من هذا الموقف يكمن في السماح للمداولة الديمقراطية بأن تقود الطريق نحو البت في اختيار القيم ووجهات نظر العلماء التي ينبغي حمايتها، وتلك التي ينبغي التضحية بها.

مبادرة «وورلد وايد فيوز»

إذا اقتضى الأمر وجود نِقَاش عام يقدِّم معلومات للجمهور، فلنبدأ بالنِّقاش إذًا. فقد ظل علماء الاجتماع على مدار عقودٍ[8] يوثِّقون قدرة الناس على تعلم الجوانب التقنية للمعضلات المعقدة، وتناوُلها بالعقل والمنطق.

من بين النماذج المطروحة حول كيفية تنظيم مثل تلك المناقشات على النطاق الدولي، يأتي النموذج الذي وضعه» تحالُف وورلد وايد فيوز» WWV، الذي تولَّى تنسيقه المجلس الدنماركي للتكنولوجيا. ومنذ عام 2009، عقدت مبادرة «وورلد وايد فيوز» مداولات بين مجموعات متنوعة، تتألف من حوالي 100 مواطن في مواقع متعددة حول العالم، لمناقشة الاحتباس الحراري، والتنوع الحيوي، والمناخ، والطاقة. وقد شارك في تلك النقاشات آلاف الأشخاص من جميع أنحاء المجتمع. (وفي العاصمة واشنطن، ضمت مجموعة «وورلد وايد فيوز» ـ التي ناقشت التنوع الحيوي ـ شخصًا مشرَّدًا، وعامل تركيب أسقف، وعالِم فيزياء).

تُعقد كل مناقشة من مناقشات «وورلد وايد فيوز» في جميع أنحاء العالم خلال يوم واحد. ويزوَّد المشاركون جميعًا بالمادة الكتابية والمصورة نفسها (التي خضعت للتدقيق من جانب لجان خبراء)، لمَنْحهم خلفية عن موضوع المناقشة. ويُقسَّم اليوم إلى أربع أو خمس جلسات، تتناول موضوعات مختلفة؛ ويتناقش المشاركون في صورة مجموعات، تتكون كل مجموعة من خمسة إلى ثمانية أشخاص، ولها مشرف يدير النِّقاش حول مجموعة من الأسئلة عن كل موضوع، ثم يُجْرُون تصويتًا حول خيارات السياسة المناسبة. ومن السابق لأوانه تمامًا تقييم الأثر الفعلي لتلك المجموعات على السياسة، لكن مبادرة «وورلد وايد فيوز» تبيِّن قابلية تنفيذ مداولة ومناظرات ديموقراطية على نطاق واسع، لتمثيل آراء المجتمع حول الأمور المعقدة المتعلقة بالاستيراد العالمي.

كما تَبْرُزُ نماذج مؤسسية في هذا الصدد، تجعل الجمهور يشترك بشكل مباشر في اختيارات تخص الأبحاث، التي من شأنها التأثير على جوهر طبيعة وجود الإنسان، وهو ما يمكن أن يُطلَق عليه «العلوم الوجوديّة». ففي الولايات المتحدة الأمريكية ـ على سبيل المثال ـ كلَّفت وكالة «ناسا» شبكة «تقييم المواطن والخبير للعلوم والتكنولوجيا» ECAST بعَقْد نقاشات عامة، حول خيارات الكشف عن الكويكبات، وتقليصها، واستعدادتها. وتُعَدّ نتائج هذه المداولات مصدَر معلومات لقرارات الوكالة.

وإذا كانت العلوم الوجودية في متناول اليد، فلماذا لا نتخذ قرارات جماعية بشأنها؟ من الممكن أن نُجْرِي مناقشات على غرار التي تعقدها مبادرة «وورلد وايد فيوز»، حول مسائل تخص ما هو مقبول، وما ليس مقبولًا، وعن الأطر الحاكمة المناسِبة للأبحاث، والأولوية النسبية لخطوط الدراسة المختلفة فيما يخص الشكوك والاختلافات حول المخاطر والمزايا.

وينبغي أن يستمر هذا النوع من النقاش في تغذية ووضع الشروط الحَدِّيَّة الخاصة بلجان الخبراء. ومن الممكن أن تكشف عمليات تداول النقاشات الموزَّعة بشكل مناسب جغرافيًّا ـ والشاملة لجميع فئات السكان ـ عن الاختلافات في كيفية اختيار المَخاطر، وترتيب درجة أهميتها، وتأثيرها في الأماكن والثقافات المختلفة. وكنتيجة لتلك المعرفة.. من الممكن أن تنبثق أفكار حول القِيَم، والأنظمة الحاكمة، وأجندات البحث. وبذلك.. سيتحسن حال الديمقراطية والعلم، على حد سواء. ■

دانيال سارِيْويتز أستاذ العلوم والمجتمع، والمدير المشارك في اتحاد العلوم والسياسات والنتائج، في جامعة ولاية أريزونا، تمب، أريزونا، ويقيم في العاصمة واشنطن، الولايات المتحدة الأمريكية
البريد الإلكتروني: daniel.sarewitz@asu.edu

1. Liang, P. *et al. Protein Cell* **6,** 363–372 (2015).
2. Lanphier, E. *et al. Nature* **519,** 410–411 (2015).
3. Baltimore, D. *et al. Science* **348,** 36–38 (2015).
4. Hicks, D. J. *Stud. Hist. Phil. Biol. Biomed. Sci.* **50,** 1–12 (2015).
5. Marris, C. *et al. Public Perceptions of Agricultural Biotechnologies in Europe* (Lancaster Univ., 2001).
6. Scheufele, D. *et al. Nature Nanotechnol.* **2,** 732–734 (2007).
7. Weinberg, A. *Minerva* **10,** 209–222 (1972).
8. Peterson, J. C. (ed.) *Citizen Participation in Science Policy* (Univ. Massachusetts Press, 1984).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تجاوُز الاختلافات

تقول **كاريس تومسون** إن الباحثين وعلماء الأخلاقيات العلمية بحاجة إلى أن يتجاوزوا النقاشات التي تبدو قائمة على النوع، عندما يتعلق الأمر بالقواعد التي تحكم التكنولوجيا الحيوية.

سوف يجتمع خلال الخريف المقبل باحثون وخبراء؛ لمناقشة القضايا العلمية، والأخلاقية، والسياسية، المتعلقة ببحوث التعديل الجيني في الإنسان. وقد أعلنت كل من الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم، والأكاديمية الوطنية للطب، عن خططهما لهذا الاجتماع العالمي، عقب نشر دراسة تناولت الباحثين الذين يستخدمون أداة تعديل جيني، تُدعى «كريسبر» CRISPR، بغرض تعديل المحتوى الجيني لأجنة بشرية غير قابلة للنمو[1].

وإذا كان من شأن هذا الاجتماع، أو أي اجتماعات أخرى شبيهة، تم التخطيط لعقدها في الولايات المتحدة، أنْ تساعد على تشكيل طريق للتعديل الجيني، يأخذ في اعتباره كل الاحتياجات والاهتمامات ذات الصلة، فسيعتمد ذلك على حجم الجهود المبذولة لإحداث تكامُل بين وجهات النظر المتباينة للعلماء من كافة التخصصات. والخطوة الأولى في سبيل إحداث هذا التكامل هي فهْم الكيفية التي تنشأ بها وجهات النظر المختلفة.

ويبدو أن أحد معسكرات المهتمِّين بالأمر يختزل أسباب الاهتمام بالتعديل الجيني وأسباب التخوف منه في الأسباب التقليدية المتعلقة بالنوع. وقد تجلَّى هذا بقوة أثناء اجتماع عُقد في يونيو الماضي في أتلانتا، جورجيا، حول التكنولوجيا الحيوية وأخلاقياتها، حيث اجتمع حينها حوالي 200 من قادة الفكر العالمي في القمة المسماة «بيينجز 2015» BEINGS 2015؛ من أجل «الوصول إلى إجماع حول اتجاه التكنولوجيا الحيوية في القرن الواحد والعشرين». وفي اليوم الذي حضرته، كان الرجال عمومًا هُم الذين انْصَبّ تركيزهم على احتواء تهديدات الأمن الحيوي، وكيفية منع اللائحة من إعاقة البحث، بينما أظهرت النساء اهتمامًا بقضايا تحسين النسل، والطبقية، وعدم المساواة العرقية، والنوعية المتعلقة بالتكنولوجيا الحيوية. وناقشت النساء قضايا البيئة، ومستقبل الإنسانية، والأضرار المحتمَل وقوعها على الأشخاص الذين يزوَّدون بمواد، مثل الأنسجة والبويضات التي يعتمد عليها تقدُّم التكنولوجيا الحيوية.

وتَبَادَل الحاضرون في المؤتمر النِّقاش حول تلك الفجوة النوعية، التي ظهرت من منظورهم كما يلي: الرجال موالون للعلوم، والنساء مواليات للأخلاقيات. وفي حين يعتمد الرجال على معايير عقلية لدعم نقاشاتهم، تعتمد النساء على معايير عاطفية. كما ظهر أن الرجال يهتمون بالمشكلات الواقعية الملموسة، بينما تهتم النساء بالقيم والأفكار الأخلاقية العميقة. وتُعتبر كل هذه الأفكار مختزَلة، وسطحيّة، ومتحيزة حسب النوع. لقد كان هناك فشل في إدراك أن الأشخاص ـ أيًّا كان نوعهم، أو عرقهم، أو طبقتهم الاجتماعية ـ يركزون بشكل عام على الحلول الواقعية القابلة للقياس للمشكلات التي يجدونها أكثر إلحاحًا.

فالاختلاف بين الأشخاص يكون فقط في القضايا التي يعتبرها كل منهم أكثر أهمية.

يعكس مَيْل الرجال والنساء للتركيز على اهتمامات متباينة في قمة «بيينجز 2015» الاختلافات الكامنة في الرأي بشأن الاحتياجات التي ينبغي أخذْها في الاعتبار، عند التفكير في اختيار المجال العلمي الذي ينبغي الانطلاق منه، وكيفية تحديده. وهذه الاختلافات الأساسية نفسها متمايزة نوعيًّا؛ لأن النوع ما زال يؤثر على المجالات والتخصصات التي يلتحق بها الناس، كما يؤثر على اختيار نوع العمل، سواء العمل المهني، أم المنزلي، ويؤثر كذلك على تكوُّن دائرة اهتماماتهم السياسية[2].

يميل البعض عند صياغة المشكلات إلى رؤية علاجات الأمراض كخير مُسلَّم به من الزاوية الأخلاقية، وأنه يجب أن تخضع له الاستثمارات والجهود الموجهة حاليًّا نحو التقدم التكنولوجي. وبشكل عام.. يعتقد الأشخاص المنتمون إلى هذا المعسكر أن التكنولوجيا الحيوية ينبغي أن تكون ذاتية الرقابة في المقام الأول، وكذلك العِلْم بشكل عام. كما أنهم يميلون إلى اعتبار غير الخبراء والباحثين في المجالات والتخصصات المختلفة دخلاء عليهم، ويبطِّئون من وتيرة البحوث، أو يضيِّقون الخناق عليها، بينما يرى آخرون أنه ينبغي الحُكْم على قيمة الاكتشافات العلمية من خلال نطاق اجتماعي أوسع: من حيث قابليتها على حل مشكلات معينة، مثل مشكلة حرمان بعض المجتمعات من الخدمات الطبية تمامًا. ويميل هؤلاء الآخرون إلى الاعتقاد أن إدارة التكنولوجيا الحيوية ينبغي أن تتشكل وفقًا لكيفية ومكان تطورها وانتشارها، والفئة المستهدفة، ومقدار التكلفة. كما يميلون إلى أن يشمل الأمر تنوعًا أكثر في الخبراء، واشتراك عدد أكبر من غير الخبراء.

> «يركِّز الأشخاص عمومًا على الحلول الواقعية القابلة للقياس للمشاكل التي يجدونها أكثر إلحاحًا».

من الواضح أنه لا يوجد انقسام نوعي كامل، حيث يصطف الرجال بالكامل في أحد جانبيه، والنساء في الجانب الآخر. فقد بات الاختلاف في الأجناس، والأنواع، والبِنَى العائلية مألوفًا باضطراد عالميًّا، وبيولوجيًّا، وسياسيًّا. وقد أظهر عدد من الباحثين أن تأثير نوع الإنسان على اختياراته في العمل، والسياسة، وما إلى ذلك، لا يمكن فهمه إلا في سياق طبقته الاجتماعية، وعرقه، ونوعه، وإعاقته، وجنسيته (انظر المرجع الثالث، على سبيل المثال). وبرغم ذلك.. فإن الاختلافات في توجُّهات أخلاقيات علم الأحياء تكون متأثرة بالنوع؛ لأن المؤثرات التي تشكِّل الآراء حول المجال المناسب، وطبيعة إدارة العلوم نفسها خاضعة لتأثير النوع.

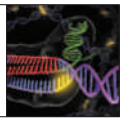
هناك توجُّه يتبناه حاليًّا بعض العلماء والمتخصصين في أخلاقيات علم الأحياء، وبعض المحامين والمدافعين عن حقوق المرضى، وغيرهم، وهو اعتبار الأشخاص الذين يهتمون بقضايا معينة ـ مثل قضايا التفاوت الصحي ـ أشخاصًا «غامضين»، وأنّ اهتمامهم له جوانب أخرى غير معلَنة. وبالمثل، فهؤلاء الذين يلقون نظرة أوسع على مسؤولية التكنولوجيا الحيوية يَرون بعض العلماء يتهافتون على زيادة دخلهم المادي، عن طريق التنافس الشديد في مجالاتهم بين بعضهم البعض. وتشير وجهات النظر السابقة إلى ضعف الإدراك لدى المعسكر الآخر، فعندما ينتج عن التطورات العلمية بعض الاختيارات الصعبة، ينبغي على العلماء ـ وخاصةً علماء الاجتماع ـ وغيرهم التوقف عن الحُكْم على الأشخاص الآخرين بكونهم مع العلم، أو ضده، أو مع الأخلاقيات، أو ضدها.

ومن الضروري وجود آليات تضمن عدم هيمنة أحد المعسكرَين على الآخر. وعقب الاجتماع الذي سوف يُعقَد في الخريف، ينبغي على الأكاديمية الوطنية أن تنشئ مجموعات عمل، بغرض الدراسة والتوثيق المنتظم لمدى واسع من الظواهر التي ستشكل طريق بحوث التعديل الجيني، الذي سيؤثر على تشكيلها بدوره. وينبغي أن يتم هذا من منظور الاكتشافات العلمية، وكذلك العدالة التي تأخذ في اعتبارها الفوارق الصحية، والإعاقة. وأخيرًا، إذا تكاملت جهود متخصصة في قضايا معينة في مجموعات العمل المذكورة مع الجهود المبذولة لتقديم مسارات متنوعة لتلاقي وجهات النظر المختلفة معًا ـ بداخل البحث الواحد، على سبيل المثال ـ فسوف ينتهي بنا الأمر إلى عِلْم أفضل، وأخلاقيات أفضل. ■

كاريس تومسون أستاذة ورئيسة قسم دراسات النوع والمرأة بجامعة كاليفورنيا، بيركلي، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية. وأستاذة في قسم علم الاجتماع بمدرسة لندن لعلوم الاقتصاد بالمملكة المتحدة. وهي مؤلفة كتابَيْ «صناعة الآباء» *Making Parents*، و«العلوم الجيدة» *Good Science*.
البريد الإلكتروني: charis@berkeley.edu

1. Liang, P. *et al. Protein Cell* **6,** 363–372 (2015).
2. European Commission. *She Figures 2012: Gender in Research and Innovation — Statistics and Indicators* (Publications Office of the European Union, 2013).
3. Grzanka, P. R. (ed.) *Intersectionality: A Foundations and Frontiers Reader* (Westview, 2014).

تقنية "كريسبر"
ملف خاص من دورية *Nature*
nature.com/crispr



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

POWER AND SYRED/SPL

تنظم النباتات العمليات المهمة، مثل التمثيل الضوئي، من خلال الثغور.

علم النبات

النباتات تتواصل تلغرافيًّا

يقوم **إيان تي بالدوين** بتقييم ثلاثة كتب، تتناول مجموعة غنية من سلوكيات النبات، بدءًا من الاستشعار، حتى الاتصال.

كَتَبَ عالِم الغذاء مايكل بولان ـ مؤلف كتاب «معضلة آكلي النبات والحيوان» *The Omnivore's Dilemma* (الصادر عن دار بنجوين في عام 2006) وغيره من الكتب ـ مقالًا في مجلة «ذا نيو يوركر» في عام 2013، متسائلًا عن سبب إثارة الجدل بين علماء النبات حول مصطلحات عدة، مثل الذكاء والذاكرة، وحتى السلوك. تتلخص أطروحته في حدوث انقسام في علم الأحياء، يسمح لعلماء الحيوان باستخدام مصطلحات تتمتع بصفات بشرية، في حين أنه يمنع هذا الشرف عن علماء النبات. تحالَف بولان مع مجموعة صغيرة من الباحثين البواسل ضد النظرة المتمحورة حول الدماغ، التي تربط السلوكيات بالكائنات الحية ذات العقول فقط، وتحدَّث عن أضرار تابعة للعلاجات المثيرة التي تتسبب في التضخيم الزائف لاكتشافات علوم النبات، كما يشير أيضًا إلى ولادة شعور جديد تجاه الحياة ككل.

يحكي بولان في كتابه عن بداية مثيرة لتطور اختصاص علمي جديد، والأعباء التي يحملها العلماء إلى مقار أعمالهم، حيث إن التجارب الدقيقة والعمل الميداني يدعمان حاليًّا فكرة أن النباتات في الواقع «أكثر ذكاء» مما قد يوحي جمودها. ويساعد هذا العمل في الكشف عن الجينات والمواد الكيميائية التي تسهم في الذكاء البيئي للنباتات، لكننا نعلم الآن أنه من الصعب دراسة الكثير من سلوكيات النبات، لأنها تحدث على مستوى التفاعلات الكيميائية في الأساس. فعلى سبيل المثال.. تتغلب النباتات على عدم القدرة على الحركة عن طريق تسخير قدراتها في الكيمياء العضوية الاصطناعية، فإذا ما نظرنا إلى الروائح الزهرية، على سبيل المثال، لوجدنا أنها تحتوي على مركبات تجذب حيوانات التلقيح، وتطرد تلك الآكلة للزهرة. ويتكون ذلك الرحيق من مزيج من المواد الغذائية والسموم التي تسهم في تحسين سلوك الملقحات. وتم تلخيص معظم المراجع العلمية المتعلقة بهذا الموضوع في ثلاثة كتب من قِبَل كبار الباحثين في هذا المجال، هي: كتاب «دفاع ورقة الشجر» *Leaf Defence* لإدوارد فارمر، وكتاب «سلوك وذكاء النبات» *Plant Behavior and Intelligence* لأنتوني تريوافاس، وكتاب «الاستشعار والاتصال في النبات» *Plant Sensing and Communication* لريتشارد كاربان.

دفاع ورقة الشجر
إدوارد إي فارمر
جامعة أكسفورد للنشر، 2014.

الاستشعار والاتصال في النبات
ريتشارد كاربان
جامعة شيكاغو للنشر، 2015.

سلوك وذكاء النبات
أنتوني تريوافاس
جامعة أكسفورد للنشر، 2014

نهضة البحث العلمي

إن البحوث ـ في الأساس ـ تُعتبر عملية إعادة اكتشاف، فبين القرنين الثامن عشر والعشرين، قام كل من إيراسموس داروين، وتشارلز داروين، وعالِما النبات.. ويلهلم فيفر، وجاجاديش تشاندرا بوس بنشر كتب تتضمن ملاحظات كثيرة حول سلوك النباتات، فعلى سبيل المثال.. يشمل كتاب «قوة الحركة في النباتات» *The Power of Movement in Plants* لتشارلز داروين (الذي نُشر في عام 1880) رؤى من تجاربه حول كيفية انحناء الأعشاب، بسبب التعرض للضوء، وبذلك وضعت الأساسات لاكتشاف الهرمونات المسؤولة عن حركة النباتات. ولو كان هؤلاء العلماء على قيد الحياة اليوم، لتساءلوا عن سبب كل تلك الضجة المثارة.

تمت إعادة إحياء دراسة دفاعات النبات في عام

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

1959، حين نشر عالِم الحشرات جوتفريد فراينكل مقاله المميز «سبب وجود المواد النباتية الثانوية» G. S. Fraenkel *Science* **129**, 1466–1470;) 1959)، بناء على الرؤى الأصلية لعالِم نبات من القرن التاسع عشر يُدعى سي إرنست ستال. قال فراينكل إن المركبات الثانوية المتنوعة بشكل كبير في النباتات ـ مثل القلويات السامة، ومركبات التربينات الأروماتية ـ تطوّرت لمقاومة الحيوانات العاشبة. كما قدم دلالات في العصر الحديث للبيئة الكيميائية، مما يتضمن الكثير من النظريات لتفسير أنماط تراكم هذه المركبات. وجاءت نظريات عديدة من علماء الحيوان ـ الذين طبقوا نماذج من دراسات سلوك الحيوان على النباتات ـ غالبًا دون فهم عميق لكيفية عمل النباتات ككائنات حية. كما أن مجتمع بيولوجيا النبات لديه القليل من الصبر في هذا الصدد، حيث يركز في الوقت الراهن على فهم آليات نمو النبات تحت ظروف المختبر المحكومة، وتطوير نبات ـ *Arabidopsis* كنموذج، واحتواء الأحياء الجزيئية. وبعد قراءة كتب فارمر، وكاربان، وتريوافاس، شعرت أن هناك علاقة بين الرأي العلمي السائد بأن النباتات هي مجرد آلات نمو ذاتية التغذية والهوة، والفجوة بين علم النبات وعلم الحيوان.

ويتساءل كتاب «دفاع ورقة الشجر» عما إذا كانت للنباتات أوراق، ولماذا تطورت الأوراق، لتكوّن لديها سمات معينة. والإجابة هي: لأن الأوراق تهيمن على معظم النباتات في الكتلة الحيوية فوق الأرض، وعادةً ما تتغذى الحيوانات العاشبة عليها، وهو الظرف الذي يحدد كيمياء وفيزياء هذه الأوراق، وشكلها وتطورها، حيث تأخذ النباتات ضوء الشمس من خلال أوراقها. ولفهم ذلك كله، من المهم أن نعرف طريقة عمل الجهاز الهضمي عند الحيوانات العاشبة، وديناميّات الإشعاع الشمسي.

ويعمل فارمر على أحماض الجاسمونات jasmonates، وهي أحماض دهنية تنشط العديد من دفاعات النباتات ضد الحيوانات الآكلة لها. ويقدم كتاب «دفاع ورقة الشجر» استعراضًا ممتازًا للأبحاث سريعة التطور في هذا المجال. أمّا خيبة الأمل الوحيدة هنا، فهي أن الكتب لا تتطور بالسرعة نفسها التي تتطور بها الأبحاث المنبعثة من مختبر المؤلف نفسه؛ فقد ألّف فارمر كتابه قبل أن يعلن مختبره عن الاكتشاف المميز، وهو وجود علاقة جزيئية بين إشارات الجاسمونات، والإشارات الكهربائية الناجمة عن هجوم الحيوان العاشب S. A. R. Mousavi *et al*. *Nature* (**500**, 422–426; 2013).

ينسج فارمر روايته الجذابة من الأبحاث الجزيئية الدؤوبة المتعلقة بآليات الإدراك عند هجوم أكلة الأعشاب، والاستجابات الدفاعية، وكذلك استنتاجات تأمُّلية حول كيفية مساعدة النباتات على البقاء على قيد الحياة من خلال لون الورقة، والهروب إلى النتوءات الصخرية. ويسلط فارمر الضوء على غياب الأدلة لبعض القصص المثيرة المتعلقة بالتأشير بين النباتات، كالذي يحدث بين أشجار الأكاسيا في جنوب أفريقيا عند هجوم الظباء. ومن بين الكتب الثلاثة، يُعتبر «دفاع ورقة الشجر» الكتاب الوحيد الذي يشمل رسومًا لهياكل المواد الكيميائية النباتية.

NATURE.COM
لمعرفة المزيد عن أنتوني تريوافاس، قم بزيارة الرابط التالي:
go.nature.com/awtxxv

يمثل الجدل الدائر حول سلوك النبات ـ الذي وصفه بولان ـ نقطة انطلاق الكتابين الآخرين. ففي كتاب «الاستشعار والاتصال في النبات»، يناقش كاربان ـ وهو عالم البيئة السلوكية والحشرات ـ العناصر البيئية التي يعتقد أن النباتات تستجيب لها، مثل الضوء والصوت. كما أن كاربان ـ الذي ظهر بشكل بارز في مقال بولان ـ دائمًا ما يتجنب الزوبعة السياسية، ويقدم هنا تعاريف عمل واضحة لبعض المفردات المثيرة للجدل، مثل: الاتصال، والتنصت، والتعلم، والذاكرة. وتتمتع ملخصاته حول القدرات الحسية للنباتات - مثل الإشارات التي يستخدمونها للتكيف مع البيئة - بمنظور تطوري، كما يتطرّق أيضًا إلى موضوعات أخرى، مثل اختيار الزوج، ويفصل في كيفية تكاثر النباتات بشكل انتقائي مع آباء محددين، متمثلين في حمولة حبوب اللقاح المختلطة.

إنني أنا وكاربان لنا نفس الاهتمامات البحثية؛ حيث إننا نعمل على نوع محدد من النبات، هو *Nicotiana attenuata*. وعلى الرغم من أنه كاتب ومؤلف موهوب، إلا أن المراجعة البحثية التي كتبها حول آليات الإدراك والاستجابة عند النبات لم تقدَّم بشكل جيد، بسبب افتقاره إلى معرفة التقنيات اللازمة للكشف عنها. أما بالنسبة إلى بعض القضايا، التي يعتبرها مشكلات مركزية لم تُحَلّ بعد، فقد تم بحثها ونشرها، ومثال على ذلك.. قضية ما إذا كانت المواد المتطايرة الموجودة في النباتات ـ التي تنذر بالخطر ـ تحمي النباتات من الحيوانات العاشبة، وتزيد من تأقلم النبات في ظل ظروف الواقع، أم لا.

وكثيرًا ما ذُكرت التصميمات التجريبية غير الواقعية، الشائعة في الأبحاث القديمة، دون تمحيص. وعند مناقشة كاربان للعملية المعقدة لإثبات التكيف، لا يذكر الجينات المسؤولة عن التعبير عن صفات معينة، مثل تجنُّب الظل، أو المزايا المقدمة في هذا المجال من خلال التسلسل الرخيص. لذلك.. أنصح بكتاب «الاستشعار والاتصال في النبات» لأولئك الذين يريدون مقدمة خفيفة، والتفكر في المفاهيم، لكن الأبحاث الأولية تظل الأفضل لفهم الآليات.

الميكانيكا النباتية

على النقيض من ذلك.. يتحرك تريوافاس بسهولة، من البحوث الآلية إلى إلقاء نظرة حيوية على سلوك النبات في العالم الحقيقي. وبذلك.. يُعتبر كتاب «سلوك وذكاء النبات» مثيرًا للاهتمام، فهو يغطي تطور الأرض، ابتداءً من أصل الحياة، وصولًا إلى السلوك الذكي للبحث عن الغذاء، الذي يحدث في جذور النباتات العليا. كما أنّ الخمسة عقود التي قضاها تريوافاس في البحث في الأحياء الجزيئية والفسيولوجيا الخاصة بالنباتات وتطورها إلى أجهزة منظمة ذاتيًّا منحته هو نفسه صفات النباتات؛ فقد أصبح يفكر كالنبات، ولجأ إلى التركيز على سمات معينة؛ لتحديد كيف تقوم النباتات بحل المشكلات بطرق مشابهة للحشرات الاجتماعية، إبتداءً من التلقيح الأنبوبي (حيث تقوم أنابيب حبوب اللقاح فيه بحمل الخلايا المذكرة، حتى تصل إلى خلايا البيضة)، حتى الأنظمة الحسية المتفرقة، فهو يحتفل بسلوك النباتات، متجنبًا «حقد الحيوان». ربما يكن هذا هو كتاب تريوافاس الأخير الذي كتبه في سن الـ76، لكنه كان كافيًا لتلخيص كل أعماله بشكل جميل.

يتخلل كتاب «سلوك وذكاء النبات» إشارات إلى مراجع قديمة في هذا المجال، كما يأخذ الإلهام من عالمة الوراثة باربرا ماكلينتوك «الشعور بالنسبة إلى الكائن الحي»، الذي استمدته من دراستها الطويلة لنبات الذُّرَة، واكتشاف الجينات القافزة، أو الترانسبوزونات. وبذلك.. فإن تريوافاس وفارمر يشتركان في فهم عميق لكيفية عمل النباتات من الناحية الميكانيكية، ومن ناحية الكيمياء الحيوية، مما يزيد من اهتمامهم بتفسير كيفية عمل النباتات في العالم الحقيقي. وهذا بدوره يمكن أن يكون المفتاح لإقناع المجتمع العلمي المستثار بالفجوة بين الضجيج الشعبي المعروف، وبيانات سلوك النبات.

تنشأ بيولوجيا النبات من مرحلة دراسة نبات ـ *Arabidopsis* داخل المختبر، وبذلك يحتاج الباحثون إلى فهم سياق التاريخ الطبيعي لهذه النماذج، قبل البدء في دراسة سلوكيات النبات في السياق الوظيفي الطبيعي. وأدّى ضخ الأفكار المتعلقة بعلم البيئة السلوكية بين عامي 1950 و1990 إلى إحياء هذا المجال، ولكنه يحتاج الآن إلى نوع من التوازن. وتُعتبر الأفكار التي يجلبها علماء البيئة، لإجراء أبحاث وظائف النبات ـ مثل نموذج التكاليف والفوائد، المطبَّق على تخصيص الموارد ـ ذات قيمة محدودة عندما تكون غير مرتبطة بالآليات التي تتحكم في هذه الظواهر. وتشير هذه الكتب الثلاثة إلى أن الطريق إلى الأمام قد تَشَكَّل من خلال العودة إلى مهارات الرصد التي سمحت لباحثي القرن العشرين الكبار أن يكتسبوا هم أنفسهم صفات النبات. ■

بَحَثَ تشارلز داروين سلوك النباتات بشكل منهجي في أواخر القرن التاسع عشر.

GRAPHICAARTIS/CORBIS

إيان تي بالدوين المدير المؤسِّس لمعهد ماكس بلانك لعلم البيئة الكيميائية في جينا بألمانيا.
البريد الإلكتروني: baldwin@ice.mpg.de

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

النهر الجليدي إل تورو الثاني EL Toro II، على الحدود بين شيلي والأرجنتين، بجوار منجم ذهب «باسكوا لاما».

سياسات بيئية

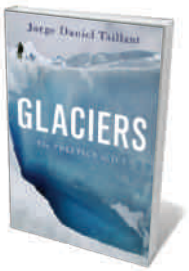
قـوانيـــن جليديـة مـهمَلـة

يحلِّل **مارك كاري** قصةً تدق أجراس الخطر، تدور حول الصراع الأرجنتيني لإقرار قانون حماية الأنهار الجليدية الأول من نوعه في العالم.

لقد بات «الذوبان الأكبر» للغلاف الجليدي ـ الذي يتسبب فيه الإنسان ـ محل اهتمام بالغ، وتصدرت قضايا معينة ـ مثل تناقص جريان الأنهار الجليدية ـ الكثير من العناوين الرئيسة. إن الأنهار الجليدية تمثل أهمية كبيرة علميًّا واجتماعيًّا واقتصاديًّا، إذ تؤثر على مستوى سطح البحر، وتغذي الأنهار، كما تنتج بعض البيانات المناخية الأكثر دقة من داخل الجليد، فضلًا عن انجذاب السياح إلى المناظر الجليدية الطبيعية، ولكن، كما يبين جورج دانيال تايلانت، في كتابه «الأنهار الجليدية» *Glaciers*، لم يتحرك إلا قليل من الناس؛ لاتخاذ خطوات فعالة حيال مسألة الذوبان، باستثناء الأرجنتين، حيث بدأت السلطات في عام 2010 في تطبيق ما أسماه «قانون حماية الأنهار الجليدية الأول من نوعه».

في عام 2006، بدأ المسار الوعر لاستصدار هذا القانون، حين نما إلى علم وزيرة البيئة الأرجنتينية ـ وهي زوجة تايلانت، رومينا بيكولوتي ـ أن شركة «باريك جولد» Barrick Gold للتعدين ـ ومقرها في تورنتو بكندا ـ استخدمت الديناميت لنسف ثلاث كتل جليدية في منجم «باسكوا لاما» Pascua Lama، الواقع على الحدود الشيلية الأرجنتينية، من أجل الوصول إلى طبقة الذهب. تلا ذلك صراعٌ لصياغة وتنفيذ قانون قومي لإنقاذ الأنهار الجليدية من الآثار الضارة للتعدين، والتنقيب عن الهيدروكربون، والتنمية الصناعية. ويشير تايلانت إلى هذه المحاولة باعتبارها «نشاطًا جليديًّا» cryoactivism، وهو مصطلح صاغه عالِم الجليد الفرنسي برنارد فرانكو.

يروي كتاب «الأنهار الجليدية» بالتفصيل ما أُحرز من تقدم في سبيل إصدار القانون وتنفيذه، كما يبين بدقة الدور الفعال الذي لعبته بيكولوتي من أجل إنقاذ الأنهار الجليدية، وكذلك الدور الذي يلعبه تايلانت من خلال «مركز حقوق الإنسان والبيئة» CEDHA ـ وهو منظمة غير حكومية، مقرها في قرطبة بالأرجنتين ـ حيث يشغل بها منصب المدير التنفيذي. لذا.. جاء الكتاب ـ إلى حد كبير ـ في صورة سيرة ذاتية، وإنْ كان يناقش سمات الأنهار الجليدية، والكتل الجليدية الصخرية، والنظام المتاخم للجليد، كما قدَّم وصفًا موجزًا لتقلّص الأنهار الجليدية حول العالم. وتضمَّن أحد الفصول مجموعة مقالات صغيرة، وصفت المتغيرات التي تطرأ على البشر والأنهار الجليدية، إذ يعود بنا الكتاب من بدء تخليق الأنهار الجليدية الاصطناعية في الهند إلى المومياء «أوتزي» Ötzi، التي تبلغ من العمر 5،300 سنة، والتي عُثر عليها في جليد الحدود النمساوية الإيطالية.



الأنهار الجليدية.. سياسات الثلوج
جورج دانيال تايلانت
مطبعة جامعة أكسفورد، الولايات المتحدة الأمريكية، عام 2015.

يشير تايلانت إلى أن بيكولوتي قد أسهمت في استصدار قانون المعايير الدنيا لحماية الأنهار الجليدية والبيئات المتاخمة في عام 2008، من خلال الكونجرس الأرجنتيني، الذي صوّت بالإجماع لصالح القانون. ويسعى هذا القانون إلى حماية البيئات الجليدية، وتلك المتاخمة لها، باعتبارها موارد مائية؛ لاسترضاء حماة البيئة والنشطاء المناهضين للتعدين، الذين يسعون لحفظ هذه الموارد من أجل الزراعة ومياه الشرب، ولكن بعد أسبوعين، لم توافق رئيسة الجمهورية كريستينا فرناندیز دي كيرشنر على إصدار القانون.

يظن تايلانت أنه «من المرجَّح جدًّا» أن يكون بيتر مونك ـ رئيس شركة «باريك جولد» ـ قد تدخَّل؛ للحيلولة دون إصدار القانون، ويقيم حجته على ثلاثة أدلة: أولًا، أن القانون يهدد مليارات الدولارات من الذهب المدفون في «باسكوا لاما» تهديدًا مباشرًا، وثانيًا، أن «مونك تربطه علاقات شخصية مع عائلة كيرشنر»، على حد قوله، وثالثًا، أن أقاليم التعدين الأرجنتينية، التي كان من المتوقع أن تنضم إلى الجهة المعارضة، ظلت مؤيدة للقانون. وفي عام 2010، أصدرت أقاليم عديدة قوانينها الخاصة لحماية الأنهار الجليدية، وكانت سانتا كروز هي «أول ولاية قضائية في العالم» تقرّ أحد هذه القوانين. وفي وقت لاحق من العام ذاته، سعى حماةَ البيئة، السيناتور دانيال فيلموس، ونائب الكونجرس ميجويل بوناسو، في الضغط لاستصدار قانون وطني جديد؛ لحماية الأنهار الجليدية من خلال الكونجرس، وعرّف هذا القانون الأنهار الجليدية بأنها «احتياطيات استراتيجية من الماء العذب» للأرجنتين، وقد وافقت كيرشنر على هذا القانون.

يوضح تايلانت مدى صعوبة إنفاذ هذا القانون. فقد صدر تكليف بحصر الأنهار الجليدية القومية، يمثل أهمية كبيرة لتحديد المناطق التي ستحتاج إلى حماية، إلا أنه لم يُستكمل بعد. وفي عام 2010، التحق تايلانت بدورة دراسية عن علم الجليد، مدتها أسبوع واحد، في محاولة للتصدي لما يرى أنه نفوذ لشركات التعدين. فمن خلال عمله في مركز حقوق الإنسان والبيئة، تعرّف تايلانت على الأنهار الجليدية من خلال التصوير بالأقمار الصناعية، وتدوين الملاحظات في مناطق التعدين. وقد سعى جاهدًا لتحديد البقاع الساخنة بالأنهار الجليدية التي تنقصها الحماية، أو تلك المهدّدة بطلبات التعدين أو الطرق الخطرة. ومن ثم، فقد حكمت محاكم الدرجة الثانية بالأرجنتين مرتين بتأييد القانون.

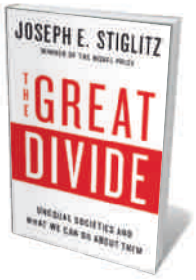
PAV JORDAN/REUTERS/CORBIS

NATURE.COM
للاطلاع على المزيد عن العلم في الحضارات، انظر الرابط التالي:
nature.com/booksandarts

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

ملخصات كتب



الفجوة الهائلة.. هناك مجتمعات تعاني من عدم المساواة، فما الذي بوسعنا فِعْله حيال ذلك؟

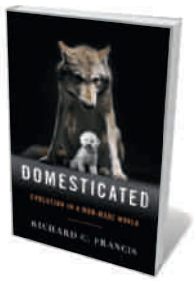
جوزيف إي ستيجليتز، دبليو دبليو نورتون، 2015

يرى جوزيف ستيجليتز، الاقتصادي الحائز على جائزة «نوبل»، في هذه المجموعة من المقالات التي نُشرت من قَبْل في مجلة «فانيتي فير» *Vanity Fair*، وفي مواضع أخرى، أن امتلاك 1% فقط من سكان العالم لقرابة نصف الثروات يصيب الاقتصاد العالمي بالضعف. تناوَل ستيجليتز ـ بأمانته الصارمة ـ أمورًا عدة، تراوحت ما بين رفع القيود والاقتطاعات الضريبية التي تصبّ في صالح الأثرياء ـ والتي أدَّت إلى حدوث الأزمة المالية في سنة 2008 ـ إلى انحسار الحراك الاجتماعي الاقتصادي. وقد عَرَضَ حلولًا للأزمة الاقتصادية، وهو على ثقة من إمكانية تنفيذها، وتبايَنَتْ من زيادة الضرائب على الشركات.. إلى الاستثمار في العلوم والتعليم.

تاريخ طبيعي للفن الإنجليزي لرعاية البساتين

مارك ليرد، مطبعة جامعة ييل، 2015

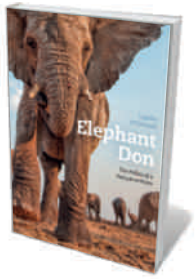
أَبْحَرَ مارك ليرد ـ مؤرخ المناظر الطبيعية ـ في تاريخ فن رعاية البساتين المديد في إنجلترا، موضحًا إياه بصور رائعة، مركِّزًا على فترة خصيبة، بدأت من منتصف القرن السابع عشر، حتى أوائل القرن التاسع عشر. ويرى ليرد أنه إبان هذه الفترة، انبثق التاريخ الطبيعي ـ أي اكتشاف النظام في الطبيعة ـ من تطوُّر البساتين، وهو العالَم المنسَّق المصغَّر من الطبيعة. وجمع ليرد الأحداث المناخية ونَظَّمها، مثل شتاء سنة 1683، الذي كان بمثابة عصر جليدي قصير، والجفاف الذي وقع بعد قرن لاحق من هذا التاريخ المذكور، واضعًا التطورات في سياقها، سواء تلك التي أدخلها جون إيفيلين في مجال الغابات وتصميم البساتين، أم التي أدخلَتها ماري سومرست، دوقة بوفورت في مجال عِلْم زراعة البساتين، أو غير ذلك من التطورات.



الاستئناس.. التطور في عالَمٍ مِن صُنْع الإنسان

ريتشارد سي فرانسيس، دبليو دبليو نورتون، 2015

نحن البشر نتطور جنبًا إلى جنب مع سائر الحيوانات في إطار عملية الاستئناس. وفي هذه الدراسة المثيرة للاهتمام، يتابع ريتشارد فرانسيس ـ الصحفي المتخصص في مجال العلوم ـ هذه التغيرات، موضحًا كيف أثَّر كل من الانتخاب الطبيعي والاصطناعي بقوةٍ على تنوع أحجام وأشكال الحيوانات المستأنسة، ولا سيما الكلاب، مشيرًا إلى أنه «لم يزل التطور متحفظًا في الأساس»، فلم تختفِ سمات الذئب بَعْد من كلب الشيواوا. ويعرض فرانسيس دراسات لحالات عديدة، تراوحت من القوارض، والجِمَال، إلى حيوان الرنّة، وإلينا نحن كَبَشَر، مؤكِّدًا أن أسلوب الاستئناس الذاتي لطبائعنا هو الذي قاد الديناميّة الثقافية التي جعلتنا نبدو على ما نحن عليه الآن.



الفيل الزعيم.. النظام السياسي المتَّبع لدى مجموعة من الحيوانات غليظة الجلد

كايتلين أوكونيل، مطبعة جامعة شيكاغو، 2015

إن العنوان المَرِح الذي يحمله الكتاب لا يعكس العمق المعرفي لدراسة كايتلين أوكونيل عن السلوك الاجتماعي، التي أجرتها على مجموعة من ذكور الفيلة الأفريقية في متنزه إيتوشا الوطني بناميبيا، فضلًا عن أن عمل أوكونيل في مجال دراسة (دور الاهتزازات في تواصل الثدييات) ساعدها على تقديم رواية مشوقة.. فنرى ـ على سبيل المثال ـ الحيوانات غليظة الجلد تُنْزِل خراطيمها في فَمِ بُل جريح، وهو الذكر المسيطِر، ويتعاركون مع الأعضاء الراغبين في الانضمام إلى المجموعة، أو يرحبون بهم. وعند اختفاء جريح، يدير كل منهم ذيله للآخر، موجهين رؤوسهم نحو الخارج، وكأنما ينصتون إلى إشارات زلزالية. يزخر الكتاب بتفاصيل مفعمة بالحيوية، مثل الاستيقاظ على «الصوت الشيطاني لقهقهة الضباع».

العوالق البحرية.. غرائب عالَم الكائنات الطّافِيَة

كريستيان ساردت، مطبعة جامعة شيكاغو، 2015

تلعب العوالق البحرية أدوارًا حيوية في المناخ والسلاسل الغذائية، ولكن ربما لا يدركها عموم الناس، إلا القليل منهم، بسبب ضآلة حجمها. وفي هذا الكتاب الرائع، يبيِّن كريستيان ساردت ـ العالِم البحري ـ أن العوالق الصغيرة هي النجوم الحقيقية للمحيط، وليست الحيتان الزرقاء هائلة الحجم. كما أن الصور المكبرة للأشكال المتنوعة من العوالق، والتفاصيل القصيرة عن حياتها، ستجبرنا على أن نعدل عن رؤيتنا للعوالق باعتبارها جزءًا من تركيبةٍ عديمة الشكل. إن الكتاب هو بمثابة احتفاء بالكائنات صغيرة الحجم، الباعثة على البهجة الخالصة. (انظر مقطع الفيديو من خلال: go.nature.com/gegecq) **باربرا كايسر**

على الرغم من أن كتاب تايلانت غني بالمعلومات عن السياسات البيئية للأرجنتين، إلا أنه افتقر إلى بعض الجوانب العلمية المهمة، خاصة إذا ما قارنّاه بالنصوص الأخرى، أو الكتب المختصة بعلم الجليد، مثل كتاب «الجليد» لماريانا جوزنيل (الصادر عن مطبعة جامعة شيكاغو في عام 2007)، وكتاب «الجليد الرقيق» لمارك بووين (الصادر عن دار هينري هولت في عام 2005)، حيث لم يحدد الكتاب بدقة، لدى مناقشة الأنهار الجليدية باعتبارها مصادر للمياه، القَدْر الذي يُسهم به جريان الأنهار الجليدية في إمدادات المياه المنحدرة في اتجاه المصب، إذ يبين أن كل الجليد يتحول مباشرةً إلى ماء للاستهلاك الآدمي، الأمر الذي ينطوي على قدر من المبالغة في الإسهام الجليدي، ويتعارض مع الدراسات التي تبين أن الأنهار الجليدية تسهم بـ30% على الأقل من المياه المنحدرة في اتجاه المصب في بيرو، و27% في بوليفيا، مع فروق كبيرة بين المواسم الجافة، وتلك الممطرة. كما لم يفسر تايلانت كيف أثّرت المياه الجوفية والترسيب والممارسات المتبعة في استخدام الأراضي على دورة المياه في المستجمعات المائية المتجمدة، فضلًا عن أن الكتاب سيثير دهشة علماء الجليد، إذ يزعم أن الجليد الدائم هو في حد ذاته «الكتل الجليدية»، ويشير إلى «كتل جليدية» لا يزيد سُمْكها على 3 أمتار، وبالتالي تفتقر إلى التشوه الداخلي للجليد، وهي السمة المميزة للجليد. كما ذكر الكتاب، عند إشارته إلى تناقص جريان الأنهار الجليدية في جبال الهيمالايا، موقع treehugger.com، وفي مواضع أخرى ذكر موقع «ويكيبيديا».

يزعم تايلانت أن إسهام الأنهار الجليدية في دورة المياه هو عماد قانون حمايتها، ولكننا لا نعلم ما هي نسبة المياه في المجاري الهابطة التي توفرها الأنهار الجليدية في الأرجنتين، أو في أي موسم، أو كيف يختلف إمداد المياه بين النهر الجليدي والبحر. وحيث لا يحدِّد الكتاب كمية هذه الإسهامات، ولا يشرحها بالتفصيل، يبدو أن الباعث على إصدار القانون وتأليف هذا الكتاب كان القيم الثقافية إزاء الخطر المحدق بالجليد، ولم يكن البيانات العلمية. وقد قمت بتحليل هذه الإشكالية من قبل، كما تناولها أيضًا جولي كروكشانك في كتاب «هل تنصت الأنهار الجليدية؟» *Do Glaciers Listen?* (الصادر عن مطبعة جامعة بريتيش كولومبيا في عام 2005)، وإيريك ويلسون في كتاب «التاريخ الروحاني للجليد» *The Spiritual History of Ice* (الصادر عن دار بالجراف ماكميلان في عام 2009). ومن الواضح أن القوانين المعنية بالبيئة، بما فيها القوانين المعنية بحماية الأنهار الجليدية، تتطور في سياق مفعم بالمشكلات من الدوافع المتباينة غير المعلنة، المحلية والعالمية، من ناحية كل من الشركات والحكومات وحماة البيئة. وعلى هذا النحو، فهم يتحدثون عادةً باسم السكان المحليين، بدلًا من التحدث معهم. وهؤلاء السكان ـ كما يزعم تايلانت نفسه ـ يملكون حقًّا بشريًّا في الأنهار الجليدية. ■

مارك كاري أستاذ مساعد التاريخ في كلية كلارك أونرز بجامعة أوريجون في يوجين، ومؤلف كتاب «تحت ظل الأنهار الجليدية الذائبة» *In the Shadow of Melting Glaciers*.
البريد الإلكتروني: carey@uoregon.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

مراسلات

هل أصبح علم التصنيف أسهل؟

لقد بات ممكنًا الآن، فيما يبدو، شراء واحدة من أعلى مراتب التكريم في عِلْم الحيوانات عبر موقع eBay (انظر: go.nature.com/ziq152)؛ ففي مقابل بضعة آلاف من الدولارات، تُمنح شرف تسمية نوع صغير ونادر من الحيوانات، وسوف يدوم الاسم إلى الأبد، على حد قول صاحب العرض، بالرغم من أن علماء التصنيف أنفسهم يكافحون من أجل البقاء.

يقضي علماء التصنيف شهورًا، ليتيقَّنوا من أنّ إحدى عيِّناتهم تمثل إضافة جديدة إلى العلوم؛ فهم يقومون بغربلة الكتابات المغمورة، التي غالبًا ما تكون مكتوبة بلغة أخرى، ومشروحة بشكل يُرثَى له، ثم يقضون المزيد من الأشهر في وصف ذلك النوع وصفًا دقيقًا بما يكفي، ليتمكَّن علماء التصنيف في المستقبل ـ إذا ما كانوا ضمن الناجين من موجة الانقراض السادسة ـ من التيقن من أن الأنواع الجديدة التي يكتشفونها هي بالفعل مختلفة. وفي النهاية، يقومون بنشر عملهم في دورية خاصة بالتصنيف، لها عامل تأثير أقل من 2، حتى عندما يكون النوع قيد الدراسة هو أحد الحيوانات الثديية التي لم يتم توصيفها بعد (مثل حيوان: *Bassaricyon neblina* المبيَّن في الصورة؛ انظر: K. M. Helgen *et al*. *ZooKeys* **324**, 1–83; 2013).

إن معاملات التأثير المتدنِّية تلك تجعل من الصعب على علماء التصنيف أن يحصلوا على مناصب في القطاع الأكاديمي، كما أن فُرَص العمل في المتاحف شحيحة. لذا.. فإن بيع الحقوق الأبدية على eBay يبدو بديلًا جذابًا.

جيوفاني سترونا المفوضية الأوروبية، مركز البحوث المشترك، معهد البيئة والاستدامة، إسبرا، إيطاليا.
giovanni.strona@jrc.ec.europa.eu

تحتاج أوروبا إلى اتحاد؛ لمواجهة اندلاع الإيبولا

واجهت المفوضية الأوروبية انتقادات عديدة، بسبب فشلها في إيجاد مسارات بحثية محددة للتعامل مع الاندلاع الأخير لفيروس الإيبولا في غرب أفريقيا (J. M. Martin-Moreno *et al*. *Lancet* **384**, 1259; 2014). ومن وجهة نظرنا، هناك ثلاثة تغييرات، من شأنها أن تحسِّن البحوث المتعلقة بالتدخلات الجديدة.

MARK GURNEY

أولًا، تحتاج المفوضية الأوروبية إلى وضع إطار عمل تعاوني؛ لتطبيق الأنشطة البحثية خلال فترات اندلاع المرض. وتبيَّن التجارب أن كفاءة شبكات العمل الحالية دون المستوى المطلوب لدمج المؤسسات الأفريقية والسلطات المحلية في البحوث التي قد تساعد على احتواء الوباء (S. Lanini *et al*. *Lancet Infect. Dis.* **15**, 738–745; 2015).

ثانيًا، ينبغي أن تضع المفوضية الأوروبية الموارد والبِنَى التحتية في موضعها، بحيث يمكن في حالة إعادة الظهور غير المتوقَّع للفيروس أن تتم الموافقة السريعة على دراسات التدخل.

ثالثًا، يجب على المؤسسات البحثية أن تتعاون أكثر عن قرب مع بعضها البعض. وقد تم بالفعل إنشاء شبكات عمل بحثية (انظر: go.nature.com/9xtemn)، وتمكنت شبكات أخرى من تدعيم الخدمات الهشّة للرعاية الصحية المحلية بنجاح، ويتضمن ذلك مشروع المختبر الأوروبي المتنقل، وتدريبات التأكد من الجودة، وإقامة شبكات العمل للكشف عن مسبِّبات الأمراض المُعْدِية للغاية، وشبكة العمل حول مختبرات المستوى الرابع من السلامة الحيوية Euronet P4.

هذا.. ويُقتَرَح إنشاء اتحاد أوروبي شامل ومخصَّص لهذا الشأن، يقوم بإجراء البحوث في الفترات ما بين اندلاع الأوبئة، وترجمة النتائج بشكل فوري إلى أفعال خلال فترات الأوبئة. كما نرى أن هذا الاتحاد سيكون أكثر فاعلية، إذا ما تمتع بالاكتفاء ذاتي، وإذا ما أتاح هيكل الموازنة الخاصة به سهولة الوصول إلى التمويل اللازم لتطبيق التدخلات.

عليم الدين زوملا كلية لندن الجامعية، لندن، المملكة المتحدة.
ديفيد هايمان مركز تشاثام هاوس للأمن الصحي العالمي، لندن، المملكة المتحدة.
جويسيبي إيبوليتو المعهد القومي للأمراض المُعْدِية، روما، إيطاليا.
giuseppe.ippolito@inmi.it

استخراج الفوسفات يؤذي الزراعة المرجانية

تتميز جزيرة ماتايفا المرجانية في المحيط الهادئ بشكل ظاهري غير اعتيادي، إذ إن بحيرتها الوسطى مقسَّمة إلى عدة أحواض ضحلة، من خلال شبكة من الأقواج المرجانية المغمورة قليلًا. وهذا الملمح الجيولوجي شديد الندرة ـ المعروف بالبحيرة الشبكية ـ بات الآن مهدَّدًا، بسبب الطلب العالمي على الفوسفات المستخدَم في الزراعة.

ومنذ ثمانينات القرن الماضي، سعت الشركات العالمية وحكومة بولينيزيا الفرنسية إلى التعدين في جزيرة ماتايفا الغنية بموارد الفوسفات، لكنْ إلى الآن تم إحباط خططها من جانب السكان.

كانت المعارضة قائمة على الخوف من الآثار المدمرة المحتمَلة للتعدين على هوية السكان، وعلى ثقافة زراعة جوز الهند والصيد. فقد أُجري اختبار لمدة 18 شهًرا لعمليات الاستخراج في 1986، أدَّى إلى تدمير وتلويث الموائل السمكية إلى حد أن السكان لم يستطيعوا أكل سَمَك البحيرة لمدة 10 سنوات. كما خشي سكان الجزيرة من خسارة حقوق الأرض، لأنهم يعيشون على الزراعة، وتجفيف جوز الهند.

وقد أعلنت الحكومة قرارها باستكمال استخراج الفوسفات في هذا العام. وفي الوقت الحالي، ضعفت المقاومة بشكل خطير، حيث تقلص عدد شيوخ الجزيرة المرجانية، بينما بدأ جيل الشباب في الابتعاد، وهو ما مزَّق الارتباط الثقافي بطريقة الحياة التقليدية في الجزيرة المرجانية. لقد أصبح التراث الجيولوجي العالمي على المحكّ مرة أخرى.

ألكسندر ماجنان معهد التنمية المستدامة والعلاقات الدولية (IDDRI)، ساينسيز بو، باريس، فرنسا.
فيرجينيا دوفات وحدة بحوث البيئة والمجتمعات (LIENSs, UMR 7266)، جامعة لا روشيل و CNRS، لا روشيل، فرنسا.
alexandre.magnan@iddri.org

ضعوا البشر في معادلة الحفاظ على النمور

تزايدت أعداد النمور في الهند بما يقارب الثلث، وفي نيبال بحوالي الثلثين، على مدار الأعوام الخمسة الماضية، ولكنْ ليتمكن البَلَدان من مضاعفة أعداد النمور لديهما مجتمعةً، لتصل إلى أكثر من 3600 نمر بحلول عام 2022، ينبغي وضع العنصر البشري في الاعتبار.

ومن المتوقع أن تصبح الهند الأكبر بين الدول من حيث عدد السكان بحلول عام 2028، إذ سيصل عدد سكانها إلى 1.45 مليار نسمة. وسوف تفرض هذه الزيادة السكانية المزيد من الضغوط على مَوَاطن النمور، مثل تلك الموجودة في أروناتشال براديش، وأوتاراخاند، حيث تم التخطيط لإقامة مشروعات للطاقة الكهرومائية فيها.

وليس من المتوقع أن يتعاون السكان القرويون المحليون مع جهود الحفاظ على النمور في ظل استمرار قيام تلك الحيوانات بافتراس الماشية، وقتل البشر (N. H. Carter *et al*. *Ambio* **43**, 125–137; 2014)، ففي الهند وحدها، قتلت النمور 822 شخصًا بين عامي 1990، و2009 (N. P. S. Chauhan *Julius Kühn*. *Arch*. http://doi.org/46k; 2011).

إنه لمن الضروري أن تنشئ الحكومتان الهندية والنيبالية سبلًا لحماية القرويين من النمور، وأن تضع حوافز للمشاركة من أجل الحفاظ عليها، كما يأتي على رأس الأولويات أيضًا تحسين إدارة الاحتياطيات الحالية، وزيادة مناطق الحفاظ.

أتشيوت أريال* جامعة ماسي، أوكلاند، نيوزيلندا.
a.aryal@massey.ac.nz

*بالإنابة عن 5 مراسلين (لمطالعة القائمة كاملة، ادخل إلى الموقع التالي: go.nature.com/cr4jli).

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

احذروا الشكوك المناخية الوليدة

قمنا بصياغة مصطلح «الشكوك الوليدة» ـ (neo-scepticism) ـ لوصف جدل ناشئ في نطاق سياسات العلوم، يعارض الجهود المبذولة للتخفيف من آثار التغيرات المناخية. فالمتشككون الجدد لا ينكرون ظاهرة الاحتباس الحراري، التي يسببها البشر، لكنهم يقلِّلون من تأثيراتها المتوقعة، ويعتبرون الجهود المبذولة للتخفيف من آثارها غير مبررة (انظر، على سبيل المثال، S. E. Koonin *Wall Street Journal* 19 September 2014; J. Curry *Wall Street Journal* 9 October 2014).

وتركز آراء المتشككين الجدد على الأمور غير المؤكَّدة والمعروفة في علوم المناخ، خاصة تلك المتعلقة بتغيرات الحرارة المتوقعة. ويشتت ذلك الانتباهَ بعيدًا عن مخاطر الأحداث ذات العواقب البيولوجية والاقتصادية الشديدة، وبعيدًا عن مخاطر نقاط التحول المناخي التي تتبعها تأثيرات ضخمة وغير خطية.

ويدرك المتشككون الجدد أهمية القرارات المتعلقة بالسياسات، على غرار (مَنْ يجب أن يفعل كذا..، ومتى، وبأي تكلفة)، لكنهم يُظْهِرون يقينًا يدعو إلى السخرية من إبداء آرائهم بتأجيل جهود تخفيف الآثار الجادة، إلى أن تقلّ فترات التيقُّن بالتوقعات المناخية.

ينبغي على علماء الفيزياء، والأحياء، وعلوم الاجتماع التركيز بشكل أكبر على المخاطر، بدلًا من مجرد السعي إلى تقديرات أكثر دقة للعوامل الفيزيائية غير المرتبطة خطيًّا بالمخاطر الأكثر مدعاةً للقلق. ولا يحتاج المجتمع إلى التيقُّن، حتى يساير المخاطر الأخرى ذات العواقب الوخيمة، مثل تلك المتعلقة بالصحة العامة، وسلامة الخطوط الجوية، والإرهاب، والكوارث الطبيعية والتكنولوجية.

جون إتش بيركينز* كلية إيفرجرين ستيت، كينسينتون، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية.
perkinsj@evergreen.edu

*بالإنابة عن 4 مراسلين (لمطالعة القائمة كاملة، ادخل إلى الموقع التالي: go.nature.com/mg7ugf).

اتباع نظام غذائي صحي يفيد البيئة أيضًا

يدعم تقرير صادر في عام 2015 عن الأكاديمية القومية الأمريكية للعلوم فكرة أن اتباع بعض التوصيات الغذائية المعطاة للبشر يتوافق مع وجود نظام غذائي مستدام بيئيًّا (go.nature.com/t2ovdt).

كانت الإشارة إلى ضرورة أن تضع التوصيات الغذائية التأثيرات البيئية لإنتاج الغذاء في الحسبان قد تسببت في جدل واسع في وقت سابق من هذا العام، واتُّهِمَت بعض أقسام الحكومة الأمريكية والقطاع الصناعي الأمريكي اللجنةَ الاستشارية الفيدرالية للإرشادات الغذائية بتجاوز صلاحياتها بتأييدها تَبَنِّي نظام غذائي أكثر اعتمادًا على النباتات، يكون أفضل على صعيدي الاستدامة والصحة (انظر: go.nature.com/lcwj6i).

ينبغي على العلماء، وصنّاع السياسات، وغيرهم من أصحاب المصالح أن يتحركوا إلى ما هو أبعد من دراسة التأثيرات الصحية، والبيئية، والاجتماعية، والاقتصادية بمعزل عن بعضها البعض. وفي إطار الجهود المبذولة لمعرفة مدى الحاجة إلى معالجة تعقيدات النظام الغذائي، والطلبات التنافسية عليه، وأوجه التعارض، تَصَدَّر تقرير الأكاديمية القومية للعلوم طلبات الإحاطة المقدَّمة إلى الكونجرس، والوكالات الحكومية الأمريكية.

مالدين نشيم جامعة كورنيل، إيثاكا، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.
باتريك جاي ستوفر جامعة كورنيل، إيثاكا، نيويورك؛ والجمعية الأمريكية للتغذية، بثيسدا، ميريلاند، الولايات المتحدة الأمريكية.
ماريا أوريا الأكاديميات القومية، واشنطن دي سي، الولايات المتحدة الأمريكية.
pjs13@cornell.edu

العلوم الروسية تخسر في مواجهة السياسة

أغلق المتبرِّع ديمتري زيمين مؤسسته الخيرية الناجحة «داياناستي» Dynasty ـ وهي أول منظمة خاصة للمِنَح العلمية في روسيا الحديثة ـ بعد أن قامت وزارة العدل بتغريمها، لاتهامها بأنها «عميل أجنبي»، (انظر: *Nature* **521**, 273; 2015). ونحن ـ كغيرنا من العلماء الروس ـ نعتقد أن هذه الحوادث ستكون لها تبعات سيئة فورية وطويلة الأمد على العلوم في روسيا.

ومِن المفارقات أن الحكومة كانت تحاول إعادة إحياء العلوم في روسيا خلال الأعوام القليلة الماضية، فإلى جانب زيادة التمويل المخصَّص للبحوث في الجامعات، والإصلاح الجذري لإدارة العلوم، أنشأت الحكومة برنامجًا للمِنَح الكبيرة؛ لإعادة اجتذاب العلماء الروس العاملين في الخارج. كما أنها أنشأت مراكز ابتكار، ونقلت إدارة التمويل من الأكاديمية الروسية للعلوم ـ التي كانت مستقلة في السابق ـ إلى إحدى المنظمات الحكومية (انظر: go.nature.com/m75bj4).

إن القانون المثير للجدل، الذي تمت ملاحقة مؤسسة «داياناستي» من خلاله، يهدف أساسًا إلى تقليص النفوذ الأجنبي في السياسة الروسية. وهذه القضية توضح أن مستقبل العلوم في روسيا يعتمد على القوى السياسية إلى حد أكبر مما يبدو أن الحكومة مستعدة للاعتراف به.

فيودور كوندراشوف جامعة بومبو فابرا، برشلونة، إسبانيا.
أليكسي كوندراشوف جامعة ميتشجان، آن آربور، الولايات المتحدة الأمريكية.
ميخائيل جيلفاند الأكاديمية الروسية للعلوم، موسكو، روسيا.
fyodor.kondrashov@crg.eu

الأوراق البحثية متعددة المؤلفين تشوِّه الترتيب

إن ترتيبكم لأعلى عشر مؤسسات في الهند يتم تقييمها على أساس عدد الأوراق البحثية في قاعدة بيانات «سكوبس» للاستشهاد على مدار الأعوام الخمسة الماضية، يشوِّه نتائجَه عددُ الاستشهادات الكبيرة جدًّا، التي تجتذبها الأوراق البحثية التي يشارك في تأليفها مئات العلماء (انظر: *Nature* **521**, 142–143; 2015).

وهذا التشويه غالبًا ما يتم تصويبه من خلال قَصْر الاستشهادات على المؤلفين المفردين؛ على سبيل المثال، من خلال استخدام مؤشر هيرش (*h*-index) للأفراد كإشارة مرجعية. ومن بين المعايير التصحيحية أن يتم استبعاد الأوراق التي لها أكثر من 100 مؤلف من مقاييس الاستشهاد.

على سبيل المثال.. تتضمن مبادرة التعاون «أطلس» ATLAS ـ التابعة للمصادم الهادروني الكبير ـ الآلاف من المؤلفين، وبالتالي فإن الاستبعاد سيكون له تقريبًا نفس تأثير استخدام مؤشر هيرش للأفراد (J. E. Hirsch *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **102**, 16569–16572; 2005).

إن الاستبعاد سيقدِّم تغييرات كبيرة في بعض القيود المنشورة في قوائمكم. فعلى سبيل المثال.. قمت بعمل حساب، تَبَيَّن منه أن حوالي 20% من المنشورات التي تُعزى إلى جامعة بنجاب ذات المعدلات العالية بها قوائم طويلة للمؤلفين، وتشارك بحوالي ثلثي الاستشهادات. إن استبعاد هذه الأوراق البحثية يقلل نسبة تأثير الاستشهاد الخاصة بجامعة البنجاب من 1.4 إلى 0.7، وهو ما يتسبب في سقوطها خارج الجامعات العشر الأوائل. وهذا السقوط مشابِه لما سيحدث مع المؤسسة الحاصلة على المركز الثاني، وهي «معهد تاتا للبحوث الأساسية» في مومباي، لكن السقوط بالنسبة إلى المعهد الهندي للتقنية في بومباي ومؤسسة جواهاتي يبلغ أقل من ذلك بنسبتي 15%، و12% على التوالي، لأن إنتاجهما من الأوراق البحثية ذات قوائم المؤلفين الطويلة أقل نسبيًّا.

بي. سريرام المعهد الهندي للتقنية، شيناي، الهند.
sriram@iitm.ac.in

الهند تقيِّم التأثير الاجتماعي للتقنية

ينبغي أن تتضمن أولويات الباحثين لتحسين العلوم في الهند التزامًا بتقييم التأثيرات الاجتماعية للتقنية الحديثة في السياق الهندي (انظر: *Nature* **521**, 151–155; 2015).

لقد قدَّمت برامج السدود الكبيرة والطاقة الذرية حلولًا للكثير من مشكلات الهند بعد الاستقلال في عام 1947؛ وتبعتها الثورة الخضراء والتقنية الحيوية. وبدأ الآن انطلاق العلاج بالخلايا الجذعية، والتقنية النانوية، والبيولوجيا التخليقية، والجينوميّات الصيدلانية.

وتبدو الهند في بعض الأحيان مستعدة للتغاضي عن التبعات الاجتماعية المحتمَلة لمثل هذه التقنيات باسم التطور والتقدم. وعلى سبيل المثال.. يسعى مشروع قانون حيازة الأرض لعام 2015 إلى إعفاء بعض المشروعات المهمة في مجالات الدفاع والبِنْيَة التحتية والمناطق الصناعية من التقييم الاجتماعي.

إن تأثير التقنيات الحديثة على سكان الهند الضعفاء والفقراء وكبيري العدد ينبغي تحليله قبل تقديم مثل تلك الابتكارات (انظر: D. Greenbaum *Nature Biotechnol.* **33**, 425–426; 2015). وقد يتطلب التحليل إجراء تحقيق حول القدرة على تحمُّل التكاليف ومدى إنصافها (S. S. Tiwari and S. Raman *New Genet. Soc.* **33**, 413–433; 2014).

شاشانك تيواري مختبرات ITT، برمنجهام، ألاباما، الولايات المتحدة الأمريكية.
إيكتا تيواري جامعة ألاباما في برمنجهام، الولايات المتحدة الأمريكية.
shashank17t@gmail.com

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

جون فوربس ناش

(2015–1928)

سيد الألعاب والمعادَلات.

جون فوربس ناش هو عالِم رياضيات ذائع الصيت، شهدت حياته تحوُّلات درامية بين العبقرية، والمرض العقلي، والشهرة. قدَّم جون إسهامات بارزة في نظرية الألعاب، والهندسة، وكذلك مجال المعادَلات التفاضلية الجزئية.

توفي ناش في 23 مايو الماضي، وكان مولده في عام 1928، في مدينة بلوفيلد، فيرجينيا الغربية، الولايات المتحدة. كان والده مهندسًا كهربائيًّا، وكانت والدته تعمل بالتدريس. وفي عام 1945، بعد أن تفوق ناش في الرياضيات أثناء المرحلة الثانوية، التحق بمعهد كارنيجي للتكنولوجيا، الذي يُعرف الآن بجامعة كارنيجي ميلون، في بيتسبرج، بنسلفانيا. دَرَسَ ناش ـ في البداية ـ الهندسة الكيميائية. وبعد فترة وجيزة من تسجيله، تَحَوَّل إلى دراسة الكيمياء، ثم الرياضيات.

وفي السنة النهائية لدراسته، رشّحه أحد الأساتذة بتوصية، وكان يبلغ حينها 19 عامًا، بغرض قبول طلبه في مواصلة الدراسات العليا. ومما ورد في هذا الترشيح: «إنه عبقري في الرياضيات». تم قبول ناش في عام 1948 في جامعة هارفارد في كمبريدج، ماساتشوستس، وكذلك في جامعة برينستون في نيو جيرسي، ولكنه في النهاية اختار جامعة برينستون.

وعندما أصبح ناش طالبًا في مرحلة الدكتوراة، أثبت وجود نمط من الاتزان الرياضي، يحمل اليوم اسمه. كان عدد كلمات بحثه ـ الصادر في عام 1950، تحت عنوان «نقاط الاتزان في الألعاب الدائرة بين عدد (ن) من الأفراد» *Equilibrium points in n-person games*، حوالي 330 كلمة، وضم البحث مرجعين، وكان خاليًا تمامًا من المعادَلات (J. F. Nash Jr *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **36**, 48–49; 1950). وكان أحد هذين المرجعين هو كتاب «نظرية الألعاب والسلوك الاقتصادي» *Theory of Games and Economic Behavior*، الصادر في عام 1944، حيث أدخل الرياضي جون فون نومان، ورجل الاقتصاد أوسكار مورجنسترن نظرية الألعاب في هذا الكتاب، وهي أسلوب رياضي يسمح بدراسة القرارات الاستراتيجية والاقتصادية.

نمط «إتزان ناش» هو بمثابة موقف في لعبة، بحيث لا يستطيع أي من اللاعبين تغيير استراتيجيته، بغرض تحسين مقدار أرباحه. تخيَّلْ لعبة بها لاعبان (أنت وشخص آخر)، وتُوجد استراتيجيتان «أ و ب». تقضي هذه اللعبة بأنْ يربح كل منكما نقطتين، إنْ اخترتما في آنٍ واحد الاستراتيجية (أ)، أمّا إذا اخترتَ الاستراتيجية (أ)، واختار خصمك الاستراتيجية (ب)؛ فإنك لا تربح شيئًا، وإذا اخترت الاستراتيجية (ب)، واختار خصمك (أ)، فمقدار ربحك سيكون ثلاث نقاط. وأخيرًا، إذا اخترتما معًا الاستراتيجية (ب)؛ فسيكون مقدار الربح نقطة واحدة.

في المثال السابق، يتحقق نمط «اتزان ناش» عندما يختار اللاعبان معًا الاستراتيجية (ب). وفي هذه الحالة يكون ربح كل منهما نقطة. وإنْ تَحَوَّل أحد اللاعبين إلى الاستراتيجية (أ)؛ تسقط قيمة ربحه. وبعبارة أخرى.. لا

MIT MUSEUM

يمكن لأحد اللاعبين أن يغيِّر استراتيجيته بشكل مستقل من أجل تحسين الربح. ولاحظ أنه إذا اختار اللاعبان الاستراتيجية (أ)؛ لا يتحقق نمط «اتزان ناش»، لأنك تستطيع تحسين ربحك بالتحول إلى الاستراتيجية (ب).

إن حساب نمط «اتزان ناش» قد يكون صعبًا عندما يتعلق الأمر بلعبة معقدة. كما أنك لست متأكدًا من أنّ الخِصْم يتميز بسلامة المنطق الذي يجعله يلعب وفقًا لاستراتيجية الاتزان. وإذا كان اللاعبان عقلانيَّيْن، وعقلانيّتهما من المستوى السائد؛ فسيلعبان وفقًا لاستراتيجية الاتزان، غير أن التجربة تكشف أن الناس في الغالب ليسوا عقلانيين. وبغض النظر عما إذا كان الناس يلعبون فعلًا وفق «اتزان ناش» في التعاملات الاجتماعية أو الاقتصادية، فإن اكتشاف ماهيّة هذا الاتزان (أو التعرف على حقيقة اتزانات ناش)، هو الخطوة الأولى في تحليل أي لعبة.

على الرغم من أن فون نومان لم يتقبل آنذاك مبدأ «اتزان ناش»، واعتبره نظرية تافهة، فقد تم استخدام هذا الاتزان لتحليل جميع الوضعيّات التنافسية. فبالإضافة إلى كون مفهوم الاتزان يؤدي دورًا أساسيًّا في صنع القرار، سواء تَعَلَّق الأمر بالاقتصاد، أم بالسياسة، فإنه ذو أهمية أيضًا في عِلْم الأحياء. فهذا المفهوم يعادل تقريبًا المفهوم الذي صاغه عالِم الأحياء التطوري جون مايينارد سميث خلال سبعينات القرن الماضي، وأطلق عليه اسم «الاستراتيجية المستقرة التطورية»، بحيث إذا تبنَّى كل أعضاء مجموعة سكانية هذه الاستراتيجية، فإن الانتقاء الطبيعي يَحُول دون انتشار الطفرات النادرة.

بعد أن حصل ناش على شهادة الدكتوراة، التحق بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج في عام 1951. وعمل في البداية معلمًا، ثم أستاذًا في كلية الرياضيات، حتى استقال في عام 1959. وخلال انتسابه إلى معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، التقى بأليسيا لويز-هاريسون دي لاردي؛ وتزوجها، حيث كانت طالبة تدرس الفيزياء في المعهد.

ذاع سيط ناش في وسط علماء الرياضيات، بفضل أعماله في مجالي الهندسة الجبرية الحقيقية، والمعادلات التفاضلية الجزئية غير الخطية. وكان يخوض بثقة في أصعب المسائل في هذا المجال بنجاح. وفي عام 1957، حلّ المسألة التاسعة عشرة لهيلبرت، ذات الصلة بالمعادلات التفاضلية الجزئية، وذلك بالتوازي مع عالِم الرياضيات الإيطالي إنيو دي جيورجي.

وخلال محاضرة ألقاها ناش في عام 1959 حول «فرضية ريمان»، التي تُعتبر من أعقد المسائل الرياضية، أدرك الجمهور أن هناك خَطْبًا ما لدى ناش، فلم يكن ما يقوله مفهومًا. ثم شُخِّصَت حالته الصحية في تلك السنة، فتبين أنه مصاب بالفصام. وعلى مدار العقدين التاليين، كان ناش يتردد ـ بلا انقطاع ـ على المستشفيات. خضع للعلاج، وغادر الولايات المتحدة خلال فترة علاجه، طالبًا اللجوء السياسي إلى سويسرا، في محاولة للهروب من جَلَّادِيه الوهميين. وقضى سنوات عديدة تائهًا في محيط حرم برينستون الجامعي. وفي تلك الأثناء، كانت أليسيا ـ التي انفصلت عن ناش في عام 1963 ـ تتولى قسطًا كبيرًا من رعايته.

وفي أواخر الثمانينات، ظهر ناش مجددًا في الأوساط الأكاديمية، وفاز في عام 1994 بجائزة «نوبل» في العلوم الاقتصادية، تتويجًا لعمله في نظرية الألعاب. وهكذا، سُلِّطت الأضواء على ناش، إثر نَيْلِه هذه الجائزة، وإثر إخراج فيلم «عقل جميل» *A Beautiful Mind* في عام 2001، حيث روى الفيلم قصة كفاح ناش، استنادًا إلى كتاب الصحفية سيلفيا نصار، الذي يحمل عنوان الفيلم نفسه.

في مايو من العام الجاري، نال ناش جائزة «آبل» Abel من الأكاديمية النرويجية للعلوم والآداب، تتويجًا لعمله في مجال المعادَلات التفاضلية الجزئية. وعند العودة من الاحتفال بالنرويج، لقي جون وأليسيا (اللذان تزوَّجا مجددًا في عام 2001) حتفهما، إثر حادث تصادم لسيارة أجرة، كانت تقلهما على الطريق السريع الشهير في نيو جيرسي. وكان عُمْر جون آنذاك 86 سنة.

التقيت بجون في عام 1998 بمعهد الدراسات المتقدمة في جامعة برينستون، حيث كنتُ ألقي محاضراتٍ، التي حضرها هو شخصيًّا. وأذكر في يوم من أيام الصيف، عندما حدث خلل في طريقة الجلوس المعتادة لتناول طعام الغداء، بسبب إغلاق المطبخ الرئيس بالجامعة، لاحظت وجود جون، وعالِم الفيزياء إدوارد ويتن، وأندرو وايلز عالِم الرياضيات البريطاني ـ الذي أثبت نظرية «فيرمات» الأخيرة ـ جالسين معًا حول طاولة صغيرة. كنتُ أتساءل.. تُرَى، مَنْ منهم سيبدأ الحديث؟ لكنهم جلسوا يتناولون الطعام في صمت. ■

مارتن نواك أستاذ الرياضيات وعلم الأحياء، ومدير برنامج «ديناميات التطور» في جامعة هارفارد في كمبريدج، ماساتشوستس، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: martin_nowak@harvard.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

أبحـــاث

أنبـاء وآراء

علوم المواد موجات دقيقة تنتشر خلال دليل موجي، وتستطيع المرور حول الانحناءات الحادة **ص. 56**

الملاريا اكتشاف البروتين الموجود على غلاف خلايا الدم الحمراء، باعتباره مستقبِل إصابة الخلايا بالطفيل **ص. 60**

التكنولوجيا النانوية كاميرا مزودة بمرشحات من جسيمات غروية معلَّقة تتحول إلى وسيلة تحليل طيفي **ص. 61**

ESO/C. MALIN

الشكل 1 | مصفوفة أتاكاما للمليمترات الكبيرة (ALMA). استخدم كاباك وزملاؤه20 [8] من هوائيات مصفوفة أتاكاما للمليمترات الكبيرة، لدراسة المادة الموجودة بين النجوم (ISM) لتسع مجرات، وُجدت عندما كان عمر الكون حوالي مليار سنة فقط. وقد وجد الباحثون أن مصادرهم تحتوي على كميات غبار أقل مما كان متوقعًا، وقد تكون المادة الموجودة بين النجوم في بعض المجرات المدروسة مماثلة لتلك الموجودة في سحابة ماجلان الصغرى (وهي مجرّة صغيرة تابعة لمجرة درب التبانة)، وهي تظهر بوضوح في الصورة (يمين الوسط)، باعتبارها أصغر من سحابتي ماجلان الموجودتين فوق الهوائيات.

الفيزياء الفلكية

مجـرّات مفتقـرة إلى الغبـار في بـداية الـزمـن

تكشف أرصاد المجرّات التي تشكلت في وقت مبكر من تاريخ الكون أن مستويات الغبار أقل بكثير من تلك الموجودة في مجرّات الحقبة الزمنية اللاحقة؛ فيبدو أنها خضعت لتغيرات سريعة خلال فترة قصيرة نسبيًّا.

فيرونيك بوات

تُعتبر دراسة المجرّات الأكثر بُعْدًا، المرصودة على حالها بعد حوالي مليار سنة من وقوع الانفجار العظيم، أمرًا ضروريًّا لفهم عملية تكُّون النجوم والعمليات الفيزيائية الدائرة في هذه الأنظمة الناشئة. كتب كاباك وزملاؤه[1] عن هذا الموضوع، وقدموا دراسةً لتسع مجرات، تمت باستخدام مصفوفة من التليسكوبات المرتبطة، فوجدوا أن خصائص الغبار والغاز في هذه الأنظمة قد تشير إلى نوع المادة الموجودة بين النجوم (ISM)، التي تطورت بشكل أقل بكثير عن تلك الموجودة في المجرات الأقدم بملياري سنة؛ مما يشير إلى حدوث تغيرات سريعة في مجمل خصائص المجرات في بدايات الحياة الكونية.

إنّ توسُّع الكون يحوِّل الأشعة فوق البنفسجية المنبعثة من النجوم المشكّلة حديثًا في الأنظمة البعيدة إلى موجات أطول (الأشعة المرئية، والأشعة تحت الحمراء القريبة)، التي ـ على عكس الأشعة فوق البنفسجية ـ يمكن رصدها من خلال التليسكوبات الأرضية. أما الأجسام الأكثر بُعْدًا، التي نعرفها اليوم، فقد كُشف عنها من خلال حدوث انقطاع في سلسلة أطيافها النازحة نحو الأحمر بأطوال موجية تقدَّر بحوالي 0.1 ميكرومتر، وهو ما يسببه امتصاص فوتونات الأشعة فوق البنفسجية من قبل الهيدروجين المتعادل في المادة الموجودة بين المجرّات. يحدث الامتصاص بالنسبة للفوتونات عند طاقات مقابلة لأطوال موجية أقصر من خط طيف الهيدروجين ليمان-ألفا (1.216 نانومتر)، وتُعرف المجرّات التي قُدِّرت أبعادها بهذه الطريقة بمجرات فاصل ليمان (LBGs). وقد أدت الاستطلاعات الأكثر شمولاً التي أُجريت حتى الآن إلى كشف هذا النوع من المجرات الناشئة، التي تكونت بعد مرور ما يقرب من نصف مليار سنة على الانفجار العظيم[2].

إنّ وجود الغبار بين النجوم يعقّد دراسة المجرات، ويؤثر على قياس الأساسيات والخصائص المرصودة، مثل معدَّل تشكُّل النجوم، فهو يمتص فوتونات الأشعة فوق البنفسجية النشطة بفعالية، التي تنبعث من النجوم الناشئة، كما يعيد انبعاث الطاقة في مجال الأشعة تحت الحمراء عند أطوال موجية أطول من 5 ميكرومترات. وتعتمد هذه العملية المعقدة على التوزيع النسبي للنجوم، وعلى تكوينها[3]، وليس فقط على كمية الغبار الموجودة في الوقت الحالي. وإجمالًا، فإن الغبار يقلل ـ بشكل كبير ـ من شدة الضوء النجمي الواصل للتليسكوبات[4]. ولأخْذ ضوء الأشعة فوق البنفسجية المنتج في المجرات في الاعتبار، ثمة طريقة مباشرة تنطوي على رصد الطاقة المشعة التي يمتصها الغبار ويعيد انبعاثها، ثم تنزاح نحو الأحمر في مجالات الأشعة تحت الحمراء البعيدة والمجالات دون المليمتر. ومع ذلك.. فإن انخفاض حساسية الكواشف، بالإضافة إلى تحليل فضائي فقير يتحقق من خلال تليسكوب له طبق واحد، يجعل استطلاعات المجرات التي تنزاح بشكل كبير نحو الأحمر في هذه الأطوال الموجية أقل كفاءةً من نظيراتها عند أطوال موجية بصرية، أو عند الأشعة تحت الحمراء القريبة. هذا.. وحتى مرصد الفضاء "هرشل" Herschel، الذي كشف[5] عن انبعاث أشعة تحت حمراء من الغبار في المجرات التي يصل قدر انزياحها نحو الأحمر إلى 2-3 (الموازي لما يقرب من 2-3 مليار سنة بعد الانفجار العظيم)، كان قادرًا على كشف مصادر الإضاءة العالية فقط على مسافات أكبر بكثير[6].

يُعتبر القياس المباشر لموجة ذات طول كبير منبعثة من الغبار تحديًا ضخمًا، ولذلك.. يلجأ علماء الفلك إلى روابط تجريبية لاستنباط قدرة سطوع الأشعة تحت الحمراء في الغبار. وتنشأ إحدى هذه الروابط بين تلك الأشعة والأشعة فوق البنفسجية في النجوم[7] لتمثل عيِّنة من المجرات القريبة والنشطة في تشكُّل النجوم، حيث تم قياس بريق الاثنين بدقة، لكن للأسف، لا يمكن لهذه الطريقة أن تُطبَّق بشكلٍ عام حيث إنها تعتمد على خصائص المادة الموجودة بين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

النجوم (كتركيب الغبار، وتوزيعه بالنسبة إلى النجوم)، إضافةً إلى تكدس النجوم في المجرات[8]. وبالرغم من كل هذه المحاذير، فإنها تُستخدم على نطاق واسع؛ لتقدير مستوى حجب ضوء الأشعة فوق البنفسجية في النجوم بواسطة غبار المادة الموجودة بين النجوم، من أجل نطاق واسع من انزياح المجرات نحو الأحمر. ولذلك.. سيكون من المهم التحقق من صحة هذه العلاقات، خصوصًا بالنسبة إلى الأنظمة الناشئة التي تنزاح بقدر كبير نحو الأحمر. ويمكن لتقييم نقدي أن يسفر عن أدلةٍ لخصائص المادة الموجودة بين النجوم في تلك الأزمنة المبكرة.

استخدم كاباك وزملاؤه مصفوفة أتاكاما للمليمترات الكبيرة (ALMA)، التي صُممت للتغلب على مشكلات الحساسية والتحليل (انظر الشكل 1). وحيث إنها تُعتبر جهاز تداخل (سلسلة من التليسكوبات المترابطة تقوم بجمع الأرصاد الفلكية)، تملك مصفوفة أتاكاما للمليمترات الكبيرة حقل رؤية صغيرًا مناسبًا لرصد المصادر الممركزة جيدًا، كما يمكنه الكشف عن انبعاث ضعيف، دون المليمتر، ينشأ عن الغبار في المجرات العادية ذات الانحياز العالي نحو الأحمر. واستخدم الباحثون 20 من هوائيات مصفوفة أتاكاما للمليمترات الكبيرة في انسجام تام؛ لرصد انبعاثات الغاز والغبار لتسع مجرات فاصل ليمان نموذجية، تنزاح نحو الأحمر بقدر 5-6؛ يمثل الوقت الذي كان فيه عمر الكون مليار سنة.

اختار كاباك وزملاؤه عيِّنتهم من حقل استطلاع التطور الكوني، وهي منطقة مساحتها درجتان مربعتان، دُرست على نطاق واسع من قِبَل معظم التليسكوبات الكبيرة، سواء على الأرض، أم في الفضاء. وقد كشفت مصفوفة أتاكاما للمليمترات الكبيرة عن الانبعاث الحراري للغبار في أربع مجرّات، وخط طيفي للمادة الموجودة بين النجوم ينبعث من الكربون الغازي عند طول موجي 158 ميكرومترًا في المجرات التسع. وتكمن ميزة الكربون في أنه خط الانبعاث المهيمن للمادة الموجودة بين النجوم في المجرّات في مجال الأشعة تحت الحمراء البعيدة. ويُعَدّ معدل الكشف العالي هذا مُبْهِرًا، حيث إن المحاولات السابقة فشلت في الكشف عن خاصية وجود الكربون وانبعاث الغبار الحراري[9] بشكل متزامن.

تناقِش هذه الدراسة حقيقة وجود محتوى منخفض جدًّا من الغبار وحجب ضوء النجوم في هذه الأنظمة، فالمجرات الأربع التي كُشِفَ عن الانبعاث الحراري للغبار فيها يمكن أن تتضمن مادة مماثلة لتلك الموجودة بسحابة ماجلان الصغرى (وهي مجرة صغيرة تابعة لمجرة درب التبانة)، وتتميز بالقليل من العناصر الأثقل من الهليوم. وتنذر الحدود العليا التي وضعت على انبعاث الغبار من المنابع الخمسة الباقية بوضع أكثر قسوة، مع انبعاث أقل بكثير للأشعة تحت الحمراء. ويبدو ذلك مختلفًا جدًّا عن بريق الأشعة فوق البنفسجية، الذي لوحظ في هذه الأنظمة. كما أن ازدياد كثافات خط انبعاث الكربون يشير إلى انخفاض مستويات الغبار بالنسبة إلى الغاز الحالي في تلك المجرات الأولى، مع أنه لا يمكن استبعاد التفسيرات الأخرى.

النتيجة المباشرة لهذه الكشوف هي أن الحسابات التقليدية المستخدمة لاستنباط الحجب الناجم عن الغبار من البريق المرصود للأشعة فوق البنفسجية المتصلة من غير المرجح أن تكون صالحة في حالة مجرات فاصل ليمان في بداية الكون. ونتيجةً لذلك.. فإن معدّل تشكُّل النجوم ـ الذي يعتبر مناسبًا لتلك الأنواع من المجرات ـ قد يكون مبالَغًا في تقديره بحوالي ضِعفين إلى أربعة أضعاف، مقارنةً بالدراسات السابقة.

وأخيرًا وليس آخرًا، فإن هذا العمل الرائد يمهد الطريق لحملات الرصد المستقبلية. فعلى الرغم من أن رصد المستويات المنخفضة لانبعاث الغبار من عيّنات كبيرة من مجرات ذات انزياح عال نحو الأحمر قد يشكل تحديًا حتى بالنسبة إلى مصفوفة أتاكاما للمليمترات الكبيرة، كشف كاباك وزملاؤه عن خطوط انبعاث الكربون المعززة، التي يجب أن تصبح أداةً مفيدةً في دراسة مجرات تشكل النجوم في تلك العهود المبكرة. ■

فيرونيك بوات يعمل في مختبر الفيزياء الفلكية في مرسيليا، مرسيليا 13013، فرنسا.
البريد الإلكتروني: veronique.buat@lam.fr

1. Capak, P. L. *et al. Nature* **522,** 455–458 (2015).
2. Bouwens, R. J. *et al. Astrophys. J.* **803,** 34 (2015).
3. Witt, A. N. & Gordon, K. D. *Astrophys. J.* **528,** 799 (2000).
4. Burgarella, D. *et al. Astron. Astrophys.* **554,** A70 (2013).
5. Gruppioni, C. *et al. Mon. Not. R. Astron. Soc.* **436,** 2875–2876 (2013).
6. Riechers, D. A. *et al. Nature* **496,** 329–333 (2013).
7. Meurer, G. R., Heckman, T. M. & Calzetti, D. *Astrophys. J.* **521,** 64 (1999).
8. Boquien, M. *et al. Astron. Astrophys.* **539,** A145 (2012).
9. Maiolino, R. *et al. Mon. Not. R. Astron. Soc.* (in the press); Preprint at http://arxiv.org/abs/1502.06634v2

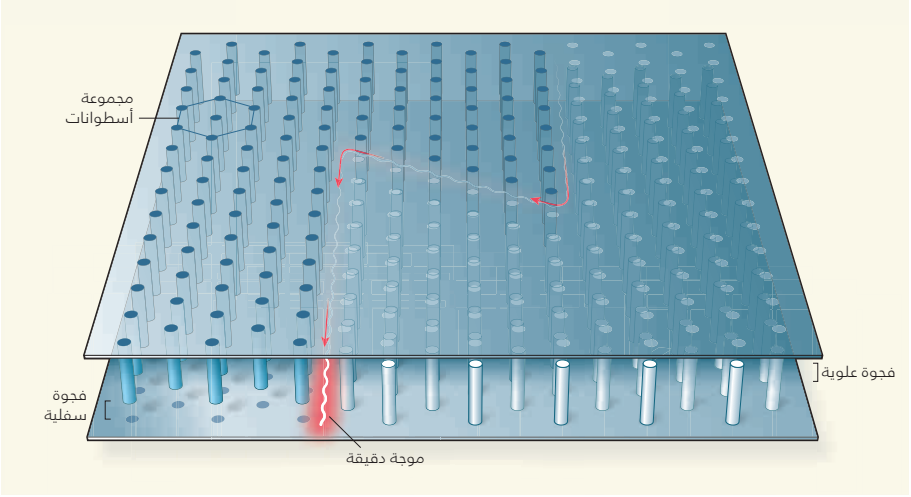
علوم المواد

موجات دقيقة تتخطى المنحنيات

تكشف محاكات حاسوبية أن الموجات الدقيقة التي تنتشر خلال دليل موجي تستطيع المرور حول الانحناءات الحادة في الجهاز، دون أن تنعكس. وقد يمهد هذا الاكتشاف الطريق أمام تكنولوجيات تستغل هذه الظاهرة غير الشائعة.

سونيل ميتال، ومحمد حافظي

إنّ الأنظمة الفوتونية لا تعمل دائمًا ـ مثل أي هيكل اصطناعي ـ وفقًا للتوقعات، حيث يمكن لأخطاء التصنيع أن تؤدي إلى ظهور عيوب تؤثر على انتشار الموجات الكهرومغناطيسية ـ من موجات الراديو إلى الموجات الضوئية ـ خلال الوسط الحامل للموجه، متسبِّبةً في آثار غير مرغوب فيها. فعلى سبيل المثال.. تعمل العيوب الهيكلية على إحداث ضجيج في خصائص الوسط، من شأنها ـ في الحالات القصوى ـ أن تمنع انتقال الفوتون تمامًا. لذلك.. تُبذل الجهود حاليًّا لهندسة نُظم تتميز طوبولوجيتها (بدلًا من شكلها) بالتحكم في نقل الفوتونات، مما يجعلها في مأمن من هذه الآثار. ترتكز هذه الجهود على نتائج[1,2] تبين أنه بينما تخضع الأنظمة الضوئية لنوع معين من التشوه المستمر، تظل خصائصها سليمة، ومن ثم يصبح نقل الفوتون محميًّا طوبولوجيًّا. وقد نشر ما وزملاؤه[3] في دورية "فيزيكل ريفيو ليترز" ورقة بحثية تشرح هذا بشكل نظري من خلال تصميم دليل موجي، حيث يُمَكِّن تصميمهم من نقل فوتونات الموجات الدقيقة المحمية



الشكل 1 | انتشار الموجات الدقيقة غير المنعكس في دليل موجي. استطاع ما وزملاؤه[3] محاكاة انتشار الموجات الدقيقة في دليل موجي متحوّل. يحتوي الجهاز المقترَح على مجموعة سداسية من الأسطوانات المعدنية، التي تبدو في حالة عدم تناظر على طول محور الأسطوانة، في ظل وجود فجوة بين إحدى نهايتي الأسطوانات، والصفيحة المعدنية الأخرى. تم ضم المستويين معًا، كما هو موضح، بحيث يكون وضع الفجوة معكوسًا بينهما (على اليسار تكون الفجوات في الجزء السفلي، بينما على اليمين تكون في الجزء العلوي). وهذه الهيئة تسمح للموجات الدقيقة بالانتقال على طول السطح البيني المائل بين المستويين، وبقيمة انعكاس إلى الوراء، لا تذكر عند منعطفين بزاوية 120 درجة.

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

طوبولوجيًّا، لتصبح بذلك قادرة على الانتقال حول الزوايا الحادة، دون أن ترتد إلى الوراء.

في بداية الثمانينات من القرن الماضي، أدرك علماء الفيزياء أن بعض الخصائص الفيزيائية للأنظمة الإلكترونية ترجع بالكامل إلى طوبولوجية المواد[4]. وكانت نقطة التحول هي اكتشاف تأثير هول الكمّي، حيث إنه في وجود مجال مغناطيسي قوي، يصبح التوصيل الكهربائي العرضي للمادة محددًا بالكَمّ. وفي المواد التي تتميز بهذه الظاهرة، يكون التوصيل قويًّا بشكل ملحوظ ضد العيوب والفوضى.

وتصبح الحالات الإلكترونية في المناطق الداخلية من هذه النظم محصورة محليًّا، ولذلك.. يتحول قلب المادة إلى عازل. وعلى النقيض، يدعم سطح المادة دورانًا ممتدًّا خلال اتجاه واحد للحالات الإلكترونية، المعروفة باسم حالات حافة التماثل غير الانطباقي، التي تتوسط التوصيل. تحدد طوبولوجيا النظام ظهور حالات الحافة. وتسمى المواد التي تسمح بظهورها بالعوازل الطوبولوجية. والخاصية الرائعة لحالات الحافة هي أنها تسمح للتيار الكهربائي بالمرور حول الاضطرابات، مع عدم حدوث ارتداد مبعثر من الإلكترونات.

كان يُعتقد في البداية أن العوازل الطوبولوجية لا يمكن أن تتولد، إلا في ظل وجود مجال مغناطيسي، الذي يكسر على وجه التحديد تماثل انعكاس الزمن للنظام. ومع ذلك.. وفي عام 2005، أظهر كل من تشارلز كين، ويوجين ميلي[5] إمكانية تحقيق خصائص طوبولوجية مستقرة مماثلة، من خلال اقتران مغزلي مداري للإلكترونات ـ وهذا هو اقتران الزخم الزاوي المداري الإلكتروني مع الزخم الزاوي المغزلي ـ مع الاحتفاظ بتماثل انعكاس الزمن للنظام. أتاح هذا الأمر مجموعة واسعة من الأنظمة التي قد تكون لها حالات طوبولوجية محمية. ومنذ ذلك الحين، جذبت العوازل الطوبولوجية اهتمامًا كبيرًا، سواء بالنسبة إلى خصائصها الأساسية المثيرة للفضول، أو تطبيقاتها المحتملة في الحوسبة الكمية.

يمكن لأنظمة فوتونية أن تبدي ملامح طوبولوجية مماثلة لتلك التي للأنظمة الإلكترونية[6-8]، حيث أجرى ما وزملاؤه محاكاة لنظام يعمل بمثابة عازل طوبولوجي للموجات الدقيقة. وقد اعتمد هؤلاء الباحثون على جهاز يُسمى دليلًا موجيًّا متحوّلًا متوازي الصفائح، يتألف من مجموعة من الأسطوانات المعدنية سنتيمترية الأبعاد، مرتّبة في شُبيكة سداسية، تحدّها من الجانبين لوحات معدنية (الشكل 1). وبالنسبة إلى الموجات الدقيقة التي لها أطوال موجية حوالي 15 سم، تشكّل هذه المجموعة "مواد متحوّلة"، يختلف معامل انكسارها على نطاق مماثل للموجات الدقيقة.

يدعم ذلك الدليل الموجي المتحوّل نَمَطَي استقطاب غير مقترنين لمجالات الموجات الدقيقة الكهرومغناطيسية، وهما: نمط كهربائي مستعرض (TE)، ومغناطيسي مستعرض (TM)، حيث يمكن لهذه الموجات أن تنتشر فقط في مستوى عمودي على محور الأسطوانة. تتسبب الهندسة السداسية للشبيكة الأسطوانية في ظهور أقماع ديراك في بِنْية مجال طاقة الدليل الموجي المتحوّل، وهي نطاقات طاقة على شكل مخاريط تلتقي عند القمة. وعلى أطراف قمم أقماع ديراك، تتساوى طاقة أنماط TE وTM، والسرعة التي ينتشر بها غلاف الموجة تكون ثابتة بالقرب من هذه النقطة.

أظهر ما وزملاؤه أن إدخال تفاوت تناظري في هندسة الدليل الموجي المتحوّل، على شكل فجوة بين مجموعة الأسطوانات وأحد اللوحين الضامين، يعمل على اقتران أنماط TE وTM. هذا التغيير في ترتيب هيئة المجموعة يعدِّل هيكل نطاق طاقة الجهاز، مما يتسبب في فتح فجوة نطاقية بين أقماع ديراك. تلك الفجوة النطاقية الناتجة لها خصائص طوبولوجية مميزة مماثلة لتلك التي وصفها نموذج كين-ميلي الإلكتروني. وبعبارة أخرى.. يصبح الدليل الموجي المتحوّل مماثلًا فوتونيًّا للعازل الطوبولوجي. ونجد هنا توليفًا تناظريًّا وغير تناظري من أنماط TE وTM، منعكس الزمن تناظريًّا لقرينانه، مُشكّلًا بذلك مغزلية زائفة، في حين يستحث عدم التناظر وقوع تفاعل مغزلي مداري.

في محاكاة أخرى، يبيِّن ما وزملاؤه أنه إذا اقترن اثنان ـ مثل الأدلة الموجية المتحولة ـ ببعضهما البعض في تكوين أدلة طوبولوجية متعاكسة ـ على سبيل المثال، بحيث ينعكس موضع الفجوة الموجودة على أحد أطراف الأسطوانات المعدنية بين جهازين ـ ستبدي الواجهة الفاصلة بينهما خصائص مثيرة للاهتمام. على وجه التحديد، لاحظ الباحثون حالات طرفية متعارضة غير متطابقة تناظريًّا، محمية طوبولوجيًّا، وتنتشر في اتجاهين متعاكسين على طول السطح البيني. وقد أظهروا أيضًا كيف يمكن لهذه الحالات أن تثار من خلال وضع ثنائي قطب كهربائي، أو مغناطيسي مستقطب مناسب داخل فجوة الدليل الموجي المتحوّل، التي تكون محاذية للسطح البيني. على سبيل المثال.. ثنائي القطب المُستقطِب يسارًا يثير الموجات الدقيقة أن تنتشر دائما في الاتجاه إلى الوراء، في حين أن ثنائي القطب المُستقطِب يمينًا يثير الموجات إلى الأمام فقط. هذه الموجات ليست مستثناة ضد الارتداد المبعثر، ويمكن أن تأخذ منعطفات حادة على طول الواجهة البينية. وتُظهِر محاكاة الباحثين ذلك لواجهة بينية تميل بزاوية مقدارها 120 درجة.

ومع ذلك.. فالحالات الطرفية تلك ليست قوية ضد جميع أنواع الاضطراب. فعلى سبيل المثال.. الاضطراب الذي يغير المغزلية الزائفة لحالة ما يمكن أن يُقرِن حالة تنتشر إلى الأمام مع أخرى تنتشر الى الخلف، محطمًا مناعة الحالات الطرفية ضد الارتداد المبعثر. وهذا مشابه لتأثير الشوائب المغناطيسية في المواد التي تُظهِر "تأثير هول الكمي المغزلي" تجاه الحالات الطرفية غير المحمية. وفي مجال الأطول الموجية التي تنطبق على الاتصالات (حوالي 1,550 نانومترًا)، نجد أثر التقلبات المغزلية الزائفة يكاد لا يُذكر[9]، ولكن ليس من المعروف ما إذا كان الأثر صغيرًا أيضًا في مجال الموجات الدقيقة، أم لا، وهو ما قد توضحه الأبحاث المستقبلية.

إن إدراك الآثار التجريبية الذي تنبأت بها محاكاة ما وزملائه من شأنها أن تفتح سبلًا جديدة لهندسة هياكل كهرومغناطيسية، يمكنها أن تستفيد من الحماية الطوبولوجية[10,11]. فعلى سبيل المثال.. يمكن للباحثين استكشاف تصميمات لأجهزة موجات دقيقة، مثل الأدلة الموجية، والمرشحات، والهوائيات والمضخمات، التي من شأنها أن تجعل الأجهزة غير حساسة لعيوب التصميم، ومن ثم يمكن أن تكون لها تطبيقات في مجال تكنولوجيا الاتصالات. ■

سونيل ميتال و**محمد حافظي** يعملان في قسم الهندسة الكهربائية وهندسة الحاسبات، IREAP، معهد جوينت الكمي، جامعة ميريلاند، كوليج بارك بولاية ميريلاند 20742، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: hafezi@umd.edu

1. Haldane, F. D. M. & Raghu, S. *Phys. Rev. Lett.* **100,** 013904 (2008).
2. Hafezi, M., Demler, E. A., Lukin, M. D. & Taylor, J. M. *Nature Phys.* **7,** 907–912 (2011).
3. Ma, T., Khanikaev, A. B., Mousavi, S. H. & Shvets, G. *Phys. Rev. Lett.* **114,** 127401 (2015).
4. Thouless, D. J., Kohmoto, M., Nightingale, M. P. & den Nijs, M. *Phys. Rev. Lett.* **49,** 405–408 (1982).
5. Kane, C. L. & Mele, E. J. *Phys. Rev. Lett.* **95,** 226801 (2005).
6. Wang, Z., Chong, Y., Joannopoulos, J. D. & Soljačić, M. *Nature* **461,** 772–775 (2009).
7. Hafezi, M., Mittal, S., Fan, J., Migdall, A. & Taylor, J. M. *Nature Photon.* **7,** 1001–1005 (2013).
8. Rechtsman, M. C. *et al. Nature* **496,** 196–200 (2013).
9. Mittal, S. *et al. Phys. Rev. Lett.* **113,** 087403 (2014).
10. Jia, N., Owens, C., Sommer, A., Schuster, D. & Simon, J. Preprint at http://arxiv.org/abs/1309.0878 (2015).
11. Chen, W.-J. *et al. Nature Commun.* **5,** 5782; http://dx.doi.org/10.1038/ncomms6782 (2014).

الاحتباس الحراري العالمي

زيادة التأثير الكربوني للمحيطات على المناخ

تفيد النتائج بأن تأثير دورة الكربون بالمحيطات على المناخ قد يتجاوز تأثير دورة الكربون بالبابسة. ولهذا تَبِعَات على التأثيرات الاقتصادية والاجتماعية لانبعاثات الوقود الأحفوري في الوقت الراهن.

فورتيونات جوس

يقلِّل الاحتباس الحراري من درجة امتصاص المحيط والغلاف الحيوي الأرضي لثاني أكسيد الكربون. وينتج عن ذلك بقاء المزيد من ثاني أكسيد الكربون ذي المنشأ البشري في الغلاف الجوي، بحيث يتسبب في زيادة حدة الاحتباس الحراري، ويعني ذلك حدوث تأثير كربوني متضخم على المناخ. وعادةً ما يُعتقَد أن التأثيرات الكربونية المتضخمة على النباتات والتربة أكبر بعدة مرات من تأثيرات نظيراتها على المحيط. يقول راندرسون وزملاؤه[1] في بحثهم المنشور في دورية "جلوبال بيوجيوكيميكال سايكلس" *Global Biogeochemical Cycles* إنه ينبغي إعادة النظر في هذه الفكرة، وإعادة تعريفها.. فعلى المدى البعيد، سوف يصبح للمحيط دور أكبر من دور اليابسة في الترابط ما بين المناخ والكربون.

جمّع الباحثون نتائج عمليات محاكاة طويلة الأمد، تم إنجازها باستخدام نموذج لنظام كوكب الأرض، اسمه "نموذج نظام مجتمع الأرض" CESM[2]، حيث يوجد به تحليل معتمد[3] لتأثيرات الكربون على المناخ، ثم قاموا بتشغيل النموذج، بحيث يجري محاكاة لما سيحدث من الآن، حتى حلول عام 2300، باستخدام منظومات متعاكسة، تأخذ في الاعتبار أثر الانبعاث القسري لثاني أكسيد الكربون الناتج عن تأثير الغازات الدفيئة تارة، أو تقوم بتجاهل هذا التأثير تارة أخرى. ويذكر هذا الفريق أن التأثير الكربوني للمحيط على المناخ (الذي يتم قياسه على أنه الفرق في كمية الكربون التراكمية التي امتصها المحيط، بين المنظومة التي تضع في حسابها

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

الانبعاث القسري الناتج عن الانبعاثات الرئيسة ذات المنشأ البشري، بما فيها ثاني أكسيد الكربون، وبين المنظومة التي لا تضع في حسابها مثل هذا الانبعاث القسري) بلغ 3% في عام 1999، كما أنه سوف يزيد بنسبة هائلة تبلغ 23% بحلول عام 2300. والأمر المثير للدهشة هو أن التأثير الكربوني بين المحيط والمناخ، سوف يصبح أكبر من نظيره بين اليابسة والمناخ بدءًا من عام 2100 (الشكل 1).

يرجع التعارض الظاهري مع وجه النظر التقليدية التي تَعتبر تأثير المحيط أصغر من تأثير اليابسة[4]، إلى فروق في المقياس الزمني، إذ يتم تدوير معظم الكربون عبر النباتات والتربة خلال عدة عقود فحسب، بينما يستغرق نقل الكربون من سطح البحر إلى أعماق المحيطات عدة قرون. ولذلك.. يكون التأثير الكربوني لليابسة على المناخ أكبر على المدى القصير من التأثير الكربوني للبحار، إلا أن هذا الوضع ينعكس على المدى الطويل.

وعملية امتصاص الكربون في المحيطات هي في الأساس عملية فيزيائية كيميائية، حيث يمثل فيها انتقال الماء من السطح إلى الأعماق الخطوةَ المُحدِّدة لمعدل الامتصاص، كما تنطلق أيونات الهيدروجين في هذه العملية، نتيجة للتفاعل بين ثاني أكسيد الكربون والماء، وتسبب هذه الأيونات زيادة درجة حمضية المحيط[5]. يذكر راندرسون وزملاؤه أن الاحترار يقلل من ذوبان ثاني أكسيد الكربون في الماء، كما يقلل من كثافة المياه السطحية، ويبطئ من الدوران الانقلابي (ويعرف بأنه حركة المياه السطحية من الارتفاعات العالية إلى أعماق المحيط، التي يتم تعويضها بالمياه الصاعدة من الارتفاعات الأخرى). تخفِّض هذه التأثيرات سعة امتصاص المحيط الكلية للكربون ذي المنشأ البشري، وكذلك تقلل انتقاله من السطح إلى الأعماق. يتفق كل من مقدار التأثير الكربوني للمحيط على المناخ الذي توصل إليه الباحثون، والآلية الرئيسة التي اقترحوها لهذه العملية ـ التي تتضمن شبه انهيار للدوران الانقلابي للمحيط الأطلنطي، ودورًا صغيرًا للعمليات الحيوية البحرية ـ مع ما توصلت إليه الدراسات السابقة (على سبيل المثال، المرجع 6) التي استخدمت نماذج تنطوي على ديناميكيات محيطية، أبسط من تلك المتضمَّنة في "نموذج نظام مجتمع الأرض".

كما وجد الباحثون أن فقْد الكربون في اليابسة يحدث بسبب المعدلات المتزايدة لتفكك التربة-الكربون، الناتج عن زيادة الاحترار. وهذا يتحكم في تحفيز إنتاجية النباتات، التي تتسبب فيها الرطوبة، وطول فترة موسم النمو في الارتفاعات العالية. وإضافة إلى ذلك.. ووفقًا لسيناريو المحاكاة الذي استخدمه الباحثون، يتسبب الاستخدام البشري في تقليل مقادير الكربون في النباتات، وهو ما يحدّ من التأثير المتضخم المحتمل للتأثير الكربوني لليابسة على المناخ.

يُعَدّ تمثيل العمليات الكيميائية الجيولوجية الحيوية في "نموذج نظام مجتمع الأرض" تمثيلًا متطورًا، إلا أن عددًا من التأثيرات الكربونية لهذه العمليات غير مؤكد، وغير ممثَّل بصورة جيدة. ويشمل[7] هذا تأثيرات زيادة حمضية المحيطات، والاحترار، وارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون المذاب، والزيادات المحتملة في حجم المناطق منخفضة الأكسجين في الأنظمة البيئية البحرية، والإنتاجية البيولوجية، وإنتاج غاز أكسيد النيتروز، الذي يُعَدّ من غازات الدفيئة، وتصدير الجسيمات ذات المنشأ الحيوي من السطح إلى أعماق المحيط، وسرعة غرق هذه الجسيمات، ومعدل تفككها. وفي اليابسة أيضًا يمكن أن يؤدي ذوبان الكربون الموجود في الأراضي دائمة التجمد إلى إطلاق ثاني أكسيد الكربون (المرجع 8)، والميثان[4]، وهذه العمليات السابقة لم تُضمَّن في نسخة "نموذج نظام مجتمع الأرض" التي استخدمها الباحثون. وينبغي القيام بأبحاث إضافية، بغرض دراسة تغيرات الأراضي الرطبة والأراضي الخثة، وفقًا للتوقعات التي ينتجها نموذج المحاكاة، من أجل الحصول على بيانات أكثر دقة عن كميات انبعاثات الميثان، وأكسيد النيتروز، والمركبات العضوية من الغلاف الحيوي الأرضي؛ لأن كل هذه التغيرات والانبعاثات تسهم في تغيير المناخ القسري[9].

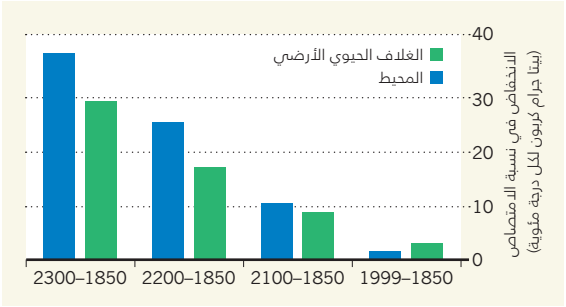
يمكن أن تساعدنا بيانات التغيرات السابقة في مستويات ثاني أكسيد الكربون والبيانات المناخية، على تجنب الاعتماد الحصري على النماذج التي تتنبأ بالنزعات المستقبلية. وعلى الرغم من أنه لا يمكن استخدام معلومات علم المناخ القديم بصورة مباشرة، لتقييم الكيفية التي يؤثر بها التغير المناخي على انسياب الكربون ذي المنشأ البشري، إلا أن هذه المعلومات تكشف عن الكيفية التي تتغير بها الدورة الطبيعية للكربون. وتوثق بيانات علم المناخ القديم زيادة نسبة التغير في تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، مقابل التغير في متوسط درجة حرارة الهواء على مستوى العالم، على المقياس الزمني للتغيرات المناخية. كما توثق هذه البيانات أن الزيادة في ثاني أكسيد الكربون في المقاييس الزمنية من العقد إلى القرن أقل من 20 جزءًا من المليون لكل درجة من الاحترار[10] على الأرجح.

تنشأ قيود إضافية على التفاعلات ما بين الكربون والمناخ من البيانات المناظرة، التي تسمح بإطلاق الغازات الدفيئة من مصادرها في اليابسة والمحيط. وتوضح البيانات المناظرة للكربون أن التغيرات في نسبة ثاني اكسيد الكربون على امتداد عقد من الزمان خلال الألفية المنقضية كانت تحدث بصورة رئيسة بسبب التغيرات[11] في التأثيرات الكربونية لليابسة. وهو الأمر الذي يتفق مع النتائج التي توصل اليها راندرسون وزملاؤه بخصوص التأثير الكربوني للبحر على المدى القصير، إلا أن البيانات المناظرة لأكسيد النيتروز، تطرح أسئلة بشأن الافتراض الضمني في "نموذج نظام مجتمع الأرض"، الذي ينص على أن وجود النيتروجين يحدّ بدرجة كبيرة من نمو النباتات. وتوضح البيانات تزايد مصادر أكسيد النيتروز في اليابسة خلال فترة ذوبان الجليد الأخيرة، وهذا يعني ضمنًا حدوث زيادة في تدفق النيتروجين عبر الغلاف الحيوي الأرضي، كما يعني كذلك أن مستوى الحد من النيتروجين كان منخفضًا[12]. والتحدي القديم المستمر للباحثين هو تطوير نماذج لنظام كوكب الأرض، تجري عمليات محاكاة سلسة من الماضي إلى المستقبل، وتقوم بتكامل معلومات علم المناخ القديم، مع البيانات التي تولدها أجهزة المحاكاة الحديثة.

يسلط بحث راندرسون وزملائه الضوء على جهة بحثية أخرى، إذ يتزايد التأثير الكربوني للبحار على المناخ، بصورة تتناسب مع المحتوى الحراري للمحيط في نموذج المحاكاة الذي يستخدموه. ويمكن للباحثين أن يستفيدوا من الدراسات المبنية على الرصد وعلى نماذج المحاكاة، التي يتم فيها تحليل التغيرات المكانية والزمانية للمؤشرات الفيزيائية والكيميائية الجيولوجية الحيوية، مثل تغيرات درجة الحرارة، والكربون، والمغذيات. وتتم هذه التحليلات معًا، بغرض الوصول إلى صورة أكثر اكتمالًا واتساقًا للمحيط المتغير. وتُعَدّ المتغيرات الكيميائية الجيولوجية الحيوية تحديدًا مؤشرات حساسة لحدوث أي تغيرات، ولكن فيزياء المحيطات تتحكم في الكربون وامتصاص الحرارة على حد سواء، وهذا يعني أنها تتحكم ـ بالتبعية ـ في ارتفاع مستوى سطح البحر، وفي التغير المناخي، وفي تأثيرات هاتين الظاهرتين.

وتقوم الدراسة الحالية بتذكيرنا في الوقت المناسب بنتائج ذات صلة بالسياسات الدولية، إذ نُشر هذا البحث قبيل المؤتمر الذي سوف تعقده "اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ" في باريس في شهر ديسمبر من هذا العام. أولًا، التذكير بأنه ينبغي أن تتناسب شدة إجراءات خفض الانبعاثات التي تهدف إلى الحفاظ على استقرار المناخ مع درجة ضخامة تأثيرات الكربون على المناخ. ثانيًا، التذكير بأن تحوُّل قمة درجة انبعاثات الكربون إلى ما بعد عام 2100 يفرض على الأجيال المستقبلية عبء تبنِّي سياسات اقتصادية خالية من الكربون، كما يفرض عليهم درجات حرارة عالمية تزيد بمقدار 10 درجات مئوية عن قيمتها قبيل عصر الصناعة[1].

ثالثًا، التذكير بأن الكربون المنبعث في الوقت الحالي سيغيِّر في تكوين بيئتنا بصورة لا يمكن إصلاحها لعدة أجيال قادمة. وتتزايد هذه التغيرات مع تزايد تراكم الانبعاثات الكربونية[13]. وسوف تستمر كذلك حمضية المحيط ومحتواه من الكربون والحرارة ـ والآثار السلبية ذات الصلة ـ في الزيادة لفترة طويلة، بعد تثبيت مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وهو ما يؤكد الحاجة إلى خفض قصير المدى للانبعاثات. وأخيرًا، التذكير بأنه إذا اتجهنا فعلًا إلى الحدّ من الاحتباس الحراري وحمضية المحيطات، بحيث لا يتجاوزان الحدود المعتدلة، فهناك حاجة ماسة عاجلة إلى خفض انبعاثات الكربون. وأي تأخير في هذا الأمر سوف يقضي على الفرصة المتاحة حاليًّا لتحقيق الأهداف المناخية[14]. ■



الشكل 1 | تأثير الكربون على المناخ. استخدم راندرسون وزملاؤه[1] نموذجًا حاسوبيًّا، لكي يوضحوا الزيادة الملحوظة مع الزمن لإسهام التأثير الكربوني للمحيط في تغير المناخ، حيث سيتفوق على إسهام التأثير الكربوني لليابسة بحلول عام 2100. ويوضح الشكل البياني ـ على فترات زمنية مختلفة ـ نسبة الانخفاض في امتصاص الكربون ذي المنشأ البشري، الناتج عن التغير المناخي (مُقَاسًا بوحدة بيتا جرام، حيث يساوي البيتا جرام الواحد 10^{15} جرامًا)، بواسطة المحيط والغلاف الحيوي الأرضي، مقابل الزيادة في متوسط درجة حرارة هواء السطح بمقدار درجة مئوية واحدة. قام الباحثون بحساب درجات الحساسية المذكورة، من الفروق بين التدفق الكربوني التراكمي، ومتوسط درجة حرارة هواء السطح على مستوى العالم، وهذا في عملية محاكاة يؤثر فيها ثاني أكسيد الكربون على المناخ، وأخرى يتم فيها تجاهل التأثير المباشر لثاني أكسيد الكربون على الاحتباس الحراري.

فورتيونات جوس قسم المناخ والفيزياء البيئية، معهد الفيزياء، ومركز أويشجر لأبحاث التغير المناخي، جامعة برن، برن CH-3012، سويسرا.
البريد الإلكتروني: joos@climate.unibe.ch

1. Randerson, J. T. *et al. Glob. Biogeochem. Cycles* http://dx.doi.org/10.1002/2014gb005079 (2015).
2. Hurrell, J. W. *et al. Bull. Am. Meteorol. Soc.* **94,** 1339–1360 (2013).
3. Friedlingstein, P. *et al. J. Clim.* **19,** 3337–3353 (2006).
4. Ciais, P. *et al.* in *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds Stocker, T. F. *et al.*)

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

465–570 (Cambridge Univ. Press, 2013).
5. Orr, J. C. *et al. Nature* **437,** 681–686 (2005).
6. Joos, F., Plattner, G. K., Stocker, T. F., Marchal, O. & Schmittner, A. *Science* **284,** 464–467 (1999).
7. Heinze, C. *et al. Earth Syst. Dyn.* **6,** 327–358 (2015).
8. Koven, C. D., Lawrence, D. M. & Riley, W. J. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **112,** 3752–3757 (2015).
9. Stocker, B. D. *et al. Nature Clim. Change* **3,** 666–672 (2013).
10. Heimann, M. *Nova Acta Leopoldina* **NF 121,** 97–99 (2015).
11. Bauska, T. K. *et al. Nature Geosci.* **8,** 383–387 (2015).
12. Schilt, A. *et al. Nature* **516,** 234–237 (2014).
13. Steinacher, M., Joos, F. & Stocker, T. F. *Nature* **499,** 197–201 (2013).
14. Stocker, T. F. *Science* **339,** 280–282 (2013).

الفوتونات النانوية

مستقبَل مشرق ينتظر شرائح القطْع الزائد

لوحظت خواص استثنائية في مواد القطْع الزائد الفائقة، كالقدرة على نشر الضوء بمقياس النانو، دونما انحراف، وهذا في الأجهزة ثنائية الأبعاد؛ مما يبشر بتطور الدوائر الفوتونية.

جاي بارتال

قد تحل الأدوات التي تُعرف بالدوائر الضوئية المتكاملة[1,2] محل الدوائر الكهربائية في مستقبل حفظ البيانات، وفي تقنيات الحوسبة والاتصالات، نتيجة لما تتيحه من تحسُّن في سعة حزمة البيانات، وانخفاض في استهلاك الطاقة، غير أن أجهزة كهذه تقع في مرتبة متأخرة، إذا ما قورنت بنظيراتها الإلكترونية، بسبب خضوعها لتأثير انحراف الضوء، مما يحد من تطبيقاتها، فلا يتجاوز مقياس الميكرومتر، في حين بلغت نظائرها الإلكترونية مقياس النانومتر. يرجع هذا العيب إلى حقيقة أن الخواص الكهرومغناطيسية للأوساط الضوئية النموذجية تعرقل تتابع الخواص البصرية الدقيقة، فإذا انتقلت حزمة أضيق من الطول الموجي للضوء (أو مماثلة له) عبر وسط كهذا، فإنها إما أن تتشوه عند بلوغها وجهتها بسبب الانحراف، أو لا تصل إلى هناك على الإطلاق، بسبب التحلل الأُسّي، وهو العامل الجوهري في انتشار الأمواج.

يقدم هاي وزملاؤه تقريرًا[3] حول أول ملاحظة تجريبية لما يُطلق عليه "أسطح القطْع الزائد الفائقة" HMSs[4,5]. ويستعرض الباحثون مجموعة من الخصائص غير التقليدية في تلك الأسطح، بما في ذلك الانكسار السلبي المعتمد على اللون، والانحراف عديم الانتشار، المقرون بالفقدان المنخفض للنقل الضوئي، حيث تجتمع كل تلك الخصائص في شريحة دقيقة.

تتكون "مواد القطع الزائد الفائقة" HMMs، من أسطح صناعية ذات خواص ضوئية، معتمدة بشكل كبير على الاتجاه. وتتم صناعة تلك المواد من طبقات متعددة فائقة الرقة[6]، أو من مصفوفات من أسلاك نانوية كثيفة[7]. وهي مشهورة بقدرتها على تجاوز حد الانحراف، عن طريق إتاحة انتشار سمات الأمواج الكهرومغناطيسية فائقة الصغر[4,8,9,10]. وإضافة إلى ذلك.. فهي تدعم كثافات طاقات فوتونية أكبر مما تدعمه المواد التقليدية، معززة بذلك تفاعل الضوء مع المادة[11,12]. تؤدي هذه الخاصية إلى تحسن تعديل الإشارات وتناقص استهلاك الطاقة. وتلك هي المكونات الرئيسة التي قادت "مواد القطْع الزائد الفائقة" إلى صدارة الدوائر المتكاملة، جنبًا إلى جنب مع الإلكترونيات المتقدمة. ويمكن لخصائصها الاستثنائية المذكورة أن توسع من تطبيقاتها إلى أبعد ما هو متوقع من الأوساط البصرية.

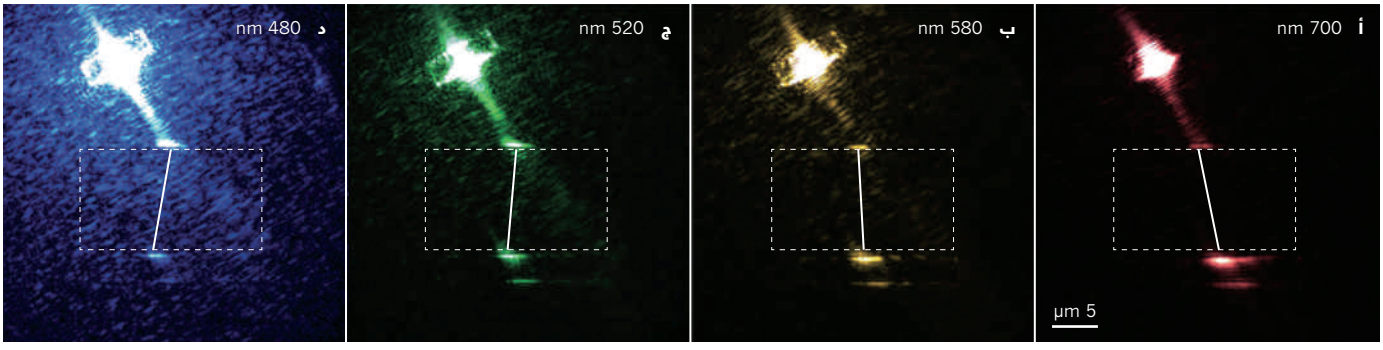
وحتى وقت قريب، كانت "مواد القطْع الزائد الفائقة" تصنع فقط من تشكيلات ثلاثية الأبعاد، مما جعلها غير ملائمة للإدماج في الشرائح المسطحة. وإضافة إلى ذلك.. تحتوي هذه الأجهزة المركّبة عادة على أجزاء معدنية تمتص الضوء، وتسبب فقدًا في المقاومة؛ فتضعف إنتاجيتها من القدرة الكهرومغناطيسية. كما يتطلب تجنب الانحراف تصميمًا محددًا، يزيد إخماد الأمواج الكهرومغناطيسية[10]، ويقلل مسافة الانتشار الفعال للأمواج إلى ما دون ميكرومتر واحد.

تغلَّب هاي وزملاؤه على هذه المشكلات بتصنيع "أسطح القطْع الزائد الفائقة" ذات شبكات نانوية على غشاء أحادي من الكريستال الفضي، وهو تصميم استطاع أن يمنع الانحراف، دون فقدان كبير للمقاومة. وإضافةً إلى ذلك.. تمكَّن الباحثون باستخدامهم تقنيات النمو الكريستالي المعقدة، وطرق التنميط المتطورة، من تقليل المقاومة، وفقْد تشتيت الضوء بصورة أكبر، وتحقيق مسافات انتشار تشغيلية.

ما الجديد إذًا الذي أضافته هذه الدراسة على وظائف الشريحة؟ لعل السمة المميزة "مواد القطْع الزائد الفائقة" تكمن في الانكسار السلبي، أي القدرة على ثني حزمة الأشعة التي تعبر من وسط ما إلى "أسطح القطْع الزائد الفائقة" في الاتجاه "الخاطئ"، وهو يُعَدّ خرقًا لقانون الانكسار. لا يُلاحظ الانكسار السلبي عادةً في المواد الطبيعية، إلا أنه أمر مثبت في عدة مواد فائقة القدرة خلال الخمس عشرة سنة الأخيرة[6,13,14]. ولم يقتصر ما قام به هاي وزملاؤه على إنتاج الشريحة الأولى التي توضح الانكسار السلبي فحسب، بل أثبتوا أيضًا أن هذا التأثير يمكن أن يكون معتمدًا على الطول الموجي (الشكل 1)، إذ سمح جهازهم لألوان محددة من الضوء المرئي بأن تنكسر على نحو "خاطئ"، بينما انكسرت البقية بشكل طبيعي.

يمكن لهذه الخاصية أن تسهِّل تبديل وتوجيه الضوء في الدوائر الفوتونية، اعتمادًا على الطول الموجي. ولا تقل عن ذلك أهمية إمكانية استخدام هذه الخاصية، لمواجهة الميل الطبيعي لحزمة الضوء المركز بشدة إلى التمدد أثناء انتقالها، لأن الانتقال من الانكسار الطبيعي نحو السلبي يحدث عند أطوال موجية محددة تعتمد على تصميم المادة. فعند الأطوال الموجية المحددة، لا تحيد الحزمة المرتطمة "بأسطح القطْع الزائد الفائقة"، بل تنتشر بلا عوائق، دون فقدان جانبي للطاقة، بغض النظر عن زاوية إطلاق الحزمة، أو عرضها. وقد استغل الباحثون في جهازهم ميزات هذا التأثير، وبذلك فإن كل تجويف من الحاجز الشبكي أمكنه أن يوجِّه الطول الموجي، بغض النظر عن مدى قرب المسافات بين التجاويف، أو مدى ضآلة العرض الذاتي، بالمقارنة بالطول الموجي المختبر. ويسمح هذا في أجهزة "أسطح القطْع الزائد الفائقة" كاملة الإمكانيات بزيادة كبيرة في سعة المعلومات المنقولة عبر الشريحة الصغيرة. وبذلك يكون التصوير ثنائي البعد عديم الانحراف أحد التطبيقات العديدة المحتمَلة.

واستعرض هاي وزملاؤه إمكانية توجيه حزم ضوء ذات



REF. 3

الشكل 1 | مقارنة بين الانكسار الطبيعي، والانكسار السلبي في سطح قطْع زائد فائق HMS. تستعرض هذه الصور تأثير الأطوال الموجية على انكسار الحزم البصرية عند ارتطامها بالسطح البيني لغشاء الفضة، وشبكة أسطح القطع الزائد الفائقة. في أحد الأجهزة التي أنشأها هاي وزملاؤه[3]، يتكون الحاجز الشبكي من تجاويف نانوية. في الصورتين (**أ**-**ب**) تنكسر الحزمة في الاتجاه الطبيعي، بينما يظهر الانكسار السلبي في الصورتين (**ج**-**د**) (الأطوال الموجية المتعلقة مشار إليها في الصورة). وفي الحالتين يشير المربع المنقط إلى المنطقة التي يغطيها سطح القطْع الزائد الفائق، بينما يشير الخط المتصل إلى زاوية الانكسار. يمكن للأجهزة المعتمدة على الدوائر الفوتونية على مقياس نانو أن تستثمر هذه الظاهرة لتسهيل عمليتي تحويل الضوء، وتوجيهه، المعتمدتين على الطول الموجي، وأيضًا لزيادة كمية المعلومات المنقولة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

ترددات مرئية انتقائيًّا، ليس حسب لون الحزم فقط، بل حسب دوران الفوتونات أيضًا، حيث يُعَدّ الدوران سمة مميزة للفوتونات، وهو يرتبط بالاستقطاب الدائري للأمواج الكهرومغناطيسية (اتجاه دوران المجال الكهربائي خلال الزمن والفراغ). وقد أظهر أحد أجهزة الدراسة الحالية حزمة باستقطاب يساري، تحولت إلى اتجاه معاكس، أي لحزمة باستقطاب يميني. وعلى الرغم من أن هذه الظاهرة سبق أن شوهدت في "أسطح القطْع الزائد الفائقة"[15]، وفي "مواد القطع الزائد الفائقة"[16]، إلا أن ما يميزها هنا هو اجتماع كل من الحساسية اللونية، والانكسار المعتمد على الاستقطاب، والتفاعل المعزز بين الضوء والمادة، مع الانخفاض المعتبر في الفقدان البصري، حيث ظهرت كل هذه الخصائص في هذا النموذج الأولي. وهكذا فإن قابلية تجميع هذه الخصائص المفضلة معًا على شريحة واحدة تشكل حجر الأساس لنظام فوتوني متين، لا يصلح لنقل البيانات بسعة عالية فحسب، بل يصلح أيضًا لتطبيقات الاتصالات الكمية والذاكرات الكمية. ■

جاي بارتال: قسم الهندسة الكهربائية، ومعهد روسل بري لتكنولوجيا النانو، تكنيون، معهد إسرائيل للتكنولوجيا، حيفا 32000، إسرائيل.
البريد الإلكتروني: guy@ee.technion.ac.il

1. Almeida, V. R., Barrios, C. A., Panepucci, R. R. & Lipson, M. *Nature* **431,** 1081–1084 (2004).
2. Huang, K. C. Y. *et al. Nature Photon.* **8,** 244–249 (2014).
3. High, A. A. *et al. Nature* **522,** 192–196 (2015).
4. Poddubny, A., Iorsh, I., Belov, P. & Kivshar, Y. *Nature Photon.* **7,** 948–957 (2013).
5. Liu, Y. & Zhang, X. *Appl. Phys. Lett.* **103,** 141101 (2013).
6. Liu, Z., Lee, H., Xiong, Y., Sun, C. & Zhang, X. *Science* **315,** 1686 (2007).
7. Yao, J. *et al. Science* **321,** 930 (2008).
8. Jacob, Z., Alekseyev, L. V. & Narimanov, E. *Opt. Express* **14,** 8247–8256 (2006).
9. Salandrino, A. & Engheta, N. *Phys. Rev. B* **74,** 075103 (2006).
10. Smolyaninov, I. I., Hung, Y.-J. & Davis, C. C. *Science* **315,** 1699–1701 (2007).
11. Yang, X., Yao, J., Rho, J., Yin, X. & Zhang, X. *Nature Photon.* **6,** 450–454 (2012).
12. Cortes, C. L., Newman, W., Molesky, S. & Jacob, Z. *J. Opt.* **14,** 063001 (2012).
13. Shelby, R. A., Smith, D. R. & Schultz, S. *Science* **292,** 77–79 (2001).
14. Valentine, J. *et al. Nature* **455,** 376–379 (2008).
15. Bomzon, Z., Biener, G., Kleiner, V. & Hasman, E. *Opt. Lett.* **27,** 1141–1143 (2002).
16. Kapitanova, P. V. *et al. Nature Commun.* **5,** 3226 (2014).

الملاريا

جزيء ارتباط الخلايا بالطفيليات القاتلة

استطاع الباحثون ـ من خلال دراسة تداخل الحمض النووي الريبي ـ اكتشاف بروتين CD55، الموجود على غلاف خلايا الدم الحمراء، باعتباره المستقبِل الأساسي لإصابة الخلايا بطفيل *Plasmodium falciparum*.

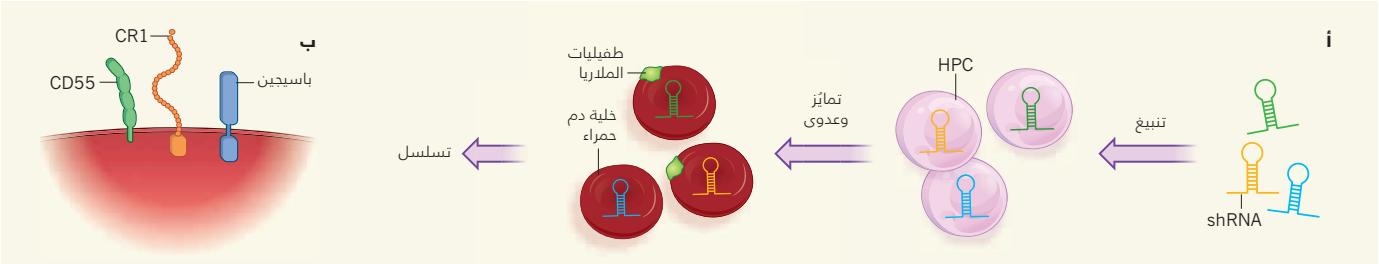
واي-هونج ثام، وألكساندر كينيدي

هناك تريليونات من الخلايا في جسم الإنسان، وحوالي 200 نوع من الخلايا المختلفة، وقد يشكل بعضها منازل آمنة يمكن أن تغزوها مسبِّبات الأمراض القاتلة. فطفيليات الملاريا التي تصيب الملايين من البشر سنويًّا تُفضِّل خلايا الكبد والدم. ولدخول هذه الخلايا، تقوم الطفيليات بتصنيع بروتينات تتعرف على بروتينات أخرى على سطح الخلية المستهدفة. وبالمثل، تتعرف بروتينات الطفيل على بروتينات خلايا الدم الحمراء على طريقة القفل والمفتاح المطابق له، إلا أنه حتى الآن لم يتم اكتشاف سوى عدد قليل من ثنائيات القفل والمفتاح المتطابقة. وفي الدراسة المنشورة في دورية "ساينس"، قام إيجان وزملاؤه[1] بدمج تقنيتين مثيرتين، هما: تدخُّل الحمض النووي الريبي، وإنتاج خلايا الدم الحمراء خارج الجسم، بغرض تمييز البروتينات المستقبلة المشتركة في دخول طفيل الملاريا.

في عام 1975، أوضح التصوير الحي لدخول طفيليات الملاريا إلى خلايا الدم الحمراء أن هذه العملية تتم بطريقة ديناميكية من خلال خطوات ملحوظة ومميزة[2]. يكون طفيل الملاريا الذي يدخل هذه الخلايا على صورة أقسومة merozoite، تتميز بشكل بيضاوي ذي طرف قِمِّي. وبعد أول اتصال مع خلايا الدم الحمراء، تعيد الأقسومة توجيه نفسها، بحيث يكون طرفها القِمِّي على مقربة من سطح الخلية. تتعرف بروتينات الطفيل الموجودة في البروز القِمِّي على بروتينات خلايا الدم الحمراء، مما يحفز حدوث التزام لا رجعة فيه، لدخول الأقسومة إلى الخلية، مسبِّبة دوران المفتاح في القفل وفتح الباب. ومن ثم يتشكل ارتباط وثيق بين الطفيل وأغشية خلايا الدم الحمراء، دافعًا الطفيل داخل الخلية، بادئًا مرحلة العدوى الدموية. وقد بُذلت جهود مكثفة لتطوير لقاح يقاوم حدوث هذه المرحلة، من خلال تحديد كافة تركيبات القفل والمفتاح المشارِكة في غزو الطفيليات؛ لمنع دخولها.

وقد أجرى إيجان وزملاؤه أول مسح لإلغاء بروتينات خلايا الدم الحمراء، التي يرتبط بها طفيل الملاريا البشرية الأكثر فتكا، *Plasmodium falciparum*. استهدف الباحثون 42 جينًا تشفر بروتينات تحديد فصيلة الدم، على أساس فرضية أن كل مستقبلات طفيل *Plasmodium falciparum* المعروفة حتى الآن تنتمي إلى هذه المجموعة من البروتينات، وأن هذه الجينات لا تشارك في إنتاج خلايا الدم الحمراء (الشكل 1). أدخل الباحثون مكتبة لجزيئات الحمض النووي الريبي القصيرة والدبوسية (shRNAs)، التي ترتبط بهذه الجينات، وبالتالي تمنع التعبير عنها، وتحوِّلها إلى خلايا أصلية معزولة منتجة للدم (وهي الخلايا التي تنتج جميع خلايا الدم)، ومن ثم تحفز هذه الخلايا على التكاثر والتمايز إلى خلايا الدم الحمراء. عندما تنضج الخلايا بما فيه الكفاية لتأمين تطوُّر الطفيل، تصاب الخلايا بطفيل الـ*Plasmodium falciparum*، المحتوي على البروتين الفلوري الأخضر، مما يسمح للباحثين باكتشاف الخلايا المصابة.

بعد ذلك.. وضع الباحثون تسلسل جزيئات الحمض



الشكل 1 | تداخل الحمض النووي الريبي يتعرف إلى مستقبِلات دخول طفيليات الملاريا. **أ**، لتحديد البروتينات في خلايا الدم الحمراء التي ترتبط طفيليات الملاريا، صمَّم إيجان وزملاؤه[1] مكتبة لجزيئات الحمض النووي الريبي القصيرة والدبوسية (shRNAs)، وهي الجزيئات التي تعمل على منع التعبير عن الجينات المسؤولة عن ترميز بروتينات فصيلة الدم. تم إدخال جزيئات الحمض النووي الريبي القصيرة المذكورة إلى الخلايا الأصلية المنتجة للدم، حيث حُفِزت هذه الخلايا لتتكاثر وتتمايز إلى خلايا الدم الحمراء، ثم قام الباحثون بإصابة الخلايا بطفيليات الملاريا الفلورية، ومقارنة وفرة جزيئات الحمض النووي الريبي القصيرة في الخلايا غير المصابة والمصابة، حيث وجدوا أن هذه الجزيئات ممثلة تمثيلًا ناقصًا في تجمُّعات الخلايا المصابة، فاعتبروا أن هذه الجزيئات تتوافق مع جينات ترميز البروتينات المستقبلة لدخول الطفيليات؛ لأن تثبيط هذه الجينات تمنع قدرة الطفيل على الإصابة. **ب**، إلى جانب مستقبلات الطفيليات المعروفة ـ وهي بروتين CR1، وبروتين باسيجين ـ حددوا العديد من المستقبِلات الجديدة المرشحة، وعلى رأسها بروتين CD55.

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

النووي الريبي القصيرة في هذه الخلايا، وقارنوا مستويات كل جزيئات الحمض النووي الريبي القصيرة، بين مجموعات الخلايا المصابة وغير المصابة. وقد تم تحديد الأهداف الإيجابية على أساس الجينات التي ترافقها جزيئات حمض نووي ريبي قصيرة، ممثلة تمثيلاً ناقصًا في الخلايا المصابة، على اعتبار أن تثبيط هذه الجينات يضعف العدوى الطفيلية. كانت من بين الجينات الإيجابية، الجينات التي تشفر بروتينات باسيجين المستقبل المتمم 1 (CR1)، المعروفة بأنها تشارك في غزو طفيل *Plasmodium falciparum*[3,4]. ومن الجدير بالاهتمام أنهم حددوا بروتين سطح الخلية CD55 كأفضل بوابة دخول لطفيل *P. falciparum*.

أحد الجوانب الرئيسة لهذا الاكتشاف هو معرفة أن بروتين CD55 هو قفل أساسي في عملية غزو الطفيليات للخلايا: حيث أثبت إيجان وزملاؤه أن سلالات طفيل *P. falciparum* المعملية لا يمكنها إصابة خلايا الدم الحمراء التي تفتقر إلى بروتين CD55، إذ يستخدم الطفيل عدة ثنائيات قفل ومفتاح؛ للدخول إلى خلايا الدم الحمراء، وذلك لزيادة الفرص المتاحة له للدخول[5]. ويُعَدّ تكرار الطفيل لتلك الثنائيات عقبة كبيرة في طريق تطوير لقاحات بغرض منع عدوى المرحلة الدموية. ولذلك تُعَدّ التفاعلات الأساسية لحدوث عملية غزو الطفيليات أهدافًا جذابة لمساعدة الباحثين على تطوير اللقاحات. يشبه تأثير فقدان بروتين CD55 على عملية غزو الطفيليات تأثير فقدان بروتين باسيجين، الذي يُعَدّ شريكه الطفيلي PfRh5 أحد أهم الأهداف لتطوير لقاح للمرحلة الدموية[6]. من الواضح أن أهم سؤال ناجم عن هذه الأبحاث هو تحديد طفيل *P. falciparum* الذي يرتبط ببروتين CD55. وإذا كان بروتين CD55 هو عامل حاسم لغزو طفيل *P. falciparum*، فإن الفرضية ستكون أن جزيء لجين في الطفيل هو أيضًا عامل أساسي، وبالتالي يجب إدراجه في عملية تطوير اللقاحات.

كما أوضح إيجان وزملاؤه أن فقدان بروتين CD55 من خلايا الدم الحمراء يؤثر على تكاثر سلالات عديدة لطفيل *P. falciparum*. ويعتقد الباحثون أن بروتين CD55 يمكن أن يشارك في غزو الطفيليات من خلال عملية ارتباط غير عكسية، لا رجعة فيها. وينبغي استكشاف هذه الفرضية باستخدام التصوير الحي عالي الدقة لأقسومة تحاول إصابة خلايا دم حمراء فاقدة لبروتين CD55. سيكون من المثير للاهتمام تحديد ما إذا كان فقدان بروتين CD55 يؤثر على إنشاء ارتباط غلاف خلايا الدم الحمراء، أم يتسبب في تشويهه، أم يؤثر على إرسال الإشارات المسؤولة عن تشكيل الارتباط الوثيق أثناء المراحل المبكرة من غزو الطفيليات.

هل يمكن أن يكون بروتين CD55 هدفًا علاجيًا لعدوى الملاريا؟ على الرغم من أن بعض البشر الأصحاء ليس لديهم بروتين CD55 في خلايا الدم، إلا أنه توجد تحذيرات مهمة يجب أن يعرفها الأفراد الذين يعيشون في المناطق الموبوءة بالملاريا؛ لضمان سلامتهم. وتشير الدراسات الميدانية إلى وجود ارتباط بين انخفاض مستويات بروتين CD55 في خلايا الدم الحمراء، وفقر الدم الشديد المرافق للملاريا، ويُحتمل أن يرجع ذلك إلى تدمير خلايا الدم الحمراء من قِبَل النظام المكمل[7]، وهو الذراع المساعد للنظام المناعي الذي ينظمه بروتين CD55. وكوسيلة بديلة أيضًا، يمكن استكشاف قدرة بروتين CD55 الذائب، كمنافس لبروتين CD55 لخلايا الدم الحمراء على ارتباط الأقسومة، وبالتالي تثبيط نمو الطفيل.

بَرَزَ تصوُّر جديد عن عملية غزو طفيل *P. falciparum*، وهو أن الطفيليات تستغل المنظمات المكملة كمستقبلات دخول. يقوم كل من بروتين CR1، وبروتين CD55 بحماية الأنسجة الذاتية في البشر من هجوم النظام المكمل، لكن أحد المتغيرات اللازمة لمراقبة العمل التجريبي لغزو طفيل *P. falciparum* مفقود حاليًّا، وهو إضافة مكونات النظام المكمل النشط أثناء دخول الطفيل. فعلى سبيل المثال.. من المعروف أن تنشيط النظام المكمل يعدل سلوك كل من بروتين CD55، وبروتين CR1 على الأغشية، مما يؤدي إلى تغيرات في قابلية تغيُّر شكل خلايا الدم الحمراء، قد تؤثر على دخول الأقسومة[8,9]. إن ارتباط جزيئات ربط الطفيليات بهذه المستقبلات قد يسبب تداخلًا مع أدوارها التنظيمية (كما هو الحال مع بروتين CR1)، و لكن تبقى النتائج المترتبة على هذا التداخل ـ من حيث بقاء خلايا الدم الحمراء حية خلال مرحلة العدوى ـ أمرًا غير مفهوم، وقيد الدراسة. وقد أدت الأبحاث الحالية إلى دراسة تفصيلية لمختلف الخطوات المشتركة في عملية غزو طفيل *P. falciparum*[10]، لكن التحديات المستقبلية ستكون في محاولة فهْم دخول الأقسومة في سياق تنشيط النظام المكمِّل، والهجوم المناعي. ■

واي-هونج ثام، و**ألكساندر كينيدي:** معهد والتر وإليزا هول، باركفيل، فيكتوريا 3052، أستراليا، وقسم الأحياء الطبية، جامعة ملبورن، باركفيل.
البريد الإلكتروني: tham@wehi.edu.au

1. Egan, E. S. *et al. Science* **348,** 711–714 (2015).
2. Dvorak, J. A., Miller, L. H., Whitehouse, W. C. & Shiroishi, T. *Science* **187,** 748–750 (1975).
3. Tham, W.-H. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **107,** 17327–17332 (2010).
4. Crosnier, C. *et al. Nature* **480,** 534–537 (2011).
5. Cowman, A. F. & Crabb, B. S. *Cell* **124,** 755–766 (2006).
6. Douglas, A. D. *et al. Cell Host Microbe* **17,** 130–139 (2015).
7. Biryukov, S. & Stoute, J. A. *Trends Mol. Med.* **20,** 293–301 (2014).
8. Glodek, A. M. *et al. Blood* **116,** 6063–6071 (2010).
9. Karnchanaphanurach, P. *et al. J. Clin. Invest.* **119,** 788–801 (2009).
10. Riglar, D. T. *et al. Cell Host Microbe* **9,** 9–20 (2011).

التكنولوجيا النانوية

جسيمات ملونة.. لقياس وتحليل الطيف

كيف تحولت كاميرا هاتف ذكي ـ مزوَّدة بمصفوفات من المرشحات المصنوعة من جسيمات ملونة غروانية معلقة ـ إلى وسيلة تحليل طيفي قوية.

PLASMACHEM

الشكل 1 | النقط الكمية الغروانية. بمجرد أن تستثار بواسطة الضوء فوق البنفسجي (المصور)؛ تتألق الجسيمات الغروانية المعلقة متناهية الدقة ـ التي تُعرف بالنقط الكمية الغروانية CDQs ـ بألوان مختلفة، اعتمادًا على حجم جسيماتها. تمكَّن باو وباوندي[2] من استغلال الخواص الضوئية الامتصاصية الفريدة للنقط الكمية الغروانية في تطوير مقياس طيف بصري مضغوط، يُستعمل كأداة قوية لتحليل الخواص الطيفية للضوء.

نورم أنهاير

ألقى مايكل فراداي في عام 1857 محاضرة على جمهور عريض في المعهد الملكي ببريطانيا، عَرَضَ فيها عمله التجريبي الرائد حول تفاعل الضوء مع المادة[1]. عرضت دراسة فراداي الخواص الأساسية للضوء، المتعلقة بانعكاسه وامتصاصه بواسطة جسيمات تتضاءل تدريجيًّا. وظهر خلال عرضه جسيمات دقيقة جدًّا من الذهب، منتشرة في السائل، ذات قدرة على إنتاج ألوان مشرقة، لا يمكن للجسيمات الأكبر إنتاج نظير لها. لم يعلم فراداي أنه كان بذلك قد أنتج "نقط كمية غروانية" CDQs، إلا أنه استنتج بنفاذ بصيرته أن تلك الألوان المميزة كانت نتيجة لدقة حجم حبيبات الذهب. يصف باو وباوندي[2] كيف تمكَّنا من استغلال الخواص البصرية الفريدة للنقط الكمية الغروانية، في تطوير مقياس الطيف البصري المضغوط القابل للدمج، مع كاميرا الهواتف الذكية، أو القابل للاستخدام كأداة استشعار مصغرة يمكن حمْلها باليد.

لاحظ فراداي وجود حالة خاصة تتيح التعبير عن الطبيعة الكمية للجسيمات. وقد مهَّدت أعماله الطريق لعلم النانو، ولنظرية الكَمّ، إلا أن الفيزيائيين لم يربطوا بين الظاهرة التي رآها، وتأثير الحجم الكمي[3]، إلا بعد مرور 125 عامًا. وبات من المعروف اليوم أن تعريض النقط الكمية الغروانية للضوء يؤدي إلى إثارة بعض إلكترونات هذه الجسيمات، نتيجة اكتسابها طاقة من فوتونات الضوء. وعلى عكس الجسيمات الكبيرة والمواد الصلبة، فإن الأبعاد النانوية لجسيمات النقط

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

الكمية تحتجز الإلكترونات، وتغيِّر قيمة فرق الطاقة بين حالتي الإثارة والاسترخاء. تصدر النقط الكمية الغروانية الضوء مع ارتخاء الإلكترونات من مستوى الطاقة الأعلى إلى المستوى الأدنى (الشكل-1). ويعتمد لون الضوء على فرق مستويات الطاقة، وهو مرتبط بشكل حساس بحجم الجسيمات التي يمكن التحكم فيها عند إنتاج النقط الكمية الغروانية. وتتيح الأسس الفيزيائية لهذا السلوك استخدام النقط الكمية الغروانية في القياس الطيفي.

صمَّم إسحاق نيوتن أول مقياس طيفي بسيط، متكون من منشور تشتيت، وأثبت من خلاله أن الضوء الأبيض يتكون من طيف من عدة ألوان[4]. واليوم، يُستخدم المطياف البصري كوسيلة ـ لا غنى عنها ـ لقياس توزُّع ألوان الأضواء (الأطوال الموجية)، في مجموعة متنوعة من البحوث العلمية المعقدة. على سبيل المثال.. يستخدمها رواد الفضاء لجمْع وتحليل الأطياف البصرية للكواكب الخارجية، التي قد تكون ذات أغلفة جوية تسمح بوجود حياة[5]، في حين يستخدم علماء الكواكب المطياف على متن المركبات الجوالة على سطح المريخ، من أجل تحليل تكوين التربة والصخور، بحثًا عن أدلة على الماضي البيئي للكوكب، ولمعرفة ما إذا كانت الظروف مواتية للحياة الميكروبية[6]، أم لا. ونجد المقياس الطيفي البصري يدعم أنشطة تشكِّل أساسًا لحياتنا اليومية، مثل الأبحاث الطبية الحيوية، واكتشاف الأدوية، والطاقة المتجددة، وعلوم الطب الشرعي، والأرصاد البيئية، والكشف الكيميائي.

تميل المقاييس الطيفية البصرية المستخدمة في هذه التطبيقات إلى أن تكون معقدة ومكلفة، نظرًا إلى مكوناتها البصرية والميكانيكية العديدة عالية الدقة، بالإضافة إلى شروط التجميع الصارمة للقطع وضبطها. من جهة أخرى.. فقد نجد ضعفًا في إنتاجيتها، ناتجًا عن تبعثر أو امتصاص معظم الضوء الداخل إليها عند عبوره من خلال المكونات العديدة، وقبل وصوله إلى الكاشف لتحليله. وأخيرًا، فإن القدرة على تمييز وفصل طولين موجيين متقاربين تتطلب عادة أجهزة كبيرة. وقد تمكَّن باو وباوندي من تخطي العديد من هذه العقبات، عن طريق الدمج المحترف للتكنولوجيا النانوية مع مستشعرات الصور المستخدمة في الكاميرات الرقمية. يعتمد هذا المقياس الطيفي على تصميم يتضمن مرشحات امتصاص عريضة النطاق، وهي مشابهة للطبقة المستخدَمة في النظارات الشمسية، بغرض حجب الأشعة فوق البنفسجية. تتكون هذه المرشحات من سلسلة من النقط الكمية الغروانية، كل منها بحجم جسيمي محدد.

يمكن تفسير مفهوم هذا التصميم، إذا أخذنا مثلًا حالة المستشعر المنفرد، والمرشح البصري الامتصاصي عريض النطاق. تكشف المستشعرات الضوء المرئي، ويمتص المرشح كل الأشعة الضوئية ذات الطول الموجي الأقل من الطول الموجي التصميمي القاطع المحدد للمرشح (يقاس هذا الطول الموجي بشكل مستقل). وفي الحالة المثالية، يجب أن ينقل المرشح الضوء بكفاءة، طالما كان الطول الموجي أعلى من الطول الموجي القاطع.

والآن، لنفترض إضافة مستشعر آخر مع مرشح آخر مضبوط على طول موجي قاطع مختلف قليلًا، ومن ثم تتم إضاءة أزواج المستشعرات والمرشحات بواسطة محتوى لوني غير معروف. وعندها سيكون الفرق بين الإشارات المسجلة بواسطة المستشعرين مقياسًا لقيمة قوة الضوء الموجود بين الطولين الموجيين القاطعين المختلفين. من حيث المبدأ، فإن التوسع في هذا المفهوم عن طريق زيادة أعداد المستشعرات والمرشحات سيزيد من نطاق الألوان المُقَاسَة، وسيزيد من القدرة على التفريق بين قوة الضوء في أي لونين متجاورين.

وقد تمكَّن باو وباوندي من تحقيق هذا التدرج عن طريق تطبيق وضبط مقاييس 195 مرشحَ نقط كمية غروانية امتصاصيًّا عريض النطاق على مئات المواضع من مستشعر صور مقسم بوحدة بكسل، وعن طريق استخدام طريقة إعادة تركيب ذات نطاق موسع للتعامل مع مجموعة كبيرة من قراءات المستشعر. وقد أدّت التطورات التجارية في التكنولوجيا النانوية إلى تبسيط صناعة النقط الكمية، والتحكم الدقيق في حجم النقطة. ويمكن استخدام نقط كمية غروانية كمرشحات امتصاصية عريضة النطاق قابلة للضبط، لأن خواص كل من الامتصاص والانبعاث الطيفيين تختلف باختلاف حجم الجسيمات. وقد أصبح متاحًا اليوم إنتاج نقط كمية غروانية ذات ألوان امتصاص قاطعة بتفاوت دقيق ومختلف بشكل مستمر، بدءًا من البنفسجي الداكن، حتى الأطوال الموجية القريبة من درجة الأشعة تحت الحمراء. يمكن لهذه الحلول أن تُرسَم مباشرة بواسطة وحدات بكسل مستشعر الصور، باستخدام الطباعة بنفث الحبر، أو الطباعة بالتَّماس المباشر. وقد أدى ثبات النقاط الكمية المرسومة على المدى الطويل إلى توفير عمر زمني مناسب للجهاز. وبناء على تلك العوامل المحورية، تمكَّن باو وباوندي من تطوير مقياس طيفي للنقط الكمية الغروانية خاص بهما. كما تجاوزت بساطة تصميمهما العوائق المشاهَدة عادةً في المقاييس الطيفية التقليدية.

قد تتكامل التطورات المستقبلية في التكنولوجيا النانوية وإمكانية تسويقها مع مواد النقط الكمية الغروانية اللازمة للقياس الطيفي فيما وراء الطيف المرئي. ومن مجالات الأبحاث الواعدة.. تلك التي تهتم بالنقط الكمية الغروانية الكالكوجينيدية، وهي ذات خواص انبعاث وامتصاص ضوئية، تمتد إلى أطوال موجية تحت حمراء أطول[7]. ولا بد من تجاوز أكثر للتحديات التقنية؛ من أجل تحسين مواد النقط الكمية الغروانية، والإقلال من الخسائر الضوئية. أما إذا أمكن جعل رسم النقط الكمية أوتوماتيكيًّا على المستشعرات الصورية بشكل عملي، فسيتيح ذلك خفض التكاليف التي تحدّ من دمج هذه التقنية على نطاق واسع في الإلكترونيات الاستهلاكية. وقد نرى في المستقبل مطياف نقط كمية غروانية صغيرًا جدًّا وعالي الدقة، مستخدَمًا في المهمات الفضائية، أو في عناصر الاستشعار المنتشرة في الأجهزة المنزلية الموصولة بالإنترنت. ■

نورم أنهاير يعمل في مختبرات باسفيك نورث وست الوطنية، ريتشلاند، واشنطن 99352، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: norm.anheier@pnnl.gov

1. Faraday, M. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* **147,** 145–181 (1857).
2. Bao, J. & Bawendi, M. G. *Nature* **523,** 67–70 (2015).
3. Ekimov, A. I. & Onushchenko, A. A. *JETP Lett.* **34,** 345–349 (1981).
4. Newton, I. *Opticks* (Smith & Walford, 1704).
5. Kaltenegger, L. *et al. Astrobiology* **10,** 89–102 (2010).
6. Wiens, R. C., Maurice, S. & the ChemCam Team. *Geochem. News* **145,** 41–48 (2011).
7. Kershaw, S. V. *et al. Chem. Soc. Rev.* **42,** 3033–3087 (2013).

علم المناخ

ديناميّات درجات الحرارة المتطرفة

ما زالت التغيرات الواقعة في أنماط الدورات الجوية غير مفهومة. توضح هذه الدراسة أن تلك التغيرات كانت عاملًا مهمًّا، أثَّر على درجات الحرارة الإقليمية المتطرفة التي لوحظت خلال العقود الأخيرة.

ثيودور جي. شيبارد

يمر هذا الكوكب ـ بدون شك ـ بمرحلة احترار[1]، إلا أن المعدل يختلف باختلاف الزمان والمكان. وعلى الرغم من أن هذه التباينات متوقعة، ولا تمثل تحديًا لإلمامنا بفيزياء الاحتباس الحراري، إلا أن فهْمها أمرٌ ضروري جدًّا؛ للتنبؤ بالظروف المناخية الإقليمية. يَستخدم هورتون وزملاؤه[2] طريقة تحليلية جديدة، لكي يطرحوا فكرة أنه في مناطق وفصول متعددة، كانت تغيرات أنماط الدورات الجوية الدافع الرئيس لحدوث التغيرات الملحوظة في درجات الحرارة المتطرفة فوق الأرض، عند الارتفاعات المتوسطة في النصف الشرقي من الكرة الأرضية، في الثلاثة وخمسين عامًا السابقة لسنة 2013. ولم ترفع هذه التغيرات من احتمال حدوث موجات حارة صيفية في أوروبا فحسب، بل زادت كذلك ـ بدءًا من عام 1990ـ من درجات الحرارة الدنيا في فصل الشتاء على امتداد آسيا الوسطى[3].

يصعب التعرف على تغيرات الأحوال المناخية المتطرفة على المستوى المحلي، بسبب التباين الداخلي الفوضوي للنظام المناخي، الذي يضيف درجة كبيرة من الضوضاء إلى مؤشرات التغير المناخي. وتتمثل التباينات المناخية في التغيرات التي تحدث في أنماط الدورات الجوية، التي تختلف بشدة من عام إلى آخر، إلا أنها تظهر منحى محددًا على امتداد عقود عدّة. وتنعكس هذه التباينات كذلك على عديد من الأوضاع المناخية المتطرفة[4]. على سبيل المثال.. تتكرر موجات الحر في أوروبا (الشكل 1) حينما يمنع التيار النفاث الصيفي من أن يسلك مساره المعتاد عبر شمال المحيط الأطلنطي، حيث يمكن للهواء الراكد فوق القارة أن يسخن بدرجة مفرطة، من خلال دورات التغذية الراجعة من سطح الأرض[5]. وبالإضافة إلى التباين الداخلي، من المتوقع أن يسبب التغير المناخي ذاته تغيرات في أنماط الدورات الجوية، رغم أنه لم يتم الإجماع بعد على ماهية هذه التغيرات[1]. ويمكن أن يتسبب كل من التباين الداخلي واستجابة الدورات للتغير المناخي في تغييرات إقليمية في درجات الحرارة المتطرفة التي قد تكون أكبر أو أصغر من القِيَم المتوقعة، بسبب الاحتباس الحراري على مدى فترات طويلة[6]، أو حتى معاكِسة لها.

وللتعامل مع هذه الآثار المحيِّرة للدورات الجوية على التغيرات في درجات الحرارة المتطرفة، استخدم هورتون وزملاؤه التحليل العنقودي لمناطق ارتفاع الجهد الأرضي الكامن عند ارتفاع 5 كيلومترات، للتعرف على التغيرات القوية

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

FRANK PERRY/AFP/GETTY

الشكل 1 | نهر اللوار في فرنسا أثناء الموجة الحارة الأوروبية في عام 2003. يذكر هورتون وزملاؤه[2] أن الموجة الحارة تلك كانت جزءًا من اتجاه طويل الأمد نحو أنظمة دورات صيفية مضادة للأعاصير بدرجة أكبر في أوروبا.

في حدوث أنظمة الدورات. ويقوم هذا الارتفاع برسم خريطة للارتفاعات اللازمة؛ للوصول إلى قدر معين من الضغط، مع الأخذ في الاعتبار التباينات في الضغط السطحي، والكثافة الجوية. ويحصر نهج هذا الفريق البحثي التحليل في الأعوام التالية لسنة 1979، حين حسَّنت الملاحظات المتحصل عليها من الأقمار الصناعية الجوية من دِقّة التغيرات التي تم تحليلها في الدورات الجوية عند الارتفاعات المتوسطة، لكنها تتفادى المخاوف التي ذكرت مسبقًا بشأن استخدام معايير خاصة للدورات الجوية[7]. قام المؤلفون بعد ذلك بتقسيم التغيرات الملاحظة في درجات الحرارة المتطرفة إلى مجموعة مرتبطة بالتغيرات في حدوث أنظمة الدورات (تغيرات ديناميكية)، ومجموعة أخرى تخلو من هذا الترابط (تغيرات الديناميكا الحرارية). وقد بدأ هذا النوع من التقسيم في الازدياد مؤخرًا في علم المناخ[8].

وجد هورتون وزملاؤه أن غالبية المناطق قد شهدت زيادة ملحوظة في درجات الحرارة العالية الصيفية في عام 1979. وفي ما يقرب من نصف هذه الأقاليم (شرق أمريكا الشمالية، وأوروبا، وغرب آسيا)، اكتشف الباحثون أن زيادة حدوث الدورات الهوائية المعاكسة للتيار، المرتبطة بالاعتراض الجوي، قد أسهمت بشكل كبير في المنحى المشهود (وهو ما يقدر بنحو الثلث إلى النصف). والأثر الضمني لما سبق هو أن احتمال زيادة موجات الحر الصيفية المتوقعة بسبب الاحتباس الحراري تم تعزيزه بدرجة كبيرة في هذه المناطق على امتداد الخمسة والثلاثين عامًا الماضية، بسبب تغيرات الدورات التي ترفع من احتمال حدوث موجات حارة.

وعلى الرغم من أن الاحتباس الحراري بصورة عامة يرجح احتمال حدوث انخفاض في درجات الحرارة الدنيا، إلا أن هورتون وزملاءه لاحظوا وجود زيادة في درجات الحرارة الدنيا بفصل الشتاء على امتداد آسيا الوسطى منذ عام 1990، وهي الفترة التي انحسر فيها جليد بحر القطب الشمالي بشكل سريع. ويرجع هؤلاء الباحثون هذه الزيادة في الأساس إلى ارتفاع وتيرة حدوث أنماط الدورات المرتبطة بنقل هواء القطب الشمالي البارد إلى آسيا الوسطى. كذلك اقترحت دراسات النمذجة[9] أن مثل هذه الدورات التي تم تغييرها ترجع إلى المدى الجليدي المتقلّص في بَحْري بارنتس، وكارا، إلا أن المؤلفين لم يجدوا دليلًا على زيادة درجات الحرارة الدنيا في الشتاء في أمريكا الشمالية، على الرغم من الاهتمام الذي أُوليَ لمزاعم حدوث هذه الزيادة[3].

أحد عيوب هذه الدراسة هو أنها تغطي فترة مدتها 35 عامًا (وفي بعض الأحيان 24 عامًا فقط)، وهذه الفترة الزمنية تُعتبر قصيرة جدًّا، حسب المعايير المناخية. وبذلك.. أجرى هورتون وزملاؤه تحليلًا ممتدًّا، لكي يحددوا الأهمية الإحصائية لتلك المسارات، إلا أن هذا يعني فقط أن ثمة تغييرات مميزة قد حدثت في الفترة الزمنية قيد الدراسة. وكما يذكر المؤلفون، قد تمثل مسارات الدورات المكتشفة مجرد انعكاس للتباين الطبيعي الحاصل على مدار عدة عقود، كما لا يمكن ربطها بصورة قاطعة بالتغير المناخي. وهذه نقطة مهمة ينبغي إيجاد حل لها. كذلك قد تكون الأحوال المناخية القاسية الأخرى ـ مثل الجفاف، والفيضانات ـ أكثر عرضة للتأثر بتغيرات الدورات، مقارنةً بدرجات الحرارة المتطرفة.

قد يساعدنا الحصول على سجل أفضل لملاحظات التغيرات السابقة في الدورات الجوية ـ على امتداد القرن الماضي، وربما فترات زمنية أطول ـ في وضع التغيرات الأخيرة في سياقها المناسب. ويمكن الحصول على مثل هذه السجلات من خلال تحليل البيانات من دفاتر سجلات السفن، أو عن طريق تطوير وكلاء للمناخ، على سبيل المثال، وتتطلب إمكانيات التنبؤ المحسَّنة كذلك فهمًا أفضل لآليات التباين المناخي. وأخيرًا، يمكن أن يوفر الفهم الأفضل لفيزياء الاستجابة المتوقعة للدورات الجوية للتغير المناخي فرضيات يمكن اختبارها؛ فبصورة خاصة، هل يمكن وضع حدود، أو حتى استبعاد التنبؤات الأكثر تطرفًا لتغيرات الدورات، اعتمادًا على سجل الملاحظات؟ ما لم يحدث تقدُّم على هذه الجبهات، فإننا سوف نظل نُفَاجَأ بالحيود عن توقعات الديناميكا الحرارية للاحتباس الحراري. ■

ثيودور جي شيبارد قسم علم الأرصاد الجوية، جامعة ريدينج، ريدينج RG6 6BB، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: theodore.shepherd@reading.ac.uk

1. IPCC. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds Stocker, T. F. *et al.*) (Cambridge Univ. Press, 2013).
2. Horton, D. E. *et al*. *Nature* **522,** 465–469 (2015).
3. Cohen, J. *et al*. *Nature Geosci*. **7,** 627–637 (2014).
4. Screen, J. A. & Simmonds, I. *Nature Clim. Change* **4,** 704–709 (2014).
5. Miralles, D. G., Teuling, A. J., van Heerwaarden, C. C. & Vilà-Guerau de Arellano, J. *Nature Geosci*. **7,** 345–349 (2014).
6. Deser, C., Phillips, A. S., Alexander, M. A. & Smoliak, B. V. *J. Clim.* **27,** 2271–2296 (2014).
7. Barnes, E. A. *Geophys. Res. Lett.* **40,** 4734–4739 (2013).
8. Shepherd, T. G. *Nature Geosci*. **7,** 703–708 (2014).
9. Mori, M., Watanabe, M., Shiogama, H., Inoue, J. & Kimoto, M. *Nature Geosci*. **7,** 869–873 (2014).

الصحة العامة

حوافـز ماليـة.. في مقابل الإقـلاع عن التدخيـن

تم إجراء تجربة عشوائية على أربعة برامج متعلقة بالإقلاع عن التدخين عن طريق التحفيز المالي. وبيَّنت النتيجة أن البرامج القائمة على المكافأة تؤدي إلى الامتناع عن التدخين،، إلا أنها لا تحظى بالقبول العام، الأمر الذي يمنع اعتمادها.

تيريزا مارتو، وإيليني مانتزاري

لا يزال التبغ المنتَج القانوني الأكثر فتكًا[1]، فهو يقتل ما يقرب من نصف مستهلكيه[2]، وهو المسؤول عن أكثر من نصف الفَرْق في متوسط العمر المتوقع بين الأغنياء والفقراء في المجتمع[3]. وقد يكون ارتفاع أسعار التبغ ـ وهو ما يعادل الغرامة المالية ـ الطريق الأكثر نجاحًا للحَدّ من التدخين، حيث من المتوقع أن زيادة أسعار التبغ ـ المعدلة حسب التضخم السوقي ـ بنسبة 50% يمكن أن تؤدي إلى خفض الاستهلاك بنسبة 20% في البلدان ذات الدخل المرتفع، والمتوسط، والمنخفض. ويقع التأثير الأكبر على الشباب والفقراء[4]. من ناحية أخرى.. يمكن للراغبين في الإقلاع عن التدخين أن يلجأوا إلى المعالجة السلوكية والدوائية، التي يمكن أن تساعد ـ في القليل من الحالات ـ على الإقلاع الدائم[5]. وتُعتبر الحوافز المالية إضافة جديدة نسبيًّا إلى مجموعة التدخلات السلوكية المطروحة. وبذلك.. يقدم هالبيرن وزملاؤه[6] في دورية "نيو إنجلاند للطب" *New England Journal of Medicine* دراسة عن أربعة برامج تحفيز مالي؛ تضيف الكثير إلى قاعدة البراهين النامية (الشكل 1).

تُعَدّ هذه الدراسة هي الأولى التي تقارن برامج الحوافز

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

PETER DAZELEY/GETTY

الشكل 1 | المكافأة تُجْدِي مع المدخنين. تُظْهِر دراسة هالبيرن وزملائه[6] أن البرامج القائمة على التحفيز المالي أكثر قبولًا بشكل عام بين المدخنين من البرامج القائمة على الودائع، إلا أن النهجين يؤديان إلى ارتفاع معدلات الإقلاع عن التدخين، مقارنةً بطرق الرعاية التقليدية.

الأربعة للإقلاع عن التدخين بالرعاية التقليدية، وتضم 2,538 موظفًا من شركة أمريكية، بالإضافة إلى أقاربهم وأصدقائهم. يستهدف برنامجان الأفراد، بينما يستهدف آخران مجموعات من ستة مشاركين، تم تحفيزهم من خلال الأداء الجماعي للمجموعة. وقدم أحد البرامج القائمة على فرد واحد، وبرنامج آخر من القائمين على مجموعات، 800 دولار أمريكي كمكافأة للإقلاع عن التدخين، بينما طلب البرنامجان الآخران 150 دولارًا كوديعة قابلة للرد، بالإضافة إلى 650 دولارًا مكافأة تُمنح للمشاركين الناجحين.

كانت نسبة قبول البرامج القائمة على المكافآت 90% ـ وهي نسبة تسجيل المشاركين في البرنامج المخصص لهم، التي هي أعلى بكثير عن تلك الخاصة ببرامج الودائع، التي تبلغ النسبة فيها 13.7% ـ في حين أنه لم تكن هناك اختلافات بين تقبُّل البرامج الفردية والجماعية. وعند مقارنة المشاركين، بغض النظر عما إذا كانوا منضمِّين إلى البرنامج المقدَّم إليهم، أم لا (مع افتراض أن أولئك الذين لم ينضمّوا إلى البرنامج ما زالوا مدخنين)، فإن معدلات الإقلاع عن التدخين في المجموعات المعتمدة على التدخل بعد 6 أشهر تراوحت بين 9.4%، و16%، أي أعلى من معدل الإقلاع عن التدخين لمجموعة الرعاية المعتادة، البالغ 6%. وكانت نسبة الإقلاع عن التدخين أعلى في برامج المكافأة، منها في البرامج القائمة على الودائع (15.7% مقابل 10.2%)، وكانت مماثِلة في البرامج الفردية والجماعية. من ناحية أخرى.. أقلع 52% من المشاركين الذين قبلوا برامج الودائع عن التدخين بعد 6 أشهر، مقارنة بـ17% من الذين كانوا في برامج المكافأة، وأدّت هذه النتيجة بهالبيرن وزملائه إلى استنتاج أن استخدام الودائع يُعتبر أفضل. ومع ذلك.. فإن عدم الاهتمام بهذه البرامج، وعدم وجود آثار مستمرة يحدّ من فائدتها. في الشهر الثاني عشر، وبعد 6 أشهر من توقف الحوافز، عاد حوالي 50% من المقلعين عن التدخين إلى التدخين مرة أخرى، وأظهر أولئك المنضمون إلى البرامج المعتمدة على المكافأة ـ الذين احتفظوا بمعدلات إقلاع تعادل 7.5% للفرد، و8.7% للمجموعة ـ تفوقًا على معدل الإقلاع في الشهر الثاني عشر، الذي تحقق من خلال الرعاية المعتادة، وهو 3.4%. ويُعتبر التحايل والتدليس بأنّ فردًا ما مدخن، لتأهيله للالتحاق بالبرنامج، أو أنه غير مدخن، كي يبقى فيه، مشكلة مثيرة للقلق، وبصفة خاصة عند استخدام حوافز مالية للحث على الإقلاع عن التدخين. ورغم أنه تم التحقق من صحة تقارير الإقلاع عن التدخين في هذه الدراسة، عن طريق فحص مستويات الكوتينين (أحد مكونات التبغ) في لعاب المشاركين، إلا أنه تم تأكيد التدخين في نسبة قليلة من المشاركين عند التسجيل. وكان ما يقدَّر بـ20% ممن تم إدراجهم لا يدخنون، رغم أن ذلك لم يؤثر على النتائج التي توصلت إليها الدراسة. وعلى النقيض.. كشفت دراسة أجريت على الحوامل المدخنات اللاتي عُرضت عليهن المشاركة في نظام المكافآت أن الـ239 مشتركة كُنّ جميعهن مدخنات[7]، وتم اختبارهن عن طريق فحص كيميائي حيوي. وقد أثار ذلك تساؤلات حول خصائص برامج الحوافز، التي يمكن استخدامها للحَدّ من التحايل.

تُعتبر دراسة هالبيرن وزملائه، المصمَّمة تصميمًا جيدًا ـ وهي الدراسة الأكبر حتى الآن ـ إسهامًا كبيرًا يضاف إلى الأدلة المتزايدة على أهمية الحوافز المالية للإقلاع عن التدخين. وذُكر مؤخرًا في مقالتي مراجعة أبحاث[8,9]، تتضمن إحداها[8] نتائج هذه التجربة، أنه يمكن لبرامج المكافآت أن تكون فعالة في تحقيق الإقلاع الدائم عن التدخين، وخاصة عند عرض حوافز كبيرة، وعند عرضها على الحوامل المدخنات. ويضاعف تأثير الحوافز أيضًا في المجتمعات الأكثر حرمانًا[9]، مما يشير إلى أن هذا النهج يحفز التغيير الأكبر لدى ذوي الدخل المنخفض، الذين يتميزون بمعدلات تدخين أعلى بشكل ملحوظ، ويقاومون مسألة خفضها. تسلِّط هذه النتيجة الضوء على الدور المحتمَل للحوافز المالية؛ للحَدّ من عدم المساواة الصحية المرتبطة بالتدخين، بما في ذلك معدلات الوفيات العالية، الناجمة عن التدخين بين الفقراء.

وبِغَضّ النظر عن نوع البرنامج، يمكن إدراج قُرْص دواء، أو تدخُّل سلوكي لا يتضمن نقودًا ضمن مجموعة المعالجات المعروضة على المدخنين الراغبين في الإقلاع عن التدخين. ومع ذلك.. فإننا حريصون على المال، لا سيما إذا أُنفق في غير مكانه[10]. ويكْوْن فعالية هذه المعالجات تتساوى مع غيرها، فقد تبين أن الحوافز المالية أقل قبولًا بالنسبة إلى الجمهور، وكذلك المهنيين الصحيين وصناع القرار، عن التدخلات الأخرى لمعالجة السلوكيات[11].

والسؤال الذي يطرح نفسه هو: لماذا لا توجد قابلية أكبر لتدخُّل ذي تكلفة تبدو معقولة؛ للحَدّ من السبب الأساسي للوفاة المبكرة حول العالم؟ إن القابلية المنخفضة للدفع للأشخاص، من أجل التوقف عن التدخين (أو لإنقاص الوزن، أو تناول الدواء) تعكس العديد من المخاوف حول فكرة العدالة، بما يتضمن إجبار الضعفاء ومكافأة العجزة، وعدم مكافأة المسؤولين. كثيرًا ما تنشأ فكرة إجبار الضعفاء في سياق مكافأة المحرومين، حيث يُفترض أن هؤلاء الأفراد لا يملكون الحرية الكافية لمقاومة الإغراءات المالية؛ وهو ما يتوافق مع استخدام الحوافز، لمعالجة التفاوت الصحي. ويمثل الوضع في الولايات المتحدة تأثير بقية المخاوف[12]، حيث أدّت اعتراضات الموظفين غير المدخنين إلى رفض الإدارة لبرامج مكافأة بقيمة 750 دولارًا أمريكيًّا، للإقلاع عن التدخين (رغم وجود أدلة قوية على فعاليتها)، واعتماد عقوبة 625 دولارًا، تُخصم من رواتب المدخنين، على الرغم من عدم وجود أي دليل على فعاليتها حتى ذلك الوقت.

من الممكن أن تتغير القابلية العامة للحوافز المالية، حيث يمكن أن تزيد بالتوعية حول فعاليتها، كما يختلف القبول حسب نوع الحوافز (الحوافز النقدية أقل قبولًا، مقارنة بنظام القسائم)[13]. ومع ذلك.. تُعتبر التدخلات المالية لتغيير السلوك ـ إذا كانت تنطوي على زيادات في الأسعار، من خلال الضرائب، أو أنظمة المكافآت ـ أقل قبولًا من غيرها، وغالبًا ما تكون التدخلات الأخرى أقل فعالية[14]. من الواضح أن هناك حاجة إلى دراسات تستكشف حجم ومدة برامج الحوافز المالية في مجموعات مختلفة من المدخنين. وتهدف تلك الدراسات إلى التعرف على خصائص البرامج التي تحقق التغييرات الأكبر. وبالتوازي مع هذا.. هناك حاجة إلى بحوث لتطوير سبل زيادة قبول التدخلات التي يمكن أن تساعد إلى حد كبير في الحَدّ من الوفيات الناتجة عن التدخين، خاصة بين الفقراء. ■

تيريزا مارتو، و**إيليني مانتزاري** وحدة بحوث الصحة والسلوك، جامعة كمبريدج، كمبريدج CB2 0SR، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: tm388@cam.ac.uk

1. www.vox.com/2014/5/19/5727712/the-three-deadliest-drugs-in-america-are-all-totally-legal
2. Peto, R. *et al. Br. Med. Bull.* **52,** 12-21 (1996).
3. Jarvis, M. J. & Wardle, J. in *Social Determinants of Health* (eds Marmot, M. & Wilkinson, R.) 240–255 (Oxford Univ. Press, 1999).
4. Jha, P. & Peto, R. *N. Engl. J. Med.* **370,** 60–68 (2014).
5. US Department of Health & Human Services. *The Health Consequences of Smoking — 50 Years of Progress: A Report of the Surgeon General, 2014* (HHS, 2014).
6. Halpern, S. D. *et al. N. Engl. J. Med.* **372,** 2108–2117 (2015).
7. Ierfino, D. *et al. Addiction* **110,** 680–688 (2015).
8. Cahill, K., Hartmann-Boyce, J. & Perera, R. *Incentives for Smoking Cessation* (Cochrane Library, 2015).
9. Mantzari, E. *et al. Prevent. Med.* **75,** 75–85 (2015).
10. Sandel, M. J. *What Money Can't Buy: The Moral Limits of Markets* (Farrar, Straus & Giroux, 2012).
11. Promberger, M., Brown, R. C. H., Ashcroft, R. E. & Marteau, T. M. *J. Med. Ethics* **37,** 682–687 (2011).
12. Volpp, K. G. & Galvin, R. *J. Am. Med. Assoc.* **311,** 909–910 (2014).
13. Promberger, M., Dolan, P. & Marteau, T. M. *Soc. Sci. Med.* **75,** 2509–2514 (2012).
14. Diepeveen, S., Ling, T., Suhrcke, M., Roland, M. & Marteau, T. M. *BMC Public Health* **13,** 756 (2013).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

ملخصات الأبحاث

غلاف عدد 11 يونيو 2015
طالع نصوص الأبحاث في عدد 11 يونيو من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

جينوم

التغيرات السكّانية بعصر أوراسيا

هل شَهِد العصر البرونزي تغيرات ثقافية كبرى، نتيجة تداول الأفكار، أم نُرى نتيجة الهجرات واسعة النطاق؟ حلّل الباحثون تتابع الجينومات غير المدروسة لـ101 فرد من جميع أنحاء أوراسيا؛ للكشف عن الهجرات واسعة النطاق، والإحلال خلال تلك الفترة. تشير التحليلات إلى أن صبغة البشرة الفاتحة كانت شائعة بالفعل وسط الأوروبيين في العصر البرونزي، ولكن حساسية اللاكتوز مثلًا لم تكن كذلك، مما يشير إلى بداية عملية الانتقاء الإيجابي فيما يتعلّق بهذا النوع من الحساسية في زمنٍ أقرب ممّا كان يُعتقَد في السابق، كما تتّسق الاكتشافات المذكورة مع انتشار اللغات الهندية الأوروبية أثناء ذلك العصر.

Population genomics of Bronze Age Eurasia
M Allentoft *et al*
doi:10.1038/nature14507

وراثة

تفسير دانيال كون للبيانات الجينومية

التهشم الكروموسومي هو حدث درامي كروموسومي، يتضمن تكسيرًا واسع النطاق للكروموسومات، وإعادة ترتيبها، ويقتصر عادةً على واحد فقط من كروموسومات الخلية، أو عدد قليل منها. وقد لُوحظ في مختلف أنواع السرطانات والأمراض الخلقية. تَستخدِم دراسة جديدة مزيجًا من تصوير الخلية الحية، وفك تتابعات الجينوم لخلية مفردة، لإعادة إنشاء إعادة الترتيبات الشبيهة بالتهشم الكروموسومي. وأظهرت النتائج أنه بعد عزل الكروموسومات المفردة عزلاً رديئًا إلى ما يُسمى النويات المجهرية، فإنها يمكن أن تنهار. وبعد انقسام الخلية، يمكن إدراج هذه الشظايا مرة أخرى في الجينوم؛ لتوليد إعادة الترتيب، التي تحمل في بعض حالاتها كافة السمات المميزة للتهشم الكروموسومي. ويمكن أن يؤدي انهيار الكروموسومات في النويات إلى تشكيل شظايا كروموسوم دائرية صغيرة، وهي الخطوة الأولى في تشكيل "الكروموسومات الدقيقة المزدوجة"، التي تحمل جينات مسرطنة مضخمة داخل السرطان. وبالتالي، تقدِّم هذه الدراسة أول مظاهرة تجريبية للآلية الجزيئية الكامنة وراء التهشم الكروموسومي.

Chromothripsis from DNA damage in micronuclei
C Zhang *et al*
doi:10.1038/nature14493

الغشاء النووي في انقسام الخلايا

ينهار الغلاف النووي في مرحلة مبكرة من انقسام الخلية في الخلايا الحيوانية. وبمجرد توجُّه انقسام الخلية لبلوغ نهايته عند طور الصعود، يجب أن يتم إعادة تكون الغلاف حول نُوَيَّتي الخليتين الناتجتين عن الانقسام. ومن المعروف أن الغلاف النووي مشتق من أغشية عُضَيَّات أخرى، ومن الشبكة الإندوبلازمية، وأنه ينغلق من خلال خطوة اندماج الغشاء، ولكنّ آلية اندماج الغشاء هذه ما زالت غير مفهومة كليًّا. أوردت مجموعتان بحثيّتان مؤخرًا في دورية *Nature* أن هذه العملية يتم تنظيمها بواسطة مركب ESCRT-III، وهو مركّب بروتيني معقد، اشتهر بانقباض الغشاء وإغلاقه خلال العمليات الخلوية المختلفة. ويوضح هارالد ستينمارك وزملاؤه أن بروتين ESCRT-III واثنين من البروتينات الأخرى، وهما VPS4 وسباستين، يشتركان معًا في اندماج الغلاف وتفكيك المغزل، في عملية مماثلة ميكانيكيًّا للانقسام السيتوبلازمي، الذي يضمن الفصل المادي بين الخليتين الناتجتين عن الانقسام. وقد وجد جيريمي كارلتون وزملاؤه أن المكون CHMP2A من بروتين ESCRT-III موجَّه إلى الغلاف النووي المتشكل، حيث يوضع في مواقع الاندماج من خلال التقييد إلى مركّب CHMP4B، وبمساعدة من مركّب UFD1، وهو مكون من مركّب معقد p97 مشترك سابقًا في اندماج الغلاف النووي.

Spastin and ESCRT-III coordinate mitotic spindle disassembly and nuclear envelope sealing
M Vietri *et al*
doi:10.1038/nature14408

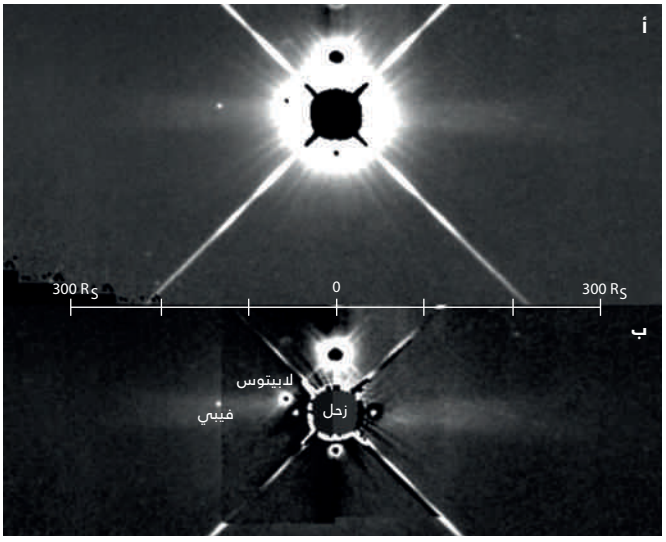
ESCRT-III controls nuclear envelope reformation
Y Olmos *et al*
doi:10.1038/nature14503

فَلَك

نظرة أقرب إلى حلقة "فيبي" الخاصّة

يُعتقَد أن حلقة زحل الخارجية تتكوّن في الأساس من جسيمات من قمر "فيبي" البعيد، تم اكتشافها في عام 2009 بواسطة تليسكوب "سبيتزر" Spitzer الفضائي. وقد طرحت المُعاينات الجديدة لمستكشف "المسح واسع المجال بالأشعة تحت الحمراء" WISE ـ التابع لوكالة "ناسا" ـ صورة لحلقة "فيبي" بأكملها. ويبيّن دوجلاس هاميلتون وزملاؤه هنا أنّ الحلقة تمتد في منطقة تتراوح مساحتها بين 100 و270 نصف قطر من كوكب زحل، متعدّية مدار "فيبي" بمراحل. تهيمن الجسيمات الصغيرة على الحلقة، وتتزايد درجات حرارة الحبيبات، نتيجة لانعدام الفعالية الإشعاعية للحبيبات الأضخم.

Small particles dominate Saturn's Phoebe ring to surprisingly large distances
D Hamilton *et al*
doi:10.1038/nature14476



الشكل أسفله | فسيفساء حزمة مستكشِف المسح بواسطة الأشعة تحت الحمراء واسع المجال 4 لحلقة فيبي. أ، تم تجميع إطارات مستكشف المسح بواسطة الأشعة تحت الحمراء واسع المجال الفردية بطريقة يدوية: يشكل الضوء المتشتت من زحل الفقاعة البيضاء الكبيرة المعرضة بشدة، مع مركز أسود، بينما هناك 4 تموجات حيودية قطرية تشع للخارج. الانعكاسات المشرقة لزحل مرئية ككتل بيضاء أكثر صغرًا مع مراكز سوداء عند مواضع الساعة السادسة والثانية عشرة. لابيتوس (النقطة السوداء) وفيبي الأكثر ابتعادًا (النقطة البيضاء) مرئيين عند موضع الساعة التاسعة. حلقة فيبي هي المستطيل الأبيض المتجه أفقيًّا $550R_S$ x $40R_S$. **ب**، نقوم بطرح دورانات بمقدار ±90° للإطار العلوي من نفسه، مما يؤدي إلى عروة حلقية نظيفة ومبعثرة (النهايات الواضحة للحافة على الحلقات)؛ نقوم هنا بتثبيت العروتين النظيفتين إلى بعضهما البعض؛ لاختزال الضوء المتشتت بطريقة واضحة، والكشف عن النطاقات الداخلية للحلقة. المقياس المسافي مطبَّق على (**أ**)، و(**ب**).

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

جيولوجيا

خواص كهربية متباينة لمواد مشوهة

قدَّمت آن بوميير وزملاؤها قياسات مختبرية للتباين الكهربي لمجموعات الأوليفين المشوّهة، والصخور المقصوصة المنصهرة جزئيًّا عند درجات حرارة مرتفعة وضغوط عالية. وقد اكتشفوا أنه عند درجات الحرارة الأقل من 900 درجة مئوية تتحلّى العيِّنات المقصوصة المحتوية على الأوليفين والبازلت المتطاول المرتفع في وسط المحيط بقدرة توصيلية أكبر من المعدَّل الطبيعي بما يقرب من 100 ضعف في اتجاه تأثير القص. اقترح الباحثون نموذجًا تتناوب فيه طبقات الأوليفين المقصوص مع طبقات أخرى، تجمع بينه وبين البازلت الصلب أو الذائب، وذلك للوصول إلى تباين كهربي مرتفع، كما اكتشفوا أنه يمكن لنماذج تجاربهم ونتائجها الحصول على التوصيل الكهربي للوشاح الأرضي.

Experimental constraints on the electrical anisotropy of the lithosphere–asthenosphere system

A Pommier *et al*

doi:10.1038/nature14502

فيزياء

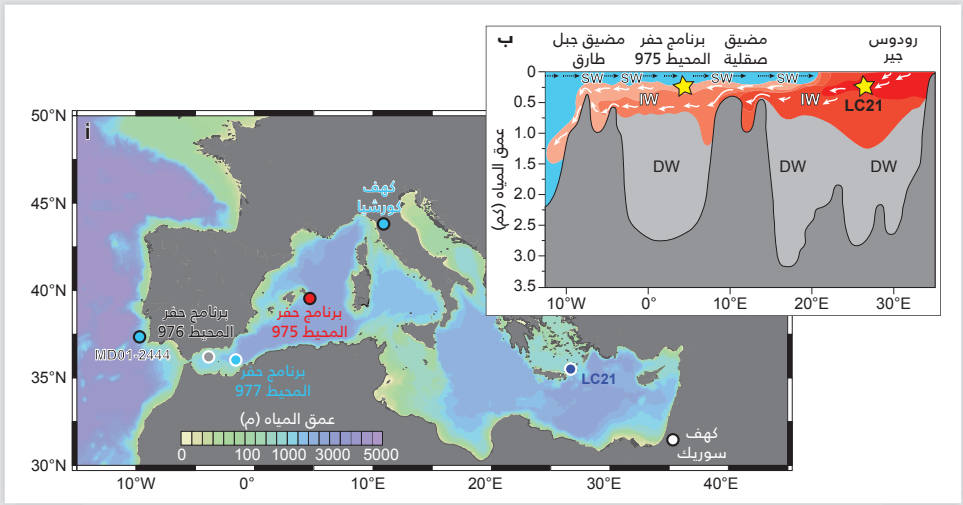
تسخين الغلاف الشمسي

لا تزال الآليات المتضمَّنة في عملية تسخين الغلاف الشمسي محل جدل كبير. فقد طوَّر تاهار آماري وزملاؤه في هذه الدراسة نموذجًا لتسخين الغلاف الشمسي، حيث يتم توليد مجالات مغناطيسية بواسطة مولِّد مائي بباطن الكرة الضوئية، مُرتبِط ارتباطًا وثيقًا بعملية التحبيب. ويبيّن هذا النموذج المجالات المغناطيسية المنتشرة في طبقة الكروموسفير التي تحيط بالشمس، حيث يتم تسخين البلازما بالمعدّل المطلوب بواسطة الانفجارات ضيقة النطاق، التي تُطْلِق طاقة مغناطيسية، وتحفّز حركات صوتية، في حين يتم تسخين الهالة بواسطة تبدّد موجات آلفين (Alfvén).

Small-scale dynamo magnetism as the driver for heating the solar atmosphere

T Amari *et al*

doi:10.1038/nature14478



جيولوجيا

تفسير نهاية عصر جليدي

أحد الأهداف الأساسية لعلم دراسة المناخ القديم هو بيان الآليات المسؤولة عن التغييرات الرئيسة في كوكب الأرض. ومن بين تلك التغييرات.. الظروف التي اتسمت بها العصور الجليدية والفترات البينية. اتسمت دراسة تلك التغييرات بالصعوبة، خاصة في نهاية الفترة الجليدية الأولى TI، وإنْ تيسّرت قليلًا في نهاية الفترة الجليدية الثانية TII، التي صاحبها انتهاء الظروف الجليدية قبل 130 ألف عام. استخدم جيانلوكا مارينو وزملاؤه مجموعة جديدة من البيانات الجديدة والواعدة؛ للإشارة إلى وجود رابط بين حدث هاينريش الجليدي H11، الذي ساد به مناخ جليدي في نصف الكرة الأرضية الشمالي، وتوقيت بلوغ ارتفاع سطح البحر الذروة أثناء الفترة الجليدية الثانية. وقد انطوى حدث هاينريش 11 على ارتفاع حاد بدرجة حرارة نصف الكرة الأرضية الجنوبي، متفقًا بذلك مع نظرية التأرجح ثنائي القطب لدرجة الحرارة، التي قد تكون ساعدت على ذوبان الغطاء الجليدي للقطب الجنوبي. في المقابل، يبدو جليًّا أن ارتفاع سطح البحر السريع حدث بعد انتهاء حدث هاينرش الأول. وقد يعود ذلك إلى التباين في مستويات ثاني أكسيد الكربون ومعدلات التعرض إلى أشعة الشمس أثناء نهاية الفترة الجليدية الأولى والثانية. ويتضح من خلال الورقة البحثية تعدُّد الآليات، التي ربما تكون قد اشتركت معًا في إنهاء الفترات الجليدية.

Bipolar seesaw control on last interglacial sea level

G Marino *et al*

doi:10.1038/nature14499

الشكل أعلاه | موقع أرشيف المناخ القديم موضح هنا، ونمط دورة البحر المتوسط. أ، خريطة القياس العمقي للبحر المتوسط مع مواقع السجلات البحرية والقارية موضحة بالنص. **ب**، مقطع عرضي غربي-شرقي عبر البحر المتوسط مع مخطط لدوران الحوض غير المَصَبِّي: التدفق للداخل السطحي (الأسهم المتقطعة السوداء) عبر مضيق جبل طارق، والدوران تحت السطحي، والتدفق للخارج (الأسهم البيضاء) إلى المحيط الأطلسي. تشير النجوم الصفراء إلى الموطن العميق للعوالق *N. pachyderma* بالمياه المتوسطية العليا عند موقع اللب LC21 (35° 40′ شمالًا، 26° 35′ شرقًا، عمق المياه 1,522 م) وبرنامج حفر المحيط (ODP) بالموقع 975 (38° 53.8′ شمالًا، 4° 30.6′ شرقًا، عمق المياه 2,415 م). المياه المحيطية، SW (الأزرق)؛ المياه المتوسطة، IW (الأحمر)؛ المياه العميقة، DW (الرمادي).

بيولوجيا الخلية

إشارات القنفذ تدفع تجدُّد القلب

يُطْلَق على الطبقة الظهارية المتوسطة للقلب اسم "النخاب". وقد اشتركت تلك الطبقة في مجموعة من الإجراءات المتصلة بالإصلاح القلبي. وباستخدام نهج وراثي في سمكة الزرد، يبين كينيث بوس وزملاؤه أن النخاب ضروري لتمايز الخلية العضلية القلبية، وتجدُّد العضلات بعد الإصابة. وتبيَّنوا أيضًا أن نخاب البالغين نفسه لديه قدرة تجدُّد عالية التي تدفعها إشارات بروتينات القنفذ الصادرة من قناة التدفق.

Epicardial regeneration is guided by cardiac outflow tract and Hedgehog signalling

J Wang *et al*

doi:10.1038/nature14325

الخلايا الجذعية المعوية المعزولة

على الرغم من إمكانية نمو العُضَيّات المعوية ـ التي تحتوي على نسبة مئوية من الخلايا الجذعية المعوية ـ في مزرعة بالمختبر، إلا أنه حتى الآن لم ينجح أي عزْل وتأسيس لمستنسخات من الخلايا المعوية البشرية. وقد قام فرانك مكيون وزملاؤه في الفترة الحالية بعزل مستنسخات، لها الخصائص ذاتها للخلايا الجذعية، من مناطق متميزة من الأمعاء البشرية والقولون، حيث تتم المحافظة على الخلايا بشكل مستقر على مدى عدة أجيال في المزرعة، دون أي تغييرات في خصائصها الجينية، ثم تتفرق إلى أنواع الخلايا المتخصصة، التي تعكس مواقعها الأصلية على طول القناة المعوية. وشرح الباحثون أن

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

هذه الخلايا المعوية المستنسخة يمكن استخدامها لتقييم تأثير مسبِّبات أمراض معوية محددة، وإبراز إمكاناتها لعمل نماذج للأمراض والطب التجديدي.

Cloning and variation of ground state intestinal stem cells

X Wang *et al*

doi:10.1038/nature14484

هندسة ميكانيكية

الهياكل الخارجية التي تعمل مثل العضلات

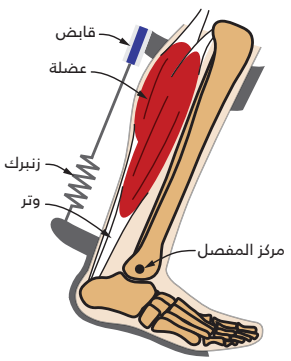
إنّ السير هو أكثر الأنشطة شيوعًا، ولكننا لا نعرف سوى القليل عن الآلية التي تتحكم فيه. ولم يستطع أي روبوت حتى الآن محاكاة الاتزان البديع لقدرة البشر على السير. يُظْهِر ستيفن كولينز وزملاؤه الآن أن تثبيت هيكل خارجي ميكانيكي بسيط بالقدم والكاحل أدَّى إلى استهلاك 7% من الطاقة الأيضية في السير. ويُظْهِر عملهم أن قيمة مدخلات الطاقة الكلية ليست شرطًا أساسيًّا لخفض تكلفة عملية الأيض للسير البشري، كما يُظْهِر أن خفض قوى عضلة الساق قد يكون مفيدًا، وذلك مع تنفيذ الوظائف العادية للكاحل، وتقليل العقوبات المرتبطة بالكتلة المضافة، أو الحركات المقيدة.

Reducing the energy cost of human walking using an unpowered exoskeleton

S Collins *et al*

doi:10.1038/nature14288

الشكل أسفله | تصميم الهيكل الخارجي غير المزود بالطاقة. يتألف الهيكل الخارجي من قطاعات صلبة مشدودة إلى الساق البشرية والقدم ومتمحورة حول الكاحل. آلية قابض سلبي ومتسلسلة زنبرك تعمل على التوازي مع عضلات الساق ووتر العرقوب.



كيمياء

التلاعب بالضوء على أسطح ذات قطْع زائد

يمكن الحصول على التأثيرات الضوئية التي لا تحدث في حالة المواد الطبيعية ـ كالانحناء السلبي ـ في المواد الصناعية الخارقة، وهي مواد مصنوعة من هياكل دورية في نطاق الطول الموجي الفرعي. تتجه الأنظار مؤخرًا فيما يخص ذلك إلى بناء مواد ـ أو أسطح ـ صناعية ثنائية الأبعاد، لها خواص استثنائية، وتُعدّ خسائر انتشارها أقل بكثير من المواد المماثلة ثلاثية الأبعاد. يستخدم هونجكون بارك وزملاؤه في هذه الدراسة هياكل فضة نانوية ذات بلّورة أحادية مُعرّفة بواسطة تقنيات الطباعة الحجرية والنقش؛ لإنتاج أسطح استثنائية الخواص، ذات قطع زائد، حيث تنتشر الاستثارات البصرية المسماة بالبولاريتونات البلازمونية السطحية على الحد الفاصل بين المعدن والعازل الكهربائي. أنتج الباحثون أنماط هياكل معدنية نانوية عالية الجودة؛ لإظهار التأثيرات الضوئية، كالانحناء السلبي للأطوال الموجية المرئية، وذلك عن طريق تحسين تقنيّاتهم التصنيعية. يقدِّم العمل كذلك مثيلًا ضوئيًّا لتأثير الدوران الإلكتروني "هول". وتطرح تلك الاكتشافات توجّهات جديدة في التصوير البصري والدوائر الضوئية.

Visible-frequency hyperbolic metasurface

A High *et al*

doi:10.1038/nature14477

أنثروبولوجيا

تغيّرات السهول.. وتأثيرها على اللغات

جَمَع ديفيد رايش وزملاؤه بيانات من جينومات 69 أوروبيًّا عاشوا خلال فترة الـ8,000 والـ3,000 عام الماضية. تكشف تحليلاتهم أن مجموعات متقاربة من المزارعين الأوائل ـ وهم يختلفون عن الصيادين من السكان الأصليين ـ قد ظهروا بألمانيا والمجر وإسبانيا منذ حوالي 8,000 إلى 7,000 عام، وكان يسكن روسيا حينها مجموعة مميّزة من الصيادين على قرابة بأحد السيبيريين القدامى منذ 24,000 عام. ومنذ حوالي 6,000 إلى 5,000 عام، عاد أسلاف الصيادين للظهور بأنحاء كثيرة من أوروبا، فضلًا عن روسيا، كما بدأ التواصل بين أوروبا الشرقية والغربية منذ حوالي 4,500 عام، تاركًا آثارًا للسهول بالأوروبيين في الوقت الحالي. دعَّمت تلك التحليلات النظرية القائلة إنّ جزءًا ـ على الأقل ـ من اللغات الهندية الأوروبية يعود في الأصل إلى السهول الأوروبية، وذلك بالإضافة إلى طرح رؤى جديدة لديناميّات سكان العصر الحجري الحديث، كما تتسق الاكتشافات المبلَّغ عنها أيضًا مع دراسة أخرى منشورة تعرض نتائج تحليل 101 من جينومات العصر البرونزي.

Massive migration from the steppe was a source for Indo-European languages in Europe

W Haak *et al*

doi:10.1038/nature14317

كيمياء حيوية

هيستون H3.3 يقمع عناصر فيروسية

تُعدّ العناصر القابلة للنقل تتابعات حمض نووي متنقلة، حيث تشكل جزءًا كبيرًا من جينومات الثدييات، وأسهمت في تطور الجينوم. وبرغم هذا.. يجب إسكاتها؛ لضمان استقرار الجينوم. وهنا يوضح ديفيد أليس وزملاؤه أن المتغاير الهيستوني H3.3 له دور رئيس في إسكات العناصر الفيروسية الرجعية الذاتية (ERVs)، حيث إن توظيف المغاير الهيستوني H3.3 عن طريق مرافقين هيستونين، وهما ATRX وDAXX، يكون مطلوبًا لتأسيس القمع والتثبيط، بواسطة الكروماتين المتغاير للعناصر الفيروسية الرجعية الذاتية في الخلايا الجذعية الجنينية.

Histone H3.3 is required for endogenous retroviral element silencing in embryonic stem cells

S Elsässer *et al*

doi:10.1038/nature14345

طب تجديدي

عودة الميالين في التصلب المتعدِّد

يتميز مرض التصلب المتعدِّد باستجابة المناعة الذاتية، وفشل عودة الميالين في المخ، بسبب عيوب في تفرق الخلايا المنتجة للميالين من خلايا السلف الدبقية قليلة التغصُّن. ومعظم العلاجات الحالية لهذا المرض تستهدف النظام المناعي. وقد فحص بول تيسار وزملاؤه المركّبات التي يمكن أن تعزز نضج الخلايا الدبقية قليلة التغصن، من أسلاف الخلايا الدبقية قليلة التغصن، المستمدة من خلية الأديم الظاهر الجذعية المحفزة في نماذج الفئران. ووجدوا عقارين ـ الميكونازول (مضاد للفطريات)، وكلوبيتازول (ستيرويد) ـ يعزِّزان إنتاج المايلين في الجسم الحي في نماذج الفئران المصابة بمرض التصلب المتعدد، ويعززان تمايز أسلاف خلايا السلف الدبقية قليلة التغصن البشرية في المختبر. ويبدو أن هذه المركّبات تستهدف ـ ميكانيكيًّا ـ كلًّا من الاستجابة المناعية، وخلايا السلف الدبقية البشرية قليلة التغصُّن.

Drug-based modulation of endogenous stem cells promotes functional remyelination *in vivo*

F Najm *et al*

doi:10.1038/nature14335

عِلْم الفيروسات

تنشيط الفيروسات في الجنين المبكِّر

عادةً ما يتم إسكات التعبير عن إطارات القراءة المفتوحة المرمزة بواسطة الفيروس الرجعي الذاتي البشري HERV-K. فقد أوردت جوانا فيسوكافييتش وزملاؤها أن الفيروس الرجعي الذاتي البشري HERV-K يتم التعبير عنه خلال التطور المبكر للجنين البشري من مرحلة الخلايا الثماني إلى مرحلة الأديم الظاهر ما قبل الزرع، مما يؤدي إلى إنتاج جزيئات شبيهة بالفيروس الرجعي. وأوضحوا كذلك أن مواصلة عملية اشتقاق الخلايا الجذعية الجنينية البشرية تُوقِف نشاط التعبير عن الفيروس الرجعي الذاتي البشري HERV-K، كما أوضحوا أيضًا أنه يمكن تقييد الأحماض النووية الريبية الخلوية في الخلايا متعددة القدرات Rec، وهو بروتين ملحق بالفيروس الرجعي الذاتي البشري HERV-K، إذ يبدو أنه يستحث استجابة دفاعية مضادة للفيروسات.

Intrinsic retroviral reactivation in human preimplantation embryos and pluripotent cells

E Grow *et al*

doi:10.1038/nature14308

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

غلاف عدد 18 يونيو 2015
طالع نصوص الأبحاث فى عدد 18 يونيو من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

عِلْم الأعصاب

طبيعة الذاكرة المكانيّة

يتم الحفاظ على الذاكرة المكانية الفعالة من خلال تنسيق النشاط بين مناطق الدماغ بمقدمة الفص الجبهى والحصين (قرن آمون)، ولكن لم يكن واضحًا ما هي التوصيلات التشريحية الدقيقة بين هذه المناطق، وعلى أي مقاييس زمنية تعمل. حدَّد جوشوا جوردون وزملاؤه مسارًا مباشرًا بين قشرة الفص الجبهي، والحصين الذي هو ضروري للترميز المناسب للإشارات المكانية، ولكنه ليس مطلوبًا لصيانة واسترجاع هذه الرموز. تتدفق المعلومات الحصينيّة للوحدات العصبية في قشرة مقدم الفص الجبهى خلال مراحل الترميز المكانية لمهام الذاكرة العاملة المكانية، مع الترميز الناجح الذي يتطلب التزامن بين بِنْيَتين دماغيّتين في نطاق التردد (جاما) لنشاط شبكة الاتصال. تظهر هذه النتائج الأهمية الحاسمة للإدخال المباشر الحصينى- مقدم الفص الجبهى في التحديث المستمر للمعلومات المكانية.

Hippocampal–prefrontal input supports spatial encoding in working memory
T Spellman *et al*
doi:10.1038/nature14445

قوة الذكريات الإيجابية

هل يمكن لاسترجاع الذكريات الإيجابية أن يخفف من حدة الاكتئاب؟ تناول سوسومو تونيجاوا وزملاؤه هذه المسألة في الفئران باستخدام الآثار الدائمة للذاكرة الحصينية المحددة الموسومة بصريًّا، والمرتبطة بتجربة إيجابية، أو محايدة، أو سلبية. يمكن أن تنشط الذكريات صناعيًّا لاحقًا باستخدام الضوء. ووُجد أن إعادة التنشيط الحاد للأثر الدائم الإيجابي تقمع السلوك الشبيه بالاكتئاب في الفئران المعرَّضة للإجهاد المزمن، وهو تأثير بواسطة مسار (الحصين-اللوزة-النواة المتَّكِئَة). والأهم من ذلك.. أن إعادة التنشيط المزمن للأثر الدائم الإيجابي منعت أيضًا السلوك الشبيه بالاكتئاب في الفئران المجهدة، حتى بعد انتهاء التنشيط، حيث إن التأثير المضاد للاكتئاب لا يعتمد على التنشيط الاصطناعي للأثر الدائم. يقترح الباحثون أن التنشيط المباشر لخلايا الأثر الدائم التلفيفيّة المسنَّنة الحصينيّة المرتبطة بذاكرة إيجابية يمكن أن توفر عقدة علاجية محتملة؛ للتخفيف من مجموعة فرعية من السلوكيات المتعلقة بالاكتئاب، على الرغم من أنه ليس من الواضح في تلك المرحلة كيف يمكن أن تترجم هذه النتائج إلى البشر .

Activating positive memory engrams suppresses depression-like behaviour
S Ramirez *et al*
doi:10.1038/nature14514

متغايرات السينوكلين وارتباطها بالأمراض

"اعتلالات السينوكلين" هي الاضطرابات التَّنَكُّسِيَّة العصبية التي تتميز برواسب بروتينية الغنية ببروتين ألفا سينوكلين (α-synuclein)، بما في ذلك مرض باركنسون، والخَرَف، مع أجسام لِيوِي، وضمور نظام متعدد. أدَّى اكتشاف تجميعات ألفا سينوكلين، ذات الخصائص البنيوية المختلفة إلى الفرضية القائلة إن "سلالات" مختلفة يمكن أن تفسر الاختلافات المرضية بين هذه الأمراض التنكسية العصبية المختلفة. أوردت هذه الدراسة أنه عندما يتم حقن سلالات بشرية مختلفة من ألفا سينوكلين قليلات الوحدات، أو أشرطة، أو ألياف في دماغ الفأر في الجسم الحي، فإنها تنتشر بطريقة تعتمد على الإجهاد، وتتسبب في مختلف الأنماط الظاهرية المرضية والسُّمِّيَّة العصبية. هذا العمل له آثار على تشخيص الأمراض، وتوقعات سير المرض، وعلى آفاق تطوير استراتيجيات علاجية مصممة خصيصًا لبعض اعتلالات السينوكلين.

α-Synuclein strains cause distinct synucleinopathies after local and systemic administration
W Peelaerts *et al*
doi:10.1038/nature14547

مناعة

مسار جديد لانتشار السرطان

لقد أصبح ثابتًا أن تكوُّن الأورام قد يرتبط بالبيئة الميكروية بشكل وثيق. ففي دراسة جديدة، قدَّرت كارين دي فيسر وزملاؤها تأثيرات الالتهابات التي يمكن ملاحظتها في نموذج الفأر من سرطان الثدي. وجد الباحثون أن تعبير إنترلوكين β1-(IL) في الأورام يثير تعبير IL17 في الخلايا التائية جاما (γ)، ودلتا (δ) على المستوى المحلي، الذي يعزز التراكم للعدلات في عديد من الأعضاء، من خلال إنتاج عامل تحفيز المستعمرة المحببة. يقلل التداخل في هذه السلسلة من الأحداث ـ على سبيل المثال على مستوى تنشيط العدلات ـ من نقائل الرئة والعقدة الليمفاوية في هذا النموذج لسرطان الثدي. وتوضح هذه النتائج ـ التي ربما تكون أوسع من التأثيرات المتوقعة التي تسببها أورام موضعية ـ نقاطًا متعددة من التداخلات العلاجية المحتملة.

IL-17-producing γδ T cells and neutrophils conspire to promote breast cancer metastasis
S Coffelt *et al*
doi:10.1038/nature14282

وراثة

وجهة البروتين تعتمد على أطوال مناطق3'

تخضع جينات بشرية عديدة لانشقاق بديل، وتذييل بعديد الأدينيلات؛ لتوليد نصوص الحمض النووي الريبي المرسال، لها أطوال مختلفة في مناطق 3´غير المترجمة (3´UTR)، ولكن لا تزال تنتج البروتين نفسه. يبرهن بنيامين بيركوفيتس، وكريستين ماير على وجود سبب لمثل هذه المعالجة التفاضلية للحمض النووي الريبي المرسال — تنظم مناطق 3´غير المترجمة (3´UTR) البديلة التموضع الخلوي ووظيفة هذه البروتينات المناظرة. بأخذ البروتين الغشائي *CD47* - الذي يحمي الخلايا من البلعمة كنموذج، وجد الباحثون أن تلك الجزيئات التي بها مناطق 3´غير المترجمة (3´UTR) الطويلة تتجه إلى سطح الخلية، وتتموضع البدائل الأقْصَر فى الشبكة الإندوبلازمية.

Alternative 3'UTRs act as scaffolds to regulate membrane protein localization
B Berkovits *et al*
doi:10.1038/nature14321

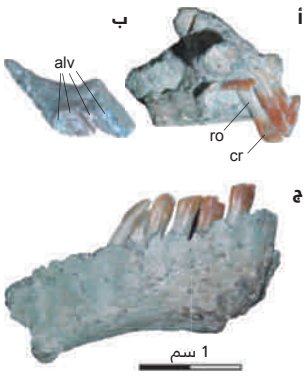
عِلْم الإحاثة

ثيروبود مبكِّر آكِل للنباتات

يتميز هذا النوع المكتشَف حديثًا من الديناصورات عن حفرية "آيسن" Aysén المحلية جنوب شيلي بأنه من الثيروبودوات، من العصر الجوراسي المتأخر (منذ حوالي 150 مليون عام). والثيروبودات هي مجموعة تشمل التيرانوصوريات والفيلوسيرابتور، وتمتلك قدمين، وكانت من آكلات اللحوم غالبًا، وذلك بغض النظر عن بعض الأشكال المشتقة المتأخرة. تُعَدّ الأنواع الجديدة فرعًا مبكرًا نسبيًّا من تطوُّر الثيروبود، ولكنه من آكلات العشب، حيث يجمع مزيجًا غير مسبوق من السمات، بالإضافة إلى تشريحه الغريب الذي لم يسجَّل من قبل بين الديناصورات. يوضح الاكتشاف مدى قلة ما نعرفه عن المراحل الواسعة لتطوُّر الديناصورات.

An enigmatic plant-eating theropod from the Late Jurassic period of Chile
F Novas *et al*
doi:10.1038/nature14307

الشكل أسفله | عظام جمجمة وأسنان منتقاة لعينة *Chilesaurus diegosuarezi* (SNGM-1935).
أ، الفك العلوي الأيمن الجزئي من منظور جانبي. **ب**، عظم القواطع الأيسر من منظور جانبي. **ج**، المضرس الأيمن من منظور جانبي.



© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

فَلَك

تشريح كوكب خارجي صغير

كبلر-138 هو قزم أحمر بمجموعة كوكبة القيثارة، التي تستضيف ثلاثة كواكب خارجية، تم التحقق منها. اثنان منها مشابهان للأرض من حيث الحجم، وواحد في حجم المريخ. قام دانييل جونتوف هوتر وزملاؤه بحساب كتل وأحجام الكواكب الثلاثة، حيث إن أحدها تم حسابه للمرة الأولى. ويُلاحَظ أن حساب كتل الكواكب الصخرية الصغيرة أكثر صعوبة من حساب كتل الكواكب الغازية الكبيرة. حصل هؤلاء الباحثون على الكتل الكوكبية باستخدام تأثير جاذبيتها المتبادلة، التي تتسبب في حدوث الانتقالات مبكرة أو متأخرة بقليل عما يحدث في حالة غياب التأثيرات التجاذبية. يمتلك الكوكب الداخلي كبلر-138ب، الشبيه بالمريخ من حيث الحجم، كتلة تبلغ حوالي 0.067 من كتلة الأرض، و يُعَدّ أصغر الكواكب الخارجية كثافةً، التي تم قياس كتلتها. والكوكبان الأوسط والخارجي، كبلر138-ج، وكبلر138-د، كلاهما أكبر بقليل من الأرض.

The mass of the Mars-sized exoplanet Kepler-138 b from transit timing

D Jontof-Hutter *et al*

doi:10.1038/nature14494

حلقة غبار دائمة حول القمر

قضى مستكشِف الغلاف الجوي القمري والبيئة الغبارية (LADEE) ـ التابع لناسا ـ حوالي سبعة أشهر في الدوران حول خط الاستواء القمري، يجمع جسيمات الغبار للتحليل الطيفي، وذلك قبل موته المخطَّط بالاصطدام بالقمر في إبريل 2014. أظهرت المخططات الشهيرة التي قام برسمها رواد أبوللو 17 توهُّج الأفق القمري، مما أثار اقتراحات بأن تجسيمًا كهربائيًّا ساكنًا، قد يولِّد سُحُبًا كثيفة من جسيمات الغبار الدقيقة، على ارتفاع كبير فوق سطح القمر. لم يجد ميهالي وزملاؤه أي أدلة على وجود تلك السُّحُب، في التقرير الأول حول الأرصاد الناتجة عن تجربة الغبار القمري (LDEX)، على متن مستكشف الغلاف الجوي القمري والبيئة الغبارية، ولكنهم كشفوا عن سُحُب غبار لا تماثلي دائم حول القمر، يتم توفيره بواسطة جسيمات غبارية مقذوفة ثانوية، ناتجة عن التصادمات السطحية المستمرة لجسيمات غبار مُذَنَّبيّة عالية السرعة بمدارات لا مركزية، عوضًا عن جسيمات ذات أصل كويكبي، تتبع مدارات شبه دائرية، وتصطدم بالقمر عند سرعات أكثر انخفاضًا. يتعرض السطح القمري لتيار جسيمات الغبار نفسه بين الكواكب، الذي تتعرض له الأرض، وتبين بيانات تجربة الغبار القمري أن كثافة سُحُب المقذوفات القمرية تزداد أثناء تدفق الشهب، مثل زَخّات جيمينيدس.

A permanent, asymmetric dust cloud around the Moon

M Horányi *et al*

doi:10.1038/nature14479

عِلْم الأورام الجزيئي

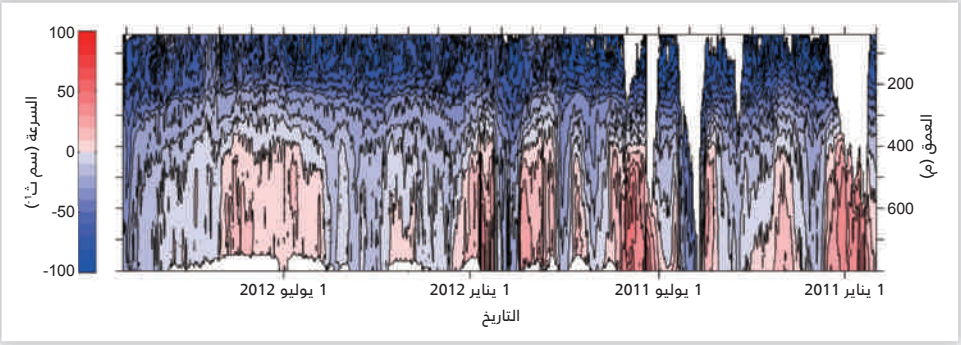
وظيفة مضادة للوَرَم لِجِين MET

ظل التساؤل حول ما إذا كانت العدلات تمارس وظيفة مضادة أم مؤيدة للورم مثيرًا للجدل. يُظْهِر ماسيميليانو مازون وزملاؤه في عدة نماذج فئران للسرطان أن التعبير عن جزيء مستقبل MET (مستقبل عامل النمو في الخلية الكبدية) في العدلات لازم لقدرتها على الحد من نمو الورم. يُطْلِق تعبير MET في العدلات بواسطة الإشارات الالتهابية، التي يمكن أيضًا أن تكون مستمدة من الورم أيضًا. ويُعَدّ نشاط MET مطلوبًا للعدلات؛ لعبور البطانة المنشطة؛ للوصول إلى الورم؛ ولقتل الخلايا السرطانية. كما تبين أن MET يمكن أن يكون هدفًا علاجيًّا في السرطان الذي يعبر عنه، ولذلك.. تشير النتائج إلى أن أي تأثير مفيد عن طريق تثبيط استجابة العدلات المضادة للورم، وأثبت الباحثون هذا بالفعل في نموذج الفأر الخاص بهم. هذه النتائج ذات صلة بالقرارات العلاجية، استنادًا إلى الأدوية المضادة لـ MET، حيث إنها قد تكون مفيدة لرصد آثار المعالجة في الأورام التي تُظْهِر استجابة العدلات.

MET is required for the recruitment of anti-tumoural neutrophils

V Finisguerra *et al*

doi:10.1038/nature14407



عِلْم المحيطات

التفكير الحالي بشأن تيارات المحيط الهادئ

التيارات الحدودية الغربية تيارات ضيقة محيطية سريعة الحركة، قادرة على نقل كميات هائلة من الحرارة عبر دوائر العرض الجغرافية. فبعض التيارات، مثل تيار الخليج قبالة الساحل الشرقي لأمريكا الشمالية، بسيط نسبيًّا بما يتيح دراسته؛ حيث يتبع أغلبه خطًّا ساحليًّا مفردًا، بينما الموقف أكثر تعقيدًا في المحيط الهادئ الغربي، حيث تتصادم تيارات حدودية متعددة، وتمر بالجُزُر والنتوءات المحيطية وشريط التجول الساحلي. ويستعرض دونشين هو وزملاؤه تيارات المحيط الهادئ الغربي الحدودية، ويناقشون تأثيرها بعيد المدى على: تذبذب إلنينو الجنوبي، والتدفق الإندونيسي، والرياح الموسمية الآسيوية، والدوران المحيطي في بحر الصين الجنوبي، وغيرها. وعلى الرغم من التقدم الرصدي الكبير عبر آخر 15 سنة، إلا أنه يوجد عدم يقين فيما يخص جميع الجوانب تقريبًا، سواء بالنسبة إلى الحالة الحالية، أو التغيرات المستقبلية الممكنة. ويعتقد الباحثون أنه ستكون هناك حاجة ماسة لحدوث تقدُّم في المفاهيم والتقنيات، من أجل إغلاق الموازنة الإجمالية الإقليمية، وتوفير توقعات قوية لتيارات غرب المحيط الهادئ الحدودية وسط مناخ متغير.

Pacific western boundary currents and their roles in climate

D Hu *et al*

doi:10.1038/nature14504

الشكل أعلاه | سمات قسمي التيارات الحدودية الغربية WBCs الاستوائية منخفضة الارتفاع بالمحيط الهادئ. تعتبر هذه التيارات الحدودية الغربية سمة مميزة للمحيط الهادئ. بيانات عداد التيار عند 8º شمالا 127º شرقًا تبين تطور السرعات خط الطول، تيار ميندناو (القيم السالبة، الزرقاء) وتياره التحتي (القيم الموجبة، الحمراء) من الشتاء الشمالي 2010 حتى الشتاء الشمالي 2012. مبين بيانات ADCP اليومية مصقولة بواسطة مرشح متوسط ثلاثي أيام التشغيل، يرسو بالمياه على عمق 6100 م، مع اثنين من 75 ألف من عدادات التيار RDI ADCP ذات بعد مسحي ~ 400 م لأعلى وأسفل على التوالي. تتحرك عدادات التيار رأسيًّا بعمود المياه، كلما تفاعلت التيارات القوية مع منظومة المرسى.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

كيمياء

معدن غير انتقالي يشكّل مركّب CO

نُعَدّ قدرة المعادن الانتقالية على الارتباط بعديد من جزيئات أول أكسيد الكربون وإطلاقها مفتاحًا لكثير من العمليات الكيميائية، كالإنتاج صناعي النطاق لحمض الأسيتيك، والأكسدة الإنزيمية للهيدروجين الجزيئي بواسطة إنزيمات الهيدروجينازات. وبعيدًا عن المعادن الانتقالية، تعني الترتيبات الإلكترونية لعناصر المجموعة الأساسية أن سلوك (التعقيد/فك التعقيد) المماثل نادر الرصد. فقد قام هولجر براونشفايج وزملاؤه مؤخرًا بعزل مركّب قائم على البورون –البوريلين ثنائي الكاربونيل، الذي يحتوي وحدات أول أكسيد كربون متعددة مرتبطة مباشرة بذَرّة البورون المركزية، فضلًا عن العديد من النظائر المحتوية على CN. (البورون من عناصر المجموعة الأساسية.) تلك المركبات مستقرة بطريقة ملحوظة في الهواء والرطوبة، وتظهر أيضًا تفاعلًا كيميائيًّا مشابهًا لتلك الخاصة بمركبات معادن أول أكسيد الكربون الانتقالية.

Multiple complexation of CO and related ligands to a main-group element

H Braunschweig *et al*

doi:10.1038/nature14489

كيمياء حيوية

خريطة مستقبِلات الشبكة الإندوبلازمية

الشبكة الإندوبلازمية هي شبكة معقدة من الأغشية المنخرطة في تخليق البروتين والدهون والتوازن الأيوني، ومراقبة جودة البروتين والاتصالات العضية. كما أنها مصدر حويصلات، يحدُّها غشاء الجسيمات البلعمية الذاتية، وهي ناقلات للعملية الخلوية للهضم الذاتي من الالتهام الذاتي. تُظْهِر ورقتان بحثيّتان، نُشرتا مؤخرًا إلكترونيًّا في دورية *Nature*، كيف يتم استهداف الشبكة الإندوبلازمية نفسها بالانحلال من قبل الالتهام الذاتي، وهي العملية التي يمكن أن تضمن دورانًا مستمرًّ للشبكة الإندوبلازمية؛ استجابةً للمتطلبات الخلوية. وجد إيفان ديكيك وزملاؤه أن البروتين FAM134B هو مستقبِل مُقِيم بالشبكة الإندوبلازمية، يسهِّل الالتهام الذاتي للشبكة الإندوبلازمية. أنتج خفض تنظيم هذا البروتين ـ الذي يمكن أن تسبب طفراته الاعتلال العصبي الحسي في البشر ـ إلى بِنَى موسعة للشبكة الإندوبلازمية، وانحلال للعصبونات الحسية للفأر. أظهر هيتوشي ناكاتوجاوا وزملاؤه أن الظاهرة نفسها محفوظة في الخميرة، حيث إن Atg40 يُثْرَى في الشبكة الإندوبلازمية السيتوبلازمية والقشرية، ويحمل هذه المجالات الفرعية للشبكة الإندوبلازمية في الجسيمات البلعمية الذاتية. وثمة مستقبِل آخر للالتهام الذاتي للشبكة الإندوبلازمية، Atg39، يتموضع على الشبكة الإندوبلازمية حول النواة، ويحفز عزل البلعمة الذاتية لجزء من النواة، مما يضمن بقاء الخلية تحت ظروف الحرمان من النيتروجين.

Regulation of endoplasmic reticulum turnover by selective autophagy

A Khaminets *et al*

doi:10.1038/nature14498

Receptor-mediated selective autophagy degrades the endoplasmic reticulum and the nucleus

K Mochida *et al*

doi:10.1038/nature14506

عامل جديد مضاد للملاريا

مع انتشار مقاومة الأرتميسينين، هناك حاجة مُلِحّة إلى تطوير علاجات جديدة؛ لاستهداف العامل المسبِّب للملاريا *Plasmodium falciparum*. أورد إيان جيلبرت وزملاؤه اكتشاف مركَّب (DDD107498) له نشاط مضاد للملاريا ضد عديد من مراحل دورة حياة الطفيل، وبخصائص جيدة للسلامة، وعلم حركيّات الأدوية. وهو غير مطفَّر، ولديه القدرة على كل من العلاج بجرعة واحدة، والحماية الكيماوية عند العلاج لمرة واحدة أسبوعيًّا. يعمل مركب DDD107498 عن طريق تثبيط تخليق البروتين العصاري الخلوي، مع عامل استطالة الترجمة eEF2 كهدف له.

A novel multiple-stage antimalarial agent that inhibits protein synthesis

B Baragaña *et al*

doi:10.1038/nature14451

التوسيم الانتقائي لجزيئات الـRNA

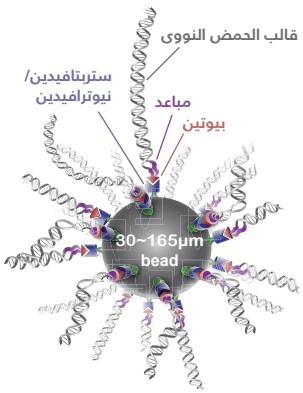
إنّ عدم وجود طريقة لإدماج النيوكليوتيدات المعدلة أو الموسومة في مواقع محددة في جزيئات الحمض النووي الريبي أعاق الدراسات البنيوية والديناميكية للحمض النووي الريبي. فقد أورد يون شينج وانج وزملاؤه مؤخرًا عملية نسخ آلية لطور هجين (صلب-سائل)؛ لتخليق الحمض النووي الريبي الموسوم بالنظائر، أو بالومض محدد الموضع. لا يظهر توسيم مفتاح التبديل الريبي riboswitch أي تأثير على الطيّ، ولكن يكشف عن عدد من الحالات المتعلقة بالتكوين الجزئي. وفضلًا عن تسهيل الدراسات البيوكيميائية والفيزيائية الحيوية، يمكن استخدام بروتوكول التوسيم هذا، المسمى "بلور" PLOR، لتطوير أجهزة استشعار العوامل البيولوجية والتشخيص.

Synthesis and applications of RNAs with position-selective labelling and mosaic composition

Y Liu *et al*

doi:10.1038/nature14352

الشكل أسفله | طريقة "بلور" PLOR للنسخ في المختبر. ربط المرحلة الصلبة لقوالب الحمض النووي: قوالب الحمض النووي المزدوجة الموسومة بـ 5`-بيوتين اقترنت بخرزات ستربتافيدين- أجاروز 30-165 ميكرومترًا، أو بخرزات نيوترافيدين- أجاروز. تم إدراج المباعد 18-nt بين المحفز T7 وشاردة البيوتين؛ للحدّ من التدخلات الفراغية مع نشاط البوليميريز.



غلاف عدد 25 يونيو 2015

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 25 يونيو من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

عِلْم البيئة

التنوع الحيوي في القطب الجنوبي

على مدار سنوات عديدة، كانت تُعتبر مستويات التنوع الحيوي بالمنطقة القطبية الجنوبية منخفضةً، نتيجة للظروف القاسية. ولم يتوافر سوى القليل من المعلومات الحقيقية التي تدعم ذلك الاستنتاج، حتى جاءت الأبحاث الحديثة لتكشف عن وجود تنوُّع نباتي وحيواني أكبر بكثير مما كان متوقعًا. وبينما يندر وجود الحيوانات الكبيرة والنباتات المزهرة، فإن هناك مستويات كبيرة من التنوع الحيوي البحري والأرضي، ولا سيما المجهريات منها. يستقصي ستيفن شون وزملاؤه بهذا الاستعراض ذلك التنوع الحيوي، ويقومون بمناقشة ما يقود هذا التنوع، وينظرون في كيفية تلبية المنطقة القطبية الجنوبية لأهداف البقاء. كما يلقي الباحثون الضوء على أهمية الحَدّ من التأثيرات المحلية من الأنشطة البشرية ـ بما في ذلك تأثير الأنشطة العلمية ـ على الأنظمة ذاتها التي يجري التحقق منها.

The changing form of Antarctic biodiversity

S Chown *et al*

doi:10.1038/nature14505

أحياء جزيئية

إشارة تَلَف الـDNA تقتل خلايا سرطانية

تشير صورةٌ معدَّلة لكروموسومات ميتوزيّة مكثفة (الأزرق)؛ مشتركة التموضع بين تكررات TTAGGG التيلوميريّة (الأخضر)، وعلامة تلف

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

الحمض النووي (الأحمر)، إلى أنه يمكن التعرف على التيلوميرات كعلامة تضرُّر في الخلايا التي تتوقف تلقائيًّا في مرحلة الانقسام الميتوزي أثناء تعرضها لأزمة. وتحتاج الخلايا قبل تحوُّلها من طورها الطبيعي إلى الطور السرطاني أن تتخطّى عقبتين، الأولى هي الشيخوخة، والثانية هي أزمة توقُّف التضاعف. وتستكين ـ عادةً ـ الخلايا التي تنجح في الإفلات من فخ الشيخوخة أثناء حدوث أزمة التضاعف، لكن لم يتضح ما الذي يحفِّز موت الخلايا في تلك المرحلة. أثبت جان كارلسيدير وزملاؤه مؤخرًا أن الخلايا التي تتجاوز مرحلة الشيخوخة في غياب p53 لديها تيلوميرات مقصّرة تندمج معًا؛ مما يؤدي إلى تأخير الانقسام الميتوزي للخلية. ومن ثم، تنزع حماية التيلوميرات خلال مرحلة التوقف بالانقسام الميتوزي، ويتم الكشف عنها من قِبَل آليّة تَلَف الحمض النووي؛ مما يؤدي إلى موت الخلية.

قد توفِّر هذه النتائج فرصة إكلينيكية، حيث إن تفاقُم تجرُّد حماية التلوميرات الميتوزية يحفز حساسية الخلايا السرطانية للعقاقير الميتوزية، لكن التوقف في مرحلة الانقسام الميتوزي يرتبط أيضًا بعدم الاستقرار الجينومي، وتكون الأورام في خلايا نقطة التفتيش.

Cell death during crisis is mediated by mitotic telomere deprotection

M Hayashi *et al*

doi:10.1038/nature14513

علْم الأعصاب

بروتين بريون بشري مقاوِم للأمراض

حدَّدت دراسات أُجريت على المدى الطويل في بابوا غينيا الجديدة، حيث يتوطَّن مرض البريون "كورو"، ظاهرة تعدُّد الأنماط للجين المسؤول عن تكوين بروتين بريون البشري (PrP)، من خلال استبدال من G إلى V عند الراسب 127، وهو ما أسفر عن درجة عالية من الحماية من مرض "كورو". وقد دَرَس جون كولينج وزملاؤه تعدد الأنماط لدى G127V بالتفصيل في الفئران المعدَّلة وراثيًّا، التي تعبِّر عن بروتينات البريون البشرى المختلفة. وتبدي الفئران متغايرة اللواقح لتعدد الأنماط G127V ـ التي عكست وضع الإصابة التي وقعت في بابوا بغينيا الجديدة ـ مقاومة كل من كورو وبريونات مرض كروتزفيلد جاكوب (CJD) الكلاسيكية، لكن هناك نقل لمغاير مرض كروتزفيلد جاكوب، وهو سلالة مستمدة من مرض جنون البقر الذي لم يتعرض له البشر أبدًا. ومع ذلك.. كانت الفئران متماثلة اللواقح لـV127 مقاومة تمامًا لجميع سلالات البريون. وهذا يمثل آليّة لم تكن معروفة سابقًا من الحماية ضد البريونات. وتعدد الأشكال الأكثر شيوعًا (تعدد أشكال M129V) هو وقائي في حالة متغاير الزيجوت فقط. إذَن، كيف يمكن لتغيير حمض أميني واحد أن يوفر هذه الحماية؟.. يُنتظر إجراء المزيد من الدراسات.

A naturally occurring variant of the human prion protein completely prevents prion disease

E Asante *et al*

doi:10.1038/nature14510

علْم النبات

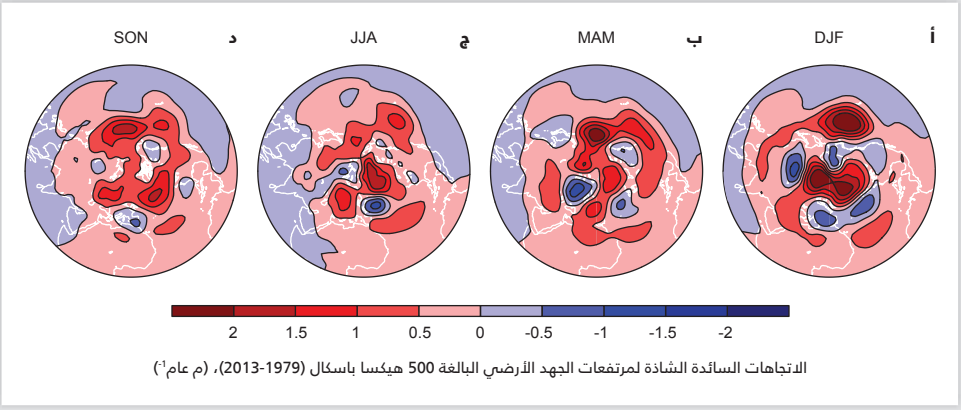
تمييز حركة التأشير في النباتات

الثغور هي المسام الموجودة على سطح النبات، التي تتوسط تبادل المياه والغاز بين النباتات والغلاف الجوي. يعتمد نمط توزيع الثغور في طبقة البشرة من النباتات على الاتصالات بين كل خلية والمجاورة لها، من خلال رموز موضعية، من بينها عائلة من البتيدات المفرزة، تُسمى عوامل التنميط السطحية (EPFs). ومن خلال دراسة الآلية الجزيئية لتطور الثغور وتنميطها، اكتشف كيكو توري وزملاؤه آلية تأشير غير متوقعة، حيث وجد الباحثون أن اثنين من بتيدات التأشير ـ ستوماجين وهو منظم إيجابي لتطور الثغور، وEPF2 منظم سلبي لهذه العملية ـ يستخدمان المستقبل كينيز (ERECTA) نفسه لضبط تطوُّر الثغور. ومما يثير الاهتمام.. ارتباط كلا البيبتدين مع (ERECTA) ومستقبِله المشارك (TMM) بألفة مماثلة، حتى إنهما يتنافسان على التقييد بالمستقبِلات. ويبدو أن تحديد ما إذا كان يتم تنشيط ERECTA بنقل إشارة تنشيطية أو مثبطة يعتمد على آلية التأشير في اتجاه التيار، بينما تظهر البيانات في الجسم الحي أن EPF2، وليس ستوماجين، هو من يطلق فسفرة مكونات التأشير.

Competitive binding of antagonistic peptides fine-tunes stomatal patterning

J Lee *et al*

doi:10.1038/nature14561



الاتجاهات السائدة الشاذة لمرتفعات الجهد الأرضي البالغة 500 هيكسا باسكال (1979-2013)، (م عام$^{-1}$)

علْم المناخ

دورة الغلاف الجوي، ودرجات الحرارة الحَدِّيَّة

يمكن ربط التغيرات بدورة الغلاف الجوي ـ موضع الدفق النَّفْثِي، أو نطاق التقارب المداري، على سبيل المثال ـ بدرجات الحرارة المتطرفة، ولكن الأدلة الكَمِّيَّة التي تدعم هذا الربط لا تزال شحيحة. وقد حدَّد دانييل هورتون الاتجاهات ذات الدلالة الإحصائية بأنماط دورة الغلاف الجوي المتوسط عبر أوراسيا، وأمريكا الشمالية، مع الاتجاهات المفسرة جزئيًّا للتغيرات الملحوظة بدرجات الحرارة الحَدِّيَّة. وفي الوقت الحاضر، ليس واضحًا ما إذا كانت تلك الاتجاهات مرتبطة بانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، أم التقلبات الطبيعية، وليس واضحًا كذلك أن التغيرات الديناميّة الحرارية المفهومة جيدًا تتحكم أكثر في الاتجاهات العامة بالحالات الحَدِّيَّة، ولكنْ في بعض المناطق، ولبعض أنواع أحداث درجة الحرارة الحَدِّيَّة، تُعَدّ حيود دورة الغلاف الجوي طرفًا فاعلًا مهمًّا.

Contribution of changes in atmospheric circulation patterns to extreme temperature trends

D Horton *et al*

doi:10.1038/nature14550

الشكل أعلاه | الاتجاهات السائدة في مرتفعات الجهد الأرضي بالغلاف الجوي. الاسقاطات القطبية بنصف الكرة الشمالي الخاصة بالاتجاهات السائدة الموسمية في الفترة 1979-2013 (متر لكل عام) بالمرتفعات الجهد أرضية البالغة 500 هيكسا باسكال. تم حساب الاتجاهات السائدة لفصول الشتاء (**أ**؛ ديسمبر ويناير وفبراير (DJF)) والربيع (**ب**؛ مارس وإبريل ومايو (MAM)) والصيف (**ج**؛ يونيو ويوليو وأغسطس (JJA)) والخريف (**د**؛ سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر (SON)). تم اقتطاع مجالات المرتفعات الجهد أرضية من مراجع NCEP-DOE-R2.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

فَلَك

رَصْد مَجَرّات عالية الحيود الأحمر

يقدِّم بيتر كاباك وزملاؤه قياسات تحت مِلّيمترية لخط الانبعاث 158 mm [CII]، الذي يُعَدّ خط تبريد مهيمنًا للغاز المتعادل وللانبعاث الغباري من تسع مجرات نموذجية مكوِّنة للنجوم عند حيود حمراء من 5 إلى 6، بعد حوالي مليار عام من الانفجار العظيم. وقد اكتشفوا أن مستويات الغبار بالمَجَرّات التي لها ذلك العمر أقل بطريقة ملحوظة عن تلك المكتشَفة بالمَجَرّات النموذجية المكوِّنة للنجوم، التي تأتي عقب ذلك بملياري عام، ويمكن مقارنتها بتلك المَجَرّات ذات التمعدن المَحَلِّي المنخفض.

Galaxies at redshifts 5 to 6 with systematically low dust content and high [C II] emission

P Capak *et al*

doi:10.1038/nature14500

كيمياء حيوية

تفاعلات الريبوفلافين المميزة

وصفت ورقتان علميّتان نُشرتا مؤخرًا في دورية *Nature* دراسات تفصيلية للبِنْيَة، وآليّة عمل الإنزيمين UbiD، وUbiX اللذين يُعَدّان مسؤولين عن النزع العكسي للكربوكسيل غير المؤكسد للركائز العطرية، ويلعبان دورًا محوريًّا في التخليق الحيوي البكتيري لليوبيكينون، والتحلل الحيوي الميكروبي للمركبات العطرية. أظهر مارك وايت وزملاؤه أن UbiX هو إنزيم فلافين برينيل ترانسفيريز، الذي يحفِّز تكوين رابطة تساهمية لحلقة رابعة (مجموعة ثنائي ميثيل أليل) إلى ذرات N5 وC6 لنظام الريبوفلافين ثلاثي الحلقات، ثم يُستخدم العامل المساعد المستمد من الفلافين غير العادي المخلَّق بواسطة UbiX من قِبَل UbiD ـ وهو إنزيم نازع للكربوكسيل ـ في الخطوة التالية من مسار التخليق الحيوي لليوبيكينون. وقد أظهر كارل باين وزملاؤه أن البروتين Fdc الموجود بفطر *Aspergillus niger*، والمماثل لإنزيم UbiD، يستخدم كيمياء الإضافة الحلقية 1، 3-ثنائية القطب؛ لتحفيز النزع العكسي للكربوكسيل من الأحماض الكربوكسيلية العطرية. وهذا هو المثال الأول على تفاعل الإضافة الحلقية 1، 3-ثنائي القطب، المحفز إنزيميًّا.

UbiX is a flavin prenyltransferase required for bacterial ubiquinone biosynthesis

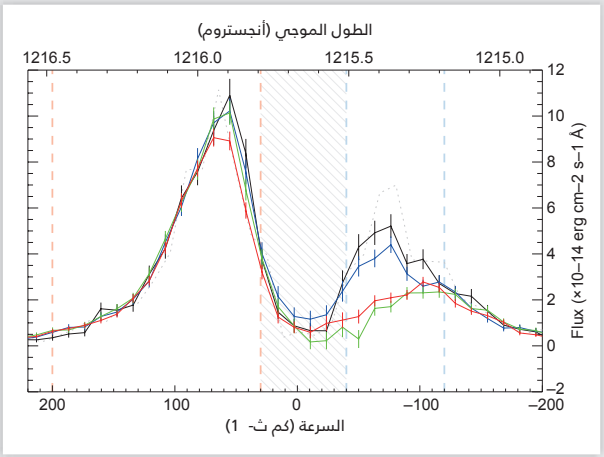
M White *et al*

doi:10.1038/nature14559

New cofactor supports α,β-unsaturated acid decarboxylation via 1,3-dipolar cycloaddition

K Payne *et al*

doi:10.1038/nature14560



فَلَك

فقدان الغلاف الجوي بكوكب نبتون الخارجي

يكشف ترصُّد كوكب نبتون الخارجي GJ 436b بالنطاق فوق البنفسجي عن توقيع انتقالي أكثر عمقًا، وأطول من البصري. وسبب ذلك أنه محاط ومُلاحَق بسحابة ضخمة من الغاز الهارب من الغلاف الجوي الكوكبي. تشير المحاكاة العددية إلى أن GJ 436b بالنطاق فوق البنفسجي يشبه مُذَنَّبًا عملاقًا. ويرى الباحثون أن "الذيل" الغازي يتكون ـ في الأساس ـ من ذرات غازية، ويشيرون إلى أن الكوكب الخارجي ربما فقد 10% من غلافه الغازي بفترة مبكرة من حياته.

A giant comet-like cloud of hydrogen escaping the warm Neptune-mass exoplanet GJ 436b

D Ehrenreich *et al*

doi:10.1038/nature14501

الشكل أعلاه | تطور خط انبعاث ليمان-α الخاص بالهيدروجين للكوكب الخارجي GJ 436. تم أخذ متوسط الخط لترصُّد ما بعد العبور (الأسود)، وما قبل العبور (الأزرق)، وأثناء العبور (الأخضر)، ووراء العبور (الأحمر) من خطوط طيف فردية. انتقل عدم اليقين σ1 وفقًا لذلك من الأخطاء المحسوبة بواسطة بيانات خط أنابيب مطياف التصوير الخاص بالتليسكوب الفضائي STIS الاختزالي. وتم عرض المنظور الجانبي الخطي من الزيارة 0؛ للمقارنة بالخط الرمادي المنقط. لا يمكن ملاحظة لب الخط (المنطقة المظللة) من الأرض، نتيجة لامتصاص الوسط بين النجمي على طول خط الأفق. وقد تم قياس إشارات الامتصاص عبر الفترة [120-, 40-] كم ث$^{-1}$ (الخطوط الزرقاء المتقطعة)، ومقارنتها بقياس تحكُّم عبر الفترة [30+, 200+] كم ث$^{-1}$ (الخطوط الحمراء المتقطعة). مقياس السرعة شمسي المركز.

آلية ارتباط مركّب APC/C باليوبيكوتين

تصف هذه الورقة البحثية البِنَى الذَّرِّيَّة لمركّب تعزيز طور الصعود (APC/C) المقيد إلى المنشط المشارك Cdh1 ومثبط الانقسام الميتوزي المبكر، أو إنزيم E2 المقترن باليوبيكوتين. إن مركب (APC/C) هو إنزيم ليجيز اليوبيكوتين E3 متعدد الوحدات الفرعية، والمتحكم في انفصال الكروموسوم، والخروج لاحقًا من انقسام الخلية الميتوزى. سمحت الاستبانات التي حققها الباحثون عند درجة 3.6 أنجستروم و4.1 أنجستروم بتحديد بِنْيَة جميع الوحدات الفرعية لمركّب تعزيز طور الصعود (APC/C) والتفاعلات بين الوحدة الفرعية داخل التجمع، وموضع وحدة القياس التحفيزي. تشرح البِنَى كيف يتوسط Emi1 تثبيط إنزيم UbcH10، وإنزيم Ube2S. كما توصَّل الباحثون إلى نتائج متعددة، منها: كيف يناهض ترابط APC/C مع المنشط المشارك Cdh1 بواسطة فسفرة Cdh1.

Atomic structure of the APC/C and its mechanism of protein ubiquitination

L Chang *et al*

doi:10.1038/nature14471

عِلْم الحشرات

الانتقاء الجنسي، وانخفاض الطفرات

يُعتبر التكاثر الجنسي أكثر كلفةً من نظيره غير الجنسي، لأن الإسهام الوراثي لشخص معين في الجيل القادم يكون بمقدار النصف. أمّا التكاثر غير الجنسي، فمن عيوبه تراكم الطفرات. هذا.. وقد أشير إلى أن الانتقاء الجنسي ـ الذي يعمل عندما يتحقق الإنجاب، من خلال المنافسة والاختيار ـ قد يزيل الطفرة. اختبر ماثيو جيج وزملاؤه هذه النظرية في دراسة تجمُّعات من خنفساء الدقيق *Tribolium castaneum*، رُبِّيَت لمدة سبع سنوات في ظل ظروف قوية ـ أو ضعيفة ـ من الانتقاء الجنسي. وكانت أنساب الأفراد التي عانت سابقًا انتقاءً جنسيًّا قويًّا مرنة في تعاملها مع الظروف المؤدية إلى الانقراض، وحافظت على لياقتها الحيوية، حتى مع التهجين الذاتي القوي مع بعض العائلات التي ما زالت مستمرة في البقاء على قيد الحياة بعد 20 جيلًا من تزاوج الأخوة. وعلى النقيض من ذلك.. أظهرت الأنساب المستمَدة من التجمعات التي شهدت عدم وجود انتقاء جنسي ـ أو انتقاء جنسيًّا ضعيفًا ـ انخفاض لياقة سريعًا تحت التهجين الذاتي؛ وانقرضت بالكامل بعد الجيل العاشر.

Sexual selection protects against extinction

A Lumley *et al*

doi:10.1038/nature14419

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علْم الأورام

رَبْط القطبية الخلوية، وتكوُّن الأورام الخبيثة

قطبية الخلية هي سمة مهمة من سمات العديد من الأنسجة، وغالبًا ما يختل توازنها في حالة الإصابة بالسرطان. توضِّح هذه الدراسة ـ في نموذج ذبابة الفاكهة ـ أن جزيء مستقبِل عامل موت الورم جريندليولد يلعب دورًا مهمًّا في تنسيق قطبية الخلية ونمو الأورام. حدَّد الباحثون جريندليولد، بصفته المستقبِل الذي طال انتظاره لعامل استحثاث الموت المبرمج "إيجر" Eiger، وأظهروا أن وظائف جريندليولد من خلال تكامل إشارات من "إيجر"، وكذلك من الإشارات قطبية الخلية.

The *Drosophila* TNF receptor Grindelwald couples loss of cell polarity and neoplastic growth

D Andersen *et al*

doi:10.1038/nature14298

فيزياء

فيزياء الأتوثانية تلتقي بالإلكترونيات

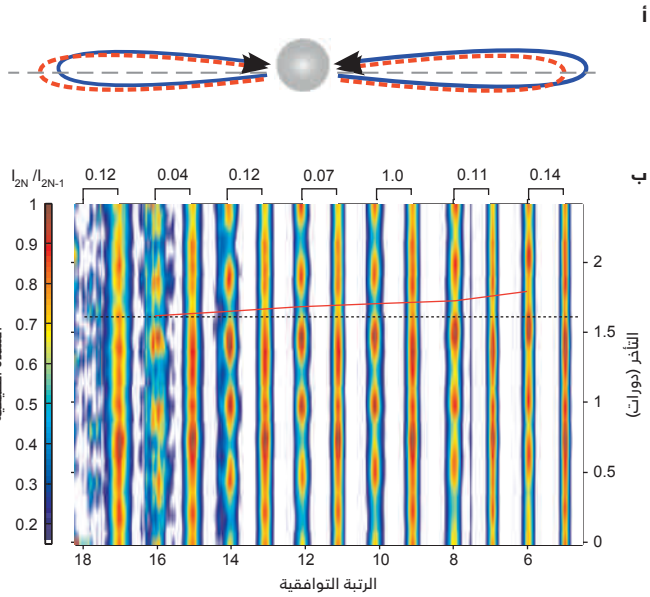
نشأ مجال الفوتونات فائقة السرعة بالمواد الصلبة، من خلال البرهنة على إمكانية تخليق الإشعاع قصير الطول الموجي بالبلورات الضخمة، عبر توليد توافقي مرتفع، منذ سنوات قليلة. تعالِج هذه الورقة البحثية مسألة ما إذا كانت الآليّات الكامنة وراء ذلك مشابهة لتلك الخاصة بالتوليد التوافقي المرتفع بالغازات الذرية، أم لا. ويصف جيوليو فامبا وزملاؤه توليدًا توافقيًّا من الدرجة الثانية بأكسيد الزنك، ويكتشف أدلة على تأثير إعادة التصادم، مشابه لذلك التأثير الموجود بالأنظمة الذرية: تعيد الإلكترونات التصادم مع الفجوات مع انبعاثها بالحالة الصلبة، في حين أن إعادة التصادم بالأنظمة الذرية تحدث بين الإلكترونات وذرّاتها المجاورة. يبين الباحثون أيضًا أن التوليد التوافقي المرتفع يمكن أن يضطرب بالمجالات الكهربية الضعيفة، مما يقدم اتجاهات جديدة للتطبيقات، حيث يتم تطبيق فيزياء الأتوثانية فائقة السرعة على إلكترونيات أشباه الموصِّلات.

Linking high harmonics from gases and solids

G Vampa *et al*

doi:10.1038/nature14517

الشكل أسفله | تحقيق التجربة في الموقع. أ، تمثيل تصويري لمسارات الإلكترونات. ينتقل الإلكترون تناظريًّا إلى يسار ويمين الأيون (الكرة الرمادية المركزية) أثناء نصفي دورات ناجحة (الخطوط المتقطعة الحمراء)، وذلك بالمجال الأساسي وحده. يطيل إضافة التوافق من الدرجة الثانية مسارًا واحدًا، بينما يقوم بتقصير الآخر (الخطوط الزرقاء المصمتة)، وبالتالي يقوم بكسر التناظر ويقوم بإنتاج توافق زوجي. **ب**، الأطياف مرتفعة التوافق التي تم قياسها في مقابل التأخر بين اللونين؛ تم ترميز الشدة الطيفية. تقوم شدة التوافق الزوجي بتعديل كل نصف دورة. يقوم التوافقي الفردي أيضًا بالتعديل، لكن التعديل أضعف بكثير في تلك الحالة. ويعتمد طور التعديل التوافقي الزوجي على الرتبة التوافقية، كما يتضح من الخط المصمت الأحمر نسبة إلى الخط المرجعي الأسود. (يقوم الخط الأحمر بربط الحد الأدنى لتعديل شدة التوافق الزوجي)، حيث تتم معايرة كل رتبة توافقية بطريقة منفصلة. يتم إعطاء الشدة النسبية بين توافق الرتبة الزوجية والرتبة الفردية المجاورة بأعلى (I_{2N}/I_{2N-1}). ويتم تعريف التأخر بالتوافق من الرتبة الثانية من خلال دورات من التوافق الأساسي.



بيولوجيا الخلية

عملية أيض الفركتوز ترتبط بأمراض القلب

وجد ويلهلم كريك وزملاؤه أن نقص وصول الأكسجين لعضلة القلب، الذي يحدث خلال التضخم المرضي، ينشِّط أيض الفركتوز في القلب. وقد لُوحِظَت هذه النتائج في نماذج الفئران والمرضى الذين يعانون من اعتلال عضلة القلب التضخمي، من خلال تحفيز نشاط عامل نقص وصول الأكسجين α1 (HIF1α). ينشط عامل نقص وصول الأكسجين بدوره عامل تضفير *SF3B1*، الذي يتوسط التبديل الجديلي لإنزيم أيض الفركتوز كيتوهيكسوكينيز-A إلى الشكل الإسوي KHK-C، الذي يتمتع بدرجة انجذاب أعلى لسكر الفركتوز. ويمكن قَمْع نمو القلب المرضي والخلل الوظيفي الانقباضي من خلال استنفاد *SF3B1*، أو حذف KHK. ويُعتقد أن أيض الفركتوز ـ وهو سكر غذائي أساسي ـ يتم داخل الكبد، كما يسهم استهلاكه المفرط في التسبُّب بحالات مرضية مختلفة من متلازمة التمثيل الغذائي. ويشير هذا العمل إلى أن نقص وصول الأكسجين المَحَلِّي يمكن أن يؤدي إلى أيض معتل للفركتوز، كما يسلط الضوء على محور HIF1α-SF3B1-KHK-C كهدف علاجي واعد.

HIF-driven *SF3B1* induces KHK-C to enforce fructolysis and heart disease

P Mirtschink *et al*

doi:10.1038/nature14508

علْم الأمراض

ناهضات PPAR-α مضادّة للأنيميا

بعض أمراض فقر الدم الحادة والمزمنة لا يستجيب للعلاج بهرمون الإريثروبويتين (EPO) ، لأن المرضى في تلك الحالات لا يمتلكون عددًا كافيًا من أسلاف الخلايا الشبيهة بكرات الدم الحمراء الحساسة للإريثروبويتين. وجد هارفي لوديش وزملاؤه أن اثنين من ناهضات PPAR-α يمكن أن يتعاونا مع العلاج باستخدام الهرمونات القشرية السكرية؛ لتنشيط أسلاف الخلايا الشبيهة بكرات الدم الحمراء. تزيد هذه الناهضات إنتاج خلايا الدم الحمراء الناضجة في المَزارع النسيجية لكل من خلايا الكبد الجنينية للفئران، والأسلاف الدموية البشرية المحيطية $CD34^+$ البالغة. تيسِّر ناهضات PPARα المعافاة للأنواع البرية من الفئران، ولكن ليس فئران $PPAR\alpha^{-/-}$ من نموذج فقر الدم الانحلالي الحاد، وفقر الدم المزمن. وعندما يتم تنشيطها بواسطة ناهضات PPAR-α؛ تقيِّد إلى مواقع الكروماتين في الجينوم، التي تقع بالقرب من موقع مستقبِل الهرمونات القشرية السكرية، مما يشير إلى أن هذه المواقع ذات صلة بزيادة إنتاج خلايا الدم الحمراء بعد هذه العلاجات.

PPAR-a and glucocorticoid receptor synergize to promote erythroid progenitor self-renewal

H Lee *et al*

doi:10.1038/nature14326

علْم المناعة

جسم مضاد واعد لفيروس HIV

أثبت إعطاء الدواء السلبي للأجسام المضادة المحيَّدة على نطاق واسع لفيروس نقص المناعة البشرية فعاليته ضد العدوى بفيروس نقص المناعة البشرية 1 في نماذج الفئران، وقرود المكاك. كما اقتُرحت الاستعانة بالمضادات الحيوية واسعة المدى bNAbs، التي تم إعطاؤها بشكل سلبي، أو عن طريق ناقلات فيروسية، قد تكون فعالة للوقاية والعلاج المناعي في البشر. لم يتم اختبار سلامة وفعالية هذا النهج في البشر في السابق، ولكنْ أورد ميشيل نوسينزفايج وزملاؤه نتائج المرحلة الأولى من دراسة التحصين السلبي بالأجسام المضادة المحيَّدة التي تستهدف مواقع الربط CD4، وأظهروا أنها تقلل الحِمْل الفيروسي لفيروس نقص المناعة البشرية بشكل عابر في البشر.

Viraemia suppressed in HIV-1-infected humans by broadly neutralizing antibody 3BNC117

M Caskey *et al*

doi:10.1038/nature14411

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

غلاف عدد 2 يوليو 2015

طالع نصوص الأبحاث في عدد 2 يوليو من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

بيولوجيا الخلية

تَلَف الحمض النووي، وتنظيم التضفير

تتسبب الأشعة فوق البنفسجية في إحداث ضَرر بالحمض النووي، وهو ما يترتب عليه منْع عملية النسخ. وتُستخدم هذه الآليّة لتخفيض تنظيم وفرة البروتين. ومن المعروف أن استجابة تَلَف الحمض النووي تؤثر على التضفير. لهذا.. تقترح هذه الدراسة آليّة ممكنة لتفسير تلك العملية، حيث وجدت ماريا تريسيني وزملاؤها أن أضرار الأشعة فوق البنفسجية تتسبب في إزاحة الكروماتين للسبليسيوزوم الأساسي الذي يحتوى على U2 وsnRNPs U5؛ ونتيجة لذلك.. يتم تشكيل حلقات R- التي تحتوي على النص الناشئ، والتي تنشط إنزيم كينيز ATM، استجابةً لتلف الحمض النووي، وهو ما يؤثر على ديناميّات السبليسيوزوم، ويحِدّ من التضفير البديل.

The core spliceosome as target and effector of non-canonical ATM signalling

M Tresini *et al*

doi:10.1038/nature14512

سيطرة MYC على آلات التضفير

يتم التعبير المفرِط عن عامِل النَّسْخ MYC في معظم حالات السرطانات البشرية، كما يتسبب في إحداث خلل في تعبير العديد من الجينات. فقد حدَّد إرنستو جوتشيوني وزملاؤه مستجيبات حرجة لفرط تعبير MYC خلال نشوء الليمفوما في الفئران المعدَّلة وراثيًّا. ووجد الباحثون أن عامل النسخ MYC ينظم آلية التضفير الأساسية مباشرة، بما في ذلك بروتينات Sm، وناقل الميثيل أرجينين PRMT5 . وهذه النتائج ـ جنبًا إلى جنب مع خرائط تقييد عامل النسخ MYC، على نطاق الجينوم السابق وتنظيم الجينات ـ تشير إلى أنه منظم رئيس لآليّة (البروتين النووي الريبي النووي الصغير) snRNP؛ لضمان التضفير السليم للحمض النووي الريبي المرسال. ويُعتبر التنظيم المنسق لصحة التضفير بواسطة عامل النسخ MYC أمرًا حاسمًا لبقاء الخلية وانقسامها، ويقترح استراتيجيات علاجية للأورام، التي يحفِّز تكوينها عامل النسخ MYC.

MYC regulates the core pre-mRNA splicing machinery as an essential step in lymphomagenesis

C Koh *et al*

doi:10.1038/nature14351

سلوك الخلايا كمجموعة أفراد

تدرِك الخلايا تركيب بيئتها، وما تحتويه من خلايا أخرى مجاورة. ويتضح ذلك من خلال استجابتها في شكل التعديلات الظاهرية المناسبة، مثل تشكيل النمط. فقد وفَّرت أبحاث سابقة عديدة أفكارًا متعددة بشأن تشكيل النمط، استجابةً للإشارات الخارجية التي تولِّدها الخلايا المتضررة (إشارات ذاتية)، أو إشارات مكونات أخرى من البيئة المحيطة. درس لوكاس بيلكمانس وزملاؤه الآلية الجزيئية للتغيرات الخلوية الذاتية في خلايا الثدييات الملتصقة المفردة في الاستجابة إلى بيئتها المكرويّة المحلية. وأفاد الباحثون بأن الخلية تشعر بالازدحام المحليّ، من خلال قدرتها على الانتشار، وتنشيط إنزيم كينيز الالتصاق البؤري (FAK). وفي الخلايا غير المنشطة ـ التي تعاني من انخفاض الازدحام ـ يؤثر إنزيم الالتصاق البؤري على نسخ عدة جينات، لها أدوار في توازن الغشاء؛ ومن بينها الإنزيم الذي يقمع التعبير عن ناقل ABC. تؤثر التغيرات في التعبير الجيني بدورها على تكوين الدهون في الغشاء، وأنشطة التأشير، بما في ذلك قَمْع تعبير ABCA1 عن نفسه.

Cell-intrinsic adaptation of lipid composition to local crowding drives social behaviour

M Frechin *et al*

doi:10.1038/nature14429

علْم الإحاثة

معلومات أكيدة بشأن حفريّة

مِن بين جميع المخلوقات الغريبة في رواسب سجيل بورجيس لعصر منتصف الكمبري المكتشفة في كندا، تُعَدّ حفرية *Hallucigenia* أغربها، ولا سيما بعد ثبوت صعوبة إعادة بناء منطقة الرأس من الأحافير المتوفرة، وبالتالي كانت علاقتها بسائر المخلوقات الأخرى لغزًا محيرًا. فقد قدَّم مارتن سميث، وجون برنارد كارون بيانات عن حفريات فُحصت حديثًا، عمرها 508 ملايين عام من حفريات *Hallucigenia sparsa*، التي تكشف في نهاية المطاف عن بعض تفاصيل الرأس. تكمن غرابة الحفرية في هيئتها، حيث تتميز بفم مُحَاط بحلقة من لوحات مقوَّاه، وحَلْقها مبطَّن بأسنان شبيهة بالإبر. وعلى الرغم من كونها عضوًا في المجموعة التي تضم الديدان المخملية الحديثة (onychophores)، عند قاعدة إشعاع مفصليات الأرجل، تشير الرأس والقناة الهضمية الأمامية من *Hallicigenia* إلى روابط تطورية مع شُعَب أكثر تباينًا، مثل الديدان الخيطية، ومتحركات الخطم kinorhynchs. توفِّر *Hallicigenia* الآن أدلة ملموسة على وجود بعض البِنَى المنتمية إلى السلف المشترك الأخير من شعبة Ecdysozoa، التي كانت على سبيل التخمين في السابق.

***Hallucigenia*'s head and the pharyngeal armature of early ecdysozoans**

M Smith *et al*

doi:10.1038/nature14573

كيمياء حيوية

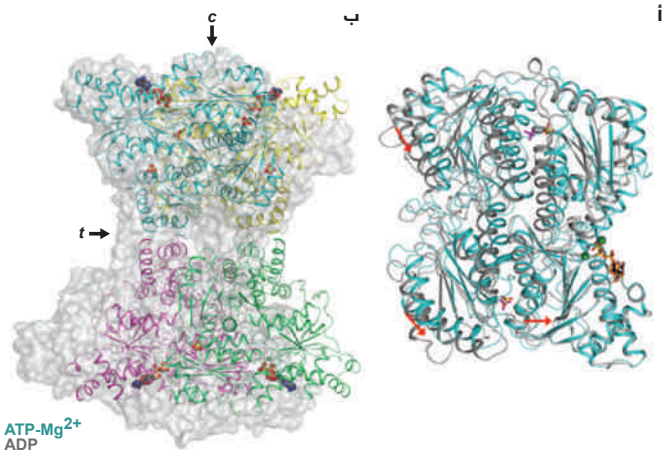
بِنْيَة إنزيم تحلُّل سكري أساسي

يلعب إنزيم فسفوفروكتوكينيز-1 (PFK-1) دورًا أساسيًّا في أيض الجلوكوز الخلوي، وهو نفسه يتم تنظيمه بعدد من نواتج الأيض. وترتبط طفرات إنزيم فسفوفروكتوكينيز-1 بأمراض الأيض والسرطان. فقد حَلّ ديان باربر وزملاؤه البِنْيَة البلورية لإنزيم فسفوفروكتوكينيز-1 البشري، التي طال انتظارها. تنتج البِنْيَة تبصُّرًا في التفاعلات الكامنة وراء تشكيل رباعي الفُسَيْم، ووظيفته الإنزيمية، وتنظيمه. يُظْهِر الباحثون أيضًا كيف تؤثر الطفرات الموجودة في السرطانات البشرية على نشاط إنزيم فسفوفروكتوكينيز-1.

Structures of human phosphofructokinase-1 and atomic basis of cancer-associated mutations

B Webb *et al*

doi:10.1038/nature14405



الشكل أسفله | يخضع الشكل الإسوي للصفائح الدموية البشرية من إنزيم فسفوفروكتوكينيز-1 (PFKP) لعملية تغيير كبيرة عند الانحلال بأدينوزين ثلاثي الفوسفات. أ، تراكب بنيوي للوحدات المفردة لإنزيم PFKP المقيدة بأدينوزين ثلاثي الفوسفات (السماوي) والمقيدة بأدينوزين ثنائي الفوسفات (الرمادي). **ب**، تراكب بنيوي برباعيات القسيمات إنزيم PFKP المقيدة بأدينوزين ثلاثي الفوسفات (الشريط الملون) والمقيدة بأدينوزين ثنائي الفوسفات (السطح الرمادي). تمثل الأسهم الموسومة 'c' و 't' الواجهات الحفازة ورباعية القسيمات على التوالي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

عِلْم الأعصاب

زمان ومكان لتشكيل المِشْبَك العصبي

من المهم لنقاط الاشتباك العصبي أن يتم تشكيلها في الوقت المناسب، وفي المكان المناسب، أثناء التطور الجنيني. يتجلى هذا في الخلايا العصبية الحركية DD، وVD للدودة المستديرة *Caenorhabditis elegans*، حيث تخضع الخلايا العصبية DD لتجديد إعادة التشبيك الظهرية البطنية في أول مرحلة يَرَقِيّة. وتحافظ الخلايا العصبية VD على نمط ثابت مختلف عن ذلك الخاص بالخلايا العصبية DD. وقد حدَّد أوليفر هوبير وزملاؤه ثلاثة عوامل تنظيمية للجينات: البروتينات المقيدة للحمض النووي UNC-30، وLIN-14، وUNC-55، والجزيء المستهدف OIG-1، وهو بروتين (منظم مشبكي) خارج الخلية، لم يكن معروفًا سابقًا، كأدوات مسيطرة على التشبيك وإعادة التوصيل الكهربي للخلايا العصبية DD وVD. يكشف هذا العمل عن استراتيجية "متعدد الجوانب"، حيث يعمل UNC-30 زمانيًّا - وليس مكانيًّا - مع LIN-14 المسيطِر عليه في خلايا DD، ومكانيًّا ـ وليس زمانيًّا ـ مع UNC-55 المسيطِر عليه في الخلايا العصبية VD.

Spatiotemporal control of a novel synaptic organizer molecule

K Howell *et al*

doi:10.1038/nature14545

فَلَك

تحويل طاقة الجاذبية بالتكتلات المَجَرّية

ترتبط المئات أو الآلاف من المَجَرّات الفردية ـ التي تؤلف حشودًا مَجَرّية هائلة ـ ببعضها البعض بواسطة الجاذبية، وهي التي توفر الطاقات الحركية، والحرارية، والمضطربة، والمغناطيسية للوسط الباطني الحشدي الساخن، والمضطرب، والممغنط. فقد استخدم فرانشيسكو مينياتي، وآندري بيريزنياك نموذجًا عدديًّا لفحص الآليّات المرتبطة بتسخير طاقة الجاذبية بمثل تلك الحشود. وقد اكتشف الباحثون أن مكونات طاقة وسط الحشود المَجَرّية مرتَّبة تبعًا لتسلسل هرمي دائم، بحيث تظل نسبة كثافات الطاقات الحرارية إلى المضطربة إلى المغناطيسية دون تغيير تقريبًا مع مرور الزمن. ولاحظوا أن هناك ثابت فعالية تقريبيًّا لتوليد الاضطراب من طاقة التجاذب المتحررة خلال تراكم الكتلة.

Self-similar energetics in large clusters of galaxies

F Miniati *et al*

doi:10.1038/nature14552

دراسة "روزيتا" لفجوات المُذَنَّب

استطاع جون بابتيستي فينسنت وزملاؤه فحص فجوات المُذَنَّبات ـ وهي سمة سطحية، تم الكشف عنها على الأنوية المُذَنَّبية ـ بدقّة فصل مكانيّة غير مسبوقة مع هندسة عرض متغيرة، وذلك باستخدام بيانات من كاميرا "أوزيريس" OSIRIS على متن مركّبة "روزيتا"، التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية. تم عرض الفجوات على مُذَنَّب 67P/شوريوموف-جيراسيمينكو، بحيث تكون نشطة، وربما مخلَّقة بواسطة عملية حفرية طبيعية. افترض الباحثون أن الفجوات قد تمددت بعد التكوُّن ببطء. ويدل الحجم والتوزيع المكاني للفجوات على انعدام تجانس كبير بالخواص الفيزيائية، أو البنيوية، أو التركيبية للمئات الأولى القليلة أسفل السطح الحالي.

Large heterogeneities in comet 67P as revealed by active pits from sinkhole collapse

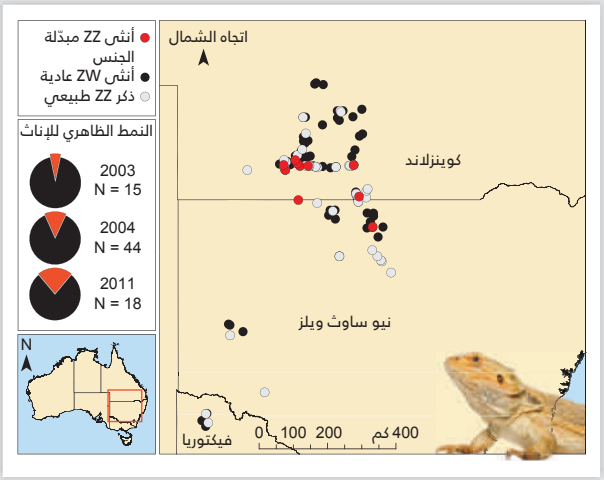
J Vincent *et al*

doi:10.1038/nature14564

أحياء حوسبية

عَزْل الحمض النووي أصبح بسيطًا

يمكن اعتبار عزل البلازميد في البكتيريا كمعادل أبسط للآليّة الميتوزيّة الموجودة في حقيقيات النوى. تعتمد العملية في بكتيريا *Escherichia coli* على المغزل ثنائي القطب من خيوط ParM الشبيهة بالأكتين، الذي يدفع نمو البلازميدات إلى أقطاب الخلية. فقد استخدم جان لوي وزملاؤه مجهرية إلكترون العيِّنة المبرّدة؛ لتحديد بِنْيَة خيوط ParM عند استبانة قرب ذَرِّيّة في حالات مقيدة النوكليوتيدات مختلفة في المختبر. تكشف البِنَى عن كيفية التقاء الوحدات الفرعية (خيوط أولية، وخيوط كاملة) كلها معًا من خلال التفاعلات الطولية القوية، والجانبية الأضعف. يشكِّل ParM ثنائيات تتألف من مَغازل مضادّة



عِلْم التطور

تبديل نوع الجنس المحفَّز بواسطة المناخ

"التنين الأسترالي *Pogona vitticeps*، وهو يتجوّل بالقرب من بلدة يولو في المنطقة شبه القاحلة في غرب ولاية كوينزلاند".

حَدَثَتْ على مر العصور مراحل تطورية انتقالية في الزواحف، حيث اعتمد نوع الجنس على الوراثة، أو درجة الحرارة. وعملية تحديد الجنس هي العملية التنظيمية التي تقود التمايز بين الغدد التناسلية في الجنين في وقت مبكر؛ لتشكيل إمّا خصيتين، أو مبيضين. وعلى مدار السنوات السابقة، اقتُرحت آليّات مختلفة لشرح المراحل التطورية الانتقالية، بما في ذلك بيان لعملية تبديل الجنس. فقد قدّمَتْ كلير هوليلي وزملاؤها التقرير الأول لتبديل الجنس في الزواحف في البرية، المرتبط بالانتقال السريع بين الجنس المحدد وراثيًّا، أو بيئيًّا. لاحظ الباحثون عملية تبديل الجنس في التنين *Pogona vitticeps* عند النهاية الأكثر دفئًا في نطاق وجوده الجغرافي. وعندما تتزاوج الإناث، التي تبدل جنسها مع الذكور العادية، يتم فقدان نظام تحديد الجنس الكروموسومي، ويتم تأسيس عملية تحديد الجنس المعتمِدة على درجة الحرارة. وليس معروفًا ما إذا كانت التغييرات في تحديد نوع الجنس الناجمة عن التغييرات المناخية مفيدة، أم ضارة لعملية التكيف التطوري.

Sex reversal triggers the rapid transition from genetic to temperature-dependent sex

C Holleley *et al*

doi:10.1038/nature14574

الشكل أعلاه | التوزيع الجغرافي لتبديل الجنس في تجمعات الأنواع البرية من التنين الأسترالي (*P. vitticeps*). يشار إلى موضع الإناث ZZ مُبَدّلة الجنس (ZZF) عبر السنوات بالدوائر الحمراء (N = 11)، وإلى الإناث ZW العادية (الطبيعية) ZWf من خلال الدوائر السوداء (N = 72)، وإلى الذكور ZZ العادية (الطبيعية) ZZm من خلال الدوائر الرمادية (N = 48). وتشير الرسوم البيانية الدائرية إلى الارتفاع النسبي للإناث مُبَدّلة الجنس (ZZF)، وللإناث العادية (الطبيعية) ZWf في السنوات التي تجاوز فيها حجم العينة 15 أنثى متطابقة ظاهريًّا. إنّ الاتجاه الزمني مُوحٍ، ولكنه ليس ذا مغزى ($X^2 = 1.65$، d.f. = 2، P = 0.44).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

التوازي، وقد مضى الباحثون قدمًا لإظهار أن مثل هذه الثنائيات وفيرة في الخلايا البكتيرية.

Structures of actin-like ParM filaments show architecture of plasmid-segregating spindles

T Bharat *et al*

doi:10.1038/nature14356

فيزياء

تطبيق جديد للنقاط الكَمِّيّة

تعتمد غالبية أنواع الأجهزة المطيافيّة المجهرية الحالية على مرشحات التداخل وبصريات المقياس التداخلي الذي يحد من فعالية المطياف، ومداه، ودقة فصله. فقد طَوَّر جي باو، ومونجي باوندي مطيافًا مجهريًّا فعالًا وقليل التكلفة، يتغلب على كثير من تلك القيود باستبدال بصريات المقياس التداخلي بمصفوفة مرشح ماصّ ثنائي الأبعاد، يتكون من 195 نقطة كَمِّيّة تصادمية مختلفة ذات خصائص امتصاص تغطي نطاقًا طيفيًّا واسعًا، ويمكنها قياس الحيود الطيفيّة حتى نانومتر واحد. يشير هذا الأداء ـ جنبًا إلى جنب مع بساطة المنظومة، وسهولة التصنيع، والمجال للمزيد من التصغير ـ إلى تطبيقات ممكنة في مجالات استكشاف الفضاء، والمعدات الجراحية، والمعدات الإكلينيكية "للمختبَر على رقاقة".

A colloidal quantum dot spectrometer

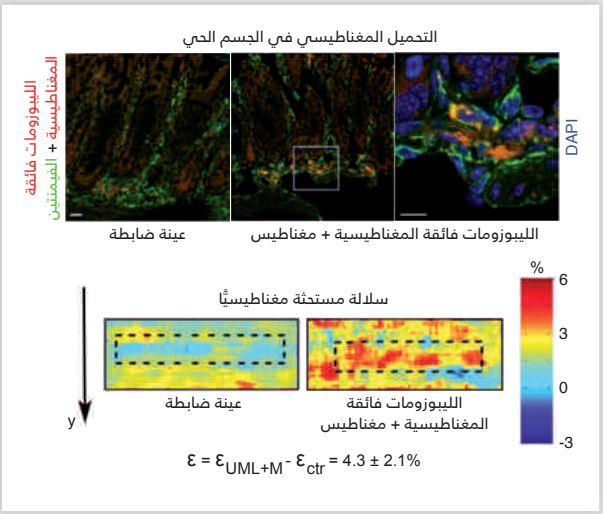
J Bao *et al*

doi:10.1038/nature14576

بيولوجيا الأنسجة

تنشيط البروتييز بالكالسيوم

تُوجَد المواقع النشطة لإنزيمات البروتييز في عمق داخل الغشاء في منتصف الطبقة الدهنية الثنائية. وهذا يعني أن الركيزة ـ وهي نطاق داخل الغشاء لبروتين غشائي متكامل ـ تحتاج إلى التغلب على حواجز مختلفة؛ لمغادرة البيئة الكارهة للماء من الغشاء الخلوي، ودخول الموقع النشط لإنزيم البروتييز. فقد أظهرت روزانا بيكر وسينيتزا أوربان أن إضافة الكالسيوم تؤدي إلى تنشيط بروتييز-4، وهو إنزيم يُوجَد داخل الغشاء الخلوي الذي يحتوي على بروتين EF، وهي ميزة موجودة في عائلة كبيرة من البروتينات المقيدة للكالسيوم. وحدَّد الباحثون أن موقع تقييد الكالسيوم يتكون من زوج من الحلقات السيتوبلازمية، كما أظهروا أن الكالسيوم يزيد من معدل التنشيط لإنزيم البروتييز، من خلال فتْح بوابة الركيزة الجانبية داخل الغشاء.



الشكل أعلاه | تحميل مغناطيسي مستقر لأنسجة القولون، لمحاكاة ضغط نمو الورم في الجسم الحي. أ، لوحظت الليبوزومات فائقة المغناطيسية UML الموسومة بالرودامين بعد الحقن بأسبوع واحد في الأنواع البرية من مستأصلات القولون. وعلى النقيض من الضوابط غير المحقونة، تتموضع في النسيج الضام بين الخبايا. المشاركة في تموضع الليبوزومات فائقة المغناطيسية UML (باللون الأحمر) مع الفيمنتين (باللون الأخضر (لوحظ في n=2 فئران، في 200 من الخبايا التي تم تحليلها.مقياس البار، 10 ملم. **ب**، صور خريطة سلالة النوع البري من القولون بعد حقن الليبوزومات فائقة المغناطيسية UML بأسبوع واحد. متوسط ضغط السلالة المحلية للقولون من النوع البري الممغنط (تم قياسه في n=6 فئران) ـ بالمقارنة بالقولون غير الممغنط (تم قياسه في n=3 فئران) ـ هو ε=4.3±2.1%.

علْم الأورام

تعجيل نمو الوَرَم بالضغط الميكانيكي

في حين تم اكتشاف العديد من مسارات التأشير المكوِّنة للأورام، لا يُعرف سوى القليل عن الكيفية التي يسهم بها التحفيز الميكانيكي في تكوُّن الأورام. يوضح إيمانويل فارج وزملاؤه ـ في نموذج الفأر ـ وجود صلة بين الضغط الميكانيكي، وتنشيط مسار بيتا-كاتينين، وهو عامل معروف أنه يتسبَّب في الإصابة بسرطان القولون. وفي مناورة تقنية بارعة بشكل خاص، وَلَّد الباحثون حويصلات فائقة المغناطيسية، يمكن توصيلها إلى أنسجة قولون الفأر، حيث يتم تحفيزها لممارسة ضغط يحاكي الضغط الملاحَظ أثناء المرحلة المبكرة مِن تطوُّر الوَرَم. وقد لوحظ أن هذا التلاعب بمفرده ينشط المسار المكوِّن للأورام بيتا-كاتينين في الأنسجة غير الوَرَميّة، المحيطة بالأنسجة الظهارية، الخاضعة للإجهاد الميكانيكي، الناجم عن ضغط النمو الميتوزي.

Mechanical induction of the tumorigenic β-catenin pathway by tumour growth pressure

M Fernández-Sánchez *et al*

doi:10.1038/nature14329

Cytosolic extensions directly regulate a rhomboid protease by modulating substrate gating

R Baker *et al*

doi:10.1038/nature14357

علْم المناخ

ألفيّة المناخ الأطلسي الشمالي

يُعَدّ فهم التقلُّبات المناخية عقدية النطاق بمناطق شمال الأطلسي هدفًا رئيسًا في علوم المناخ، حيث تلعب ديناميّات الغلاف الجوي دورًا حاسمًا، يهيمن عليه التذبذب في شمال الأطلسي (NAO). ويقدِّم بابلو أورتيجا وزملاؤه نموذجًا لدراسة تذبذب شمال الأطلسي للألفية الماضية، وهو ما يكشف عن وقوع أطوار التذبذب الموجبة، التي حدثت أثناء القرنين الثالث عشر، والرابع عشر، وليس خلال العصور الوسطى بأكملها. ويتسق ذلك مع النظرية المشتقة من نمذجة الترصُّد الحديث، حيث أوضح النموذج بيانات موجبة لتذبذب شمال أطلسي أثناء عامين وقعا بعد اندلاع بركاني كبير في أماكن متعددة.

A model-tested North Atlantic Oscillation reconstruction for the past millennium

P Ortega *et al*

doi:10.1038/nature14518

أحياء جزيئية

بِنْيَة مركَّب سبليسيوزوم جوهري

إن مركَّب tri-snRNP هو المركَّب المركزي المنخرط في تقطيع وتضفير الحمض النووي غير المرمّز. يحتوي هذا المركَّب على ثلاثة أحماض نووية ريبيّة صغيرة، وأكثر من 30 بروتينًا. وقد حدَّد كيوشي ناجاي وزملاؤه بِنْيَة هذا المركَّب بواسطة مجهر الإلكترون لفحص العينة بالتبريد وحيد الجسيمات. وكانت الاستبانة كافية للكشف عن المناطق المنخرطة في فك الطَّيّ، ومحاذاة الإكسون والتحفيز، بشكل لم يسبق له مثيل.

The architecture of the spliceosomal U4/U6.U5 tri-snRNP

T Nguyen *et al*

doi:10.1038/nature14548

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

صندوق الأدوات

أجهزة كمبيوتر تقرأ السجل الأحفوري

يأمل علماء الحفريات في أن يتمكن برنامجٌ ما من بناء قواعد بيانات بصورة مباشرة من الأوراق البحثية.

ILLUSTRATION BY THE PROJECT TWINS

إوين كالاواي

من الطبيعي أن يتطلع عِلْم الحفريات بشغف إلى تنظيم تسجيل بياناته، حيث إنه علم قائم على تأريخ وتسجيل أحداث الماضي. فقد نظمت متاحف التاريخ الطبيعي الفيكتورية معروضاتها بعناية ودقة، باستخدام بطاقات مكتوبة بخط اليد، لا تزال موجودة إلى يومنا هذا. وعلى مدى الخمسة عشر عامًا الماضية، قام الباحثون إجمالًا بإدخال سجلات لأكثر من مليون حفرية في قاعدة بيانات على الإنترنت، مما سمح لهم بتتبع الاتجاهات العامة في تاريخ الحياة. وفي الوقت الحالي، يقوم علماء الحفريات باستكشاف استخدام خوارزميات آلية، يمكنها استخلاص بيانات الحفريات من أوراقهم البحثية، وتسجيلها في قاعدة البيانات تلقائيًّا.

في هذا الصدد يقول شانن بيترز، وهو عالم حفريات في جامعة ويسكونسن-ماديسون، ومشارك في قيادة جهود لاستخدام البرمجيات في استخلاص المعلومات من عشرات الآلاف من الأوراق البحثية الخاصة بعلم الحفريات: "إنني مقتنع تمامًا بأن هذا هو المستقبل، كما أن بناء قاعدة بيانات في حد ذاته، سيكون شيئًا من الماضي. سيتم توليد قواعد البيانات بصورة ديناميكية، استنادًا إلى الأسئلة التي تهتم بها، وستقوم الآلة بالجزء الصعب."

ينبغي على بيترز أن يكون أكثر العارفين بذلك، فهو الباحث الرئيس في مشروع "قاعدة بيانات الأحياء القديمة" PBDB (paleobiodb.org)، حيث تسجل قاعدة البيانات بالتفصيل عُمْر، ومكان، وهوية حفريات تعود إلى 1.2 مليون عام. ومنذ إطلاق قاعدة البيانات في عام 1998، أمضى الباحثون تقريبًا 80 ألف ساعة ـ أي ما يعادل 9 سنوات متواصلة ـ في إدخال بيانات من بحوث ميدانية أصلية، والتعليق عليها، وهذا من 40 ألف ورقة بحثية تقريبًا. ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

وقد أنتج مشروع "قاعدة بيانات الأحياء القديمة" المئات من الأوراق البحثية، وسمح لعلماء الحفريات بالتعامل مع أسئلة كانت من الممكن أن تظل بلا إجابة، وذلك في موضوعات تتراوح من معدلات الانقراض عبر العصور، إلى اختفاء بعض أنواع الديناصورات.

"قاعدة بيانات الأحياء القديمة" هي قاعدة بيانات صممها حوالي 380 عالمًا برفع 560 ألف رأي منشور، بخصوص تصنيفات 320 ألف اسم تصنيفي. وكان بيترز قد اعتراه الفضول حول معرفة إمكانية تجميع قاعدة البيانات مثل هذه، بصورة آلية بواسطة كمبيوتر. لذا.. ففي عام 2013، بدأ بيترز مجهودًا تعاونيًّا مع ميرون ليفي، وكريس ري، حيث كانا عالِمَي بيانات بجامعة ويسكونسن-ماديسون في ذلك الوقت (انتقل ري منذ ذلك الحين إلى جامعة ستانفورد في كاليفورنيا). وكان ري قد قام بتطوير برنامج يُسمى "ديب دايف" DeepDive، وهو برنامج ينقِّب في النصوص المكتوبة ـ على سبيل المثال.. الكلمات المكتوبة في ورقة بحثية ـ ويستخرج منها الحقائق. وتنقيب النصوص ـ أو تنقيب المحتوى ـ يُعَدّ الآن أداة شائعة في علوم الحاسب، التي أضحت لها استخدامات في مجالات بحثية متعددة، تتراوح من الجينوم إلى اكتشاف الأدوية. وقد راقت لري فكرة التنقيب النصي في أدبيات علم الحفريات، وأحد أسباب ذلك أن مشروع "قاعدة بيانات الأحياء القديمة" يقدم قاعدة بيانات بشرية التجميع، يمكن مقارنتها مع نظيرتها المولَّدة بالكمبيوتر.

تحليل الماضي

يبدأ برنامج "ديب دايف" في تحليل الأوراق البحثية بطريقة مألوفة لأي شخص لا زال يتذكر دروسه الأولى في النحو. يقول ري في وصف البرنامج: "هو يأخذ تلك الأوراق البحثية، ويحولها إلى نص"، حيث يحاول البرنامج الإجابة على أسئلة معينة، مثل: "ما هو الاسم، وما هو الفعل، وكيف يمكنك عمل رسم تخطيطي لجملة؟". في الخطوة التالية يحاول برنامج "ديب دايف" التنبؤ بالمفاهيم المخزَّنة في تلك الجُمَل (على سبيل المثال، في حالة علم الحفريات، وأسماء الحفريات، وأماكن العثور عليها)، ويعيِّن قيمةً احتمالية لمدى صحة كل منها. النتيجة في العادة هي برنامج "غير متكامل في العديد من النواحي، ولكنه يُشرِك كل العلماء المتخصصين" حسب قول ري.

قضى بيترز حوالي عام في تنقيح النسخة الأولى من البرنامج، بحيث يتمكن ـ على سبيل المثال ـ من معرفة أين يمكنه أن يستخرج الأوراق البحثية الخاصة بعلم الحفريات، والأسماء الخاصة بالأنواع الجديدة، والأماكن الجغرافية التي تم العثور عليها فيها. يصف ري العملية بأنها تمت "ذهابًا وإيابًا" مع بيترز، وأنها تطلبت من فريقه من علماء البيانات الإتيان بحلول حاسوبية مخصصة، من أجل جعْل الطلبات ممكنة التنفيذ. ويضيف بهذا الشأن: "أود القول إن الإجابة هي أن الناس بإمكانهم الضغط على زر، لاستخدام البرنامج وتشغيله، بدون أن يكونوا بحاجة إلينا"، ولكن ذاك هدف لم يحققه فريقه بعد.

وبغرض إثبات المبدأ، استخدم بيترز وكريس ري برنامجًا مخصصًا، أطلقا عليه "باليو ديب دايف" PaleoDeepDive في إنشاء نسخة مصغرة من "قاعدة بيانات الأحياء القديمة"، عن طريق التنقيب في نصوص حوالي 12 ألف ورقة بحثية. يقول بيترز إن قاعدة البيانات المولَّدة باستخدام الكمبيوتر تفوقت على "قاعدة بيانات الأحياء القديمة" في بعض النواحي، نظرًا إلى أن كل معلوماتها تأتي بقيمة احتمالية مسندة، ويتم ربطها بالنص الأصلي كذلك. ويتحدث بيتر بشأن هذا قائلًا: "الجهاز واضح حقًّا حول مسألة عدم اليقين، عندما يكون هناك غموض، أو اختلافات بين المستندات والمؤلفين". كما استطاع برنامج "باليو ديب دايف" استخلاص 192 ألف رأي عن الأسماء التصنيفية من الأوراق البحثية، بينما وجد البشر القائمون على "قاعدة بيانات الأحياء القديمة" 80 ألفًا فقط.

لم يكن برنامج "باليو ديب دايف" سيئًا فيما يتعلق بتنظيم هذه المعلومات كذلك، حيث ذكر ري وبيترز في ورقة بحثية نُشرت في ديسمبر 2014 أن نسبة 92% من الجُمَل في عيِّنة عشوائية من 100 جملة مأخوذة من قاعدة البيانات المولَّدة بواسطة الكمبيوتر كانت صحيحة، وهو ما يماثل دقة "قاعدة بيانات الأحياء القديمة"، على حد قولهم (S. E. Peters *et al*. *PLoS ONE* **9**, e113523; 2014). وحصلت قاعدتا البيانات على تقييم متشابه كذلك في تجربة أخرى، عندما تم تقديم خمسة مستندات إلى العلماء، وطُلب منهم تقييم مدى دقة الحقائق المستخلَصة منها بواسطة مشروع "قاعدة بيانات الأحياء القديمة"، وبواسطة الكمبيوتر. والأمر الأكثر جذبًا للانتباه هو أنه عندما تم استخدام برنامج "باليو ديب دايف" في تقدير معدلات تنوع وانقراض الأنواع على مدى 500 مليون عام مضت، أتى البرنامج بمعايير مماثلة لتلك التي تم تحديدها بواسطة "قاعدة بيانات الأحياء القديمة".

«من المخيف قليلًا أن يستمر ازدياد تحسُّن الآلات إلى هذه الدرجة».

يقول مارك أوهين، وهو عالم حفريات في جامعة جورج ماسون بفيرفاكس، في ولاية فيرجينيا، وعضو المجلس التنفيذي لمشروع "قاعدة بيانات الأحياء القديمة": "من المخيف قليلًا أن يستمر ازدياد تحسُّن الآلات إلى هذه الدرجة. فهذا من الأشياء التي سيتوجب علينا اعتيادها". وفي السياق نفسه يضيف جوناثان تينانت: "أعتقد أنه أحد أفضل الابتكارات التي حصل عليها علم الحفريات منذ وقت طويل جدًّا"، وهو عالِم حفريات في إمبريال كوليدج، في لندن، حيث يستخدم تينانت "قاعدة بيانات الأحياء القديمة" بصورة يومية، ويعتقد أن تنقيب النصوص وسيلة مفيدة لتجميع قدر كبير من البيانات، من أجل الفحص اليدوي اللاحق، ولكنه لا يعتبره بديلًا كاملًا لقواعد البيانات بشرية التجميع، مثل "قاعدة بيانات الأحياء القديمة"، حيث يضيف: "لا أرى أن الآلات يمكن أن تحلّ محلّ البشر، وأعتقد أنه من المهم الإبقاء على الجانب البشري في عملية التحليل".

هذا.. ويبدو أن جون ألروي ـ وهو عالم حفريات في جامعة ماكواري، الواقعة في سيدني، أستراليا، وشارك في مشروع تأسيس "قاعدة بيانات الأحياء القديمة"، ولكن لم يعد منتسبًا إليه ـ أقل إيمانًا بجدوى تنقيب النصوص، حيث يقول إن برنامج "ديب دايف" يميل إلى المبالغة في تقدير الفترة الزمنية التي تواجدت خلالها الأنواع، مما يؤدي إلى تقديرات خاطئة حول تنوعها. ويرى أن السرعة هي الميزة الوحيدة لبرنامج تنقيب النصوص. ويضيف ألروي: "ولكن ليست هناك حاجة إلى السرعة في هذه الحالة، لأن "قاعدة بيانات الأحياء القديمة" شمولية للغاية بالفعل، ولذا.. يمكنها الإجابة على أغلب الأسئلة التي قد ترغب في معرفة إجاباتها، وهذا يفسر توليدها للعديد من المنشورات العلمية".

إحباطات تنقيب النصوص

يقول بيترز إنه سيستخدم قاعدة البيانات المولَّدة بواسطة الكمبيوتر كملحق لـ"قاعدة بيانات الأحياء القديمة" البشرية التجميع، ولكنه يضيف أن قلة عدد مستنداتها في الوقت الحالي تجعل منها إضافة ذات فائدة قليلة بالنسبة إلى علماء الحفريات، ولذلك.. رغب في أن يسمح لـبرنامج "باليو ديب دايف" بالغوص في عدد أكبر من الوثائق، ولكنه لم يمتلك الإذن القانوني للقيام بذلك. كما اكتشف منقِّبو النصوص الآخرون أن العديد من ناشري المقالات المدفوعة يبدون الحذر بشأن السماح للباحثين بالتنقيب في أوراقهم البحثية، حتى وإنْ كانوا يمتلكون حق الوصول القانوني إليها. ولهذا السبب.. يميل الناشرون إلى وضع قيود على كيفية نشر وإعادة استخدام نتائج تنقيب النصوص، وفي العادة يضعون حدًّا لعدد الأوراق البحثية التي يمكن للباحثين تحميلها في المرة الواحدة (انظر: *Nature* **483**, 134–135; 2012). ويتحدث تينانت في هذا الصدد قائلًا: "لا أستطيع التفكير في عالِم حفريات واحد حصل على 40 ألف ورقة بحثية تحت تصرفه، على الأقل بصورة قانونية".

قضى بيترز وليفي شهورًا في محاولة لعقد صفقة مع ناشر علمي، هو ناشر (دورية "إلسفير")، من أجل الحصول على حق الوصول إلى آلاف من الأوراق البحثية. ويقول بيترز في هذا السياق: "هذا هو الواقع المحبِط للأشياء الآن: لدينا قدرات متطورة في مجال القراءة الآلية آخِذة في الظهور، والعقبة الفاصلة تتمثل في الحصول على المستندات في مكان واحد، من أجل تحليلها". يعمل بيترز مع زملائه على تجميع وتحليل الوثائق، من أجل تغذية برنامج "باليو ديب دايف" بها، بالإضافة إلى أداة برمجية أخرى ذات صلة تخصّ أدبيات علوم الأرض، يُطلق عليها "جيو ديب دايف" GeoDeepDive. وفي هذه الأثناء، يعمل ري مع خبراء في مجالات أخرى على استخدام برنامج "ديب دايف" في التنقيب في مستندات تخص تطوير العقاقير، وعلم الوراثة، والإتجار في البشر.

يرغب كثيرون من علماء الحفريات أيضًا في جعل العثور على البيانات في أوراقهم البحثية أسهل، ولهذا.. يدعون إلى توصيف الأوراق البحثية بصورة ممنهجة أكثر تنظيمًا في المستقبل. يقول تينانت: "إذا بدأنا في امتلاك أوراق بحثية يخضع فيها كل شيء لمعايير قياسية، سنتمكن حينها من قراءة ومعالجة تلك البيانات بسهولة مطلقة". ويضيف أوهين في السياق نفسه: "أعتقد أن هناك نوعًا من التحول الثقافي، يجري في علم الحفريات، حيث يهتم الناس بتجميع البيانات، ويسعون بإصرار على الوضوح التام لمكان وجود الحفريات".

على الرغم من هذه التحديات.. يرى العديد من علماء الحفريات أن تنقيب النصوص هو مستقبل مجالهم. "إنّ قيام طلبة الدراسات العليا ودراسات ما بعد الدكتوراة بإعادة إدخال يدوية لمعلومات منشورة بالفعل في قاعدة بيانات قائمة هو مضيعةٌ للوقت بلا شك"، حسب قول روس ماونس، وهو عالِم حفريات بمتحف التاريخ الطبيعي في لندن، ويَستخدِم تنقيب النصوص في تتبُّع الكيفية التي يتم بها استخدام عيِّنات المتحف التي يبلغ عددها 80 مليون عينة، في الأوراق البحثية. ويأمل بيترز في أن جهودًا مثل برنامج "باليو ديب دايف" ستسمح له ولزملائه بتوفير المزيد من الوقت لتوليد البيانات، بدلًا من قضاء أيامهم في تنظيم البيانات التي يمتلكونها بالفعل، حيث يقول: "أرى أن أنظمة القراءة الآلية تخفف أعباءنا قليلًا، وتتيح لنا فرصة العمل الميداني، وداخل المتاحف." ■

إوين كالاواي يكتب لدورية *Nature* من لندن.

تصحيح

ذكر مقال صندوق الأدوات "كيف تختار مِنَصَّتك السحابية"، المنشور في عدد يوليو الماضي (*Nature* **522**, 115-116; 2015) ـ عن طريق الخطأ ـ أن موقع مركز تكساس للحوسبة المتقدمة هو سان أنطونيو، والصواب أنه موجود في أوستن.

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مهن علميـــة

ترحال مِن الممكن أن يثمر تغيير قصير المدى عن مشروعات تعاون واسعة النطاق، وموارد طويلة الأجل **ص. 81**

أبحاث تمريض الوقت الذي يقضيه الممرِّضون بجوار المرضى يجعلهم الأكفأ لإجراء أبحاث فعّالة عن نوعية الحياة **ص. 84**

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **arabicedition.nature.com/jobs**

LEONTURA/GETTY

عمـود
أَعِـدْ ضَبْـط مُخَّـــك

يوضح **كريستوفر تايلور** أن قَدْرًا من التأمل الذاتي يمكنه أن يدفع العلماء نحو مِهَن خارج المختبر.

في العام الماضي، كما علمتُ لاحقًا، كان كلايتون بولت ـ وهو باحث في مجال السرطان في مرحلة ما بعد الدكتوراة ـ يمر بيوم عصيب، حيث لم تثمر التجارب التي أجراها على مدار عدة أسابيع عن شيء، سوى نتائج محدودة، ولم تكن المستنبَتات الخلوية الخاصة به تنمو، كما أنّ عيِّناته قد اختلطت أثناء إجرائه تحليل «لطخة ويسترن»، ولم تكن لديه عيِّنات احتياطية. ومثلما يفعل بولت ـ كالمعتاد ـ في مثل تلك الأيام الصعبة، بدأ في حوار داخلي؛ لبث الحماس في نفسه، حيث كان يعدّ العدة لبناء مستقبله في مهنة بحثية يمكنها أن تساعده على إشباع حُبِّه للعلوم.

وبينما أخذ بولت في استعراض الجوانب الإيجابية في عمله، أدرك حقيقة مدهشة، هي أنه لم يكن على يقين مما إذا كان يريد بالفعل مواصلة العمل في مجال البحث الأكاديمي، أم لا. وللمرة الأولى في حياته.. سأل بولت نفسه سؤالًا يخطر ببال أغلب المتدربين في مجال الطب الحيوي عندما يفكرون في مستقبل مشوارهم المهني: «ما هي الخطوة التالية؟»

وفي سعيه لحل تلك المعضلة، لجأ بولت إليَّ من أجل الاسترشاد برأيي. وبحُكم وظيفتي كمدير مساعد لمركز التطوير المهني وريادة الأعمال بمركز إم دي أندرسون للسرطان في هيوستن بولاية تكساس، أُتيحت لي الفرصة لتقديم النصح والتوجيه لمئات المتدربين في مجال الطب الحيوي، الذين يتشككون ـ مثل بولت ـ في مدى ارتباطهم بالحياة الأكاديمية. وكما أفعل مع جميع مَن هُم في موقفه نفسه، فقد نصحته بأن يضع لنفسه ما أسميه «إطار استكشاف المسار المهني»، وذلك عن طريق أربع خطوات رئيسة، تتلخص في: فهم الذات، ومعرفة الخيارات المتاحة، والتعرف على أي ثغرات في معلومات المرء أو خبراته، وأخيرًا.. تدشين خطة الانطلاق. ورغم أن تلك الخطوات قد تبدو غاية في التبسيط، فإن كل خطوة منها لها أهميتها، وتعتمد على ما تسبقها.

على سبيل المثال.. كان بولت يدرك أنه يستمتع بالكتابة والحديث بشأن العِلْم مع غير العلماء، وفي عام 2011، قام بإطلاق مدوَّنة، يطرح فيها مسائل وموضوعات علمية على مجتمع شبكة الإنترنت، كما بدأ بالفعل في تكوين قاعدة من القراء، يشارك أفرادها في تلك المناقشات؛ وهو الأمر الذي طفا على السطح أثناء حديثنا معًا عن التحديات التي واجهت مسيرته الوظيفية، والمكانة التي كان يرى فيها نفسه، بعد التدريب الذي حصل عليه. لذا.. قمنا معًا بوضع إطار عمل؛ لمساعدته في استيضاح نقاط القوة لديه، وتحسين قدرته على الترشح لوظيفة في مجال التواصل، ربما تتوافق مع اهتمامه بالعلوم وشغفه بها.

يعمل بولت حاليًّا كأخصائي اتصالات في مركز إم دي أندرسون، ويكتب مقالات رأْي، ونشرات صحفية، ورسائل ترويج، ومنشورات، مدوَّنات، دعمًا لقسم الوقاية من السرطان وعلوم المجتمعات البشرية بالمعهد. ويقول بولت: «لا شك أن الطريق خارج مجال البحث الأكاديمي ليس ممهدًا تمامًا، فنحن قطعًا لم نتدرب عليه، لكن إنْ وجدتَ شيئًا يثير حماسك، فلا تَخَفْ من أن تَدَعَه يقودك إلى المجهول».

ويُعَدّ بولت مثالًا جيدًا لشخص نجح في عبور الجسر المؤدي من بحوث المختبَر إلى خارج الحياة الأكاديمية. فالشكوك التي تنتاب المرء بشأن مساره الوظيفي يمكنها أن تؤدي إلى إعاقة حركة أي باحث من بين آلاف الباحثين الذين يباشرون البرامج التدريبية الخاصة برسائل الدكتوراة، وبحوث ما بعد الدكتوراة في وقتنا الحالي. وباتِّباع خطَّتي المكونة من أربع خطوات؛ يستطيع العلماء وضْع إطار عمل لاستكشاف المسار المهني المناسب لهم خارج الحياة الأكاديمية.

اعرف نفسك

قد تكون الخطوة الأولى صعبة، فبناء إطار عمل شخصي يتطلب التأمل والتفكُّر؛ ووضْع تصوُّر صريح لحياتك. ويمكن للمتدربين في مجال الطب الحيوي رؤية هذه الخطوة بوصفها وسيلة لتحديد «الحمض النووي المهني» الخاص بهم، الذي يتضمن: سمات الشخصية، والقيم الأساسية، والتعليم والتدريب الفني، وخبرة العمل، والمهارات الشخصية، والمنجزات، والخبرة الحياتية الإجمالية (انظر: «ارسم خريطة الحمض النووي المهني الخاص بك»).

يمكن للباحثين استخدام وسائل وأساليب مختلفة، لوضْع مخطط لكل جانب من تلك الجوانب، فعلى سبيل المثال.. خوض اختبار مؤشر «مايرز-بريجز» Myers-Briggs لتحديد نمط الشخصية (انظر: go.nature.com/rh7koz) يمكنه مساعدة العلماء في تحديد نقاط التميز ونقاط القوة ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

ارسم خريطة الحمض النووي المهني الخاص بك

يمكن للعلماء إنشاء إطار لاستكشاف المسار المهني؛ لمساعدتهم على تحديد فرص المسارات غير الأكاديمية المتاحة أمامهم، التي تتوافق مع الحمض النووي المهني الخاص بهم. ويمكن أن يتضمن دليل القواعد الخاصة بهذه المسألة ـ على سبيل المثال ـ المهام الوظيفية المرجوة، أو خصائص بيئة العمل، أو الاهتمامات المهنية، أو قطاعات العمل المحددة.

يتولى الحمض النووي المهني وَضْع خريطة تبين خلفية المرء، وسماته، ومواهبه، إضافة إلى تشكيل جوانب إطار العمل ككل.

- المهام
- القدرات
- التعليم
- المعرفة
- نمط الشخصية
- المبادئ

مهام الوظيفة
- إدارة المشروعات
- بناء فرق العمل
- الكتابة العلمية
- التفكير التحليلي
- تطوير سبل التعاون

بيئة العمل
- تتمركز حول الفريق
- مبتكرة، أو مبدعة
- لها هدف ورسالة
- معايير أخلاقية عالية
- التواصل مع الجمهور

الاهتمامات المهنية
- فرص التقدم
- دعم النمو المهني
- مرشد أو مشرف الجودة
- الأنشطة الخارجية
- الشبكة العالمية

التخصص الفرعي أو القطاع
- المستحضرات الصيدلانية الحيوية
- الأجهزة، أو التشخيصات
- الاستشارات
- القانون
- إدارة الموارد المالية الاستثمارات

◀ والضعف لديهم، وقدراتهم على التكيف الاجتماعي. وهناك خيار آخر، يتمثل في وضع قائمة ملاحظات تحدد المهارات القابلة للنقل عبر بيئات عمل مختلفة، وتتضمن ـ على سبيل المثال ـ قدرات التواصل والتفاوض، وإدارة المشروعات. ويجب أيضًا على العلماء وضع سجل تفصيلي بالالتزامات والوظائف التي يضطلعون بها في المختبرات.

من المهم توضيح تلك السمات وتفصيلها كتابةً، لأنها تساعد على تشكيل خريطة الحمض النووي المهني، التي سوف تصبح جزءًا من إطار العمل الخاص بالمتدرب. وبدون هذه الرؤية الشمولية، سوف يكون من الصعب على العلماء تحديد ثغرات مهاراتهم، أو خبراتهم. وتبيِّن تلك المعلومات إمكانية المتدرب الراهنة للترشح لوظيفة ما، وتكشِف أيضًا عن أفضليّات المهام المتعلقة بالوظيفة المعنيّة، وبيئات العمل، وغيرها من العوامل المحددة التي ربما يرغب المتدربون في إدراجها ضمن أي وظيفة مستقبلية.

وقد قمتُ بتطوير مجموعة من التدريبات، تهدف إلى توجيه الأشخاص وإرشادهم نحو فهم الذات. ومن بين تلك التدريبات.. تدريب «العشرين كلمة»، وهو يساعد العلماء على تلخيص هوياتهم المهنية والشخصية، وتوضيح خرائط الحمض النووي المهني الخاصة بهم بالتفصيل. وفي ذلك التدريب يطلب العالِم من عدد يتراوح بين 8 و12 شخصًا من المقربين ـ مثل الأصدقاء، وأفراد الأسرة، والزملاء، والمشرفين ـ اختيار 20 كلمة لوصف شخصيته. وتُلْقِي تلك القوائم الضوءَ على الآراء الإيجابية والسلبية، التي ربما قد تكون هناك حاجة إلى التأكيد عليها، أو التخفيف من حِدَّتها أمام أصحاب الأعمال أثناء البحث عن وظيفة. وتقوم الأوصاف الشائعة أيضًا بقياس مدى ثبات العالِم الشاب عبر البيئات المهنية والشخصية. ومن هنا، يكون للعلماء قاعدة انطلاق، يمكنهم البدء من خلالها في استكشاف الخيارات المهنية المطروحة أمامهم.

استوعِبْ خياراتك

في الوقت الراهن، بدأت تتقلص الفرص المتاحة أمام الباحثين في مجال الطب الحيوي للحصول على وظيفة أكاديمية تنتهي بالتثبيت في بداية حياتهم المهنية، وما زالت الطبيعة التنافسية تسيطر على التمويل الفيدرالي في الولايات المتحدة. وهناك وثائق عديدة تؤكد على تلك الحالة من عدم التوازن بين العرض والطلب (انظر: go.nature.com/aq8qlu). في عام 2011، على سبيل المثال، قامت معاهد الصحة الوطنية الأمريكية بإنشاء لجنة للقوى العاملة؛ من أجل البحث في مدى استدامة البحوث الطبية الحيوية. وفي فبراير الماضي، ألقت سالي روكي ـ الرئيس المشارك في اللجنة، ونائب مدير البحوث الخارجية بمعاهد الصحة الوطنية الأمريكية ـ محاضرة في مركز إم دي أندرسون بخصوص الموقف الذي يواجهه طلاب الدكتوراة.

أوضحت روكي أنه في عام 2012 كان هناك ما يقرب من 145 ألفًا من الخريجين الحاصلين على الدكتوراة في مجال الطب الحيوي، يشغلون وظائف بدوام كامل في الولايات المتحدة، وكان هناك عدد مقارب من باحثي ما بعد الدكتوراة وطلاب الدكتوراة في انتظار الحصول على وظيفة. ورغم أن البطالة كانت في أدنى معدلاتها فيما يخص باحثي الدكتوراة في مجال الطب الحيوي، إلا أنّ أقل من نصف الباحثين الذين يشغلون وظائف بدوام كامل كانوا يقومون بإجراء بحوث أكاديمية، أو يعملون بالتدريس، وكانت نسبة قليلة منهم فقط تعمل في وظائف دائمة، تنتهي بالتثبيت.

«إنْ وجدتَ شيئًا يثير حماسك، فلا تَخَفْ من أنْ تَدَعَه يقودك إلى المجهول».

ولا ينبغي أن يستسلم المتدربون لليأس، فوظائف مجال الطب الحيوي لا تقتصر على البحوث الأكاديمية فحسب؛ حيث يمكن للعلماء الاستفادة من الحمض النووي المهني الخاص بهم ـ والمكتشَف حديثًا ـ لإيجاد خيارات مهنية مناسبة غير أكاديمية. وعلى الرغم من أن هؤلاء العلماء يقضون في المعتاد سنوات عديدة في صقل مهاراتهم البحثية العلمية في تخصُّص ضيق، فهناك الكثير من تلك القدرات - مثل مهارات تحليل البيانات، وحل النزاعات، وكذلك مهارات العرض جميعها - قابل للتطبيق في عدد كبير من المهن والوظائف خارج المجال الأكاديمي.

تَعَرَّف بولت على فوائد تلك المهارات القابلة للنقل عندما كان يستعد للانطلاق في مساره المهني الجديد، ويقول عن ذلك: «من بين الأمور التي أثارت قلقي بشدة مسألة ما إذا كنتُ قد أهدرت خمس سنوات في الحصول على درجة الدكتوراة، لكني أدركت أن التدريب الذي حصلت عليه أسهَم في تطوير بعض مهاراتي التي لم أكن حتى على دراية بها، مثل المثابرة، وإدارة المشروعات، والتواصل». ويذكر بولت أنه بعيدًا عن التعرف على تلك القدرات، فإن التحدي الآخَر الذي يواجه العلماء في بداية مشوارهم يتمثل في العثور على وظيفة، يستطيعون من خلالها مواصلة إشباع حبهم للعلوم.

توجد خيارات متعددة للوظائف عبر مجالات الطب الحيوي والعلوم الحيوية، تضم ـ على الأقل ـ عشرة قطاعات، هي: المستحضرات الصيدلانية الحيوية، والأجهزة والتشخيصات، والاستشارات، والقانون، وإدارة الموارد المالية والاستثمارات، والشؤون الحكومية، والمنظمات غير الربحية، والتعليم، والرعاية الصحية، والصحافة والإعلام. وعندما يحصر العلماء ميزاتهم في تخصصات محددة، سيصبحون أكثر استعدادًا للتقدم نحو الخطوة الثالثة في وضع إطار العمل، ألا وهي العمل على سد أي ثغرات في بنائهم المعرفي.

تعرَّفْ على الفجوات

في هذه الخطوة يجب على علماء الطب الحيوي أولًا البحث عن هيئات التجارة المحلية والقومية والدولية، والعضويات المتاحة للأفراد، والشركات الكبرى، والوظائف التي توجد في كل قطاع من تلك القطاعات. وسوف يتيح التمعُّن في تلك الشبكات للمتدربين فَهْم الخبرات والمهارات التي سوف تمنحهم قدرات تنافسية للوظيفة، ومن ثم سوف تبرز لهم أي ثغرات محتمَلة في الجوانب التي قد يحتاجون إلى العمل عليها.

عند قراءة توقعات أصحاب الأعمال، من المهم عدم التركيز على المسمَّيات الوظيفية، وإنما يجب التركيز على المهام والمسؤوليات، وبيئة العمل، والجوانب البعيدة عن الدرجات العلمية أو المهارات الفنية. فربما تَستخدِم الشركات المختلفة أشكالًا متنوعة من المسمَّيات الوظيفية لوظيفة تتضمن المسؤوليات نفسها، ومن ثم فإن البحث عن وظيفة «عالِم أبحاث» عبر شبكة الإنترنت يمكن أن يستبعد وظائف ذات مهام مماثلة، ولكن بمسمَّيات مختلفة. وسوف يكتشف المتدربون الباحثون عن وظيفةٍ أن تخصصات كثيرة تقوم حاليًّا بطلب وظائف مشابهة، فمثلًا يمكن أن تكون قطاعات المستحضرات الصيدلانية الحيوية، والأجهزة والتشخيص، والرعاية الصحية تبحث جميعها عن «أخصائي ضمان الجودة».

وإضافة إلى ذلك.. يمكن للمتدربين تحديد الثغرات من خلال فحص إعلانات الوظائف، وإقامة شبكات علاقات، من خلال تبادل أطراف الحديث على هامش جلسات القهوة، ووجبات الغذاء، والمقابلات التعريفية مع القادة والتنفيذيين في التخصصات ذات الأهمية لهم. ومن المهم أيضًا حضور الاجتماعات ذات الصلة في ذلك القطاع، بما فيها المؤتمرات والاجتماعات الخاصة بالهيئات التجارية والصناعية. ويهدف المتدرب إلى التحدث إلى أصحاب الأعمال والمديرين في المجال؛ من أجل تكوين صورة واضحة عن الحد الأدنى المطلوب من المؤهلات، وكذلك من أجل تقييم كيف تلبِّي مهاراته ومعرفته وخبرته تلك المتطلبات.

ويمكن للعلماء استكمال مؤهلاتهم ـ متسلّحين بتلك المعلومات ـ من خلال استغلال الدورات التدريبية في مؤسساتهم، سواء أكانت في قاعات، أم عبر شبكة الإنترنت، إلى جانب مجتمعات الإنترنت ـ كموقع «لِينْكِد إنْ»، على سبيل المثال ـ التي تصل أعضاء مهنة واحدة أو تخصُّص معين بعضهم البعض. وفور نجاح هؤلاء العلماء في توطيد قدرتهم التنافسية بهذه الأساليب، يمكنهم حينئذ البدء في صياغة طلبات التوظيف الخاصة بهم.

خطة الانطلاق

رغم أن درجة الدكتوراة مطلب أساسي للتخصص العلمي، فإنه من المهم أيضًا إدراك أن الدرجة العلمية الحاصل عليها

CHRISTOPHER TAYLOR

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

الشخص، أو خبرته في مرحلة ما بعد الدكتوراة، لا تعني بالضرورة حصوله على التدريب اللازم لسوق العمل خارج المجال الأكاديمي. فقبل انطلاق الخريجين وباحثي ما بعد الدكتوراة في رحلتهم نحو البحث عن عمل، ينبغي عليهم وضع عنصر التوقيت في أذهانهم. وعلى هؤلاء الذين لا يزال أمامهم أكثر من عام على نهاية برنامجهم أن يستمروا في تحسين قدراتهم على تسويق أنفسهم في القطاع المهني الذي يرغبون في العمل به. وربما يتضمن ذلك تعلُّم المبادئ الأساسية للعمل التجاري، أو الحصول على شهادة ذات قيمة في ذلك القطاع، مثل الشهادة المهنية لإدارة المشروعات في مجال الرعاية الصحية.

أما الأشخاص الذين يأملون في دخول سوق العمل في العام المقبل، فعليهم التركيز على عملية البحث عن وظائف، التي تتضمن تطوير السيرة الذاتية، والتميز المهني، والاستعداد لخوض المقابلات الشخصية، وإقامة شبكات علاقات، إلى جانب مرحلة التقديم نفسها.

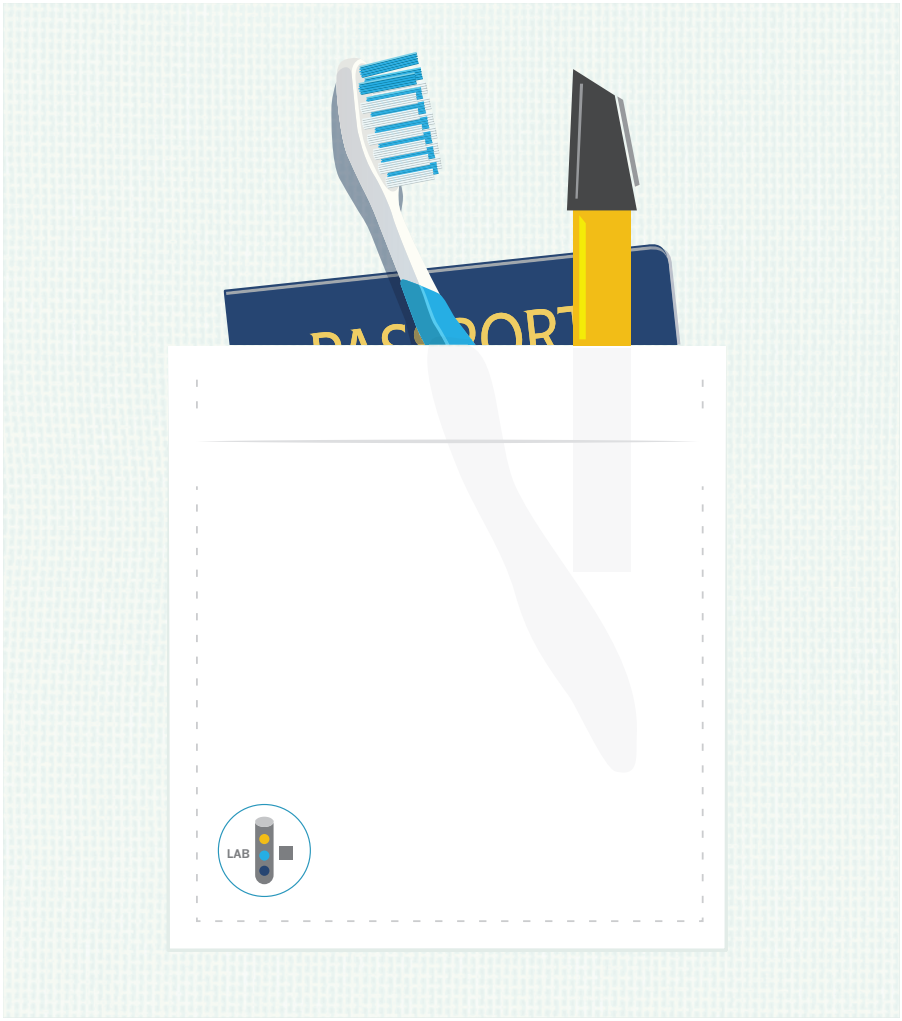
وينبغي أن تنبع السيرة الذاتية من نتائج خريطة الحمض النووي المهني. ومن الضروري إلقاء الضوء على المهارات القابلة للنقل، وجوانب الخبرة المحددة (انظر: go.nature.com/v1nhnm). ويتطلب التميز المهني ـ على الأقل ـ وجود حساب قوي ومميز على موقع «لِينْكِد إنْ»، يعكس ما تتضمنه السيرة الذاتية، ويسرد المشروعات، والأوراق البحثية، والعروض التقديمية، وتوصيات النظراء. كما يمكن لنشر الأعمال والأحاديث على موقع «تويتر» أن يكون أمرًا مفيدًا أيضًا. ولكي يستعد المتدربون لخوض مقابلة عمل، يجب عليهم أولًا تصوير أنفسهم بالفيديو وهم يجيبون على عيِّنات من أسئلة المقابلات، التي يتاح بعضها في منتديات التوظيف على شبكة الإنترنت والمطبوعات (انظر: go.nature.com/oiaoik)، ومراجعة المَشاهد المصورة؛ لفهم الكيفية التي سيراهم بها الشخص الذي سيجري معهم المقابلة.

وينبغي أيضًا على المتدربين وضْع قائمة تضم من 10 إلى 15 متخصصًا في المجال الذي يرغبون في الالتحاق به؛ للاتصال بهم من أجل تنظيم مقابلات تعريفية، إضافة إلى استخدام موقع «لِينْكِد إنْ»، والمواقع الإلكترونية للشركات، وغيرها من الموارد الأخرى المتاحة على شبكة الإنترنت، حيث من المهم الاطلاع على كيفية عمل هؤلاء المحترفين، والإعداد للتواصل معهم. وفي النهاية، يجب على طالبي الوظائف أن يقوموا بتعديل طلبات التوظيف الخاصة بهم، وسِيَرهم الذاتية؛ لكي تتناسب مع كل إعلان عن وظيفة سوف يتقدمون إليها، بدلًا من استخدام نموذج واحد لجميع الوظائف.

لا شك أن التغيير أمر صعب، وبخاصة إذا كنتَ قد واظبت على عمل الشيء نفسه في البيئة نفسها على مدار الجزء الأكبر من حياتك البالغة، لكن اتخاذ القرار بالمضي في اتجاه جديد عادةً ما يكون الجزء الأصعب. فأحيانًا يعني المضيُّ في ذلك الطريق المختلف الاقتناعَ بفكرة أنه من المقبول تَرْك الحياة الأكاديمية، على الرغم من أن الثقافة الأكاديمية ربما لا تدعم ذلك الفكر. ولعل امتلاك الأدوات المناسبة يمكنه بث الطمأنينة في نفوس المتدربين في مجال الطب الحيوي، الذين يساورهم القلق بشأن الأبواب المغلقة للحياة الأكاديمية، ومساعدتهم على الإعداد لممارسة وظائف أخرى، تتيح لهم قدرًا كبيرًا من الرضا والنجاح. ■

كريستوفر تايلور المدير المساعد لمركز التطوير المهني وريادة الأعمال بمركز إم دي أندرسون للسرطان، التابع لجامعة تكساس في هيوستن.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ADAPTED FROM STEVEGRAHAM/GETTY

ترحال

حـركة استـراتيجيـة

مِن الممكن أن يثمر تغيير قصير المدى عن مشروعات تعاون واسعة النطاق، وموارد طويلة الأجل.

جولي جولد

تنقَّل عالِم البيئة روبرتو سالجويرو جوميز على مدار الاثني عشر عامًا الماضية ما بين ست دول. وكانت كل رحلة تمثل الخطوة التالية في إطار مشواره الأكاديمي، فقد حصل على عدد من الدرجات العلمية من بلده الأم إسبانيا، والمملكة المتحدة، والولايات المتحدة، وذلك قبل الحصول على أول وظيفة من وظائف ما بعد الدكتوراة في ألمانيا، ثم الانتقال إلى وظيفته الحالية في جامعة كوينزلاند في بريسبان بأستراليا. وعلى مدار هذه الرحلة مارَسَ جوميز عددًا من المهام الخاصة بوظيفة باحث مساعد في النمسا وإسبانيا.

ومنذ اللحظة التي وصل فيها جوميز إلى وظيفته الأخيرة، وهو يخصص جُلَّ وقته لكتابة المقترحات البحثية، لتمديد إقامته في البلاد، ومن ثم تعويض ما بذله من جهد في الانتقال إلى تلك الدولة. وقد أثمرت جهوده الدؤوبة ومثابرته عن حصوله على منحة زمالة، مدتها ثلاث سنوات، من المجلس الأسترالي للبحوث. ورغم أن جوميز ما زالت أمامه فترة 18 شهرًا حتى ينتهي عقده، فإنه قد عقد العزم على البحث عن وظيفة في أوروبا لاحقًا. ويقول عن ذلك: «في السنة الأخيرة تقدمتُ إلى 22 وظيفة في شتى أنحاء العالم، ولكنني لم أتلق ردًّا من معظم تلك الجهات». ويضيف جوميز قائلًا إنّ عمليات البحث التي يقوم بها في شتى دول العالم ترمز إلى طبيعة البحث العلمي.

إن السفر المستمر يمثل واقع الكثير من العلماء في بداية حياتهم المهنية. وقد قامت دورية *Nature* في عام 2012 بإجراء استطلاع للرأي على المستوى العالمي، بشأن الموقف من ترحال الباحثين وتنقُّلهم من مكان إلى مكان، وجاءت نتائج الاستطلاع لتبين أن الباحثين الذين حصلوا على درجه الدكتوراة حديثًا (في فترة العامين السابقين للاستطلاع)، كانوا أكثر انفتاحًا وقبولًا لفكرة التنقل بين دول العالم، حيث ◀

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

تُجْرِي جوليا بارتهولد تجارب ميدانية على دراسة للصناديق المستخدَمة كأعشاش للطيور، في جامعة جنوب الدنمارك في أودنسه.

OWEN JONES

عبَّر 10% منهم فقط عن «عدم اهتمامهم» بذلك، مقارنةً بحوالي 40% أعربوا عن عدم اهتمامهم من بين الباحثين الحاصلين على درجه الدكتوراة قبل ذلك الاستطلاع بست عشرة سنة على الأقل. كذلك كان الخريجون الجدد أكثر ترحيبًا وقبولًا بفكرة العيش خارج البلاد التي نشأوا وترعرعوا فيها (انظر: *Nature* **490**, 326–329; 2012).

قطع سالجويرو جوميز العالَم شرقًا وغربًا، لأنه اعتقد أن ذلك سيكون سبب نجاحه. وتؤيد البيانات هذا الاتجاه تأييدًا كبيرًا. ففي عام 2012، قامت بولا ستيفان ـ عالمة الاقتصاد بجامعة جورجيا بأتلانتا ـ مع زملائها بنشر دراسة عن علماء وباحثين ينتمون إلى 16 دولة. ووجد المسح الذي أُطلق عليه اسم (GlobSci) أن أداء العلماء والباحثين الذين رحلوا من بلادهم التي نشأوا فيها تفوَّق على أداء أقرانهم الذين ظلوا في بلادهم، ولم يغادروها، وذلك وفقًا لقياسات مُعَامِل التأثير للدوريات التي قامت بنشر أعمال هؤلاء العلماء والباحثين (C. Franzoni, G. Scellato and P. Stephan *Nature Biotechnol.* **30**, 1250–1253; 2012).

وبحسب ما تقوله ستيفان، لا تجلب كل التنقلات دائمًا المنافع نفسها. ويشير عمل ستيفان في هذا المجال إلى أن أعظم الانطلاقات المهنية تنبع من الترحال، بغرض الحصول على وظيفة في مرحلة ما بعد الدكتوراة، أو لاكتساب مهارة معينة. وليس من المدهش أن أولئك الذين ينجحون في الحصول على وظيفة موجودة بالفعل، يحصلون على تصريح عمل أسهل بكثير، حسبما قالت ريتشيل بانكس، مديرة السياسة العامة في جمعية المعلمين الدولية، التي يقع مقرها الرئيس في العاصمة واشنطن.

وفي إطار سعي سالجويرو جوميز لتحديد ما إذا كان نمط حياته المتنقل مفيدًا له في مشواره المهني، أخذ يقرأ العديد من مقالات الرأي، ولكنه بذل جهدًا كبيرًا في محاولة العثور على بيانات فعلية محددة بخصوص الموضوع. ومنذ ذلك الحين، قام جوميز بتطوير استبيانه الخاص، لاكتشاف ما إذا كان ذلك التنقل يثمر عن إنتاجية أكبر للباحث (ويتم حساب ذلك عن طريق عدد الدراسات والأبحاث التي ينشرها ذلك الباحث)، ومدى تأثير ذلك التنقل على سعادة المرء (ويقاس ذلك بمدى قدرة الباحث على إدراك وتحقيق التوازن ما بين العمل والحياة).

وحسبما يقول جوميز، فإن النتائج المبدئية التي توصَّل إليها تبيِّن أن الباحثين الذين سافروا أثناء مرحلتي الماجستير والدكتوراة في مشوارهم المهني قد نشروا أوراقًا بحثية أقل عددًا، مقارنةً بنظرائهم ممن لم يذهبوا إلى بلاد أخرى، وأن الباحثين الذين تنقلوا أثناء قيامهم بإجراء مهام بحثية في بداية مرحلة ما بعد الدكتوراة قد نشروا عددًا أكبر من الأوراق البحثية.

الفائدة الاقتصادية

تظهر أوضح حالات الاستفادة الناتجة عن الترحال والتنقل فيما بين العلماء الذين ينتقلون من الدول الأقل حظًا من الناحية الاقتصادية. انتقل فرناندو كولتشيرو في عام 2001 من المكسيك إلى الولايات المتحدة، بغرض البدء في رسالة الدكتوراة الخاصة به في جامعة كولومبيا في نيويورك، ثم اتضح لكولتشيرو أنه في واقع الأمر قد اختار طريقًا مليئًا بالمطبّات والحفَر، فقد وجد نفسه بعد مرور عام من البرنامج الدراسي الذي كان ملتحقًا به، ينتقل من جديد إلى جامعة ديوك في دورهام بولاية نورث كارولينا، وذلك لمتابعة مشرفه في الدكتوراة. وبعد ذلك بفترة وجيزة، باء مشروع تعاون كان يقوم بتطويره لبحث الدكتوراة الخاص به على النمور في الهند بالفشل، واضطر إلى تغيير المشرفين كلهم. وأخيرًا، تمكَّن كولتشيرو من إنهاء رسالة الدكتوراة في عام 2008، بعد تأخير لمدة عامين عن الموعد الذي كان يأمله. كانت العوائق والعراقيل محبطة ومخيبة للآمال، ولكن كولتشيرو يرى أنه برغم ذلك، فهو ـ في المُجْمَل ـ قد حصد ثمار النجاح في النهاية. ويقول عن ذلك: «لم يكن الاتجاه الذي سارت فيه حياتي المهنية محتمل النجاح، لولا مغادرتي المكسيك».

استراتيجيات البقاء

كيف تتعامل مع الترحال

بغَضّ النظر عن المكان الذي ينتهي إليه المطاف بالباحث، فإن هناك مجموعة من الاستراتيجيات التي يمكنها مساعدة الباحثين على تحقيق الاستقرار في بيئة غير مألوفة لهم.

- **اتبع التخصص البحثي:** انتقلت عالمة الأحياء سارة ساندين إلى جامعة نانيانج للتكنولوجيا في سنغافورة، لأن المجال البحثي الذي كانت متخصصة فيه كان يحظى بقدر كبير من التمويل هناك. تقول سارة عن ذلك: «عليك أولًا أن تفكر في المجال الذي تريد أن تُجْرِي أبحاثك فيه، ثم يجب عليك بعد ذلك أن تبحث عن المكان الذي يوجد به أفضل الأشخاص المتخصصين في ذلك المجال، وأن تتواصل معهم».
- **احصل على وظيفة أولًا:** إذا كان بحوزتك خطاب القبول في وظيفة ما، قبل أن تبدأ في مباشرة الإجراءات الخاصة بطلبات تصريح العمل وتأشيرة السفر، فسوف ييسر ذلك عليك كثيرًا من الأمور.
- **حافظ على شبكة علاقات في وطنك:** لا يمكنك مطلقًا أن تعرف المكان الذي سيقودك إليه مشوارك الوظيفي، ويمكن أن ينتهي بك المطاف إلى وطنك الأم الذي نشأت فيه. لذا.. عليك أن تظل على اتصال بالمشرفين والزملاء السابقين، لكي تحتفظ بعديد من الخيارات التي يمكن أن تأتي إليك بوظائف مستقبلية عن طريق هؤلاء الأشخاص.
- **خطط للمستقبل:** إذا كنتَ تعرف المجال الذي تريد العمل والتخصص فيه، ابحث عن الأماكن التي توجد بها أفضل الفرص للعمل في ذلك المجال. فإذا كانت تلك الفرص في بلد يتحدث أهله لغة غير مألوفة أو معروفة لك، فخَصِّصْ وقتًا لتعلُّم تلك اللغة مقدمًا. **جولي جولد**

أعلن كولتشيرو وزوجته في عام 2008 عن قبولهما لوظيفتين من وظائف ما بعد الدكتوراة في «معهد ماكس بلانك للبحوث الديموغرافية» في روستوك بألمانيا. ويقول كولتشيرو إن هذه النقلة كانت أقل صعوبة، وبها تحديات أقل من تلك التي خاضها في البداية، فقد اعتاد التأقلم مع ثقافة مختلفة، ولم تكن ملقاة على عاتقه أي مسئوليات تدريسية، ونتيجة لذلك.. تمكَّن أيضًا من التركيز في تجاربه، وارتفع معدل إنتاجه البحثي بدرجة كبيرة، ثم أخذته جولته التالية في الترحال إلى جامعة جنوب الدنمارك في أودنسه، التي يعمل فيها حاليًا أستاذًا مساعدًا. ويأمل كولتشيرو في أن يحصل في القريب العاجل على وظيفة دائمة، تنتهي بالتثبيت هناك. وعلى الرغم من أن كولتشيرو يرغب في البقاء في الدنمارك، فإنه ما زال يقدم طلبات للتوظيف خارج البلاد، لعله يحصل على الوظيفة التي يرغب فيها.

شبكات العلاقات

يسافر طلاب الدكتوراة وباحثو ما بعد الدكتوراة إلى الخارج غالبًا للبحث عن فرص، وبرغم ذلك.. فإن تكوين شبكة علاقات في بلاد هو أمر يستغرق وقتًا ويتطلب مجهودًا. في عام 2012، تعاوَن عالِم الاقتصاد جوسيبي سكيلاتو ـ من جامعة العلوم التطبيقية في تورينو بإيطاليا ـ مع زملائه في إضافة بيانات جديدة إلى البيانات المبدئية التي حصلوا عليها من مسح GlobSci. وقد أوضحوا أن العلماء دائمي التنقل ينجحون في تكوين شبكات علاقات واسعة، تمتد عبر قارات وفئات عمرية متعددة، وذلك من شأنه في النهاية تحقيق فوائد مهنية لهم (G. Scellato, C. Franzoni and P. Stephan *Natl Bur. Econ. Res. Working Pap. Ser.* 18613; 2012).

أمضى دوان بيجز ـ وهو باحث ما بعد الدكتوراة في العلوم البيئية بجامعة كوينزلاند ـ عامًا كاملًا في إجراء الأبحاث في شيلي؛ حتى يتمكن من تعلم اللغة الإسبانية. ومثلما حدث مع كولتشيرو، واجه بيجز بعض المصاعب والعراقيل في البداية. ونتيجة للصعوبات والمشكلات المتعلقة بالتواصل مع الأشخاص المناسبين، استغرق الأمر منه وقتًا طويلًا في الحصول على تصريح بإمكانية الدخول إلى مختبره بعد ساعات العمل الرسمية المعتادة، كما أنه ظل شهرين يبحث عن شقة سكنية، بسبب عائق اللغة. يقول بيجز عن تلك الفترة: «عندما أعود بذاكرتي إلى تلك الفترة، أرى أن قراري بالسفر إلى الخارج كان في الحقيقة قرارًا أكثر من رائع؛ فقد أسهم ذلك في إطلاق قدرتي العلمية، وتدشين حياتي المهنية». ويقوم بيجز حاليًا بتطوير علاقات تعاون

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

مع الباحثين، عبر أمريكا الجنوبية، ووطنه الأم (جنوب أفريقيا)، وأستراليا.

يمر الكثير من العلماء بمرحلة من عدم الاستقرار في معرض بحثهم عن مسكن، والتكيف مع ثقافة أخرى، وأحيانًا عند تعلُّم لغة جديدة، حتى إن طرح مسألة تغيير البلد ـ في حد ذاته ـ قد يؤدي إلى الشعور بعدم الاستقرار. يقول عن ذلك أوين جونز ـ الباحث المتخصص في علم الأحياء التطورية بجامعة جنوب الدنمارك ـ الذي شغل ثلاث وظائف متتالية في مرحلة ما بعد الدكتوراة في المملكة المتحدة، في الفترة من مارس 2005 حتى ديسمبر 2009: «أصعب ما في السفر إلى الخارج، هو اتخاذ قرار السفر ذاته»، ولكن الانفصال عن شبكة اجتماعية معينة وتكوين شبكة أخرى له فوائده، حسب قول جونز: «نظرًا إلى أنني كثيرًا ما غيَّرْتُ مجالاتي البحثية أيضًا، فلديَّ شبكة علاقات واسعة جدًّا، وذلك يسهِّل تكوين علاقات ومشروعات تعاون».

تُعَدّ القدرة على التكيف مع بيئة غير مألوفة للباحث مهارة أساسية من مهارات البقاء للأكاديميين دائمي التنقل (انظر: «كيف تتعامل مع الترحال»). يقول جونز: «قد تعيش أيامًا صعبة وشاقة في بعض الأحيان، ولا تكون سعيدًا بقرار الترحال، وربما تراودك بعض الأفكار المضللة بشأن المستقبل». مرَّ جونز بتلك التجربة عندما انتقل إلى ألمانيا، بعد أن أخبره البعض بأن أموره من الممكن أن تسير بشكل جيد باستخدام اللغة الإنجليزية فقط في الحديث. وربما كان ذلك الأمر صحيحًا في المدن الكبرى، مثل برلين، ولكنه عندما انتقل إلى مدينة روستوك الصغيرة، وجد نفسه مضطرًا إلى تعلم الألمانية.

وقد تنقلت أيضًا شريكة حياة جونز، جوليا بارتهولد ـ الحاصلة على درجة الدكتوراة حديثًا ـ بين عدد من الدول؛ من أجل العمل في وظائف علمية. وتتخصص جوليا في وضع نماذج لمجتمعات الحيوانات. وهي تعمل في وظيفة (باحث مساعد) بدوام جزئي، في معهد ماكس بلانك بمدينة روستوك، ولكنها تبحث عن وظيفة في القطاع الخاص. ويفكر الزوجان حاليًّا في خطوتهما القادمة، كما أنهما اتخذا أيضًا قرارًا بتأجيل الإنجاب. تقول جوليا: «كان الانتقال إلى الدنمارك مع أوين بمثابة حركة استراتيجية، فلديهم هنا نظام اجتماعي رائع يقدم الدعم للأُسَر الشابة». وقد علم الزوجان مؤخرًا أن وظيفة أوين ليست دائمة، كما كانا يعتقدان، وهما حاليًّا في مرحلة تقدير التكاليف الشخصية لرحلة أخرى جديدة، مقارنةً بالفوائد المهنية التي يحصلان عليها. تقول جوليا في هذا الصدد: «صِرْنا فريقًا من البدو كثيري الترحال، نعتمد تمامًا على أنفسنا، ونتمتع بالاستقلالية والاكتفاء الذاتي، حيث إنه من الصعب بناء شبكات من الأصدقاء، والمحافظة عليها، إذا كنتَ دائم التنقل من مكان إلى آخر كل عام».

المحافظة على الصلة بالوطن

ما زال كلاوديو كويلودران يحتفظ بشبكة معارفه وصلاته في شيلي، في الوقت الذي يسعى فيه نحو نيل درجة الدكتوراة بجامعة جنيف في سويسرا. ويقوم كويلودران بتنفيذ مشروعه النموذجي الذي يتمثل في بحث واستكشاف التنوع البيولوجي، الذي فُقد نتيجة للأنواع الدخيلة والأنواع الناتجة عن التهجين البيني، ولكنه يعلم أن الوقت الذي سيقضيه في الخارج محدود؛ فمن بين شروط المنحة الخاصة به التي حصل عليها من شيلي، أنْ يعود إلى بلاده في غضون عامين من تاريخ الانتهاء من رسالة الدكتوراة. ويحرص كويلودران على التأكد من أن تظل علاقاته قوية بوطنه الأم في أمريكا الجنوبية، ويقول عن ذلك: «كل مرة أعود فيها إلى وطني لزيارة أهلي، لا بد أيضًا أن أقوم بزيارة أستاذي الذي أشرف عليَّ في الماجستير».

وتقول ستيفان إن العلماءَ كثيري الترحال ربما يحصدون ثمار النجاح عندما يعودون إلى أوطانهم، تمامًا كما يمكن لتلك الأوطان التي يعودون إليها أن تجني الفوائد من عودتهم. وتضيف: «من المرجَّح أن يواصل العائدون التعاون مع العلماء الذين ينتمون إلى البلاد التي كانوا يدرسون ويتدربون فيها، ومن ثم يتيحون وسيلة لنشر المعرفة في أوطانهم». كذلك يمكنهم تدريب أجيال جديدة من العلماء، وتمرير المعرفة والعلوم التي حصلوا عليها من بلاد وثقافات مختلفة.

يبدو هذا الأمر صحيحًا لمحمد صوميل، الذي انتقل من أنقرة بتركيا إلى جامعة ليبزج بألمانيا، من أجل الحصول على الدكتوراة، ثم شغل وظائف في مرحلة ما بعد الدكتوراة في معهد CAS-MPG للأحياء الحاسوبية في شنجهاي بالصين، الذي يُعَدّ بمثابة مشاركة ما بين جمعية ماكس بلانك الألمانية، والأكاديمية الصينية للعلوم، وكذلك في جامعة كاليفورنيا في بيركلي. ومؤخرًا، عاد محمد إلى أنقرة، ليشغل وظيفة عالِم أحياء تطورية في جامعة الشرق الأوسط التقنية، التي كان قد تخرَّج فيها، وحصل منها على درجتي البكالوريوس والماجستير. يقول محمد: «عِلْم الأحياء في تركيا متأخر نسبيًّا، مقارنةً بغيره من التخصصات والعلوم، وخصوصًا عِلْم الوراثة التطورية. لذلك.. لم أكن لأستطيع الحصول على التدريب والأدوات التي كنتُ في احتياج إليها لتقديم إسهاماتي العلمية، بدون السفر إلى الخارج». ولا تزال فوائد العمل في الخارج في ثلاث ثقافات مختلفة تمام الاختلاف تتراكم وتتزايد لدى صوميل، حيث يقول عن ذلك: «ما زلتُ أتعاون مع جميع الأشخاص الذين عملت معهم من قبل تقريبًا». ولم تقتصر الفوائد على ذلك، بل أُتيحت له الفرصة لرؤية كيف تُدَار المختبرات المختلفة. يضيف صوميل بشأن هذا: «بإمكاني جمْع كل ما تعلمته من جميع الأشخاص، وتطبيق ذلك في مختبري في أنقرة».

إنّ مسألة العودة إلى الوطن لا تغري الجميع، فعلى سبيل المثال.. اختار كولتشيرو الانتقال من المكسيك إلى الولايات المتحدة، لأنه وجد فيها المكان الذي يستطيع فيه مواصلة الدراسات والأبحاث التي تثير اهتمامه بدرجة كبيرة. وقد فكر كولتشيرو في العودة إلى المكسيك في مراحل عديدة من مشواره المهني، ولكن الأمر يبدو الآن أقل احتمالًا بكثير، حيث يقول: «بسبب الظروف الاقتصادية، أصبح الحصول على وظيفة في المجال الأكاديمي يكاد يكون مستحيلًا، لذا.. قررت عدم العودة». وتبدو هذه القصة شائعة في المجال، فقد وَجَدَت دراسة نُشرت في عام 2011 أنه على الرغم من أن واحدًا من بين كل ثمانية من العلماء الذين تُعَدّ أعمالهم المنشورة الأكثر اقتباسًا واستشهادًا على مستوى العالم في الفترة من 1981 إلى 2003، قد وُلد في إحدى الدول النامية، إلا أن 80% من تلك النسبة يعملون في الدول المتقدمة، وغالبيتهم في الولايات المتحدة (B. A. Weinberg *J. Dev. Econ.* **95**, 95–104; 2010).

إن كل باحث يغيِّر محل إقامته يحكي لنا عن تجربة جديدة ومختلفة، وفي النهاية ينحصر خيار الرحيل والمغادرة من عدمه في حساب وتقييم الاحتمالات والفرص. ففي حالة بيجز، كانت الجوانب الإيجابية للرحيل تفوق السلبيات، فحسبما يقول.. ربما تؤثر كثرة التنقل والترحال على إنتاجية الباحث على المدى القصير، «ولكن عندما تنظر على المدى البعيد، ستعلم أن ذلك سوف يفيدك في نهاية الأمر». ■

جولي جولد محرِّرة قسم الوظائف Naturejobs.

حديث المهن
مُدرِّسة العلوم

تتولى إليزابيث ووترز إدارة مختبرات التدريس والتوعية العلمية بجامعة روكفلر في مدينة نيويورك، حيث يكون بمقدور طلاب المدارس الثانوية العليا ومدرسيهم استخدام أحدث المعدات وأكثرها تطورًا. وتوضح ووترز كيف أن تعزيز حماس الآخرين للعلوم وفَهْمهم لها يرتكز على أكثر شيء تحبه بشأن البحث العلمي.

ما المهارات التي ساعدتك على أداء وظيفتك في المختبَر؟

كنت محظوظة في عملي كباحثة، حيث تلقيتُ منحة بحثية خاصة، وتَوَلَّيْتُ بنفسي إدارة الميزانية الخاصة بها. تعلمتُ من خلال تلك التجربة كيف أواظب على أداء المهام، وأضبط النفقات والمصروفات بشكل يتماشى مع أهداف المشروع. كذلك تعلمت كيفية إقامة مشروعات تعاون مع باحثين آخرين، وهو الأمر الذي يرتبط ارتباطًا وثيقًا بما أقوم به الآن. فالتأكد من فَهْمك لتوقعات الآخرين بشأن الدور المنوط بك، وتوقُّعاتهم بشأن أدوارهم أيضًا يُعَدّ من الأمور بالغة الأهمية. وأرى أن جميع التفاصيل المتعلقة بإدارة قاعة الدرس بسلاسة ويسر تعتمد على تلك المهارات.

متى كانت أول مرة عملتِ فيها مع الطلاب؟

كان المختبَر الذي عملتُ فيه كباحثة بجامعة روكفلر عادةً ما يقوم باستضافة طالب من طلاب المدارس العليا، أو من طلاب الجامعة. وقد طلبتُ من إدارة المختبر أن أقوم بالتدريس لهم، والإشراف عليهم، وأدركت حينها أن تفكيري بدأ يأخذ شكلًا أكثر شمولًا، وأوسع نطاقًا فيما يتعلق بالخبرة البحثية للطلاب، والنظر في أنواع المشروعات التي يمكن أن تكون جيدة ومناسبة لهم. كان دافعي في القيام بذلك أنني رغبتُ في أن تتاح الفرصة للآخرين للحديث عن العلوم، والشعور بالحماس والإثارة بفعل ذلك. والآن، فإننا نأتي بالطلاب إلى مختبَرات تشبه تمامًا تلك المختبرات التي كان يعمل فيها باحثون حصلوا على جوائز «نوبل». ولا شك أن تكرار عملية الانتقال من تدريب طالب إلى التالي قد منحتني مهارات أستخدمها طيلة الوقت.

كيف نجحتِ في تحويل ذلك كله إلى مسار وظيفي؟

أثناء قيامي بإعداد بحوث ما بعد الدكتوراة، كنتُ أتحدث إلى كثير من الناس، وأسألهم: «ما أكثر جانب تفضله في وظيفتك؟» حاولتُ أن أتعرف على الفكرة التي كانت تتردد في ذهني بالفعل، فقد كان تدريس العلوم على رأس قائمة أولوياتي، ثم قمتُ بإعداد سيرتي الذاتية. وتطوعتُ للقيام بتنظيم فعالية سنوية ممتدة لطلاب الصف الخامس، ودرّست أحد مقررات المختبرات الطبية في كلية هانتر كوليدج بنيويورك سيتي، حيث كنتُ أعمل أستاذًا مساعدًا. ولم يكن تدبير الوقت اللازم يعني بالنسبة لي إهمال واجباتي ومسؤولياتي البحثية، بل كان أمرًا مفيدًا في خدمة وظيفتي العلمية. ■

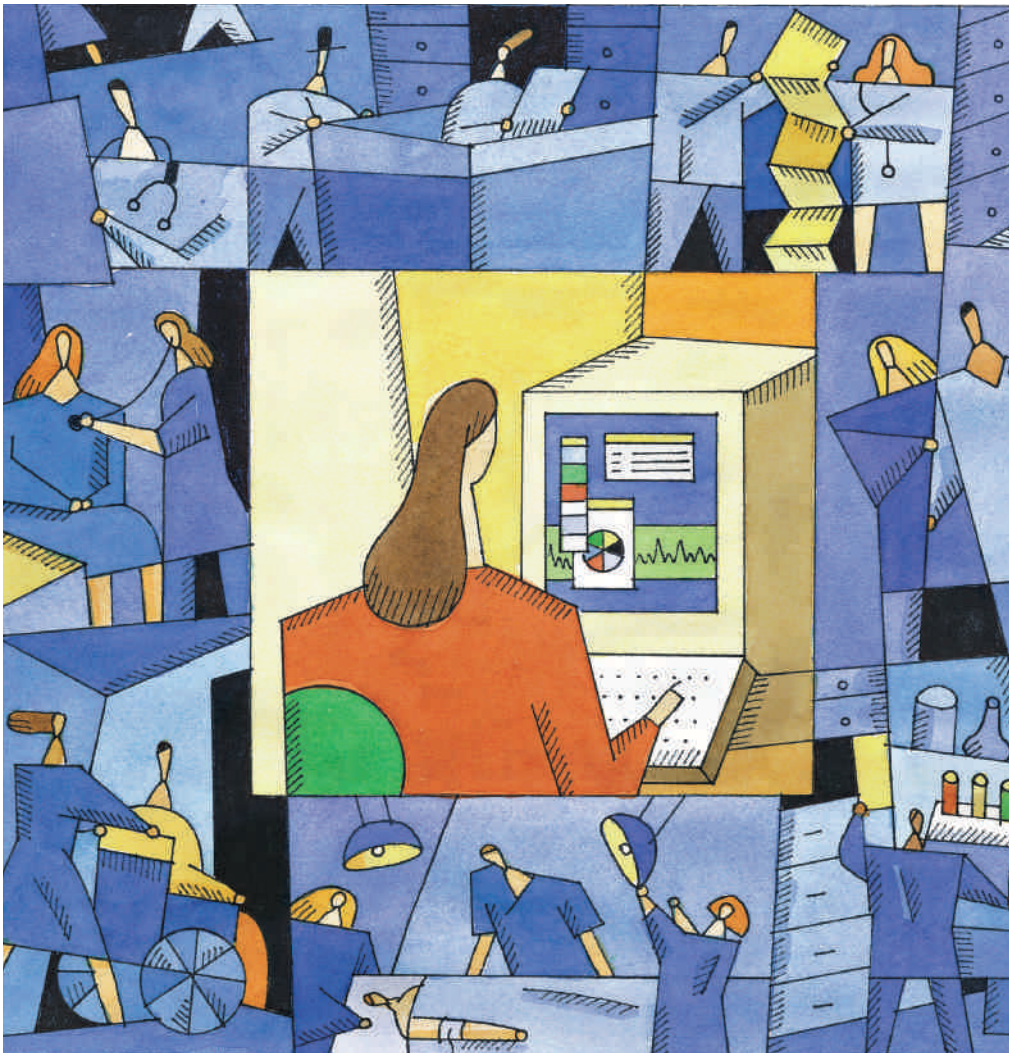
أجرت المقابلة: مونيا بيكر

تم تحرير النص الخاص بهذه المقابلة بغرض الاختصار والوضوح.

وللمزيد.. انظر: go.nature.com/gpmhxr

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



ROBIN JAREAUX/GETTY

أبحاث تمريض

الممرِّضون يعرفون أكثر..!

الوقت الذي يقضيه الممرِّضون بجوار المرضى يجعلهم الأكفأ لإجراء أبحاث فعّالة عن نوعية الحياة.

كندال باول

في إطار عمله في رعاية المرضى المصابين بالأورام السرطانية، لاحظ جون ميريمان تَبايُنًا مذهلًا في قدرة مرضاه على التركيز، بعد خضوعهم للعلاج بالإشعاع، فقد اعتاد كثير من المرضى أن يُحضِروا معهم مجموعات كبيرة من الكتب؛ لقراءتها أثناء مكوثهم بالمستشفى، لكنّ القليل منهم هم الذين كانوا يتمكَّنون من قراءة جميع تلك الكتب. أما الأغلبية العظمى من هؤلاء المرضى، فكانوا يناضلون فقط لمجرد التركيز، ولو حتى في قراءة المقالات القصيرة المنشورة في المجلات.

عندما أخذ ميريمان يفكر في تلك الفروق والاختلافات الإدراكية أكثر وأكثر، أدرك أنه إذا أراد معرفة السبب، أو ابتكار بعض التدخلات الممكنة، فإنه سوف يحتاج إلى القيام ببعض البحوث على مستوى رسائل الدكتوراة. وعندما ذكرت إحدى المشرفات على الأبحاث في برنامج التمريض الخاص بميريمان بجامعة كاليفورنيا في سان فرنسيسكو أن بحوزتها مجموعة بيانات مأخوذة من مرضى السرطان تتضمن درجات الانتباه، وفقًا للتقارير الذاتية التي سَجَّلها المرضى بأنفسهم إلى جانب عيِّنات الدم الموازية، أدرك ميريمان الموضوع الذي سوف يتناوله في رسالة الدكتوراة.

يقول ميريمان، الذي يقوم حاليًّا بإعداد بحوث ما بعد الدكتوراة في مجال السرطان بجامعة بيتسبرج في بنسلفانيا: «أتاح لي ذلك الفرصة لإمعان النظر في ذلك التنوع الذي رأيته بطريقة إكلينيكية، وباستخدام أدوات بحثية. لقد جذبني ذلك الأمر بشدة في تلك المرحلة».

وبوصفه ممرِّضا مسجَّلا حاصلًا أيضًا على درجة الدكتوراة، يُعَدّ ميريمان واحدًا من بين عدد قليل ـ ولكنه متزايد ـ من الممرِّضين العلماء على مستوى العالم. ويدخل الكثير من الأشخاص ـ مثل ميريمان ـ دنيا الأبحاث، لأنهم يصادفون مشكلة ما تتطلب حلًّا قائمًا على البحث العلمي. ويصل هؤلاء الممرِّضون العلماء إلى مسار وظيفي في دنيا الأبحاث من خلال مجموعة متنوعة من محطات الانطلاق، فمن الناحية التاريخية بدأ كثير منهم عمله في رسائل الدكتوراة في أواسط وأواخر مشوارهم الوظيفي، وذلك بعد سنوات من احتكاكهم بالمرضى، لكن هذا الاتجاه بدأ يتغير في الوقت الراهن، حيث يقوم القادة في هذا المجال حاليًّا بتشجيع الممرِّضين الشباب على الالتحاق ببرامج الدكتوراة فور حصولهم على درجة علمية في التمريض، وعلى شهادة الممرِّض المسجَّل.

تقول كوين جروندي، المتقدِّمة للحصول على درجة الدكتوراة في العلوم الاجتماعية والسلوكية بجامعة كاليفورنيا في سان فرنسيسكو: «نحن نُعتبَر الوافدين الجدد على الحياة الأكاديمية». وقد التحقت كوين ببرنامجها الدراسي فور حصولها على درجة علمية في التمريض، بعد أن درسَتْ لمدة أربع سنوات بجامعة ألبرتا في كندا. وتقول كوين إن درجة الدكتوراة سوف تتيح لها العديد من الخيارات المهنية المرنة، لأن أبحاث التمريض تُعتبر من المجالات التي تتميز بكثرة الوظائف المطلوبة بشكل كبير. ويتنبأ مكتب إحصاءات العمل الأمريكي أنه بحلول عام 2022 سوف يُضاف إلى قوة العمل في الولايات المتحدة أكثر من نصف مليون وظيفة للممرِّضين المسجَّلين. هذا.. وتطلب قطاعات عديدة الممرِّضين العلماء تحديدًا. وتتضمن تلك القطاعات المجال الأكاديمي، ومؤسسات الرعاية الصحية، والصناعات الطبية الحيوية.

رغم أن الممرِّضين ظلوا على مدار أجيال عديدة مشاركين في الأبحاث، فإن ذلك المجال في الولايات المتحدة لم يبدأ في الاعتراف بالحاجة إلى برامج التدريب الرسمي، إلا منذ عام 1986. وفي العام نفسه، تم إنشاء المعهد الوطني لأبحاث التمريض في بيثيسدا بولاية ميريلاند، بوصفه جزءًا من معاهد الصحة الوطنية الأمريكية. وأخذَتْ دول أخرى تحذو حذو الولايات المتحدة، ففي كندا ـ على سبيل المثال ـ تم منح درجات الدكتوراة في التمريض للمرة الأولى في أوائل التسعينات من القرن الماضي. هذا.. وتتوفر فرص العمل للممرِّضين الباحثين الحاصلين على درجة الدكتوراة، حيث تتاح لهم وظائف في المجال العسكري، والمجالات الأكاديمية، والمؤسسات البحثية القائمة في المستشفيات، ومراكز البحوث الخاصة بسياسات الرعاية الصحية. ويعمل كثير من الممرِّضين العلماء في كليات التمريض، أو كليات الطب بالجامعات، أو في مراكز البحوث الإكلينيكية الكبيرة التابعة لتلك الكليات.

خارج هذه القطاعات، يعمل بعض الممرِّضين العلماء في شركات المستحضرات الصيدلانية والأجهزة الطبية؛ للمساعدة في إجراء التجارب الإكلينيكية. ويرأس آخرون برامج علمية في مؤسسات حكومية، من ضِمنها الهيئات الرقابية والتنظيمية في مجال الأدوية، والمؤسسات المختصة بالأمراض المعدية، أو الإدارات الصحية الوطنية. كذلك تبحث شركات الإدارة الصحية والتأمين الصحي، والجماعات المؤيِّدة غير الربحية ـ مثل جمعية القلب الأمريكية ـ عن الممرِّضين العلماء؛ للإشراف على برامجهم البحثية. وفي المجال الأكاديمي، هناك طلب شديد على الممرِّضين العلماء في وظائف المحاضِرين، وذلك نتيجة لقلة أعداد أعضاء هيئة التدريس في مجال التمريض على مستوى العالم، المطلوبين لتدريب الجيل الجديد.

يتجه الممرِّضون العلماء إلى البحوث التي تمتد لتشمل عِلْم الأحياء الجزيئية، وعِلْم وظائف الأعضاء، والتصوير

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

التشخيصي الطبي، والصحة العامة، والسياسات الصحية. ويحتاج الممرِّضون الراغبون في الانخراط في البحوث إلى تحديد برنامج دكتوراة ذي صلة بهم، وتقرير أفضل السبل للموازنة ما بين ممارسة التمريض، ودراستهم. وفيما يتعلق بخبرة بحوث ما بعد الدكتوراة، فهي غير مطلوبة في كثير من المهن الخاصة بالممرِّضين العلماء المذكورة أعلاه، ولكنها تصبح ضرورية ولازمة لمَنْ يرغب منهم في إدارة مجموعته البحثية الخاصة في الجامعات كثيفة إنتاج البحوث.

يجد بعض الممرِّضين العلماء من الصعوبة بمكان إيجاد الوقت اللازم لمواصلة رعاية المرضى في العيادة، في حين يتمكن آخرون من توفيق أمورهم بشكل متزامن. ويمكن للترجمة السريعة لنتائج الأبحاث المتعلقة بالتمريض، واعتمادها، تغيير الممارسات الخاصة برعاية المرضى على وجه السرعة، كما تُحَقِّق للعلماء الممرِّضين قدرًا كبيرًا من الرضا. ومع وجود العديد من الخيارات المهنية المتاحة، فإن الخيط المشترك الذي يربط ما بين الممرِّضين العلماء هو التركيز على الدراسات التي تسهم في تحسين مستوى رعاية المرضى؛ ومن ثم نوعية الحياة وجودتها.

اختبارات العلاجات

بعد أن يحصل الممرِّضون العلماء على درجة الدكتوراة، يتوقف بعضهم عن رعاية المرضى، بهدف إدارة برامجهم البحثية بدوام كامل. وفي حالات كثيرة، يبقى هؤلاء العلماء على صلة وثيقة بالممارسة الإكلينيكية، نتيجة لدراساتهم البحثية، أو مسؤولياتهم الإدارية. تُشْرِف كيمبرلي ألكساندر ـ بحكم عملها مُحاضِرةً في جامعة كوينزلاند للتقنية في بريسبان بأستراليا ـ على المقرر الخاص برعاية مرضى السرطان في كلية التمريض، وفي الوقت ذاته تُجْرِي بحثًا عن كيفية تأثير الوراثيات على الأعراض والنتائج الخاصة بعلاجات السرطان. وبالمثل، لم تعد أنّا أكسلين ـ التي تعمل في تمريض الأطفال حديثي الولادة في جامعة توركو بفنلندا ـ تُوَاصِل عملها في مُلازَمَة المرضى، ولكن البحث الذي تجريه عن توفير الرعاية المكثفة للأطفال المبتسرين يبقيها على صلة وثيقة بالمرضى وأُسَرِهم، كما يجعلها تتردد على عنبر المستشفى بصفة أسبوعية.

وتقول باتريشيا جرادي ـ عالمة الأعصاب ومديرة المعهد الوطني لأبحاث التمريض (انظر: «ثمن جودة الحياة») ـ إن الممرِّضين العلماء الذين يرغبون في البقاء في العيادات يجب عليهم إيجاد وسائل تمكِّنهم من المزج بكفاءة ما بين مسألة بحثية معيَّنة، ومجموعة متوافقة من المرضى. وقد تمكَّن جيسون ماكجوير ـ الضابط في البحرية الأمريكية، الذي يعمل في وظيفة ممرِّض تخدير معتمَد، ويخدم في مركز والتر ريد الطبي الوطني العسكري في بيثيسدا بولاية ميريلاند ـ من تحقيق تلك المعادلة بشكل سليم. فقد اختار ماكجوير إجراء بحثه على حالة تؤثر على الجنود المحنَّكين الذين يخضعون لعملية تخدير عام قبل الجراحة.

«يمكن للترجمة السريعة لنتائج الأبحاث المتعلقة بالتمريض، واعتمادها، تغيير الممارسات الخاصة برعاية المرضى على وجه السرعة».

في إطار عمله مع هؤلاء المحاربين القدماء، لاحظ ماكجوير ظاهرة إكلينيكية كانت خافية على البحوث والدراسات العلمية السابقة، حيث كان مرضاه يتعرضون لحالة من «هذيان مرحلة الإفاقة» بدرجة أعلى بكثير من الأشخاص العاديين. ونتيجة لتلك الحالة.. يستيقظ هؤلاء الجنود من تأثير المخدر في حالة من الارتباك والعدوانية والرغبة في القتال، وذلك من شأنه أن يقود إلى مضاعفات جسدية وإدراكية، سواء أثناء الإفاقة، أم لاحقًا في الحياة بصفة عامة. ويقول ماكجوير، رئيس علوم التمريض والبحوث الإكلينيكية بمركز والتر ريد: «أردتُ اكتشاف مدى انتشار تلك الحالة بين جنودنا، وكيف يمكننا تقليل احتمال حدوثها».

في عام 2008، اعتبرت البحرية الأمريكية سؤال ماكجوير مُهِمًّا بدرجة تكفي لإرساله للحصول على درجة الدكتوراة بجامعة سان دييجو في كاليفورنيا. من الشائع وجود ثغرات في المعرفة العلمية الخاصة بممارسات التمريض، وعادةً ما تصبح تلك الثغرات موضوعات مناسِبة لرسائل الدكتوراة التي يجريها الممرِّضون العلماء. وقد اختار ماكجوير ـ مثل كثيرين غيره من الممرِّضين ـ أن يتناول الجانب التطبيقي من سؤاله البحثي، فقد كان السؤال الذي يشغل تفكيره: «هل سأتمكَّن بالفعل من الاستدلال على السبب وراء حدوث ظاهرة الهذيان تلك؟ أم من الأفضل أن أتحرك بصورة أسرع قليلًا نحو محاولة التوصل إلى حلّ يقلل من حدوث هذه الظاهرة؟».

والآن، وبعد مرور أربع سنوات من حصوله على الدكتوراة، يبدأ ماكجوير في إجراء تجربة عشوائية منضبطة، لاختبار ما إذا كان إعطاء المريض دواءً مسكِّنًا محددًا أثناء الجراحة ـ وذلك قبل أن يدخل المريض في مرحلة الإفاقة ـ يمكنه أن يحدّ من خطورة حالة الهذيان المذكورة تلك، أم لا. وبحلول نهاية الدراسة، التي تستمر ثلاث سنوات، وتتضمن عيِّنة مكونة من 370 مريضًا، يمكن القول إن ماكجوير ربما يتمكن من ابتكار معيار جديد للعناية الجراحية بالمحاربين القدماء.

يُعَدّ هذا التطبيق الفوري لنتائج الأبحاث على الممارسات الإكلينيكية من الأمور المميّزة، المقصورة على علوم التمريض، ويتناقض ذلك تناقضًا كبيرًا مع المجالات ذات الصلة، مثل الطب، وطب الأسنان، والعلوم البيطرية التي يمكن أن تحتاج عملية ترجمة النتائج فيها إلى تدخلات إكلينيكية وعلاجات تستغرق عقودًا طويلة. وهذا التطبيق السريع يجعل أبحاث التمريض جذابة بشكل خاص للباحثين الراغبين في رؤية أعمالهم تسهم في تحسين حياة البشر على الفور.

ينبع التَّبَنِّي السريع للنتائج بدرجة كبيرة من الروابط الوثيقة التي يحتفظ بها كثير من الممرِّضين العلماء مع زملائهم الملازمين للمرضى، فمِن بين ما يقرب من ثلاثة ملايين ممرِّض مسجَّل في الولايات المتحدة، تقدِّر جرادي أن نسبة الممرِّضين العلماء منهم تبلغ فقط 1%. وفي عام 2013، ذكرت إدارة الموارد والخدمات الصحية بالولايات المتحدة في تقريرها أن ما يقرب من ثلثي كليات التمريض قد خفضت أعداد الطلاب المقبولين، نتيجة للنقص الذي تشهده تلك الكليات في عدد أعضاء هيئة التدريس (انظر: go.nature.com/fwcli1). وتقول جرادي عن ذلك: «نحن أحوج ما نكون إلى ما يشبه الكتلة الحرجة».

مِن الواضح أن زيادة عدد الممرِّضين الباحثين من شأنها أن تسهم في تحسين عملية رعاية المرضى. فعلى مدار العقد الذي أمضته أكسلين في وحدات العناية المركزة للأطفال حديثي الولادة، لاحظت نمطًا مؤثرًا متكرِّر الحدوث أثناء الإجراءات الطبية المسبِّبة للألم، مثل الحقن داخل الوريد، حيث تجد الأمهات تبكين في طرقات المستشفى، بينما يصرخ أطفالهن داخل الغُرَف. تقول جرادي: «من الممارسات الشائعة أن تطلب من الأبوين الخروج من الغرفة، ولكنك تجدهما يبكيان. لذا.. فكرت كثيرًا في أنه لا بد من إيجاد حلّ ما».

وقد وجدَتْ جرادي خلال بحث رسالة الدكتوراة الخاصة بها، أن الآباء الذين كانوا يمسكون بأطفالهم المبتسرين أثناء مباشرة الإجراءات الطبية كانوا يخففون من آلام الأطفال بدرجة الفاعلية نفسها التي يؤثر بها البروتوكول القياسي المقبول منذ أمد بعيد، ألا وهو إعطاء الأطفال محلول سكري قبل مباشرة الإجراء الطبي. وفي غضون عام من ◀

تمويل الممرِّضين

ثمن جودة الحياة

رغم أن المعهد الوطني لأبحاث التمريض يُعَدّ الأقل شهرة من بين معاهد الصحة الوطنية الأمريكية، التي يبلغ عددها 27 مركزًا، فإن الميزانية السنوية لذلك المعهد تقترب من 144 مليون دولار أمريكي. وقد زادت تلك الميزانية بمعدل ثلاثة أضعاف تقريبًا في السنوات العشرين الماضية، ولكنها تمثل حصة ضئيلة، إذا ما قورنت بالميزانية الضخمة التي تمنحها معاهد الصحة الوطنية للمعهد الوطني للسرطان، على سبيل المثال، والتي تقرب من خمسة مليارات دولار أمريكي. وتُخصَّص نسبة تقدَّر بحوالي 10% من ميزانية المعهد الوطني لأبحاث التمريض لدعم برنامج داخلي صغير، يضم سبع مجموعات بحثية، أما الجزء المتبقي من الميزانية، فيخصَّص في صورة مِنَح لتمويل برامج البحوث والتدريب الخارجية.

مع ذلك.. فعلى عكس المعاهد الكثيرة الأخرى، لا يركز المعهد الوطني لأبحاث التمريض على جانب مرضي، أو مرحلة حياتية، أو جهاز عضوي بعينه. ووِفْق ما تقوله باتريشيا جرادي، مديرة المعهد الوطني لأبحاث التمريض في بيثيسدا بولاية ميريلاند: «تركِّز علومنا ـ في الأساس ـ على البحوث الإكلينيكية بشكل رئيس، ولكنْ يمكنك أن تَصِفَنا بأننا ممن يتبعون مذهب (لا أدري) فيما يتعلق بالأمراض. إن الأمر بأسره يتعلق بالعلوم التي تدرس مسبِّبات الأعراض، وكيف يمكنك التدخل، وكيف يمكنك مساعدة الناس على أن يتأقلموا مع الأعراض المزمنة».

وقد كشفَتْ الأبحاث التي يموِّلها المعهد الوطني لأبحاث التمريض عن وجود اختلافات في كيفية استجابة الرجال والنساء لعلاج الألم، ونجحت في تطوير أدوات أفضل لرعاية المرضى في نهاية العمر، وكذلك أدوات للرعاية المخففة، كما قادت إلى برامج تساعد المراهقين على التعامل مع مرض السكري بصورة أفضل.

تقول جرادي إنّ تطوُّر أساليب تقديم الرعاية الصحية، إلى جانب تقدُّم أعمار الأشخاص في المجتمعات على مستوى العالم يضمنان كلاهما لباحثي التمريض مستقبلًا مشرقًا ومبشِّرًا. **كيندال باول**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

حديث المهن
خبير المِهَن

بعد أن انتهى توماس ماجالدي من إعداد الدكتوراة، وزمالة ما بعد الدكتوراة في مجال علم الفيروسات، شق طريقه في مجال مهني، يساعد من خلاله طلاب الدراسات العليا وما بعد الدكتوراة في مجال العلوم على التخطيط لمساراتهم المهنية. يعمل توماس حاليًّا مديرًا للخدمات المهنية في مركز «ميموريال سلون كيترينج للسرطان» في مدينة نيويورك.

لماذا التحقتَ بكلية الدراسات العليا؟

أردتُ العمل كأستاذ في كلية صغيرة للعلوم والفنون الحرة؛ وعلمت أن عليَّ الحصول على درجة الدكتوراة؛ لأتمكَّن من تحقيق ذلك.

كيف سارت الأمور معك؟

خلال برنامج الدكتوراة، بدأت أتساءل بشأن أهدافي. ومن ثم، أسهمت في إنشاء شبكة تواصل مهنية للمتدربين في مجال العلوم في جامعة ييل في مدينة نيو هيفين بولاية كونيكتيكت، واكتشفت خيارات وظيفية أخرى، من بينها زمالة السياسات العلمية. وكنت كلما تحدثت إلى زميل، وجدتُ أنه قد قام بشيء مميز خارج جدران المختبر، فظننتُ حينها أنني لن أستطيع المنافسة.

ماذا فعلت إذًا؟

أثناء إنهائي لأطروحتي، قررت أن أسعى لاكتساب مهارات تميِّزني؛ فالتحقت ببرنامج تدريبي تابع لوزارة الخارجية الأمريكية حول الكيفية التي يمكن للولايات المتحدة أن تساعد بها منغوليا لإنشاء برنامج للتعليم العلمي يكون صالحًا للتطبيق. قضيت عدة ليال أنجز هذا الأمر خلال الأشهر القليلة الأخيرة من إعداد الدكتوراة، وزمالة ما بعد الدكتوراة، ركزت في اختيار مشرف يحافظ على حماسي للعلم، ويقطن في واشنطن العاصمة، حيث يُمَكِّنني من الوصول إلى صانعي السياسات. وهناك، تطوعتُ للاجتماع مع عضو الكونجرس الممثل لولايتي، وناقشت معه زيادة ميزانية العلوم في الولايات المتحدة الأمريكية، كما عملتُ أستاذًا مساعدًا.

وكيف ساعدتك هذه التجربة؟

عندما أنجبَتْ زوجتي طفلاً، احتجنا إلى مال يفوق راتب زمالة ما بعد الدكتوراة، كما أردنا أن نسكن بجوار العائلة. وأدركتُ حينها أنني بالفعل كوَّنتُ خبرات تؤهل سيرتي الذاتية للمنافسة على العديد من الوظائف خارج المختبر، ولكن ظلت هناك حاجة إلى الحصول على درجة الدكتوراة، وتدريب ما بعد الدكتوراة، فلم تميِّزني أعمالي العلمية المتخصصة بالقدر نفسه للخبرات الأخرى التي اكتسبتها. وبذلك.. كنتُ مستعدًا لشغل الوظائف التي أريدها. ■

أجرت المقابلة مونيا بيكر

تم تحرير المقابلة بهدف الإيجاز والتوضيح. وللاطلاع على المزيد.. يُرجى زيارة الرابط التالي: go.nature.com/5xbdz6

ذلك الاكتشاف، صارت وحدات العناية المركزة للأطفال حديثي الولادة في فنلندا جميعها تقريبًا تَستخدِم أسلوب أكسلين القائم على حمْل الآباء لأطفالهم، وتلقَّت أكسلين اتصالات من مستشفيات في السويد، وسويسرا، والنرويج، وإستونيا، وكندا، تطلب جميعها تنفيذ ذلك الأسلوب.

تقول أكسلين: «من المهم للممرِّضين معرفة وملاحظة أنهم يمكن أن يصنعوا فارقًا فيما يخص الرعاية. ففي أبحاث التمريض يتلخص الأمر في نظرة شمولية للمرضى الذين نعمل معهم بصفة يومية».

وتعيد ألكساندر ترديد تلك المشاعر، مؤكِّدة بذلك على أن علوم التمريض غير معنيّة باكتشاف علاجات أو أدوية جديدة لعلاج مرض بعينه، وإنما تركِّز بالأحرى على فهْم استجابات الأشخاص، وردود أفعالهم تجاه العلاجات، وتخفيف الأعراض؛ من أجل تحسين نوعية الحياة وجودتها. ويهدف البحث الذي تجريه ألكساندر إلى إيجاد وسائل لتوفير رعاية تمريضية لكل مريض مصاب بالسرطان، وفقًا لظروفه.

تقول جرادي إن رؤية المعهد الوطني لأبحاث التمريض لعلوم التمريض تتمثل في إنتاج قاعدة معرفية تسهم في تحسين الرعاية الإكلينيكية للمرضى، وتساعد في تشكيل سياسة الرعاية الصحية في الولايات المتحدة. ورغم أن الكثير من تدخلات التمريض يتم إدراكها في وقت متأخر، مثل مسألة الآباء الذين يحملون أطفالهم في وحدة العناية المركزة للأطفال حديثي الولادة، فإن إجراءات الرعاية تلك يجب اختبارها في ظل ظروف مشددة وقاسية، لإثبات أنها تؤدي إلى تحسين نتائج المرضى بدرجة أفضل مما تفعله مستويات الرعاية الراهنة.

وبشكلٍ ما، أو بآخر.. تحاول علوم التمريض اللحاق بالركب، حيث يتسابق الباحثون لسد الفجوات التي لم تتطرق إليها الدراسات والبحوث العلمية السابقة، مثل: كيف يمكن أن يغيِّر الانتقال بالطائرات العمودية من وظائف الأعضاء لدى مرضى الصدمات. كما أن المجال مهيأ كذلك لتحديد كيفية تقديم الرعاية التمريضية للمرضى، سواء الآن، أم في المستقبل، من خلال الهواتف الذكية وغيرها من أشكال التقنية الرقمية.

في قلب الحدث

ظلت البحرية الأمريكية من أبرز الجهات المهتمّة بتدريب الممرِّضين العلماء، حيث كان الجيش الأمريكي، والقوات البحرية، وقوات سلاح الجو، ترسل كل جهة منها ممرِّضا واحدًا، أو اثنين؛ للحصول على درجة الدكتوراة بصفة سنوية على مدار العقد الماضي. ورغم أن الممرِّضين العلماء العسكريين يديرون برامج بحثية مصمَّمة للتعامل مع الطب العسكري، وكذلك مع المواقف والمجتمعات العسكرية، فإن عملهم يمتد ليشمل عددًا كبيرًا من التخصصات، بدايةً من علم وظائف الأعضاء، حتى الصحة العامة. وتدرس فيرجينيا بلاكمان، الضابط في البحرية الأمريكية، والممرِّضة العالمة المتخصصة في رعاية الحالات الحرجة بمركز والتر ريد، كيف أن بروتوكولات التعامل مع الآلام المختلفة المستخدمة مع مرضى الصدمات في الميدان ربما تؤثر على ظهور أعراض الألم المزمن، أو اضطراب ما بعد الصدمة لدى هؤلاء المرضى على المدى الطويل. وتحذو بلاكمان حذو الكثير من الممرِّضين العلماء في المستشفيات، فتقدم النصح للممرِّضين المعتمدين بشأن أفضل الطرق لتحويل أحدث نتائج الأبحاث إلى ممارسات عملية.

«في أبحاث التمريض.. يتلخص الأمر في نظرة شمولية إلى المرضى الذين نعمل معهم بصفة يومية».

SHOJA LAK

أنّا ألكسلين في جامعة توركو بفنلندا.

قد عملت جينيفر هاتزفيلد ـ التي تحمل رتبة (المقدِّم) في سلاح الجو الأمريكي، بوصفها عالِمة ممرِّضة في تخصص الصحة العامة ـ في مشروعات متنوعة عديدة، مثل زيادة معدَّل إجراء أشعة تصوير الثدي لدى زوجات العسكريين، وكذلك تصميم البروتوكولات؛ لعلاج الجروح الناتجة عن شظايا الانفجارات، عندما تم إرسالها إلى قندهار بأفغانستان. وتوجد هاتزفيلد حاليًّا في فورت ديتريك بولاية ميريلاند، وتتولى إدارة المهمة البحثية الخاصة بالرعاية المتنقلة التابعة لوزارة الدفاع الأمريكية، التي تركِّز على تحسين الرعاية المقدَّمة إلى المرضى أثناء نقلهم جوًّا، أو برًّا. وتقول هاتزفيلد عن وظيفتها كمديرة للبرنامج: «في بعض الأيام، يبدو الأمر ـ إلى حد ما ـ كما لو كنتَ تدير دفتر شيكات يخصّ شخصًا آخر». وتتولى هاتزفيلد تقرير المشروعات التي يتم تمويلها، وتقول: «إنني أحب هذه الوظيفة، لأنها تتيح لي الفرصة لتوجيه مستقبل الرعاية المتنقلة بشكل استراتيجي».

تقول هاتزفيلد إن التمريض عادةً ما يجذب هؤلاء الذين يريدون العناية بالآخرين، ورعايتهم، والإسهام في جعْل العالَم مكانًا أفضل للحياة، وليس بالضرورة أولئك الذين يسعون نحو الحصول على درجة الدكتوراة. إنّ الممرِّضين يقومون بأدوار بالغة الأهمية في البحث العلمي، حسب ما تقول هاتزفيلد، فهم يسهمون في طرح وجهات نظر فريدة أمام الفِرَق البحثية، لأنهم عادةً ما يكونون الأقرب إلى المراحل النهائية من دراسة معينة، يُقصد بها المراحل التي يتم فيها التدخل لتقديم رعاية ما لمريض، أو يقوم فيها مقدمو الرعاية بمساعدة شخص ما على التأقلم مع الآثار الجانبية. تقول هاتزفيلد: «هناك أسئلة تختص بالتمريض، نحتاج إلى طرحها، والإجابة عليها. فإذا لم نقم بذلك، فإننا في هذه الحالة نسمح للأطباء ـ أو غيرهم من أصحاب التخصصات الأخرى ـ بطرح تلك الأسئلة باستخدام منظور أو نهْج ما، ربما لا يكون هو الأصوب». ■

كيندال باول كاتب حر، يعيش في لافاييت بولاية كولورادو.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

نـقـطـة تحـــوُّل
كاي لاندسكرون

LEHIGH UNIVERSITY

مِثْل كثيرٍ من الباحثين، يكافح الكيميائي كاي لاندسكرون من أجل تجميع تمويل كافٍ؛ لاستمرار طلاب الدراسات العليا بمختبره بجامعة ليهاي في بيت لحم بولاية بنسلفانيا. ففي شهر مارس الماضي، بدأ كاي حملة تمويل جماعي غير تقليدية على الصفحة الإلكترونية لمختبَره، لبيع بطاقات خَصْم صالحة للاستخدام في أكثر من 100,000 مطعم، ودار سينما، ومحل تجاري.

كيف تصف لنا الوضع الحالي للتمويل المالي في الولايات المتحدة؟

إنّ تأمين التمويل المالي من أجل الأبحاث يُعتبَر أكثر الجوانب صعوبة ـ وإحباطًا ـ في عملي الذي أحبه. فظروف التمويل سيئة جدًّا، والجهد المطلوب من أجل الحصول على تمويل للأبحاث لم يعد يتناسب مع مقدار المال الذي تحصل عليه، وأعتقد أن هذا أمرٌ ملموس لكثير من الناس. هذا.. ولَدَيَّ تمويل من المؤسسة الوطنية الأمريكية للعلوم، ووزارة الطاقة الأمريكية، وجامعة ليهاي؛ يكفي للعمل حتى نهاية عام 2018، ولدعم خمسة من الخريجين وباحثي ما بعد دراسات الدكتوراة (وهو مُجمل عدد الطلبة بمختبري خلال السنوات الأربع الماضية).

ما هي المشروعات التي سيدعمها المتبرِّعون؟

تقوم مجموعتي بتطوير مواد ذات مسام نانوية؛ لاستخدامها في تقليل الغازات المنبعثة نتيجةً للاحتباس الحراري، وفي المحوِّلات المُحفِّزة، وفي تنقية الهواء والماء، وتخزين الطاقة.

ما الوقت الذي تستغرقه في كتابة طلبات المِنَح؟

إنني أمضي أكثر من نصف وقتي في ذلك العمل. وكنت أقوم كل عام بتقديم طلبات؛ للحصول على (5 ـ 10) منح، تشمل منحًا فيدرالية، وتابعة للولاية، ومؤسسات خاصة. كنتُ ـ بشكل عام ـ أنتهز أي فرصة تُتاح أمامي. ولَدَيَّ من الإصدارات أكثر مما يُتوقَّع، مقارنةً بما لديَّ من موظفين، وما أمتلكه من تمويل.

كيف قررتَ أن تبيع بطاقات الخصم؟

أردتُ أن أتبع نموذج تمويل جماعي، ولم أشأ أن أستخدم مِنَصَّة مثل «كِيكْستارتر» Kickstarter، بل أردت أن أستخدم الموقع الإلكتروني الخاص بجامعتي كمِنَصَّة للتمويل الجماعي.

لماذا؟

تبنَّى منصة «كيكستارتر» Kickstarter المشروعات التكنولوجية في حالة ابتكارها منتَجًا استهلاكيًّا. وغالبًا ما تقدِّم حملات التمويل الجماعي مزايا للمستويات المختلفة من التبرعات. ومن خلال بحثي في الاختيارات المُتاحة لديَّ، وجدتُ بطاقات الخصم تلك، التي يُمكن الحصول عليها مقابل 10 دولارات أمريكية. وقد تُوفِّر هذه البطاقات لحاملها أكثر من 10 دولارات، حسب عدد مرات استخدام المرء لها، ويمكن شحنها خارج الولاية بسهولة، وبأسعار زهيدة. كما يمكن للداعمين أيضًا تقديم تبرعات خيرية. وغالبًا ما تتوقع المنظمّات المُموِّلة وكذلك عامة الناس أن يقوم العِلْم بِرَدّ التمويل للمجتمع في الحال، وهذا من الصعب تحقيقه، حيث إن البحث العلمي مسعى طويل الأجل، ولكن باستخدام هذه البطاقة، يمكنني ردّ القيمة للمجتمع، أو ـ على الأقل ـ للمانح.

كم عدد البطاقات التي قمتَ ببيعها حتى الآن؟

أقل من 50 بطاقة، ولكنْ هناك مَنْ قاموا بتقديم تبرعات.

ما هو التحدي الأكبر الذي يواجه حَمْلَتك؟

التحدي الأكبر الذي يواجه الحملة هو انتشارها.. وآمُل أن يكون التحدث إلى الصحافة بمثابة إعلان يمكنه الانتشار بشكل أكبر، من خلال وسائل الإعلام الاجتماعي.

كيف يرى زملاؤك الفكرة؟

كانت ردود الأفعال إيجابية بوجه عام، فهُمْ يقولون إنني أظهرت براعة في هذا الأمر. وقد قام أحد زملائي في القسم بتغيير موقعه الإلكتروني؛ ليتمكَّن هو أيضًا من تلقِّي تبرعات.

هل تعتزم الانتقال إلى بلد آخر، حيث من الممكن أن تكون فرص التمويل أفضل؟

هذا سؤال مُعقّد من عدة نواحٍ. فأنا مستقر هنا لأسباب شخصية ومهنية، والانتقال قرارٌ مُعقّد، ستكون مُسبِّباته أكثر من مجرد مشكلة غياب التمويل فحسب. ولَدَيَّ زملاء في بلاد أخرى يقولون إنه ليس من السهل الحصول على تمويل أيضًا هناك، ولكن إذا تحسنَتْ عملية التمويل بصورة جذرية في بلد آخر؛ فسوف أفكِّر في الانتقال.

كيف يبدو لك أُفُق تمويلك المستقبلي؟

بالنسبة لي، فإن النفق يبدو مُظلمًا أكثر منه مُضيئًا، وهذا شيء يُفزعني. فما زال أمامي 25 عامًا، وإذا أضحت الأمور أسوأ مما هي عليه الآن؛ فسيكون ذلك أفقًا مخيفًا. ■

قامت بإجراء المقابلة: فيرجينيا جوين
تم تحرير هذه المقابلة بغرض الاختصار والوضوح.

nature
الطبعة العربية

رائـدة
العلـوم
في العالـم
العربـي

متـاحـةٌ الآن
للجمـيـع ..

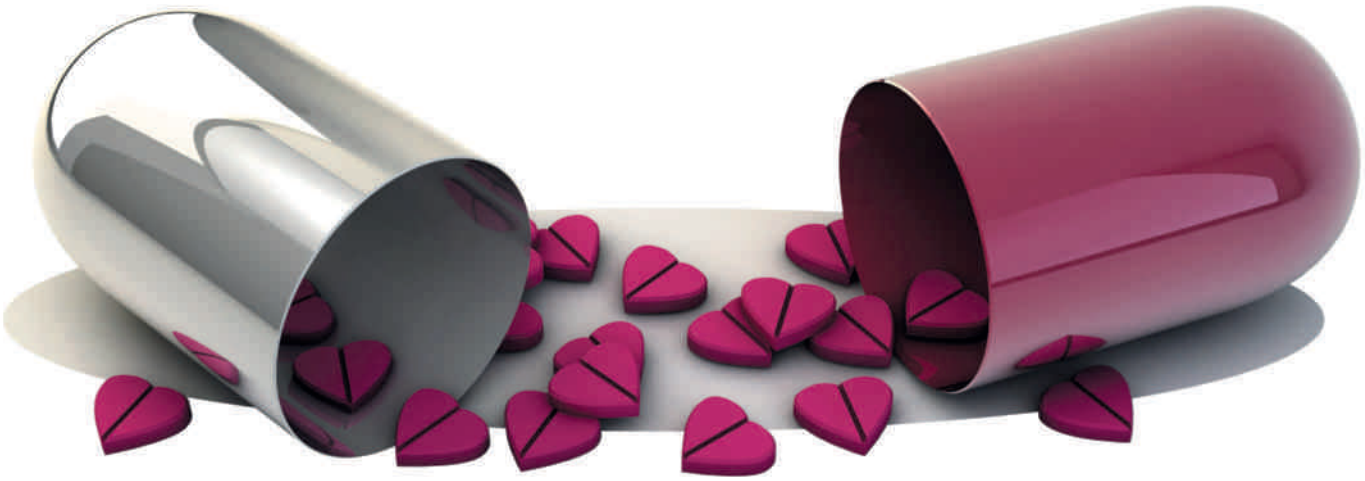
ARABICEDITION.NATURE.COM

Follow us on:

Google play
Available on the App Store

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST
nature publishing group npg

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



وحدي تمامًا

الراحة آتِية.

بقلم تيم كاسفورد

من الصعب أن تُجْزِم بوقت بداية الأصوات، ولا أعني بهذا أنها تنقطع لثانية، وتستمر الثانية التالية، بل أعتقد أن هناك تحولًا تدريجيًّا بين حالتي وجود الأصوات والصمت. وأحيانًا لا تلاحظ وجودها، إلا عندما تتوقف عن التفكير بصفاء، أو تلاحظ اختفاءها، وعودة الصمت التام للعالم.

أعلمُ أن أقراص الدواء تساعد.. ولذلك أتعاطاها؛ ليصبح بعدها كل شيء على ما يرام. لِمَ إِذَن أتعاطى أقراص دواء من الأساس؟ هل أنا مريض؟ هكذا تدور الدوائر مرارًا وتكرارًا. أحيانًا أتمنى لو تنتهي، وتُمْسِي الأمور بخير، وتكون النهاية سعيدة، كنهاية كتاب رائع، لكن الحياة ليست كتابًا، ناهيك عن كونه رائعًا. تتكرر الدورة، وتمسي الأمور أكثر هدوءًا شيئًا فشيئًا، إلى أنْ يتوقف المرء عن التفكير بصفاء، وعندها فقط نشعر باختفاء الأصوات.

هذا هو كل ما أفعله، حسب ما تسعفني ذاكرتي: بعد أن أدخل البيت، وتُوصَد الأبواب من ورائي، أجلس على حافة الأريكة، التي تتحول إلى سرير، وأغمض عيني، وأرهف سمعي. أرهف سمعي بحق. ويمكنني أن أسمع الصوت الرقيق لنبضات تدفق الدم في جسدي. ويمكنني الإنصات للصرير الطفيف في عنقي، بينما أحرِّك رأسي من جانب إلى آخر. ويمكنني سماع الطنين المميز للثلاجة، وجهاز التكييف، ومرشحات الهواء، وشاشة الكمبيوتر. همسات حياتي.. ولا شيء آخر.. توقفت الأصوات.

أفكر في الأقراص، وأعضّ على أظافر أناملي. كنت أتعافى بمعدَّل جيد. أنتقل إلى الكمبيوتر، وأبدأ في لعب بعض الألعاب. تظهر رسائل أصدقائي الموجودين على الإنترنت في الجزء السفلي من الشاشة. أحيانًا أرد عليهم، ولكنني في الأغلب أتجاهلهم. الكل يعرف أنهم ليسوا أناسًا حقيقيين، بل مجرد أشباح برنامج حوسبي، في محاولة لإقناعك بأنك موجود، وأن هناك أناسًا يهتمون بأمرك، وأن حياتك لها قيمة تتجاوز قدرتك على الإسهام في الاقتصاد. الكل يعرف أنهم ليسوا حقيقيين، ولكنْ مَنْ هُم الكل؟ أحاول أن أفكر في آخر مرة رأيت فيها إنسانًا من لحم ودم، لكن الذاكرة تتسرب وتتلاشى .. مثل الحب.

لَفَتَتْ نظري الساعةُ المعلَّقة على جدار العرض، بينما تتحرك أرقامها لأعلى ببطء. كنت أكره الساعة، وأبغض حركتها الوئيدة الساكنة. للأسف، لا يمكنك أن تتخلص من الساعة، وكل ما يمكنك فعله هو تغيير حجمها وشكلها. وقد صغر حجمها إلى أقصى حد ممكن لفترة من الوقت، لكنني ظللت أعتقد أنها حشرة، أو بعوضة على الجدار، وكان الأمر بالنسبة لي أكثر تشتيتًا، فآخِر ما كنتُ أحتاج إليه هو أن أرى بعوضًا ليس له وجود. ولذا.. فهي الآن تبذل قصارى جهودها العقيمة؛ لِلَفْت انتباهي بألّا تكون بارزة. الساعة الآن الثانية والنصف. وليست لدي أدنى فكرة عما إذا كانت مساءً، أَمْ صباحًا.

أحاول أن أنجز بعض الأعمال. أتفقَّد بريدي، لأرى ما إذا كان مديري قد لاحظ أيّ تغيُّر في إنتاجي، ولا أجد شيئًا. هناك العديد من التنبيهات.. التي مفادها أنني لم أتعاطَ أقراصي، فأعيد حساب التواريخ. مرت خمسة أيام الآن. تبدو الرسائل القليلة الأولى أشبه بالمنشورات العامة، أمّا نبرة الرسالتين الأخيرتين، فتبدو أكثر إلحاحًا. هل أنا مريض؟ أيصاب الناس بالأمراض بهذه السرعة؟

أنهضُ.. وأبسط أطرافي، وأتثاءب. تتحرك عقارب الساعة بسلاسة أكثر بكثير. أذهبُ إلى الثلاجة، وأُخْرِج علبة أقراص الدواء الباردة. أقوم بمسح الرمز الشريطي؛ فتنفتح العبوة. أحرِّك القرص في كَفِّي؛ فيلتصق به على استحياء. لم أكن أدري أنني أتصبب عرقًا. ابتلعتُ القرص، وأمسكتُ بكأس الماء الذي كان موضوعًا في انتظاري. لا توجد مرارة في الطَّعم.

أخبرني أحدهم ذات مرة أن شركات العقاقير ستبذل قصارى جهدها، لتسمية علاجاتها الجديدة بأكبر عدد ممكن من أحرف X وY وZ. سيظن الناس أن العقاقير لها مفعول أفضل، لو عجزوا عن نطق أسماءها، أو ربما أنني قرأت هذه المعلومة في مكان ما. يا له من عالَم!

هذه الأقراص تؤتي ثمارها.. والجميع يعرفون ذلك. المشكلة تكمن في نسيانك لعلة حاجتك إليها، عندما لا تكون مريضًا، وعندما تظن أنك على خير ما يرام. من الصعب أن نجزم متى تبدأ الأصوات. فهناك تحوُّل تدريجي. وشيئًا فشيئًا.. تلاحِظ كيف أن كل شيء أمسى أكثر ارتياحًا، وكأنَّ العالَم كله أمسى أفضل بكثير. الأمر أشبه باحتساء كأس من الشوكولاتة الساخنة في يوم بارد رائع، أو الاسترخاء في مغطَس ساخن، أو احتساء كأس من النبيذ الرائع، أو الوصول إلى نهاية كتاب رائع.

أحاول أن أتذكَّر فترة ما قبل ظهور الأقراص، وما قبل أن تقتضي الضرورة تعاطيها، وما قبل أن نحتاج جميعًا إلى أن نرهف أسماعنا لسماع الأصوات، لكنني لا أستطيع أن أتذكر. ربما تَجَاذَبنا أطراف الحديث.. ربما كان الواحد منا صوتَ الآخر، وكان الواحد منا يدعم الآخر، ولكنْ مَن الذي يفعل ذلك؟

عندما تأتي الأصوات، فهي تأتي على هيئة همسة خفيضة في أُذُني، وحفيف ناعم لأوراق الشجر، وأنشودة طائر خافتة. وتدريجيًّا.. تتخذ شكلاً محددًا، ويسعدني الانتظار. إنها تتحدث إليَّ. إنها مِنْ أجلي. أُرْهِف سمعي. وتغرورق عيناي بدموع الفرح .. «أنت محبوب». ■

تيم كاسفورد طبيب يعيش في ويست ساسكس، ويعمل بها. ويُرَجِّح أنه ليس مسؤولًا عن أي مشكلة من المشكلات التي تشوب هيئة الخدمات الصحية الوطنية (المملكة المتحدة).

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

ILLUSTRATION BY JACEY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

© 2015 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved