

nature

الطبعة العربية | الدورية الشهرية العالمية للعلوم



دليلك لفهم الجينوم البشري

|| عامًا على أكبر مشروعات علوم الحياة

فلك

مسار الاصطدام

مجرتنا تصطدم بأندروميديا
بعد 4 مليون سنة
صفحة 53

فيزياء الجسيمات

جسيم جديد يشبه بوزون هيگز

أقوى معجل لدراسة الجسيم
الجديد في سيرن
صفحة 30

علوم البيئة

بحيرات التجارب في خطر

نقص التمويل يهدد موقعًا
فريدًا للتجارب
صفحة 26

ARABICEDITION.NATURE.COM

أكتوبر 2012 / السنة الأولى / العدد 1

ISSN 977-2314-55003



مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

حيث تنمو المعرفة



رسالة رئيس التحرير

على طريق النهضة العلمية

باتهاء الأسبوع الأول من شهر أكتوبر 2012 - إن شاء الله - يكون العدد الأول من الطبعة العربية من مجلة "نيتشر" بين أيدي القراء من المجتمع العلمي العربي أينما كان، الذين نأمل أن يفيدهم هذا المشروع الكبير، الذي يوفر للساحة العلمية والثقافية العربية واحدة من أهم وأعرق المجالات العلمية في العالم.

تصدر الطبعة الدولية من المجلة يوم الأربعاء من كل أسبوع، محتوية على نصفين رئيسيين: النصف الأول، وهو ما يُعرف لدى العاملين في المجلة بالنصف الخلفي، وهو الأهم في المجلة، ويحتل الجزء الأكبر من صفحاتها، ويضم الأوراق والرسائل البحثية. وسوف تقوم الطبعة العربية بنشر ملخصات الأبحاث التي تحتويها الأعداد الثلاثة المنشورة في الشهر السابق على النشر، وعدد من الشهر الأسبق (وهي هنا أعداد 6 و 13 و 20 سبتمبر، إضافة إلى عدد 30 أغسطس)، مع الإشارة إلى البيانات الأساسية للبحث، ضماناً لسهولة وصول الراغب في مطالعته، سواء في الطبعة الدولية، أم على الموقع. أما النصف الأمامي من المجلة، فيضم عددًا من الأقسام الرئيسية والفرعية، وسوف تقوم في الطبعة العربية بنشر منتخبات من أربعة أعداد من مواد تلك الأقسام، وهي: - هذا الشهر: ويضم عددًا من الافتتاحيات والرؤى العالمية، وأضواء على الأبحاث التي تشر في "نيتشر"، فضلاً عن نخبة من الأخبار العلمية العامة.

- أبحاث في دائرة الضوء: ويحوي تناولاً أكثر عمقاً لبعض الأبحاث المنشورة بالمجلة الدولية، كما يحتوي على تحقيقات تتناول بعض القضايا التي تثيرها تلك الأبحاث.

- التعليقات: ويضم تعليقات على البحوث العلمية التي تنشر بالمجلة، كما يضم أيضاً عرضاً لأحدث الكتب العلمية، وحوارات مع بعض الكتاب والفنانين الذين يسهمون في الثقافة العلمية في العالم، كما يضم هذا القسم عددًا من رسائل القراء، إضافة إلى تأبين العلماء الذين قضوا نحبهم في وقت سابق على النشر.

- أخبار وآراء: وهو جزء من قسم البحوث بالمجلة، ويضم في الأساس النصف الخلفي بأوراقه ورسائله، ولكنّ تسبقة أخبار مفصلة عن بحوث المجلة وآراء حولها.

- مهن علمية: وهو جزء يضم خلاصة الخبرات والنصائح التي تهتم العاملين في مهنة البحث العلمي، سواء في شكل تحقيقات، أم أعمدة، أم حوارات مع الصاعدين الواعدين من شباب الباحثين.

- مستقبلات: وهي صفحة واحدة تأتي في نهاية المجلة، تبحر بنا في لبح الخيال العلمي.

إنّ مجلة "نيتشر" - التي نقدم للقارئ العربي طبعة شهرية منها - هي دورية علمية دولية تعنى بنشر أفضل الأبحاث التي تمت مراجعتها من قبل النظراء في كافة مجالات العلوم والتكنولوجيا، ويتم اختيار البحوث للنشر على أساس من أصالتها وأهميتها، وكونها متعددة التخصصات، وتراعي حُسن التوقيت، والتألق، مع توافر إمكانية الوصول، إضافة إلى نتائجها المبهرة. و"نيتشر"، كما هو معروف، هي أكثر دوريات العالم العلمية متعددة وبيئية الاختصاصات interdisciplinary التي يقبّس منها الباحثون، وذلك وفقاً للتقرير الصادر عن مؤسسة "طومسون رويترز" عن عام 2010، الذي يتناول أكثر الدوريات العلمية اقتباساً، حيث يبلغ معامل التأثير Impact Factor الخاص بالمجلة 31.101، ويعني المعامل متوسط عدد الاقتباسات والاستشهادات المأخوذة من الورقة البحثية الواحدة المنشورة بالدورية على مدار عامين سابقين على نشر التقرير، وهو مقياس مستقل يتم حسابه عن طريق مؤسسة "طومسون رويترز" الأمريكية.

يحمل العاملون في "نيتشر" على كواهلهم عبء المهمة التي وضعها المؤسسون في عام 1869 في بيان التأسيس، وهي - في المقام الأول - خدمة العلماء، من خلال النشر العاجل لكل ما يشهده العالم من تطورات علمية في كافة الفروع، وإتاحة منتدى لتوفير الأخبار العلمية، ومناقشة القضايا المتعلقة بالعلوم، أما المهمة الثانية لـ "نيتشر"، فهي ضمان النشر السريع للنتائج العلمية في أوساط الجمهور العام في جميع أنحاء العالم، بالطريقة التي تُشعر الناس بأهمية العلوم لكل من المعرفة، والثقافة، والحياة اليومية.

نقدم هذه الطبعة العربية لتلك المجلة العربية والتميز في الأوساط العلمية، والتي ترعاها وتمولها مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية مشكورة إسهاماً منها في دفع عجلة النهضة بالعلوم في العالم العربي إلى الأمام، ونحن نأمل أن يكون لذلك تأثيره الإيجابي الأوسع على المجتمع العربي بأسره، والله من وراء القصد وهو يهدي السبيل.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

فريق التحرير

رئيس التحرير: مجدى سعيد

نائب رئيس التحرير: د. مازن النجار، كريم الدجوي

مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسن بيومي

مساعد التحرير: ياسمين أمين

المدير الفني: محمد عاشور

مستشار التحرير: أ.د. عبد العزيز بن محمد السويلم

مستشار الترجمة: أ.د. علي الشنقيطي

اشترك في هذا العدد: أبو الحجاج بشير، أحمد بركات، أحمد مغربي، باتر وردم، تسنيم الرشيدة، حازم سكيك، رنا زيتون، سهاد الوهيدي، طارق فايل، عائشة هيب، علي السرجاني، عمرو سعد، ليث المغربي، ليلي الموسوي، ليلى مرجي، ليلى الشهابي، محمد السيد يحيى، مصطفى حجازي، مها زاهر، موسى فضل الله، هدى رضوان، هشام سليمان، هويدا عماد، وائل حمزة

مسؤولو النشر

المدير العام: ستيفن إينشكوم

المدير العام الإقليمي: ديفيد سوينبانكس

المدير المساعد لـ MSC: نيك كامبيل

الناشر في الشرق الأوسط: كارل باز

مدير النشر: أماني شوقي

عرض الإعلانات، والرعاية الرسميون

مدير تطوير الأعمال: جون جيولياني

(j.guiliani@nature.com)

الرعاية 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

التسويق والاشتراكات

التسويق: إيلينا وودستوك (e.woodstock@nature)

عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)

Tel: +44207 418 5626

تمت الطباعة لدى مجموعة ربيدي للطباعة.

NATURE [ARABIC] ONLINE

http://arabicedition.nature.com

للارتباط بنا:

Macmillan Dubai Office

Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Tel: +97144332030

Macmillan Egypt Ltd.

3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City,
Cairo 11371
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

تُنشر مجلة "نيتشر" - وترقيمتها الدولي هو (2314-5587). من قِبَل مجموعة نيتشر للنشر (NPG)، التي تعتبر قِسماً من ماكملان للنشر المحدودة، التي تأسست وفقاً لقوانين إنجلترا، وويلز (تحت رقم 00785998). ومكتب ويلز المسجّل يقع في طريق بروينل، هاوندميلز، باسينجستوك، إنش إيه إن تي إس، آر جي 6 21 إكس إس. وهي مسجّلة كصحيفة في مكتب البريد البريطاني. أما بخصوص الطلبات والاشتراكات، فيُرجى الاتصال بمكتب دبي. وفيما يتعلق بفتح التفويض لعمل نسخ مصوّرة للاستخدام الداخلي أو الشخصي، أو الاستخدام الداخلي أو الشخصي لعملاء محدّدين، فهذا الأمر يتعلق بموافقة "نيتشر" للمكاتب، والبيانات الأخرى المسجّلة من خلال مركز إجازة حقوق الطبع والنشر، ومقرّه في 222 روز وود درايف، دانفريز، ماساشوسيتس 01923، الولايات المتحدة الأمريكية. والرقم الكودي لـ "نيتشر" هو: 03/0836-0028، باتفاقية النشر رقم: 40032744. وتُنشر الطبعة العربية من مجلة "نيتشر" شهرياً. والعلامة التجارية المسجّلة هي (ماكملان للنشر المحدودة)، 2012. وجميع الحقوق محفوظة.

1	2	3	4	5	6	7
	Expo Brazilian	Quadrantids Meteor	Frontiers in	Archaeal Genetic		Gerald Durrell
8	9	10	11	12	13	14
Genomes and eDNA-IASLC Joint Noncoding RNAs 2 more...	Full Moon		Summit Course Meeting Open Day Virtual event Webinar Symposium Congress Lecture Forum Science policy event	Human Amyloid 6th GCC ORL		
15	16	17	18	19	20	21
	The 1st IFRc-SigN Animal Minds: From	Fundamentals Seminar Exhibition Networking event Space launches International Observance Training course		World Congress in	Exploiting	
22	23	24	25	26	27	28
Climate Change	Phylogeny			Complex Disease Progress N-TM	8th European	



اكتشف الفعاليات العلمية - قم بضبط تقويمك اليوم ليتزامن معها

CALENDAR VIEW متوفر الآن
عبر الرابط التالي: NATUREEVENTS.COM

- من السهل مُزامنة قاعدة بيانات فعالياتنا العلمية مع تطبيق التقويم الخاص بك على الإنترنت أو على هاتفك الجوال
- اكتشف التواريخ الهامة ضمن تقويم الفعاليات العلمية، التي لا تقتصر على المؤتمرات
- شاهد الفعاليات المختارة خصيصاً من قِبَل مُحَرِّري مجلة *Nature*
- طابق الفعاليات المدرجة في التقويم مع تفضيلاتك الخاصة بموضوع وموقع الفعالية

nature publishing group **npq**

المحتويات

أكتوبر 2012 / السنة الأولى / العدد 1

الترميز | nature

73 من الفهرس إلى العمل
إيران سبجال

ملخصات الأبحاث

78 موسوعة متكاملة من عناصر الحمض النووي/
المشهد الكروماتيني المتاح من الجينوم
البشري/ معجم تنظيم إنساني موسّع في آثار
أقدام عامل الاستنساخ/ بنية الشبكة التنظيمية
في الإنسان المستمدة من بيانات الترميز

مهن علمية

90 ترس واحد في ماكينة معقدة
سارة كيلوج

nature.com/encode

أبناء وآراء

70 فك الترميز
منتدى نقاش الجينوميات

70 تقدير وليمة الجينوم
جوزيف آر. إيكر

71 التحكم في التعبير
ويندي أ. بيكمور

72 غير مُرمّزة، لكن فعالة
إيناس باروزو

73 التطور والشفرة
وجوناثان ك. بريشارد ويوآف جيلاد

افتتاحيات

8 خيوط الجينوم الدوارة

المقدمة

63 عام الجينوم البشري

تحقيق

64 موسوعة الإنسان
بريندان ماهر

تعليق

67 دروس لمشروعات البيانات الكبيرة
إيوان بيرني

تعليقات

39 علوم الفضاء
عندما تضل الشراكة الدولية السبيل
ديفيد ساووثود

كتب وفنون

46 علم الأعصاب
الأذنان تمتلكها
أندرو كينج

47 س و ج
التنبؤ بمستقبل السلالات النباتية
حوار مع جون ماكورماك

48 تشریح
مسلوخ ومخلل وملدن
إوين كالواوي

مراسلات

50 إدارة زراعة الأعضاء، اسنقطاب العالمات،
المصالح المتنافسة، الكتلة الحيوية

تأبين

52 برنارد لوفيل (1913-2012)
فرانيس جراهام سميث، ورودني ديفيس،
وأندرو لاين

مستقبلات

96 النمو..المذاق المر للنجاح

أخبار فى دائرة الضوء

19 الحماية
معلومات الأقمار الاصطناعية تبالغ في
تقديراتها المتفائلة للغابات الهندية

20 صحة الحيوان
اجتياح حمى الخنازير للأراضي الروسية، وقد
يقترح الجوار

23 الوراثة
الآباء يورثون مزيداً من الطفرات كلما تقدّموا
في العمر

25 الشيخوخة
الوراثة والحميات الصحية يتصلان بشكل كبير
بطول العمر

27 الأبحاث الطبية
بعد إخفاقات كثيرة، الآمال متركّزة على
إجهاض مسار مرض ألزهايمر

تحقيق إخباري

34 هندسة الأنسجة
يوشيكى ساساي ينمي أجزاء من الدماغ في
طبق لمعرفة برغبة الخلايا الجذعية

مهن علمية

95 موجز حول الوظائف

الأحدث قوائم الوظائف والنصائح
المهنية تابع: www.naturejobs.com

هذا الشهر

افتتاحيات

7 البيئة
الأبعاد الاجتماعية للتنوع الحيوي
تجاوز التدابير العلمية والاجتماعية للتغلب
على تراجع التنوع الحيوي

7 الأبحاث
المساءلة والشفافية
معهد الصحة الأمريكي عليه أن يؤمن مكاشفة
الجمهور حول تضارب المصالح

رؤية كونية

11 يجب أن نكون صرحاء
بشأن أخطائنا
جيمر وودجيت
الشفافية هي المفتاح
للاستثمارات العلمية السليمة



أضواء على أبحاث

12 مختارات من الأدبيات العلمية
دخان السجائر يعزز الأغشية الحيوية،
هيدروجيل يجعل المباني تعرق، انتشار مرض
الهربس في حدائق الحيوان،

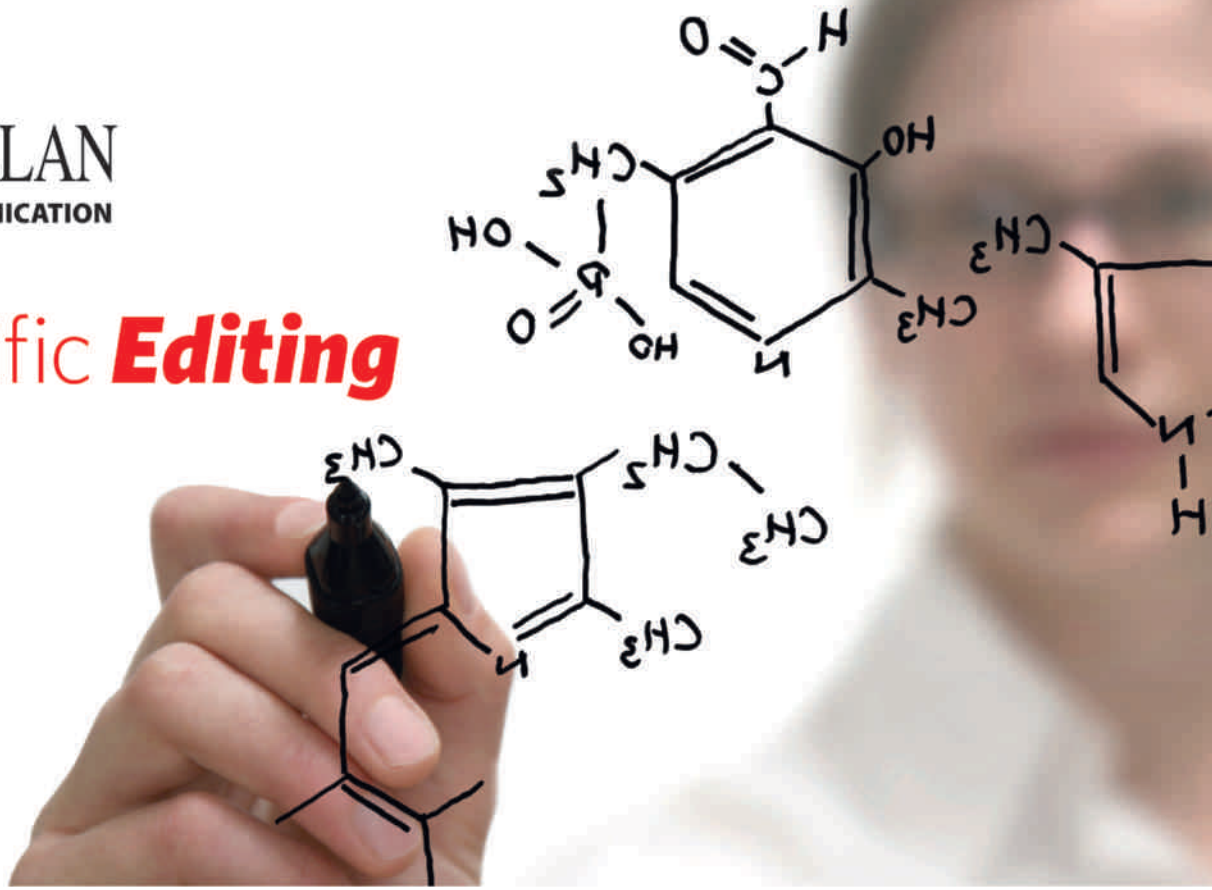
ثلاثون يوماً

16 موجز الأنباء
الثغرة النووية للهند/ خلايا جذعية لعلاج
التوحد/ انخفاض جليد الشمال/ ارتفاع حالات
الكوليرا في العالم/



MACMILLAN
SCIENCE COMMUNICATION

Scientific **Editing**



تتوفر الآن خدمة المساعدة في عملية النشر

امنح نفسك أفضل فرصة لنشر أبحاثك في أهم المجلات الدولية ذات التصنيف الرفيع، وذلك بالاستفادة من الخدمات الرائدة في مجال التحرير العلمي، والمقدمة من شركة **Macmillan Science Communication (MSC)**.

تتخطى **MSC** الحدود التقليدية للتحرير اللغوي، فهي تقدم الخدمات التالية:

- تطوير متعمق لمهارات التحرير من خلال التدريب على يدي محرري مجلة **Nature** المتمرسين
- تزويدك بتعليقات واقتراحات حول محتوى، وتنظيم، وطريقة عرض مخطوطتك البحثية، والمقدمة من قبل خبراء في تخصصك العلمي
- إسداء النصح فيما يتعلق بالمجلات العلمية الملائمة لنشر مخطوطتك البحثية
- التحرير اللغوي لمخطوطتك بواسطة المحررين اللغويين لدى **Nature Publishing Group Language Editing**

حقق أقصى تأثير لبحثك العلمي. أرسل مخطوطتك اليوم!

www.mscediting.com

* إن قرارات النشر والتحرير التي تتخذها **Nature Publishing Group** مستقلة عن خدمات **MSC**.

المحتويات

أكتوبر 2012 / السنة الأولى / العدد 1

أبحاث

البحوث المنشورة في عدد
13 سبتمبر 2012

خلايا جذعية ارتباط إنزيم البروتينوزوم
بإطالة عُمر الخلايا الجذعية
D Vilchez et al

فيزياء الكم التخاطر الكمي على طريقة
«أيلاند هونج»
X Ma et al

التنوع الحيوي اضطراب قاع البحار
بالشباك الماسحة للقيعان
P Puig et al

علم التغذية الطعام منخفض السعرات لا
يضمن حياة أطول
J Mattison et al

البحوث المنشورة في عدد
20 سبتمبر 2012

علم الأعصاب خريطة الطبوغرافيا
الجزئية للدماغ البشري
M Hawrylycz et al

بصريات نابض إي بي آر الطيفي
S Takahashi et al

ديناميكا حرارية توليد الكهرباء من الحرارة
المهدرة
K Biswas et al

الجينوم الإشارات الجينية لمقاومة الملاريا
C Timmann et al

جيولوجيا

تشكيل المواد المنصهرة أثناء الزلازل

يقدم كيفن براون، ويوري فيالكو دراسة
مخبرية حول الخصائص الاحتكاكية للصخور
في سرعة الانزلاق نحو المدى الزلزالي...
صفحة 76



فلك

مسار الاصطدام

بعد أربعة مليارات سنة من الآن، ستلتقي مجرة
أندروميديا بالقرب من مجرة درب التبانة. وسوف
تبدأ المجرتان رقصة الاضطراب التي ستنتهي
بعد ملياري سنة أخرى...
صفحة 53



ملخصات الأبحاث

البحوث المنشورة في عدد
30 أغسطس 2012

علم الوراثة طفرة وراثية تضيف المشية
الجانبية للخيول
L Andersson et al

علم الأورام البروتينات المختلفة في
سرطان القولون
S Seshagiri et al

تغير المناخ توقع تركيزات الميثان في
القطب الجنوبي
J. Wadham et al

البحوث المنشورة في عدد
6 سبتمبر 2012

الترميز موسوعة متكاملة من عناصر الدي
إن إيه في الجينوم البشري
The ENCODE project Consortium

الترميز المشهد الكروماتيني المتاح من
الجينوم البشري
R E Thurman et al

فلك البحث عن ليثيوم-7 الكوني
J Howk et al

علم الحشرات التعلم من التجربة والخطأ
في ذبابة الفاكهة
K Keleman et al

علم الأعصاب مصير خلية في دماغ
التدييات البالغة
J Song et al

أخبار وآراء

54

مناعة

ترخص في الرئتين
عندما تعبر الخلايا المناعية الرئتين لتهاجم
الدماغ والحبل الشوكي

56

أورام

الفصل في الجدل الدائر حول الخلايا
الجذعية

هل تحتوي الأورام على خلايا جذعية سرطانية
تُدعم ديمومتها؟

58

تغذية النبات

التجذير من أجل المزيد من الفوسفور
محاصيل أكبر من الأرز مع استخدام فوسفور
أقل في التربة

59

مناخ

توازن أنهار الهيمالايا الجليدية
تساؤلات حول طرق تقدير توازن كتل
الجليدية حول العالم

70

منتدى: الجينوم

فك الترميز

تأثير وضع كتالوج للعناصر الوظيفية للجينوم
البشري
جوزيف آر. إيكير، ويندي بيكمور، إينس
باروسو، جواناثان ك. بريشارد، ويوف جيلاد،
إران سيجال
أنظر صفحات الترميز

تغير المناخ

كربون من جليد القطب الشمالي

يمكن أن يؤدي ذوبان الطبقات دائمة التجلد
في القطب الشمالي إلى إطلاق كميات هائلة
من الكربون إلى الغلاف الجوي...
صفحة 81



naturejobs.com

كُنْ شَرِيكًا لَنَا فِي النُّمُوِّ وَالازْدِهَارِ

تَمَلُّنَا عَلَى مَدَى السَّنَوَاتِ الْاِثْنَتَيْ عَشْرَةَ الْآخِرَةِ بِجِدِّ وَاجْتِهَادٍ؛
لصِيَاغَةِ naturejobs.com؛ لِيُصْبِحَ أَفْضَلَ مَصْدَرٍ لَتَوْطِيفِ الْعُلَمَاءِ،
وَيَقْبَلُ مَسَاعِدَتِكَ.. أَصْبَحَ لَدَيْنَا أَكْبَرُ مَوْقِعِ تَوْطِيفٍ، مُخَصَّصٍ
لِلْأَوْسَاطِ الْعِلْمِيَّةِ فِي جَمِيعِ أَنْحَاءِ الْعَالَمِ.

لِذَا.. نَحْنُ مُتَّخَمِّسُونَ لِإِعْلَامِكُمْ بِالْمَوْقِعِ الْجَدِيدِ ل naturejobs.com
الَّذِي تَمَّ تَطْوِيرُهُ وَتَحْسِينُ أَدَائِهِ الْوِظِيفِيِّ؛ لِيَمَكِّنَكَ مِنْ بَحْثِ وَحِفْظِ
الْوِظَائِفِ، وَتَقْدِيمِ طَلَبِ عَمَلٍ بِسَهُولَةٍ، وَبِسُرْعَةٍ أَكْبَرَ.

- ✓ تَمَّ تَحْسِينُ طَرِيقَةِ الْبَحْثِ؛ لِتَسْهِيلِ الْعَثُورِ عَلَى وَظَائِفِ.
- ✓ يُمْكِنُكَ أَنْ تَحْفَظَ تَنْبِيهَاتِ وَجُودِ الْوِظَائِفِ الْخَالِيَةِ بِسُرْعَةٍ.
- ✓ يُمْكِنُكَ تَقْدِيمَ الطَّلَبِ الْوِظِيفِيِّ بِوَتِيرَةٍ أَسْرَعَ بِوَأَسْطَةِ خِدْمَةٍ
تَحْمِيلِ السَّيْرَةِ الذَّائِتِيَّةِ الْمَتَمَيِّزَةِ.

هَلْ أَنْتَ مُسْتَعَدٌّ؟ اِبْحَثْ إِذَا ضَمَّنَ أَكْثَرَ مِنْ 10,000 وَظِيفَةٍ؛ لِلْعَثُورِ عَلَى الْوِظِيفَةِ الْمُنَاسِبَةِ لَكَ عَبْرَ الرَّابِطِ التَّالِيِ:

www.naturejobs.com

Follow us on:



nature publishing group 

هذا الشهر

مقالات

رؤية عالمية بوزون هيجز هو الطموح العلمي لمعرفة أصول الوجود ص. 10

الأحياء الدقيقة دخان السجائر يزيد إنتاج بكتيريا الأنف للأغشية الحيوية ص. 12

التطور شذوذ التطور جعل فأر الزبابة بلا أضرار، وقواطع غريبة الشكل ص. 15



الأبعاد الاجتماعية للتنوع البيولوجي

ينبغي على الهيئة الدولية المنوط بها التعامل مع إشكالية تراجع التنوع البيولوجي أن تضع في اعتبارها أمورًا كثيرة بجانب العلم، وذلك حتى تتمكن من إنجاز مهمتها.

إن مناقشة القيم وتحديد أصحاب المصالح والشركاء المجتمعيين - بلغة العلوم الاجتماعية - قد تسبب إزعاجًا، وقد تثير شعورًا بعدم الراحة لدى بعض العلماء التقليديين. ولعل هذا يقودنا إلى طرح التساؤل التالي: ماذا تعني هذه المقاربة - بعبارة عملية - بالنسبة إلى المنبر الحكومي الدولي للتنوع البيولوجي وخدمات النظام البيئي؟ على أحد المستويات، وعلى نحو ما طرحه كُتّاب المقال التعليقي، قد تبدو الإجابة بسيطة، ولا تتجاوز توسيع معايير كل ما يمكن اعتباره مادة مقبولة، أي تعلمُ تَمين المعرفة والخبرة المحلية، والاحتفاء بهما. إن تحدي حماية التنوع البيولوجي من الموت التراكمي من قِبَل الآلاف المؤلفين من الجروح يمثل - بلا شك - محكًا حقيقيًا لاختبار هذه المقاربة؛ فالمقاس الواحد لا يمكن أن يوائم كل الأحجام، ولا ينبغي له أن يكون كذلك. ■

في مادة تعليقية، نُشرت في عدد 23 أغسطس، Vol. 488 من الطبعة الإنجليزية لمجلة "نيتشر Nature"، وعلّق فيها عدد من الباحثين على التوجهات المستقبلية للمنبر الحكومي الدولي للتنوع البيولوجي وخدمات النظام البيئي (IPBES)، عمدت هذه المجموعة إلى لفت الأنظار إلى المساعي الحثيثة التي تبذلها الهيئة من أجل "تطوير فهم للتنوع البيولوجي يركز - في الغالب - على أسس علمية".

قد يعتقد الكثيرون أن الأمر لا ينضوي على جديد؛ فمجلة "نيتشر Nature" - في كل الأحوال - هي مجلة العلوم الأسبوعية الدولية، ومن ثم، فإن الفهم القائم على أسس علمية هو ما تفعله المجلة بطبيعة الحال.

وهذا التوجه الذي عبّر عن نفسه في هذه المقالة لا يمثل استحسانًا أو تأييدًا لهذه المقاربة "القائمة على أسس علمية"، بل يأتي في سياق النقد لها؛ ففي المقالة نفسها رفض الكُتّاب تمامًا فكرة الاعتماد على العلم المدقق، وأكدوا أن "المعرفة التي كان يُنظر إليها باعتبارها معايير نهائية، والتي ثبتت صلاحيتها العلمية"، قد غدت غير كافية للتأطير لسياسة علمية. كذلك تؤكد هذه المجموعة على ضرورة تبني المنبر الحكومي الدولي للتنوع البيولوجي وخدمات النظام البيئي مقاربتهم مختلفة عن تلك الصادرة عن اللجنة الحكومية الدولية للتغير المناخي (IPCC). ويؤكد كاتبو المقال أن رغبة اللجنة في إنتاج تقييمات موحدة ومعيارية (حيث تعمل اللجنة الآن على صياغة المعيار التقييمي الخامس) قد قللت كثيرًا من فرص نجاحها، حيث "طغت أعمال أكثر أهمية، تمثلت في جمع المزيد من وجهات النظر عن التغيرات المناخية، والدفع قُدّمًا باتجاه إجراء عملي عن طريق عدد من الأطراف الفاعلة".

ويثير هذا الموقف التحريضي عددًا من علامات الاستفهام، أولها عن مدى العدالة والموضوعية في هذا الهجوم ضد اللجنة الحكومية الدولية للتغير المناخي. والحقيقة أن الإجابة على هذا التساؤل تحتمل النفي والإثبات في آن واحد؛ حيث تأسست هذه اللجنة لجذب الحماس من كافة الاتجاهات، ولكن ربما يكمن السبب في هذا الهجوم بصورة أوضح في تعاملها الفظ مع بعض الأخطاء المزعومة، وتراجع الدعم السياسي لسياسات الحد من ظاهرة انبعاث الغازات الدفيئة؛ ويبقى أن منتقدي هذه اللجنة عادةً ما يتجاهلون طبيعتها المهجّنة، وربما غير المتجانسة.. فالأهداف والممارسات تتنوع عبر ثلاث مجموعات عمل منفصلة، لدرجة تدفع بالبعض للتأكيد على أنه لا ينبغي أن يصدّر عن اللجنة تقرير موحد جامع، وإنما ثلاثة تقارير منفصلة. إن النفوذ السياسي للحدث بصوت موحد عادةً ما يكون أكثر قوة، ولكن يبقى الهدف الكبير - في الوقت ذاته - أكثر عرضة للإصابة.

إن هذا الموقف العدائي ضد المقاربة المعلنة التي تتبناها اللجنة الحكومية الدولية للتغير المناخي ربما يصدر من ناحية بسبب الكيفية التي يتم من خلالها طرح قضية التغيرات المناخية، باعتبارها مشكلة مطروحة للحل، ومعضلة كبرى خارجية ينبغي التعامل معها ومعالجتها، ومن ثم كقضية يقع عبء تحديدها وترسيمها على العلم، إلا أنه من الممكن، بدلاً مما سبق، وضع هذه القضية في إطار توالي ملايين - وربما مليارات - القرارات غير المترابطة الصادرة عن أفراد غير مترابطين.

وهنا يمكن الحديث عن دروس ينبغي على المنبر الحكومي الدولي للتنوع البيولوجي وخدمات النظام البيئي مدارستها وتعلمها؛ فإذا كنا ننظر إلى الناس باعتبارهم عاملًا رئيسيًا ومكونًا أساسيًا من مكونات مشكلات التغيرات المناخية، والقضاء على التنوع البيولوجي، فإن سلوك هؤلاء الناس وموقفهم ينبغي أن يكون جزءًا محوريًا من الحل. إن هذا التصور من شأنه أن يجعل كلاً من المشكلة والحل أكثر غموضًا، وأقل عرضة للتوحد والمعيارية، ولكنه في الوقت ذاته يجعل المشكلة أكثر واقعية، ويجعل الحل أكثر قابلية للتطبيق.

المساءلة والشفافية

لقد غيرت الحكومة الأمريكية طريقة كشف علماء الطب الحيوي عن مصالحهم المالية. وكانت القواعد المعدلة موضع ترحيب، ولكنّ الدخول إلى الصراعات المحددة عن طريق الإنترنت يجب أن يكون مَطْلَبًا.

دخلت القواعد المشدّدة لكيفية إبلاغ علماء الطب الحيوي الأمريكيين عن مصالحهم المالية حيز التنفيذ الشهر الماضي. وكانت هذه التغييرات - التي تؤثر على العلماء الذين يتلقون المنح من الحكومة - موضع ترحيب، رغم أنها - على الجانب الآخر - لم تذهب بعيدًا بما فيه الكفاية.

وسوف يحتاج حوالي 38000 باحث، معظمهم من المتلقين للمنح من المعاهد القومية الأمريكية للصحة، التي تعتبر أكبر ممول للبحوث الطبية في العالم، إلى الالتزام بهذه القواعد المعزّزة. وتُحدّث هذه التغييرات اللوائح التي تم وضعها في عام 1995، لضمان ألا يؤثر تحيز الباحث على تصميم، أو إجراء، أو كتابة تقرير البحث.

وهناك عديد من التغييرات المهمة: أولاً، يجب على الباحثين الآن الكشف عن كل "مصلحة شخصية مهمة" لمؤسستهم تخصصهم، أو تخصص أقرباءهم المباشرين، وتعلّق بأيّ من مسؤولياتهم المؤسساتية، من التدريس، والكشف على المرضى، إلى البحوث المعملية، والخدمات في لجان الأخلاقيات. وهذا الشرط يمثل مدى أوسع من القواعد السابقة، التي كانت تطلب - بشكل عام - الكشف عن الأساس لمشروع محدد.

لقد أنهى التغيير الغموض الذي سمح - على سبيل المثال - لباحث باستنتاج أن الخدمة المدفوعة في مجلس لإحدى شركات الأدوية الكبرى موجهة فقط إلى الخبرة الإكلينيكية، وبالتالي لا صلة لها بمشروع بحثي تموله الحكومة، استخدم أحد المركبات التجريبية للشركة. وبموجب القواعد المُحدّثة، لن يكون هناك أي نقاش حول وجوب الكشف عن

"إن ثقة العامة في الشركات الطبية في خطر، وتجب إعادة بناء هذه الثقة، وليس تقويضها".

لقد تم تعزيز القواعد أيضًا بطرق مهمة أخرى. وعلى سبيل المثال.. سوف يتم الإبلاغ عن تفاصيل أكثر بكثير من قِبَل المؤسسات للمعاهد القومية للصحة عن أي تضارب في المصالح يتم تحديده، بما في ذلك القيمة التقريبية بالدولار للصحة، والتدابير التي يتم اتخاذها للتعامل مع هذا التضارب، والتخلص منه. والأهم من ذلك، أن هناك أيضًا استثناءً واضحًا لمتطلبات الكشف عن الدخل الذي يحصل عليه العلماء من الجامعات والهيئات الحكومية للتدريس، أو العمل الاستشاري، أو العمل في لجان المراجعة، أو عمل الحلقات الدراسية وإلقاء المحاضرات.

وعلى الرغم من ذلك، فقد سقطت القواعد الجديدة فيما يتعلق بأمر واحد مهم، عندما قامت المعاهد القومية للصحة بنشر التغييرات المقترحة لأول مرة، ووصفت ما أسمته بـ"شروط مهم جديد لتأكيد التزامنا بتعزيز الشفافية، والمساءلة، وثقة الجمهور". وكان هذا الشرط هو أن المؤسسات سوف ترسل تفاصيل تضاربات المصالح المالية لباحثيها على موقع ويب متاح للجمهور، يتم تحديثه كل عام. وفي التكرار النهائي للقواعد الجديدة، جُعِل موقع الويب اختياريًا، وتمت مواجهة المؤسسات بطلبات للحصول على معلومات، قد تستجيب لها، بدلًا من ذلك كتابةً في خلال خمسة أيام عمل. وهذا نهج عفا عليه الزمن في الشفافية. إنه لن يعزز ثقة الجمهور في الكشف الشامل، الذي يمكن الوصول إليه بحق في الوقت المناسب، وهذا في وقت أصبحت فيه الحدود بين الأوساط الأكاديمية والصناعية أكثر عرضة للاختراق من أي وقت مضى، وأصبحت ثقة المواطن العادي في الأبحاث الطبية التي تمولها الحكومة أكثر أهمية من أي وقت مضى. ويجب على المعاهد القومية للصحة أن تراجع القواعد مرة أخرى، لجعل موقع الويب إجباريًا، إنه من حدود سلطة الوكالة أن تصر على هذا المعيار، وهذا هو الشيء الصحيح الذي يجب عمله. ■

هذا الدخل، وأن المؤسسات سوف تكون لديها صورة أكثر اكتمالاً للمصالح المالية ذات الصلة المحتملة بعلمائها.

لن يحتاج الأمر سوى مثال واحد لإثبات أهمية هذا التغيير.. ففي الفترة ما بين يناير 2000، ويناير 2006، تلقى الطبيب النفسي البارز تشارلز نيمبروف - الذي كان آنذاك في جامعة إيموري في أتلانتا، بولاية جورجيا - أكثر من 800000 دولار أمريكي كمدفوعات من شركة "جلاكسو سميث كلاين" للأدوية، مقابل أكثر من 250 خطابًا من الخطابات التي ألقاها على الأطباء النفسيين. لقد فشل في الكشف عن هذا الدخل للمسؤولين في جامعة إيموري. وبعد اكتشافه، قال نيمبروف إن القواعد الخاصة بإمكانية الكشف عن هذا الدخل، أمر لا، كانت غامضة.

إن القواعد المشددة تُلقِي على المؤسسات المسؤولية الرئيسة بشكل حاسم، لتحديد ما إذا كانت مصلحة مالية معينة ترتبط بمنحة ممولّة من الحكومة، كأن تكون مكافآت مدفوعة من شركة لإلقاء خطابات، أو رسوم الاستشارات، أو دفع مبلغ معين مقابل التأليف، أو تسديد مصاريف السفر. وفي ظل النظام القديم، كان العالم مسؤولاً عن تحديد ما إذا كانت مصلحة معينة تخص البحث، أم لا؛ وبالتالي ما إذا كان يجب الإبلاغ عنها، أم لا. وهذا الترتيب لا يوحى بالثقة، وهي مشكلة في هذا العصر الذي نعيش فيه، إذ أصبحت فيه ثقة عامة الناس في الشركات الطبية في خطر، ولذا.. تجب إعادة بناء هذه الثقة، وليس تقويضها.

والقواعد المحدثة أيضًا خُصّصت من الحد الذي تُعرّف به المصلحة بأنها ذات أهمية من 10000 دولار في القواعد القديمة إلى 5000 دولار. وفي الاقتصاد المحتصر، مع وجود العديد من دافعي الضرائب الأمريكيين الذين يكافحون من أجل تغطية نفقاتهم، يُعدّ هذا مناسبًا.

الموضوعات سريعة الدوران

نُشر البيانات في مشروع الترميز يَدْفَعُ إلى الابتكار في استخراجها.

قد يكون هناك عدد قليل جدًا من العلماء الذين لم يستخدموا قلم التمييز ذا الألوان الزاهية؛ لتميز الأجزاء الأكثر أهمية من ورقة بحثية، أو تقرير، أو اقتراح، أو (على أسماء المكتبات عدم الالتفات للآتي) كتاب. إنه رد فعل طبيعي عندما تواجه مستنقعًا من المعلومات، وذلك لبناء جُرْز من التركيز، يمكن تحديدها وربط بعضها ببعض، سواء على الورق المطبوع، أو في الذهن.

وفي هذا الشهر، تقدم مجلة "نيتشر Nature" مفهومًا جديدًا في نشر وتعمير المعلومات العلمية، يأتي استجابةً للزيادة الملحوظة في تعقّد البحوث الحديثة، ويعتمد بدرجة كبيرة على إسهام قلم التمييز المتواضع.

وإبتداءً من صفحة 45، فإننا ننشر مجموعة من المواد التي تركز على نتائج مشروع الترميز، ويشمل ذلك 6 من 30 صفحة، قام المشروع بإنتاجها، وكان الهدف من مشروع الترميز - اختصارًا لموسوعة عناصر الحمض النووي (دي إن إيه) - هو وصف جميع العناصر الوظيفية الموجودة في الجينوم البشري. ونستنتج من عنوانه الرئيس أن أكثر من 80% من مكونات الجينوم البشري تم تحديد وظيفة واحدة - على الأقل - من الوظائف الكيميائية الحيوية لها.

وقد تبدو الورقات الست التي تقوم مجلة "نيتشر Nature" بنشرها (بإي الأوراق تظهر في وقت واحد في "جينوم ريسيرش Genome Research"، و"جينوم بيولوجي Genome Biology") كتقارير بحثية تقليدية، ولكن في العالم الرقمي بدأت تأخذ شكلًا جديدًا كموضوعات تحت عنوان معين. وإذا كنت تقرأ هذا المقال على الإنترنت، يمكنك الضغط على هذا الرابط. وإذا كنت تقرأ هذا المقال مطبوعًا، فيمكنك أن تلقي نظرة على الإصدار على موقع الويب لمشروع استكشاف الترميز على موقع "نيتشر (www.nature.com/encode)"، أو تطبيق أي باد، الذي لا يزال هو الأفضل.

وكجزء من عملية النشر، طلب مؤلفو الترميز شيئًا إضافيًا، ألا وهو: تحديد وجمع المقاطع معًا من كل ورقة تكون ذات أهمية خاصة للعلماء في مجالات مختلفة ومتنوعة، تمامًا مثلما يقوم باحث ما بعد الدكتوراه بالبحث عن عوامل النسخ، ويستخدم قلم التمييز؛ لتميز أجزاء مختلفة في الورق - على سبيل المثال - عن أوراق زميل له يبحث في موضوع الحمض النووي (دي إن إيه)، ولذلك.. اعتقد مؤلفو الترميز أن الباحثين من مختلف الانتماءات البيولوجية قد يرغبون في أن يكونوا قادرين على استخراج أجزاء من كل الإصدارات الرقمية التي تكون ذات أهمية محددة بالنسبة إليهم. وقد وافق محررونا على ذلك، وكانت النتيجة هي ظهور 13 موضوعًا على النت.. موضوعات بيولوجية لا تحتوي على مواد أصلية، وإنما

على جُمع للفقرات والرسوم التوضيحية والجدول ذات الصلة في 30 ورقة. ونحن نتمنى أن تساعد هذه الموضوعات القراء على استقراء المعاني من الكميات الكبيرة من البيانات المنتجة خلال خمس سنوات من الجهد في مشروع الترميز. ويجب أن يتيح ذلك للعلماء استغلال المعلومات بطريقة أكثر سهولة في دراساتهم الخاصة، وهذا - في المقام الأول - هو الهدف من المشروع. وبالنسبة إلى الموضوعات المعروضة على الإنترنت، فينبوَّع أن تكون مملوءة بالروابط التي تسمح للقراء بالانتقال بسهولة لرؤية المكان الذي أتت منه المعلومات، وقياس ترابط وتوافق البيانات فيما بينها.

وإلى جانب مفهوم الموضوع، فإن مجموعة الترميز تقدّم ابتكارًا تقنيًا آخر، جديدًا على الأقل بالنسبة لمجلة "نيتشر Nature"، حيث إنه باستخدام "آلة افتراضية"، يمكن للقراء على الإنترنت الوصول إلى برنامج مُصمّم لأداء مجموعة من الوظائف الحاسوبية على بعض بيانات مشروع الترميز، والاستفادة منه كثيرًا.

إن الفكرة المقصودة هي السماح للقراء بإعادة تحليل جوانب محددة للورقة البحثية، لنرى كيفية تتغير النتائج عند إعادة صياغة قياسات محددة. ويمكنك أن تفكر في الأمر باعتباره جسرًا يربط البيانات، والتحليل، والوصف ذا الصلة، ومناقشة الأوراق البحثية الرسمية. إننا حريصون على سماع آراء قراء ومستخدمي هذه المادة حول هذه الأساليب. وإذا صرح القراء والمستخدمون بأنها كانت مفيدة، وأظهرت ردود الفعل المُبكرة أنها

ستكون كذلك؛ فيجب على العلماء الذين يعملون في مشروعات أخرى مشابهة غنية بالبيانات وذات تحليلات كثيفة أن يُحاطوا علمًا بذلك. إن نتائج المشروعات التي تهدف إلى عمل تسلسل للميكروبيوم البشري أو الأشكال الأخرى من السرطان - على سبيل المثال - تنتج كميات كبيرة من البيانات التي يمكن أن تقسّم إلى جوانب كثيرة مختلفة، وبذلك يتم تصنيفها إلى موضوعات. في كثير من الحالات ستلحظ أن العمل الصعب الحقيقي - وهو اكتساب العلم

"يجب على العلماء الذين يعملون في مشروعات مشابهة أخرى غنية بالبيانات وذات تحليلات كثيفة أن يُحاطوا علمًا بذلك".

- قد تم إنجازها بالفعل. أما الموضوعات، فليست سوى وسيلة لتجميع النتائج. إن بعض المشكلات العملية تكمن في كيفية تطبيق هذه الأفكار بشكل أوسع، وكذلك حرية الوصول إلى الورقات البحثية، مع ضرورة وجود التعاون بين الناشرين، وتطبيق اتفاقات حقوق الطبع والنشر المناسبة. وتطلب الآلة الافتراضية أن تكون البيانات المُسَمَّقة جيدًا متاحة للجميع.

وقد يتبادر إلى الذهن سؤال، هو: لماذا يحتوي مشروع الترميز على 13 موضوعًا بالتحديد؛ والإجابة تتمثل في أنه كان يمكن أن يكون هناك عدد أكبر بكثير من الموضوعات، بقدر ما يوجد في أذهان العلماء من كمّر هائل من المعلومات التي وضعها المشروع تحت تصرفهم. وعلى أية حال.. فإذا لم يكن اهتمامك أو اتجاهك الخاص قد تم بالفعل اختياره وتمثيله في موضوع معين؛ فنحن نعتذر لك عن هذا الأمر، ونرجو أن نتطرق إليه قريبًا. ■

مجال الأعمال

إذا كانت أوروبا تريد تحقيق أهداف الاستثمار العلمي التي وضعتها لهذا العقد، فيجب أن تسهل حياة الباحثين القادمين من الخارج.

تقول أوروبا إنها بحاجة إلى مليون باحث إضافي لتحقيق هدفها في تعزيز الإنفاق على البحوث، لكي يصبح 3% من إجمالي الناتج المحلي بحلول عام 2020. وتدرك القارة أنها يجب أن تسهل دخول العلماء الأجانب. وقد انتهت في الأسبوع الماضي من تلقي اقتراحات حول كيفية القيام بذلك. وقد أغلقت المفوضية الأوروبية رسمياً استشاراتها بشأن كيفية إعادة وضع أسس التأشير العلمية، التي قدمتها في عام 2005.

وتسمح هذه التأشير للباحثين بالحصول على إذن للإقامة، دون اضطرارهم أيضاً إلى تقديم طلب للحصول على إذن للعمل. ويمكن للباحثين الاستفادة من هذه العملية المبسطة في حال توقيعه على (اتفاق استضافة) مع مؤسسة معتمدة. وفي المقابل، تشهد المؤسسات المعتمدة أن الباحثين يمكنهم إعالة أنفسهم، ويمتلكون المهارات الكافية لشغل هذا المنصب. ويتمح مسؤولو الهجرة الباحثين تصريحاً بالإقامة لمدة سنة على الأقل (لا تنطبق قوانين الحصول على التأشير العلمية على كل من المملكة المتحدة، والدنمارك، اللتين اختارتا تنفيذ القواعد الخاصة بهما).

لقد كان وضع قانون التأشير العلمية خطوة في الاتجاه الصحيح، ولكن هناك مجال كبير لتحسينه. في عام 2010، دخل إلى أوروبا عدد من الباحثين، أقل بقليل من 7.000 باحث، معظمهم من الهند والصين والولايات المتحدة واليابان، وقد دخلوا إلى أوروبا بموجب التأشير العلمية. وهذا الرقم بعيد كل البعد عن الهدف الذي تشد القارة تحقيقه بحلول عام 2020.

وهناك بعض الإصلاحات البسيطة التي يمكن للمفوضية الأوروبية القيام بها.. فمجرد الحصول على التأشير أمر يستغرق وقتاً طويلاً، كما أنه مكلف، وغالباً ما تستغرق إجراءات طلب التأشير أكثر من شهر، وقد تستغرق أكثر من ثلاثة أشهر، وفقاً لتقييم نشرته

المفوضية في نهاية العام الماضي. وقد أدى هذا التأخير إلى خسارة أفضل المختبرات، مثل المختبر الأوروبي للبيولوجيا الجزيئية في هايدلبرج، ألمانيا، لأفضل المرشحين للعمل بها، الذين قبلوا عروضاً بالعمل في أماكن أخرى أثناء انتظارهم للحصول على التأشير. واقترحت جمعية مبادرة العلوم في أوروبا - وهي مجموعة مناصرة للعلوم، مقرها في هايدلبرج - خطة تعديل معقولة، مضمونها هو: يجب أن تتمكن المؤسسات البحثية من تقديم طلبات الحصول على التأشير، بالإجابة عن الباحثين الذين ترغب في توظيفهم لديها. وهذه المؤسسات غالباً ما تضم في مكاتبها خبراء مختصين في الشؤون القانونية والإدارية، وغالباً ما يكونون محل ثقة مسؤولي الهجرة أكثر من الباحثين الأفراد، مما سيسهم في تسريع عملية الحصول على التأشير.

ويبلغ معدل تكلفة الحصول على التأشير 250 يورو (أي ما يعادل 314 دولاراً أمريكياً). وهي تكلفة باهظة بالنسبة إلى بعض الباحثين، وخاصةً القادمين من البلدان النامية. وهناك تباين كبير في الرسوم.. فوجود رسوم مخفضة ومتقاربة فيما بينها سيجعل هذا النظام أكثر جاذبية.

وهناك عدد قليل من المهن التي تتطلب مغادرة البلاد، والانتقال للعيش في مكان آخر، كما هو الحال مع العلوم، ولكن سرعان ما تتلاشى فوائد هذه الحرية عند اصطدامها بالحقائق الدنيوية، كالبحث عن مكان للسكن، وفتح وإغلاق الحسابات المصرفية، وحتى مجرد التسجيل للحصول على الكهرباء والمياه مرة بعد أخرى. والأسوأ من ذلك، وهو ضمن الشروط الحالية للحصول على التأشير، اضطرار الباحثين لتنظيم خطوتهم المقبلة في الوقت نفسه الذي يجب أن ينتهوا خلاله من إنجاز مشروعاتهم البحثية الجارية فعلاً، لأن مدة صلاحية تأشير الدخول لا تتجاوز مدة اتفاق الاستضافة. ويجب أن يمنح الاتحاد الأوروبي (EU) فترة سماح مدتها شهر واحد، في نهاية مشروع بحثي ما - على سبيل المثال - كما هو متبع بالنسبة إلى التأشير التبادلية (J-visa) في الولايات المتحدة؛ وذلك لإعطاء الفرصة لانتقاط الأنفاس.

إن إزالة الحواجز أمام الدخول إلى الاتحاد الأوروبي والتنقل فيه أمر أساسي؛ لإتاحة الفرصة أمام القادمين من القارة الأوروبية لدخول مجال التنافس العالمي للمواهب وللنجاح، بحلول عام 2014، في تأسيس منطقة البحوث الأوروبية التي طال انتظارها، حيث يمكن للعلماء التعاون بسلاسة وسهولة تامة عبر الحدود الوطنية. إن الاتحاد الأوروبي يتقدم على الطريق السليم، ولكنه فقط بحاجة إلى إعطاء أكثر بقليل في المقابل. ■

رحلة تحت ضوء القمر

البيانات القادمة من المسبارين القديمين فوياجر Voyager تُلقي الضوء على حافة النظام الشمسي.

تستمر المركبتان الفضائيتان في إرسال معلومات مفيدة، وقد وصلنا الآن إلى أبعد نقاط النظام الشمسي. وفي العام الماضي استغلنا ناسا الأجزاء القديمة والتالفة بالإشعاع في فوياجر 1 للقيام بسلسلة من القوائم، لإلقاء نظرة مناسبة على الأتواء المحيطة. كان هذا مثيراً للفضول، لأن البيانات التي أرسلت من قبل المركبة الفضائية كانت تشير إلى أن حافة النظام الشمسية باتت قريبة.. فمستويات الأشعة الكونية عالية الطاقة التي تتبع من مسافة بعيدة عن جانبنا من الفضاء قد تم رصدها. وعدد الجزيئات الأقل طاقة التي تتبع من جانبنا في الفضاء تبدو مستوياتها في انخفاض.

أما عن نتائج أبحاث الأبحاث، فقد أدهشت الكثيرين. وإن كانت حفاً فوياجر 1 قريبة من النقطة التي يخف فيها لون الغلاف الشمسي Heliosphere (الغلاف الشمسي) المُكوّنة من جزيئات مشحونة من الشمس) إلى الرمادي النجمي، إذن كان لا بد أن توجد جزيئات شمسية تم عصفها بواسطة رياح الفضاء العميق، المتولدة من المستعر الأعظم (سوبرنوف) الذي انفجر منذ زمن بعيد في مكان آخر في المجرة. وفي الواقع، إن الجزيئات التي وُجدت كانت قد سكنت بشكل فعّال.

إن الآثار المترتبة على الاكتشاف بالنسبة لفهمنا لبنية النظام الشمسي، وكيف يتغير عند دورانه السريع في الفضاء، هي آثار عميقة. وكما توضّح القصة الإخبارية في صفحة 20، فإن هذا الاكتشاف قد يعني أن علماء الفلك عليهم إعادة التفكير في نظرياتهم بالنسبة إلى حافة الغلاف الشمسي Heliopause، وهو الحاجز الذي يتوازن عنده الضغط الخارجي للغلاف الشمسي مع الدفع الداخلي من جانب الفضاء الخارجي، أو قد يعني هذا أن فوياجر 1 لا تزال بعيدة بعض الشيء عن حافة الغلاف الشمسي.

وهذا - بلا شك - قد يسبب الإحباط للمكتب الصحفي لوكالة "ناسا"، الذي يتوق إلى إعلان أن مسباراً واحداً على الأقل قد دخل إلى عالم جديد من الاكتشافات، وقيل أن تنفذ بطاريات الطاقة الخاصة بالمركبة خلال عقد، أو ما شابه، ولكن لا داعي لليأس.. فكما هو الحال مع مسباري فوياجر، فإن فرقة "ذا دورز The Doors" لا تزال مستمرة، حتى وإن لم تكن بنفس القوة، فإن أفضل أعمالها ربما تقف وراءها. وإذا كانت حافة الغلاف الشمسي أبعد مما كنا نظن، ونطاق الرياح الشمسية أطول مما كنا نعتقد، فإن مسباري فوياجر ما زال لديهما سنوات عديدة متبقية كزائرين للعواصف. ■

NATURE.COM

التعليق على المقالات على الإنترنت، اضغط على المقالات الافتتاحية على الرابط التالي: go.nature.com/xhuvq

هناك شخص ما في مكتب العلاقات الإعلامية لوكالة "ناسا" يعرف الموسيقى الخاصة بهم. فقد ذكر بيان صحفي صدر من الوكالة في الشهر الماضي أن مركبتي الفضاء التوأمر فوياجر Voyager تستعدان للاختراق من ناحية الجانب الآخر، وذلك في إشارة إلى اقتراب المسبارين من حافة النظام الشمسي، وأيضاً في إشارة إلى أغنية "الاختراق إلى الجانب الآخر" التي صدرت عام 1967 للفرقة الأمريكية "ذا دورز The Doors". وقد أوضحت وكالة "ناسا" للصحفيين أنها أطلقت البعثتين منذ 35 عاماً، وأنها تأمل - بلا شك - في المزيد من التغطية للاحتفال بالذكرى السنوية. وإضافة إلى ذلك، ففي 13 أغسطس أصبحت المركبة الفضائية فوياجر 2 هي الأطول تشغيلاً، محطة الرقم القياسي للمركبة الفضائية بايونير 6، التي كانت قد انطلقت في ديسمبر عام 1965، وأرسلت آخر إشارات بعد 12758 يوماً (فوياجر 2 كانت قد انطلقت قبل فوياجر 1 بأسبوعين، ولكن الأخيرة تعتبر الآن أبعد عن الشمس). ومن الممكن أن يكون الخبراء المسؤولون عن الهبوط معذورين هذه المرة. إن فوياجر مهمة عظيمة حقاً، ولا يزال الصحفيون يجدون صعوبة في مقاومة الكتابة عن أخبارها، وبعضهم لا يزال يكتب بسعادة عن الاكتشافات التي تمت منذ أن انطلقت المركبتان الفضائيتان في عام 1977. إنها قصة العلم المستمر في العطاء: الغلاف الجوي العميق والضبابي لقمر كوكب زحل (تيتان)، والبراكين في قمر كوكب المشتري (أيو)، والمجال المغناطيسي الكبير غير العادي لكوكب أورانوس، والحمر البركانية الفوارة في القمر (ترايتون)، والعالم الجليدي الذي يحيط بكوكب نبتون، جميعها قد تم اكتشافها ومعرفتها من قبل العامة حين عبرت المركبتان الفضائيتان المحيط الخارجي للكواكب.

ومع ذلك، لم يكتمل عملهما بعد. وعلى الرغم من أن المسبارين الآن على بُعد أكثر من 15 مليار كيلو متر بعيداً عن الشمس، فإن المتحكمين فيهما على الأرض ما زالوا على اتصال شبه يومي بهما، حيث



أحياناً.. ينبغي للعلم أن يفسح مجالاً للدين

"يبدو أن اكتشاف جسيم بوزون هيگز، وإلقاء الضوء على دوره في الوصول إلى تفسير منطقي لنشوء الكون، ليس سوى جزء من القصة" دانيال ساريويتز.

أشكال المادة الأولية بسرعة الضوء، وتنساب بين أيدينا، كضوء القمر». واضح بشكل كاف. لكن لماذا تعبير «مولاس كوني»، وليس، مثلاً، استخدام تعبير «بحر من اللبن»؟ هذا التعبير الأخير ترجمة شائعة لحلقة من حلقات الكوزمولوجيا (نظرية التكوين) الهندوسية، وهي موجود على لوح من النحت الغائر البديع في «أنجكور وات»، ويظهر جيوشا هائلة من الآلهة والشياطين يخضخضون «بحراً من اللبن» لإنتاج أكسير الخلود، كما تقول الكوزمولوجيا الهندوسية.

وإذا وجدت أن مفهوم «المولاس الكوني» الذي يكسب الجسيمات الأولية غير المرئية كتلة أكثر إقناعاً من مفهوم «بحر اللبن» الذي يضيف الخلود على الآلهة الهندوسية، فمن المؤكد أن مرد ذلك ليس إلى أن هذا التشبيه بطبيعته أكثر مصداقية، أو أكثر علمية من الآخر، بل إن التشبيهين يظهران مضحكين، ولو بعض الشيء، لكن هناك أناس طبعوا على الاعتقاد بأن علماء الفيزياء الحديثة أكثر موثوقة من الكهنة الهندوس؛ ولذا سيفضلون تعبير المولاس الكوني على بحر اللبن. أما بالنسبة إلى الذين لا يستطيعون فهم الرياضيات، فالاعتقاد في جسيمات هيگز هو من قبيل الولاء، وليس فعلاً عقلانياً.

لقد حرص دعاة الإيمان بالعلم على الادعاء بأن اكتشاف هيگز مهم للجميع، ولكن عملياً، يعتبر مجال هيگز تجريبياً غير مفهوم، ويشكل حلاً جزئياً للغز ذهني مخلخل، وربما ناقص دائماً.

وعلى النقيض، توضح معابد أنجكور كيف أن الدين يتيح للفرد لقاء حقيقياً وأصيلاً مع المجهول. ففي أنجكور، هناك عبقرية حضارة بائدة، عبرت عنها نصبها التذكارية القديمة عبر العصور، تتيح للزوار التواصل مع أشياء تكمن وراء إدراكهم بطريقة لا يقدر عليها تقرير صحفي أو علمي واسع الانتشار عن جسيمات بوزون هيگز. وعبارة أخرى، إذا زار شخص، خلال ألف سنة، أنقاض مصادم الهادرون الضخم، حيث أجريت تجربة هيگز، بالقرب من جنيف بسويسرا، فمن المشكوك فيه تماماً أن يحصل الزائر - من آثار أجهزة الكشف والمغناطيسات فائقة التوصيل - على فهم للعالم «دون الذري»، الذي يقول علماء المصادم إن هيگز أمات اللثام عنه.

ولعلنا نتساءل.. ما هي أهمية هذا الموضوع؟ ما زالت التحديات التي تواجه سلطة العلم الثقافية والسياسية ترتفع من كلا الاتجاهين: الأيديولوجي، والديني. ومن المغربي دائماً استبعاد هذين الاتجاهين، باعتبار أنهما من مظاهر الجهل والأمية العلمية، لكنني أعتقد أنهما - على العكس - يساعدان على إيضاح سبب الحاجة الدائمة إلى سبل لفهم عالماً، بحيث تتجاوز تلك السبل ما هو عقلائي علمياً.

إني ملحد، وأدرك تماماً دور العلم الذي لا غنى عنه في تقدم واتساع آفاق الإنسان بطرق مجردة وملموسة على حد سواء. ومع ذلك.. لِمَا كان اكتشاف جسيم هيگز لا يوفر لي في نهاية المطاف فكرة واسعة وكافية عن سر أو أصل الوجود، فجولته عبر معابد أنجكور الرائعة يمكن أن تقدم لمحة عمّا لا يمكن معرفته، وعمّا يستعصي على التفسير في عالمنا. ■

قد يجد زوار معابد أنجكور Angkor القديمة في كمبوديا أنفسهم غارقين في جو من الرهبة والجلال. فعندما زرت هذه المعابد في الشهر الماضي، طفقتُ أفكر ملياً في اكتشاف بوزون هيگز، وأوجه الشبه بين الدين والعلم.

بطبيعة الحال، يوصف بوزون هيگز مؤخراً بأنه «السر الكوني»، لأنه يفسر علة وجود الكتلة في الكون، لكن هذا المصطلح (الذي ابتكره عالم الفيزياء ليون ليدرمان، الحائز على جائزة «نوبل» للعلوم الفيزيائية، والذي ربما شعر بالأسف لذلك المصطلح بعض زملائه) يشير أيضاً إلى طموح العلم، أو على الأقل إلى طموح بعض فروع الفيزياء، باتجاه تفسير أصل ومعنى الوجود ذاته؛ وهذا الجانب بالتحديد هو بالنسبة للبعض أحد وظائف الدين. فقد يبحث العلم عن تفسير سليم لأصل

الكون نظرياً وتجريبياً، وهو ما لا يفعله الدين غالباً، لكن هذا التمييز بين العلم والدين يعتبر أقل وضوحاً مما يبدو. إن الإعجاب الذي تثيره معابد أنجكور ليس مصادفة، أو فكرة حديثة. إنه يصدر - على الأقل بشكل جزئي - من مقاصد هؤلاء الذين صمموا تلك المعابد. وقد شرح المهندس المعماري الشهير موريس جليز - منذ نحو سبعة عقود - في دليله الاستقصائي لمعمار المعابد، والصادر في عام 1944، قائلاً: «إن الانشغال المسبق بالنظام الرمزي في كل من هذه النصب التذكارية بأنجكور فُصِدَ منه تمثيل الكون بصورة مختزلة أو في نسخة مصغرة... محققاً بذلك نموذجاً منظماً بشكل صحيح». إن ضخامة نطاق المعابد وتعقيدها المعماري وزخرفتها البديعة بالغة التعقيد والمثيرة للذكريات وخلفيتها الطبيعية الفريدة تجتمع كلها معاً لتشكل إحساساً قوياً هو مزيج من الغموض والسمو والتجاوز، وخصوصية الخيال البشري والطموح المعرفي في كون هائل تستعصي ضخامته على الأفهام ويستغلق منطقته على المدارك.

ومن المفترض أن ينظر العلم في هذا النوع من الخبرة الذاتية شبه الصوفية، لتفديم ترياق مضاد لها. في هذا السياق، اعتُبر اكتشاف هيگز محاولة تهدف إلى بسط مكونات الوجود ذاته وتفسيرها، وباعتباره خطوة كبيرة نحو الحل النهائي: أي التفسير العقلاني للكون. وتشيع الفكرة القائلة بأن هذا الفهم العلمي لأصل الكون يشكل تحدياً للدين بين دعاة الإيمان بالعلم على الأقل، لا سيما أولئك المنطلقين من خلفيات إحدانية متطرفة. ومع ذلك، فإن العلماء الذين يساندون ذلك الرأي غالباً ما يتأخرون كثيراً في إدراك الأسس غير العقلانية في معتقداتهم الخاصة، ويندفعون بسرعة نحو تحديد خط فاصل بين ما يعتبرونه علمياً، أو ما يعتبرونه غير عقلائي. فمثلاً، كيف نصل إلى معرفة حقيقة الاكتشافات العلمية؟ إن معظم الناس، بما في ذلك بعض العلماء، يتحصلون على معرفتهم عن جسيمات هيگز فقط من خلال جملة من الاستعارات والتشبيهات التي يستخدمها الفيزيائيون وكتاب العلوم، لمحاولة تفسير هذه الظواهر التي لا توصف حقيقة إلا رياضياً.

وكانت مجلة «نيويورك تايمز» قد أوردت مثلاً على أن اكتشاف بوزون هيگز هو التعبير أو البرهان الوحيد على وجود مجال قوة غير مرئية، وهو بمثابة مولاس كوني، يتخلل عبر الفراغ، ويكسب الجسيمات الأولية كتلة. وبدون مجال هيگز هذا، أو شيء من هذا القبيل، فسوف تحلّق من حولنا

NATURE.COM

يمكنك مناقشة هذه

المقالة مباشرة من خلال:

go.nature.com/oari6p

يجب أن نكون صرحاء بشأن أخطائنا

المزيد من الشفافية حول العملية العلمية، والتركيز - عن كذب - على تصحيح البيانات المعيبة هما السبيل للتقدم إلى الأمام.



يمكن أن يتحرك في مجاله حطام من البيانات المعوّقة التي تلوّث المنشورات العلمية، وتهدر الموارد الثمينة.

ولمواجهة ذلك، فإن العقبات الخاصة بتصحيح السجل العام من الأخطاء العلمية يجب أن تكون متدنية، لكنها في نفس الوقت صارمة. ويجب تشجيع نشر التفتيدات أو التعديلات من قِبل المجلات ومصادر التمويل. وقد يقول قائل إنه إذا تم تجاهل دراسة ما، فإن هذا قد لا يضر، لكن النشر الفوضوي الزائد عن الحاجة ليس أمرًا حميدًا أو مرغوبًا. فعلى أقل اعتبار، إنه يضيف القشر إلى القمح، لكنه أيضًا قد يعزز من التدني الفكري. والأهم من ذلك، هو أنه يوفر أدلة موثقة بدقة للفساد الواضح للمولين والجمهور.

في ظل ثقافة النشر أو الهلاك، لا يُعتَبَر النمو المستمر في عدد المجلات العلمية مفاجأة، ولكن هل هذا الاتساع الكبير في نشر الأبحاث يعكس تقدمًا علميًا حقيقيًا، أم أنه مجرد إضعاف للعلوم؟ عندما لا يتم الاستدلال علميًا بحوالي ثلث الأبحاث، فمن الطبيعي أن تتساءل: لماذا يتم نشر هذا العدد الكبير من الأبحاث في الأساس؟ وإذا كان الجواب - ببساطة - على اعتبار أنه شكل مقبول للدلالة على الإنتاجية، فإن أنظمتنا التقييمية يجب أن تصح أقل اعتمادًا على كمية المنشورات.

وقبل أن نشكّي بصورة مشروعة بشأن معدلات نجاح المنح وضغوط التمويل، يجب أن نضمن أن بيتنا - نحن العلماء - مُرتَّب من الداخل. إن القيام بالنشر يأخذ جهدًا كبيرًا، ومع ذلك.. فإننا لا نزال نشر دراسات ذات تأثيرات متدنية، كوحدة مطلوبة للأبحاث، ويجب علينا أن نتعلم التوقف عن نشر كل شيء، وأن نجد طرقًا أخرى لتوثيق وتقرير دراساتنا، مثل نشر الأطروحات التي يمكن البحث فيها، وعمل الإجراءات اللازمة والملصقات.

وباعتبار أن معظم العلماء يحصلون على المال من الخزانة العامة، وعلى الرغم من كونها قناة لتمويل البحوث، فإن المقترحات الخاصة بالحصول على المنح تخضع لفحص محدود على محتواها. وعلى عكس المخطوطات التي تمر عبر مراجعة الزملاء، فإن هذه الوثائق تُعامل على أنها سرية، ولذلك فمن الصعب محاسبة كتابها. وهناك مخاوف مشروعة حول الملكية الفكرية والخوف من حصد النتائج من قِبل المنافسين، ولكن لماذا لا يتم جعل هذه الوثائق متاحة للجمهور بعد فترة من الزمن؟ في الواقع، إن بعض العلماء بالفعل ينشرون طلباتهم للمنح على الإنترنت، وذلك بدعوى المساعدة في تقييم الباحثين الجدد، ولكن هذا أيضًا يسمح بالتحقق من الصحة، والتدقيق المتبادل، ووضع إطار جديد للشفافية.

إن التقنيات الأخرى القابلة للبحث على الإنترنت، مثل وسائل الإعلام الاجتماعية، والمدونات، ومواقع تبادل الشرائح، وحتى مواقع تبادل ملفات الفيديو، مثل اليوتيوب، تساعد في رفع غطاء السرية عن العلوم. وهذه الشفافية المتزايدة، المرتبطة بزيادة إمكانية الوصول والمناقشة، هي سلاح قوي للحد من التضليل العلمي بجميع أنواعه، وهي إحدى التقنيات التي يجب على جميع العلماء الأمانة والحريصين تبنيها. وعندئذ، سيتم اكتشاف التجاوزات والأخطاء بسرعة أكبر، وسيتم الإبلاغ عنها على نطاق أوسع عندما يكون الكثير مما نفعه مُعرَّضًا للتدقيق. وكما يعلم المتخصصون في مجال الأمن، فإن كاميرات المراقبة ليست في حاجة إلى أن يتم تشغيلها لتقوم بالردع. ■

جيم وودجت يقوم بدراسة مسارات الإشارة في معهد بحوث صامويل لونغفيلد في تورنتو، بكندا.

البريد الإلكتروني: woodgett@lunenfeld.ca

هناك قلائد متزايدة في الساحة العلمية على مستوى العالم. كما أن عدد التراجعات عن ادعاءات ونتائج بحثية يقوم بها العلماء في ارتفاع مستمر، ويتم الكشف باستمرار عن أمثلة جديدة على ضعف الرقابة أو الممارسة؛ مما يزرع حالة من القلق والتوجس بين الباحثين. وهؤلاء الزملاء الذين يعملون في مجال علوم الحياة يكتشفون أن بعض المنطلقات والمقدمات الأساسية لدينا معيبة أو غير دقيقة، فهناك أخطاء تحدث فيما يتعلق بتحديد خطوط الخلايا، كذلك يُساء التقييم أو الحكم في بعض الأحيان على عمليات أيض الدواء في دراسات النماذج الحيوانية، بل إنه حتى النتائج التي تتلقى اهتمامًا وديوعًا كبيرًا أصبحت محل شك مؤخرًا. إن البناء على أسس متينة كان مبدأ معماريًا مفهوميًا جيدًا من قِبل قدماء الإغريق وقدماء المصريين، ومع ذلك فإننا لا نزال نبي قلاعنا في أراضي المستنقعات. هل هو من قبيل المفاجأة أن الترجمة السريرية العلاجية للتشخيص تفشل في كثير من الأحيان؟

وبالرغم من أن معظم الأخطاء غير مقصودة، وفي بعض الأحيان لا يمكن تجنبها، فإن هناك أيضًا جهودًا متعمدة للتضليل والخداع. ويجب على العلماء (خاصة هؤلاء الذين هم يعملون في مجال البحوث الطبية الحيوية بيننا) بذل المزيد من الجهد؛ للكشف عن تلك الأخطاء، وأن يشاهدوا كذلك وهم يقومون بتصحيحها، باعتبار ذلك ضرورة حتمية مستمرة.

ويجب علينا نحن العلماء أن ندرك أننا - بالنسبة إلى الجمهور العام والسياسيين - مجموعة نخوية ذات امتيازات، إذ أن منتجات عملنا غير مفهومة إلى حد كبير من قِبل غير الخبراء، وحتى من قِبل الزملاء الذين يقعون على هامش نفس المجال. ومثل نادي السادة المتمردين، فإن مجتمعنا قد وضع قواعد وأدبًا للحفاظ على النظام، ولكن، على عكس النادي، يتم دفع رسوم رعايتنا من قِبل دافعي الضرائب والتبرعات الخيرية.

إن المجتمع العلمي يجب أن يكون مجتهدًا في تسليط الضوء على الانتهاكات، وفي تطوير المزيد من الشفافية وسهولة الوصول إلى الأعمال العلمية، وتأمين عملية إجراء الأبحاث بشكل أكثر فعالية، وضرب مثال يُحتذى به في السلوكيات الحميدة. وهذا يشمل تشجيع نقاش أكثر انفتاحًا وصراحة حول حالات سوء السلوك والممارسات السيئة، وكشف غسيلنا غير النظيف، والتجريب بالفحص الخارجي لأعمالنا ونتائجنا. وخبر مثال على ذلك موقع المدونة الإلكترونية "ريتراكشن ووتش" (retractionwatch.wordpress.com)، الذي يلقي الضوء على المشكلات الخاصة بالأبحاث، وهو بذلك يعلم ويحتفي بأخلاقيات البحث العلمي والممارسات الجيدة. إنَّ الضغط الذي يمارسه الزملاء على بعضهم البعض هو أداة قوية، لكن فقط إذا كان الزملاء على علم بالمخالفات والممارسات السيئة.

ويجب علينا أيضًا أن نعزز بشكل أفضل ونتوه بجوانب الأبحاث التي غالبًا ما يتم تجاهلها.. فالتبادل والمشاركة الفعالة للكواشف الدالة - على سبيل المثال - تحمي من الغش، ويمكن أن تساعد في تصحيح الأخطاء الأكثر شيوعًا، وغير المقصودة. إنَّ عدم اليقين الكامن في الأبحاث يوفر ملاذًا آمنًا للإغفال، أو التلاعب، أو المبالغة في البيانات. ولأن تفسير البيانات هو علم غير مكتمل، فالعواقب التي يواجهها هؤلاء الذين يميلون إلى زيادة قيمة ودلالات النتائج التي توصلوا إليها قليلة. وعلى العكس من ذلك، فإن مثل هذا التجميل الخاطئ يمكن أن يساعد في معرفة ما إذا كانت الدراسة سيتم نشرها أم لا، وأين سيتم نشرها. وبالإضافة

إلى ذلك، فإن الفشل في إعادة استحصال نتيجة تم نشرها يمكن أن يكون بسبب عوامل بريئة، أو أخطاء كبيرة، أو أكاذيب قد يتم إغفالها أو مرورها ببساطة دون اعتراض. نتيجة لكل ذلك، فإن العلم الحديث

NATURE.COM

يمكنك مناقشة هذه

المقالة مباشرة من خلال:

go.nature.com/ookutx

أضواء على أبحاث

مقتطفات من الأدبيات العلمية

علم الأحياء الدقيقة

دخان السجائر يعزز الأغشية الحيوية

يمكن لمكونات في دخان السجائر أن تسبب في زيادة إنتاج بكتيريا الأذف من الأغشية الحيوية (البيوفيلم)؛ وهي تركيبات لزجة تساعد الأحياء الدقيقة على التسبب في الإصابة بالأمراض.

والمعروف أن دخان السجائر يتسبب في إضعاف جهاز المناعة وتهدئة بطانة الرئتين. ولذا.. قام آدم راتر وفريقه بجامعة كولمبيا في نيويورك بتعريض بكتيريا "ستافيلوكوكاس أوريوس" *Staphylococcus aureus* لدخان السجائر، فوجدوا أن بعض الجزيئات السامة في الدخان تقوم بتشغيل عمليات تكوين الأغشية الحيوية. كذلك فإن الدخان يزيد من تلاحق البكتيريا في مزارع الخلايا المبطن للربثين بالمختبر. وتقدم هذه النتائج تفسيرًا جديدًا لكون المدخنين والمعرضين للتدخين السلي أكثر عرضة للإصابة بأمراض الجهاز التنفسي.

Infect. Immun. <http://dx.doi.org/10.1128/IAI.00689-2012>

علم الفلك

مادة مظلمة تعانق الشمس

تمثل المادة المظلمة تقريبًا ما نسبته 85% من إجمالي المادة الكونية، وربما يكون هناك أكثر مما كان متوقعًا منها بالقرب من الشمس.

ويمكن الاستدلال على وجود

المادة المظلمة من خلال

تأثيرها الجاذب على

دوران مجرة درب

التبانة ومجموعات

أخرى من

النجوم. وكانت

سلفيا جاربري من

جامعة زيوريخ في

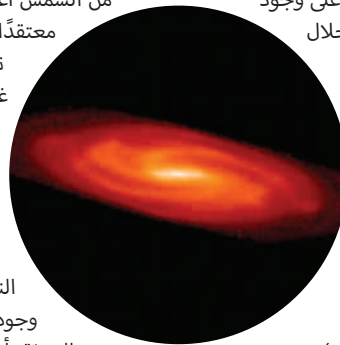
سويسرا قد قامت

مع فريقها بتطوير

نموذج حرّي (ديناميكي)

لدرب التبانة (الموضح في الصورة)،

يركّز على حركة حوالي ألفي نجم على



مقربة من الشمس. ويشير النموذج إلى أن كثافة المادة المظلمة بالقرب من الشمس أعلى مما كان معتقدًا.

تأتي هذه النتيجة غير متوافقة مع وجهة النظر السائدة بأن هناك هالة كروية تحيط بالمجرة. ووعوضًا عن ذلك، تبدو النتيجة متوافقة مع وجود هالة أصغر حول المجرة، أو وجود قرص محلي من المادة المظلمة.

Mon. Not. R. Astron. Soc.

مواد

لماذا تلتصق البرنقيلات؟

وتفرز غدد كبيرة أحادية الخلية بليباس أناتيفرا *L. anatifera*. مادة مُتَكَبِّلة مليئة بالبروتينات اللزجة. أما عن آلية عمل هذا الصمغ، فما زالت لغزًا حتى الآن. ويتمنى الباحثون أن تُسفر عن دراساتهم المستقبلية لهذا الصمغ مواد لاصقة أفضل، خاصة في التطبيقات الطبية. *J. Morphol.* <http://dx.doi.org/10.1002/jmor.20067> (2012)

تعتبر البرنقيلات من أكثر الكائنات التصاقًا، ولكن كيفية التصاقها بهذه القوة للأسطح غير معلومة. وعندما قامت جايمي لي جونكر من جامعة أيرلندا الوطنية بجالواي وزملاؤها بفحص البرنقيل من نوعية لبباس أناتيفرا *Lepas anatifera*، وجدوا أن أنظمتها اللاصقة تختلف جذريًا عن أي كائن لاصق آخر، مثل بلح البحر، أو الديدان الأنبوبية.

<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2966.2012.21608.x> (2012)

علم الأحياء التناسلي

جزء يعوق إنتاج الحيوانات المنوية

يملك جزء صغير إمكانية استخدامه كمانع للحمل، بعد أن قام بتقليل عدد الحيوانات المنوية، وتَسَبَّبَ في إفقادها القدرة على الحركة لدى ذكور الفئران، مع إمكانية العودة إلى الحالة الطبيعية. فقد أظهر مارتن ماتزوك من كلية طب بايلور في هيوستن، بولاية تكساس، وجيمس برادندر من معهد

دانا - فاربر للسرطان في بوسطن، بولاية ماساتشوستس، وزملاؤهما أن الجزء المسمى "جي كيو 1" *JK1* يرتبط بالبروتين المسمى "بي آر دي تي" *BRDT*. ويوجد هذا البروتين في الخصيتين فقط، حيث إنّه ضروري لإنتاج الحيوانات المنوية. لقد استمرت ذكور الفئران التي حُقنت بجزء "جي كيو 1" بالتزاوج مع الإناث بشكل طبيعي، إلا أنها أظهرت خصيًّا منكشمة، وانخفاضًا في عدد حيواناتها المنوية، ولم تنجب أي ذرية. وقد استطاعت الذكور تلقيح الإناث في غضون أربعة أشهر من توقف المعالجة. ويقترح المؤلفون أن يصبح هذا الجزء طرفًا في طبقة جديدة من

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

مواد

جرافين: عالٍ نفسك

يمتلك الجرافين، الذي هو عبارة عن صفحات رقيقة من الكربون بسلك ذرّة واحدة، عدديًا من الخصائص غير العادية. ويمكن الآن إضافة خاصية المعالجة الذاتية إلى هذه القائمة.

فقد قام كوينتن راماس وزملاؤه من مختبر سوبرستيم (SuperSTEM) في ديرسييري بالمملكة المتحدة بوضع معادن على صفحات من الجرافين، ومن بعد ذلك قاموا بفحصها باستخدام مجهر إلكتروني. وقامت المعادن بتحفيز عملية كسر الروابط الكربونية؛ مما تسبب بعمل فجوات في تشكيل الكربون المشابه لخلايا النحل. وعندما تم استنفاد المحفزات، قام الجرافين بمعالجة ذاته. وفي حال توفر هيدروكربونات أخرى، قام الجرافين بملء الفجوات بحلقات متنوعة الحجم من ذرات كربون إضافية، بينما في حال عدم وجود هيدروكربونات أخرى، تقوم ذرات الكربون بإعادة تنظيم ذاتها إلى تشكيلها الأصلي، ثنائي الأبعاد، سداسي الشكل. ويأمل الباحثون أن يستخدموا عملية إعادة التشكيل للمساعدة في السيطرة على عملية خراطة الجرافين على مستوى النانومتر. (Nano. Lett. 12, 3936–3940 (2012))

★ الأكثر قراءةً

على pubs.acs.org في الفترة الأخيرة



نبات

نباتات معدلة وراثيًا صديقة للفوسفات

جينياً؛ لاستقلاب الفوسفات، بالإضافة إلى الأورثوفوسفات الموجود بالأسمدة القياسية. وعند توفر الفوسفات، احتاجت النباتات المتحولة جينياً إلى فوسفور أقل بنسبة تتراوح بين 30%، و50%؛ لتنتج نفس الكتلة الحيوية التي أنتجت في وجود الأورثوفوسفات. كما قام الباحثون باختبار النباتات المتحولة جينياً ضد الأعشاب الضارة. وفي وجود الأورثوفوسفات، تغلبت الأعشاب الضارة على النباتات المتحولة جينياً، لكن مع إضافة الفوسفات، تفوق التبغ المتحول جينياً على الأعشاب الضارة. (الصورة)

NATURE.COM

يمكنك الحصول على تحديثات الأبحاث اليومية مباشرة على: go.nature.com/latestresearch

تعتمد محاصيل عديدة على أسمدة قائمة على الفوسفور، كما تشكل الأعشاب الضارة المقاومة للمبيدات خطراً عليها. وتستطيع النباتات المعدلة وراثياً - التي تستطيع هضم مصدر بديل للفوسفور يمنع نمو النباتات - أن تحل المشكلتين. وقد قام كل من دمار لوبيز أريدوندو، ولويس هيريلا إستريلا بمعهد بوليتكنيك الوطني للأبحاث والدراسات المتقدمة بإربواتو بالمكسيك، بهندسة النموذج النباتي أرابيدوسيس ونباتات التبغ

وفريقهما من المركز الطبي بجامعة روتشستر في نيويورك بتتبع جزيئات مُعلّمة بالفلورسنت المتوهج، وهي تنتقل عبر الدماغ. وتم تحويل هذه البروتينات - التي تضم بروتين أميلويد بيتا، الذي يعتقد بمسؤوليته عن مرض الزهايمر- إلى سائل دماغي نخاعي. ويورد المؤلفون أن هذا السائل يجري إلى الدماغ من خلال الفراغات المحيطة بالشرابين، ويخرج منها عن طريق الفراغات المحيطة بالأوردة. وكانت الأوعية الدموية محاطة بنتوءات من الخلايا النجمية. كما وجد الباحثون أنه يتم نقل جزيئات أقل بما نسبته 70% إلى خارج الدماغ في الفئران التي تفتقد البروتين الذي ينقل الماء عبر جدران الخلايا النجمية، مقارنةً بالحيوانات الطبيعية.

ويرى الباحثون أن فهم نظام الإخلاء هذا يمكن أن يساعد في تفسير كيفية تطور بعض أمراض التنكس العصبي. (Sci. Transl. Med. 4, 147ra111 (2012))

تكنولوجيا المعلومات

كتاب تعليمي مشفر في معهد وايس

تم تشفير كتاب بحجم 5,27 ميجابايت يحتوي على ما يزيد على 53 ألف كلمة، وإحدى عشرة صورة رقمية، وبرنامج حاسوب في جزيء الحمض النووي - DNA - مما يجعله أكبر مادة لا حيوية يتم تخزينها بهذه الطريقة.

لقد قام سريارم كوسوري وزملاؤه في معهد وايس التابع لجامعة هارفارد في بوسطن، ولاية ماساتشوستس، بعمل ما يقارب 55 ألف متتابعة DNA قصيرة، أو ما يسمى "أوليغو نيوكليوتيدات" oligonucleotides، تحتوي كل منها على 159 نيوكليوتيداً. ومن بين المتتابعات هناك 96 متتابعة تمثل المعلومات على شكل النظام الثنائي "1" أو "0"، و19 منها كيف يجب أن ترتب أوليغونيوكليوتيدات، و44 تيسر عملية فك المتتابعات. صمم الباحثون نظامهم بحيث إن قاعدتي A وC تمثلان الصفر، والقاعدتين G وT ترتبطان بالرقم 1. سيساعد ترتيب متتابعات جزيئات الحمض النووي (دي إن إيه) في عملية فك التشفير (decoding).

ورغم أن هذه التقنية مكلفة للاستخدام الروتيني، إلا أنها تقوم بحفظ المعلومات بشكل مكثف أكثر مما هو ممكن باستخدام الأساليب التقليدية. Science <http://dx.doi.org/10.1126/science.1226355> (2012) وللمزيد عن هذا البحث، انظر <http://go.nature.com/i56h26>

العقارات المانعة للحمل باستهداف الخلايا الجنسية الذكرية. (Cell 150, 673–684 (2012)) For a longer story on this research, see <http://go.nature.com/sd4s4ko>

علم الأحياء الدقيقة

الأمعاء الملتهبة تحفز بكتيريا مضرّة

الأمراض المعوية الالتهابية تزيد من خطورة الإصابة بسرطان القولون والمستقيم، وذلك لأنه من المحتمل أن يتسبب التهاب الأمعاء بتنشيط نمو سلالة بكتيريا تنتج مادة سامة مدمرة للحمض النووي الوراثي "دي إن إيه" (DNA). وكان كريستيان جوبين وفريقه من جامعة نورث كارولينا في تشابل هيل قد قاموا بتعريض فئران تعاني من التهاب معوي أو التهاب القولون لبكتيريا معوية ولمواد مسرطنة. فوجدوا أن الحيوانات التي تم تعريضها للإصابة بسلالة "إن سي 101" (NC101) من Escherichia coli "إي. كولاي" من المحتمل بشكل أكبر أن يتطور لديها سرطان القولون، مقارنةً بتلك التي تم تعريضها لنوع بكتيريا معوي آخر. ومن ناحية أخرى، ففي غياب الالتهاب كانت الفئران قادرة على حماية نفسها من التأثيرات الضارة لسلالة "إي كولاي". وقام الباحثون بتحديد منطقة صغيرة من الحمض النووي في سلالة "إن سي 101" (NC101) من بكتيريا "إي كولاي"، التي تمثل شيفرة وراثية مدمرة للحمض النووي الوراثي؛ ووجدوا أن بكتيريا "إي كولاي" التي تفتقد هذه المادة السامة تسبب في الالتهاب المعوي، ولكن ليس السرطان. Science <http://dx.doi.org/10.1126/science.1224820> (2012) لرواية أطول عن هذا البحث أنظر <http://go.nature.com/tx21ez>

علم الأعصاب

بروتينات متدفقة من الدماغ

من أجل التخلص من بروتينات خارج الخلايا، يعتمد الدماغ على نقل المياه عن طريق خلايا تدعى الخلايا النجمية (astrocytes)، وعلى تدفق السائل الدماغي النخاعي. وكان من المعتقد أن هذا السائل يقوم بشكل رئيس بتوفير حماية ميكانيكية ومناعية للدماغ. قام جيفري أليف، ومايكن نيدرارد

A. COOPER, R. HARDING

الأيض المضاد للسرطان

قد يتسبب تغيير طريقة أيض (ميتابوليزم) الأورام للسكر في إبطاء نموها.

وعندما تقوم الخلايا بتحويل الجلوكوز إلى طاقة ووحدة بناء جزيئية، يعمل إنزيم يسمى "بيروفيت كيناز" على تحفيز آخر خطوة في عملية الاستقلاب. وتحتوي عملية تقسيم الخلايا، كالخلايا السرطانية، على صيغة من هذا الإنزيم، تدعى "بي كيه إم 2" PKM2. واكتشف ماثيو فاندرايدن من معهد ماساشوستس للتكنولوجيا في كامبريدج وزملاؤه، أن جزيئات صغيرة مُسْتَسْتة لهذا الإنزيم عطلت تكوين الورم في فئران تحمل خلايا سرطانية بشرية. نُصِجت الخلايا السرطانية لاحقاً في هذه الفئران، ولكن بقي حجمها أصغر لدى الفئران التي تَمَّت مُعالجتها، مقارنةً بتلك التي لم تُعالج (فئران مجموعة الضبط والمقارنة).

وهذه المُسْتَسْتات مقيدة بجزيئات "بي كيه إم 2" في موضع غير معروف سابقاً. ويرى الباحثون أنه بهذه الطريقة، تعمل المُسْتَسْتات على تغيير أيض - عمليات الهدم والبناء - لدى الورم بطريقة تستنفد المُركِّبات التي تعزز نمو خلايا السرطان، وتُمرِّ إنتاجها لاحقاً في مسار عملية الأيض. Nature Chem. Biol. <http://dx.doi.org/10.1038/nchembio.1060> (2012)

تقنية النانو

بلورات نانو قوية وثابتة

قد يساعد أسلوب نظريّ في تصميم سبائك معادن بلورية نانوية تحافظ على خصائصها الممتازة، كالصلابة الفائقة لدى درجات الحرارة المرتفعة.

وعادةً لا تكون المعادن البنية بتقنية النانو، التي تُبنى من ذرات معدن واحد وحجمها أقل من 100 نانومتر، ثابتة في درجات الحرارة المرتفعة. ويأتي عدم ثباتها من انعدام الثبات في الحدود الموجودة بين الذرات. وقد قام كريستوفر شوه وزملاؤه من معهد ماساشوستس للتكنولوجيا في كامبريدج، بتطوير إطار نظريّ لتقدير الطاقة المرتبطة بالحدود بين الذرات. وقام الباحثون بتصميم وإنتاج سبيكة



صحة حيوان

انتشار مرض "الهربس" Herpes في حدائق الحيوان

يفسر كيفية انتقالها ما بين الأنواع المختلفة. ومن المحتمل أن تكون القوارض التي تنتقل بحرية ما بين الحظائر التي تحتوي على حمير الزرد الوحشية والدببة القطبية هي التي حملت الفيروسات المؤتلفة. ونظرًا إلى أنه ليس جميع الدببة القطبية كانت قد أظهرت أعراضًا مرضية، فإن الفريق يحذر من وجوب متابعة تفشي الأمراض في حدائق الحيوان بشكل أكثر حذرًا؛ لأجل تتبع انتشار مسببات الأمراض، وكذلك لأجل تجنب أن يكون مصير حيوانات أخرى مشابهًا لمصير جيركا. Curr. Biol. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2012.07.035> (2012)

تم إلقاء اللوم في نفوق جيركا في 2010، وهي دب قطبي في حديقة حيوان في ألمانيا، على فيروس هربس (Herpes)، الذي يأتي أصلًا من حمير الزرد الوحشية. ومن خلال فك متابعات المادة الوراثية الفيروسية لجيركا (في الصورة أعلاه) ودببة قطبية أخرى وتحليلها، تمكّن أليكس جرينوود وفريقه من معهد لينتزل لأبحاث حدائق الحيوان والحياة البرية في برلين من تحديد أن فيروس الدب القطبي مشابه لسلالة فيروس الهربس "إي إتش في 1" (EHV1) في حمير الزرد الوحشية. ومن ناحية أخرى، كان الفيروس الذي وجد لدى الدببة القطبية من سلالة مؤتلفة جينيًا، أي مكونة من تشكيل جديد من الجينات، مما قد

مواد

الجيل المائي، وعرق المباني

مثلما تستطيع الثدييات تخفيض درجة حرارة أجسامها عن طريق العرق، يمكن للمباني إذا تمت تغطيتها بجيل مائي حساس للحرارة أن "تعرق"؛ لتخفيض درجة حرارتها.



يرقات سمكة الزرد المهندسة وراثيًا، بحيث وُسمت خلايا الأوعية الدموية، والدّم والدماغ بصبغة فلورية مضيئة. قام الباحثون بتصوير التطور الذي حدث في الدماغ الأوسط لدى هذه اليرقات، طيلة ستة أيام عقب التخصيب. ووجدوا أنه عند امتداد شبكة الأوعية الدموية، تحدث عملية التشذيب - خاصةً في المقاطع التي تتخذ شكلًا حَلَقِيًّا - عندما تنتقل الخلايا المُبْتَنَة للأوعية باتجاه المقاطع المتاخمة غير المُشَدَّبة، مؤديةً بذلك إلى تقليل مستوى التشابك في شبكة الأوعية الدموية. ويكون التدفق في المقاطع المُشَدَّبة أقل وأكثر تغييرًا، مقارنةً بالأقسام غير المُشَدَّبة، ويؤدي الاعتراض التجريبي لتدفق الدّم إلى تحفيز عملية التشذيب. (PLoS Biol. 10, e1001374 (2012)

من التيتانيوم والتنجستين، تبيّن أنها أكثر ثباتًا في درجات الحرارة المرتفعة، مقارنةً بالتنجستين البلوري النانوي الحر، بالإضافة إلى إمكان معالجته بكميات ضئيلة. (Science 337, 951-954 (2012)

تطور الأعصاب

تشذيب الأوعية الدموية منخفضة التدفق

إن شبكة الأوعية الدموية المعقدة لدماغ سمكة الزرد لا تتطور نتيجةً لنمو الأوعية الدموية فقط، وإنما قد تتطور أيضًا نتيجة تشذيبها، الذي تدفع به التغيرات في تدفق الدّم. تعقّب جيو- لين دو وزملاؤه بأكاديمية العلوم الصينية في سانجهاي

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

إيكولوجيا

في الأبحاث: معادلات أكثر = اقتباسات أقل

يشتهر علماء الأحياء بميلهم لتفادي الرِّياضيات، وهذا ما أثبتت صحته دراسة أجريت حول مستوى الاقتباسات والإحالات في أبحاثهم، حيث قام تيم فوسيت، وأندرو هيجينسن من جامعة بريستول في المملكة المتحدة، باختبار ما إذا كان إدخال المعادلات يؤثر على مستويات الاقتباس فيها، أم لا. وأجرى الباحثان هذه الدراسة على الدراسات التي نُشرت في 1998 في ثلاث مجلات علمية بمجال علم البيئة والتطور. ووجد الباحثان انخفاضاً إجمالياً في الاقتباسات يَكْفِي 28% مقابل كل معادلة إضافية للصفحة الواحدة من النص الرئيس للبحث، بينما ازدادت نسبة انخفاض الاقتباسات لتصل إلى 35% لدراسات التجارب العلمية. ويوصي المؤلفان الباحثين باستخدام المُعادلات في النص الرئيس لمقالاتهم؛ لضمان وصول أفكارهم إلى جمهور أكبر. (Proc. Natl Acad. Sci. USA 109, 11735-11739 (2012) J. Geophys. Res. <http://dx.doi.org/10.1029/2012JD017508> (2012)

★ الأكثر قراءة

على www.nature.com في الفترة الأخيرة

ويروي جيكونب إيسلستين وزملاؤه من جامعة مكماستر بهاميلتون في أونتاريو الكندية أنّ فأر الرِّبابة الذي يعرف باسم "بوسيدنتوميس فيرميداكس" (انظر الصورة) له وجه طويل مدبب، وقواطع تختلف في شكلها عن قواطع القوارض الأخرى، وليست له أضراس. وقد تكون هذه الموصفات ناجمة عن تأقلم يساعد الحيوان في إيجاد طعامه المُفضَّل: ديدان الأرض ليّنة الجسم، التي لا تحتاج إلى مضغ. إنّ افتقاد التغيير التطوري الناجح في السابق (ظهور الأضراس) ربما سمح لهذا الحيوان استغلال أنواع الطعام المتوفرة في الغابات التي يستوطنها. Biol. Lett. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2012.0574> (2012)

NATURE.COM

يمكنك الاطلاع على آخر الأبحاث التي نُشرت في نيتشر مباشرة على: go.nature.com/news



الحفريات - صفوف من أسنان مُسنَّنة، مستقرة على لسان مشقوق - تشبه ما لدى رُخويات الحقة الحديثة. ويرى الباحث أنّ هذه الأسنان ربّما تكون قد أتاحت للحيوانات طحن الأنسجة اللينة. Proc. R. Soc. B <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2012.1577> (2012)

تطور

حيوان قارض لا يستطيع القضم

يُلاحظ أنه لا توجد لدى فأر الرِّبابة أضراس، وقواطعه غريبة الشَّكل. وقد يكون هذا ناجماً عن شذوذ في التطور لما يزيد عن 2200 فصيلة معروفة من القوارض.

ويعود جزء كبير من نجاح الفئران والجُردان وما يقاربها في التطور إلى مقدرتها على القضم، الذي يمكّنها من استهلاك أنواع الأطعمة التي لا يستطيع غيرها من الثدييات استهلاكها.

"ما فوق الجينوم" epigenome - تغيرات كيميائية تحدث للحمض النووي "دي إن إيه" تؤثر في تعبير الجينات - الذي يسبق نشوء الأمراض. ومعظم مواليد البلاد المتقدمة يؤخذ منهم قطرة دم على قطعة ورق تسمى "بطاقة جوثري" (Guthrie card) (انظر الصورة)، تُستخدم في الكشف عن أمراض معينة. وقد قام فاردمان راكيان، وديفيد ليزلي بكلية الملكة ماري بجامعة لندن وزملاؤهما بتحليل الحمض النووي (DNA) من بطاقات جوثري لثلاثة أطفال ولدوا عام 2000، بحثاً عن اختلافات في أنماط "مئيّلة" methylation الحمض النووي، وهي تغيرات (فوق جينومية) كيميائية للحمض النووي متصلة بإضافة مجموعات الميثيل إلى الحمض النووي. واكتشف الباحثون وجود أكثر من عشرة فروق بين الأطفال، كانت لا تزال موجودة في عيّنات دم تمّ أخذها منهم لاحقاً عند بلوغهم الثالثة، ولم يظهر أن هذه الفروق مرتبطة بتغيير جيني ضمني. وتشير النتائج إلى أن هذه الفروق قد تكون ناجمة من اختلافات في ظروف صادفوها وهم أجنّة في أرحام أمهاتهم. وقد تمكّن بطاقات جوثري الباحثين من التمييز بين التغيرات فوق الجينومية التي تدفع إلى نشوء المرض، وبين التغيرات الناجمة عنه. Genome Res. <http://dx.doi.org/10.1101/gr.134304.111> (2012). For a longer story on this research, see <http://go.nature.com/fgmz6w>

علم الإحاثة

فكوك مُسنَّنة تميّز الرُّخويات

كشف تحليل لأجزاء من فم بعض الحفريات، تعود إلى عصور قبل 505 ملايين سنة، أنّ هذه الحيوانات قد تكون من أقدم الرُّخويات في التاريخ. قام مارتن سميث الباحث بجامعة تورونتو الكندية بتحليل أكثر من 300 قطة من متحجّرات تنتمي لمجموعتين قديمتين من اللاقاريات؛ إحداهما أودونتوجريفوس، والأخرى ويواكسيا، إذ أُخْتِلف فيما إذا كانتا تنتميان للرُّخويات، أم إلى الديدان الحَلَقِيَّة، أم إلى أسلاف مشتركة. ووجدت هذه الحفريات في بورجس شيل بكونولوميا البريطانية، التي زُوِّدتنا بسجل انفجار أشكال جديدة لجسسام عاشت في العصر الكمبري (أي منذ 542 إلى 488.3 مليون سنة). وأجزاء الفم الموجودة لكثير من

وقد استطاع ونديلين ستارك وزملاؤه بالمعهد السويسري الفيدرالي للتكنولوجيا زيوريخ إنتاج طبقة، سُمِّكها 3 مليمترات من الجيل المائي سريع الإجابة للحرارة. وعندما تسخن هذه الطبقة لحوالي 32 درجة مئوية؛ يخضع الجيل لتغيير الحالة من الرطبة إلى الحالة الصلبة، ويتخلص من المياه، وتستطيع تلك المياه أن تتخلص من الكثير من حرارة المبنى. كانت درجة حرارة المنازل المصغرة المغطى أسطحها بالمادة أقل من نظيرتها غير المغطاة بالمادة، بفرق قد يصل إلى 20 درجة مئوية عندما تعرضت جميعها لمحاكاة شمس منتصف اليوم الاستوائية. ويقدر كُتَاب هذا البحث أن هذا يمكن ترجمته لتوفير 220 كيلوات/ ساعة من الطاقة لمنزل منفصل. ويقوم "المطر" الوجيه بشحن الجيل المائي بالماء. Adv.Mater.<http://dx.doi.org/10.1002/adma.201202574> (2012)

أجهزة طبية

طرق ذكية لمعالجة الجروح

ربما يؤدي اكتشاف خيط ذكي لِقَطْب الجروح، مزودج الفعالية، يعمل كَمُسَخِّن ومقياس حراري، إلى إحراز تقدم في مجال معالجة الجروح وإبرائها. لقد طوّر جون روجر وزملاؤه بجامعة إلينوي في أوربانا - شامبين، نموذجاً أولياً لخيط جراحي من السيليكون (انظر الصورة). والخيط طويل دقيق ومرن بقدر يجعله مناسباً لخياطة الجروح. يحتوي الخيط على عناصر دائرة (كهربية) بحيث يصبح قادراً على تسخين النسيج واستشعار درجة حرارته، مما يمكّنه من حفظ الجرح في درجة الحرارة المثالية للشفاء، بالإضافة إلى استشعار أي ارتفاعات في درجة الحرارة التي قد تكون مرتبطة بحدوث التهاب. ويأمل الباحثون في تطوير خيوط تؤدي وظائف أخرى، مثل الإطلاق المبرمج للدواء. Small <http://dx.doi.org/10.1002/sml.201200933> (2012)

علم التخلق

أدلة من قطرات دم الأطفال

قد تزوّدنا قطرة دم من وخز أعقاب أقدام الأطفال حديثي الولادة، بفهم

النزاهة العلمية

انضمت وزارة الدفاع الأمريكية إلى الحملة التي أطلقها الرئيس باراك أوباما لضمان النزاهة العلمية، حيث قامت بتقديم سياسة تمنع موظفيها من أن يطالبوا العلماء أو المهندسين بتغيير أو كتمان اكتشافاتهم. وحصلت مجموعة من المراقبين في واشنطن دي سي، تُدعى بير (أو موظفي المسؤولية البيئية)، على تفاصيل السياسة الصادرة بتاريخ 26 يوليو بموجب قانون تداول المعلومات الأمريكي، وأصدرتها في 21 أغسطس. كما قامت حتى الآن وكالة حكومية بإصدار مسودات أو صياغات نهائية لسياسات خاصة بالنزاهة العلمية. وهناك أربع وكالات في طريقها إلى إصدار شيءٍ علنيًا، بما في ذلك مكتب سياسة العلوم والتكنولوجيا بالبيت الأبيض، المسؤول عن قيادة تلك المبادرة.

الثغرة النووية للهند

قامت هيئة مراجعة فيدرالية بانتقاد نظام التشريعات الهندي الخاص بالطاقة النووية انتقاداً شديداً في تقرير تم نشره في 22 أغسطس، قد يدعم الحملات المناهضة لاستخدام الطاقة النووية في البلاد. وجاء في التقرير - الذي قدمه المراقب العام - أن المشرع الحالي - المجلس التشريعي للطاقة الذرية - لا يتعدى كونه مكتباً ثانوياً، لا يملك سن القوانين أو الإيجار على الالتزام بها، أو فرض عقوبات مؤثرة في حال خرق قوانين السلامة. كما ألح التقرير على ضرورة أن يكون للهند مُسَرِّح حقيقي ومستقل، في وقت تتطلع فيه الهند إلى التوسع في نظام الطاقة النووية الخاص بها. وللمزيد من المعلومات، يرجى زيارة الرابط go.nature.com/d4guvd.

المستقبل النووي

بدأت دولة الإمارات العربية المتحدة في بناء أول مفاعل نووي لها، لتصبح بذلك أول دولة تُقدِّم على إنشاء برنامج نووي تجاري منذ أن قامت الصين بذلك في عام 1985. وقد أعلنت وكالة الطاقة الذرية العالمية في فيينا أن مفاعل الوحدة الأولى في



وفاة رائد الفضاء البارز

توفي نيل أرمسترونج، أول مَنْ مشى على سطح القمر، في 25 أغسطس 2012 عن عمر يناهز 82 عاماً. وقد أقيمت مراسم التأيين لرائد الفضاء المتواضع - الذي كان يتجنب الظهور في الإعلام، وبصرف النظر عن انتقاداته الأخيرة للخطط الأمريكية بشأن تخفيض ميزانية وكالة الفضاء الأمريكية "ناسا" - عقب وفاته بأيام قليلة. وكان لهبوط أرمسترونج وزملائه ركب أبولو على القمر في يوليو 1969 - يظهر في الصورة خيال أرمسترونج - عظيم الأثر في تحفيز جيل من الطلاب للقيام بالأبحاث العلمية (يرجى مطالعة "نيتشر" 460، 314-315؛ 2009). وللمزيد من المعلومات عن عمليات الهبوط في الفضاء، يرجى مطالعة الرابط: nature.com/Apollo

البركة أصبح رسمياً "تحت الإنشاء"، وهو أول مفاعل من أربعة سوف تُوَزَّد بها مؤسسة كورية جنوبية، بإجمالي تكلفة قدرها 20 مليار دولار. ومن المخطط أن يبدأ العمل بالمفاعل المائي ذي القدرة الضغطية التي تبلغ 1400 ميغاوات في عام 2017.

تناسل الشمبانزي

توصلت معاهد الصحة الوطنية بأمريكا إلى استنتاج نهائي بأن مركزاً كبيراً لأبحاث الشمبانزي لم يقرم بحرق حظر التناسل الذي فرضته الوكالة، على الرغم من ميلاد 130 شمبانزي صغيراً بالمركز لآباء تمتلكهم معاهد الصحة الوطنية بين عامي 2000م، و2010م (يرجى مطالعة نيتشر 479، 453-454؛

2011)، وتم نشر هذا التقييم بمجلة "نيتشر" في 24 أغسطس، بعد تقديم طلب بحرية تداول المعلومات. وذكر مركز نيو أيبيريا للأبحاث بجامعة لويريانا بمدينة لافاييت أنه لم يقاض معاهد الصحة الوطنية على الرعاية التي قدمتها لصغار الشمبانزي، وأضاف أن إجمالي التعداد بالمركز انخفض بالتوازي مع المراكز الأخرى التي تدعمها معاهد الصحة الوطنية. وللمزيد من المعلومات، يرجى زيارة الرابط: go.nature.com/1bgbjw

رفع معدلات الختان

أقرَّت الأكاديمية الأمريكية للأطفال في 27 أغسطس بوجود ختان الأولاد الأمريكيين، لأن الفوائد الصحية له

تفوق المخاطر. ويُعدّ طرح هذه السياسة سابقة تقوم بها هذه المجموعة المؤثرة من الأطباء، وقد تزيد من معدلات الختان بأمريكا (التي بالفعل هي أعلى من عديد من الدول المتقدمة). وأضافت أنه رغم ذلك، فالاختيار متروك للآباء. وللمزيد من المعلومات، طالع الصفحة رقم 568 في عدد 30 أغسطس (Vol. 488).

أبحاث

خلايا جذعية للتوحد

في 21 أغسطس، تم البدء في اختبار الحالات التي ستضع لأول تجربة إكلينيكية تم اعتمادها من منظمة الغذاء والدواء الأمريكية، يتم فيها تجربة خلايا جذعية لعلاج مرض التوحد. وتهدف الدراسة مزدوجة التعمية - التي بدأها مركز كورد بلود ريجيستري بمدينة سان برونو في كاليفورنيا، ومعهد ساتر نيوروساينس بمقاطعة ساكرامنتو في كاليفورنيا - إلى إخضاع 30 طفلاً مصابين بالتوحد، تتراوح أعمارهم بين عامين إلى سبعة أعوام، للتجربة. وستختبر التجربة ما إذا كان إعطاء الطفل تسريباً وريدياً يحتوي على الخلايا الجذعية من الحبل السري الخاص به سيحسن من قدراته اللغوية والأعراض السلوكية التي يعاني منها، أم لا، مقارنةً بإعطائه تسريباً وريدياً غفلاً.

الصين تنظر جنوباً

أعلن فلكيون صينيون عن وجود خطط طموحة من أجل مرصد أتناكتيكا الصيني الموجود في دوم إيه - واحدة من أكثر الأماكن برودة في القارة - من خلال جلسة الجمعية العامة الثامنة والعشرين للاتحاد الفلكي الدولي بكين، حيث سيتم تزويد المرصد بتلسكوبين كبيرين، بميزانية تصل إلى أكثر من مليار ين ياباني (أي 157 مليون دولار). وسيستخدم الأول كاداست (KDUST) في البحث عن المادة السوداء، وعن كواكب أخرى مشابهة لكوكب الأرض خارج المجموعة الشمسية. أما الآخر، ديت فايف (DATE-5) فلاستكشاف السحب الغبارية، حيث تتكون النجوم. وللمزيد من المعلومات، يرجى زيارة الرابط go.nature.com/ftwyqn

المضاد - سولانيزوماب - إبطاء التدهور الإدراكي في مجموعة من المرضى يعانون أشكالاً أخف من المرض. كما أخفق أيضاً دواء مماثل، يدعى باينيبوزيماب، تنتجها شركة "فايزر"، و"جونسون أند جونسون"، في تجربتين موسّعتين، وتم وقف تطويره (يرجى مطالعة نيتشر 488، 135، 2012). وللمزيد من المعلومات، يرجى زيارة الرابط go.nature.com/nhfbmu.

وقف دواء تجريبي

أعلنت شركة "بريستول مايرز سكويب"، التي تقع بمدينة نيويورك، في 23 أغسطس أنها توقفت عن تطوير دواء تجريبي لعلاج التهاب الكبد الفيروسي سي، وذلك بعدما دخل تسعة مرضى المستشفى، وتوفي آخر خلال تجربة إكلينيكية. ولم تحصل الشركة على هذا الدواء إلا مؤخراً، حيث كان أهم ما تمتلكه شركة إنهيبيتيكس، وهي شركة تقع في مدينة ألماتيا بولاية جورجيا، اشتريتها "بريستول مايرز سكويب" مقابل 2.5 مليار دولار في يناير الماضي. وكان الدواء يعمل عن طريق تثبيط إنزيم بوليميراز الرنا الفيروسي، وبالتالي يمنع الفيروس المسبب لالتهاب الكبد سي من نسخ الجينوم الخاص به. وهناك شركات أخرى تنتج أدوية تعمل بنفس الآلية. وللمزيد من المعلومات، يرجى زيارة الرابط go.nature.com/vet89t.

دواء مركب للإيدز

أجازت منظمة الغذاء والدواء الأمريكية في 27 أغسطس دواءً، عبارة عن قرص يؤخذ مرة واحدة يوميًا. ويحتوي هذا القرص على أربعة أنواع مختلفة من العقاقير لعلاج مرض الإيدز. وتأمل شركة "جيليلاد ساينسيس" بمدينة فوستير بولاية كاليفورنيا، التي أنتجت هذا الدواء، في أن تتمكن من تحقيق أرباح من ورائه، وخاصة أن حق الملكية الصناعية لمكون رئيس تنتجها الشركة من المكونات الثلاثة لدواء الأتريلابا - وهو عبارة عن قرص واحد يحتوي على ثلاثة أنواع من العقاقير لعلاج الإيدز - سيتهي في العام القادم، مما سيؤدي إلى انخفاض سعره بنسبة 40% على الأقل عن السعر الحالي (يرجى مطالعة "نيتشر" 488، 267، 2012). ويحتوي القرص الجديد على عقارين مصرح بهما من قبل، وهما عقار الإيمتريسيتابين، وعقار التينوفير، وآخرين جديدين، وهما عقار إيلفيتيجرافير، وعقار الكوبيسيستات.

NATURE.COM

يمكنك الحصول على تحديثات الأخبار اليومية مباشرة على:

go.nature.com/news

عام 1982- في 21 أغسطس 2012 عن عمر يناهز 65 عامًا. وقد غيرت إنجازات ثيرستون العديدة في مجالات الهندسة والطوبولوجيا من نظريات علماء الفضاء حول شكل الكون. كما أسهمت أعماله في وضع أساس لحل مشكلة حدسية بوانكاريه التي قام بحلها عالم الرياضيات الروسي جريجوري بيرلمان في عام 2003.

فيزيائي محبوس

خسر الفيزيائي الإيراني أوميد كوكايي - الذي يسعي لنيل درجة الدكتوراه، وكان محبوسًا من قبل في إيران لمدة 18 شهرًا - الطعن الذي قدمه ضد الحكم الصادر بحبسه لمدة 10 أعوام الأسبوع الماضي. وقد تم القبض على كوكايي - الذي كان يدرس فيزياء الليزر في جامعة تكساس بأوستين - لاتهامه بتهم تتعلق بالتخابر ضد إيران في فبراير 2011 عند مغادرة طهران، بعد زيارته لعائلته. وصدر الحكم ضده في مايو 2012. ومن ناحيته أنكر كوكايي جميع التهم المنسوبة إليه، وأكدت هيئات علمية عديدة براءته، وطالبت بمحاكمته محاكمة عادلة. وللمزيد من المعلومات، يرجى زيارة الرابط go.nature.com/7bthm9.

أعمال

إخفاق أدوية للزهايمر

أعلنت شركة إيلي ليلي في 24 أغسطس عن إخفاق دواء السولانيزوماب في تحقيق الأهداف المرجوة منه، الذي كان يهدف إلى الإبطاء من تدهور القدرات الإدراكية والسلوكية لمرضى الزهايمر. وتم اكتشاف ذلك في مرحلتين متأخريتين من مراحل التجارب. وفي المقابل، أضافت الشركة أنه على الصعيد الآخر استطاع الجسم



MOHAMMED ABDEL-MOTTALEB

ولكنه قد يتسبب في نفوق أعداد كبيرة من الخنازير. وللمزيد عن انتشار المرض في القوقاز، طالع ص 565 من العدد ذاته، (Vol. 488).

انخفاض جليد الشمال

مع بقاء بضعة أسابيع على انقضاء موسم ذوبان الجليد، كسر بحر القطب الشمالي حده القياسي الأدنى للذوبان خلال فترة الصيف. وطبقًا لما ذكره العلماء بالمركز الوطني لمعلومات الجليد والثلج في بولدر - كولورادو، رصدت الأقمار الصناعية في 26 أغسطس وجود 4.1 مليون كيلومتر مربع من الجليد، بعد أن كان 4.17 مليون كيلومتر مربع في 18 سبتمبر 2007. ويعد عام 2012 الأقل في كمية الجليد، بالمقارنة بالأعوام الستة السابقة. انظر: Go.nature.com/waurw1 للمزيد.

الناس

وفاة عالم رياضيات

توفي عالم الرياضيات الأمريكي ويليام ثيرستون - الذي فاز بميدالية فيلدز

أحداث

اعتصام الطلبة

اقترح طلبة من جامعة النيل بالجيزة في مصر جامعةً زويل للعلوم والتكنولوجيا، التي تقع على أطراف القاهرة. وقد تظاهر الطلبة، بسبب عدم السماح لجامعة النيل باستخدام المباني في مقر القاهرة. وكانت الجامعة قد بُنيت على أرض منحها لها حكومة الرئيس المصري السابق حسني مبارك، لكن المنحة ألغيت بعد ثورة يناير، ومُنحت الأرض لمدينة زويل. ويقود حاليًا زويل - الحائز على جائزة نوبل، والكيميائي بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا - مفاوضات مع جامعة النيل؛ لحل هذا النزاع. انظر go.nature.com/juxrba للمزيد.

تحذير من الخنازير

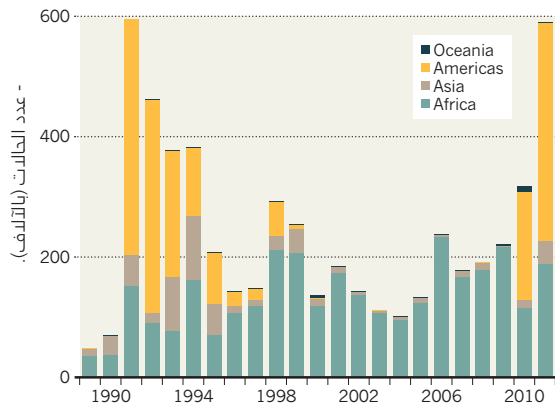
حذرت منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة في 21 أغسطس من أن اكتشاف أول حالة إصابة بحمى الخنازير الأفريقية في أوكرانيا يندر باحتمالية انتشار هذا المرض في القوقاز والمناطق المجاورة لها. ويسبب هذا المرض فيروسًا مُعديًا، وهو لا يصيب البشر،

مراقبة الاتجاهات

يعتبر تفشي مرض الكوليرا - الذي بدأ في هايتي عام 2010 - سببًا في تصاعد عدد حالات الكوليرا في عام 2011. والعدد المذكور - الذي يبلغ 600000 حالة، والذي يعتقد أنه يقل كثيرًا عن العدد الواقعي للحالات - يعتبر موزنًا لارتفاع الحادث في عقدين (انظر الشكل). وفي منتصف أغسطس لهذا العام، انخفضت الحالات المصابة في هايتي، لتصل إلى 100 حالة جديدة كل يوم، في حين تواجه سيراليون أكبر أزمة تفشي للمرض منذ عام 1996، بزيادة 10000 حالة إصابة، و180 حالة وفاة في الخامس عشر من أغسطس. وعلى أثر ذلك، قامت حكومة سيراليون بإعلان حالة الطوارئ في بلادها.

الارتفاع في حالات الكوليرا حول العالم.

شهدت هايتي ارتفاعًا في عدد حالات الإصابة بالكوليرا بنسبة 85% في عام 2011 عنه في العام السابق.



nature podcast

العِلْمُ... حَيْثُمَا كُنْتُ.

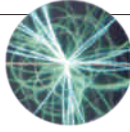


nature.com/nature/podcast

nature publishing group 

أخبار في دائرة الضوء

خلايا جذعية كيف تستطيع الخلايا الجذعية تنظيم نفسها إلى الهياكل المعقدة للدماغ ص. 34



فيزياء يخطط الفيزيائيون لأقوى معجل جسيمات لدراسة «بوزون هيغز» ص. 30

صحة عامة فرقة عمل أمريكية تجد فوائد الختان للصحة العامة تفوق مخاطرها ص. 24

مناخ تراجع معدل إزالة غابات الأمازون في البرازيل بنسبة 77% في السنوات السبع الماضية ص. 22

البلاد - أي ما يعادل 23 في المئة من مساحة البلاد تقريباً - الذي يمثل تناقصاً بمساحة 367 كيلومترًا مربعًا فقط، مقارنةً بالمجموع الكلي الذي تم حسابه في عام 2009، وهي مساحة أقل بكثير مما فقد في البرازيل - على سبيل المثال - حيث تمت إزالة ما مساحته 13 ألف كيلومتر مربع من الغابات في الفترة نفسها، إلا أن زانجيت جيل، وهو مدير مشارك في مركز أبحاث غابات الهند، ينتقد تقييم المركز بشكل علني.

ويضيف السيد جيل قائلاً: «علينا أن نتقبل الحقيقة المحزنة بأن الرقم الحالي لغطاء الغابات في الهند مبالغ فيه بشكل كبير، وهو مبني على افتراضات سطحية». وفي سبيل تسليط الضوء على هذه الاتهامات، قام برفع قضية قانونية من أجل أن تراجع من قبل الهيئة المحكمة المركزية (CEC)، وهي هيئة من المحلفين الخبراء الذين تم تعيينهم من قبل المحكمة العليا في الدولة؛ من أجل الحكم في المسائل المتعلقة بالغابات والحياة البرية.

ويزعم السيد جيل بأن حكومة ولاية ميجالايا في شمال شرقي الهند فشلت في التحرك بشكل كاف للإثبات بالدليل على وجود قطع أشجار، واستخراج الفحم بشكل غير شرعي؛ يخرب الغابات المحمية في المنطقة. ويقول إنه رأى المناطق التي أزيلت بها الغابات بعينه، وقام بتوثيق ذلك لدى حكومة الولاية (انظر في «على الجدل»). وهو كذلك قلق بسبب ما يتعلق بتقرير عام 2011، الذي يسجل مساحات ضخمة من ميجالايا على أنها غابات مفتوحة أو كثيفة، في حين أنه يعتقد أن معظم هذه الأرض أزيلت الغابات منها. ومن بعد ذلك تم السماح لإعادة نمو الشجيرات أو الخيزران بها.

ومن خلال بحث ميداني في العام المنصرم، لاحظ السيد جيل وثلاثة من رفاقه من مركز أبحاث غابات الهند أن أجزاءً من الغابة المحمية في ديبرو هيلز في ولاية ميجالايا تم قطع الأشجار فيها بشكل غير شرعي. وقد قام بتأكيد مشاهداته عن طريق معلومات من عام 2006 عن طريق الأقمار الاصطناعية المراقبة لاندسات إيرث (Landsat Earth) التي تدار من قبل وكالة الفضاء الأمريكية (NASA)، ومركز الأبحاث الجيولوجية في الولايات المتحدة الأمريكية. وأظهرت معلومات الأقمار الاصطناعية أن ما يقارب 150 ألف شجرة تم قطعها في السنوات السابقة على مدى مساحة 10 كيلومترات مربعة تقريباً.

ويشير السيد جيل كذلك إلى تحقيق تم في عام 2006، قامت به مديرية الغابات والبيئة في ولاية ميجالايا. ووجد التقرير - الذي قام بالحصول عليه عن طريق الحق في حرية المعلومات، والذي تم عرضه في «نيتشر Nature» - أن هنالك طواحين لتحطيط الأشجار تعمل في المنطقة، بالإضافة إلى وجود ألواح خشبية مقطوعة حديثاً. ويضيف التقرير أن «المنطقة وقعت تحت ضغط عظيم، وعانت من استنزاف شديد، وصل إلى درجات مثيرة للقلق».

وبناءً على الوثائق التي تم تسليمها إلى الهيئة المحكمة المركزية (CEC)، تدعي ولاية ميجالايا أنه تم قطع 670



يقول مسؤول الغابات رانجيت جيل إنه لديه دليل مؤكد على انتشار قطع الأشجار في ميجالايا.

الحفاظ على الطبيعة

منطقة غابات في الهند مشكوك فيها

إلقاء اللوم على الاعتماد على المعلومات من الأقمار الاصطناعية للتقديرات المتفائلة بشكل مبالغ فيه بما يتعلق بغطاء الغابات.

ناتاشا جليبرت

بالحكم من خلال أبحاث الهند الرسمية، نجد أن الإجراءات العملية لحماية الغابات هناك قد حققت نجاحاً، وبطريقة ما، فإن هذه الدولة الملتزمة للموارد، التي يبلغ عدد سكانها 1.2 مليار نسمة قادرة على المحافظة على غاباتها الثرية متماسكة تقريباً في وجه المطالب المتزايدة على الأخشاب والأراضي الزراعية.

يقول موظف رسمي كبير هناك، مسؤول عن تقييم صحة الغابات في الدولة، إن الدراسات الحديثة بالغت في تقييم امتداد الغابات المتبقية. ويدعي زانجيت جيل من مركز أبحاث الغابات في الهند (FSI) أن قطع الأشجار

غير القانوني لأنواع أشجار التيك (teak)، والسال (sal) دمر غابات، كان من المفترض أن تكون محمية في شمال شرقي البلاد. يقول هو وغيره من الخبراء إن الاعتماد المبالغ فيه على التصوير غير الكافي لقمر اصطناعي هندي يجعل من السهل عدم رؤية الدمار الحاصل.

في فبراير 2012، قام مركز أبحاث الغابات في الهند - الذي يعتبر جزءاً من وزارة البيئة والغابات - بإصدار تقرير عن حالة الغابات في الهند لعام 2011. استخدم هذا التقرير - الذي يصدر مرة كل عامين - صوراً من نظام القمر الاصطناعي الهندي للاستشعار عن بعد، وقدر أن الغابات تغطي ما مقداره 629027 كيلومترًا مربعًا من

القصور التقني للمسبر متوسط الدقة، المستخدم في عملية إنتاج الخرائط لتغطية الغابات». ويشير السيد جيل إلى أن الأداة التي تطير على القمر الاصطناعي الهندي المستخدم للاستشعار عن بعد تقوم بإنتاج صور ذات دقة تساوي 23.5 متر للوحدة التلفزيونية الواحدة، وهي دقة رديئة غير قادرة بشكل محكم على تحديد عمليات إزالة الغابات الصغيرة. وخصوصاً عن ذلك، يضيف أنه يتوجب على البحث استخدام أداة أكثر حداثة، موجودة حالياً على قمر اصطناعي هندي، تستطيع توفير دقة قدرها 5.8 متر للوحدة التلفزيونية الواحدة.

ويوضح السيد واهال أن مركز أبحاث الغابات في الهند يقوم باستخدام الأداة الأقل دقة في بحثها الوطني، نظراً إلى أنها توفر تغطية مستمرة لمساحات كبيرة. ويضيف قائلاً: «إن المعلومات الحالية من النواقص ضرورية حقاً. ويتطلب استخدام معلومات عالية الدقة المزيد من القدرات البشرية والوقت، وبالتالي فإن هنالك حاجة إلى خلق توازن. ومع ذلك.. فإن مركز أبحاث الغابات في الهند يقوم باستخدام الأداة الأكثر دقة في بعض الأبحاث الأصغر تغطيةً.»

ويصرح السيد جيل بأن مركز أبحاث الغابات في الهند ما زال بحاجة إلى القيام بالمزيد من الأبحاث الفعلية على أرض الواقع؛ ليؤكد تقديراته الصادرة عن الأقمار الاصطناعية. وبدون عملية التحقق هذه، من الصعب التفرقة ما بين الغابات الأصلية والخيزران، على سبيل المثال. وهو يطلب الهيئة المحكمة المركزية بعمل زيارة تفقدية إلى الغابات؛ للتحقق من مدى التدمير الحاصل فيها. ومن المتوقع صدور الحكم من الهيئة المحكمة المركزية في نهاية العام.

في العام الماضي، تصدّرت الحكومة الهندية العناوين الرئيسية، بسبب إعلان خطة عشرية بقيمة 10 مليارات دولار - المهمة الوطنية من أجل هند خضراء - من أجل زرع وتحسين صيانة 10 مليون هكتار من الغابات. وإذا كان السيد جيل محقاً فيما أورده، فإن الحكومة تواجه مهمة أكثر إلحاحاً، تتمثل في رسم خريطة شاملة للغابات المتبقية، واتخاذ إجراءات عاجلة وفعالة لحمايتها. ■



بجامعة جيمس كوك في كيرنز، كوينزلاند في أستراليا؛ «إن فقدان والتآكل المستمر للغابات الأصلية في الهند منتشر بالرغم من أنه لا يتم تسجيله عن طريق معلومات الأقمار الاصطناعية فيما يتعلق بغطاء الغابات». ويضيف قائلاً: «إن تدمير الكثير من الغابات هو أمر غير شرعي، والتحدّي على المناطق المحمية والمحميات ليس بالأمر غير الشائع.»

ينكر أنيل كومار واهال، مدير مركز أبحاث الغابات في الهند، أنه ليس هنالك مبالغة في تقدير غطاء الغابات. ويضيف قائلاً إن فريق مركز أبحاث الغابات في الهند، الذي كان السيد جيل عضواً به «قام بتوثيق أجزاء متناثرة من آثار الانتهاكات للغابات، ولمجموعات من الأشجار العتيقة، ولكن ليس هناك أي تسجيل مسيء يمثل مساحات شاسعة من الغابات»، ويعترف السيد واهال بأنه ليس بالإمكان تسجيل عمليات التقطيع «الانتقائية» عن طريق تصوير الأقمار الاصطناعية، وذلك بسبب

شجرة فقط من غابة ديبرو هيلز فيما بين عامي 2004 و2007، ومن وجهة نظر السيد جيل، فإن «تسجيلات وتقارير حكومة ميغالايا لا تمثل الصورة الحقيقية للأوضاع على أرض الواقع». يقول بي بي أو وارجري، أمين السر العام لحكومة ميغالايا لانتشور، إن إعطاءات السيد جيل «غير صحيحة».

وهناك تقرير آخر من حكومة الولاية، قام السيد جيل بالحصول عليه، يوثق عمليات إزالة الغابات في غابة رونجرينجري المحمية (Rongrenggre)، حيث تم فقدان ما بين 60 إلى 70 في المئة من الغطاء الشجري. وأوضح التقرير كذلك أن مفتشي الغابات المحليين لهم ضلع في تجارة الأخشاب غير الشرعية، وأن عمليات استخراج الفحم كانت تحصل في المنطقة «بعلم المفتشين التام». إن السيد جيل قلق من وجود هفوات مشابهة تحدث، ولا يتم توثيقها في أجزاء أخرى من الدولة.

يشارك باحثون آخرون في الغابات الاستوائية مخاوف السيد جيل فيما يتعلق بغابات الهند. يقول ويليام لورنس، وهو عالم أحياء مختص بصيانة الموارد الطبيعية،

صحة الحيوان

اجتياح حمى الخنازير للأراضي الروسية

فيروس قاتل قد ينتشر في البلاد المجاورة.

بقلم: إوين كالوي

أحرقت السلطات الروسية عشرات الآلاف من الخنازير، وأغلقت الطرق في الأسابيع القليلة الماضية إثر انتشار مرض حمى الخنازير الإفريقية الذي يسببه فيروس قاتل يصيب الحيوانات، وقد شبه البعض هذا المرض بفيروس إيبولا. ترتب على انتشار المرض تكلفة اقتصادية ثقيلة. ففي العام الماضي تسبب مرض حمى الخنازير بخسارة الاتحاد الروسي نحو 300 ألف خنزير من أصل 19 مليون خنزير الموجودة في البلاد بسبب هذه الحمى، وتقدّر الخسائر بحوالي 7.6

الإفريقية إلى عشرينات القرن الماضي في الخنازير المحلية بكينيا، حيث قتلت هذه الحمى بنزيفها الدموي الخبيث كل حيوان إصيب بها تقريباً. تنتقل عدوى فيروس حمى الخنازير من خلال الخنازير الوحشية والقراد، دون أن يتسبب بإصابتها بالمرض، لكنه استوطن معظم أفريقيا جنوب الصحراء وبأثبات، ممّا يحد من تربية الخنازير هناك. يشار إلى أنّ هذه العدوى لا تصيب الإنسان.

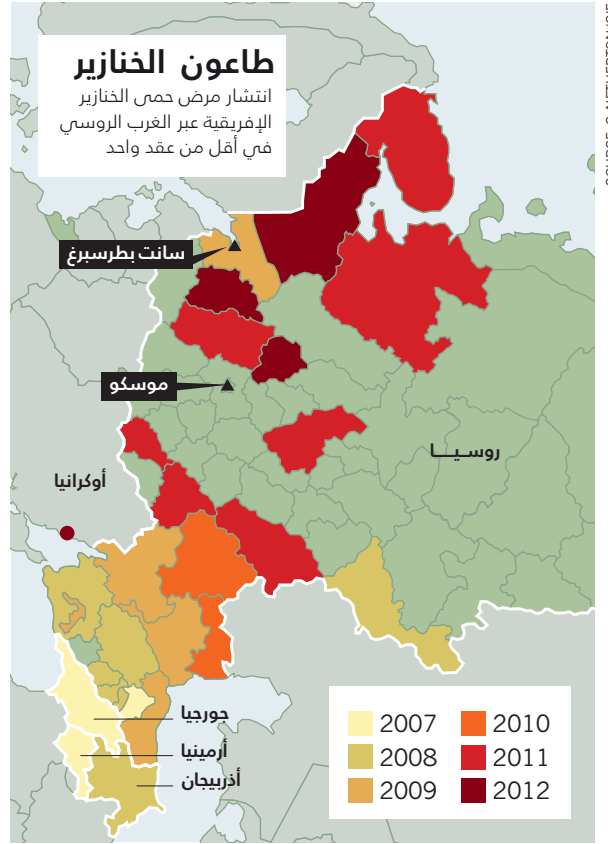
في 1957، انتقل الفيروس إلى البرتغال بعد إصابة عدد من الخنازير بالمرض قرب مطار لشبونة إثر تغذيتها على بقايا طعام بشري ملوث بالفيروس (يُذكر أنّ دقائق هذا الفيروس لديها القدرة على البقاء حتى أثناء عملية تقديد اللحوم). ثم انتقلت عدوى المرض إلى أسبانيا وأثرت سلباً على استيراد منتجات لحم الخنزير المقدّد منها. بما فيها يامون إيبيريكو الشهير - فقد حظرت معظم الدول استيراد لحوم الخنازير، حتى قضي على المرض في أسبانيا والبرتغال، بمنتهى تسعينات القرن الماضي.

تتفاقم الإصابات حالياً في روسيا وأوكرانيا وبلاد أخرى بالقوقاز، ويبدو أنّ مصدر هذه الإصابات يعود إلى جائحة عدوى وقعت في 2007 بجمهورية جورجيا السوفيتية سابقاً، حين حط المرض بها لدى استيراده من أفريقيا. وتقول ليندا ديكسن خبيرة حمى الخنازير الإفريقية بمعهد صحة الحيوان

مليار روبل (ما يعادل 240 مليون دولار أمريكي). كذلك تم اكتشاف مرض حمى الخنازير الإفريقية في أوكرانيا للمرة الأولى في شهر يولييه الماضي، وبات دول الاتحاد الأوروبي، والدول الآسيوية تتأهب لمواجهة اندلاع المرض الذي قد يكبد صناعة منتجات الخنزير خسائر جسيمة، قد تبلغ مليارات الدولارات. ونظراً لعدم توفر لقاح أو علاج لهذه الحمى، فإنّ الدفاع الرئيس المتاح ضد المرض هو الإعدامات الجماعية والنظافة اليقظة. تعود بداية اكتشاف العلماء لمرض حمى الخنازير



الدفاع الرئيس المتاح ضد حمى الخنازير هو الإعدامات الجماعية والنظافة اليقظة



الخنزير. في الوقت الراهن، يُحجم معظم المزارعين عن إبلاغ السلطات بالحالات المشتبه بإصابتها خوفاً من خسارة مواشيمهم التي يعيشون منها.

ويقول لوبروث: «إذا كنت مزارعاً صغيراً، وفقدت خنازيرك الخمسة جميعها، فهذا مدمر للأسرة». ويضيف: «هذا الوضع نراه في عدة أجزاء من أوروبا وإفريقيا». لقد تسبب مرض حمى الخنازير الإفريقية بخسائر باهظة في منطقة أوسيتيا الجنوبية في 2008؛ أي فترة نزاعها مع جورجيا، حيث لم يتمكن معظم المزارعين من إنتاج المحاصيل، واعتمدوا بشكل أساسي على تربية المواشي للحصول كمصدر للغذاء والدخل.

في الوقت الذي يركّز فيه المسؤولون على احتواء انتشار المرض، يعتقد العلماء والباحثون بإمكانية تطوير لقاح لإجتثاث المرض. ونظراً لأنّ بضعة الخنازير المحفوظة التي تظل على قيد الحياة رغم إصابتها بالمرض، اكتسبت مناعة ضد الإصابة بالمرض، يعمل مختبر ديكسن وباحثون آخرون على تحديد جين الفيروس (الذي يطلق جهاز المناعة) من بين 175 جينا تخصص الفيروس. مبدئياً، يمكن للباحثين إنتاج اللقاح بهندسة هذه الجينات المستفزة لجهاز المناعة ووضعها في جينوم فيروس آخر غير مؤذي. أما الخيار البديل، أي التعرف على الجينات المسببة للمرض وتعطيل عملها، فقد يؤدي لإنتاج مصل لتخفيف الإصابة.

يأمل لوبروث أنه على المدى البعيد، تتيح هذه الخيارات أفضل فرصة لإجهاض تقدم الفيروس. ويقول: «أتمنى لو أن لدينا لقاحاً».

«إذا كنت مزارعاً صغيراً، وفقدت خنازيرك الخمسة جميعها، فهذا مدمر للأسرة»

السليمة، قد تصاب بالعدوى. ينبغي العناية بتدابير الأمن الحيويّة، كتنظيف عربات النقل وتعقيم المزارعين قبل دخول الحظائر وبعد خروجهم منها، فذلك يحد من انتشار العدوى. ويبقى خطر انتقال العدوى بواسطة الخنازير البرية المصابة المنتشرة في روسيا ودول الاتحاد الأوروبي، والسيطرة عليها هي الأكثر صعوبة. يقول لوبروث: «لا تحتاج تلك الخنازير البرية إلى تأشيرات سفر لتقوم بعبور الحدود بين الدول».

ويمكن لأعلاف الخنازير أيضاً أن تحمل الفيروس، إذا احتوت على منتجات خنازير ملوثة بالفيروس. المعروف أنّ العلف الشائع بين مزارعي المزارع الصغيرة هو بقايا الطعام البشري. وتقول ديكسن إنّ الحد من هذه الممارسات - المحظورة بدول الاتحاد الأوروبي - أو حتى تعقيم الأعلاف المُقدّمة للخنازير حرارياً سيحد من انتشار المرض. وأضافت: «أذكر عندما قمت بزيارة لمزرعة صغيرة في نيروبي، وكان المزارع يقوم بإجراءات التعقيم الصحيحة. فكان لديه وعاء للطهو يقوم بتعقيم العلف المُقدّم لحيواناته فيه بالتسخين وكان يضع صينية لمواد التعقيم خارج حظيرة الخنازير».

وتُحذر منظمة الأغذية والزراعة الدولية (فاو) من استمرار انتشار المرض سترتب عليها تكاليف باهظة. ورغم أن روسيا لا تصدر منتجات الخنازير إلى خارج البلاد، لكنّ القيود المفروضة على هذه التجارة تبدو باهظة بالنسبة لدول مصدرة يستوطن فيها المرض.

يذكر دينيس كولباسوف، مدير المعهد الوطني للأبحاث علم الفيروسات والميكروبات البيطرية في بوركوف بروسيا، أنّ قابليّة المسؤولين ضعيفة نحو القيام بالإجراءات المضادة للإعدام الجماعي للخنازير، وتدابير الحجر الصحيّ، لتعطيلها عائدات روسيا من صناعة منتجات لحوم

في بريطانيا بالمملكة المتحدة: «لقد تأخر تشخيص المرض لعدّة أشهر، لأنه لم يكن ضمن توقعات الخبراء». و قُبل انتشاره في روسيا اجتاحت الحمى عدداً من دول الجوار كأذربيجان وأرمينيا والشيان بشكل سريع جداً قبل انتشاره عبر روسيا.

الانتشار الأخير للفيروس يعني أن اندلاعه في أكرانيا، (هو حالياً تحت السيطرة بعد قيام السلطات بإعدام 209 آلاف خنزير وفرض تدابير حجر صحي)، لم يكن مفاجئاً، بحسب خوان لوبروث، المسؤول البيطري الأول بمنظمة الغذاء والزراعة- الفاو (FAO)، التابعة للأمم المتحدة ومقرها بروما، والمسؤول بالمنظمة عن الاستجابة لاندلاع المرض.

وقد تكون بعض دول الجوار كجمهورية البلطيق وروسيا البيضاء ومولدوفا، في انتظار وصول الجائحة إليها. كما تمّ اكتشاف عدد من الخنازير المصابة شرقاً على تخوم كازاخستان التي تشاطر الصين شريطاً حدودياً طويلاً وتأتي الصين أكثر من مليار خنزير. ولا زالت الصين معرضة لمخاطر الوباء من اتجاه آخر، ألا وهو التجارة المتنامية بينها وبين دول إفريقية عديدة.

لحماية مزارع الخنازير الضخمة بالاتحاد الأوروبي، تطبق دول الاتحاد إجراءات العزل والأمان الحيوي وممارسات النظافة للحيلولة دون انتشار المرض. وعلى أي حال، تقوم هيئات كوزارة البيئة والغذاء والشؤون الريفية بلندن بمراقبة الأوضاع عن كثب. يقول لوبروث: «كيف ستنتج إجراءات الوقاية هذه، نحن فعلاً لا ندري» وتابع: «أنك تطلب مني التنبؤ بالنتائج من خلال كرة الكريستال».

إنّ تعدد طرق انتقال عدوى حمى الخنازير الإفريقية تزيد من عدم اليقين. فعلى سبيل المثال، عند نقل الحيوانات المصابة بعربات النقل تُخلّف وراءها جزئيات الفيروس قد تتعرّض لها حمولة أخرى من الحيوانات

النموذج قد نشرت مؤخرًا (انظر: A. P. D. Aguiar et al. (2012). Global Change Biology <http://doi.org/h7g>). يقول جان أميتو، الباحث بالمعهد الوطني البرازيلي لعلوم الفضاء وشارك في تطوير هذا النظام (النموذج): «لا نعرف كيف يمكن للحكومة استخدام مثل هذه المعلومات حالياً، لكن ما نحاول التعبير عنه أن هذا النظام هو أصح وسيلة لفهم انبعاثات غازات الكربون»، وهو يُقدر أن الجهود المبذولة لمنع إزالة غابات الأمازون خفضت فعلاً من انبعاثات الكربون في البرازيل بنحو 17% منذ عام 2004. يعتبر النموذج علامة فارقة للعلماء وصناع القرار السياسي العاملين في منطقة تقاطع الغابات والزراعة والاحتراز الكوكبي. يشغل علماء كثيرون بربط قياسات الأقمار الصناعية بالدراسات الميدانية والجوية لوضع خرائط أكثر دقة لكتلة الغابات الحيوية، والتي يمكن استخدامها لاحقاً لحساب انبعاثات الكربون.

النموذج الجديد للمعهد الوطني البرازيلي لعلوم الفضاء، يمضي بهذا العمل قدماً، ما يسمح للعلماء البرازيليين بتوفير تقديرات سنوية لكل من إزالة الغابات وانبعاثات الكربون، مما يمهد لإجراء تحليل أعمق لتأثيرات الزراعة وقطع الأشجار وإعادة نمو الغابات.

يقول ريتشارد هوتون، خبير الغابات بمركز وودز هول للأبحاث في فالموث بولاية ماساتشوستس، أن النتائج الفعلية ليست بالضرورة مفاجئة، لكنه نوه بجهود المعهد الوطني البرازيلي لعلوم الفضاء في تطوير نموذج قوي لانبعاثات الكربون، مساعداً البرازيل في بناء نظام لرصد الغابات ومعالجة الانبعاثات بشكل جدي. وأضاف: «إن ما تفعله البرازيل هو ما ينبغي أن تفعله باقي دول العالم». يؤكد تحليل المعهد الوطني البرازيلي لعلوم الفضاء نتائج مبكرة أظهرت أن إزالة الغابات تتحرك نحو الغابات الأكثر كثافة، مما يعني أن متوسط انبعاثات الكربون للهكتار الواحد في تزايد مستمر. أظهرت النتائج أيضاً تأثيراً قليلاً لعودة نمو الغابات على صافي انبعاثات الكربون لأن غابات ثانوية عديدة يتم قطعها دورياً. يقول علماء المعهد الوطني البرازيلي لعلوم الفضاء أن الغابات الثانوية يمكن أن يكون لها تأثير كبير على صافي الانبعاثات إذا أعطيت الفرصة لمعاودة النمو.

هنالك سؤال واحد حول النموذج: كيف يتم تمثيل انبعاثات الكربون الناجمة عن قطع الأشجار؟ يفترض علماء المعهد الوطني البرازيلي لعلوم الفضاء أن بعض أعمال قطع الأشجار حدثت بمناطق ظاهرة للعيان، لكنهم ما زالوا يبحثون عن طرق لحساب عمليات قطع الأشجار الأوسع نطاقاً. فقد أشارت الأبحاث السابقة إلى أن عملية الحساب الكامل لقطع الأشجار يمكن أن تُضاعف تقريباً تقدير الانبعاثات الإجمالية بالأمازون.

وتساءل ساندرا براون، خبيرة الغابات بمنظمة ونروك إترناشيونال غير الحكومية، بأرلينغتون-فيرجينيا، إن كان منطقياً تسليط الضوء على الفارق الزمني بين انخفاض إزالة الغابات وتراجع مستوى الانبعاثات، والتي يمكن أن تزيد عدم اليقين لدى الجمهور، وتسبب مخاطر الالتباس لدى صناع السياسات ذات الصلة. وتضيف براون أنه في الوقت نفسه، يحتاج العلماء إلى فهم أفضل لطريقة تدوير الكربون من خلال الغابات. وتقول أيضاً أن التحدي الأساسي التالي للمعهد الوطني البرازيلي لعلوم الفضاء هو أن يدخل تأثيرات عمليات قطع الأشجار واسعة الانتشار في نموذجهم.

وبحسب ساندرا براون، لديهم المعدات ولديهم المعرفة ولديهم الموارد للقيام بذلك. ■



يحاول العلماء البرازيليون الوقوف على تأثيرات قطع الأشجار في انبعاثات الكربون بحوض الأمازون.

إزالة الغابات

البرازيل تطور نموذجاً لتتبع انبعاثات الكربون الناتجة عن إزالة غابات الأمازون

تأخر مستوى انخفاض انبعاثات الكربون عن مستوى انخفاض إزالة الغابات

بقلم: جيف توليفسن

انبعاثات الكربون نتيجة لعدة عوامل مثل الوقت الذي تستغرقه جذور الأشجار والنبات للتحلل، وحقبة أن ما يتم قطعه من حطام الغابات في سنة واحدة قد يتم حرقه في سنة أخرى. وكانت ورقة علمية قدمت وصفا لهذا

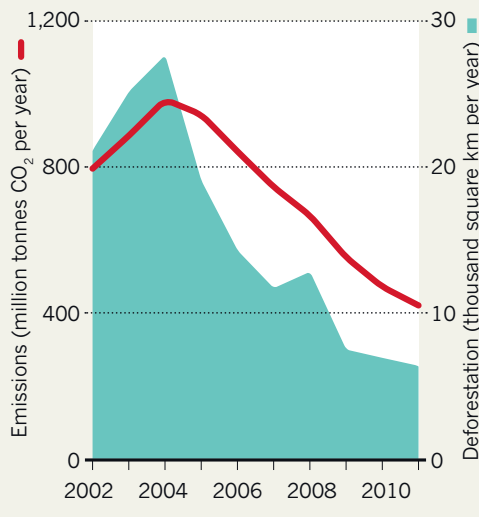
تراجعت معدل إزالة غابات الأمازون في البرازيل بنسبة 77% في السنوات السبع الماضية، لكن انبعاثات الكربون السنوية المرتبطة بإزالة الغابات لم تنخفض كثيراً، بحسب دراسة برازيلية جمعت بيانات الأقمار الاصطناعية وخرائط الكتلة الحيوية لوضع نموذج لهذا التغيير. يعود الفرق إلى حد كبير لتأخر طبيعي ناجم عن بطء عمليات تحلل مخزونات الكربون، قبل أن تشق طريقها إلى الغلاف الجوي كغاز ثاني أكسيد الكربون.

تستخدم البرازيل منذ فترة طويلة منظومة متطورة من الأقمار الاصطناعية لرصد إزالة الغابات. لكن تأثير إزالة الغابات في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ظلت تحدياً، وتبدو الصورة أكثر تعقيداً مما يفترض في معظم الأحيان. انخفضت مساحة الغابات التي تزال سنوياً من 2772 كيلومتر مربع (مساحة بحجم جزيرة صقلية) في 2004 إلى 6418 كيلومتر مربع في 2011. ويشير التحول المباشر، للكتلة الحيوية المفقودة إلى غازات الكربون، إلى انخفاض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السنوية من أكثر من 1.1 مليار طن في 2004، إلى 298 مليون طن. وهو انخفاض يقارب 74%.

لكن الحسابات التي أجراها المعهد الوطني البرازيلي لعلوم الفضاء (INPE) في ساو خوسيه دوس كامبوس، باستخدام النموذج الجديد الذي أطلق في 13 أغسطس الماضي، أظهرت انخفاضاً بنحو 57% فقط من الانبعاثات الفعلية لغاز ثاني أكسيد الكربون، مع وجود فرق بين انخفاض الكتلة الحيوية وانخفاضات

تباطؤ الكربون

أدى الحد من إزالة الغابات لانخفاض انبعاثات الاحتباس الحراري، لكن الوقت الذي تستغرقه الأشجار والجذور لتحتل يُوخر الفائدة المرجوة بضع سنوات.



الآباء يورثون مزيدًا من الطفرات كلما تقدموا في العمر

دراسة الخارطة الوراثية قد تفسر الارتباط بين سنّ الأب وحالات مثل التوحد.

إوين كاللوي

V. PEÑAFEL/FLOKOR/GETTY

بأمراض أو جينات مُضرة، بأكثر مما يورثه الآباء الأصغر سنًا؛ وهذا الأمر هو الخلاصة المُضمة الأشد قوة في هذه الدراسة، حسبما ذكر ستيفانسن وغيره من علماء الجينات.

وقد أظهرت دراسات سابقة أن مخاطر ظهور مرض التوحد في طفل ما، يزيد مع تقدّم سنّ إنجاب الأب. ونُشرت ثلاث دراسات هذه السنة^{1,2,3}، تقصّت وجود عشرات من الطفرات الجديدة المتصلة بمرض التوحد، ووُجدت أنها تأتي من جانب الأب بأربعة أضعاف قدمها من جانب الأم. ربما تساعد هذه النتائج في شرح التوسع الواضح فيما يتعلق بمرض التوحد. ففي هذا العام، أبلغت «المراكز الأمريكية للسيطرة على الأمراض والوقاية منها» في أتلانتا بولاية جورجيا، أن واحدًا من كل 88 طفلاً أمريكيًا سُخّص بالإصابة باضطرابات مرض التوحد؛ ما يمثل زيادة بحوالي 78 بالمائة عما كان الوضع عليه منذ 2007. وتفسّر بعض هذه الزيادة بالتحسّن في تشخيص المرض وأعراضه؛ لكن حدوث طفرات جديدة ربما مثل عنصرًا جديدًا، بحسب قول دانيال جيشوند، إخصائي البيولوجيا العصبية بجامعة كاليفورنيا، لوس أنجلوس. ويضيف قائلاً: «أعتقد أننا سنعثّر، في أمانة فيها آباء متقدمو السن فعليًا، على معدل أعلى لانتشار مرض التوحد».

في المقابل، يذهب مارك دالي، عالم الوراثة بـ «مستشفى ماساشوسيتس العام» في بوسطن، إلى القول بأنه من غير المحتمل أن يكون الارتفاع في سنّ الأب سببًا حصرًا في تفسير الزيادة في معدل انتشار مرض التوحد. وهو يشير إلى أن التوحد قابل للتوارث بقوة، لكن معظم الحالات لا تسبب بها طفرة مُفردة في الجينات. وهذا يعني ضرورة وجود عناصر مؤهّلة تُوارث من الآباء، لكنها متميزة عن الطفرات الجديدة التي تحدث في الحيوان المنوي.

وتشير الدلائل التاريخية إلى أن الآباء المتقدمين في السن ليسوا بالضرورة نذيرًا بحدوث تدهور في الجينات، فخلال القرنين السابع عشر، والثامن عشر، دخل الذكور الأيسلنديون في طور الأبوة في أعمار أكثر تقدّمًا مما هو الوضع لديهم في الوقت الحاضر، حيث تراوحت أعمارهم وقت الإنجاب بين 34 و38 عامًا. بل وبحسب ستيفانسون: «تشكّل الطفرات الجينية أساسًا للانتقاء الطبيعي». ويضيف قائلاً: «باستطاعتك أن تتجادل بأن ما يسيء إلى مصلحة الجيل القادم يصبّ في مصلحة مستقبل جنسنا».

1. Haldane, J. B. S. *Ann. Eugen.* **13**, 262-271 (1947).
2. Kong, A. et al. *Nature* **488**, 471-475 (2012).
3. Sanders, S. J. et al. *Nature* **485**, 237-241 (2012).
4. O'Roak, B. J. et al. *Nature* **485**, 246-250 (2012).
5. Neale, B. M. et al. *Nature* **485**, 242-245 (2012).



يحتوي الحيوان المنوي للاب المتقدم في العمر على مزيد من الطفرات، وكذلك يكون الحال لدى أبنائه.

الأبوين، ما يعني أنها طفرات مستجدة، من البويضة أو الحيوان المنوي أو الرحم. تعتبر هذه الدراسة الأوسع من نوعها حتى الآن، بحيث شملت العائلة النواة المُكوّنة من أب وأم وأبناء.

وتبيّن أن الآباء ورثوا طفرات جديدة تبلغ أربعة أضعاف ما ورثته الأمهات، بمتوسط 55 مقابل 14. وتسبّب الآباء في جُلّ التغيّر في عدد الطفرات الجديدة في جينوم الطفل، كما ارتفع تورث الطفرات الجديدة بمتواليه هندسية أُسيّة، بالتزامن مع التقدّم في عمر الأب. ومثلاً، يورث أبٌ عمره 36 عامًا من الطفرات ضعفي ما يورثه أبٌ عمره 20 عامًا؛ كما ترتفع هذه النسبة إلى أربعة أضعاف عند الأب البالغ من العمر 70 عامًا، بحسب تقديرات الفريق الذي قاده ستيفانسن. إن معظم هذه الطفرات غير ضار، لكن فريق ستيفانسن تعرّف إلى طفرات ربطتها بعض

الدراسات مع حالات مثل مرضي التوحد والشيزوفرينيا. لم تُثبت هذه الدراسة أن الآباء الأكبر عمراً يورثون جينات (مورثات) متصلة

في ثلاثينات القرن الماضي، لاحظ جي بي إس هالدين، وهو رائد في علم الجينات، نمطًا خاصًا من الوراثة لدى عائلات لديها تاريخ طويل من الإصابة بمرض الناعور («هيموفيليا» hemophilia). فالطفرة الوراثية المسؤولة عن هذا النوع من اضطراب تخثّر الدم تميل إلى الانتقال عبر الصبغيّ إكس (كروموزم X) الذي يحدّد نوع الإنسان، ويمرره الآباء لبناهم، أكثر من انتقاله إليهن من جهة الأمهات. والمخ هالدين إلى أن الأطفال يرثون طفرات من آبائهم أكثر مما يتلقونها من الأمهات، رغم إقراره «بصعوبة أن يُثبت هذا الأمر أو يُدخّض خلال السنوات القادمة».

ويبدو أن السنة المنتظرة جاءت أخيرًا، إذ أعطى تحليل الخارطة الوراثية (الجينوم) الكاملة عند مجموعة من عائلات أيسلندية الدليل الذي طالما راوغ هالدين. بل إن دراسة نُشرت بمجلة «نيتشر Nature» مؤخرًا أوردت أن السن التي يصبح بها الذكور آباءً تُحدّد عدد الطفرات التي يرثها الأبناء². وعند الشروع في بناء أسرههم في سن الثلاثين والأربعين، أو بعد ذلك، ربما يزداد لدى الرجال احتمال أن يُصاب بأبنائهم بمرض التوحد «Autism»، وداء الفصام «Schizophrenia»، وغيرهما من الحالات المتصلة بوجود طفرات حديثة. يقول جاري ستيفانسن، المؤلف الرئيس للدراسة، والرئيس التنفيذي لمؤسسة «ديكود جينيتكس» deCODE Genetics بالعاصمة

الأيسلندية ريكيافيك: «كلما تقدّم بنا العمر لكي نصبح آباء، ازداد احتمال أن نورث طفراتنا لأبنائنا». ويضيف قائلاً: «وكلما ارتفع عدد الطفرات التي نورثها، ازداد احتمال أن تكون إحداها مؤذية».

وقد أصاب هالدين، الذي أنجز أعمالاً قبل سنوات للتعرّف إلى تركيب الحمض النووي (الوراثي) «دي إن إيه» DNA، ما أراده، إذ جاهد للتوصل إلى سبب تورث الآباء المزيد من الطفرات لأبنائهم، إذ تبيّن له أنّ الحيوانات المنوية تُنتج باستمرار عبر انقسام أسلافها أي الخلايا التي تولّدها، ما يؤدي إلى اكتساب الحيوانات المنوية مزيدًا من الطفرات مع كل دورة انقسام خلوي. وعلى نقيض هذا، فإن النساء يولدن ولديهن عدّة مكتملة من الخلايا المولدة للبويضات، ترافقهن طيلة عمرهن.

وقد أجرى ستيفانسن، الذي تحتفظ شركته بمعلومات جينية عن معظم الأيسلنديين، مقارنة بين متابعات الجينوم بكامله لدى 78 مثلًا عائليًا، حيث يشمل المثلث العائلي: الأب، والأم، والأبناء. بحث فريق ستيفانسن لدى الأطفال عن طفرات جينية، غير موجودة لدى أيّ من

NATURE.COM
استمع للمزيد حول
هذا البحث عبر
Nature Podcast
go.nature.com/lq2dhy

الأطباء يؤيدون الختان

فرقة عمل أمريكية تجد أن منافع عملية الختان للصحة العامة تفوق مخاطرها على الأفراد.

SOURCE: WHO

تكون أسهل وأكثر أمناً عند إجرائها للرُّضع. وبحسب قول ديبك، يستغرب الأوروبيون من مجرد طرح السؤال عن فائدة الختان. ويضيف قائلاً، نقلًا عنهم: «إن سلامة الجسم أمرٌ مهم. ويجب ألا نستأصل جزءًا سليمًا من الطفل».

يلحظ فان ديبك أيضًا أن المنافع التي يبيتها الدراسات الأفريقية ربما لا تنطبق على هولندا، التي يندر فيها انتقال فيروس «إتش أي في»، لأنه لا يحدث إلا عبر الاتصال الجنسي بين المثليين من الرجال، ومشاركة الحقن بين المعتادين على تناول المخدرات.

وقد أعربت روبنا هيتشكوك، رئيسة «الرابطة البريطانية لإختصاصيي المسالك البولية عند الأطفال»، عن خيبة أملها في السياسة التي اقترحتها «إيه بي بي»، لأنها توصي بـ «جراحة تُحدث تشويهاً دائماً». وأعلنت أن رابقتها بصدد إعادة النظر في سياستها الحاضرة، التي توصي بختان رضع، هم موضع خطورة عالية للإصابة بالتهابات المسالك البولية، لأن الدليل على فائدة الختان من الناحية الطبية ليس حاسماً.

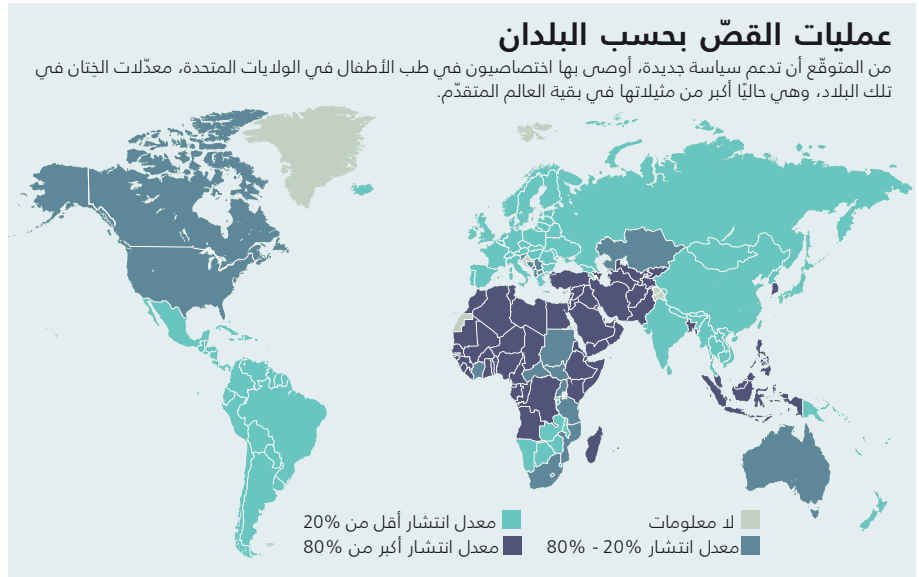
إن عدد عمليات الختان اللازمة لتجنب جمهور واسع مرضاً ما، ربما يفسّر بعض الفوارق الوطنية في المعدلات والسياسات. ومن غير المحتمل أن يلتقط معظم الرجال أنواع العدوى التي يعطي الختان وقايةً منها؛ ولذا.. فإن هؤلاء لن يروا فائدة مباشرة في هذه العملية.

وفي المقابل، ربما تتراكم المنافع من إجراء هذه العملية، إذ أشار تحليل نُشر الأسبوع الماضي من قِبَل بحثاء في «جامعة جونز هوبكنز» في بالتيمور بولاية ميريلاند، أن كلفة عمليات الختان وعلاج مضاعفاتها، تبدو ضئيلة، بالمقارنة مع ما يتأتى مالياً من انخفاض معدلات الإصابة بفيروسات «إتش أي في» و«إتش بي في» وهرس، والالتهابات في المسالك البولية، إضافة إلى الانخفاض في نسب إصابة النساء بالتهاب المهبل البكتيري، وعدوى ترايكوموناس⁵. ويتكلف نظام الرعاية الطبية الأمريكي 13 دولاراً مقابل كل عملية ختان يُمتنع عن إجرائها، بحسب تقدير الخبراء.

يقول ديفيد كولاها، وهو مؤرخ للطب، ويعمل في «معهد كاليفورنيا للرعاية الطبية» في «لاجولا»، ودرس تاريخ الختان: «وعلى أية حال، ربما لعبت العادات الوطنية دوراً أكبر من القرارات الاقتصادية».

وترسل تغطية الضمان الصحي إشارة، مفادها أن هذه العملية ملائمة طبيًا، بحسب قول ديفيد كولاها؛ ما يعرّز الميول الموجودة فعلياً في الولايات المتحدة نحو الفعل والتدخل. ويضيف قائلاً: «نُجري عمليات جراحية أكثر من الآخرين. لذا، ينسجم الختان مع هذا النمط القائم على فعل المزيد».

1. Task Force on Circumcision *Pediatrics* **130**, e756-e785 (2012).
2. Auvert, B. et al. *PLoS Med.* **2**, e298 (2005).
3. Bailey, R. C. et al. *Lancet* **369**, 643-656 (2007).
4. Gray, R. H. et al. *Lancet* **369**, 657-666 (2007).
5. Kacker, S., Frick, K. D., Gaydos, C. A. & Tobian, A. A. R. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* <http://dx.doi.org/10.1001/archpediatrics.2012.1440> (2012).



ولعل الدليل الأقوى لمصلحة الختان، جاء من دراسات عشوائية مُقارَنة، أجريت في جنوب أفريقيا²، وكينيا³، وأوغندا⁴. ووجدت الدراسات أن الختان خفض مخاطر الإصابة بالإيدز عن الرجال الذين يمارسون الجنس مع نساء. (لم تُلحظ هذه الحماية عند الرجال الذين يمارسون الجنس مع رجال). وكذلك وجدت الدراسات الأوغندية والجنوب أفريقية أن الختان خفض معدلات الإصابة بفيروس «هيومن بابلوما فيروس» («إتش بي بي في» HPV)، والهرس. وقد جعلت «منظمة الصحة العالمية» الختان جزءاً من استراتيجية الوقاية من فيروس «إتش أي في» HIV، المرتبط بمرض الإيدز، في منطقة ما تحت الصحراء الأفريقية، كما تسعى لإجراء الختان على 20 مليون رجل بحلول عام 2015.

ووجدت «إيه بي بي» أنه، إضافة إلى منجّهِ الوقاية من الأمراض المُعدية المنقولة جنسياً، يقدر الختان على خفض نسب الإصابة بالتهابات المسالك البولية وسرطان القضيب، ربما لأن جلد القلفة يُؤوي ميكروبات مُعدية، وكذلك خلايا مناعية يستهدفها فيروس «إتش أي في». وحدثت المضاعفات الشائعة للختان - مثل النزّ والتزيف والعدوى - في 2% من الحالات أو أقل، كما أنها عولجت بسهولة. وأوضح ديبكا أن المضاعفات الأكثر خطورة كانت الأشد ندرة، بصورة كبيرة. وكذلك لم تعثر فرقة العمل على دليل قوي للقول بأن الأطفال المختونين يكبرون وهم يعانون صعوبات في المسالك البولية أو مشاكل جنسية، أكثر من غيرهم.

ويعتقد جيرت فان ديبك، وهو اختصاصي في علم الأخلاق من «الرابطة الملكية الهولندية الطبية» في أترخت بهولندا، أن ال «إيه بي بي» قلّت من شأن الضرر الكامن في الختان. ويقول إنها يجب ألا تُجرى إلا عندما يصل الذّكر إلى عُمر يؤهله لإعطاء موافقته على هذا الأمر، مخالفاً استنتاج ال «إيه بي بي» بأن عمليات الختان

مُونيا بيكر

يواجه الآباء قلقاً إبّان استعدادهم لإنجاب طفل. وثمة تعقيد آخر يواجه أولئك الذين لديهم طفلاً، ألا وهو اتّخاذ قرار بشأن قَصّ قطعة جلد متدلّية من الإبن.

في 27 أغسطس، خلص تقرير من «أميركان أكاديمي أوف بيدياتريكس» وهي («الأكاديمية الأمريكية لطب الأطفال» American Academy of Pediatrics، ويُطلق عليها اختصاراً «إيه بي بي» APP)، للمرة الأولى، أنه بصورة عامة، يتمتع الصبيان بصحة أفضل، إذا خُتِنوا. وذكر التقرير أنه على الرغم من أن هذا القرار يعود إلى الآباء في نهاية الأمر، يتوجب على التأمين الصحي دفع كلفة هذه العملية. وقد ترفع هذه التوصية الصادرة عن هيئة مؤثّرة، المعدلات الأمريكية في الختان التي تصل إلى نسبة 55%، وهي حالياً أعلى من مستوياتها في كثير من دول العالم المتقدمة (انظر الخريطة المرفقة «القَصّ بحسب البلدان»). يقول دوغلاس ديكما، وهو طبيب أطفال واختصاصي في الأخلاق من جامعة واشنطن في سياتل: «هذه المرّة، نستطيع القول بأن المنافع الطبية تفوق مخاطر هذه العملية». وقد عمل ديكما مع فرقة العمل التي شكلتها «إيه بي بي»، ومقرها «إل ك جروف فيلديج»، في ولاية إيونز.

ومن المؤكّد أيضاً أن تثير هذه التوصية جدالاً، إذ لا يقتصر الختان على قَصّ جلد في الجسم، بل يتصل اتصالاً وثيقاً بالطبقات الدينية والهويات الثقافية. وما يبدو قصّاً غير مؤد، يعتبره آخرون تشويهاً. وفي العالم النامي، يراه كثيرون كإجراء أساسي في الحفاظ على الحياة، إذ تفوقه الواقيات الذكورية فعاليةً في الوقاية من المرض، لكنها لا تُستخدَم بانتظام.

ويورد ديكما أن مراجعات فرقة العمل للأدلة الطبية الأكثر جِدّة، سمحت لها بإيراد توصيات بصدد السياسة الصحية، أشد قوّة مما أوصت به في عامي 1999 و2005.

فيه زيت السمك ومضادات الأكسدة، بينما لم تتضمن حمية قرودة مركز ويسكونسن القومي أيًا من هذا. ويعترف بهذا ريك ويندروخ، أخصائي الشيخوخة في مركز ويسكونسن القومي لبحوث الثدييات الرئيسة، وهو من قاد الدراسة قائلاً: «على الأغلب لم تكن حميتنا صحية بشكل عام». كما أن قرودة العينة الحاكمة في مركز ويسكونسن القومي كانت تأكل أكثر بشكل عام، لأن وجباتها كانت غير محدودة، بينما كان يتم إطعام قرودة المعهد القومي للتقدم في العمر كميات ثابتة ومحددة من الطعام. وكانت قرودة العينة الحاكمة في مركز ويسكونسن القومي تزن أكثر من نظرائها البالغين في المعهد القومي للتقدم في العمر.

ويبدو أن نتائج مركز ويسكونسن القومي قد أظهرت عينة حاكمة غير صحية، عوضًا عن عينة معالجة طويلة الأجل. يقول إنجرام: «عندما ابتدأنا هذه الدراسة، كان أساسها أن جميع السُّعرات الحرارية مثل بعضها، بغض النظر عن نوعها. وأنا أعتقد الآن أن نوع السُّعرات الحرارية التي كانت القرودة تتناولها أحدث فرقًا كبيرًا».

لقد أصبح الباحثون الدارسون لتحديد السُّعرات الحرارية عند الفئران معندين الآن على مواجهة نتائج مختلطة، وهم يعزونها إلى التنوع الوراثي الجيني لدى الأنواع. كما يمكن للوراثة أيضًا أن تفسر بشكل جزئي السبب في تنوع نتائج تجربة القردة، حيث إن قرودة المعهد القومي للتقدم في العمر تحدر من سلالات من الهند والصين، بينما قرودة مركز ويسكونسن كانت جميعها من الهند.

واتضح أيضًا أن التأثير الجزيئي لتحديد السُّعرات الحرارية معقد أكثر مما كان يُعتقد. استعمل العلماء مركبات مثل الريسفيراتول الموجود في النبيذ الأحمر، ووجدوا أن هذا يُطلق شرارة الاستجابة للضغوط التي يفعلها تحديد السُّعرات الحرارية، والتي تؤدي إلى وقف عمليات غير حيوية في سبيل استمرار عمليات أخرى تصدّ المرض، ولكن بدأ الآن في التلاشي والاضمحلال ذلك الأمل القديم بأن تتمكن من تأخير الشيخوخة عن طريق استهداف مورثة بعينها، أو بروتين معين في مسار جزيئي معين. كما اكتشف الباحثون أن المسارات الرئيسة تتنوع بتنوع الحيوانات. يقول دافيد سنكلير، أخصائي المورثات في مدرسة هارفارد الطبية في بوسطن بمساثوسيتس: «قد نحتاج إلى عشرة أعوام قبل أن نتمكن من تدبّر شبكة العمر الطويل»، لكن في الوقت الحالي ثمة القليل من الأدلة التي تشير إلى أن تحديد السُّعرات الحرارية كقيل بإبطاء الشيخوخة عند البشر. ولقد بيّنت الدراسة بالمراقبة أن الأشخاص متوسطي الوزن هم الأطول عمرًا بين البشر³.

يقول نيل برازيلاي، أخصائي الشيخوخة في كلية ألبرت أينشتاين للطب في نيويورك: «إن المعمرين الذين شملهم بالدراسة يدفعونه إلى الاعتقاد بأن دور المورثات مهم أكثر من دور الحمية ونمط الحياة، إذ إن هؤلاء المعمرين «ممتلئو الأجسام»، على حد تعبيره.

أما إنجرام، فهو ما زال يبحث عن صورة أكثر دقة، ويقول إنه يتطلع قديمًا لدراسات تبحث في الدور الذي يلعبه التركيب الغذائي وتأثيره على التقدم في العمر، عوضًا عن دور كمية السُّعرات الحرارية المستهلكة، ويتساءل قائلاً: «وهو يستمتع بتناول سمك الجراد البحري في لوزيانا - هل يمكن أن يكون عمر الإنسان محددًا مسبقًا؟ ما زلت لا أصدق هذا أبدًا.» ■



E. BÖNSCH/IMAGEBROKER/FLPA

إن قرودة الريسبوس الخاضعة لحمية محدودة السُّعرات الحرارية تهزم بنفس سرعة غيرها من القردة ممتلئة الأجسام.

التقدم في العمر

تحديد السُّعرات الحرارية يتداعى على المدى الطويل

إن الاستعداد الوراثي، بالإضافة إلى الحمية الصحية، هما الأكثر أهمية على المدى الطويل.

إيمي ماكسمين

الحلقية تعيش فترة أطول، كما أظهرت دراسات أخرى أن الجردان التي أُغذيت أغذية ذات سعرات حرارية أقل كانت تتمتع برفو لامع وحيوية شابة أكثر من غيرها من الجردان الأخرى بطيئة الحركة التي كانت تفقد فروها، ولحاقًا، أظهرت الدراسات الجزيئية أن تحديد السُّعرات الحرارية، أو تناول مركبات محاكية لها، قد يطلق شرارة عدد من التغييرات في التعبير الوراثي، قد يكون لها تأثير في إبطاء الشيخوخة. في عام 1989 ابتدأت دراسة² أخرى في مركز ويسكونسن القومي لبحوث الثدييات الرئيسة (WNPRC) في ماديسون. وقد توصلت هذه الدراسة في عام 2009 إلى استنتاج أن تحديد السُّعرات الحرارية أدى إلى إطالة حياة قرودة الريسبوس، ووجد الباحثون أن 13% من المجموعة التي اتبعت الحمية ماتت لأسباب تتعلق بالتقدم في العمر، وذلك مقارنة بـ 37% من قرودة العينة الحاكمة.

قد يكون أحد أسباب هذا الفرق هو أن قرودة مركز ويسكونسن القومي كانت تغذى على حمية رديئة، ولذلك.. عند مقارنتها مع القرودة التي تتناول حمية محدودة السُّعرات الحرارية، بدت الأخيرة أكثر صحة، لأنها - ببساطة - تناولت كميات أقل منها.

كانت حمية قرودة مركز ويسكونسن القومي تتألف من 28.5% سكروروز، مقارنة بـ 3.9% سكروروز في حمية المعهد القومي للتقدم في العمر، حيث تناولت القرودة

سبعشر مُجَبُو الطعام بالسعادة عندما يقرأون هذه الأخبار، التي تشير إلى أن تناول عدد قليل جدًا من السُّعرات الحرارية قد لا يطيل عمر الثدييات الرئيسة. جاء هذا الاستنتاج نتيجة تجربة استمرت 25 سنة، تم خلالها إطعام قرودة الريسبوس الطعام بنسبة 30% أقل مما تتناوله قرودة العينة الحاكمة. وتدحض موجودات هذه التجربة الاعتقاد السائد بأنه يمكن ببساطة إبطاء عملية الشيخوخة عن طريق الحمية الغذائية. وقد نُشرَت هذه النتائج في مجلة «نيتشر»¹ في الشهر الماضي، وهي تدل على أن التركيب الوراثي والغذائي يؤثران على طول العمر، أكثر مما تفعله حمية قليلة السُّعرات الحرارية.

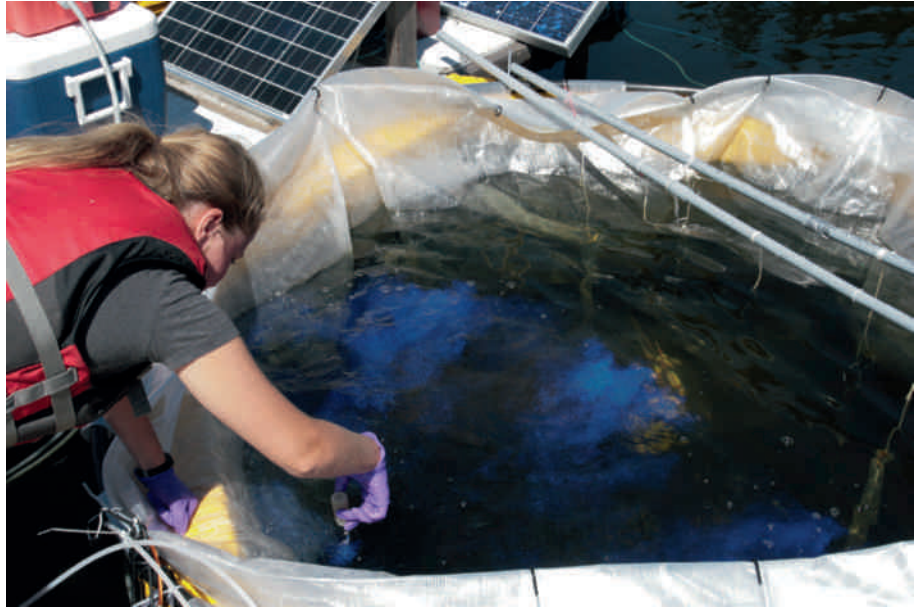
يقول دون إنجرام، وهو أخصائي في الشيخوخة بجامعة ولاية لوزيانا في باتون روج: «من المدهش أننا كنا نعتقد أن انخفاضًا بسيطًا في السُّعرات الحرارية يسبب هذا التغيير الواسع». وقد صمم دون إنجرام هذه الدراسة منذ ثلاثة عقود كاملة، عندما كان في المعهد القومي للتقدم في العمر (NIA) في بيتسدا بماريلاند.

عندما كانت دراسة القرودة - التي يمولها المعهد القومي للتقدم في العمر - لا تزال في بداياتها، كان هناك ما يدعو إلى الاعتقاد بوجود صلة بين إبطاء الشيخوخة، وتحديد السُّعرات الحرارية في الحيوانات ذات الدورة الحياتية القصيرة. ولقد أظهرت التجارب أن التجويع جعل الديدان

NATURE.COM
اقرأ مقالات (آراء وآراء) المتعلقة بهذا البحث.
go.nature.com/icodos

بحيرات التجارب تواجه خطر الإغلاق

يهدد نقص التمويل بإغلاق موقع فريد للتجارب حول المياه العذبة في كندا.



تواجه تجربة، مدتها ثلاث سنوات، لرصد تأثيرات الفضة النانوية على بيئة البحيرات خطر الإلغاء.

هاتنا هواج

تبدو البحيرة رقم 239 جذابة، حيث تغطي أشجار السرو والصنوبر حدود الشاطئ، وتندفع موجات خفيفة نحو توءات من الجرائب المعرض للعوامل الجوية. وفي هذا المساء الحار من شهر أغسطس في شمال غرب أونتاريو (انظر شكل تكوينات مائية) هنالك ملمح واحد متميز. وفي الطرف الأقصى من البحيرة، التي يبلغ طولها 800 متر، تحدر مجموعة من الحاويات البلاستيكية ذات الشكل العمودي من رصيف عائم نحو القاع الطيني للبحيرة بعمق مترين. وهذه إشارة على أن الظروف الهادئة لهذه البحيرة تخفي في طياتها تجربة علمية حول التلوث البيئي المنضبط.

تركع جينيفر فنست - وهي طالبة دراسات عليا في جامعة ترنت في بيتربره، أونتاريو - على ركبتيها إلى جانب إحدى الحاويات البلاستيكية العمودية، وتقوم بتفريغ قارورة من جزئيات الفضة النانوية فيها. وتظهر غمامة أرجوانية متقرحة في المياه لمدة دقيقة، قبل أن تندمج جزئيات المعدن مع بعضها وتتأثر. وتعتبر هذه التجارب هي المرحلة الأولى من مشروع مدته 3 سنوات، وبموازنة قدرها 728 ألف دولار أمريكي، بهدف فهم التأثيرات البيولوجية والبيئية لمادة (الفضة النانوية)، وهي مادة مضادة للبكتيريا، تضاف بشكل شائع إلى المنتجات التجارية. وأظهرت دراسات سابقة أن هذه المادة الكيميائية تؤدي إلى تغيير بنية المجتمعات البكتيرية والطحالب، وقد تؤدي إلى تغيير في دورة الفوسفور. ويهدف المشروع في العام المقبل إلى إضافة الفضة النانوية إلى بحيرة كاملة (البحيرة 222)، وقياس تأثيرها عبر مجمل النظام الإيكولوجي.

وبوجود 58 بحيرة مماثلة تعمل معًا كمواقع بحثية لإجراء العديد من الدراسات ذات النطاق الواسع، تعتبر منطقة

بحيرات التجارب الكندية حالة فريدة في العالم. يقول كريس ميتكالف، وهو عالم في السموم البيئية من جامعة ترنت، وأحد قيادي المشروع: «لا أنعامل بقلة أكرات مع حقيقة أننا نقوم بتلوث بحيرة»، ويضيف قائلاً: «يمكن في منطقة بحيرات التجارب أن يظهر بطريقة موسعة جغرافيًا ما يحدث في مجمل النظام الإيكولوجي للبحيرة».

ومنطقة بحيرات التجارب - بكل ما تحتويه من مختبرات، ومسكن، وورشات عمل - قد تختفي سريعًا. لقد أعلنت كندا - في وقت سابق من هذه السنة - أنها ستوقف التمويل المقدم لمنطقة بحيرات التجارب بعد مارس 2013، وهذا تطور أدى إلى امتعاض العلماء الذين استخدموا هذه المرافق لمدة 44 عامًا لعدة دراسات، تتراوح ما بين التلوث الكيميائي، إلى تأثيرات تغير المناخ.

لقد كان القرار غير متوقع، ففي 17 مايو تم استدعاء العاملين في منطقة بحيرات التجارب في معهد المياه العذبة في وينيبج إلى اجتماع عاجل، حيث تم إعلامهم بأن الحكومة لم تعد مهتمة بالتجارب التي تتطلب تغييرات على مستوى البحيرات ككل. وتم إعلام 17 موظفًا في المرافق المختلفة - ومنهم أربعة علماء موظفين في دائرة المحيطات ومصائد السمك - بأن وظائفهم سوف يتم إلغاؤها في إبريل 2013.

بحيرات لها تاريخ

يجادل منتقدو هذا القرار بأنه يعكس عداية واسعة تجاه علوم البيئة من قِبَل الحكومة الفيدرالية الكندية، لكن ديف جيليس - المدير العام لعلوم الأنظمة الإيكولوجية في دائرة المحيطات ومصائد السمك - يشير إلى أن قرار إنهاء التمويل لمنطقة بحيرات التجارب تم

لإعادة تحديد الأولويات التمويلية في سياق تقليل النفقات المالية. وأظهرت موازنة الحكومة الفيدرالية التي تم إعلانها في مارس 2012 أن كافة المديرات وإجتهت تراجعًا في المخصصات المالية. وسوف تتراجع الموازنة الأساسية لدائرة المحيطات ومصائد السمك من 1.36 مليار دولار كندي بنسبة 5.8%، أي بقيمة 79.3 مليون دولار كندي بحلول عام 2015. وفي المقابل، يشير مؤيدو منطقة بحيرات التجارب إلى أن الموازنة الصغيرة لهذه المرافق، مقارنةً بقيمة العلمية الكبيرة، يجب أن تسمح باستمرار العمل، وألا تكون ضحية لإجراءات التقشف.

وتصل النفقات التشغيلية السنوية لمنطقة بحيرات التجارب إلى 600 ألف دولار كندي، يتم تغطية نصفها من مؤسسة البيئة الكندية، وهي دائرة حكومية مستقلة قامت أيضًا بإلغاء تمويلها، بينما تتم تغطية الرواتب، التي تبلغ 1.2 إلى 1.5 مليون دولار كندي، من قبل دائرة المحيطات ومصائد السمك.

وتعود أصول منطقة بحيرات التجارب إلى الستينات من القرن الماضي، حيث تَسَبَّب انتشار الطحالب الزرقاء المخضرة إلى تغطية كافة مساحة بحيرة «إيري Erie»، حيث بدأت نشاطات الرياضات المائية والصيد التجاري في الانهيار. وبناء على ذلك، قام عالمان رياديان - وهما والي جونسون، المدير الأول لمعهد المياه العذبة، ورونالد هايز، رئيس مجلس أبحاث المصائد السمكية في كندا - بإخبار حكومة أونتاريو والحكومة الفيدرالية أنهما قادران على فهم تفاصيل وأسباب ظاهرة انتشار الطحالب، في حال قاما بإحداث تلوث متعمد لبحيرة كاملة بالمخصبات الزراعية (الأسمدة)، التي من المتوقع أن تكون السبب وراء النمو الزائد للطحالب، الذي كان يستنزف الأكسجين من البحيرة. وفي عام 1969 تحقق طلبهما، وبدأ في تنفيذ خطة الإثراء الغذائي المبرمج للبحيرة 227، وهي واحدة من البحيرات الصغيرة العديدة والمنعزلة، التي تتميز بطبقات صخرية غير قابلة لإنفاذ المياه في القاع؛ مما يؤدي إلى احتواء المياه والملوثات، وعدم انتقالها إلى بحيرات ومناطق أخرى.

استمرت هذه الدراسة الطويلة حتى منتصف السبعينات، وتضمنت - في نهاية الأمر - سبع بحيرات. وظهرت أكثر النتائج إثارة من البحيرة 226، حيث وضع العلماء ستارة بلاستيكية على امتداد الممر الضيق الذي يفصل بين الجزئين الأكبر من البحيرة، وبدأوا بإضافة الكربون والفوسفور والنتروجين إلى إحدى الجهات والكربون والنتروجين فقط إلى الجهة الأخرى. وكانت النتيجة أن الجهة التي احتوت على الفوسفور ظهر فيها انتشار لغطاء كثيف من الطحالب ذات اللونين الأخضر، والأصفر. ويقول ديفيد شندلر، وهو باحث إيكولوجي في جامعة ألبرتا في إدمونتون، وأحد العلماء المؤسسين لمنطقة بحيرات التجارب: «مثل هذه التجارب في البحيرات هي التي أُنعت السياسيين بأن هناك حاجة ماسة إلى تقليل وجود الفوسفات في المنظفات والمياه العادمة». وبناء على ذلك، قامت كندا، وعدة ولايات أمريكية بمنع وجود الفوسفات في المنظفات المستخدمة لغسل الملابس والصحون.

ومنذ ذلك الحين، قام العلماء في منطقة بحيرات التجارب بنشر ملوثات - مثل الزئبق، والإستروجين الصناعي، وحامض السلفوريك - إلى البحيرات؛ بهدف معرفة تأثيراتها الكيميائية، وقاموا أيضًا ببناء السدود ومزارع السمك، وتجفيف البيئات الرطبة لدراسة التأثيرات البيئية لبناء السدود، وصناعة مزارع السمك، وتغير المناخ. وقد ساعدت النتائج المُشْرِعين في كندا والولايات المتحدة لتنظيم انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت، والزئبق. وفي هذا الصدد

NATURE.COM
للمزيد حول تفضيف
مبادرات الأبحاث
البيئية في كندا انظر:
go.nature.com/717wpa

اجتماع مهم مع دائرة المحيطات ومصائد السمك في سبتمبر 2012.

ويشكك الكثيرون في إمكانية وجود إدارة جديدة في أبريل القادم، عندما يتوقف التمويل الحكومي، ولا يؤمن البعض الآخر بإيجاد أية إدارة وتمويل من جديد على الإطلاق. يقول جون سمول، وهو عالم مياه عذبة في جامعة كوينز في كنجستون، أونتاريو: «من أين ستأتي الأموال؟ الجامعات بالكاد تدير أمورها المالية». وهناك عصر آخر يسهم في تعقيد الاحتمالات، وهو أن أية إدارة جديدة للمنطقة سوف تكون مساءلة بتنظيف المنطقة والبحيرات من التلوث المتراكم. وتشير الوثائق القانونية إلى أن مسؤولية إعادة تأهيل وتنظيف كافة البحيرات والمساقط المائية والجداول والأراضي في المنطقة تقع على الحكومة الفيدرالية. ويقول جيليس إنه لا توجد تقديرات لدى دائرة المحيطات ومصائد السمك لكلفة هذا الجهد، ولكن دايان أوربهيل - وهي باحثة دراسات عليا في الإيكولوجيا من جامعة ألبرتا، وقائدة تحالف يهدف إلى إنقاذ منطقة بحيرات التجارب - تقول إن أبحاثها تشير إلى فاتورة تصل إلى عشرات الملايين من الدولارات، وتضيف - فيما يتعلق بالمساءلة القانونية -

قائلة إن الجامعات ليست مهتمة أبداً.

يقول ميتكالف - ونحن نحتمي القهوة في غير الدراسات - إنه لا يعلم إذا كان عليه أن يقوم بتحضير البحيرة (222) للتجارب المبرمجة في الصيف القادم، أم لا، ولكنه مفعم بالتفاؤل، بالرغم من ذلك، ويقول أيضاً: «أمل في وجود نوع من التسوية ما بين المؤسسات الحكومية، والجامعات والمنظمات المعنية».

تمويل المشروع من جديد - نصب عينيه الجامعات. وتعتقد دائرة المحيطات ومصائد السمك أن الجامعات أكثر استعداداً وتمكناً من إجراء دراسات على الأنظمة البيئية للبحيرات. لقد أسهم جورج ديكسون، وهو عالم سموم مائية، ونائب الرئيس للبحث العلمي في جامعة



واترلو في أونتاريو، في عدة نقاشات مع دائرة المحيطات ومصائد السمك في يونيو 2012، ويقول إن الجامعات تقوم حالياً بمراجعة وتصنيف المشاريع التي تتم في منطقة بحيرات التجارب، وتأمين موازنات لها، مضيفاً: «كيف سنستخدم هذه المرافق، وما هي مصادر التمويل لها؟ يجب أن نكون واثقين بأننا سنحصل على منافع من هذا الدور في المستقبل». وفي هذا السياق تم عقد

يقول ميتكالف: «من السهل على الحكومات أن ترفض نتائج البحث الذي يتم في المختبر، ولكنها لا تستطيع أن تتجاهل نتائج تجربة تتم في بحيرة كاملة، لأن الأشخاص يتأملون ويأخذون العبر».

وقد أصبحت مثل هذه الدراسات في خطر كبير الآن، حيث كان العلماء في المنطقة يخططون في فصل الخريف لإطلاق المرحلة الثانية من التجربة التي تم تصميمها لدراسة التأثيرات الإيكولوجية الناجمة عن إطلاق السمك المعدل وراثياً، الذي من المحتمل استخدامه في مزارع السمك مستقبلاً. وكان سيتم استعمال أنواع من السمك المحلي المعرضة لكميات من هرمون النمو، كتركيب مماثلة للسمك المعدل وراثياً، لدراسة تأثير أي هروب محتمل لهذه الأسماك في البيئات الطبيعية. وبعد إنهاء هذه التجربة، كان العلماء يخططون لأول إطلاق حقيقي منظم للسمك المعدل وراثياً بحلول عام 2015. ويعلق أحد العلماء من دائرة المحيطات ومصائد السمك على ذلك قائلاً: «يجب أن تحظى الحكومة بمجموعة من الأشخاص الذين يقومون بالتجارب العلمية التي تقوم بإنتاج أدلة تقود صناعة السياسات البيئية».

وتسبب توقيت هذا الإعلان في إرباك العلماء في منطقة بحيرات التجارب، حيث حصلت تجارب حالية عديدة على مخصصات مالية من مصادر داخلية، قبل إعلان إيقاف التمويل الحكومي، ومنها مختبر البيولوجيا الجديد، الذي تكلف 850 ألف دولار كندي، مدفوعة من الحكومة الفيدرالية، ولم يمض على عمله إلا موسم ميداني واحد. ويضع جيليس - المطلوب منه البحث عن فاعل خير

بحث طبي

أدوية ألزهايمر تتخذ مسارا جديدا

تتركز الآمال مؤخرا على اختبارات سريرية لإجهاض مسار المرض بعد الإخفاقات الأخيرة.

إوين كالوي

بعد صيف مشوب بنتائج مخيبة لتجارب سريرية على مرضي ألزهايمر، أعاد مطورو الأدوية حشد جهودهم لرسم مسار جديد للمعركة ضد هذا المرض المدمر.

ابتدأت الأخبار السيئة في يوليو وأغسطس، عندما علمت شركات «فايزر» و«جونسن أند جونسن» أن عقارهما البيولوجي «بأبنيوزوماب» bapineuzumab، أخفق في إظهار أية فائدة علاجية في تجربتين واسعتي النطاق. ثم، في 24 أغسطس، أوردت شركة «إيلي ليلي» أن دواءها «سولينزوماب» solanezumab، لم يحقق مبتغاه في إبطاء معتبر لتدهور الذاكرة والخرف المميزين لمرض ألزهايمر. وفشل العقاران كلاهما في استهداف «أميلويد-بيتا» amyloid-β، وهو بروتين يعمل على تكوين لويحات في أدمغة المُصابين بهذا المرض، ولطالما نُظر إليها كمسبب رئيس مشتبه به. وبدلاً من التخلي عن فرضية

أنها تقتل الخلايا العصبية، وتقطع اتصالاتها بنظيراتها المجاورة. لكن، لا تتوافر سوى أدلة ظرفية (قرائن) عن ذلك. وقد أظهر تشريح المرضى المتوفين أن أعداد اللويحات تكون أكبر في حالات المرض أشد حدة. كذلك، بدا أن لطفرات الجينات المسؤولة عن «إميلويد-بيتا»، تأثير يزيد احتمال الإصابة بالزهايمر، أو يعزز الوقاية منه. وحتى الآن، ويرغم ما أنفق من أموال على أدوية استهداف لويحات أميلويد، «ينبغي إما تأكيد فرضية دور لويحات الأميلويد كمسبب للمرض أو دحضها»، بحسب قول بول آيسن، عالم الأعصاب بجامعة كاليفورنيا، بسان دييجو.

تبدو النتائج الأولى عن دواء «سولينزوماب» التي أعلنت عنه «إيلي ليلي»، ومقرها إنديانابوليس، بولاية إنديانا، كأنها تصبّ لصالح فرضية دور «أميلويد» في الإصابة بالمرض. إذ قُصد من الدواء التعرف على لويحات «أميلويد-بيتا» واعتراضها قبل أن تتكون. في المقابل، فشل «سولينزوماب» في تحقيق هدفها الرئيس: إبطاء تدهور الذاكرة وغيرها من المناحي الإدراكية، وكذلك بالنسبة للقدرة على أداء أعمال مثل الأكل أو العناية الشخصية، لدى المرضى الذين يعانون نوعاً شديداً أو متوسطاً من ألزهايمر.

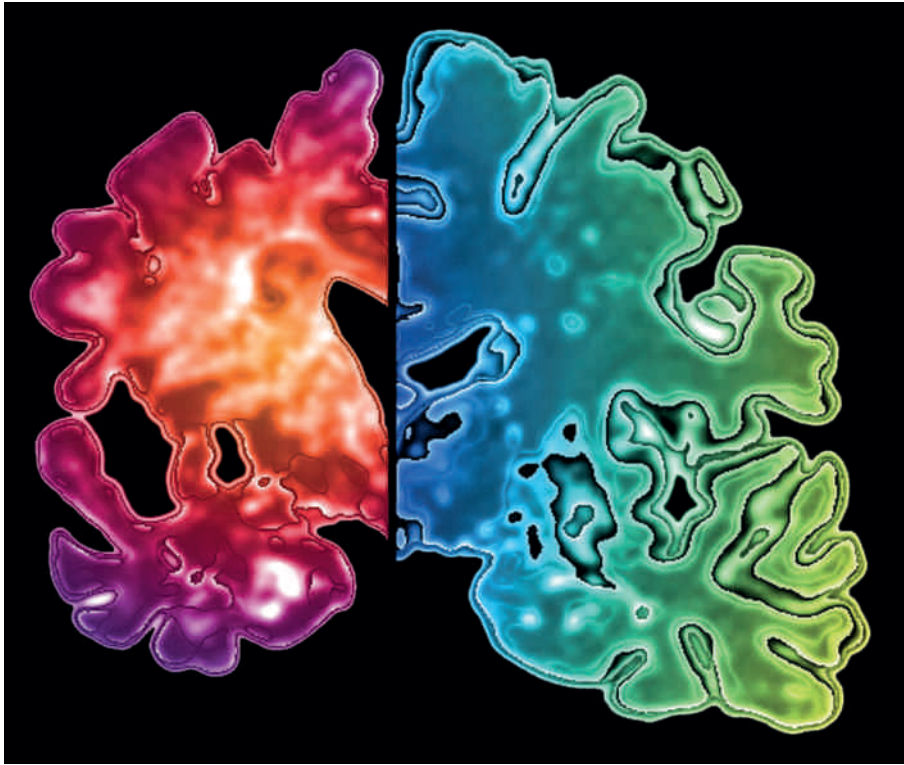
لكن تحليلات أخرى تقترح أن الدواء نجح في إبطاء التدهور الإدراكي في حالات مرضية أقل حدة. لكن، لم تُشر أي معلومات أو بيانات عن مدى التحسن، لذا يبقى من غير الواضح إن كان التحسن كافياً لإحداث فرق فعلي في حياة المرضى.

من جانبه، يقول إريك سيمرز، المدير الطبي لفريق ألزهايمر بشركة «إيلي ليلي»: «من ناحية علمية محضة، سُرنا بالنتائج». متابعاً: «إنها أول معطيات وبيانات عن تجربة سريرية، تبدو مؤيدة لفرضية دور «أميلويد»

صفايح «أميلويد»، يعتقد العلماء أمالهم على تصاميم مبتكرة لتجارب سريرية جديدة، وطُرُق تشخيص جديدة؛ ربما تتيح لهم اختبار مركبات بمراحل مبكرة من الإصابة، وقياس أسرع لفعاليتها.

لكن، يخشى كثيرون أن المستثمرين القلقين من إنفاق مئات ملايين الدولارات على تجارب سريرية فاشلة، سيترددون في دعم استمرار البحث عن علاجات فعالة لألزهايمر وأنواع أخرى من الخرف، يُقدّر أنها تصيب 36 مليون شخص عالمياً. يقول حسين منجي رئيس الدائرة العلاجية العالمية لعلم الأعصاب بشركة «جونسن أند جونسن» في نيويورك بولاية نيوجرسي: «الأموال ليست وفيرة»؛ «لكننا مازلنا محافظين جداً على التزامنا. نعتقد أن هذا المرض (ألزهايمر) مشكلة مجتمعية كبرى تتطلب المعالجة». يُعتقد أن لويحات «أميلويد-بيتا» تُسبب ألزهايمر من حيث

NATURE.COM
اقرأ استشراف نيبتشر
عن مرض ألزهايمر:
go.nature.com/hdiuds



تتراكم لويحات «أميلويد» Amyloid في أدمغة المصابين بالزهايمر (إلى اليسار)، وليس في الأدمغة غير المصابة (إلى اليمين).

كسبب للمرض. وسيرى المستثمرون والعلماء صورة أوضح خلال هذا الخريف، عندما تقدّم معطيات وبيانات أكثر في المؤتمرات عن تجارب هذا الصيف التي شارك بها نحو 2000 مريض.

تبدو تجارب «باينيزوماب» العلاجية مزيداً من فشل مطلق. فهو مكون من أجسام مضادة تستهدف لويحات «أميلويد-بيتا»، على أمل أن يحدث يقظة في الجهاز المناعي فيخلص الدماغ منهم.

لكن تجربتين ضمنا 2400 مريضاً مشاركاً، فشلنا في إظهار فائدة لهذا الدواء مقارنةً بالعلاج بالإيهايم (بلاسيبو)، وهو أقرص (نشا وسكر) تعطى لإيهايم المريض بأنه يتلقى علاجاً. وربما كان السبب في هذا الفشل هو إعطاء دواء «باينيزوماب» بجرعات أقل من «سولينزوماب»، نظراً لارتفاع سُمِّيّة «باينيزوماب». وأوضحت «جونسن أند جونسن» وشريكها «فايزر»، ومقرهما نيويورك، أنهما سوف يخضّان بشدّة خطة تطوير «باينيزوماب».

يعتقد الباحثون باضطراد أن المشكلة لا تتصل كثيراً باستراتيجية استهداف «أميلويد-بيتا»، بقدر ما تتصل بتوقيت العلاج. في هذا السياق يقول رونالد بيتيرين، مدير مركز أبحاث الزهايمر بـ«مايو كلينيك» في روشستر، بولاية مينوسوتا: «اللغز الرئيس في هذا الحقل: «هل عالجننا الناس في وقت متأخر جداً؟». وكما لويحات الدهون في انسداد الشرايين التاجية، تتراكم لويحات «أميلويد»، وتنمو عبر سنوات العمر، بحسب قول بيتيرين. وهكذا، كما توصف مركبات «ستاتين» لتخفيض كوليسترول المرضى عند منتصف العمر، فإن إعطاء الأدوية التي تتعرض لتكوين لويحات «أميلويد» في منتصف العمر، ربما أعطى وقاية من الزهايمر، كما يقول بيتيرين.

لكن أحداً لا يعلم متى يجب إعطاء أدوية مضادة لـ«أميلويد» للوقاية من المرض، وربما يتوجّب على الباحثين تتبع آلاف الأشخاص عبر عشرات السنين، كي يحسموا أمر فعّالية أدوية الوقاية من الزهايمر. وبحسب الدكتور منجي، «ليس ممكناً أخذ كل من يزيد عمره عن ثلاثين عاماً من الشارع، ووضعه ضمن دراسة عن الوقاية من الزهايمر».

على أية حال، من المقرّر البدء بثلاث دراسات في السنة المقبلة، للوقوف على قدرة مضادات الأميلويد على إحباط ظهور أعراض الزهايمر المبكرة، ووقف التدهور الإدراكي للمرضى، ذوي الاستعداد الوراثي أو مستويات الأميلويد لديهم، والذين يشخصون بارتفاع مخاطر إصابتهم بالمرض.

ستختبر «مبادرة الوقاية من الزهايمر» قدرات دواء اسمه «كزينيزوماب» crenezumab، طورته شركة «جينتك»، ومقرّها جنوب سان فرانسيسكو، ولاية كاليفورنيا، عبر دراسة عائلة كبيرة من كولومبيا تتميز بامتلاك أفرادها طفرة نادرة تزيد استعدادهم للإصابة بالزهايمر في منتصف

العمر. سرّكز هذه الدراسة التي تبلغ كلفتها 100 مليون دولار، على أفراد من العائلة لا يعانون أعراض المرض، لمدة تصل إلى خمس سنوات، للوقوف على قدرة الدواء على درء التدهور المُحتمّر لقدراتهم الإدراكية. ستحاول التجربة أيضاً فرز مؤشرات حيوية جديدة، كمستويات الأميلويد في صور مسح الدماغ، والسائل المحيط بالدماغ والحبل الشوكي، كمؤشرات لقياس فعّالية «كزينيزوماب» أو أدوية أخرى.

«اللغز الرئيس في هذا الحقل: هل عالجننا الناس في وقت متأخر جداً؟»

«ينبغي إطلاق مرحلة جديدة من أبحاث الوقاية من الزهايمر كي يفتح المجال أمام تقييم سريع لفعّالية الأدوية»، بحسب إريك رايمان، المدير التنفيذي لـ«معهد بانر لأبحاث الزهايمر»، بفينكس، أريزونا، وهو القائد المشارك لفريق دراسة العائلة الكولومبية.

بالتعرف على هذه المؤشرات، تستطيع شركات الأدوية أن تقف بسرعة على مدى فعّالية دواء ما في الوقاية من الزهايمر، ما يوفّر كثيراً من الوقت والمال، على حدّ قوله. وتتابع مؤسسات الأدوية، وضمنها «إدارة الغذاء والدواء»

الحكومة الأميركية و«وكالة الدواء الأوروبية»، هذه الجهود عن كثب. نظرياً، يمكن تقييم إجراءات إقرار أدوية الوقاية بالاستناد لتجارب سريرية تقيس تغير المؤشرات الحيوية، أو بدائلها، بدلاً من اعتماد القياسات التقليدية لتحسّن الإدراك. في المقابل، يُرجح أن تضع هيئات الرقابة معايير عالية لتعريف ما يمكن أن يشكّل بديلاً موثوقاً ومُبرهنًا عليه، على حدّ قول سيمرز.

حصلت دراسة رايمان على تمويل بنكي. في المقابل، تبحث تجربتان وشيكتان عن تمويل. يقود التجربة الأولى «دراسة تعاونية لمرض الزهايمر»، وهو برنامج تُموّله الحكومة الأميركية، ويقود الثانية باحثون بكلية طب جامعة واشنطن بسانت لويس، ولاية ميزوري. ويأمل كثير من خبراء مرض الزهايمر ألا يفزع المستثمرون من أبناء هذا الصيف القادمة.

يقول رايمان: «تملّكنا هذا القلق لبعض الوقت»، ويضيف: «إذا كانت هذه التجارب سلبية النتائج، فسنترى كثيراً من المستثمرين وأصحاب المصالح الأساسيين، يتخلون عن علاجات مراقبة وتعطيل الأميلويد. نعتقد أن هذا كترك الطفل وشأنه مع ماء الاستحمام، والتخلي عن مرض الزهايمر». ■

علاج الزهايمر مبكراً

ثلاث دراسات لتقييم تأثيرات أدوية تجريبية على أشخاص بدون أعراض إصابة بالمرض

اسم التجربة	الهدف	طول	حجم	كلفة
«مبادرة الوقاية من الزهايمر»	«مبادرة الوقاية من الزهايمر» اختبار أثر «كزينيزوماب» على أشخاص لديهم طفرات في جين «بريسينيلين1»، وجينات أخرى تسبب الزهايمر بمنتصف العمر.	5 سنوات	قراءة 300 شخص	100 مليون دولار
«شبكة المرجح بالوراثة إصابتهم بالزهايمر»	اختبار ثلاثة أدوية على أشخاص خالين من الأعراض، ويحملون طفرات تتصل بالزهايمر في جينات «بريسينيلين2و1»، وبروتين سلف الأميلويد.	5 سنوات	160 شخصاً	60 مليون دولار لمدة عامين
«العلاج بمضادات الأميلويد للخالين من أعراض الزهايمر»	اختبار دواء لأشخاص بدون أعراض ولديهم مستويات مرتفعة من «أميلويد-بيتا»، وبعضهم لديه نسخة متميزة من جين تزيد احتمال إصابتهم بالزهايمر.	3 سنوات	1000 شخص	110 مليون دولار

nature podcast

العِلْم... حَيْثَمَا كُنْتَ.

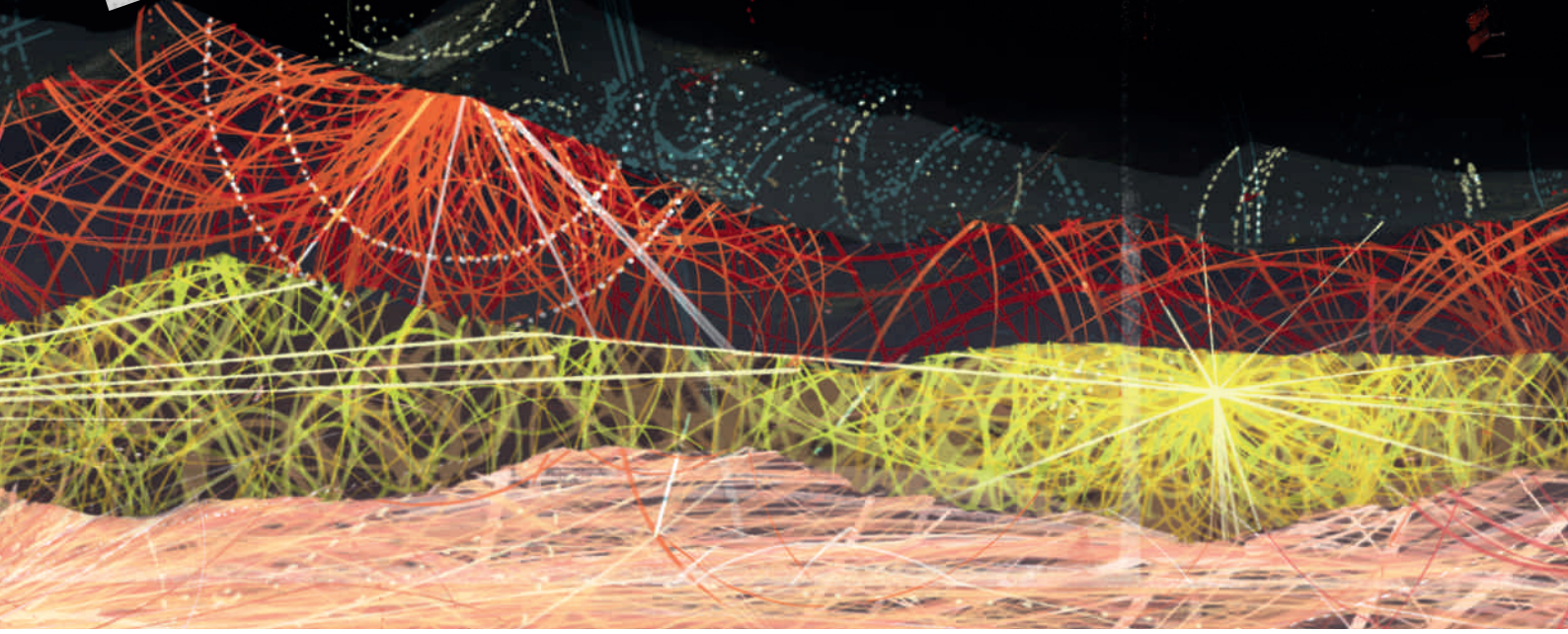


nature.com/nature/podcast

nature publishing group 

الجسيم

بقلم: ماثيو تشالمرز



يخطط الفيزيائيون لأقوى معجل جسيمات لدراسة بوزون هيجز وتفاعلاته بالتفصيل.

سيتم التدقيق في التكاليف، والجداول الزمنية، وقدرات المصادم الخطي الدولي، وكذا الأجهزة الأخرى المرشحة في ورشة العمل الاستراتيجية الأوروبية لفيزياء الجسيمات التي عقدت في كراكوف، بولندا، في الفترة 10-12 سبتمبر، والتي ستحدد أولويات هذا المجال في أوروبا للخمسة سنوات المقبلة. ويخطط علماء فيزياء الجسيمات الأمريكيون لاستقصاء مماثل في اجتماعهم في سنوماس، ولاية كولورادو، في يونيو 2013.

لكن الخطط شيء والواقع شيء آخر. فتمويل أي جهاز جديد، خاصة في ظل انكماش اقتصادي، سيكون «مهمة مثبطة»، كما يقول كريستوفر لويلين-سميث، مدير أبحاث الطاقة بجامعة أكسفورد البريطانية، ومدير مختبر (سيرن) في الوقت الذي تمت فيه الموافقة على مصادم الهادرون الكبير. وشرح قائلا: «سيعتمد الأمر على ما إذا وجد مصادم الهادرون الكبير جسيمات جديدة أخرى، وعلى وجود إجماع على المصادم الجديد لدى أهل الاختصاص، وتكلفته». ويضيف «حتى لو كانت الحجة الفيزيائية قوية كما كانت في مصادم الهادرون الكبير، وأمكن إحالة التكلفة إلى الموازنة الإجمالية لفيزياء الطاقة، سيبقى الأمر صعبا».

عندما أفاق علماء فيزياء الجسيمات حول العالم في 5 يولييه الماضي، كانت مشاهد الابتهاج، والارتياح والدموع لا تزال ماثلة في أذهانهم جنبا إلى جنب مع سؤال عظيم بلا إجابة. كانت تلك ذكريات الاحتفالات في اليوم السابق، عندما أعلن باحثون أن جسيما جديدا يشبه كثيرا بوزون هيجز، الذي طال انتظاره، وجد أخيرا في بيانات مصادم الهادرون الكبير (LHC) في سيرن، المختبر الأوروبي لفيزياء الجسيمات خارج جنيف بسويسرا. كان هذا السؤال يُعد بتحديد مستقبل مجالهم البحثي بأسره. هل هو جسيم بوزون هيجز متناهي البساطة، كما تنبأ به النموذج القياسي لفيزياء الجسيمات ذو الأربعين عاما؟ أم هو شيء أكثر تعقيدا وإثارة للاهتمام ومن شأنه تحديد الاتجاه نحو نظرية أعمق وأكثر؟

كان يحذو بالفيزيائيين الأمل والتوقع بأن مصادم الهادرون الكبير سوف يعطيهم بعض الإجابات خلال السنوات القليلة المقبلة. لكنهم أمسوا يشذون حججهم لشراء جهاز يخلف مصادم الهادرون الكبير — هو «مصنع لجسيمات هيجز» من شأنه أن يثير جوانب هذ النظرية بقياسات أكثر دقة مما يستطيع تقديمه مصادم الهادرون الكبير.

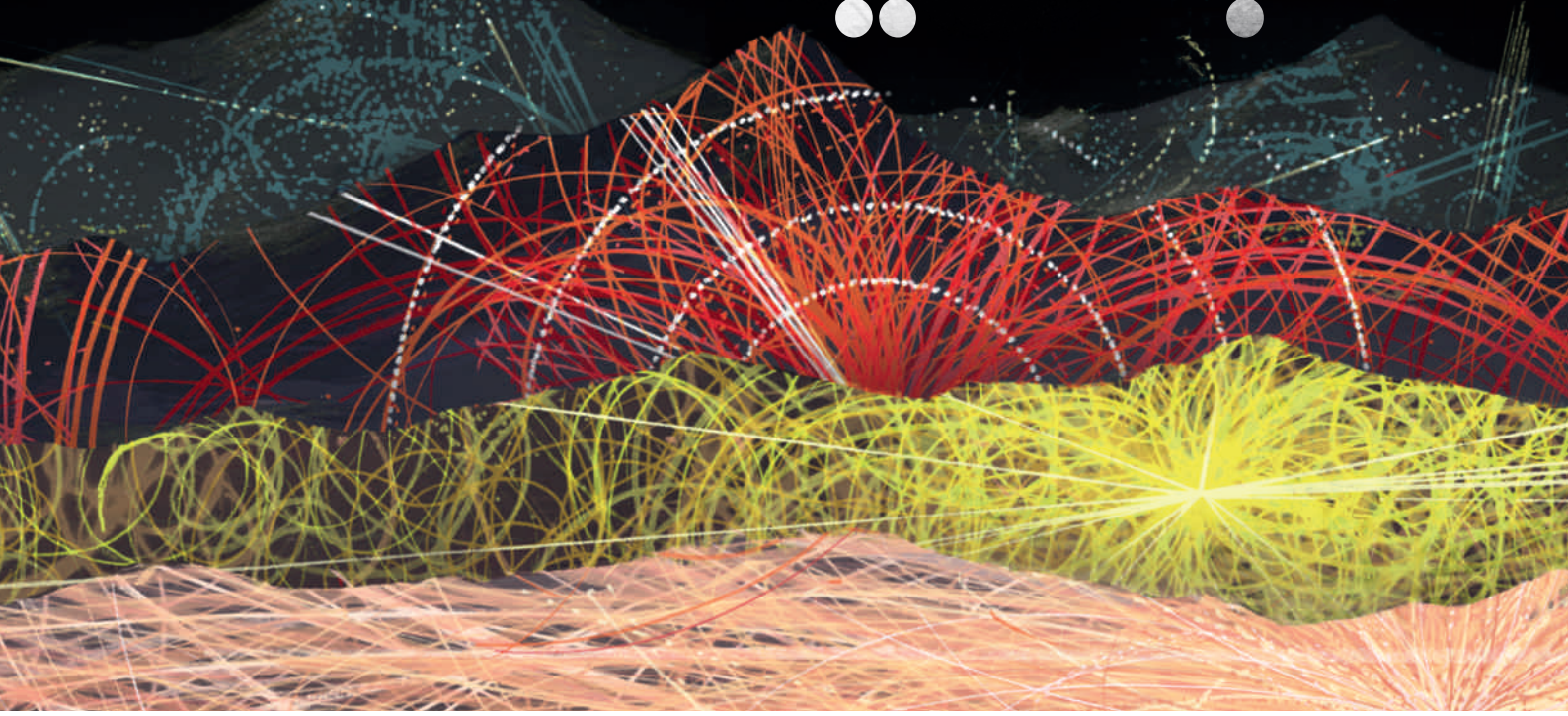
يقول باري باريش، الفيزيائي بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا بكاليفورنيا: «نعرف أنه ينبغي أن تكون هناك فيزياء جديدة تتجاوز النموذج القياسي». يجادل باريش وفيزيائيون آخرون بأن هذا مؤكد نظرا لوجود ظواهر لا تندرج بسهولة في النموذج القياسي، مثل سقالة «المادة المظلمة» غير المرئية ويعتقد بأنها تشكل ربع كثافة كتلة الكون، أو قدرة جسيمات «النيوترينات» على neutrinos على «التأرجح» من شكل إلى آخر. يرأس باريش حاليا الجمعية العالمية المنوط بها تصميم المصادم الخطي الدولي (ILC)، والذي يعد أحد أبرز المرشحين ليكون الجهاز العملاق المقبل. حتى لو لم يكن أحد عارفا بما تنطوي عليه الفيزياء الجديدة، كما يقول باريش، «استراتيجيتنا أن نكون جاهزين حتى توضع الأمور في نصابها».

مصادم الهادرون الكبير يستمر

القضية الرئيسة قيد المناقشة في ورشة العمل براكوف، ستكون إلى أي مدى تستطيع الفرق العلمية في مصادم الهادرون الكبير قياس خصائص الجسيمات الجديدة. يمكن للفيزيائيين العاملين هناك أن يتوقعوا معطيات وبيانات أكثر كثيرا، إضافة لتحسينات كبيرة على مدى السنوات العشر القادمة. هناك بالفعل خبر جيد للفيزيائيين: كتلة الجسيم شبيه

ILLUSTRATION BY BRENDAN MONROE

البيديد



بكشف ملف ميون اللولبي المدمج في مصادم الهادرون الكبير، لذلك ستكون مهمتهم الآن هي تحديد ما إذا كان هو بوزون برقم عددي دوراني 2 (Spin-2) أو عددي دوراني صفري (Spin-0) كما هو متوقع.

سوف يحل مصادم الهادرون الكبير مسألة الرقم الدوراني، كما يقول مدير عام سيرن رولف أوبر، لكن الأقل وضوحا حاليا هو المدى الذي يستطيعه مصادم الهادرون الكبير لاختبار اقتران البوزون الجديد بالجسيمات الأخرى - خاصة «التفاعل الذاتي» وبواسطته يكتسب هييجز الكتلة. في الوقت الحاضر، يستطيع فيزيائيو المصادم أن يقولوا أن تفاعلات البوزون الجديد مع الجسيمات الأخرى تتفق مع توقعات النموذج القياسي، بعدم يقين تتراوح نسبته بين 30 و40%. وبحسب دي رويك، ينبغي في المصادم أن نخفض نسب عدم اليقين (في القياس) إلى 20% بحلول نهاية هذا العام، ثم إلى «أحاد مئوية» على مدى 10 إلى 15 سنة القادمة. لكن نسبة عدم اليقين لكثير من الفيزيائيين، هي تحديدا سبب احتياجهم لجهاز من الجيل القادم. يتطلب الاختبار الصارم للنموذج القياسي، الذي من شأنه كشف الانحرافات الصغيرة وتمهيد السبيل نحو نماذج نظرية أفضل، أن يقيس الباحثون تفاعلات هييجز مع الجسيمات الأخرى بنسبه عدم يقين لا تتجاوز 1%، وربما أقل من 0.1%، إذا ما تحسنت دقة التنبؤات النظرية في السنوات القليلة القادمة. هذا المستوى من الدقة لا يرجح أن يصله مصادم الهادرون الكبير. فهذا المصادم كالمطرقة: يطرق معا حزما تحتوي مئات المليارات من البروتونات ذات طاقات تصل بنهاية المطاف إلى 7 تريليونات إلكترون فولت لكل حزمة. هذا جيد لاكتشاف جسيمات جديدة ذات كتل كبيرة، لكنه أقل ملاءمة لإجراء قياسات دقيقة، لأن طبيعة البروتونات تتكون من بحار فوضوية من الكواركات والجلونات والتي تجعل التصادمات فوضوية.

بدلا من ذلك، يدعو كل مقترح لجهاز من الجيل القادم إلى شكل من أشكال مصادم لبتون (انظر الشكل «ما بعد هييجز»). اللبتونات مجموعة جسيمات خفيفة التي

هييجز تقريبا 125 مليار إلكترون فولت في وحدات الطاقة المفضلة لدى الفيزيائيين - تبين أنها تقع باتجاه النهاية الخفيفة للنطاق الذي قدّره الفيزيائيون النظريون. هذا له تيجتان هامتان: يعني أن مصادما جديدا متوازعا نسبيا سيكون كافيا لإنتاج جسيمات هييجز بكميات كبيرة، وأنه يعطي الجسيمات الجديدة تنويعا غنية من أنساق الاضمحلال من شأنها أن تسهل على الفيزيائيين دراسة تفاعلاتها مع الجسيمات الأخرى في النموذج القياسي.

إحدى الأولويات، مثلا، هي التحقق من تنبؤ النموذج القياسي لكيفية تفاعل جسيم هييجز مع فرميونات النموذج القياسي: وهي موجودات مثل الميونات والإلكترونات والكواركات ذات العزم الزاوي الفعلي، أو «الدوراني»، بمقدار 1/2 وحدة كوانتم (الكمية)، احتمال حدوث

«نعلم أن هناك فيزياء جديدة تتجاوز النموذج القياسي».

التفاعل مع كل جسيم يفترض أن يتناسب مع كتلته - لا الأقل لأنه في النموذج القياسي، التفاعل مع جسيم هييجز هو ما يوجد الكتلة.

أولوية أخرى هي التحقق من أن الجسيمات الجديدة تمتلك حركة دورانية فعليه بقيمة صفرية في النموذج القياسي. يمكن للفيزيائيين في مصادم الهادرون الكبير أن يقولوا أن الجسيم الجديد هو بالفعل بوزون - مما يعني أن دورانه في وحدات الكوانتم هو 0، 1، 2 أو رقم صحيح آخر - وهذا الرقم الصحيح لا يمكن أن يكون 1. هذان الاستنتاجان جاء من ملاحظته تحلل الجسيم إلى أزواج من الفوتونات، والتي هي بوزونات برقم دوراني 1، بينما لا يملك الفيزيائيون نظريات (جنونية) لـ«بوزونات» بدوران أكبر من 2، كما يقول ألبرت دي رويك الفيزيائي بمختبر سيرن، والمنسق العلمي للفريق المختص

ما بعد هيجز

يعول الفيزيائيون على أربعة بدائل رئيسة في تصوره للمصادم الذي سيعقب مصادم الهادرون الكبير. ثلاثة سيتم فيها سحق حزمين متقابلتين من الإلكترونات والبوزيترونات معا. أما المصادم الرابع - «مصادم الميون»- فسوف يستخدم الميونات والميونات المضادة في التصادم بدلا من الإلكترونات.

المصادم الخطي

المصادم الخطي المدمج (CLC)

مستوى الطاقة: ~ 3 تيف

المصادم الخطي الدولي (ILC)

مستوى الطاقة: 0.5 - 1 تيف

المؤيدون: لا يوجد فقد في إشعاع السنكروترون، مع إمكانية زيادة طاقة المصادم إلى القيم المطلوبة.

المعارضون: عالي التكلفة، كبير الحجم، يحتاج إلى موقع جديد.

مصادم الميون

مستوى الطاقة: عدة تيفات

المؤيدون: طاقة عالية، مدمج، يمكن إحتواءه في مكان موجود بالفعل.

المعارضون: عمر الميون 2.2 ميكرو ثانية فقط.



ILC: 30 km

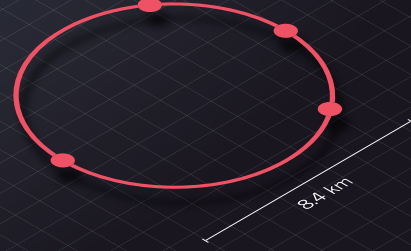
مصادم الإلكترون

بوزيترون الكبير (LEP3)

مستوى الطاقة: 0.24 تيف.

المؤيدون: أقل تكلفة، إعادة استخدام كواشف الجسيمات والبنية التحتية التقنية في مصادم الهدرونات الكبير.

المعارضون: مصادم محدود الطاقة.



الفاثق، أو حتى إيجاد أبعاد إضافية، وتصعيد طاقة مصادم لبتون LEP3 لدراسة جسيمات أقل سيكون مستحيا عمليا بسبب الطاقة المفقودة من إشعاع السنكروترون - وهو سيل الفوتونات المنبعثة من أي جسيم مشحون يتحرك على مدى مسار منحنى. لا يمثل هذا مشكلة بالنسبة لبروتونات مصادم الهادرون الكبير، لأن فقدان الطاقة من إشعاع السنكروترون يتراجع بشدة بسبب الجسيمات عالية الكتلة، حيث تفوق البروتونات الإلكترونات وزنا بحوالي 2000 مرة تقريبا. لكن الفقد في مصادم لبتون LEP3 يكون شديدا. الطريقة الوحيدة لزيادة طاقة المعجل تكون بزيادة نصف قطره، وهو ما يتطلب نفقا جديدا. تحدث بعض علماء الفيزياء عن حفر نفق جديد يمتد تحت بحيرة جنيف، ومن ثم تثبيت المسار الدائري لمصادم الإلكترون-بوزيترون الجديد الذي يبلغ طوله 80 كيلومترا، مع أن هذا ليس اقتراحا للمستقبل المنظور، كما يقول أوير.

في الوقت نفسه، استكشف فيزيائيون حول العالم أفكارا لإقامة مصنع بديل لجسيمات هيجز هو أصغر بكثير من مصادم لبتون LEP3، وربما بمسار محيطه ينخفض إلى 1.5 كيلومترا. ولدى اصطدام حزم الميونات، جسيمات شبيهة بالإلكترونات كتلتها تفوق كتلة الإلكترونات بحوالي 207 أضعاف، يتميز مثل هذا الجهاز بنسبة فقد ضئيلة جداً من إشعاع السنكروترون، ويمكن أن ينتج عشرات الآلاف من بوزونات هيجز من طاقة تبلغ 125 مليار إلكترون فولت فقط وهي الطاقة الإجمالية للتصادم، في مقابل مصادم لبتون LEP3 البالغة طاقته 240 مليار إلكترون فولت. ستكون أيضا تلك الأجهزة البديلة قادرة على الوصول لطاقات أعلى بكثير، لدراسة الجسيمات الأثقل.

لكن مصادم الميون يواجه عقبات كبيرة خاصة به، ليس أقلها حقيقة تحلل الميونات إلى إلكترونات وبوزيترونات بمتوسط عمر قدره 2.2 ميكروثانية. وهذا يعتبر وقت طويل جدا في دنيا ما دون الذرة، حيث غالبا ما يتم قياس أعمار الجسيمات في أجزاء من التريليون من النانوثانية. ولكن من وجهة نظر المفاهيم الهندسية، هو عملية آتية. يتم إنتاج الميونات اللازمة للمعجل عن طريق قذف حزمة من البروتونات إلى هدف معدني ثم يبرد، أو يتم تصفيته إلى حزمة منتظمة، وفي النهاية يتم تسريعه للطاقة اللازمة، يحدث كل ذلك في إطار زمني أقصر بكثير من طرفه عين. يتم تناول هذا التحدي بتجربة تبريد تآين الميون في مختبر رذرفورد ألبتون قرب أوكسفورد بالملكة المتحدة. ويتوقع أن تختتم النتائج المستفادة من هذه التجربة بحلول عام 2016، وعند هذه النقطة قد تكون تكنولوجيا التبريد قد تقدمت بما فيه الكفاية لاستخدامها لدى سيرن لبناء مصنع النيوتريو- كنقطة انطلاق إلى مصادم الميون- من شأنها أن تطلق حزمة من نيوتريونات الميون إلى كاشف يبعد مسافة كبيرة تقدر بالآلاف الكيلومترات، كالمسافة بين سيرن وفنلندا.

مع ذلك، يتشكك عديد من الفيزيائيين. يقول براين فوستر، فيزيائي بجامعة أكسفورد «أشك في أنني سوف أرى مصادم

NATURE.COM
للمزيد حول اكتشاف
بوزون هيجز انظر:
go.nature.com/jbnj5l

تضم إلكترونات وميونات ونيوتريونات، وتحتي الفوضى من خلال عدم المشاركة في تفاعلات الكوارك - جلوون القوية التي تنتج الفوضى. اللبتونات جسيمات أولية تتفاعل فقط من خلال القوى الكهرومغناطيسية الضعيفة نسبيا والقوى الضعيفة (النووية). نتيجة لذلك، ستكون أجهزة مصادمات اللبتون في عملها أقرب إلى المشارط منها إلى المطارق الثقيلة؛ بحيث يمكن ضبط التصادمات خلالها إلى كتل جسيمات محددة بالإضافة إلى أن الجسيمات الجديدة المخلفة من تلك التصادمات تكون بالمقارنة نظيفة وبسيطة التفسير.

الميونات أم الإلكترونات

يقترح بعض الفيزيائيين خيارا رخيصا نسبيا، بوضع أنابيب المعجل الجديد (مصادم اللبتون) جنبا إلى جنب مع مصادم الهادرون الكبير في النفق الموجود حاليا، واستخدامها في إجراء تصادم بين حزمتين متضادتين في الاتجاه من الإلكترونات وإلكترونات المادة المضادة (أو بالأحرى البوزيترونات). هذا الاقتراح المعروف باسم LEP3 تذكارا لمصادم إلكترون-بوزيترون الكبير، (الذي شغل النفق قبل بناء مصادم الهادرون الكبير في 2000)، ظهر فقط في العام الماضي كدليل أولي على وفرة وجود الجسيم الجديد نتيجة لهذا التفاعل. يستطيع مصادم الهادرون الكبير إنتاج بوزونات هيجز عند 120 مليار إلكترون فولت لكل حزمة إلكترونية- بطاقة كلية مقدارها 240 مليار إلكترون فولت - وأحرزت فقط كجزء من الحد الأقصى الفعلي لمصادم الهادرون وهو 209 مليار إلكترون فولت. سيتم تعزيز إنتاج المصادم الجديد بالتطورات التكنولوجية الأحدث، ما من شأنه أن يسمح بمعدل الاصطدام أو «اللمعان»، يزيد بنحو 500 ضعف عما يمكن أن يحققه LEP.

سيوفر بناء مصادم لبتون LEP3 في نفق مصادم الهادرون إمكانية استنقاذ بعض كواشف الجسيمات لهذا المصادم، والاستفادة من البنية التحتية الحالية للطاقة والصيانة وجمع البيانات في مركز سيرن (CERN). هذه التخفيضات في إنشاء مصادم لبتون LEP3 سيهبط بتكلفته إلى ما بين مليار إلى ملياري دولار أمريكي، وهذا أقل بكثير من تكلفة مصادم الهادرون الكبير البالغة 6 مليار دولار. يقول أن بلونديل، الفيزيائي بجامعة جنيف وأحد دعاة مشروع مصادم LEP3 «لا ينبغي التخلي كلياً من فكرة قديمة لبناء أخرى جديدة»، مشيراً إلى أنه ينبغي أن يكون هناك مجال لبناء مصادم لبتون الجديد دون إزالة مصادم الهادرون الكبير، فقد كان المقصود أصلاً أن يحوي النفق مصادمين يعملان بالتزامن.

برغم جميع مزايا مصادم لبتون LEP3 كمصنع جسيمات هيجز مرتفع الإنتاج، لكنه لن يستطيع دراسة أي شيء أثقل من جسيمات هيجز. ويمكن أن يمثل ذلك مشكلة، إذ كما يأمل بعض فيزيائيي الجسيمات، انتهى الأمر بمصادم الهادرون الكبير إلى اكتشاف جسيمات جديدة أثقل من هيجز، تنبأ بها علماء الفيزياء النظرية بها من مفاهيم كالتناظر

وهي 7 تريليون إلكترون فولت لكل حزمة، والمقرر لها حتى عام 2014، ومن المقرر أيضا أن يخضع المصادم لعملية «ارتقاء للمعان»، وذلك لزيادة نطاق اكتشاف الجسيمات الناتجة من التصادمات بزيادة معدل التصادمات بحلول عام 2022. «أراهن على أن الأولوية القصوى لورش العمل الإستراتيجية الأوروبية ستستمر في استغلال وتطوير مصادم الهادرون الكبير»، بحسب جون وِمرسلي، الرئيس التنفيذي للمجلس البريطاني لمنشآت العلوم والتكنولوجيا، والمتحكم بالإنتفاق على فيزياء الجسيمات بريطانيًا.

الولايات المتحدة هي أيضا غير مرجحة لاستضافة المصادم الجديد، بحسب بيير أودون مدير فيرميلاب ورئيس «اللجنة الدولية لمعجلات المستقبل». ويستطرد قائلا: «شيء ما جذري لا بد أن يتغير». بعد غلق مصادم التيفاترون ذي التريليوني إلكترون فولت في فيرميلاب، انتقلت ريادة أبحاث الطاقات العالية من الولايات المتحدة إلى أوروبا. وبالتالي فإن الإستراتيجية الأمريكية الحالية هو التركيز على «أبحاث الطاقات العالية ذات الطبيعة الكثيفة»، دراسة التفاعلات النادرة للجسيم والناتجة- مثلا- من حزم كثيفة من النيوتريونات. حتى الآن، كما يقول أودون، «كان لدينا استقطاع كبير من الموازنة في بداية هذا العام، بالإضافة إلى ما نعانى من مشاكل في تركيب تجهيزات تجربة لقياسات النيوتريون، والتي تتكلف عشر تكلفة المصادم الخطي». يضيف أودون أيضا أنه سيكون صعبا للغاية في هذا الوقت بالنسبة للولايات المتحدة أن تسهم بشكل كبير في بناء مصادم لبتون في أي مكان.

يعتقد العديد من المراقبين أن المرشح الأقوى لاستضافة المشروع القادم حتى الآن هو اليابان. بالرغم من كل الظروف السابقة، يلاحظ إيفانز أن اليابان قد ساهمت بشكل عظيم في مصادم الهادرون الكبير بمنصف التسعينيات، عندما كان المشروع يعاني ضغوطا مالية. وبحسب إيفانز، «ربما حان الوقت لأوروبا أن ترد الجميل». وقد أبدى رئيس الوزراء الياباني إشارات إيجابية بخصوص المصادم الخطي الدولي (ILC) في ديسمبر 2011، مباشرة بعد الإعلان عن المشاهد الأولية لجسيم بوزون الجديد. هناك راحة دعم إضافي، لأن المعجل الجديد كان قيد المناقشة كجزء من خطة اقتصادية أوسع نطاقا لتعزيز المناطق التي دمرها زلزال مارس 2011، والفكرة هنا هي جعله مركز «مدينة عالمية» تضم مختبرات البحوث الأخرى، ومناطق صناعية ومراكز تعليم. هذا العام يقوم علماء فيزياء الجسيمات اليابانيون بتحديث خريطة الطريق للخمس سنوات القادمة، ولا يزال المصادم الخطي العالمي على رأس قائمة رغباتهم كمشروع جديد. ويوضح تحديدا أسوتو سوزوكي، المدير العام لمختبر KEK في تسوكوبا باليابان أن هناك رغبة مجتمعية بأنه «يتعين على اليابان أن تأخذ على عاتقها قيادة تنفيذ مصادم الإلكترون- بوزيترون الخطي مبكرا للتأكد من وجود جسيم مثل بوزون هيگز في مصادم الهادرون الكبير».

لذلك هل يبدو أن المصادم الخطي العالمي أخيرا مراهنة آمنة؟ «يا إلهي، لا! كما يقول فوستر، «لكن هذه هي أفضل فرصة لدينا منذ وقت طويل». بينما وِمرسلي يعطي احتمالات بناء المصادم الخطي العالمي نسبة 50% في أحسن الأحوال. ويقول: «لا ينبغي افتراض توافر المال لمجرد اكتشاف جسيم هيگز»، مشيرا إلى أن هناك أيضا موضوعات قوية تتعلق بجسيم نيوتريون مثلا، تحتاج للجيل الثاني من التجارب. سيستغرق الأمر حوالي عشر سنوات بداية من ارتياد الأفاق إلى تشغيل المصادم الخطي العالمي، كما يقدر أودون، هذا بالإضافة إلى الوقت المستهلك في تحضير المصادم للتجربة. «إنك تتحدث عن 2025 على أقرب تقدير، لكن هل نبدأ مثل هذا المشروع الكبير قبل أن نعرف ماذا يمكن أن يجد مصادم الهادرون الكبير من جسيمات أخرى؟ فقد يكون هناك أشياء أكثر غرابة بكثير من جسيمات هيگز».

بالنسبة لكثيرين من علماء فيزياء الجسيمات، سيناريو أحلامهم أن يكون مصادم الهادرون الكبير لاستكشاف حدود فيزياء الطاقات العالية في أوروبا؛ وأن تكون تجارب النيوتريونات المتعددة لاستكشاف التفاعلات المرتبطة بالكثافة العددية للجسيمات في الولايات المتحدة؛ وأن يميظ مصادم اللبتون الجديد باليابان اللثام عن تفاصيل جميع الجسيمات الغريبة التي لم تظهر حتى الآن في تصادمات مصادم الهادرون الكبير. «أتمنى أن نرى أنفسنا نسير في هذا الاتجاه، وذلك إذا وضعت تلك البلدان ثقلها وراء هذه البرامج في كل منطقة»، هكذا يقول تيري وِيات، الفيزيائي بجامعة مانشستر البريطانية، ويعمل على كاشف أطلس ATLAS في مصادم الهادرون الكبير.

كما هو الحال دائما في عالم العلوم الشاسع، الأمر الذي يجعل هذه الأحلام تخرج للحقيقة هو أن نروج لمطالبنا خارج نطاق الفيزيائيين. يقول أودون: «ربما هذه الأمور يمكن حلها خارج نطاق فيزياء الجسيمات»، ويضيف: «قد تكون مكاملة هاتفة بين رئيس ورئيس وزراء تقرر ذلك».

ماثيو تشالمرز كاتب علوم حر من بريستول، بالمملكة المتحدة.

الميون يعمل في حياتي». ويضيف: «لقد حاولنا أن نبرد الميونات لأكثر من عشر سنوات، ولكنها عملية صعبة للغاية».

فوستر هو المدير الإقليمي الأوروبي للفكرة المنافسة لمصادم الإلكترون - بوزيترون الخطي. هذا النوع من الأجهزة سيكون معجلا إلكترونيا مستقيما ممتدا، يقذف باتجاه معجل بوزيتروني مستقيما ممتدا أيضا، بحيث تصادم الحزمتان معا في الوسط. سيزيل عدم وجود انحناء في مسار الجسيمات الفقد في إشعاع السنكروترون. ومن الممكن دائما أن نزيد في مجال طاقة المعجلات عن طريق جعلها أطول في النهايات الخلفية.

بدأت أفكار المصادمات الخطية ذات الطاقة العالية في الظهور في ثمانينات القرن الماضي، وتقاربت بنهاية المطاف إلى مفهومين. المصادم الخطي الدولي (ILC) الذي تم تطويره من قبل الجمعية العالمية للمختبرات والجامعات، والذي سيكون طوله نحو 30 كيلو مترا، وسوف يتم استخدام تكنولوجيا المعجلات فائقة التوصيل للوصول إلى طاقات نصف تريليون إلكترون فولت، مع إمكانية الترقى إلى تريليون إلكترون فولت. فريق المصادم الخطي الدولي (ILC) سينشر قريبا تقرير التصميم الفني وتقدر حاليا تكلفة المشروع بنحو 6.7 مليار دولار. أما المصادم الخطي المدمج (CLIC)، الذي يتبناه سيرن CERN، سيكون طوله ما يقرب من 50 كيلو مترا، لكنه سيستخدم تقنيات غير مسبقة لتعجيل الجسيمات للوصول إلى طاقات 3 تريليون إلكترون فولت. تكاليف المصادم الخطي المدمج أقل وضوحا من تكاليف المصادم الخطي الدولي بسبب أن المتوفر حاليا هو التقرير الخاص بالتصميم المبدئي فقط، لكن نطاق طاقاته العالية سيفتح مجالات جديدة للاكتشاف وكذلك لقياسات عالية الدقة.

تم دراسة أداء كل من التصميمين على نطاق واسع ومكثف من الناحية النظرية، لكن من الناحية العملية هو «سؤال مفتوح على مصراعيه» بحسب بلونديل المتحدث الحالي باسم تجربة تبريد تآين الميون (MICE). مشيرا إلى أداء مصادم ستانفورد الخطي (SLC) في مينلو بارك، بكاليفورنيا، الذي حقق طاقات تقارب 100 مليار إلكترون فولت. «وأخيرا عمل مصادم ستانفورد بشكل جيد للغاية، لكنه لم ينتج أبدا اللعان الذي يريدون. كان

«لا ينبغي افتراض توافر المال لمجرد اكتشاف جسيم هيگز.»

جهازا صعبا للغاية، والآن مع المصادم الخطي ILC أو المصادم المدمج (CLIC) فإننا ناقش ما هو أكثر صعوبة بكثير».

ومع ذلك، وبالنسبة للكثير، إن لم يكن معظم فيزيائيي الجسيمات، فإن بعض أشكال المصادم الخطي تبدو أفضل رهان. في يونيو، جعلت «اللجنة الدولية لمعجلات المستقبل»، ومقرها في فيرميلاب في باتافيا بولاية إلينوي المصادمين الخطي والمدمج معا تحت مشروع مصادم خطي واحد، برئاسة المدير السابق لمصادم هادرون الكبير، لين إيفانز. كان هدفه تقديم اقتراح لمصادم خطي واحد بحلول نهاية 2015.

يعتقد إيفانز أن خطة معقولة تقوم على بناء مصادم خطي تبدأ طاقته بنحو 250 مليار إلكترون فولت لاستكشاف هيگز، ومن ثم يتم زيادة طاقته على مراحل حتى تصل إلى 500 مليار إلكترون فولت. عند هذه الطاقة يمكن أن تنتج أزواج من بوزونات هيگز، مما يتيح للباحثين التعرف على كيفية ازدواج جسيمات هيگز، وكذا تفاعله مع أثقل الجسيمات المادية، الكوارك الأسمى. الذهاب إلى أعلى الطاقات ممكن من الناحية التقنية، كما يقول إيفانز، ولكنه يتطلب كهرباء أكثر- بقدر إنتاج محطة توليد كهرباء متوسطة. يستطرد إيفانز قائلا: «عمليا أعتقد أن الحد الأعلى للقدرة (في الموقع الجديد الافتراضي) هو الحد الأقصى الذي يمكن توفيره لموقع سيرن، والذي هو 300 ميغاوات».

بوضع التكنولوجيا جانبا، فإن سؤال المليارات (من الدولارات) الآن هو: من الدولة التي ستستضيف مصادم لبتون المزمع إنشاؤه؟ وبحكم التجربة فإن البلد المضيف عادة ما تتحمل نصف تكلفة الإنشاء كعائد اقتصادي طويل الأجل، كما يقول فوستر. لكننا في فترة اقتصادية غير جيدة لاتخاذ قرارات بشأن هذا الموضوع، وخاصة لمشروع ليس له من وجهة نظر السياسة فائدة قصيرة الأجل للناخبين.

التوجه نحو العالمية

إذا تمت الموافقة على مصادم خطي في السنوات القليلة القادمة، كما يقول إيفانز، فمن المحتمل أن لا يكون في سيرن. بالرغم من امتلاك ذلك المختبر الأوروبي ثروة في البنية التحتية التقنية والسياسية، فهم مشغولين بشدة في سيرن بمصادم الهادرون الكبير، لدرجة أنهم لم يحدوا حتى الآن متى يصلون إلي الطاقة التي صمم على أساسها المصادم،

صانع الدماغ

ديفيد سَيَّرَنوسكي

ببراعته ومعرفته بالخلايا الجذعية، نمى يوشيكى ساساي عينا وأجزاء من الدماغ في طبق بالمختبر.



HANS SAUTTER

دفع الخلايا الجذعية العصبية للنمو كهياكل مفصلة متميزة. وكما الكأس البصرية¹، فقد زرع طبقات الأنسجة الحساسة من قشرة الدماغ² والغدة النخامية الأولية، صانعة الهرمونات³. وهو الآن في طريقه إلى إنماء المخيخ⁴ -جزء الدماغ الذي ينسق الحركة والتوازن. ويقول لوك لينز، عالم الخلايا الجذعية بجامعة بروكسل الحرة: «هذه الأوراق البحثية قدمت أهم سلسلة مقروءة بنهم من الأوراق البحثية المرتبطة بالخلايا الجذعية في السنوات الأخيرة».

أبحاث ساساي أكثر من هندسة الأنسجة: فهي تتناول الأسئلة التي حيرت علماء البيولوجيا التطورية لعدة عقود. كيف تستطيع الخلايا الجذعية الجنينية المتكاثرة تنظيم نفسها بسهولة إلى هياكل معقدة من الجسم والدماغ؟ وهل يقود تكوين الأنسجة برنامج وراثي فعلي للخلايا، أو يتشكل بواسطة إشارات خارجية من قبل الأنسجة المجاورة؟ من خلال الجمع بين الحدس والتجربة والخطأ بصبر، وجد ساساي أنها تقتضي توازناً دقيقاً من كليهما، حيث هيأ بيئات محكمة تغذي الخلايا بإشارات فيزيائية وكيميائية،

فجأة أثناء مراجعة ورقة علمية، أصبح روبن علي ولغاً بهذه المهمة المملة عادة، ويتذكر: «كنت أركض حول غرفتي، ملوِّحاً بمخطوطة البحث». فقد وصفت الورقة العلمية كيف نمت مجموعة من الخلايا الجذعية الجنينية لتصبح كأساً مدورة من أنسجة شبكية العين. سمي هذا الهيكل الكأس البصرية، وهو يشكل الجزء الخلفي من العين في جنين متنام. كانت الكأس البصرية في طبق بالمختبر هذه المرة، وأظهرت لقطات الفيديو المصاحبة للورقة البحثية أن الهيكل ينتشر ويزدهر ببطء. بالنسبة لروبن علي، طبيب وجراح العيون بكلية لندن الجامعية الذي كرس عقدين من الزمن لعلاج وإصلاح الأبصار، ظهرت الأفكار المترتبة على قراءة البحث ومشاهدة الفيديو فوراً. يقول علي: «كان من الواضح بالنسبة لي أنها كانت ورقة بحثية فاصلة ومعلمة رئيساً. فهو قد أحدث تحولاً بهذا المجال من العمل البحثي». ويقصد بـ «هو» يوشيكى ساساي، عالم أحياء مختص بالخلايا الجذعية في مركز راكين لعلم الأحياء التطوري في كوبي باليابان. وقد أعجب باحثون كثيرون بموهبة ساساي خضراء الأصابع في

استنبت يوشيكى ساساي كيفية دفع الخلايا الجذعية الجنينية لتكوين كأس البصري، وهو مؤخرة العين في الجنين المتنامي.

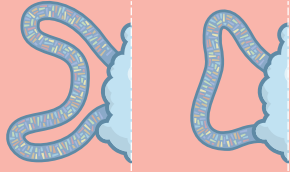
كيف تستنبت عينا



فص الكؤوس
ونقلها إلى مزارع
جديدة والرحيل

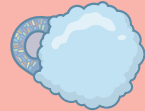
اليوم 24

تشكل الخلايا
جميع الطبقات
من شبكية العين



اليوم 10

خلايا الشبكية
تنهار نحو الداخل
لتشكيل كأس
البصرية



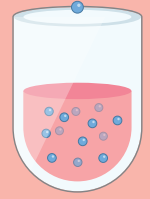
الأيام 6-7

بالون الخلايا الشبكية
يظهر خارجيا



الأيام 2-4

خلايا من جسيمات
مضغية الشكل، أصبح
العديد منها خلايا
السلالات العصبية.



اليوم 0

زرع الخلايا
الجذعية الجنينية
مع قليل من
عوامل النمو.

«في اللغة
الانجليزية،
عندما يفاجأ
شخص
بشيء،
يقال: eye-
popping
أي برزت
عيناه، لذلك
نعقد أن
هذه الأمر
يبرز العينين
فعلا»

المشرف عليه إيدي دي رويبرتس: «استصدر جوازات سفر جديدة وفي غضون شهر أنتج المستنسخات، التي أعطتنا جين كوردين الشهير». اكتشف ساساي وزملاؤه أن بروتين كوردين هو الإشارة التطورية الرئيسة الصادرة عن منظم سيمان⁵. فبدلاً من دفع الخلايا المجاورة لتصبح خلايا عصبية، وجدوا أن الكوردين يوقف الإشارات التي من شأنها أن تحولها إلى نوع آخر من الخلايا⁶. ساعد العمل على إنشاء نموذج أساسي للتحول العصبي: الفكرة أنه بدون إشارات أخرى، سوف تتبع الخلايا الجنينية برنامجاً داخلياً لتصبح خلايا عصبية.

بحلول أواخر التسعينات من القرن الماضي، نظر علماء الخلايا الجذعية الجنينية أيضاً في هذه الإشارات. أرادوا تحويل الخلايا الجذعية إلى أنماط خلايا ناضجة - خلايا عصبية خصوصاً - مما قد يؤدي إلى علاجات. المشكلة كما يقول ساساي أن العلماء عموماً يدفعون بشدة ويرون النظام. يعرف ساساي أن حذف الإشارات من النظام في الجنين، هو المطلوب، وليس إرباكه. ويضيف: «حاولنا تقليل الإشارات الخارجية».

بني ساساي نظاماً تجريبياً حول تلك الفلسفة. فترك المصل الذي يضاف عادة إلى الخلايا الجذعية الجنينية النامية، والذي يحتوي شراباً من عوامل النمو غير المشخصة والجزيئات الإشارية الأخرى. وأزال أيضاً الإشارات الفيزيائية، أي تماس مع الأسطح البلاستيكية لطبق مزرعة الأنسجة، من خلال السماح للخلايا الجذعية الجنينية بتشكيل المجاميع تلقائياً من التكتلات العائمة المعروفة كـ«أجسام جنينية مضغية الشكل». ويقول ساساي: «إذا قيدت الخلايا، فانها مثل السجناء، ولا يمكنها التصرف حسب رغباتها الخاصة». حفظ الخلايا على قيد الحياة من دون هذه الأنظمة الداعمة يشكل تحدياً، لكن بعد خمس سنوات من التجريب الحذر، نشر ساساي⁷ طريقته (وحصل بموجبه على براءة اختراع لاحقاً) حول مزرعة الأجسام مضغية الشكل الخالية من المصل - وهو منظومة دعم الحياة المختصرة لأدنى تركيب لها، مكوناً من خليط مكونات لازمة لبقاء الخلايا حية. ومضى ساساي نحو تكوين محور مصنع أنسجة الدماغ.

مصمم تفصيلاً

أصبحت الأجسام الجنينية مضغية الشكل في منظومة ساساي، التي سرعان ما أطلق عليها «كرات الدماغ»، مأهولة بسلالات الخلايا العصبية. وجد ساساي أن الكرات التي ترك وحدها تماماً تؤدي إلى خلايا كتلك التي بمنطقة الدماغ المتطورة المسماة «تحت المهاد»، لكن الخلايا التي تُعطى فقط نفحة من عوامل النمو تبدأ في التشكل أو التمايز كخلايا قشرة دماغية². وعندما زرع ساساي الخلايا لمدة أسبوعين تقريباً، حصل على مفاجأة: بدأت خلايا القشرة تلقائياً في تشكيل هيكل بطبقات وانتهى بها المطاف لشكل لافتمائل لقشرة دماغ فأر بعمر 15 يوماً. ولدى زرعها في دماغ فأر حديث الولادة ظل الهيكل حياً. يقول ساساي: «هذا ما نقوم به. أنشأنا الظروف المواتية، واختارنا الوسط المغذي وعدد الخلايا

ولكن أيضاً تطلق للخلايا العنان «لقيام بما عليها، وتنظيم نفسها بحسب الحالات.

ويشير ساساي أحياناً إلى دوره كـ«الخاطبة» (في الثقافة اليابانية) التي تعرف أنه بعد جمع اثنين من الغرباء، ينبغي لها أن تتركهما وحدهما. وكما يقول: «إنهم يعرفون ما يجب القيام به»، وأضاف: «أن الخلايا تتفاعل بطريقة حساسة، وإذا كانت الإشارة الخارجية قوية جداً، فستجاوز الإشارات الداخلية».

قد تجد أعمال ساساي تطبيقات طبية. تلخيص التطور الجنيني في ثلاثة أبعاد، كما تبين، يولد خلايا مفيدة سريراً مثل المستقبلات الضوئية بزخم أكبر وكفاءة أكثر من المزرعة ثنائية الأبعاد، وتسكنهم في معمار يعكس صورة الجسم البشر. يسابق ساساي ومعاونيه الآن لزراعة شبكية العين المستنبتة في المختبر لدى القرود والفتران والبشر. ويرى ساساي أن الخلايا الجذعية الناضجة في مزرعة ثنائية الأبعاد قد تؤدي إلى «الجيل القادم» من العلاج - لكن أساليبه ستؤدي إلى علاجات الجيل القادم والجيل الذي بعده.

إرادة التصميم

بتصلب في الحركة ومزاج متحفظ، قدم ساساي - مع ذلك - عرضاً شبه استعراضي برجاجة كوكبيل المشروبات في الحفلات التي يعقدها معه بعد المؤتمرات الدولية. يقول: «مهنتي الأخرى هي نادل (بار) المشروبات»، دون أتر لإبتسامة. لكن الكوكبيل أو المزيج الذي يمزجه جيداً في 96 طبقاً أو مزرعة خلايا بالمختبر أسسه الشهرة العلمية. درس ساساي الطب كالعديد من أفراد أسرته. لكنه سرعان ما أصبح محبباً لافتقاد الفهم الأساسي بهذا المجال، خاصة عندما يتعلق الأمر بحالات الأعصاب. وكان يفكر أنه «بدون معرفة الدماغ، لا يستطيع الطبيب أن يفعل الكثير بالنسبة للمريض وستبقى العلاجات دائماً سطحية». كما يبدو، ليست هناك طريقة أفضل لمعرفة الدماغ سوى دراسة كيفية نشوئه وتكوين تضاعفه لدى الجنين. يقول ساساي: «إنها منظومة مركبة وعادة ما تكون المنظومات المركبة فوضوية». «لكنه أحد أكثر المنظومات ترتيباً».

لقد أراد أن يعرف كيفية السيطرة على هذه المنظومة بالغة التفصيل. كانت هناك قطعة واحدة من اللغز معروفة جيداً: منظم سيمان، وهو عقدة في أجنة الفقاريات تستحث الخلايا المحيطة بها لتصبح أنسجة عصبية. كانت طريقة عمل المنظم لغزاً منذ اكتشافه في 1924. وللووقوف على هذا الأمر، قبل ساساي عملاً بحثياً لما بعد الدكتوراه بجامعة كاليفورنيا

في لوس أنجيليس. لكن هذا المشروع تعثر في بدايته، عندما سرقت أمواله وجوازات السفر بالمطار في طريقه إلى كاليفورنيا. ولكن سرعان ما تم مكافأة جهوده العلمية. يقول عالم البيولوجيا التطورية المشرف عليه في لوس أنجيليس. لكن هذا المشروع تعثر في بدايته، عندما سرقت أمواله وجوازات السفر بالمطار في طريقه إلى كاليفورنيا. ولكن سرعان ما تم مكافأة جهوده العلمية. يقول عالم البيولوجيا التطورية المشرف عليه

NATURE.COM
لمشاهدة فيلم عن
نمو الكؤوس البصرية
قم بزيارة:
go.nature.com/xvbwby7

لن يكون سهلاً، مثلما وجد الباحثون العاملون في مجال تكنولوجيا الخلايا الجذعية للعين. فروربت لازاء، المسؤول العلمي الأول بشركة «تكنولوجيا الخلايا المتقدمة» للعلاج بالخلايا الجذعية في سانتا مونيكا بكاليفورنيا، لا يزال متشككاً. ويقول: «أنا لا أعتقد أننا بأي حال نقترّب من القدرة على وصل تلك الخلايا (بالشبكة والدماغ) بأي طريقة مجدية».

روبن علي أكثر أملاً. ففي أبريل الماضي، أبلغ فريقه¹¹ عن تحسن الرؤية لدى فئران مصابة بعمى جزئي باستخدام عمليات زرع خلايا سلائف لمستقبلات الضوء المأخوذة من فئران عمرها بضعة أيام. وكان روبن علي وعضو آخر بفريق ساساي، هو ماسايو تاكاهاشي من مركز راينك للبيولوجيا التطورية، قد شرعا في استخراج صفائح مستقبلات ضوئية استنتبت باستخدام أساليب ساساي، وزرعها لدى الفئران؛ ويخطط تاكاهاشي لزرعها لدى القرود بحلول نهاية هذا العام. ويبدو كلاهما حذرا حول نتائجها المبكرة، لكن تاكاهاشي يقول أن المستقبلات الضوئية المزروعة «بقيت حية بشكل جيد» لدى الفئران.

التحدي الهرموني

وضع ساساي الأنسجة العصبية الأكثر تركيباً نصب عينيه. في نوفمبر الماضي، أفاد¹² أنه قد تم تكوين جزء من الغدة النخامية، وهو نسيجه المستنبت «الأكثر تعقيداً» حتى الآن. تنشأ الغدة النخامية في الجنين عندما يتم دمج اثنين من الأنسجة المختلفة لتكوين هيكل شبيه بالكريس. تمكن ساساي إعادة هذا باختصار في المختبر جزئياً من خلال البدء مع أكثر من ثلاثة أضعاف الخلايا الجذعية الجنينية زيادة على ما كان يستخدم لاستنبتات شبكية عين الفأر؛ يبدو أن هذا التعديل يزيد مستويات الإشارات التي تتبادلها الخلايا. ولدى زرع هذا الجزء (المستنبت من الغدة النخامية) لدى فئران نزع غدها النخامية، استعادت الأعضاء الأولية نظام الغدد الصماء وأنقذت الفئران. كذلك، قد يوفر هذا العمل البحثي مدداً من الخلايا النقية المتخصصة بنهاية المطاف، ويمكن استخدامها لعلاج اضطرابات الغدد الصماء.

يأمل ساساي في تحسين جهوده المبكرة باستنبتات غدة نخامية أفضل، ومزودة بإمدادات الدم؛ واستنبتات قشرة الدماغ بطبقات أنسجتها الست، ومستقبلات ضوئية ناضجة بما يكفي للكشف عن الضوء. لكن مهمته الرئيسية التالية هي زراعة واستنبتات المخيخ، التي تشمل استنبتات وإدماج ثلاثة أنسجة من أصول جنينية مختلفة. الخاطبة (ساساي) في حالة عمل بالفعل، في محاولة لاستحضار الجو المناسب لاستنبتات. يقول ساساي: «عندما يلتقي صبي بفتاة، فإنهما يبدآن قصتهما - ولكن ليس في قاعة كبيرة ممتلئة بالناس». «نحتاج لوضعهما بشاطئ أو مرقص. نظامنا ببساطة هو خلق هذه البيئة».

النسيج الذي يخطط ساساي لاستنبتاته بعد المخيخ سر، لكنه يأمل بنهاية المطاف أن يستنبت الدماغ كله. لكنه لا يقصد بناء دماغ كامل - وهي خطوة من شأنها أن تكون بالغة صعوبة ومحفوفة بالمخاطر أخلاقياً. بل يريد أن يقف على كيفية عمل أجزاء الدماغ، مع قدرتها الملحوظة على النمو المستقل والتنظيم، والتجمع والانطواء في هيكل له هذه التعقيدات الهائلة.

يقول ساساي: «أنا لا أريد أن أكون صانع أجزاء، يصنع أنسجة أكثر وأكثر. أريد دائماً شيئاً مختلفاً مفهوماً». ■

ديفيد سَيْرْتوسكي هو مراسل مجلة «نيتشر» في آسيا والمحيط الهادئ.

1. Eiraku, M. et al. *Nature* **472**, 51–56 (2011).
2. Eiraku, M. et al. *Cell Stem Cell* **3**, 519–532 (2008).
3. Suga, H. et al. *Nature* **480**, 57–62 (2011).
4. Muguruma, K. et al. *Nature Neurosci.* **13**, 1171–1180 (2010).
5. Sasai, Y. et al. *Cell* **79**, 779–790 (1994).
6. Piccolo, S., Sasai, Y., Lu, B. & De Robertis, E. M. *Cell* **86**, 589–598 (1996).
7. Sasai, Y., Lu, B., Steinbeisser, H. & De Robertis, E. M. *Nature* **376**, 333–336 (1995).
8. Watanabe, K. et al. *Nature Neurosci.* **8**, 288–296 (2005).
9. Wataya, T. et al. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **105**, 11796–11801 (2008).
10. Nakano, T. et al. *Cell Stem Cell* **10**, 771–785 (2012).
11. Pearson, R. A. et al. *Nature* **485**, 99–103 (2012).

الصحيحين. لكن بعد ذلك لم نفعّل شيئاً سوى الحفاظ على نموها وتركها تقوم بعملها».

لم تكن القشرة المستنبتة مخترّباً مثالية، فلها مثلاً أربعة فقط من طبقات الخلايا الستة بالقشرة الدماغية. يعتقد ساساي أن الشبكية-نسيج يتكون من الطبقات التي تبرعم من المخ الجنيني وتحتوي على مستقبلات ضوئية تستشعر الضوء- قد تكون أسهل استنبتاتاً. شبكية العين أرق من قشرة الدماغ، وتشكل مبكراً في سياق تطور الجنين، ولا تتطلب نظاماً معقداً من الأوعية الدموية.

لتكييف نظامها بما يوائم مختلف أنواع الأنسجة، أحدث ساساي تغييرات طفيفة بطروف مزرعة الأنسجة لدفع الخلايا للسير بطريق النمو. فقام بهندسة جينات فلورية «جينات مراسلة» وراثياً في الخلايا الجذعية بحيث يتم التعبير عنها عندما تتمايز الخلايا إلى النوع المطلوب - خلايا السلائف الشبكية في هذه الحالة - وتكشف ما إذا كان النظام يعمل كما هو مطلوب. يقول ساساي: «إن نجاحنا يعتمد على معرفة كيف أن تعديلات طفيفة يمكن أن تؤدي إلى تغيير جذري».

ظهر أن كل ما تطلبه زراعة شبكية العين عدد قليل من التعديلات، مثل خفض في تركيز عوامل النمو وإضافة عنصر قياسي لمزرعة استنبتات الخلايا يسمى «ماتريجيل» Matrigel. والنتيجة تحاكي بشكل وثيق نمو العين في الجنين. تبدأ كرات الدماغ في إنبات زوائد من الخلايا الشبكية شبيهة بالبالون منذ اليوم السادس في الزراعة النسيجية، والتي تنهار على نفسها لتكوّن كؤوساً بصرية مزدوجة الجدران. قام فريق ساساي بقصها من الخارج - «مثل قطف تفاحة من شجرة» كما يقول ساساي- ونقلها إلى بيئات غذائية مختلفة والسماح لها أن تتكون. وبعد أسبوعين، كونت الكؤوس الطبقات الست المكونة لشبكية العين، وهو معمار يشبه عين فأر بعمر ثمانية أيام (حيث لا يزال أعمى في هذه السن). دفع الخلايا لنفسها خلال العملية الميكانيكية الحيوية المدهشة بدون الأنسجة المحيطة التي تدعمها، فأج ساساي بقدر ما فأج الآخرين. يقول ساساي: «عندما رأيت ذلك، فكرت، «يا إلهي». لقد استعيد الشكل والحجم والطوبولوجيا معا». شرح بعناية المفارقة اللغوية للموقف، ويضيف: «في اللغة الإنجليزية، عندما يفاجأ شخص بشيء، يقال: eye-popping أي برزت عيناه، لذلك نعتقد أن هذا الأمر يبرز العينين».

استحدثت نفس النتائج العملية مع الخلايا البشرية كانت الخطوة التالية الواضحة، وإن لم تكن البسيطة. وكان بيتر كوفي، طبيب العيون والأعصاب بكلية لندن الجامعية، قد حاول اتباع وصفة ساساي لتنمية الكؤوس البصرية في الخلايا البشرية، لكنها محاولة باءت بـ«فشل كارثي» كما يقول كوفي. ساساي الذي أبلغ أنه أنجز العمل هذا العام¹⁰، يقول أن الامر احتاج لتعديلات بالغة الحذر لملاءمة حساسيات الخلايا الجذعية الجنينية البشرية. لأن هذه الخلايا تنمو أبداً بثلاث مرات من تلك التي تمت زراعتها من الفئران، فقد كان ساساي- مثلاً- مضطراً للبدء بتسعة آلاف بدلا من ثلاثة آلاف خلية. يقول كوفي أن تجربته جعلته يدرك ذلك الكرم من الخبرة المتراكمة في مختبر ساساي. ويضيف كوفي بشيء من الغبطة المحمودة: «لقد كانوا يفعلون ذلك وقتاً طويلاً. وهذا جيد لهم».

كل العيون

كل هذا لن يخلق عيوناً يمكن تركيبها بمحجر العين مثل تركيب لمبة في المصباح الكهربائي. حتى لو تمكن ساساي من الحصول على الكأس البصرية لتتطور إلى شبكية عين ناضجة، فلدى الباحثين مجرد فكرة بسيطة عن كيفية زرع الشبكية وتوصيلها بالدماغ.

يقدم هذا العمل إمكانات واعدة لمصدر وفير من المستقبلات الضوئية الكثيفة النقية حسنة التنظيم، في مرحلة تطورها حيث يمكن اختيارها بدقة - وهو ما كان تحقيقه صعباً في مزرعة الاستنبتات القياسية ثنائية الأبعاد. في نهاية المطاف، يأمل ساساي، أن تقدم الكؤوس البصرية له صحائف من المستقبلات الضوئية التي يمكن إدراجها في شبكية العين التي تضررت بحالات كالتهاب الشبكية الصباغي أو الضمور البقعي. يوضح ساساي طريقة إجراء ذلك بإمسك حزمة من الصحائف ودفعها مقابل طبقات الشبكية ومن ثم إدخال صحيفة واحدة فيما بين الطبقات. لكن ربط المستقبلات الضوئية المزروعة ببقية شبكية العين وبالدماغ

«أنشأنا الظروف المواتية، واخترنا الوسط المغذي المناسب وعدد الخلايا الصحيح. لكن بعد ذلك لم نفعّل شيئاً سوى الحفاظ على نموها وتركها تقوم بعملها»

"لا تبقَ معلقاً
في الماضي!"

اشترك في

**THE
NATUREJOBS
NEWSLETTER**

وكن على اطلاع على
أحدث المستجدات

إذا كنت عالماً تبحث عن فرص وظيفية جديدة، فإن Naturejobs Newsletter هي الوسيلة السهلة والمجانية لكي تظل على تواصل دائم مع عالم التوظيف العلمي.

ومن خلال المقطوعات التي تزودك بمعلومات وافية حول أحدث المقالات المتعلقة بالتوظيف، والوظائف العلمية، وأخبار التوظيف، فإن Naturejobs Newsletter تعتبر أفضل مصدر يجعلك على اطلاع دائم على أحدث المستجدات فيما يتعلق بكافة المعلومات القيّمة المتاحة من خلال Naturejobs.

اشترك اليوم على الإنترنت عبر الرابط التالي: www.naturejobs.com/newsletter

naturejobs.com

nature publishing group **npg**

ENGAGE.SUCCEED.THINK.LEARN.ENGAGE.SUCCEED.THINK.LEARN.ENGAGE.SUCCEED.THINK.LEARN.ENGAGE.SUCCEED.
ED.THINK.LEARN.ENGAGE.SUCCEED.**REDISCOVER your nature** THIN
SUCCEED.THINK.LEARN.ENGAGE.SUCCEED.THINK.LEARN.ENGAGE.SUCCEED

فِكْرٌ

تَعَلِّمُ.

شَارِكِ.

حَقِّقِ نَجَاحَكَ.

التعليقات

إن الآراء الموثوقة التي يتم التعبير عنها في أقسام *Comment* بمجلة *Nature* تتجاوز حدود أي من المجالات البحثية المنفردة، وتحافظ على استمرارية النقاش حول القضايا العلمية التي تهتمك. كما أن قسم *Books & Arts* في مجلة *Nature* يُمثل جسراً يعمل على سدّ الفجوة بين العلم والثقافة. قُم بالتسجيل لاستلام إخطارات *Nature* الأسبوعية، كي تُعيد اكتشاف مجلة *Nature* اليوم.

nature.com/register

تعليقات

تشريح معرض لعالم التشريح
جونتر هاجينز في متحف التاريخ
الطبيعي ص. 48



خيال علمي فنان الميديا
جون ماكورماك ومستقبل النباتات
الأصلية الأسترالية ص. 47

علم الأعصاب تؤمن حاسة
السمع مصدرًا غنيًا بالمعلومات عن
العالم ص. 46

سياسات على العلماء أن يسعوا
جاهدين ليُسمَّع إليهم في الدوائر الأعلى
ص. 42



ESA/MEDIALAB

تهدف بعثة إكسومارس الأوروبية إلى إنزال مسبار على المريخ في عام 2018؛ للبحث عن آثار حياة.

عندما يَظِلُّ التعاون الدولي السبيل

ديفيد ساوثوود يستخلص دروسًا من عام مشحون بالأزمات للتعاون الأوروبي في الفضاء.

كانت هي التي انسحبت كشريك رئيس في الحالات التي ذكرت، إلا أن الدروس المستخلصة عامة، وستكتسب أهميتها ازديادًا مع بزوغ تحالفات دولية كبرى، تشمل لاعبين جديدين، مثل الصين، والهند، وروسيا. وطبيعة الحكومات ذات السيادة تعني أنه نادرًا ما يكون اتفاق دولي ملزمًا قانونًا للتعاون بشكل كامل، وإنما الشعور بالتضامن بين الشركاء عادة ما يحفزهم على أن يظلوا ملتزمين، كما هو الحال بالنسبة لتيليسكوب جيمس ويب مثلًا. بدأ التعاون بين أوروبا والولايات المتحدة على هذا التيليسكوب - ذي الأشعة تحت الحمراء - ليخلف تلسكوب الفضاء هابل في 2002. ◀

الفضائي، والثانية البعثة المقررة إلى كوكب المشتري. وواجه خلفي ألفارو جيمينيس ما هو بالفعل أسوأ، إذ انسحبت الولايات المتحدة من بعثة إكسومارس ضمن برنامج استكشاف المريخ.

فقدت الحالات الثلاث زخمها بشكل مختلف. وكل مشروع يحمل دروسًا لإدارة الشراكات مستقبلًا، مثل فهم دوافع الشركاء للانضمام، والإشراف على المشروعات، مع مراعاة احتمال انسحاب أي من اللاعبين، والحد من تمدد البعثة. وبرغم أن الولايات المتحدة

NATURE.COM
للمزيد حول مركبة المريخ
كيوريوسيتي، انظر:
go.nature.com/curiosity

جاء اكتشاف المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية ذات الدول العشرين الأعضاء (CERN) لجسيم هييجز (البوزون) مؤخرًا ليبرهن على أهمية التعاون الدولي لتحقيق النجاح في العلوم، وأنَّ بسواه لا يكون ممكنًا. إن العمل عبر الحدود مليء بالتحديات.. فكما توضح أزمة اليورو الحالية، جاءت وطأة المشكلات السياسية والمالية أشد على بعض الشركاء الأوروبيين منها على البعض الآخر. ففي السنة الأخيرة (2011) من عملي مديراً للعلوم والاستكشاف بالروبوت في وكالة الفضاء الأوروبية، كان عليّ أن أواجه انسحاب أمريكا من تمويل بعثتين مشتركين كبريين؛ الأولى تيليسكوب جيمس ويب

التي تدخلت للمساعدة فقط في عام 2009 (انظر الخط الزمني لبعثة إكسومارس).

تمدد نطاق البعثة

إن تعبئة الموارد اللازمة لبرنامج ضخم يجعل منه مهمة شاقة طويلة مصحوبة بمطبات عديدة. وتبدأ المشروعات من خلال بناء توافق في الآراء. وعندما يكون الحل الوسط هو الحالة السائدة في أيامنا هذه، يظل الخطر الأول؛ إذ تضاف ميزات للفوز بمزيد من دعم الدول المشاركة. كان مشروع بعثة إكسومارس هشة من البداية. فالمشاركة الاختيارية للدول الأعضاء بالوكالة الأوروبية للفضاء، مع عدم وجود صيغة لتحديد حصة كل عضو، جعل كل دولة تريد دورًا يضمن لها مكانة قبل أن تلتزم بالمشاركة.

هكذا خرج برنامج إكسومارس للوجود ونما. وأدى توسيع نطاق البعثة وهدفها لتحسينها من منظور علمي وتقني، بيد أنها صارت صعبة المنال (لثقلها)، ولا طاقة لنا بها. زاد التعقيد المضاف من خطر عدم نجاح بعض المكونات، أو أنها قد لا تكون متاحة في الوقت المحدد أو خارج نطاق الموازنة. وضجت أصوات المتفائلين عندما أراد المديرون العقلاء إسقاط بعض الوحدات لضمان إنجاز أكثر. وبدلاً من ذلك، سعت وكالة الفضاء الأوروبية إلى ضم شركاء جدد.

تمر الاتصال بالولايات المتحدة وروسيا، لكنها لم تنضم للمشروع، وذلك جزئياً بسبب حاجة أوروبا إلى الالتزام بالوعود التي قطعت بالفعل داخل الاتحاد الأوروبي الأصلي، وبسبب عدم وجود هدف مشترك لشريك محتمل يدفعه للمشاركة.

في عام 2008، ورثت قيادة البرنامج من دائرة أخرى. وعدت للحديث مع وكالة ناسا. كان الهدف بعيد المدى لاستكشاف المريخ بالروبوت، وأبرزه بعد سنوات قليلة في 2011 المسح العشري لأكاديمية العلوم الوطنية الأمريكية (NSF)، هو عودة البعثة بعينات. كان هذا مكلفاً للغاية، ولم يكن بوسع أمريكا تحقيقه وحدها. اتفقت أنا ونظيري من ناسا، إد وإيلر، على حتمية التعاون في مرحلة ما من العقد القادم. وما إن تم قبول هذا، كان من المنطقي البدء في العمل معاً في أقرب وقت ممكن.

تمر تعديل تصميم بعثة إكسومارس ليتناسب مع الأهداف الأوروبية الأمريكية المشتركة ولتتيح عودتها بعينة. بدأ الأمر كاتفاق لتبادل المنفعة، إذ إن برنامج بعثة إكسومارس كان قادراً على الاستمرار، ولاح احتمال عودة عينة من المريخ أقرب لعلماء أمريكا وأوروبا. وقد شعرتُ - كممثل للجانب الأوروبي - بالثقة أن إكسومارس انتقلت إلى مرحلة التطوير في أوائل عام 2011. ولم يتوقع أحد أن تنهار الأولوية الأمريكية المعطاة لبرنامج استكشاف مشترك للمريخ حالما تحل دورة الموازنة السنوية الجديدة.

ورغم أن خذلاناً كهذا نادر الحدوث لحسن الطالع، إلا أن شيئاً مماثلاً حدث منذ نحو 30 عاماً في الأشهر الأولى لإدارة الرئيس رونالد ريغان. إذ واجهت «ناسا» أزمة تمويل، واضطرت لكي تختار بين تيليسكوب هابل الفضائي، ومسابر جاليليو الدوار حول كوكب المشتري، وبعثة دولية لاستكشاف قطبية الشمس. وانسحبت «ناسا» من الأخيرة. على مضض، أخذت أوروبا زمام المبادرة في البعثة الشمسية المخفضة، واتخذت تسمية جديدة: «عوليس» Ulysses. أحرزت المركبة الفضائية نجاحاً هائلاً، ودارت في ثلاثة مدارات قطبية

ووافقت أوروبا على تزويد (المشروع) بجهاز الطيف الأوسط للأشعة تحت الحمراء، ومرسمة الطيف الأدنى للأشعة تحت الحمراء، وصاروخ آريان كمنصة للإطلاق. أما الولايات المتحدة، فكان عليها إمداد (المشروع) بالمركبة الفضائية وتشغيلها وجهاز آخر، فضلاً عن التيليسكوب المعقد القابل للإطلاق. والآن؛ المعدات الأوروبية جاهزة، لكن الجانب الأمريكي شهد ارتفاعاً للتكلفة عن الموازنة المرصودة وتآخراً. ومن المتوقع الآن إطلاقه في عام 2018، أي بعد ست سنوات مما كان مقرراً.

في يوليو 2011، بعد مزيد من التصعيد في المطالبات بالموازنة لتيليسكوب جيمس ويب، أوصت لجنة مجلس النواب الأمريكي بإلغاء المرصد. أسقط في يد الأوروبيين، إذ وجدوا أنفسهم في وضع غير مريح بعد إنفاق مئة مليون يورو (123 مليون دولار) مع احتمال عدم الانطلاق، ولم يكن لهم من تأثير مباشر سوى الضغط المعنوي. وفي النهاية، أفضت المداولات بين البيت الأبيض والكونجرس و«ناسا»، مع شيء من العون بممارسة بعض الضغوط الدبلوماسية والسياسية من أوروبا، إلى إرجاء المشروع.

القفز من السفينة

في فبراير 2011، انسحبت الولايات المتحدة من بعثة مشتركة لكوكب المشتري، تاركة أوروبا لتذهب وحدها. كانت هذه البعثة هي الأوفر حظاً بين مجموعة من مشروعات مماثلة قيد المداولة من قبل مجموعات العلوم الاستشارية لوكالة الفضاء الأوروبية. ولحسن الحظ، لم تنفق أوروبا عليها إلا حوالي خمسة ملايين يورو فقط. ولأن أكثر البعثات تدخل مرحلة الدراسة ولا تطير بالفعل، لم يكن ذلك الأمر بالكارثة، ولكن عدم التثبيت من مشاركة الولايات المتحدة انتهى بإلقاء تخطيط الأوروبيين لمدى طويل في حالة من الفوضى. ولم تكن هناك اقتراحات بديلة، سوى قيام أوروبا بالمهمة وحدها.

عاد الأوروبيون مرة أخرى عن طريق إعادة عقارب الساعة للدخول إلى حلبة المنافسة؛ بإعادة التفكير وإعادة تنظيم البعثات من جديد لتحز أهدافاً أقل. وأعطيت وكالة الفضاء الأوروبية الضوء الأخضر للقيام ببعثة كوكب المشتري في مايو 2012. وبتكلفة قدرها 830 مليون يورو، تهدف بعثة «مستكشف أقمار المشتري الثلجية» (JUICE) المقررة أن تطير لما بعد القمرين أوروبا، وكاليستو؛ لتصل إلى القمر جانيميد في 2030، وتطور حوله لتدرس أسفل سطح محيطه. وفيما يتوق العلماء الأمريكيون للعودة إلى المشروع، لم تجد وكالة «ناسا» سوى 250 مليون يورو لتؤمن بها تمويل شيء من المشاركة.

أما بعثة إكسومارس، التي تكلف أوروبا وحدها مليار يورو، فهي قصة مختلفة. ففي فبراير الماضي انسحبت أمريكا، تاركة لأوروبا فجوة تمويلية تبلغ 250 مليون يورو، وكانت أوروبا قد أنفقت بالفعل أكثر من مئة مليون يورو. ونظراً إلى العقود الصناعية الملزمة، فإن إلغاء البعثة كان سيكلفها نحو 400 مليون يورو.

كانت البعثة الرائدة هي إرسال مسبار إلى المريخ بحلول 2018 ليدور حوله ويحط على سطحه، وبدأت بتمويع أوروبي خالص في 2005 - لتطوير خبرات إقليمية في مجال تقنيات الاستكشاف، وتطبيق أساليب البحث عن الحياة على الكوكب الأحمر. في هذه الحالة، أضر الانسحاب الأمريكي بموقف أوروبا بشكل واضح، وإن لم يكن كل الخطأ واقعاً على عاتق الولايات المتحدة



الخط الزمني لإكسومارس

كيف أثر تغيير اتفاقات التعاون الدولي على بعثة أوروبا التالية إلى المريخ

ديسمبر 2005

وافق الوزراء الأوروبيون على بعثة رئيسية تطلقها الوكالة الأوروبية للفضاء إلى المريخ بصاروخ سيوز في عام 2011.

يوليو 2007

منح أول عقود تصنيع مكونات البعثة. مناقشة استخدام مركبات إطلاق بقوة أكبر من سيوز.

يوليو 2008

اتفقت وكالة الفضاء الأوروبية مع ناسا على القيام بدراسات مشتركة تهدف إلى العودة بعينة من المريخ.

يوليو 2009

وكالة الفضاء الأوروبية وناسا أقرتا مبادرة بعثة مزدوجة مشتركة (JMEI) لاستكشاف المريخ: مسبار دوار في 2016 ومسبار يهبط على سطح المريخ في 2018 بإطلاق أمريكي.

أغسطس 2009

اتفاق بين روسيا والوكالة الأوروبية للفضاء على التعاون في بعثتين للمريخ: فوبوس-جرنت وإكسومارس.

أكتوبر 2009

توسيع نطاق مبادرة (JMEI) مع «ناسا»: تنزل الوكالة الأوروبية مسباراً سطحياً في 2016، ومسابرين سطحيين آخرين، واحداً من كل وكالة.

ديسمبر 2009

الحكومات الأوروبية تقر برنامج المريخ بتكلفة مليار يورو بالتعاون مع ناسا.

أبريل 2011

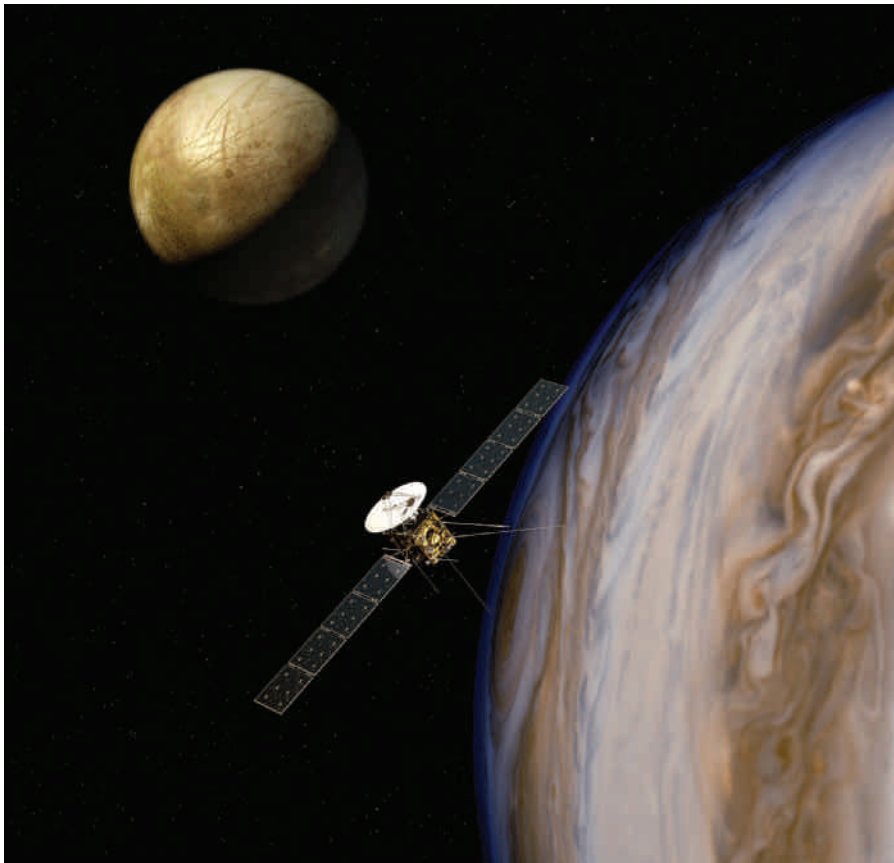
ناسا تلغي مسبار 2018 بسبب أزمة عجز مالي يضرب الموازنة الأمريكية.

فبراير 2012

ناسا تلغي مشاركتها في إكسومارس

مارس 2012

وكالة الفضاء الأوروبية تؤكد على انطلاق إكسومارس مع روسيا كشريك رئيس.



تتزم وكالة الفضاء الأوروبية بإرسال مستكشف أقمار المشتري الثلجية إلى القمر جانيמיד في 2030.

الفضاء الوطنية، جنباً إلى جنب مع الضغط المعنوي من المجتمع العلمي.

الخامس: في الأوقات الصعبة، يحتاج علماء الفضاء إلى معرفة فضائل التعاون، وأن يكونوا على استعداد لنشر تلك الحجج من خلال قناة ما. وفي رأبي أن التعاون يتجاوز المسائل الاقتصادية ببساطة، لأنه يتجاوز الاختلافات الثقافية، ويبني الثقة المتبادلة، ويتيح الإمكانيات العلمية، بحيث تكون مفتوحة في جميع أنحاء العالم، ويشجع الاستلهام عالمياً، وبالتالي تستفيد البشرية جمعاء. والضرر الناجم عن كسر التفاهات، مهما كان قانونياً من الناحية التقنية، يمكن تجنبه من خلال هذه الأسباب.

في نهاية المطاف، تفوق المزايا الاقتصادية للتعاون الدولي - بشكل واضح - المخاطر المتزايدة. وفي حالات كثيرة، كما هو الحال مع تيليسكوب جيمس ويب، والاستكشاف الأوروبي للمريخ، قد لا يكون هناك بديل عن الشريك المنسحب. والمشاركات الدولية الكبيرة أصبحت هي القاعدة في المجالات الأخرى، من تيليسكوب الكيلومتر المربع المزمع بناؤه في أستراليا وجنوب أفريقيا، إلى مشروع الانصهار النووي الدولي (ITER) قيد الإنشاء في فرنسا. إن تجميع الموارد يخلق مرافق لا يمكن أن تبنى إلا به. والتعلم مما قد ضل السبيل في الماضي هو أمر حيوي، إذا كانت هذه المجموعات تريد النجاح. ■

ديفيد ساوثوود: هو باحث رئيس بكلية «إمبريال كوليج» بجامعة لندن، رئيس الجمعية الفضاوية الملكية وعضو المجلس الاستشاري لوكالة الفضاء البريطانية. كان يشغل منصب مدير العلوم والاستكشاف بالروبوت في وكالة الفضاء الأوروبية من 2001 إلى 2011.

تغيير الشركاء. بطبيعة الحال، فإن الفجوات في الوفاء بالجدول الزمني للبرنامج ستترك الباب مفتوحاً لوضع يدخل فيه شريك مكان آخر، كما في مشروع تيليسكوب جيمس ويب، لكن نهج الوحدات المستقلة يجنب البرنامج ورطات عديدة.

الرابع: أن ندرک أنه حتى أكثر الاتفاقات التي وضعت براعة بين الدول يمكن أن تنهار. فقد بدأ أنه لا يعقل أن «ناسا» يمكنها الانسحاب من بعثة للمريخ تعود بعينها، واعتبرها مسح عشري أمريكي كأولوية قصوى، لكنه قد حدث. ويجب على المديرين دائماً أن يأخذوا في اعتبارهم إمكانية انهيار تعاون كخطر وارد. وإذا حدث مثل هذا الانهيار أو التصدع، فإن من يحمل العمل على عاتقيه في النهاية هم أولئك الذين يتحلون بالدبلوماسية، ويمارسون الإقناع السياسي لإدارات

التعاون

خطوات للنجاح

- فهم دوافع كل شريك.
- الاستعداد للتخلي عن جوانب من المشروع، مقابل إكماله.
- جعل الإسهامات في شكل وحدات عاملة مستقلة، لتقليل الخطر، إذا فشلت إحداهما.
- الاستعداد لاحتمال انهيار الاتفاقات الدولية.
- تقديم الحجة السياسية لضرورة التعاون في الأوقات الصعبة.

حول الشمس، وظلت تعمل لمدة 18 عامًا، قبل إنهاء مهمتها في 2009.

كانت بعثة «عوليس» علامة فارقة؛ حيث كانت أول بعثة تقودها أوروبا، وتأتي الولايات المتحدة خلفها كتابع. ومن وقتها، تم إطلاق عديد من البعثات، بما في ذلك كوكبة الأقمار الاصطناعية التي رسمت خريطة أنظمة التيار الكهربي للغلاف المغناطيسي حول الأرض، ومرصد هيرشيل ذو الأشعة تحت الحمراء. وعلى منوالها كنموذج مخفض، أرسلت الوكالة الأوروبية للفضاء بعثة إلى أحد أقمار المشتري، واضطلعت بالذهاب إليه وحدها.

بدا الحل لمشكلة بعثة إكسومارس بمثابة علامة فارقة أخرى، إذ ظهر لأوروبا شركاء بدلاء. ويُممَّت أوروبا وجهها شطر روسيا؛ لسد العجز الذي خلفته أمريكا. إنها ليست المرة الأولى التي تتعاون فيها هذه الدول في الفضاء، لكن هذا هو المشروع الأكثر طموحاً الذي تم اقتراحه حتى الآن. ويجب على علماء الفضاء الأوروبيين أن يتمنوا الخير للمشروع المشترك، لأن المستقبل يحمل في طياته - على الأرجح - نسقاً متنوعاً من الشركاء الدوليين. وفي السنوات الأخيرة، باشرت أوروبا مشروعات مشتركة في علوم الفضاء مع الصين والهند، وشرعت في تعاون ضخم مع اليابان على بعثة «بيبي كولومبو» BepiColombo التي تضم مسبارين دوارين حول كوكب عطارد.

دروس قيمة

يمكن استخلاص خمسة دروس من هذا العام المشحون بالأزمات الذي عانى فيه مسؤولو برامج الفضاء بالدول الأعضاء (انظر خطوات للنجاح).

أولاً: من المهم أن نفهم دافع كل شريك للانضمام إلى بعثة.. فلا يمكن الاعتماد على التعاون عندما تكون أجدات الشركاء غير متوافقة. وإذا كان المقصود أساساً من برنامج عرض قدرة مجموعة واحدة، كما هو الحال مع الخطط الأصلية لإكسومارس، فإنه يجب على هذه المجموعة أن تكون مستعدة للذهاب وحدها. الأهداف المشتركة - مثل أن تكون العودة بعينة أولوية جمعية - يمكنها تشجيع الآخرين للوثب على متن منصة العمل للبعثة.

الثاني: أن التعاون يعني التوافق، وسيادة الحلول الوسط، وهذا يؤدي إلى النماء والتطور. ونادراً ما تضمحل البعثات متعددة الشركاء. كذلك، ما من طرف مهتم سيخفض أو يحد من مدى أولوية مشروعه عندما يبدأ البرنامج. لكن على استعداد لإلغاء وحدات في المراحل التحضيرية إذا كانت المطالب في ازدياد بينما الموارد تشتت.

وقد يؤدي التأخير والتفكير إلى ولادة جديدة لبعثة أكثر فعالية. لقد كان مقررًا أن تنطلق البعثة الأوروبية جايا (GAIA) العام المقبل، لكي ترسم خريطة النجوم بالمرجة وتتبعها، واستهدفت للإلغاء بسبب الأزمة المالية في 2001 بعد وقت قصير من تعييني في وكالة الفضاء الأوروبية. وجرت تخفيضات واسعة لها، لكن البرنامج صمد ونجا من الإلغاء. وأنا على ثقة من نجاحه.

الثالث: يحتاج المرء لضمان تقليل المخاطر الإدارية داخل البرامج لأدنى حد بجعل الشركاء يقدمون إسهاماتهم على شكل وحدات عاملة مستقلة قدر الإمكان. وإذا فشل جزء واحد، فلا يلزم أن يعوق الكل. حينئذ تتوالى تحسينات الكفاءة، ويحتفظ البرنامج بإمكان



يُتَوَقَّع أن تتواتر الظواهر المناخية المتطرفة، كفيضان بنجلاديش هذا في عام 2004، الذي شرد 30 مليوناً، مع استمرار احترار العالم.

أَوَان رُكُوب الأَطْوَاف

«ينبغي على علماء المناخ أن يتعلموا من الجماعات المشككة بتغيُّر المناخ، ويضموا جهودهم؛ لإيصال رسالتهم» كريس رابلي

مئويتين فقط (انظر: go.nature.com/q7gmvo) من الجليء أن أصوات الرفض تريح المعركة ضد رسالة العلم. وأحد أهم عوامل نجاح حملة التشكيك هو وجود استراتيجية اتصال مؤثرة وناجحة، يحتاج مجتمع علماء المناخ إلى تعلم استخدامها. وينبغي وجود مبادرة لإعادة التوازن لهذه القضية، إذا ما كان صنع السياسات سيستند إلى أدلة علمية، وإذا كان ضرورياً توضيح مخاطر المزيد من المراوغة مستقبلاً. ويقول علماء السياسة دانيال سيرفيتز، وروجر بيلكه، وغيرهم من منظور سياسي: «إننا نعرف ما يكفي!»

مواجهة الواقع

الخطوة الأولى لمواجهة الواقع هي ضرورة فهم كيف يمكن الدفاع عن إنكار تغير المناخ، برغم الأدلة الكثيرة والقاطعة على حقيقة هذا التغير. لقد نُشر الكثير من

الأحزاب. وفي عام 2010، قال رئيس الوزراء المحافظ ديفيد كامبرون إنه يسعى لأن تكون حكومته الائتلافية «الأكثر اخضراراً على الإطلاق»، لكن القرارات الأخيرة التي اتخذتها الحكومة نفسها ستؤدي إلى تخفيض الدعم الحكومي المقدم للطاقة الخضراء، وبالتالي تراجعت عن التزاماتها السابقة.

وعلى المستوى العالمي، أدت الأزمة السياسية وتعطل اتخاذ القرار في الولايات المتحدة نتيجة التنافس بين الحزبين الكبيرين لإعاقة التقدم نحو خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. ويرى تود شتيرن، المبعوث الأمريكي الخاص لشؤون تغير المناخ، ضرورة التخلي عن الهدف العالمي بثبوت الزيادة في درجة الحرارة العالمية عند درجتين

ناقشت، مؤخرًا، تغبُّر المناخ مع سياسي بريطاني يميني، حيث ادعى كلانا أنه ينطلق من أرضية عقلانية وموضوعية عالية، لكن آراءنا لم تتفق أبدًا. فقد قَدِّمَت لي مجموعة معتادة من حجج النفي: فلا عمليات تضخم لتأثير الاحتراز؛ ولا تغيرات مهمة بدرجات الحرارة؛ والإنسانية ستأقلم مع التغيرات. ويعتبر هذا السياسي أن تدابير التخفيف من تغير المناخ تهدد التقدم الاقتصادي، وأن الأسواق الحرة تستطيع إيجاد الحلول لكافة المشكلات. وقبل الافتراق قال بلهجة المنتصر: «قضيتك خاسرة لدى اللاعبين الرئيسيين في القوى السياسية».

في الولايات المتحدة وكندا وأستراليا، أصبح علم المناخ عرضة لهجوم سياسي مركز لتيار اليمين منذ وقت طويل، لكنه توجه جديد في بريطانيا. ومنذ أربع سنوات فقط، تم إقرار قانون تغير المناخ بدعم من كافة

NATURE.COM
للمزيد حول تصحيح
الفشل في التواصل،
انظر:
go.nature.com/curiosity

ولكنها في الواقع كانت مفهومة بشكل واضح، خاصة من قبل التيار اليميني.

الحاجة إلى إعادة التنظيم

إذن ماذا يُتَرضَّ بعالم المناخ أن يفعل؟ أولاً يجب علينا أن نعترف وتقبل أننا متورطون بشكل لا يمكن الفكك منه بالحوارات الخاصة بالسياسات العامة. إن علم المناخ معقد، والتنبؤات تعاني من عدم اليقين، والتبعات الاجتماعية كبيرة. وعلينا أن نستجيب للأسئلة التي تتجاوز حدود الحقائق، مثل: «ماذا يعني هذا بالنسبة لي؟» وكذلك: «ما هي الخيارات أمامنا؟»

ويشير روجر بيلكه في كتابه «الوسيط الزيه»، (منشورات جامعة كامبردج 2007) أن علينا أن نختار الدور الأنسب لكل حالة، ونجعل هذا الخيار واضحاً للجميع. ومن أجل إثارة الاهتمام بالمخاطر التي يتعرض لها الإمداد الغذائي، نتيجة الأحداث المناخية المتطرفة، علينا أن نقوم بدور المروج لأهمية القضية (6). ويتطلب تبني دور «الوسيط الزيه» أن نقوم باستعراض كافة التداعيات المناخية على الإمدادات الغذائية في العالم في حال تنفيذ أكثر خيارات التخفيف من انبعاثات الكربون على أوسع نطاق. ويتطلب الانتقال إلى حالة النشاط الاجتماعي والبيئي المروج لتغيير السياسات أن نقفز إلى ما بعد نطاق العلم، ونخاطر بفقدان المصداقية، نتيجة الاعتقاد أو حقيقة أننا قد فقدنا ميزة الجياد.

ويحمل العلماء - كما يشير سرويترز (7) - سلطة كبيرة في الترويج لرؤية واحدة للعالم، تتمتع بالمصداقية العلمية والحقائق الموضوعية عن غيرها من الرؤى، ولذلك فإن القيام بدور «الحكم العلمي» الذي يتضمن توضيح الأدلة ومواجهة التفسيرات الخاطئة لها هو جزء من العمل اليومي.

إعادة بناء الثقة

عندما يجد غير المتخصصين أنفسهم في مواجهة خلافات غير قابلة للتفاهم ما بين المتخصصين، فهم مطالبون بتحديد الجهة التي سيصدقونها. وفي هذا السياق، يكون عنصر الثقة أساسياً، وهنا تكمن مشكلة.

وبالرغم من أن مستويات الثقة بالعلماء تبدو عالية، مقارنة بغيرهم من المهن، فإن دراسة أجريت في بداية 2011 وجدت أن ثلث البريطانيين فقط وافقوا على العبارة التالية: «يمكننا أن نثق بعلماء المناخ ليخبرونا بالحقيقة عن تغير المناخ» (7)، بينما رفضها ثلث آخر (انظر مستويات الثقة). وتم الربط ما بين هذا التدي في مستويات الثقة مع الاتهامات التي أعقبت كشف تفاصيل قضية «مناخ جيت»، إضافة إلى ادعاءات سياسيي اليمين المحافظ بأن علماء المناخ يروجون لخدعة، ولهذا فإن مجتمع علماء المناخ بحاجة ماسة إلى إعادة بناء سمعته، ولكن كيف؟

أقترح شخصياً، وكيان عام للقيم التي ندعو إليها (8)، أن يتفق علماء المناخ على مبادئ من الممارسات المهنية، تشابه قسم أبقراط الذي يتفق عليه العاملون في المهن الطبية. ويمكن لهذه المبادئ أن تتضمن معايير العمل وقضايا الحيادية وشفافية سير البحث العلمي، وإتاحة البيانات، والرغبة في التعاون والحوار بشكل إيجابي مع غير المختصين. ويقدم إعلان سنغافورة

نحترمهم، ومَن نسعى إلى أن نصبح مثلهم. وكلما جُمِدت العقلية التي يفكر بها المرء؛ واجهت الحقائق المتنافرة معها بالرفض. يقول الاقتصادي جي كولبراث: «عندما يصبح المرء في مواجهة خيار تغيير الرأي، أو إثبات عدم الحاجة إلى التغيير، فإن كل شخص تقريباً يصبح مشغولاً بإثبات وجهة نظره». وكلما بذل الشخص جهداً في تكوين مواقفه، كان أكثر قوة في محاولة إثباتها (2)، وكلما كانت قدرته العلمية أفضل، كان أكثر كفاءة في إثبات وجهة نظره.

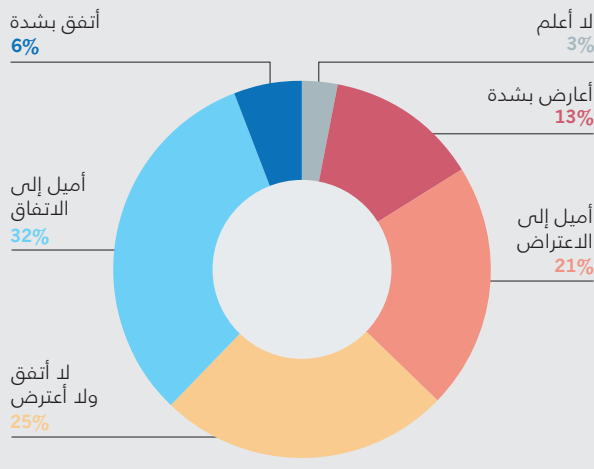
وبفضل كتاب أوريكس وكونواي، عرفنا أن المصالح الخفية أسهمت في زرع بذور الشك، كما أن زعنة الإعلام لتقدير ما يسمى «الأخبار المتوازنة» أسهم في تعزيز التصور بوجود خلاف بين العلماء، وهذا ما يُعتبر حاجزاً أمام تكوين الآراء أو المشاركة في الحوار حول قضايا المناخ (3)، ولكن حملات التضليل المعلوماتي تحقق نتائج مؤثرة، لأنها تصل إلى الرغبات الإنسانية الأعمق.

ويبدل الناس - بشكل عام - جهوداً مضنية من أجل تلافي أو القضاء على التوتر (4). وبما أن تبعات تغير المناخ مقلقة جداً، فإن الناس في معظم الحالات ينكرون ويتجاهلون الأخبار غير المريحة، ولهذا.. فإن توجيه اللوم إلى صاحب الرسالة وتشويه سمعته يعتبر خطوة طبيعية في هذا السياق.

والخشية من التوتر لا تعتبر هي السبب الوحيد وراء حماسة المتشككين بتنبؤات تغير المناخ. وتشير الروابط التي تم إثباتها ما بين المواقف المتشككة بتغير المناخ والأشخاص أصحاب التوجهات الفردية والسياسات التحررية إلى وجود جذور إيديولوجية قوية لهذه القناعات (5). وتؤدي التبعات المتوقعة لتغير المناخ إلى تحدي القواعد الأساسية لإدارة وتمويل وتحريك العالم الحديث. ولهذا.. فليس من المستغرب وجود ردود فعل استقطابية. لقد وجدت في مناقشاتي مع السياسيين أنه لم يتم إيصال رسالة التحذير من تغير المناخ بشكل سيء،

مستويات الثقة

وجد استطلاع حديث في بريطانيا أن حوالي ثلث الرأي العام يتفق وعبارة "يمكننا أن نثق بعلماء المناخ، ليخبرونا بالحقيقة عن تغير المناخ" كما يعترض عليها حوالي الثلث. يعتبر هذا أمراً مثيراً للقلق، خاصة في ضوء استطلاعات أخرى أشارت إلى أن أكثر من ثلثي الرأي العام البريطاني يتفق بأن العلماء يقولون الحقيقة بشكل عام.



الدراسات حول هذا الموضوع من قِبَل علماء الاجتماع والنفس، لكن هذا لا يعني أن علماء المناخ ونشاطه قد قرأوها واستوعبوا. ومن موقعي كمدير سابق لمتحف لندن للعلوم والمؤسسة البريطانية لمسح القطب الجنوبي والبرنامج الدولي للمحيط الحيوي والجيولوجي، أستطيع القول بأنه لم يتم فهم هذه الظاهرة من قِبَل المستويات السياسية العليا، بشكل خاص.

لقد كانت هناك بعض المواد المنشورة، مثل كتاب ناعومي أوريكس، وإريك كونواي، الذي يحمل عنوان «تجار الشك»، ونشرت دار بلومزبري في 2010، إذ يتضمن الكتاب تحليلاً حول التأثير السياسي لشبكة من النشطاء الليبراليين (المحافظين) لتعطيل إقرار التشريعات المنظمة لانبعاثات الكربون، ويصفه بأنه مؤامرة منظمة من أطراف «الشر». ويقدم هذا التفسير تبسيطاً مخللاً لواقع أكثر تعقيداً وإرباكاً، لكن كتابات علماء الاجتماع والسياسة المتنبصة تشرح الآليات الأكثر عمقاً التي يتم اللجوء إليها، وتبقى غير معروفة لمعظم علماء الطبيعة. وهذا ينبغي أن يتغير.

وجزء من المشكلة يتمثل في أن الباحثين مشغولون وغارقون في المعلومات. قالت لي مؤلفة أحد الفصول في التقرير القادم للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) أن أكثر من 800 ورقة علمية متخصصة في موضوعها نُشرت في سنة واحدة، مما يترك القليل جداً من الوقت لها لقراءات أوسع نطاقاً. ومن المفهوم، إذاً، أن يكون لدى العلماء ميل لتجاهل المواد المنشورة من حقول علمية أخرى، ولمؤلفين مجهولين. ومن أجل أن يمثلوا مصدرًا قيمًا للمجتمع، ينبغي لعلماء المناخ أن يكونوا خبراء في كيفية نقل نتائج دراساتهم إلى المجتمع بشكل أكثر كفاءة (انظر: go.nature.com/euzzf7).

هناك أيضًا حقائق غير مريحة ينبغي مواجهتها. فقد تسبب التسريب غير المسموح به لمراسلات البريد الإلكتروني لعلماء المناخ بجامعة «إيست أنجليا» في نوريتش، بريطانيا في نوفمبر 2009 - وأطلق عليه «كلامييت جيت» - في ترك إرث سلبي ينبغي إزالته. وبينما تركز قيادة علماء المناخ على نشر بحوث أكثر حول

نفس القضايا، تبدو غافلة عن متابعة الحقائق المتغيرة. وفي رأيي، لا يزال مجتمع علماء المناخ في حالة إنكار لهذه القضايا، ونحن كعلماء مناخ من عدة تخصصات طبيعية واجتماعية بحاجة إلى تنظيم جهودنا وأهدافنا، وإعادة تأسيس مصداقيتنا ومعرفة وفهم الجمهور المستهدف واتخاذ القرارات حول أنسب الوسائل في التعبير عن رسائلنا. وفوق كل هذا.. علينا أن نقوم بتطوير مبادرات جديدة و متماسكة للمشاركة معًا وبنشاط كبير في الحوارات السياسية والعامة.

لماذا لا يفهمون؟

هناك قدر كبير من المعلومات المعروفة حول الأسباب التي تجعل الناس يتشككون في رسائل التحذير من تغير المناخ. حسب كتاب دانييل كاهنمان، الصادر في عام 2012 «التفكير ببطء وسرعة»، فإن الدماغ البشري قادر على تصديق أي شيء تقريبًا، وتعمل القيم والمعتقدات والمواقف في اللاوعي على تحجيم قدرتنا على تجميع الحقائق (1). وبهذا.. فنحن نميل إلى تصديق آراء من

اهتمام الرأي العام. لم يتم في الوثيقة الاعتراف بهذه المشاكل، أو اقتراح مواجهتها.

وبسبب الحاجة إلى تحقيق تقدم سريع، ومع استمرار تركيز القيادات الأكاديمية على نواح أخرى، يمكن لتوجه مختلف ينتقل من الأسفل إلى الأعلى أن يثمر طريقاً للأمام. وتظهر الخبرات المستفادة من السنة الدولية للأقطاب الجليدية 2007-2009 كيف يمكن لهذا النهج أن يكون فعالاً. لقد قررنا - كمشاركين في تخطيط نشاطات السنة الدولية للأقطاب الجليدية - أن نقوم بإشراك الجيل القادم من علماء المناطق الجليدية. لم تكن لدينا فكرة واضحة عن كيفية تحقيق ذلك، ولكن في النهاية قام العلماء الشبان أنفسهم باستخدام وسائل التواصل الاجتماعي لتأسيس «جمعية المهن الأكاديمية المبكرة لعلماء الجليد»، والاتفاق على أهدافهم المشتركة، والسعي لتنفيذها. لقد أصبحت الجمعية حاليًا قوة مؤثرة على أعلى مستوى من التنظيم والتخطيط الخاص بعلماء الأقطاب الجليدية.

وبنفس هذه الطريقة، أعتقد أن الإنترنت يمكنه توفير المنبر المطلوب لعلماء المناخ أصحاب العقليّة المشتركة والتميزين بالنشاط والتحفز من كافة التخصصات؛ لجمع قواهم، وتغيير تأثير علوم المناخ على الرأي العام والسياسيين. ويمكن بناء مثل هذا التوجه على عمل المواقع الإلكترونية والمبادرات الحالية الخاصة بعلم المناخ، مثل «العلم المتشكك»، والمناخ الحقيقي، ومختصر الكربون»، والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ؛ لتطوير منظومة من الرسائل الأكثر اتساقاً وأولوية وتوجهاً من تلك الموجودة حاليًا.

إن مؤشرات التحذير القادمة من الكوكب واضحة تمامًا. والآن هو الوقت الذي على مجتمع علماء المناخ فيه تبنى الصرخات العالية التي يطلقها راكبو الأمواج عندما تواجههم ظروف يصعب التعامل معها بشكل فريدي، حيث يقولون: «آنْ أوانْ صُئِعْ طُوفْ». ■

كريس رابلي: هو أستاذ علم المناخ في كلية علوم الأرض في الكلية الجامعية في لندن، بريطانيا.
البريد الإلكتروني: christopher.rapley@ucl.ac.uk

1. Kahan, D. M. et al. *Nature Clim. Change* <http://dx.doi.org/10.1038/nclimate1547> (2012).
2. Festinger, L. *A Theory of Cognitive Dissonance* (Stanford University Press, 1957).
3. Ding, D., Maibach, E. W., Zhao, X., Roser-Renouf, C. & Leiserowitz, A. *Nature Clim. Change* **1**, 462-466 (2011).
4. Weintrobe, S. 'The Difficult Problem of Anxiety in Thinking About Climate Change' in *Engaging With Climate Change: Psychoanalytic and Interdisciplinary Perspectives* (ed. Weintrobe, S.) (Routledge, in the press).
5. Poortinga, W., Spence, A., Whitmarsh, L., Capstick, S. & Pidgeon, N. F. *Global Environ. Change* **21**, 1015-1024 (2011).
6. Sarewitz, D. Workshop Paper, AAAS Scientific Responsibility, Human Rights and Law Program (2012); available at <http://go.nature.com/7fpus3>.
7. Shuckburgh, E., Robison, R. & Pidgeon, N. *Climate Science, the Public and the News Media* (Living With Environmental Change consortium, in the press).
8. Grundmann, R. *Sci. Technol. Hum. Values* <http://dx.doi.org/10.1177/0162243911432318> (2012).
9. McCallie, E. et al. *Mus. Soc. Issues* **2**, 165-184 (2007).
10. International Council for Science. *Future Earth: Research for Global Sustainability, A Framework Document* (2012); available at <http://go.nature.com/m3r1im>.



السيناتور الأمريكي صاحب التأثير جيمز إنهوفني (جمهوري من أوكلاهوما) لا يزال يدعي أن تغيّر المناخ خدعة.

الجمهور الفرصة لمعرفة المزيد عن القضايا ذات الطبيعة الإشكالية، والسماح لهم بتكوين وجهات نظرهم، واتخاذ مواقفهم الخاصة(9). وبالنسبة إلى المجموعة الكبيرة من الإثباتات التي يتفق عليها كافة علماء المناخ، فإننا بحاجة إلى تقديم نصوص إنشائية متناسقة ومتكررة ومستندة إلى مواد مرجعية مقنعة. وعلينا أن نعترف بأن هذا يعتبر شرطاً ضرورياً، ولكن غير كافٍ للتأثير على عملية صنع القرار ونقلها نحو حالة من الاستجابة العملية. وعلينا أيضاً أن نقدر بأن القضايا التي لا تنفق عليها كعلماء للمناخ ليست بذات أهمية لصناعة القرار، بقدر ما هي ضرورية لتوضيح حدود المعرفة التي نملكها حاليًا، وعلينا أيضاً أن نتحاور مع محرري الصحف والسياسيين بشكل شخصي.

دعوة إلى العمل

من يستطيع أن ينظم مثل هذه المبادرة؟ تمتد علوم المناخ عبر عدة تخصصات أكاديمية، ولا توجد مؤسسة مهنية ذات نطاق شمولي تقوم بتمثيل علماء المناخ وإسماع صوتهم. وأحد الخيارات المتوفرة هو المجلس العالمي للعلوم، ومقره في باريس، إضافة إلى شركائه من المؤسسات الأكاديمية والحكومية. وفي مارس من هذه السنة قام المجلس بإطلاق استراتيجيته التي تمتد لمدة عشر سنوات، بعنوان «الأرض المستقبلية»، والتي تطمح إلى إعادة تشكيل برنامجه الخاص بالتغير العالمي؛ ليقدم احتياجات المجتمع بشكل أفضل(10).

وهذه الوثيقة تبدو مثيرة للإحباط. صحيح أنها تقدم رؤية تتوجه أكثر تنظيمًا مع نطاق واسع من الشراكات وإمكانات لتواصل أفضل مع صنع القرار، ولكنها مكتوبة بطريقة تفترض عدم حدوث قضية «مناخ جيت» ونمو المعاهد البحثية المتشككة في تغيّر المناخ، وتنامي عدم

حول مصداقية البحث العلمي لعام 2010 إطرًا يمكن البناء عليه (www.singaporestatement.org). ويجب أيضًا التعامل الجاد من قبل العلماء ومحرري المجلات العلمية مع مظاهر الضعف في المراجعات التقييمية للأبحاث العلمية، وخاصة ما يتعلق بتناقض المصالح ومدى وفعالية التحليل النقدي، وأن تكون الحلول التي يتم التوصل إليها متاحة لاطلاع الرأي العام.

قواعد «الاشتباك»

تميزت المنظمات ومعاهد التفكير المناهضة لتغير المناخ بالفعالية، لأنها تمكنت من فهم وتطبيق الرؤى الحديثة للعلوم الاجتماعية. تقدم هذه المنظمات رسائل بسيطة تتم صياغتها للتوافق مع مجموعة قيم محددة ووجهات نظر عالمية. يتميز تدفق التعليقات من هذه المراكز بالاستمرارية والتوافق، وبكونه مدعومًا بمواد توفر مداخل حوارات أكثر عمقًا، كما يتم نشر وتضخيم وجهات نظرهم من قبل قطاعات متعاطفة في الإعلام والقوى السياسية، تم بناؤها وتمييزها بشكل شخصي.

وفي المقابل يقدم علماء المناخ رسائل موجهة إلى صناع القرار والرأي العام، تتميز بكونها فنية جدًا ومفصلة بشكل كبير. ومثل هذه الرسائل تكون متناثرة، وتعاني من عدم اليقين وتغفل تمامًا أهمية التعامل مع المشاعر والروابط التي تثيرها، كما أن هناك الكثير من الاعتماد على النموذج الخطأ حول النقص في المعلومات الذي بموجبه يتم النظر إلى غير الخبراء وكأنهم عبارة عن أوعية فارغة يمكن تعبئتها «بالحقيقة».

ويتم عادةً تقديم هذه الرسائل عن طريق الحوار، وهذا ما يعزز الإحساس «بالحماسة الوطنية» والاعتقاد بأنه لا يزال هناك الكثير من الشكوك تحوم حول الحقائق العلمية. أما الشيء الأكثر تأثيرًا، فيتمثل في اللقاءات والاجتماعات الشخصية، أو النشاطات الحوارية التي يقودها الجمهور، مثل تلك التي يقدمها مركز «دانا» التابع لمتحف العلوم. يقوم هذا المركز بتنظيم حوارات بين خبراء يمثلون عدة وجهات نظر مع مجموعات نقاشية صغيرة، ما يمنح المشاركين من

ضرورة إحكام التدقيق على الباحثين الممولين بسخاء

«احتياطات إضافية لمراجعة النخبة الحاصلين على منحٍ تعزّز رسالة معاهد الصحة

الوطنية الأمريكية» جيريمي م. بيرج

يجب ألا تكون العامل الوحيد الذي نأخذه بعين الاعتبار عند صناعة القرارات المتعلقة بالتمويل.

وهناك أسباب جيدة للنظر في قدر التمويل الذي يحصل عليه باحث ما.. فعندما يتعامل مختبر واحد مع عدد من المشاريع، لا بد من أن يحصل هناك تداخل بينها، وهنا ستكون تكاليف التشغيل مغطاة على سبيل المثال. إن إعطاء منحة أخرى لنفس الباحث، قد يكون له تأثير أقل من إعطاء نفس المنحة لشخص آخر ممن له نفس النتيجة المثبتة، وليس لديه أي تمويل، أو لديه قدر ضئيل منه. وقد أظهرت في دراسة أجريتها في المعهد الوطني للعلوم الطبية العامة أن إنتاجية الأبحاث المقاسة بعدد المنشورات أو الاقتباسات التي وصل معدلها أعلى من مجموعة من الباحثين ممن لهم مستويات متشابهة من الدعم، لم تزد مع زيادة مستوى الدعم، ولكنها توقفت عند سقف ثابت يصل إلى ٧٠٠,٠٠٠ دولار أمريكي، وذلك كتكاليف مباشرة للباحث الواحد.

ونجد أن بعض الباحثين أفضل من غيرهم في إدارة كميات كبيرة من الموارد. وإذا كان أداء باحث ما أقل من المستوى المطلوب، فهذا يعني أن تمويل باحث آخر قد يعد استثماراً أفضل. وعلى معاهد الصحة الوطنية الأمريكية الاستثمار في مدى واسع من البحوث، فإذا كان العلماء ممن تم تمويلهم جيداً، فمن الممكن أن يكون هناك تمويل كافٍ للمجال الذي يعملون فيه من مصادر أخرى.

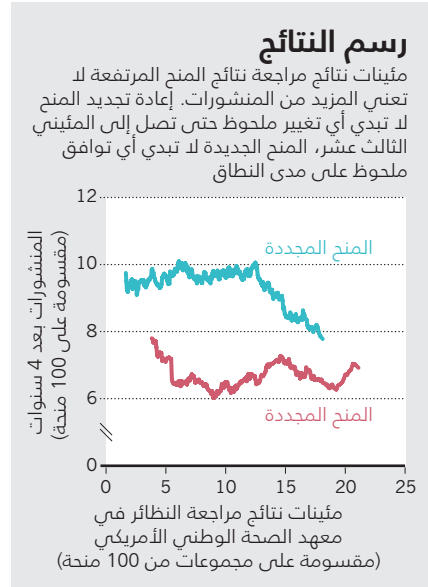
إن إضافة طبقة تدقيق ليست بالإجراء المثالي. ومن الأفضل أن يكون الحد أقل من مليون دولار أمريكي، وأن يتم التحويل خارج معاهد الصحة الوطنية الأمريكية. وتعني الاستثناءات في هذه السياسة أنه سيكون من السهل المراوغة.. فعلى سبيل المثال، إذا أعطيت منحة لعدة باحثين عاملين على نفس المشروع، فإن التدقيق الإضافي يطبق فقط إذا كان مجموع المبلغ الذي يحصلون عليه أكثر من مليون دولار أمريكي من المعهد. وهنا أتخوف من أن يقوم بعض مقدمي الطلبات بضم باحث مساعد؛ ليحصل على مبلغ أقل، وبذلك يتجنب الباحث الرئيس التدقيق.

ومن وجهة نظري، يجب إعطاء الأولوية للباحثين الذين يتقدمون بمشاريع متميزة، وليس لديهم الكثير من المصادر، أو ليس لديهم أي مصادر دعم، كالباحثين على بداية طريقهم العلمي، أو المنتجين والمتمكنين منهم، على أن يكون تمويل هؤلاء - على الأرجح - له أثر أكبر، إما عن طريق إنشاء مختبرات جديدة، أو الإبقاء على تلك المختبرات العاملة بفعالية، بدلاً من إعطاء تمويل هامشي لباحثين لديهم مصادر أخرى للدعم. ■

جيريمي م. بيرج: هو مساعد نائب رئيس الجامعة لاستراتيجية وتخطيط العلوم (علوم الصحة)، جامعة بيتسبرج، بنسلفانيا ١٥٢٦٠، الولايات المتحدة الأمريكية. بريد إلكتروني: jberg@pitt.edu

لديهم القدرة للحصول على البيانات الخاصة بمقاييس معاهد الصحة الوطنية الأمريكية، ولا الوقت لتحليل هذه المعلومات.

ولعملية مراجعة النظائر الكثير من المحددات، فحتى تتم مقارنة وترتيب طلبات التمويل على المئات من أقسام معاهد الصحة الوطنية الأمريكية، على الإداريين تعيين قيمة مئينية لكل نتيجة في عملية مراجعة النظائر. وأول مئيني (أعلى ١٪) يتوافق والطلبات الأفضل. وللقيم المئينية محددها النابعة من احتمالية تحيز



المراجعين الأساسيين، بالإضافة إلى خصائص العملية المستعملة لحساب المئينات، وكذلك العلم بأنه يتم الحكم على الطلبات بناءً على إمكانية المشروع المطروح من الكشف عن تطورات علمية مستقبلية. وهذا أمر يصعب التكهّن به.

معايير المنح

وخلال عملي كمدير في المعهد الوطني للعلوم الطبية العامة، قمت بتحليل فعالية نتائج عملية مراجعة النظائر في التنبؤ بالإنتاجية العلمية. واعتمدت في حكمي على اعتبارات مختلفة، منها عدد المنشورات، والاقتباسات، والمنشورات العالية بالاقتباسات بعد مرور أربع سنوات على التمويل. ووجدت أن توزيع النتائج المئينية لمقدمي الطلبات قد توافّق مع الاختلافات في الإنتاجية المستقبلية إلى حد ما، ولكن المنشورات المتباعدة بفارق خمس إلى عشر نقاط مئينية لم تختلف بشكل ملحوظ (انظر إلى رسم النتائج). ونلاحظ أن تمويل المنح باتباع ترتيب مئيني بحث لا يعني بالضرورة أن الأبحاث التابعة ستكون ذات جودة أعلى. ومن هنا، فإن النتيجة المئينية

تصل إلى معاهد الصحة الوطنية الأمريكية طلبات تمويل مشاريع علمية بارزة، وبأعداد أكبر من أن تستطيع ميزانية هذه المعاهد تحمّلها، حيث وصل المعدل العام لنجاح هذه المنح إلى ١٨٪ في السنة المالية ٢٠١١، وهذا أدنى انخفاض تم تسجيله في تاريخ المراكز.

وأعلنت الوكالة في الشهر الماضي عن سياسة، سيتم تطبيقها في الدورة القادمة لمنح ال آر. زيرون (R01). وتنص هذه السياسة على أن أي باحث يحصل على تمويل بمبلغ أكثر من مليون دولار أمريكي في السنة (وهذا لا يشمل [التكاليف غير المباشرة] التي يتم دفعها لجامعة الباحث)؛ سيتعرض لمراجعة إضافية، حيث ستقوم مجالس الشورى للوكالة بفحص مدى تميز المشاريع المطروحة عن أعمال الباحث الممولة الأخرى. وإذا كانت الحالة هي حالة إعادة تمويل بحثي؛ ستتم دراسة إنتاجية المشروع، وكذلك النظر إلى القيمة التي سيقدمها المشروع لبرنامج الباحث ومشاركاته، وسيتم إعطاء هذه الدراسة التحليلية لموظفي البرامج في المعاهد، الذين سيقومون - بدورهم - بتقديم توصيات بشأن التمويل. وقد انثقت هذه السياسة؛ لما أضافتها من أعباء إدارية على المعاهد، وكذلك لاحتمالية معاقبتها لأكثر العلماء إنتاجية. وفي اعتقادي، ستعمل هذه السياسة على إبطاء عملية مراجعة النظائر، كما ستساعد على تحديد أفضل مقاييس ممكنة للأبحاث الممولة من قبل معاهد الصحة الوطنية الأمريكية، وذلك على المديين القصير، والطويل.

وفي المعهد الوطني للعلوم الطبية العامة، في بيفسيدا، ميريلاند - حيث عملتُ كمدير، بدءاً من عام ٢٠٠٣ إلى ٢٠١١ - ولحوالي عقدين من الزمن، كان يتم تشديد الرقابة على طلبات الباحثين الحاصلين على أكثر من ٧٥٠,٠٠٠ دولار أمريكي في السنة، لتغطية التكاليف من جميع الجهات الممولة، ومن ضمنها الطلب المعلق للمعهد الوطني للعلوم الطبية العامة. وهذه السياسة ليست بسقف، ولكنها تُعد أداة مفيدة في إدارة الموارد القادمة من أموال دافعي الضرائب، بغية تحقيق أهداف كل من المعهد الوطني للعلوم الطبية العامة، ومعاهد الصحة الوطنية الأمريكية. وقد أثر هذا التدقيق في توزيع المصادر، وذلك إما عن طريق حجب التمويل عن الباحثين الممولين جيداً، أو تقليبه، وإما من خلال توفير منح لهم، بشرط ألا تتم إعادة تجديد تمويل مستقبلي. وكان هذا من شأنه أن حرر بعض المال لباحثين آخرين، كما سمح للباحثين الممولين بسخاء من تغيير طرق بحثهم. وإذا تم تطبيق هذه السياسة بفعالية، فإنها سوف تكون خطوة في الاتجاه الصحيح.

ويجادل منتقدو معاهد الصحة الوطنية الأمريكية بأنه بالرغم من أن عملية مراجعة النظائر لا تكلو من العيوب، لكنها تعد أفضل نظام لتقييم المشاريع العلمية. ويحاول عديد من المراجعين أن يتأكدوا من أنه لا يتم تداخل كبير بين مشروع جديد، وآخر ممول، ولكن ليس

والفردية، على حد سواء، لدى محاولة شرح خياراتنا الموسيقية، ويقدم نقدًا مناسبًا للدراسات التي تدعي أن الاستماع إلى مؤلفات موتسارت يمكن أن يعزّز الذكاء. ينظر هوروفيتز أيضًا إلى كيفية استخدام الموسيقى والمؤثرات الصوتية في مجال الترفيه والإعلان، التي غالبًا ما تعتمد على مبادئ الإدراك السمعي التي كانت معتمدة لوقت طويل قبل أن يتحسن فهم أسسها البيولوجية. وبنافش رد فعل الجسم على الصمت والأصوات العالية، وكيف يمكن لبعض الأصوات، ذات الطابع الإيقاعي، في أحيان كثيرة، أن تحفز النوم وغيره من الحالات المعيّنة للدماغ. كما يشير المؤلف إلى أن الوسط الصامت حقًا لا وجود له في الواقع، لأن الأصوات التي لا يمكن سماعها من قبل البشر يمكن للأصوات الأخرى سماعها بسهولة. وحتى في حال غياب أي مصدر للصوت، فإن الخصائص الصوتية للبيئة تؤثر على إدراكنا. يتمثل هذا بالشعور بعدم الاستقرار الذي كثيرًا ما يراودنا عند الدخول إلى الغرف عديمة الصدى، حيث تمتص الجدران كافة الأصوات والأصداة التي تملأ الغرفة الاعتيادية النمطية.

لا يتوقف اهتمام هوروفيتز بالجانب المربك من عالم السمعيات عند هذا الحد، فهو يمضي في اعتبار كيف تم استغلال تطبيقات الصوت الشريرة في الحرب النفسية، كما هو موضح، على سبيل المثال، بفعل أصوات عويل القاذفات الألمانية ستوكا أثناء الغارات الجوية لقصف المدن في الحرب الأهلية الإسبانية والحرب العالمية الثانية.

في الفصل قبل الأخير، يعلّق هوروفيتز آمالاً على البحوث المستقبلية الواعدة، بدءًا من التحدي المتمثل في استعادة السمع عن طريق إعادة إنماء خلايا الأذن الحسية المشعّرة - التي تتأثر سلبًا بسهولة كبيرة بكل من التقدم في العمر، والأصوات المرتفعة، والعدوى - وصولاً إلى الاستماع للمشاهد الصوتية للكواكب الأخرى. وأخيرًا، يحتفل بما يسميه «أعنية الدماغ»: الجوقة المميزة من النقرات، التي تشير إلى النشاط العصبي، والتي يمكن تسجيلها عبر مراقبة الصوت عند وضع إلكترود في الدماغ. كما يتوقع أن العقل قد يُشكّل من «أوركسترا النيورونات» الممثلة للنشاط عبر الدماغ ما يشبه مكونات الموسيقى إلى حد كبير، يتجاوز بكثير مجرد مجموعة من الملاحظات.

و«الحاسة الشاملة» سردية شخصية واضحة، تُزيّنها روحُ الدعاية، ويتخللها عديدٌ من الحكايات من التجربة الشخصية لهوروفيتز نفسه كعالم ومؤلف ومنتج للموسيقى الإلكترونية. ورغم أن هذه الإضافات تشكل رابطًا لفصول الكتاب المختلفة، إلا أن إدراجها يحرف مضمون الكتاب نحو اهتمامات المؤلف. إنَّ تغطية الكتاب للسّمع من الناحية العلمية العصبية تبدو غير متكاملة. وعلى سبيل المثال، لا يذكر هوروفيتز الكثير عن الأساس العصبي الممكن للاختلافات في القدرات الموسيقية واللغوية، لكنه لم يهدف إلى جعل كتابه مدرسياً، وبدلاً من ذلك، ومن خلال تعميق روايته بالأمثلة المألوفة - مثل السبورة - يقدم هوروفيتز رؤية راعّة عن التأثير الملحوظ للصوت على أعمال الدماغ. ■

أندرو ج. كينج، هو الباحث الرئيس في ويلكوم ترست، وأستاذ الفسيولوجيا العصبية بجامعة أكسفورد، المملكة المتحدة. البريد الإلكتروني: andrew.king@dpag.ox.ac.uk



يمكن للأصوات أن تكون ذات تأثيرات قوية على عواطفنا وذكريتنا.

علم الأعصاب

الأذنان تمتلكها

يتميز أندرو كينج برأي شخصي عن تأثير الصوت على كل من الحياة والتطور والدماغ.



الحاسة الشاملة: كيف يؤثر السمع على شكل الدماغ
ست أوروبفيتز، الناشر:
بلومزبري: 2012. 320
صفحة، 25,00 دولارًا
أمريكيًا، 15,99 جنيه
استرليني

تفاصيل الخصائص التي تطورت لدى الضفادع والخفافيش لإنتاج الأصوات ذات الترددات بالغة الانخفاض، والاستماع إليها، أو الترددات بالغة الانخفاض، على التوالي. ويعد فكرة عامة موجزة عن تنظيم المناطق السمعية في الدماغ، يصف هوروفيتز مدى فعالية الأصوات في إثارة ردود الفعل العاطفية، أو جذب انتباه المستمع. ويمكن بالطبع لأي حاسة من حواسنا تحقيق ذلك،

لكن الإشارات الصوتية، وخاصة الموسيقى، تبدو ذات تأثير قوي بشكل خاص على عواطفنا وذكريتنا. ويقودنا هذا التأمل إلى فصل يناقش التحدي المتمثل في فهم تفاعلنا مع الموسيقى.. فأن نجد مقطوعةً موسيقيةً ما لطيفة أمر لا، أمرٌ يتجاوز مسألة فيزياء الصوت كثيرًا. ويؤكد هوروفيتز على ضرورة الانتباه للفروق الثقافية

لماذا يسبب حكّ أظافرك على السبورة هذه الشدة في رد الفعل؟ هذا أحد الأسئلة العديدة التي تناولها كتاب ست هوروفيتز (الحاسة الشاملة The Universal Sense). إنَّ حاسة السمع تؤمّن مصدرًا واسع الغنى من المعلومات عن العالم، كما تلعب دورًا رئيسًا في التواصل عن طريق الكلام والموسيقى. في هذا الكتاب الممتع، يصف هوروفيتز الطرق الفذة التي تتمكن فيها مختلف أنواع الأحياء من إصدار الأصوات والاستجابة لها، وكيف كان تأثير ذلك على شكل البيئات السمعية والصوتية لها.

يبدأ هوروفيتز بطرح سؤال عن الشكل المحتمل للكرة الأرضية الصاخبة قبل ظهور أول المخلوقات القادرة على سماع الأصوات البدائية للأمطار والبراكين وسقوط النيازك، وكيف تمكنت الحياة من تغيير هذا المشهد الصوتي، ثم يسلط الضوء على المظاهر المميزة للأصوات اليومية، كأصوات تغريد العصافير، ويشرح كيف يمكن للخصائص الصوتية للمباني، وأسطح الطرق وغيرها من المكونات البيئية الأخرى أن تؤثر في الأصوات التي نسمعها فعليًا.

ومع الانتقال إلى القدرات السمعية لمختلف أنواع الأحياء، ينظر هوروفيتز إلى التحدي الذي يمثله السمع تحت الماء، حيث ينتقل الصوت بسرعة أكبر من سرعة انتقاله في الهواء. كما يتطرق أيضًا إلى سرد

الناس، والطريقة التي ينظرون من خلالها إلى الحياة الحقيقية والاصطناعية.

من أين استوحيت إلهامك لمشروع «الأخوات الخمسين»؟

لقد استخدمتُ الشعار الخاص بكل شركة من خمسين شركة نفط، ومن هذه الشعارات طوّرتُ خمسين نبتة اصطناعية غريبة المظهر، تظهر على مطبوعات رقمية ضخمة. فمثلاً، يحتوي شعار شركة BP على زهور، وثمة صفحة نظيفة تحبّي تحتها شيئاً عميقاً. إن الطاقة الرخيصة والمتوفرة بكثرة هي السبب الذي جعلنا نحيا بسلاسة وراحة نسبيين. لذا.. لا يمكننا أن ننكر فوائد النفط، ولكن علينا أن نعي أن اعتمادنا على الوقود الأحفوري لا يأتي بالمجان، وإنما له ضرائب عديدة. منذ زمان سحيق كان النفط عبارة عن عوالم نباتية وغيرها من نباتات قديمة قَدِم التاريخ، ولقد استغرقت ملايين السنين لتتحول إلى نفط، وإنها لمفارقة عجيبة أننا يحرّفنا الوقود الأحفوري نُعيد مناخنا إلى أوضاع مشابهة لتلك التي كانت سائدة عندما كانت تلك النباتات تتطور.

كيف يغيّر الكمبيوتر الطريقة التي ننظر بها إلى الفن؟

لا يزال معظم العملية الإبداعية بيد الشخص الذي يرمج الكمبيوتر، ولكن علاقتنا مع الكمبيوتر على وشك أن تتغير الآن؛ لتتيح المجال لعلاقة لا يكون فيها الكمبيوتر أداة سلبية منفصلة، وإنما سيسهم في العملية الإبداعية. وعلى الأجهزة الحالية أن تستفيد من هذه الإمكانيات المحتملة.. فالكاميرا الرقمية - على سبيل المثال - تستخدم خوارزميات عالية لتقدم اللقطة بأفضل طريقة ممكنة، وجميع احتمالاتها، حتى إن غطاء العدسة في بعض الأحيان لا يفتح إلا عندما يبدأ الشخص الذي يتم تصويره في الابتسام، وهذا يحجّم دور المصور، ويجعله دوراً سلبياً منفصلاً. إن الانخفاض الهائل في الإبداعية بما يرضي ذوق العامة - حيث هذه الآلات في متناول اليد - لهو أمرٌ في منتهى الخطورة. ويجب أن تترك الآلات مجالاً للصدفة وللحوادث العَرَضية، مسهمهً بذكائها فقط، دون أن تُملي علينا ما يجب أن نفعله.

هل يمكن للكمبيوتر أن يكون مُبدِعاً بمفرده؟

عندما بنى «تشارلز باباج» محركه المُحلل، الذي كان أول بذرة للكمبيوتر بشكله الحالي، كتبت ملهمنه ومساعدته آدا لوفليس قولاً مأثوراً، هو: «يمكنه أن يفعل أي شيء نأمره بفعله»، لكنه «ليس قادراً أبداً على ابتكار شيء أصيل». هذا النقد المأثور مازال قائماً إلى يومنا هذا. ومع أننا نملك الآن آلاتٍ قهرت أذكي لاعبي الشطرنج في العالم، وأثبتت نظريات لم يتمكن البشر من إثباتها، إلا أننا لم نبن بعدُ آله خلاقهً مبدعة، ولكني أظن أننا سنفعل هذا في يوم من الأيام. لقد صمّم المؤلف الموسيقي «دافيد كوب» برنامجاً يولد سيمفونيات تشبه موسيقى موتسارت، ورحمانوف، حتى إن المستمع الخبير قد لا يتمكن من التمييز بينها. كما أمضى فنان البصريات هارولد كوهين عشرات السنين يطور برنامجاً كمبيوترياً، اسمه «فنان»، قادراً على توليد رسوم وهياكل رمزية. وثمة جدل حول مدى إبداعية هذه البرامج، ولكني أعتقد أنها تتحدى تفوق البشر، الذي نعتبره أمراً مفروغاً منه. وسيستمر الكمبيوتر في التطور، وسيستمر معه تغيّر فهمنا للإبداع. ■

جوشوا هوفمان



«سلسلة التشكل» التي قام بها جون ماكورماك تستكشف التطور المحوسب لبعض النباتات الأسترالية الأصلية.

س و ج جون ماكورماك

«التنبؤ» بمستقبل السلالات النباتية

يقوم فنان الميديا جون ماكورماك باستخدام الخوارزميات المحوسبة، ليتخيل ما ستبدو عليه في المستقبل النباتات الأصلية الأسترالية. وبينما هو يستعد لمشروعيه الجديدين - واسمهما: «شكل الرمز» Codeform، و«الأخوات الخمسون» Fifty Sisters - لمهرجان «أرز إلكترونيكا فيستيفال» في لينز بأستراليا، قمنا بمقابله، وتحدثنا معه عن التطور الرقمي والأنظمة البيئية الافتراضية.

هل يمكنك أن تخبرني قليلاً عن عملك؟

أنا أستخدم خوارزميات متطورة؛ لأخلق أشكالاً مصنّعة من الحياة، يصعب، بل يكاد يكون من المستحيل، تصميمها بشكل مباشر. وأستعمل لهذا الغرض عملية مشابهة للتربية الاصطناعية التي تطوّر صفاتٍ جمالية وسلوكية. وبمقدور الكمبيوتر أن يجد تفاصيل دقيقة وغيرها معقدة لا يمكنني أن أتخيلها بنفسه، وهو بذلك شريك خلاق، يتيح لك أن تمسك بالخيال، وتحوّله إلى حقيقة. لقد أخبرني البعض أن زيارة منشآتي هي أشبه ما تكون بالسير في غابة غريبة عجيبة.

ما مدى تأثير الحياة البرية الموجودة حالياً في أستراليا على عملك وما تقوم به؟

لقد ترعرعت هناك. ولذلك.. أتحت لي فرصة التعرف على الكثير من الحياة النباتية والحيوانية، ما ترك أثرًا لا يُحى في الطريقة التي أرى بها الطبيعة. أذكر أننا ذهبنا ذات مرة في رحلة مدرسية إلى إحدى الغابات، وأمضينا أياماً ننظر ونتمتع في كل ما يمكننا أن نراه ضمن متر مربع واحد من الغابة البرية. كان التنوع الهائل في المتعضيات الموجودة في تلك المساحة الصغيرة شيئاً مدهشاً حقاً. ورغم وجود بضعة أمتار فقط تفصل بين طالب وآخر، إلا أن كل شخص وجد فصائل مختلفة كلياً عما وجده غيره.

كيف تتخيل خوارزمياتك مستقبل الأنواع والفصائل الأصلية الحالية؟

لقد تأثرتُ بالعالم الحيوي المَجري «أرستيد ليندنماير» الذي قام في الستينات بابتكار نظام حسابي شكلي لعمل نماذج عن نمو النباتات والمتعضيات البسيطة متعددة الخلايا، وقام بالمشاركة في تأليف كتاب يدعى «الجمال الخوارزمي للنباتات» [سبرينجر، 1990].

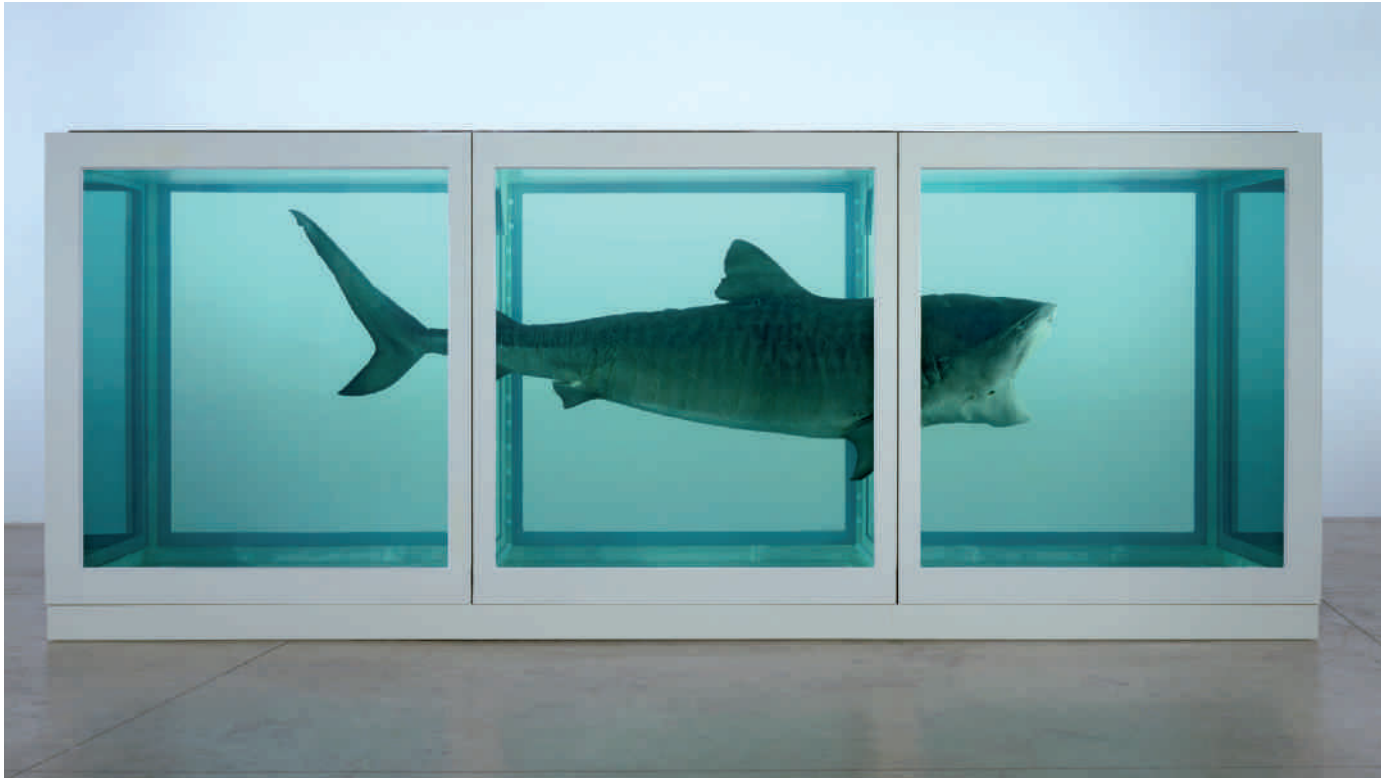
ويُظهر هذا الكتاب كيف يمكن أن تنشأ أشكال معقدة بواسطة اللجوء إلى قواعد بسيطة من الاستبدال والتبديل. ولقد استخدمتُ هذه الفكرة في البداية كأساس لصنع أشكال متحركة لنباتات مُتخيّلة، ثم في عام 2006



أنجزت مشروع لوحة إعلانية ضخمة على الطريق السريع الرئيسي في كوينزلاند، حيث صنعتُ سلسلة من الصور الثابتة لسلالات مهجئة من نباتات متخيّلة، ولكن تمت إزالتها؛ كي يتم توسيع الطريق. في البداية اعتقد الناس أنني رسّامٌ رائع، لكن خابت آمالهم عندما عرفوا أن هذه النباتات الغريبة قد «نمت» داخل الكمبيوتر!. والحقيقة هي أنه من غير الممكن أن ابتكر هذه النباتات من خيالي المحض.

هل يمكن لمتعضياتك المُتخيّلة أن تتفاعل وتتواصل؟

إن مشروع «شكل الرمز» يمثل منظومة بيئية تفاعلية افتراضية. ويحصل الزائر للمتحف على بطاقة، وما إن يتم مسحها، حتى يقوم شريط الرمز عليها بإنتاج المادة الوراثية للمخلوق الرقمي. وفي غرفة كبيرة بحجم مخزن هائل توجد ثمان آلات عرض مجسّمة، عالية الدقة، وبواسطتها يمكنك أن ترى مخلوقك يتحرك ويتكاثر مع الآخرين. تتعامل هذه القطعة مع الحمض النووي الريبي (دي.إن.إيه) على أنه رمز للحياة، ولقد أعطيتُ إيليّ هذا الرمز، ولا يمكن أن تغيّره. إن هذا العمل ذو مستوى وحجم هائلين، ويتميز بغرابة الجو المحيط وما فيه، وأنا أرجو أن يكون هذا كفيلاً بأن يوسّع خيال



برغم الاستحالة المادية (الفيزيائية) للموت في عقل شخص حي، لا يقوم الفنان داميان هيرست بأي مسعى لجعل الموت رومانسيًا.

تشریح

مسلوخ، ومخلل، وملدن

إوين كالواي يسكتشف تيارات متعكسة قهريًا في عرضين متباينين جدًا من الحيوانات النافقة والمعروضة على بُعد بضعة كيلومترات عن بعضها البعض.

موضوعين مقابل بعضهما البعض، كما لو كانا يحرسان المعرض. خنوص* ضئيل وحمّل، كلاهما (مقشوران)، يقفان وجهًا لوجه، كما لو كانا في حظيرة مرعبة من الحيوانات الأليفة. وسمكة القرش تكسّر بدهاء وهي تحوم فوق كبدها الكبيرة التي تساعد على الطفو. أما اعتراضى الهامشي الوحيد، فهو عن عدم ورود اسم النوع لهذه الحيوانات، وهو قرار غريب في متحف هو الشاهد على التسمية العلمية التي وضعها لينبوس. والعديد من قطع هيرست الأكثر شهرة من السهل التعرف



قرش جونتر فون هاجينز يجوم، وتتوهج أوعيته الدموية الحمراء.

بإعداد (الحيوانات). يُفتتح المعرض بتكريم ريتشارد أوين، عالم التشريح المقارن الذي أسس (إن إتش إم)، والذي صاغ مصطلح التناظر بفعل النشوء homology للإشارة إلى البنى ذات الأصول التطورية المشتركة، مثل الأجنحة والأذرع.

ومن السهل النظر إلى التشريح كَفَنٌ هنا، فالمقطع العرضي لشراخ من تمساح، وسمكة الإبرة needfish والحيوانات الأخرى مُعلّقة مثل اللوحات، ولكن بشروح مثل رسوم الإيضاح التشريحية. وغالبًا ما تُصَب هذه الحيوانات الكاملة إلى حد أو آخر في وضعيات فنية، مثل قط، مع العضلات والجلد وإزالة ساقين، يستلقي على جانبه، كما لو كان يلعب مع كرة من الخيط، ويعرض مشهدًا لتجويفه الصدري. هناك كذلك وضعية زوج من حيوان الرنة، أحدهما بالساقين ممتدتين، كما لو كان الحيوان في منتصف حركة القفز، والآخر في وضعية كما لو كان على وشك القفز، حيث تسلط الضوء على البنية العظمية للحيوانين.

والمعالجة الأكثر إثارة للدهشة من بين معالجات فون هاجينز هي نزع الجلد والعضلات والأعضاء، وترك الأوعية الدموية فقط محقونة بمواد صمغية الملونة. هناك مثلًا رأسًا حصانين كثيفين بالشعريات الدموية، لدرجة أنهما يبدوان كما لو كانا مصنوعين من رغوة حمراء،

في قاعة من القاعات يمكنك أن ترى رأس حصان مشرّجًا بالطول إلى ثلاثة أقسام، تبعد بضعة سنتيمترات عن بعضها البعض. وفي قاعة أخرى، ترى سمكة قرش مسلوخة طولها متران، تحوم، وتتوهج أوعيتها الدموية الحمراء. وكلاهما من عمل الثوري المثير للجدل، الذي حقق الثراء من إبداعاته البشعة.

أنا بالطبع أصف المعرض المثير لعالم التشريح جونتر فون هاجينز في متحف التاريخ الطبيعي بلندن، المعروف اختصارًا بـ (إن إتش إم)، الذي هو بمثابة حديقة حيوان عُولجت بطريقة التلدين - تلك الطريقة الحاصلة على براءة اختراع - وهي الطريقة المستخدمة في معرضه عوالم الجسد Body Worlds، الذي استقطب أعدادًا كبيرة من الزوار. قد يثير المعرض حسد الفنان البريطاني داميان هيرست، وهو ليس بغريب عن الحيوانات الميتة، حيث يقام عرض حول تاريخ مسيرته الفنية على بُعد بضعة كيلومترات في متحف تيت مودرن.

ويجاهد فون هاجينز لتعريف نفسه كعالم، حتى وإن كان عالمًا «يمتلك حسًا جماليًا». ومعرضه «الحيوانات من الداخل إلى الخارج» هو نتاج تعاون بين (إن إتش إم)، ومعهد فون هاجينز للتلدين في هايدلبرج بألمانيا (هناك فرع في داليان، الصين، مختص

ملخصات كتب

الحيوانات من الداخل إلى الخارج
متحف التاريخ الطبيعي في لندن.
حتى 16 سبتمبر 2012، ثم ستنتقل في جولة.

داميان هيرست

تيت مودرن في لندن.
حتى 9 سبتمبر 2012.

عليها. إن الاستحالة المادية للموت في عقل شخص حيّ (1991)، هي عبارة عن سمكة قرش النمر من النوع جاليوسيردو كوفير Galeocerdo cuvier التي طولها أربعة أمتار، محفوظة في الفورمالديهايد، وتطفو في صندوق عَرَضها بجلد يشبه قماش الجينز المعجد، وبزعانف غريبة الشكل، وفم فاغر يكشف عن أسنان مدورة لا تشبه الشفرت. والإبداع الشهير الطفل والأم المنقسمان (1993) Mother and Child Divided يعرض بقرة وعجلاً، كل منها مشطور عبر طول الجسم، ويحوم كل شطر في واحد من أربعة صناديق عرض زجاجية مملوءة بالفورمالين. والعمل يحمل شبهاً عابراً بإبداعات فون هاجينز، إلى أن تمز بين الجثث المقسومة. وبدلاً من درجات الأحمر والبنفسجي الزاهية، هناك أعضاء ذابلة بلون رمادي قاتم.

ومن المثير القول بأن الفنان البريطاني قد يتعلم أمراً أو اثنين من الألماني المتميز حول حفظ الحيوانات، ولكن هذا يجانب الهدف من هذه القطع بالذات: من أن الموت قبيح، ومروع، ولا مفر منه، وأن تجميله لهو أمرٌ مُصَلَّل.

وبين يدي هيرست قد يكون الموت جميلاً أيضاً، فلم تستخدم أجنحة الفراشات لإحداث أثر أكبر من أثرها في أبواب لمملكة السماء (2007) Doorways to the Kingdom of Heaven، وهي لوحة ثلاثية الجوانب triptych تشبه النوافذ الكاتدرائية ذات الزجاج الملون. الوقوع والخلاص من الحب (1991) In and Out of Love هو عبارة عن غرفة مشرقة ورطبة، مليئة بمئات الفراشات المرفرفة. وأثناء مشاهدتي لها تبدو إحداهما ميتة، إلى أن يلتقطها موظف المتحف، ويضعها في إناء يحوي فاكهة مقطعة؛ فتعاود الحياة!

ليست جميع أعمال هيرست تدور حول الحيوانات فقط، بل هناك أعمال تتعلق بحبوب الدواء، والسجائر، والمجوهرات، وهي عناصر رئيسة في فنه. ويتبع التسلسل الزمني للمعرض كيف تطور استخدامه لهذه الأشياء. A خزانة أدوية ومعدات جراحية واحدة (المُذنب Sinner، 1988) تتحول بعد أربع سنوات إلى صيدلية بحجر الغرفة. ويحلول عام 2000 يكون الثالث - علم الصيدلة، وعلم وظائف الأعضاء، وعلم الأمراض - عبارة عن غرفة تتكدس فيها خزائن من المعدات الجراحية الفضية البراقة، وعلب الأدوية، ونماذج التشريح.

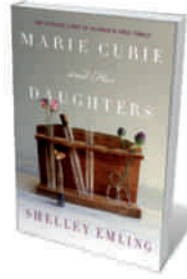
ولكن قارئاً ذا عقل علمي قد يتساءل قائلاً: هل هذا فن؟ هنا، يكون القصد والسياق هما كل شيء. إن حيوانات هيرست وأشياؤه فن، لأنه يقول إنها كذلك، وتُصَادِقُ معارض - مثل تيت مودرن - على ذلك. أما فون هاجينز، الذي اختار عن قصد (إن إتش إم) مكاناً للعرض، فقد لخص موقفه في مقابلة في عام 2007 في قوله: «لا أقدم أعمالاً مثل أعمال داميان هيرست. أنا عالم تشريح، ولسْتُ فناناً». وحيوانات فون هاجينز الميتة تبدو أجمل من معظم حيوانات هيرست، ولكن هذا هو بيت القصيد. ■

إوين كالاوي مراسل صحفي لمجلة « نيتشر Nature» في لندن.

ماري كوري وابتها: الحياة الخاصة للأسرة الأولى بمجال العلوم

شيلي إيملنج - الناشر: بالجريف ماكميلان، 256 صفحة، 16,99 جنيه استرليني (2012)

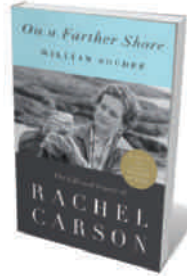
لقد أسهم المسار المتوهج لحياة العالمة ماري كوري في ترك عالمها الخاص كامرأة في الظل. تغوص شيلي إيملنج في السنوات العشرين الأخيرة من حياة ماري كوري، في محاولة لإعادة رسم صورتها كأم وإنسانة. ويسلط الجانب الأكثر إبلاماً الضوء على صراع هذه الفيزيائية العظيمة ضد كراهية الجانِب، والتمييز على أساس الجنس، وعلى انكساراتها العقلية والبدنية، والحملة الصحفية التي قادتها الأمريكية ميسي ميلوني للمساعدة على تزويدها بالراديو. أما الجانب الأكثر إثارة، فيتجلى في الكشف عن علاقات ماري كوري مع ابتيتها، الكيمائية إيرين، الحائزة على جائزة «نوبل»، والكتابة إيف.



على شاطئ أبعد: حياة وتراث راشيل كارسون

وليام سودر - الناشر: كراون، 544 صفحة، 19,99 جنيه استرليني (2012)

مضت خمسون عاماً منذ ظهور «الربيع الصامت» (Silent Spring) للعالمة البيولوجية راشيل كارسون في كتاب، بعد نشره كحلقات في مجلة «ذا نيويوركرك» The New Yorker. هذه النقلة النماذجية النوعية في طريقة تفكيرنا بشؤون البيئة، وأسلوب البحث الحساس الذي وراءها، شكّلت نواة قصة متعددة المستويات، كتبها وليام سودر بأسلوب بليغ. وفيها يتم استكشاف ميل وانجذاب كارسون نحو العلوم وتطورها ككاتبة. ويختار سودر طريقه من خلال ردود الفعل المستقطبة تجاه كتابها. ولاقت تحذيرات كارسون من سوء استخدام المبيدات الحشرية، مثل «دي.دي.تي»، قبولاً واسعاً، لكن الاحتجاجات من الجهات الصناعية وغيرها لا تزال قائمة حتى يومنا هذا.



ثورة الغبار الكوني: القصة الجديدة لأصلنا في النجوم

جاكوب بيروكفيتز - الناشر: بروميثيوس، 312 صفحة، 23,95 جنيه استرليني (2012)

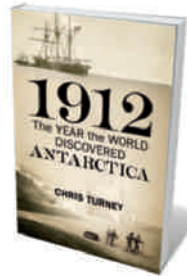
بعد أن شرع في وضع كتاب عن العلاقة بين البيولوجيا التطورية وعلم الفلك، وصل كاتب الفيزياء جاكوب بيروكفيتز إلى «علم الأَسْبَاب المتطرف». إننا قد تَرْتُّ لون العينين، البني، أو العظام الكبيرة، لكننا نحمل أيضاً إرثاً من النجوم، حيث توجد روابط كيميائية، وجزيئات خلوية. وبيروكفيتز مرشد سياحي ودود، يبدأ في تتبع محيطات واسعة من الجزيئات المتجمعة عبر درب التبانة، بواسطة راديو تلسكوب لوسي زيوريس، وينتهي إلى البحث عن كواكب شبيهة بالأرض بأسلوب مفتوح النهاية. وفيما بينهما، يعرّج ذهاباً وإياباً عبر تاريخ البيولوجيا الفلكية، بغرض التسلية.



1912: عام اكتشاف العالم للقارة القطبية الجنوبية

كريس تيرني - الناشر: بودلي هيد، 368 صفحة، 20 جنيه استرليني (2012)

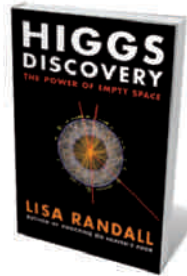
بعد مرور قرن على اكتشافها، ما زالت مآثر مستكشفي «العصر الذهبي» في القارة القطبية الجنوبية تبهراً. ففي البعثات التي ضمت روبرت فالكون سكوت وروولد آموندسن ودوجلاس موسن، هناك قصص، كثيرًا ما رُوِيَتْ، ولكن في هذه القراءة المختلفة لعالم المناخ كريس تيرني نجد نصيباً لغزوات الياباني نوبو شيريز، والألماني ويلهلم فلخنر في النشر أيضاً. إن الصور شديدة التناعم.. ففي جعبة فريق شيريز، نجد النتائج الجيولوجية الرئيسية، وصيّد البطريق؛ تقادياً للملل، بينما نجد أعضاء فريق فيلخنر، الذين حاصروهم الجليد البحري في دويتشلاند، قاموا أولاً بإعداد مرصد مغناطيسي في وقت قياسي، ليستسلموا سريعاً فيما بعد لحالة من فوضى السكر.



اكتشاف هيگز: قوة المساحات الفارغة

ليزا راندال - دار «بودلي هيد» للنشر، 64 صفحة، السعر 4,99 جنيه استرليني (2012)

لقد هزت مفاجأة هيگز التي حدثت في الرابع من يوليو 2012 عالم الفيزياء. وفي هذا الكتّيب الصغير تقوم عالمة الفيزياء النظرية ليزا راندال بتحليل الأهمية والآثار المترتبة على هذا الاكتشاف المهم جداً في مصادم الهدرونات الكبير بسويسرا. وهي تُقدِّم لنا بعض التفسيرات الواضحة لكيفية هيگز، ودور وأنماط تحلل هيگز، وتقوم بتتبُّع الأشهر السبعة التي أدت إلى هذا الاكتشاف، وتكهن بما يمكن أن يعنيه هذا الاكتشاف لمجلات أخرى من الاكتشافات، مثل التناظر الفائق، إن هذا العمل محصلة جليّة ورائعة للآداء ماهر، والإصرار الدؤوب، والهندسة البطولية).



دعوة لاستقطاب المزيد من النساء

بعد تحليل نسبة كل من الذكور والإناث ممن كتبوا مقالات «آراء وأراء» في كل من «نيتشر Nature»، وفي «مفاهيم في العلوم Perspectives In Science» خلال عامي 2011 و2012، وجدنا ما يدل أنه في كلتا المجلتين لا يوجد تمثيل كافٍ للعالمات.

قمنا بتقسيم المقالات إلى ثلاث فئات رئيسية، حسب الموضوع: العلوم الكيميائية والبيولوجية (وهذا يتضمن العلوم الطبية)، ثم العلوم الفيزيائية، وأخيرًا علوم الأرض والبيئة. ومن ثم أجرينا مقارنة بين عدد المؤلفات، وعدد العالمات ممن عملن في عام 2006 في الولايات المتحدة الأمريكية في مجال العلم والهندسة في كل من الفئات الثلاث (الرجاء مراجعة go.nature.com/bkechu).

وقد وجدنا أن نسبة النساء اللواتي نشرن أبحاثهن عبر الكتابة في فقرة «آراء وأراء» في مجلة «نيتشر Nature» كانت أقل بكثير من نسبة العالمات بشكل عام، حيث كانت نسبة كتابة الإناث 17.3% للعلوم البيولوجية والكيميائية، وكانت النسبة 3.8% لعلوم الأرض والبيئة؛ بينما كانت نسبة كتابة الإناث في مجلة «مفاهيم في العلوم» أكبر بقليل، ولكن في هذه المجالات كان عدد الإناث العالمات ككل أعلى بشكل ملحوظ من نسبة الإناث الكاتبات، وذلك بقدر 32%، 16%، 20% على الترتيب.

وجدير بالذكر أن نسبة ضخمة ممن تمت دعوتهم لكتابة فقرة «آراء وأراء» هم أساتذة جامعيون برتبة الأستاذية الكاملة، وأن نسبة الأستاذات الجامعيات برتبة الأستاذية الكاملة هي أصغر في الاتحاد الأوروبي منها في الولايات المتحدة الأمريكية. والنسبة الحالية من الإناث الكاتبات لمقالات «آراء وأراء» و«مفاهيم» هي نسبة قليلة جدًا، ما يدعونا إلى الاعتقاد أننا لا نجانب الصواب عندما نستنتج أن عدد الإناث اللواتي تم دعوتهم للكتابة، وعرض أبحاثهن في كل من المجلتين هو أقل من عدد الرجال الذين تباح لهم هذه الفرصة الكافية بدفع المسيرة المهنية نحو الأمام بقوة. واستجابة للنقد السابق، قامت مجلة «نيتشر Nature» بزيادة نسبة الإناث الكاتبات في قسمها Insight (D. Conley 2005; Nature 438, 1078). لقد أن الأوان لزيادة التكاثر بين الجنسين من

بشائر طاقة الكتلة الحيوية

تدعم الحكومة الأسترالية بقوة إنتاج الطاقة من مصادر متجددة، لكن هذا لم يتطرق بعد إلى الكتلة الحيوية التي تعد المصدر المتجدد ذا التكلفة الأكثر تنافسية في البلد.

وبمقدور أستراليا أن تولد على الأقل 50 مليون طن كل سنة من الكتلة الحيوية المتاحة اقتصاديًا، وثمة إمكانية أن يزداد هذا الرقم بملايين الأطنان التي قد تأتي من إدارة الغابات المستديمة، ومن الفضلات المتحللة. وبمساعدة تقنيات الطاقة الحيوية الناضجة المستخدمة حاليًا في بلدان أخرى، يمكن لهذا أن يزود أكثر من 20% من طاقة البلد الأولية للتدفئة والكهرباء والنقل. إن كفاءة تحويل الوقود إلى طاقة في المصانع الحديثة التي تعتمد على الكتلة الحيوية كوقود تزيد بنسبة 85%، مقارنة بالمصانع الحالية في أستراليا، مثل مصانع التكرير التي تعتمد على الفحم، وأنظمة التوربينات التي تعتمد على الغازات لتوليد الطاقة. ويجب أن نحذو حذو بلدان، مثل النمسا، التي تبلغ مساحتها تقريباً 1% من مساحة أستراليا (معظمها يتألف من مناطق حضرية ومحميات في جبال الألب)، إذ تنتج النمسا أكثر من 20 مليون طن من الكتلة الحيوية من فضلات وبقايا لإنتاج الطاقة. وفي عام 2009 كان هذا يشكل أكثر من نصف الثلاثين في المئة من الطاقة الأولية التي تولدت من مصادر متجددة.

إن استعمال وقود الكتلة الحيوية الذي يتم إنتاجه بشكل مستدام، عوضًا عن الوقود الأحفوري، يمكنه أن يقلل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وذلك يعتمد على الاستخدام الفعال للحراثة المنتجة وازدياد الكربون الصافي المحتبس عن طريق زيادة النباتات. إن دمج الغابات المزروعة مع محاصيل الطاقة الخشبية في مناطق الزراعة الحالية بمقدوره أن يزيد من تزويد الكتلة الحيوية، دون أن يؤثر على توزيع المياه، أو على إنتاج الغذاء والألياف. كما أن وجود عدد أقل من أبراج التبريد بالماء يعني انخفاض استهلاك الماء الصالح للشرب.

Andrew Lang SMARTimbers Cooperative, Ballarat, Australia.
Heinz Kopetz Austrian Biomass Association, Vienna, Austria.
Albert Parker University of Ballarat, Ballarat, Australia. albertparker@y7mail.com



قضية ما، يتوجب عليه عندها ليس فقط أن يكشف عن هذه المصالح، وإنما أيضًا أن يتنحى عن القضية.

لقد أصبحت المصالح المتضاربة شائعة جدًا، لدرجة أنه ثمة خطر بأن يؤدي تزايد الكشف عنها إلى تبدل في فهمنا للتحيز.

Arleen B. Rifkind Weill Cornell Medical College, New York, USA.
arifkind@med.cornell.edu

استمرار الحكم على المصالح المتنافسة

إن الكشف التام عن المصالح المتنافسة ضروري جدًا، كي يتمكن القراء من الحكم على سير البحث ومصداقيته واستحقاقه وطريقة نشره (Nature 488, 5; 2012)، ولكن يجب ألا يقتصر هذا على مجرد الكشف عن الصلات الاقتصادية فقط، إذ قد توجد أحيانًا مصالح متضاربة ليست لها علاقة بالمنفعة الاقتصادية. وهذا النوع يمكن أن يكون أشد خطورة.

D. F Horrobin Br. Med. J. 318, 466; (1999). ويمكن الجدل بأن أي شخص يكتب في منشورات علمية هو متحيز بشكل أو بآخر، إن من يكتبون أبحاثهم، دون الكشف عن المصالح المتنافسة، يجب أن يتذكروا أن القراء لا ينفكون عن لعب دور «النظراء المراجعين»، حتى بعد النشر. Thomas C. Erren University Hospital of Cologne; University of Cologne, Germany. tim.erren@uni-koeln.de

الكتاب والكاتبات، الذين واللاتي تم دعوتهم ودعوتهن للكتابة، وعرض أبحاثهم وأبحاثهن على صفحات «نيتشر Nature» و«ساينس Daniel Conley». Science, Johanna Stadmark Lund University, Sweden. daniel.conley@geol.lu.se

المصالح المتنافسة تنتشر بشكل سريع

إن الخطر الحقيقي على البحث العلمي هو التقارير المتحيزة، وليس «وصمة الفضيحة»، (Nature 488, 5; 2012). وما لم يتم الإعلان والكشف بشكل تام عن تضارب المصالح، لن تتمكن الجامعات والمنشورات العلمية من معالجة المشكلة، ومع ذلك فإن هذا لا يغيّر شيئًا من حقيقة أن المصلحة تبقى مصلحة، حتى لو تم الكشف عنها وإعلانها.

إن الإعلان عن المصالح المتضاربة ينقل المسؤولية من المحررين، ويضعها على كتف القراء؛ ليقرروا ما إذا كانت الموجودات التي يقرأون عنها مشوبة بالتحيز، أم لا. وحتى لو تم إخطار القراء مسبقًا، فإنهم ليسوا دائمًا في موقع يسمح لهم بمعرفة مدى تأثير المصالح المالية لمؤلف أو محقق على تقييمه للأدلة، سواء حدث هذا التأثير بشكل واعٍ، أو غير واعٍ. ومحاكمنا تتعامل مع هذه المشكلة بشكل أفضل وأكثر فعالية، فعلى سبيل المثال.. إذا وُجد قاضٍ أو عضو في هيئة المحلفين ممن لديه مصالح مادية في

توضيح حدود نماذج المناخ

يرى مارك ماسلين، وباتريك أوستن ضرورة أن يقوم العلماء بتوضيح الشكوك الإحصائية في نماذج آثار التغيرات المناخية «مجلة نيتشر Nature»، مجلد 486، ص 183-184؛ 201» (، ولكن هذه النماذج ما هي إلا أدوات للاستبصار وجمع المعلومات، وليست لإصدار التوقعات. وتوقع هذه النماذج يفيد - بلا شك - العِلْمَ، وتوجيه السياسات التي تسترشد بالعلم.

إننا نرى أن النماذج في المستقبل ستقدم المزيد من المعلومات، مقارنةً بمثيلاتها الآن. وتعرّض مشكلة الصورة العامة للنماذج الحالية - في جانب منها - إلى إخفاقات العلماء في الإعلان عن الحدود التي تعاني منها هذه النماذج. وينبغي هنا أن نميز بين القضايا التي تقيّد فيها النماذج الحالية كمحركات للتوقعات، والقضايا التي يقتصر دور النماذج فيها على فحص ودراسة الاحتمالات. وهنا يأتي دور العلم الذي يتأمل ويدرس وجهة هذه الاحتمالات وأهميتها.

والشكوك العميقة ليست جديدة أو غريبة على صنّاع القرار، الذين يجدون أنفسهم غالباً في مواقف تضطّهرهم للمفاضلة بين مزايا اتخاذ قرار بالانتظار والتكلفة الباهظة المحتملة للانتظار. **ديفيد أ. ستينفورث، وليونارد أ. سميث**، كلية لندن للاقتصاد، المملكة المتحدة d.a.stainforth@lse.ac.uk

مشروع الترميز يقود طريق وفرة المعلومات

يقدم مشروع الترميز ENCODE نهجاً جديداً بشأن البيانات الكبيرة Big Data، إذ يقدم إطاراً منظماً لعلم الجينوم (www.nature.com/encode). فالجهود الأخرى في تقنيات البيانات الكبيرة تميل إلى تمكين العثور على إبرة في كومة هائلة من البيانات بأحجام تصل إلى البيتابايت (البيتابايت تساوي ألف تيرابايت من البيانات) كالعثور على جزيء بوزون هيغز Higgs boson على سبيل المثال، بينما يهدف مشروع الترميز إلى تقديم منهج منظم. ويتسم تنظيم المعلومات في مشروع الترميز بأنه يسير وفق شكل هرمي،

حيث توجد البيانات الخام في الأسفل، وطبقات الشرح والتفسير في الأعلى. وتتسع الملخصات الناتجة باستمرار على نحو تدريجي، وعلى سبيل المثال.. بدءاً من مستوى الإشارات التي تمثل الدرجة التي تحدد بها عوامل النسخ (النقل) الوراثي الحمض النووي (دي إن إيه)، ومروراً بأمكان المواقع التي تقيدها هذه العوامل، ووصولاً إلى العرض العام للشبكات التنظيمية. وفي قمة الهرم نجد المطبوعات المرتبطة بذلك، التي تؤثّق الشرح أو التفسير.

ويمكن الاستفادة من نموذج البيانات في مشروع الترميز، وتطبيقه في مجالات أخرى، فعلم الفلك والأرض - على سبيل المثال - تحاول الآن تنظيم كتلتها من البيانات (م. ج. راديك وأ. س. سزلاي «مجلة ساينس Science» مجلد 329، ص 1029-1028؛ 2010)، ولكنها لم تُرَقِّ بعد إلى مستوى مضاهاة مشروع الترميز في مستوى التكامل والاندماج.

مارك جيرستين، جامعة ييل، نيوهايفين، كونيتيكت، الولايات المتحدة الأمريكية mark.gerstein@yale.edu

اختلافات الحيوانات في السلوك الجنسي

يرى أندرو بارون، ومارك براون أن الصحفيين عندما يقارنون السلوك الحيواني والبشري؛ يروّجون لوهْم أو أسطورة (انحراف) الميول الجنسية الشاذة «مجلة نيتشر Nature»، مجلد 488، ص 151-152؛ 2012». واستشهد الكاتبان بأحد مقالاتي ضمن أمثلة أخرى، وكان عنوان المقال الذي استشهدا به هو: «حشرات الخفافيش تتجه للمثلية، لتجنب إيلاج القضيب الطّعان» (انظر: go.nature.com/9iwdpb)، ربما لأنه يستخدم كلمة (المثلية) لوصف سلوك الحشرات. وأؤكد أنني استخدمت هذا المصطلح لتقريب سلوك الحشرات، ولجذب انتباه القراء.

والاستشهاد بالسلوك المثلي في الحيوانات قد يجزئنا إلى جدل مقلق. ففي أحد الأمثلة التي ذكرها بارون، وبراون، كتبت جريدة «ذا صندي تايمز The Sunday Times» في 2006 قائلة إن إحدى الدراسات على السلوك الذكوري في الأغنام «قد تمهد

الطريق لاستئصال السلوك المثلي في البشر»، إلا أن المشكلة هنا ليست في المصطلحات المستخدمة لوصف الحياة الجنسية لدى الحيوانات، بل في استغلال ورقة بحثية من أجل الوصول إلى دلالة سياسية.

ويوصف السلوك الجنسي المثلي بأنه شاذ في بعض الأماكن حول العالم. وعندما تصف وسائل الإعلام التنوع الضخم في السلوك الجنسي في مملكة الحيوانات، فإنها تسهم في تدمير فكرة شذوذ أو انحراف الأشخاص الذين لهم ميول جنسية لوطية، أو سحاقية، أو مختنئة، أو مزدوجة، إلى الأبد.

روان هوبر لندن، المملكة المتحدة rowan.hooper@newscientist.com

ميثاق قواعد السلوك للعلماء الأوروبيين

مما يعث على الأسى أن جهود حراسة نزاهة البحث تسير ببطء في أوروبا، مقارنة بالولايات المتحدة «مجلة نيتشر Nature»، مجلد 488، ص 7؛ 2012»، إذ لا تزال جامعات أوروبية عديدة غافلة عن مسؤولياتها ودورها في وضع سياسات لقواعد سلوكيات البحث.

وليس هناك أي قيمة للعقاب على سوء السلوك، دون جهود ماثلة للمنع، خاصة أن إحدى الدراسات توصلت إلى أن ثلث الباحثين يخشون في ممارسات بحثية مريبة (د. فانيلي. دورية بي إن إيل أو إس وان PLoS ONE، مجلد 4، ص e5738؛ 2009). ومطلوب من كل مؤسسة بحثية أن تقدم معايير تفصيلية لسلوك البحث المسؤول، بجانب التوعية الإيجابية، حتى يعلم الباحثون كيفية تطبيق هذه المعايير في ممارساتهم اليومية. ونقترح إنشاء منتدى أوروبي؛ لتوعية الباحثين ومشرفيهم بكل القضايا والأمور المرتبطة بهذه المعايير. ويعمل هذا المنتدى على إعداد المواد الإرشادية، وتدريب واعتماد المعلمين، وإزالة الفروق بين المؤسسات البحثية. وستحتاج كل جامعة إلى إنشاء (وحدة لنزاهة البحث): لتوجيه أنشطة البحث والإشراف عليها، ولضمان الامتثال للمعايير الدولية. إننا نهيئ بجهات التمويل العامة والخاصة لتقديم الدعم لهذه المبادرة، التي ستسهم في تحرير البحث الأوروبي من الممارسات البحثية المثيرة للشك؛ وتجعل الحياة صعبة على المحتالين والغشاشين.

نيلز أكسيلسين، معهد شاتنز سيروم، كوبنهاجن، الدنمارك
خافيير بوش، قسم الطب الداخلي، عيادة المستشفى، جامعة برشلونة، إسبانيا xavbosch@clinic.ub.es

والاس كان رائداً في البيولوجيا الفلكية أيضاً

أسهمت أعمال ألفريد راسل والاس، الذي اشتهر بدوره في اكتشاف مبدأ الانتخاب الطبيعي، في إرساء الأساس لعلم البيولوجيا الفلكية قبل ستة عقود خلت، وهو العِلْم الذي كان يُسَمَّى بيولوجيا الفضاء خلال برامج الفضاء في الستينات «مجلة نيتشر Nature»، المجلد 488، ص 160؛ 2012».

وتحلّ في العام القادم مئوية وفاة والاس، حيث الاحتفاء بإسهامه البارز في علم الجغرافيا البيولوجية والتطور البيولوجي. وينبغي أن نتذكر أيضاً أنه كان رائد علم البيولوجيا الفلكية، وفرضياته لا تزال سارية حتى يومنا هذا.

طرح والاس مفهوم (علم البيولوجيا الفلكية) في كتابه الشهير «مكان الإنسان في الكون Man's Place in the Universe»، (تشابمان أند هول، 1903). وبعد أن استعرض الظروف المادية المطلوبة لنشوء الحياة العضوية في المنظومات الفلكية، خلص إلى أن الأرض هي المكان الوحيد المسكون في المجموعة الشمسية.

ونشر لاحقاً الدراسة العلمية (هل كوكب الزهرة صالح للسكنى؟ Is Mars Habitable؟ ماكميلان، 1907)، وأشار عالم الفلك بيرسيفال لويل إلى أن كوكب الزهرة «ربما يكون مسكوناً بكائنات أكثر ذكاء». وبعد تحليل ما كان معروفاً آنذاك عن مناخ الزهرة ودرجة حرارته، واحتمال وجود الماء، و(القنوات) التي اعتقد لويل أنها تدل على وجود حياة ذكية، دَحْص والاس فكرة لويل بقوة، وقَدَّها تماماً. **يو. كوتشيرا**، معهد الأحياء، جامعة كاسل، ألمانيا kut@uni-kassel.detranscription

الإسهامات

يمكن إرسال المراسلات إلى: correspondence@nature.com بعد اتباع الإرشادات العامة للتأليف والكتابة في http://go.nature.com/cmchno

برنارد لوفيل

(1913-2012)

فيزيائي رائد في الرادارات، وصانع تليسكوب الراديو الشهير بمرصد «جوردل بانك».

برؤية واستلهاهم وعزم، استطاع برنارد لوفيل إنشاء مرصد جوردل بانك الفلكي في تشيشاير، بالمملكة المتحدة، بجانب تليسكوب الراديو العظيم الذي يحمل اسمه. كما مكنت قيادته أجيالاً من علماء الفلك من تطوير أدوات علم فلك الراديو التي أحدثت بدورها تغييرات جذرية في علم الفيزياء الفلكية، وعلم الكونيات.

وُلد لوفيل في أولداند كومون بالقرب من بريستول في المملكة المتحدة، ودرس في مدرسة كينجزوود جرامر سكول. بدأ انجذابه للفيزياء خلال محاضرة للفيزيائي آرثر تندال؛ فلتحق بهذا الفيزيائي كطالب بحث في جامعة بريستول، وحصل هناك على درجة الدكتوراه بفضل عمله بالغ الدقة حول مقاومة الرقائق المعدنية الرفيعة، وذلك في عام 1936. وتطور لدى لوفيل اهتمام بالأشعة الكونية من خلال التحاقه كمحاضر بجامعة مانشيستر في المملكة المتحدة، وانضم إلى مجموعة باتريك بلاكيت، الذي كان يعمل على تطوير تقنيات الغرفة السحابية للكشف عن هذه الأشعة.

لتحق لوفيل فيما بعد ببلاكيت، حيث عملا في المجال العلمي مع الحكومة، فأصبح عملاً مهماً في تطوير الرادارات أثناء الحرب العالمية الثانية. وطورت مجموعة لوفيل نظام رادار جوي يعمل على طول موجة 10 سنتيمترات مع دقة موقعية عالية، كما صمم لوفيل هوائيات ماسحة كبيرة محمولة جواً، كانت تتطلب قص فتحة في جسم الطائرة الحاملة لها. وكان يتم وضع تلك الهوائيات، باللغة الأهمية للملاحة والكشف عن الغواصات الألمانية، في الطائرات العسكرية لقيادة السواحل وقيادة القاذفات، مما كان له تأثير كبير في معركة الأطلسي.

وأثناء عمله في إحدى محطات رادار تشين هوم، التي كانت تحمي الساحل البريطاني، رصد لوفيل خلفية أصداء متقطعة تميز إشارات الطائرات عما يحيط بها من إشارات. تَعَجَّبَ لوفيل من مصدر هذا الصدى؛ فناقش مع بلاكيت احتمالية أن تكون هذه انعكاسات ناتجة عن سُحُبٍ متآبئة في الجو، وربما تشكلت من دفقات أشعة كونية. وقام بمتابعة هذه الفكرة بعد انتهاء الحرب.

ومع عودته إلى مانشيستر في 1945، استخدم لوفيل خبراته التي اكتسبها في زمن الحرب لتطوير مرصد جوردل بانك الفلكي. وتم نقل رادار عسكري كان قد أُخْضِرَ لمانشيستر نحو ٣٠ كم خارج المدينة، إلى موقع لدراسة النبات، كان ملكاً لجامعة مانشيستر، من أجل تجنب التشويش الكهربائي الناجم عن القطارات الكهربائية. عندها، تبه لوفيل بوضوح إلى مصدر الأصداء الذي كان قد رآها في رادار تشين هوم، فقد كان ذلك عبارة عن

أثار نيزكية، إذ لم يتم أي اكتشاف لأصداء أشعة كونية. احتاج لوفيل إلى هوائي أكبر، فقام ببناء عاكس شكله قِطعي مكافئ بمساعدة فريق صغير، وكان قطره 66 مترًا، وكان مصنوعاً من أسلاك مشدودة بين أطراف السقالات. استعمل لوفيل هذا الصحن في اكتشاف أشعة راديو من مجرة أندروميديا. وكانت تلك بداية علم الفلك في جوردل بانك. وكان الصحن ثابتاً وموجهاً إلى أعلى. وطمح لوفيل إلى بناء عاكس قابل للتوجيه وبنفس الحجم على الأقل؛ فبدأت الخطط لبناء الصحن المبدع، بقطر طوله 76 مترًا، المعروف باسم تليسكوب لوفيل.



لقد تطلَّب بناء مثل هذه الآلة المبتكرة الضخمة عزماً هائلاً وقوة إقناع. ارتفعت كلفة التليسكوب الأصلية لأكثر من الضعف، من 259 ألف جنيه استرليني في 1952 إلى 640 ألفاً في عام ١٩٥٦ (ما يعادل الآن 13 مليون جنيه استرليني، أو ٢١ مليون دولار أمريكي). وكان السبب الرئيس في ذلك هو اكتشاف الفلكيين الهولنديين في 1951 للنظ الطيفي على طول موجة قصيرة نسبياً، 21 سنتيمتراً من الهيدروجين في الفضاء البينجمي، مما يتطلب سطحاً عاكساً بدقة أكبر. غطت الحكومة البريطانية والجامعة معظم الزيادة، وبقي مبلغ 50 ألف جنيه استرليني، كان لوفيل مسؤولاً شخصياً عن سداها. وواجه لوفيل مُسَاءَلَةً من قِبَل لجنة الحسابات العامة الحكومية، ويات السجن احتمالاً وأرداً.

عندها، جاء إطلاق الاتحاد السوفيتي للقمر الاصطناعي «سبوتنيك» في 1957؛ ليستدرك هذا الموقف المحرج.

كالعادة، جاء لوفيل لينقذ الموقف، وقام التليسكوب الجديد بالتقاط أصداء من عربة إطلاق سبوتنيك. وهو إنجاز لم يسبق أن تحقَّق في أي من دول الغرب. وفجأة، أدرك الجميع أهمية التليسكوب. وقام اللورد نيوفيلد بسداد الدين، نصفه من ماله الشخصي، والنصف الثاني من مؤسسة نيوفيلد، وابتدأ عندها علم الفلك جدياً.

حقق التليسكوب رؤية لوفيل لفتح نافذة جديدة على الكون. وكانت له أدوار بارزة في الاستكشاف المبكر للفضاء، وكذلك اكتشاف أشباه النجوم، واستخدام أول عدسة جاذبية، بجانب اكتشاف ودراسة النجوم النابضة والنيوترونية، التي قدمت بدورها أكثر الفحوص دقة للنظرية النسبية العامة لأينشتاين. وبعد 55 عاماً وعمليتي تجديد، يتابع التليسكوب العمل في تخوم المعرفة. تم تأسيس مرصد جوردل بانك، الذي أنشئ في ظل التليسكوب الشهير، كمركز عالمي لفيزياء الفلك والتكنولوجيا. وقد تم اختياره العام الماضي لاستضافة قمة «سكوير كيلومتر آريه» Square Kilometer Array، الذي سيكون أكبر تليسكوب راديو عندما ينتهي بناؤه في جنوب أفريقيا وأستراليا خلال العقود القادمة.

بدفء وسخاء، استمتع لوفيل باستضافة ملايين الناس الذين قدموا إلى مركز الزيارة في المرصد الذي كان لوفيل قد بدأه منذ 41 عاماً، إن ولعه بالعلم الجيد، وتعاطفه مع الموظفين والطلاب قاده لتخصيص أوقات التليسكوب بدون جدال. كما حافظ على اهتمامه بالمرصد حتى بعد التقاعد. لكن، وبشهادة المسؤولين الذين خلفوه، لم يعمل أبداً على إلقاء الأوامر حول ما يجب على الآخرين فعله بتليسكوبه.

حاز لوفيل على الكثير من التكريم، وعمل رئيساً للجمعية الفلكية الملكية (1969-1971)، والجمعية البريطانية لتطوير العلوم (1975 - 1976). وكانت سعادته لا توصف عندما أطلق اسمه على التليسكوب في الذكرى الثلاثين لإنشائه.

وبعيداً عن العلم، كان لوفيل موسيقياً موهوباً، يعزف الأورغن بشكل منتظم في كنيسة قريته سويتنهام في تشيشاير. كما كان لاعب كريكت جاداً، وعلى إمام بالبستنة، حيث أسس مشاتل بالقرب من التليسكوب، وفي بيته. وكان محطَّ حب واحترام زملائه. ■

فرانيسيس جراهام سميث، وروني ديفيس، وأندرو لاين هم أسانذة الفيزياء الفخريون بجامعة مانشيستر، المملكة المتحدة. وقد شغل كل منهم في الماضي منصب رئيس مرصد جوردل بانك في أعوام (1981-1988، 1988-1997، 1997-2006، على الترتيب). البريد الإلكتروني: fgs@jb.man.ac.uk

أبحاث

أنباء وآراء

علم المناعة عندما تقوم الخلايا المناعية بمهاجمة الدماغ والنخاع الشوكي ص. 54

بيئة إعادة حساب الخسارة في كتلة الأنهار الجليدية في الهملايا ص. 59

علم الحشرات خلايا الدوبامين في دماغ الذبابة تستجيب للمحفزات الشمية ص. 80



NASA, ESA & THE HUBBLE HERITAGE TEAM (STSC)

شكل 1 | لقاء كوني: يتنبأ فان دير ماريل ورفاقه بأن مجرتي درب التبانة وأندروميديا سوف تعبران كلٌّ عبر الأخرى بعد 4 مليارات سنة. هذا اللقاء الحمير سيكون مماثلاً لما يحدث حالياً بين المجرتين الحلزونيتين: NGC2207 وIC2163، الذي نراه في هذه الصورة التي تم تصويرها بواسطة تليسكوب هابل الفضائي.

فلك

مَسَارِ الاصطدام

بعد أربعة مليارات سنة من الآن، ستلتقي مجرة أندروميديا بالقرب من مجرة درب التبانة. وسوف تبدأ المجرتان رقصة الاضطراب التي ستنتهي بعد ملياري سنة أخرى، مُفضيةً في النهاية إلى اتحادهما تماماً..

برنت تولي

في سلسلة من ثلاثة أبحاث نُشرت بمجلة الفيزياء الفلكية، ناقش فيها فان ديرماريل وفريقه 1-3 توقيت وديناميات اصطدام (وشيك)، أو - على الأقل - حتمي بين مجرة درب التبانة وجارتها أندروميديا. الجانب الحتمي لهذا الوضع كان معروفا لفترة طويلة. في عام 1959، قدر كاهن وفولتير 4 كتلة منظومة درب التبانة - أندروميديا من خلال ما أطلق عليه «جدلية التوقيت» التي أثارت فرضية أن المجرتين سوف تصطدمان في نهاية المطاف. يفترض هذا الجدل أن المجرتين - أو بالأحرى محتوياتهما

(Centaurus A). كان السؤال منذ 1959 حول ما إذا كانت المجرتان ستصطدمان لدى عودتهما الأولى، أم ستطيران، فتتجاوز كل منهما الأخرى. يكمن الجواب في السرعات الانتقالية للمنظومتين. بأي سرعة ينزاح وضع أندروميديا في السماء؟ لدينا معرفة دقيقة عن مدى سرعتها في حركتها بخط الرؤية، ونحن نعرف ما يكفي عن مسافتها من الأرض. إذا علمنا معدل إزاحتها في السماء (الحركة الحقيقية للمجرة)، عندها يمكن حساب مدارها. نحن فقط بصدد البداية في قياس الحركات الحقيقية للمجرات. لقد تم تحديدها نسبياً بشكل جيد لجيران درب التبانة القريبين مثل مجرتي «سحب ماجلان» الصغيرة والكبيرة. تبيّن في النهاية أنه تم قياس الحركات الحقيقية لجارتنا مجرة أندروميديا؛ «مسييه 33» و«الكتالوج المفهرس 10»، لأنهما تبثان شعاع ميزر مائي 6،5 - إشارات راديو مرتبطة بإثارة جزئيات الماء بمناطق تشكيل النجوم. يتم رصد أشعة الميزر هذه بمقياس التداخل لموجات الراديو مع خطوط الأساس (الممتدة من جزر هاواي إلى ولاية مين) والتي تتيح دقة زاوية عند مستوى 10 ميكروثانية قوسية. لكن أشعة الميزر في مجرة أندروميديا تمر العثور عليها حديثاً، لذا فإن قياس حركتها الحقيقية ينبغي أن يتأتى من إزاحة نجوم المجرة على نحو ما استنبطه فان دير ماريل ورفاقه.

هنا يكمن التحدي، عند موقع أرضي جيد للرصد هناك نجم استحال لقرص ضبابي قطره ثانية قوسية واحدة. بالمقارنة، تكون الحركة الحقيقية السنوية المتوقعة لمجرة أندروميديا فقط بضعة أجزاء من مائة ألف جزء من هذه

الحالية - بدأتاً في الانفجار الكبير على مقربة كبيرة، وانسابتا مبتعدتين مع التمدد الكوني، لكنهما ظلتا رهينتي الجاذبية المتبادلة بينهما، وهما الآن تهيوان عائدتين في اتجاه بعضهما البعض. وعلى أساس هذا الافتراض التبسيطي من أن الاثنتين تتحركان مباشرة في اتجاه بعضهما، قام كاهن وفولتير بتقدير كتلة المنظومة، الذي صادف توافقاً حسناً مع التوقعات الحالية.

وبالغوص في التفاصيل، هناك احتمال أن المجرتين تدوران حول بعضهما البعض بالعزم الزاوي الناجم عن قوى المد والجزر الناشئة من لاعبين بارزين، مثل مجرات: مافي (Maffei)، ومسييه 81 (Messier 81)، وكنطورس «إيه»

الجُعد الضبابي. أعان فان دير ماريل وفريقه 1-3 أنفسهم بإجراء أرصدهم بواسطة تليسكوب هابل الفضائي مما أتاح لهم الحصول على دقة تصل لعُشر الثانية القوسية. بالنظر للمدارات النموذجية للمجرة، فإن الباحثين تتبأوا بأن إزاحات مراكز نجم مجرة أندروميديا عند مستوى جزء من ألف إلى عشرة آلاف جزء من أقطار النجوم المقاسة سنويا. ولم يساعدهم أن النجوم التي يرصدونها كانت بمناطق مزدحمة (النجوم الأملع بين مليارات منها متراكبة بعضها فوق بعض في مجرة أندروميديا) وأن المواقع المرجعية التي تقاس إليها الحركات هي مجرات ذات أشكال غير منتظمة، وبالتالي يصعب تحديد مراكزها. هذه المجرات المرجعية بعيدة جدا لدرجة أن تكون فعليا بلا حركة.

لتحسين الإحصاءات، استطاع الباحثون إجراء قياسات لعدة آلاف من النجوم مقابل خلفية ثابتة من مئات المجرات البعيدة جدا. وبحثا عن التغيرات في مواقع النجوم، أجروا رسدا لثلاث حقول في أندروميديا على انقطاع من 5 إلى 7 سنوات. كانت الدقة النهائية لقياس حركة مجرة أندروميديا الحقيقة في السماء 12 ميكروثانية قوسية في السنة، ويزعم الباحثون أنهم يستكشفون الحركة بيقين يتجاوز 99%.

إذن ما هو مدار أندروميديا؟ بلا مفاجأة، كان بالمدار الذي استنبطه فان دير ماريل وفريقه هامش خطأ كبير^{2,1}. مع ذلك، كانت النقطة الأساسية تبدو مبنية على أسس سليمة. سوف يكون المرور الأول لأندروميديا بدرب التبانة قريبا لدرجة إحداث فوضى عارمة. نقطة الهدف المثالية تقع في مجال من اللابقيين المداري.

حلزونيتين كبيرتين ذاتي كتلة متساوية. على أساس تلك المحاكاة، يبين الباحثون أن الشمس، التي يوشك الوجود الهيدروجيني بداخها على النضوب، قد تكون على مسافة معتبرة من مركز المنظومة الناتجة عن الاندماج. فرصة اصطدام الشمس مع نجم آخر ستكون في الواقع صغيرة. يصف فان دير ماريل ورفاقه مقطعا ختاميا غريبا وافتنا. مجرة «مسييه 33» وهي ثالث أكبر مجرة في المجموعة المحلية من المجرات تتأرجح في قوس واسع حول أندروميديا. سوف تتمطي جاذبية أندروميديا باتجاه درب التبانة. ومع هذا، فلدى «مسييه 33» ما يكفي من العزم الزاوي المداري بحيث لا يُرجح أن تمتصها قريبا المجرتان المندمجتان. بعد اجتماع المجرتين الكبيرتين، فإن «مسييه 33» الشاهدة على الاندماج ربما تطوف بكومة النجوم الناشئة في مدار متلاش ببطء نحو أفول محتوم بنهاية المطاف. ■

تعريف الكاتب

برنت تولي باحث بمعهد الفلك بجامعة هاواي، هونولولو، هاواي 96822، الولايات المتحدة الأمريكية. بريده الإلكتروني: tully@ifa.hawaii.edu

1. Sohn, S. T., Anderson, J. & van der Marel, R. P. *Astrophys. J.* **753**, 7 (2012).
2. van der Marel, R. P. et al. *Astrophys. J.* **753**, 8 (2012).
3. van der Marel, R. P., Besla, G., Cox, T. J., Sohn, S. T. & Anderson, J. *Astrophys. J.* **753**, 9 (2012).
4. Kahn, F. D. & Woltjer, L. *Astrophys. J.* **130**, 705-717 (1959).
5. Brunthaler, A., Reid, M. J., Falcke, H., Greenhill, L. J. & Henkel, C. *Science* **307**, 1440-1443 (2005).
6. Brunthaler, A., Reid, M. J., Falcke, H., Henkel, C. & Menten, K. M. *Astron. Astrophys.* **462**, 101-106 (2007).

علم المناعة

من الأطراف إلى الدماغ والحبل النخاعي عبر الرئتين

عند الإصابة بمرض التصلب المتعدد، تقوم الخلايا المناعية في الجسم بمهاجمة الدماغ والحبل الشوكي. وما يدعو إلى الحيرة، هو كيفية وصول هذه الخلايا من أنسجة الأطراف إلى هذه الأماكن من الجسم. وكانت المفاجأة اكتشاف أن مفتاح الحل يكمن في كون الرئتين نقطة العبور.

ريتشارد رنسهوف

الأساسي، وتحفزها على التكاثر والانتشار. وتتيح لنا عملية التلقيح هذه، جمع خلايا-تي من الفئران المُلقحة؛ ومن ثمَّ حَقنها في فئران أخرى، حيث تنشط في أجسام هذه الفئران كخلايا مناعة ذاتية، وتُسبب التهابًا يتركز في الحبل الشوكي. ولأنَّ هجوم خلايا تي المُحدثة للالتهاب الدماغي الشوكي، يقتصر على الماييلين بشكل خاص، دون غيرها من مكونات الجهاز العصبي المركزي²، فإنَّ مرض الفئران هذا يحاكي - إلى حد بعيد - جوانب معينة من حالة الإصابة البشرية بالمرض.

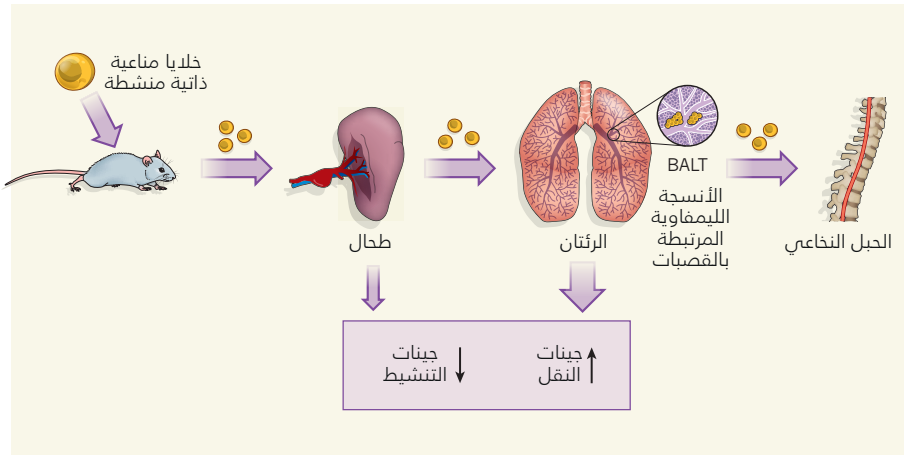
وما حَيَّرَ الباحثين هو اكتشافهم لحقيقة أنَّ نشوء المرض يستغرق أربعة أو خمسة أيام بعد نقل خلايا تي المُحدثة للالتهاب الدماغي إلى الفئران، وبرغم تشييط هذه الخلايا في المختبر قبل نقلها إلى الفئران. كما أورد الباحثون لدى تقديم ورقة بحثهم ظاهرةً مُحيِّرةً أخرى استُخْلِصت من هذا النموذج: كان لا بُدَّ من حقن خلايا-تي في مجرى الدَّم للفئران المتلقية لأجل تحفيز الالتهاب

في الرئتين قبل دخوله إلى الجهاز العصبي المركزي، رغم أنه لم يُعرف في السابق، وجود أي صلةٍ تُذكر للرئتين بنقل الخلايا المناعية لجهاز الأعصاب المركزي.

يصيب التصلب المتعدد نحو 2.5 مليون شخص حول العالم. ويستهدف هذا المرض مادة الماييلين (myelin)، وهي عبارة عن غلافٍ غِشائيٍ يلف حول الألياف المحورية لخلايا الأعصاب. ويؤدي عطب الماييلين إلى ظهور عدد كبير من الأعراض، من بينها الاضطراب الحسي، واعتلال التوازن، وصعوبة في التفكير. ولدراسة التصلب المتعدد، طوَّر الباحثون عددًا من نماذج الإصابة لحيوانات المُختبر، وأحد هذه النماذج يدعى التهاب الدماغ والنخاع التجريبي المناعي الذاتي المتنقل بالتبني (EAE). في هذا النموذج، يتم تلقيح الفئران ببروتين ماييلين أساسي (MBP)، وهو مُكوِّن رئيس لمادة الماييلين.

وتؤدِّي عملية التلقيح إلى تشييط أنواع معينة من الخلايا المناعية (خلايا تي T cells) وهي خاصَّة ببروتين ماييلين

لجهاز المناعة وظيفية رئيسة واحدة، هي حماية الجسم من الأجسام المُسببة للأمراض. وإنجاز هذه المهمة، يقوم جهاز المناعة بتطوير خلايا تنشط فقط عندما تُمَيَّر وجود أجسام غريبة، إلا أنَّ هذا التمييز يخطئ أحيانا، وعند حدوث خطأ تُصاب أجسامنا بالتهابات وأمراض المناعة الذاتية. وفي حالات كثيرة، تكون هذا الالتهابات محدودة بشكل كبير أو محصورة في عضو واحد، لكن حالة كالتصلب المتعدد (multiple sclerosis)، مثلاً، تؤثر على الدماغ، والأعصاب البصريَّة، والحبل الشوكي للجهاز العصبي المركزي. ولتطوير استراتيجيات علاجية ناجعة، من الضروري فهم كيف تتنقل خلايا المناعة الذاتية، وتتراكم في العضو المصاب. وكان أودوردي وزملاؤه الباحثون¹ قد استخدموا نموذجًا بحثيًا لفئران مصابة بالتصلب المتعدد، ليبيِّنوا أنَّ خلايا المناعة الذاتية المصابة بالالتهاب تستقر



شكل 1 | خلايا المناعة الذاتية تنتقل عبر المسالك الهوائية. : في نموذج شائع الاستخدام لفئران مصابة بالتصلب المتعدد، تستغرق ظهور علامات المرض، 4-5 أيام عقب تلقي حقنة خلايا المناعة الذاتية المُخَدَّعة للمرض، في مجرى الدم. من المُحِبُّ أن خلايا المناعة الذاتية لا تُسبب المرض إذا تمَّ حقنُها مباشرة في السائل الشوكي. لقد بيَّنا سابقاً أنَّ الخلايا التي يتم حقنها في مجرى الدم، تنتقل إلى الطحال، حيث تبدأ بخفض التعبير الجيني للجينات المرتبطة بالانتشار- والتنشيط وزيادة التعبير الجيني للجينات المتصلة بانتقال الخلايا. أظهر أودواردي وزملاؤه 1 بأنَّ الخلايا تنتقل بعدها إلى الرئتين وتتراكم في الأنسجة الليمفاوية المرتبطة بالشعب الهوائية (وهي عناقيد من الخلايا المناعية المجاورة لجدران الممرات الهوائية في الرئتين). في هذه المرحلة تعرَّضت التغييرات في التعبيرات الجينية، ويقترح الباحثون بأنَّ هذه العملية هي خطوة «ترخيص» تسمح للخلايا بالانتقال إلى الحبل الشوكي، حيث تبدأ بإحداث المرض.

المناعة الذاتية أيضاً، والتي يمكن تنشيطها لاحقاً لتنتقل وتُسبب مرضاً في عضو بعيد، وبرغم أنَّ علاقة هذه الاستنتاجات بالمرض البشري تبقى تخمينية، لكنَّ وجود احتمالات متباينة يبدو جلياً. على سبيل المثال، يفقر الإنسان السليم إلى وجود خلايا الأنسجة الليمفاوية المرتبطة بالشعب الهوائية (BALT)، إلا أنَّه من المعروف أنَّ تدخين السجائر، والذي يُعدُّ من العوامل شديدة الخطر المؤدية للإصابة بالتصلب المتعدد، يُحفِّز تكوين هذه الخلايا 10-12، بل إن نشاط المرض لدى المصابين بالتصلب المتعدد، قد تطلقه الالتهابات النَّفَّسيَّة 13. ربما يتاح تفسير هاتين الملاحظاتين بعملية تنتقل خلالها خلايا المناعة الذاتية الخاصَّة بالمابليين من الرئتين إلى الجهاز العصبي المركزي، فقد تُكوِّن هذه الخلايا تجمعات في الرئتين، وربما بالإمكان لاحقاً تفعيلها مرة أخرى. ■

ريتشارد إم. رانسوهر: يعمل بمركز أبحاث الالتهابات العصبية، عيادة كليفلاند، كليفلاند، أوهايو، الولايات المتحدة الأمريكية. البريد الإلكتروني: ransohr@ccf.org

- Odoardi, F. et al. *Nature* **488**, 675–679 (2012).
- Kojima, K. et al. *J. Exp. Med.* **180**, 817–829 (1994).
- Flügel, A. et al. *Immunity* **14**, 547–560 (2001).
- Bartholomäus, I. et al. *Nature* **462**, 94–98 (2009).
- Denk, W., Strickler, J. H. & Webb, W. W. *Science* **248**, 73–76 (1990).
- Laudanna, C. & Constantin, G. J. *Immunol. Methods* **273**, 115–123 (2003).
- Johnston, B. et al. *J. Immunol.* **164**, 3337–3344 (2000).
- Ransohoff, R. M. *Nature* **462**, 41–42 (2009).
- Purwar, R. et al. *PLoS ONE* **6**, e16245 (2011).
- Moyron-Quiroz, J. E. et al. *Nature Med.* **10**, 927–934 (2004).
- Richmond, I. et al. *Thorax* **48**, 1130–1134 (1993).
- van der Mei, I. A. et al. *Neurol. Clin.* **29**, 233–255 (2011).
- Sibley, W. A., Bamford, C. R. & Clark, K. *Lancet* **1**, 1313–1315 (1985).

التي يتم حقنُها في مجرى الدم، فإن خلايا التي يتم حقنُها في الشعب الهوائية عبر القصبة الهوائية، بإمكانها ترك الرئتين بسرعة لتنتقل إلى الجهاز العصبي المركزي، ومن ثمَّ السبب في إحداث المرض. وتدفعنا هذه النتائج إلى استنتاج أنَّ الوقت الذي تُمكنه خلايا في الوسط الرئوي يمنحها «ترخيصاً» يُمكنها من الانتقال إلى الجهاز العصبي المركزي. ووجدوا - على سبيل المثال - أنَّ التغيُّرات في التعبيرات الجينية التي لوحظت سابقاً في هذه الخلايا تعرَّضت أثناء مكوثها في الرئتين.

والجدير بالذكر أنَّ الباحثين وجدوا أنَّ خلايا في هذه، في الأنسجة الليمفاوية المرتبطة بالشعب لدى الفئران حديثي الولادة، التي تمَّ حقنُها بخلايا في قبل نحو شهرين إلى ثلاثة أشهر، لم تُظهر علامات المرض. وعندما قام الباحثون بتحفيز خلايا في الخاملة باستخدام بروتين المابليين الأساسي كبخاخ (إيروسول) في قصبات الفئران الهوائية، نَسَّطت الخلايا وتراكت في الجهاز العصبي المركزي مُسبِّبة المرض.

ولتفسير هذه النتيجة الأخيرة، بالإمكان إمعان النَّظَر في فكرة «خلايا الذاكرة المناعية المقيمة بالأنسجة»، تتبع هذه الفكرة من قدرة جهاز المناعة البشري العجيبة على الرَّد السريع ضد أي مسبب للمرض تعرض له سابقاً ولو قبل عشرات السنين. وبرغم أنَّ المعروف عن خلايا تي بأنها تنتقل عبر الدم والأنسجة الليمفاوية الأخرى، فقد أصبح جلياً الآن أنَّ أعداد ضخمة من خلايا الذاكرة المناعيَّة تي توجد أيضاً في أنسجة ليمفاوية أخرى، خاصَّة تلك المعرضة للعالم الخارجي، كالأنسجة الجلديَّة والأمعاء والرئتين 9. ومن غير المفاجئ أن يعكس انتشار خلايا الذاكرة المناعيَّة المقيمة بالأنسجة، نزوعاً نحو وجود مُسبِّبات الأمراض في هذه الأجزاء من الجسم؛ فمثلاً، نستطيع أن نجد خلايا ذاكرة مناعيَّة خاصَّة بالإنفلونزا بشكِّل خاص في الرئتين.

ومؤخراً، أظهر أودواردي وزملاؤه أن خلايا الذاكرة المناعية المقيمة بالأنسجة، ليست قاصرة على الخلايا الخاصة بالاستجابة لمُسبِّبات الأمراض، بل تشمل خلايا

الدماغي النَّخاعي التجريبي المناعي الدَّائِي المتنقل بالتبني (EAE)؛ وتبيَّن أنَّ الحَقنَّ المُباشِر إلى داخل السائل المخي النَّخاعي، المتواجد بالجهاز العصبي المركزي، ليس فقط أخفُّ في تسريع بدء المرض، بل إنه لم يكن فعَّالاً في تحفيز الإصابة بالمرض 3.

وفي هذه الدراسة المبكرة، بيَّن الباحثون أنَّ خلايا تي التي تمَّ حقنُها تنتقل من مجرى الدم إلى أعضاء جهاز المناعة، بما فيها العُقَد الليمفاوية والطحال، وبأنَّ نمط التعبير الجيني للخلايا يتغيَّر خلال هذا الوقت؛ هبوط حاد في التَّعبير الجيني للجينات المرتبطة بالتنشيط والانتشار، مصحوباً بازدياد لافت في التَّعبير الجيني للجينات التي تنسَّط في عملية انتقال الخلايا 3 (انظر الصورة رقم 1). ثم بعد بدء المرض، تتراكم ملايين من خلايا تي في الجهاز العصبي المركزي بشكل مفاجئ ومتزامن 3. قام الباحثون أيضاً بوصف الأحداث التي تحصل في هذا الوقت لدى دخول الخلايا الجهاز العصبي المركزي 4. إذن فقد تمَّ إثبات الخطوات الأولى التي تعقب حقن خلايا تي، والأحداث التي تسبق بدء المرض، لكن من غير الواضح ما الذي يحدث لخلايا تي بين هاتين النقطتين الرئيَّتين.

انطلق إدواردي وزملاؤه لفك أسرار هذا «الصندوق الأسود». فاستخدموا خلايا تي المُسبِّبة للالتهاب الدماغي النَّخاعي التي تُعبَّر عن بروتين الفلورسنت الأخضر، الذي يُمكننا من تعقب هذه الخلايا، بالإضافة إلى أنَّهم قاموا بتطوير طريقة لتصوير هذه الخلايا الفلورية في الحبل الشوكي للحيوانات الحية، مُستخدمين تقنيَّة تُعرف بـ«التصوير المجهرى ثنائي الفوتون» 5، ويُدرك أن مجموعات أخرى من الباحثين حققت تقدماً مثل هذا. كما أنَّه بالإمكان باستخدام هذه التقنيَّات لتصوير كامل الدماغ أيضاً 6-7. أحدثت هذه الأساليب التَّفنية معا ثورة في فهمنا لهذه العمليات التي تدخل الخلايا المناعية بواسطتها إلى جهاز الأعصاب المركزي أثناء حدوث المرض والاستجابات المناعيَّة المصاحبة لها 8.

وتساءل الباحثون في بادئ الأمر، فيما إذا كان حقن خلايا تي المُحدثة للالتهاب الدماغي النَّشِط، قادرة بنفسها على أن تسبب التهاباً جهازياً قد يؤثر على الجهاز العصبي المركزي أو الأوعية الدموية المرتبطة به، وذلك بطريقة تحفِّز الإشارات الكيميائية التي تجذب خلايا تي إلى تلك المنطقة. ولأجل تقييم هذه الإمكانية، قام الباحثون بإجراء تجربة قاموا فيها بدمج الدورتين الدمويَّتين لفأرين، تلقَّى فيها أحدهما خلايا تي مُحدثة للالتهاب الدماغي الشوكي قبل 48 ساعة، ومن ثمَّ قاموا برصد وصول الخلايا لجهاز الأعصاب المركزي في جسمي الفأرين. ووجدوا أن هذه الخلايا تصل إلى الجهاز العصبي المركزي لدى الفأرين بنفس الوقت تقريباً، مشيرين بذلك إلى أنَّ الجهاز العصبي المركزي للفأر الذي حُقن بخلايا تي مبكراً، لا يمثِّل شرطاً مسبقاً لاحتواء تفاعل التهابي.

وسعى الباحثون بعد ذلك لاكتشاف المكان الذي تأوي إليه الخلايا قبل وصولها إلى الجهاز العصبي المركزي. وبشكل مُثير للدهشة، كشف التصوير المجهرى ثنائي الفوتون بأنَّ معظم كميَّة خلايا تي مستقرَّة في الرئتين لدى الفأرين. في البداية وُجدت الخلايا في شعب الرئتين (الممرات الهوائية) وفي الحويصلات الهوائية، قبل أن تتراكم في عناقيد خلايا مناعية متراصة تعرف بـ«الأنسجة الليمفاوية المرتبطة بالشعب الهوائية» (BALT) (انظر الصورة رقم 1). كما بيَّن الباحثون أيضاً، أنَّه بخلاف خلايا تي المُحدثة للالتهاب الدماغي الشوكي،

منتدى النقاش مرض السرطان

الفصل في الجدال الدائر حول الخلايا الجذعية

بحث جديد يُعزِّد الخلاف القائم حول فكرة أنَّ الأورام الصلبة ليست كُتلاً من الخلايا المُتماثلة، بل إنها تحتوي على خلايا جذعية سرطانية تُدعم ديمومة الورم. وفي هذا المقال، يُقدم اثنان من الخبراء وجهات نظرٍ تكميلية على النَّتائج والمُقْتَضيات للعلاجات المُحتملة.

مُختصر الأبحاث

● الدليل على أن الخلايا الجذعية السرطانية تُؤلِّد خلايا أعلى تمايزاً (غير جذعية) - في الأورام الصلبة - اعتمد بشكل كامل تقريباً على تحليل الأورام التي كَوَّنتها خلايا سرطانية بشرية، تم حقنها في فئران ذات أجهزة مناعية مُنقوصة.

● الباحث تشن وآخرون(1)، (صفحة ٥٢٢)، والباحث دريسنس وآخرون(2)، (صفحة ٥٢٧)، بالتعاون مع الباحث شيبيرس وآخرون(3)، يكتبون في مجلة ساينس (Science)، تَعَقَّبُوا خلايا فردية في أورام

سليمة، كالأورام التي نشأت من خلايا غير سرطانية في الفئران.

● حُدِّدَت الدراسات مجموعات خلوية فرعية مُعَيَّنة تعمل بمثابة خلايا جذعية سرطانية في أورام المُخ والجلد والأعضاء. وأشار أحد التقارير إلى أنَّ استهداف هذه الخلايا قد يُحسِّن النتائج العلاجية.

● وصفت الأبحاث أيضاً كيف تنشأ وتنظِّم مجموعات فرعية لخلايا مختلفة مع نمو الورم، كاستجابة للعلاج المُضاد للسرطان.

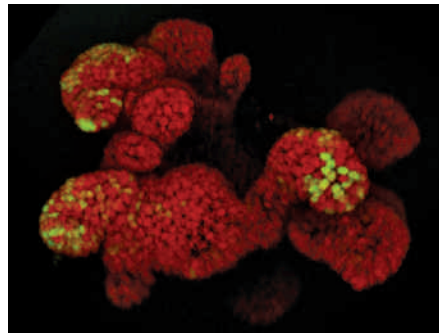
الأورام تُنظَّم بشكل كبير بنفس الطريقة لما يُقابِلها في الأنسجة العادية، ولهذا السبب، فإنه ليس مُستغرب أن تحتوي هذه الأورام الحميدة على تسلسل هرمي خلوي يُقارب الطبيعي.

ولذلك، فإن السؤال الأساسي هو: هل التسلسلات الهرمية الخلوية المُساقفة بالخلايا الجذعية السرطانية موجودة في الأورام الغَازِيَّة الخبيثة التي تقتل المرضى. ومع وضع ذلك في الاعتبار، قام دريسنس وآخرون أيضاً بتحليل نموذج فأري من سرطان الجلد الخُرْشُفِي. ووجد الباحثون بالمقارنة مع الأورام الخَلِيمِيَّة أنَّ الأورام الخبيثة احتوت على أعداد أكبر بكثير لخلايا سرطانية ذات قُدرة للتكاثر بأمَد بعيد وتُظهر دليلاً ضئيلاً على درجة التمايز الخلوي. وهذا يثير احتمالية انزلاق السرطانات عن التنظيم الهرمي إلى حالة من الفوضى النسبية، حال التقدُّم من الحالة الحميدة إلى الحالة الخبيثة.

إدًا، فما هو الدليل على أنَّ الأورام الخبيثة تحتوي على خلايا جذعية سرطانية؟ الباحث تشن وآخرون(1) أعطوا بيانات دامغة على أنَّ الأورام الأروميَّة الدِّيَقِيَّة (أكثر أورام المُخ فتكاً) مُنظَّمة بتسلسل هرمي. فباستخدام مزيج بارع من تكنولوجيا « الجينات الانتحارية » التي تقتل الخلايا الجذعية السرطانية لهذا الورم بشكل انتقائي، والعقاقير المضادة للأورام التي تقضي على كتلة الخلايا السرطانية الانقسامية، بيَّن الباحثون أن الخلايا الجذعية السرطانية تُعيد تعبئة السرطان بالخلايا، بعدما تُمحي كتلة الورم بالأدوية المضادة للسرطان (الشكل 1أ).

أعاق الباحثون نمو الأورام الأروميَّة الدِّيَقِيَّة بشكلٍ دراماتيكي في داخل الجسم الحي عن طريق استهداف الخلايا الجذعية السرطانية وتَسْلِيها باستهداف جينات انتحارية، مع استخدام الأدوية المضادة للسرطان.

«الخلايا الجذعية السرطانية تُعيد تعبئة السرطان بالخلايا، بعدما تُمحي كتلة الورم بالأدوية المضادة للسرطان»



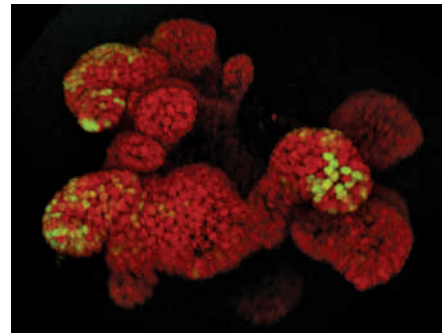
إنَّ الأبحاث الثلاثة السالف ذكرها تُمثل فصلاً جديداً مهماً في حلقة الجدال الدائر حول الخلايا الجذعية السرطانية. لقد عرضوا لنا - ولأول مرة - هذه الخلايا في موائها الأصلية، وقَدَّمُوا أول دليل صلب على أن مثل هذه الخلايا هي هدفٌ علاجي مُشروع.

وسوف تُشمل التدابير التالية تحديد كيفية مُضاهاة الخلايا الجذعية السرطانية بالفأر بنظراتهم في الإنسان، والكيفية المُثلِّ لتدمير هذه الخلايا لصالح المرضى. ■

ريتشارد ج. جلبرتسون في مركز السرطان الشامل، مستشفى سانت جود البحثية للأطفال، ممفيس، تينيسي ٣٨١٠٥-٣٦٧٨، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني: richard.gilbertson @ stjude.org
* هذه المقالة، وهذه الأبحاث قيد المناقشة 1-3، وتم نشرها على الإنترنت في ١ أغسطس ٢٠١٢.

الخلايا الجذعية السرطانية، استخدم الباحث شيبيرس وآخرون(3) استراتيجية «تتبع السُلالة»، اشتملت على خلايا جذعية معوية، أُطيح منها ببروتين (إيه بي سي)، حيث أُخذت الخلايا بشكل عشوائي واحداً من أربعة ألوان تالقية واسمة عندما أعطيت الفئران جرعة منخفضة من عقار التاموكسيفين tamoxifen. والجرعات الأولية من عقار التاموكسيفين غالباً ما تُؤلِّد أوراماً عُديَّة «نسيجية» أحادية اللون، مشيرةً إلى أنها نشأت بشكلٍ نموذجي من خلايا جذعية معوية واحدة.



وبشكل ملحوظ، فإنَّ جرعة لاحقة من عقار التاموكسيفين حَوَّلَت لون خلايا فردية في الأورام العُدِيَّة، ودُرِّيَّة هذه الخلايا المُتَلَوِّنة حديثاً (التي شملت خلايا ورمية مُتمايزة) ذهبت كي تأهل الورم، مشيرةً إلى أباؤها من الخلايا الجذعية السرطانية. وقد أُبديت ملاحظات مُماثلة من قِبَل الباحث دريسنس وآخرون(2) في نموذج فأري لورم جلدي حميد (الورم الخَلِيمِي)، وباستخدام «تتبع السُلالة» لخلايا فردية من هذا الورم، لاحظ الباحثون وجود تباين كبير في قدرة الخلايا التكاثرية، فقط ٢٠٪ منها كانت قادرة على توليد خلايا نَسِيَّة، أهَلَّت مساحات واسعة من الورم. وتوفَّر الدراسات التي قام بها شيبيرس وآخرون، ودريسنس وآخرون توضيحات مُتأنفة لنشاط الخلايا الجذعية في الأورام السليمة، ولكنَّ الأورام العُدِيَّة، وكذا الخليمية، إنَّما هي أورام حميدة، وليست سرطانية، والخلايا في هذه

التعرُّف على الآباء

ريتشارد ج. جلبرتسون

على الرغم من مرور عقود من البحث، فإنَّ ثلث المرضى الذين يعانون من السرطان يموت في خلال خمس سنوات من التشخيص. ولذا. فإنه ليس من المُستغرب أن آيَّة مفاهيم تأتي بِمَوْجَة تُعَيِّر في الطريقة التي نفكر بها ونعالج بها السرطان تحسُّد اهتماماً وموارد هائلة. وأحد هذه المفاهيم هو فرضية (الخلايا الجذعية السرطانية)، المعروفة اختصاراً (سي إس سي)، التي تقترح أنَّ السرطانات يتم تنظيمها في تسلسلات هرمية خلوية شاذة، تكون فيها الخلايا الوليدة المُتمايزة ذات قدرة محدودة على التكاثر، وتُؤلِّد بواسطة خلايا جذعية سرطانية أبوية تتكاثر بشكل لا نهائي (الشكل ١). وحتى الآن لا يزال الدليل على وجود الخلايا الجذعية السرطانية مثاراً للجدل، ولكنَّ الفرضية جَذابة للغاية، لأنها توفر إطاراً مفهوميّاً، يُمكن أن يُبنى عليه نُهج علاجية جديدة: فأى عقار قادر على قتل الخلايا الجذعية السرطانية سيكون شافياً من الناحية النظرية.

وحالِّياً، هُنَاك ثلاث دراسات مُستقلَّة عن نماذج فأرية لأورام المُخ(1)، والجلد(2)، والأمعاء(3) تقدَّم أول دليل على أنَّ الخلايا الجذعية السرطانية موجودة، وتنشأ من جديد أثناء تكوُّن الأورم في الأعضاء السليمة. «تتبع السُلالة»: هو أسلوب يُسمح بعمل وضَم تالقي مُستديم للخلايا الجذعية ودُرِّيَّتها في داخل الجسم الحي.

وقد استُخدم هذا الأسلوب في السابق(4) لتعيين الخلايا الجذعية المعوية التي تمنح النشأة لمُختلف أنواع الخلايا التي تُشكِّل الأنسجة الظهارية المعوية في الفئران. وكشفت نفس الدراسة أيضاً أنه عندما يتم حذف الجين الذي يقوم بترميز بروتين يُعرف اختصاراً (إيه بي سي APC)، فإن هذه الخلايا الجذعية تُؤلِّد أوراماً حميدة (الأورام العُدِيَّة المعوية). ولاختبار ما إذا كانت الأورام حُوفِظ عليها بواسطة

وَقْف تَطَوُّر الورم

تريفور أ. جراهام

إن تعريف الخلايا الجذعية السرطانية كمجموعة مُحدَّدة من الخلايا مسؤولة عن ديمومة الأورام يُشير إلى أنَّ هذه الخلايا لديها قدرة مُتأصِّلة لنشر طفرات في جميع أنحاء الورم و تَدْفَع السرطان نحو التطوُّر: الخلايا الجذعية السرطانية هي «المُحرِّكات والرَّجاعات» في عملية التَّسرُّن. ولذا.. فإنَّ القتل الانتقائي لهذه الخلايا يُلوح كعلاج مُحتمل جَدَاب. وفي الواقع، لاحظ الباحث تشن وآخرون (1) انخفاضًا بما يُقارب المَرتين في كثافة أورام المُخ في الفئران عندما أُشركا الأدوية القياسية المُضادة للسرطان مع القتل الانتقائي للخلايا الجذعية السرطانية، مقارنةً بنتائج الأدوية القياسية وحدها.

ولكن، أينيبي أن يكون الهدف الأساسي لعلاج السرطان حاليًا هو قتل الخلايا الجذعية السرطانية «جذر» الورم؟ ذاك السُّؤال شبيه بالسُّؤال عن إمكانية أن تتغاضى (بأمان) عن الحشود غير الجذعية من الخلايا السرطانية.

من المُتَّصِر أن طفرات مُحددة في الخلايا غير الجذعية سوف تتسبب في ارتجاعهم إلى حالة مشابهة للخلية الجذعية، وبالتالي تُسهم في تطور الورم. وإضافة إلى ذلك، فقد ترتجع الخلايا غير الجذعية في أورام لمثل تلك الحالة المُشابهة للخلايا الجذعية، حتى في غياب حدوث طفرات (6). وإذا كان هذا هو الحال، فإنَّ القتل الانتقائي لمجموعة الخلايا الجذعية من

«النتائج تُضَعُ حدوثُ منافسة بين الخلايا السرطانية في قلب عملية تطوُّر السرطان.»

المُمكن أن يُخلي مكانًا داخل الورم، فاتحًا إياه للإشغال من قِبَل حُشود مُناحرة من الخلايا. وبدلًا من ذلك، فمحاولة الحدِّ من «التَّجْدَعُ stemness» - ربما عن طريق تعديل البيئة المكروية التي تُدعم الخلايا الجذعية في الأورام (7) - قد تُبرهن على

وجود استراتيجية علاجية أكثر فاعلية من مُجرد القضاء على الخلايا الجذعية السرطانية ببساطة. وقد بيَّن الباحث دريسنس وآخرون، والباحث تشن وآخرون أنَّ التنظيم الخلوي للأورام المُبَكِّرة (ما قبل السرطان) بالجلد والأمعاء هو رسوم كاريكاتورية لأعضائهم الطبيعية، وتتكون من كلِّ الخلايا الجذعية وغير الجذعية على حدِّ سواء. وقد يُمَثَّل وجود الخلايا غير الجذعية مكابح لتطور الورم: فمثل هذه الخلايا ليست فقط تستهلك الموارد المُتاحة المحدودة، ولكن أيضًا قد تكون ليس لها القدرة على التَّطور، بمعنى أنَّ لديهم إمكانيات محدودة للنمو (على عكس الخلايا الجذعية).

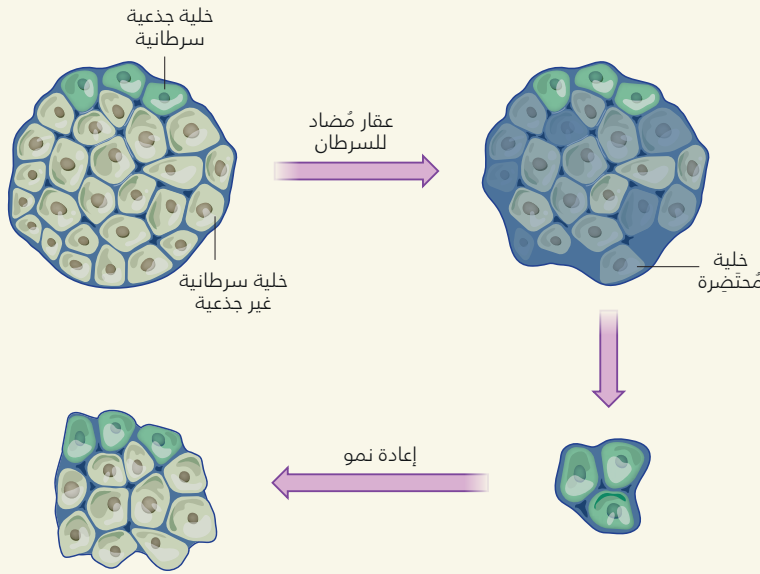
ومن المُثير للاهتمام، أنَّ الباحث دريسنس ومن معه لاحظوا أن التَّطوُّر للسرطان في أورام الجلد الحميدة صاحبه ازدياد في عدد الخلايا الجذعية السرطانية، وانخفاض توليد الخلايا غير الجذعية. وهذا يشير إلى أن تطوُّر الورم يُدري جَمَهرة الخلايا الجذعية.

وبالتالي، فإنَّ تصميم علاجات تمنع زيادة «التَّجْدَع» قد تُمثِّل وسائل تُقيِّد تطوُّر الورم إلى السرطان.

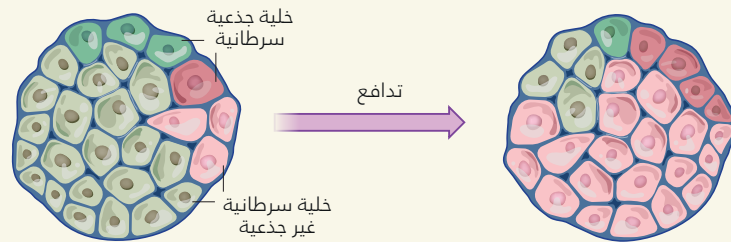
هُناك نموذج شائع لتطور السرطان ينطوي على موجات مُتتابعة من التَّوسُّع النسيلي، كلُّ منها تُتَّجَم عن طُفرة جَدِيدَة (5).

ومما يلفت النَظَر أنَّ نتائج دريسنس وزملائه على خِلاف هذا النموذج.. فالباحثون وجدوا أنَّ هناك مُنافسة مُحايدة

(أ)



(ب)



الشكل 1 | ليست كل الخلايا في الورم على قَدَم المُساواة. الباحث تشن وآخرون (1)، والباحث دريسنس وآخرون (2)، بالتعاون مع الباحث شيبس وآخرون (3) بيَّنوا أنَّ أورام المُخ، والجلد، والأمعاء تطوى على خلايا جذعية سرطانية تُعرف اختصارًا (سي إس سي إس CSCs)، وتتجدد ذاتيًا وتُولَّد خلايا (غير الجذعية) أكثر تمايزًا، تُشكِّل جمهرة خلايا الورم. (أ) تشير نتائج الباحث تشن وزملائه إلى أنَّه على الرغم من أن الأدوية الحالية المضادة للسرطان قادرة على محو مُعظم الخلايا الانقسامية غير الجذعية، فإنَّ الخلايا الجذعية السرطانية الباقية على قيد الحياة يُمكنها إعادة تعبئة الورم. ولذلك، فسوف تكون هناك حاجة لاستهداف كل من الخلايا الجذعية السرطانية والخلايا الانقسامية - على حدِّ سواء - من أجل القضاء على الورم بشكلٍ كامل. (ب) الباحث دريسنس وآخرون ذكروا أن الخلايا الجذعية السرطانية تتنافس بشكل مستمر مع بعضها البعض للحصول على مكان في الورم، وتسود الخلايا الوليدة للفائزين. واللون الأحمر والأخضر يشيران إلى حُشود نسيجية مختلفة، كل واحد منها مُستَمَد في الأصل من خلية جذعية سرطانية مُفردة.

وبفهم الكيفية التي تُمكن هذه التسلسلات الهرميَّة الخلوية من أن تُصوغ عملية التَّسرُّن، واستغلال ذلك لتغيير مسار تطوُّر الورم، يُحمل بُشرى بعلاجٍ فعال. ■

تريفور جراهام في مركز التطور والسرطان، جامعة كاليفورنيا، سان فرانسيسكو، كاليفورنيا ٩٤١٤٣-١٣٥١، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني: trevor.graham@ucsfmedctr.org

1. Chen, J. *et al. Nature* **488**, 522–526 (2012).
2. Driessens, G., Beck, B., Caauwe, A., Simons, B. D. & Blanpain, C. *Nature* **488**, 527–530 (2012).
3. Schepers, A. G. *et al. Science* **337**, 730–735 (2012).
4. Barker, N. *et al. Nature* **457**, 608–611 (2009).
5. Greaves, M. & Maley, C. C. *Nature* **481**, 306–313 (2012).
6. Gupta, P. B. *et al. Cell* **146**, 633–644 (2011).
7. Medema, J. P. & Vermeulen, L. *Nature* **474**, 318–326 (2011).

بين الخلايا الجذعية السرطانية: فكل خلية جذعية داخل الورم من المُرَجَّح لها - على حدِّ سواء - أن تتضاعف بشكلٍ نسيلي، أو أن تموت، ولربَّما يحدث ذلك حتى في حالة عدم وجود طُفرات جديدة (الشكل ١.ب).

إنَّ مُلاحظاتهم تُشير إلى أن التَّوسُّع النسيلي عملية مستمرة في الأورام، وليس شيئًا نادرًا تقوده طفرة جديدة مواتية بشكلٍ انتقائي. وتَصَّعُ النتائج حدوثُ مُنافسة بين الخلايا السَّرطانية في قلب عملية تطوُّر السرطان.

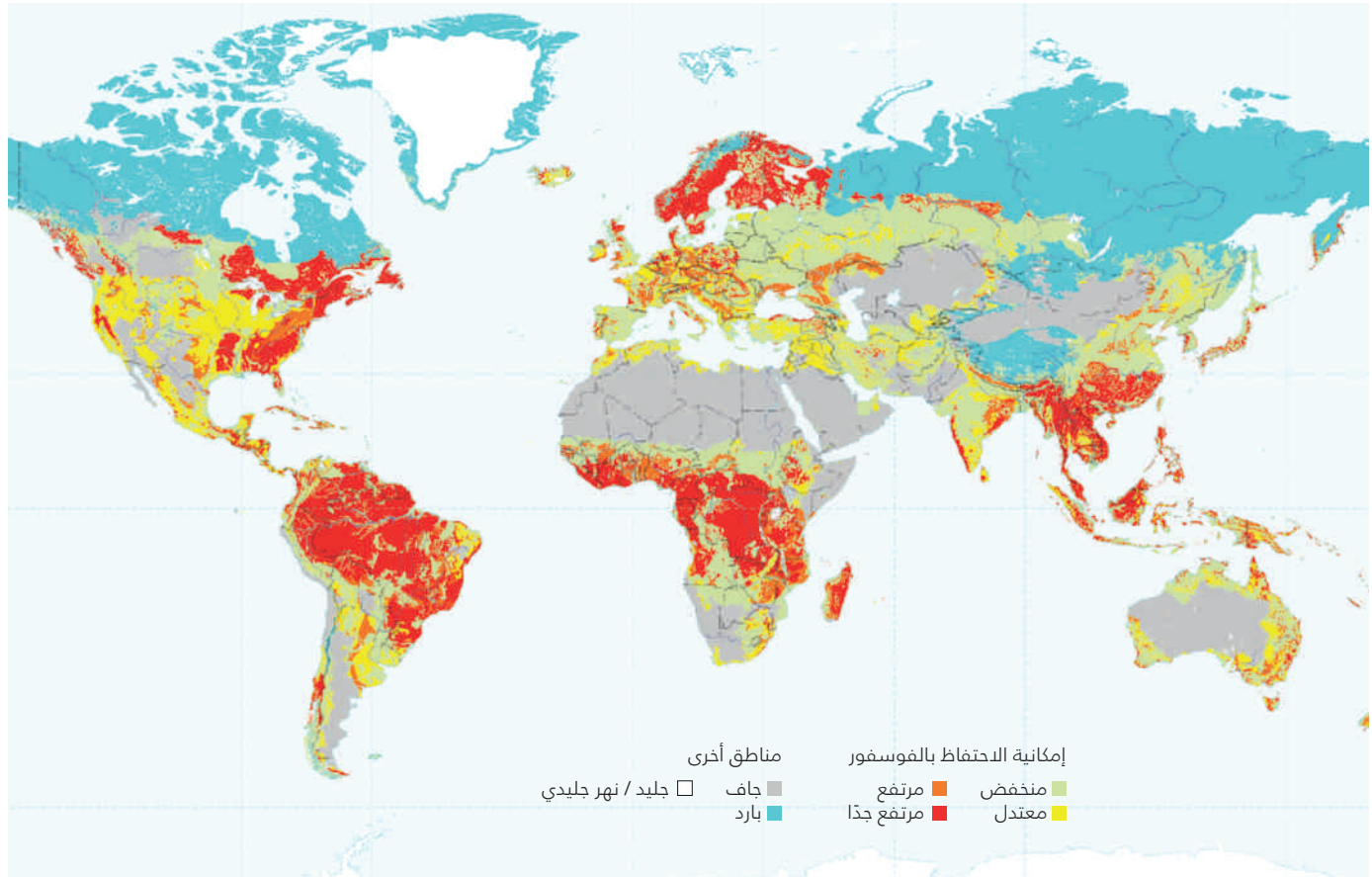
وفي هذا السياق، فإنَّ الطفرات التي ببساطة تُسوق عملية التكاثر قد تكون ذات أهمية أقلِّ مما كان يُعتقد سابقًا، في حين أنَّ الطفرات التي تُميل ميزان المنافسة قليلًا لصالح إحدى الخلايا الجذعية السرطانية على حساب أُخرى - مُعزِّزة التجديد الذاتي أو احتكار الموارد المحدودة - قد تكون تلك التي يتم تحديدها بشكلٍ قوي في الأورام.

إنَّ الرسالة الرئيِّسة التي تُؤخذ في الحُساب من الدراسات الثلاث هي أنَّ الخلايا تُنظَّم بشكلٍ هرمي في داخل الأورام؛ وأنَّ كل الخلايا السرطانية ليست متساوية.

تعزير الجذور لمزيد من الفوسفور

يتوقع أن يؤدي تشخيص إنزيم في الأرز يحسن غلة النبات في التربة الفقيرة بالفوسفور إلى ارتياد آفاق جديدة لإنتاج محاصيل غنية بالمغذيات، وتزدهر في تربة هامشية الخصوبة.

US DEPARTMENT OF AGRICULTURE



الشكل 1 | مشكلة الفوسفور. العديد من التربات الزراعية في العالم موجودة في مناطق إمكانات احتجازها للفوسفور بين مرتفعة ومرتفعة جداً، ما يعني أن الفوسفور مقيد بشكل قوي إلى حبيبات التربة أو مثبت لدى مركبات عضوية تحتوي على الفوسفور. يؤدي ارتباط الفوسفور بشكل مرتفع في التربة إلى انخفاض توافره للنباتات في تلك الأقاليم. قام جامويا وزملاؤه بتحديد إنزيم أرز يعزز نتاج محصول الأرز من النباتات التي يتم استنباتها في تربة فقيرة بالفوسفور.

ليون في كوتشيان

توليد أنواع من النبات تحتاج بساطة إلى تغذية أقل بالفوسفات. لقد بدأت هذه الحلقة من ذلك الطلب قبل حوالي خمسة عشر عامًا عندما بدأ باحثون من هذه المجموعة التي قَدَّمت هذا البحث بدراسة تجمّع فرعي من نباتات الأرز والمسّماه تويغات أوس (aus) يعود أصلها إلى تربة فقيرة بمغذيات النبات في الهند. كان هناك وعي متزايد بأن أنواع الأرز التقليدية تلك يحتمل أن تكون مصدرًا غنيًا لجينات تشقّر التربة للحمل للإجهادات غير الحيويّة (abiotic) كالفيضانات طويلة الأمد. قادت عملية المسح الوراثي لعديد من أنواع الأرز إلى تحديد الكازالات (Kasalath) وهو خط من أرز الأوس (aus) عالي الكفاءة في الاستفادة بالفوسفور بشكل معتبر مقارنة بالتويغات المستخدمة حاليًا لإنتاج الأرز. وكشف تحليل وراثي (جيني) لاحق لنباتات ناتجة عن تقاطع خصائص الكازالات ونوع حديث من الأرز

للنباتات (الشكل 1). بل إن العديد من الأقاليم الفقيرة بالفوسفور تقع في دول نامية، حيث التربة متدهورة عادة، ويفتقد المزارعون الموارد المالية لشراء الأسمدة الفوسفورية. وبالتالي، فإن وصول النباتات لهذه المادة يلعب دورًا في وضع الأمن الغذائي للمزرعة لبعض هذه الأقاليم. ومما يفاقم هذه المشكلة أن الفوسفور المستخدم في الأسمدة يتم الحصول عليه من الفوسفات الصخري وهو مورد غير متجدّد، ويحتمل أن يستنفد في فترة تتراوح بين 50 و100 سنة. وحتى في الزراعة عالية المدخلات الشائعة في الدول المتقدمة، فإن كمية كبيرة من الفوسفور المستمد من المخصبات إما أن يحدو ثابتًا (وبالتالي غير متوفر للنباتات) أو يتم فقدانه من خلال تسرّبه إلى باطن الأرض والمياه السطحية، وهو ما يعتبر مؤذيًا للبيئة المحيطة. وإحدى السبل المحتملة لتجنّب هذه المشاكل هي

ربما كان الفوسفور أقل مغذيات النبات وفرة. فالعديد من تربات العالم فقيرة بهذه المادة، وذلك يشمل نحو نصف أراضي العالم الزراعية. ولذلك، هنالك اهتمام ملموس بتطوير أصناف نباتات ذات كفاءة عالية من حيث استفادتها بفوسفور التربة، أي أنها تنتج محاصيل أكبر مع استخدام فوسفور أقل من التربة. وكان جامويا وزملاؤه قد وثّقوا اكتشافهم لأول جين يتعلّق بكفاءة استخدام الفوسفور لدى النباتات. يحمل هذا الجين شفرة إنزيم بروتين الكيناز، والذي يعزز بشكل كبير نتاج محاصيل نبات الأرز المستنبت في تربة فقيرة بالفوسفور.

وهناك عدة عوامل تسهم في مشكلة الفوسفور. فهناك قدر كبير من فوسفور التربات مقيد بشدة لدى حبيبات التربات السطحية، أو أنه مثبت على شكل مركبات فوسفور عضوية، وبالتالي فهو نسبيًا غير متاح

يحاولون الآن ترجمة اكتشافاتهم إلى تحسين في كفاءة استيعاب الفوسفور في محاصيل الأرز بتوليد أنواع مختلطة مستهدفة، سيكون مثبلاً للاهتمام رؤية مدى استقرار هذه الصفة في أنواع النباتات المنحدرة من خلفيات وراثية مختلفة وفي بيئات نمو مختلفة. كذلك، فقد حددت مسح المؤلفين الوراثة الأسيق مناطق وراثية أخرى مرتبطة بتعزيز كفاءة استيعاب الفوسفور، وسيكون مثبلاً متابعة تحديد جينات معيّنة ضمن تلك المناطق وكذلك اكتشاف التأثيرات التآزرية الممكنة لكفاءة امتصاص النباتات للمغذيات عندما يتم الجمع بين تلك الجينات أو المناطق الوراثة. أخيراً، فقد أبرزت أبحاث جامويا ورفاقه القيمة الكامنة في دراسة أنواع النباتات التقليدية لإيجاد صفات مفيدة، ربما تكون قد فقدت خلال عمليات التديج (domestication). ■

يعمل **ليون في كوتشيان** بمركز روبرت هولي للزراعة والصحة، التابع لوزارة الزراعة في الولايات المتحدة وقسم بيولوجيا النبات بجامعة كورنيل بمدينة إيثيكا، ولاية نيويورك، الولايات المتحدة. البريد الإلكتروني: leon.kochian@ars.usda.gov

1. Lynch, J. P. *Plant Physiol.* **156**, 1041–1049 (2011).
2. Gamuyao, R. et al. *Nature* **488**, 535–539 (2012).
3. Cordell, D., Drangert, J.-O. & White, S. *Glob. Environ. Change* **19**, 292–305 (2009).
4. Xu, K. et al. *Nature* **442**, 705–708 (2006).
5. Wissuwa, M. & Ae, N. *Plant Breed.* **120**, 43–48 (2001).
6. Wissuwa, M., Yano, M. & Ae, N. *Theor. Appl. Genet.* **97**, 777–783 (1998).
7. Wissuwa, M., Wegner, J., Ae, N. & Yano, M. *Theor. Appl. Genet.* **105**, 890–897 (2002).
8. Wissuwa, M. *Plant Soil* **269**, 57–68 (2005).
9. Heuer, S. et al. *Plant Biotechnol. J.* **7**, 456–471 (2009).
10. Marshall, A. et al. *Plant Cell* **24**, 2262–2278 (2012).

تعبيرات الجين للمؤلفين أن يفضلوا إحدى هذه الجينات المضافة، التي تشفر بروتين الكيناز. وتوجد تعبيرات هذا الجين بمستويات عالية في جذور النباتات المحتوية على منطقة Pup1 الوراثة لنوع كازالات، ويزيد تعبير الجين أكثر في ظروف التربة الفقيرة فوسفورياً.

في هذا البحث²، وصف جامويا ورفاقه الجين بتفصيل أكثر وأطلقوا عليه PSTOL1، أي «تحمل نقص الفوسفور-1» (Phosphorus-starvation tolerance 1). وأظهر المؤلفون أن خطوط الأرز الحديثة والمهندسة جينياً لتعبر بوفرة عن جين PSTOL1 أنتجت زيادة معتبرة في محصول الأرز والكتلة الحيوية مقارنة بالنباتات البرية لدى زراعتها في تربة فقيرة بالفوسفور. كذلك أظهر الباحثون أن بروتين PSTOL1 ينتمي إلى مجموعة سيتوبلازمية فرعية من بروتينات الكيناز، شبيهة بالمستقبلات. ويعتبر ذلك لافتاً، نظراً إلى أن بروتينات الكيناز شبيهة المستقبلات تلعب دوراً في استجابات النباتات لأنماط عديدة من الإجهاد غير الحيوي، بما في ذلك الجفاف¹⁰.

عن طريق مقارنة أسلوب بناء جذور نباتات الأرز التي تقوم بالتعبير الوفير عن الجين PSTOL1 بخطوط الأرز التي تفتقر للكيناز، وجد المؤلفون أن تعبير PSTOL1 أدى لزيادة النمو المبكر للجذر وانتشار الجذر مما يشير إلى أن الكيناز يعزز قدرة النباتات على استخراج الفوسفور من التربة. فرضية أن جين PSTOL1 يساهم في تطور ونمو الجذور دعمتها دراسات أظهرت أن تعبيرات جين PSTOL1 محددة في مناطق أنسجة معينة حيث يبدأ بروز تيجان الجذور التي تمثل جزءاً ملموساً من النظام الجذري المكتمل للأرز.

فتحت هذه الاكتشافات مسارات جديدة لتحسين كفاءة استخدام نبات المحاصيل للفوسفور - وربما كذلك كفاءة امتصاص مغذيات أخرى. ما زال هنالك عمل كبير ينبغي القيام به لتوضيح الآليات الجزيئية والأهداف اللاحقة لجين PSTOL1. لكن الباحثين

بكفاءة منخفضة لاستخدام الفوسفور عن عديد من مناطق المادة الوراثة للأرز المرتبطة بتحسين كفاءة استخدام الفوسفور^{5,6}، تتواجد المنطقة الوراثة التي تمتلك أكبر دور في امتصاص الفوسفور (PUP) في كروموزوم الأرز رقم 12 وتم تسميتها Pup1 (انظر المرجع رقم 7).

بيد أن الجهود التي تلت ذلك لتحديد الجين أو الجينات المسؤولة عن كفاءة استخدام الفوسفور في سلالة كازالات كانت معقدة، نظراً إلى أن كفاءة أكبر لاستخدام الفوسفور يمكن أن تنتج من نواح متعددة في فيسيولوجيا النبات. فمثلاً، وجود نمو أكثر نشاطاً للجذور يضعها بموقع أقرب لوجود فوسفور التربة أو نشاط بيولوجي وكيميائي أوسع من خلال الجذور لإذابة وامتصاص الفوسفور المثبت، وكلاهما يمكن أن يؤدي إلى استيعاب أكفاً للفوسفور. وإضافة إلى ذلك، فإن استخداماً خلوياً أكثر كفاءة للفوسفور يمكن أن يساهم في تحسين كفاءة استيعابه.

في سبيل تمييز أي من هذه العمليات يتأثر بالمنطقة Pup1، استخدم الباحثون تقنيات تكاثر (تهجين) لوضع المنطقة الوراثة التي تحتوي Pup1 في خطوط الأرز الحديثة غير الكفوة فوسفورياً. أظهرت الخطوط المهجنة نتاجاً أكبر من محاصيل الأرز وكتلة حيوية أعلى بشكل معتبر (مقارنة بالخطوط الأصلية) لدى زراعتها في تربة فقيرة بالفوسفور، وأظهر التحليل الفسيولوجي أن ذلك ناتج عن امتصاص وتراكم أكبر للفوسفور⁸.

وقامت مجموعة البحث لاحقاً بمقارنة 9 متابعات الحمض النووي المحتوية على منطقة Pup1 في أرز كازالات مع متابعات جينوم الأرز المعتمدة علمياً، الذي تم فك متابعاته من نوع أرز حديث يسمّى نيونبير (Nipponbare). لقد اختلفت المتابعات بشكل ملحوظ حيث احتوت متابعات كازالات على جينات عديدة يعتقد أنها تلعب دوراً في امتصاص الفوسفور. أتاح تحليل

علم المناخ

توازن أنهار الهيمالايا الجليدية

تشير قياسات الارتفاع الواردة من الأقمار الصناعية أن الأنهار الجليدية في جبال الهيمالايا تفقد بالفعل كتلتها الجليدية، ولكن بمعدلات معتدلة. وهذه القياسات تطرح تساؤلات أوسع حول الطرق الأخرى التي يتم عن طريقها تقدير توازن الكتل الجليدية.

ج. جراهام كوجلبي

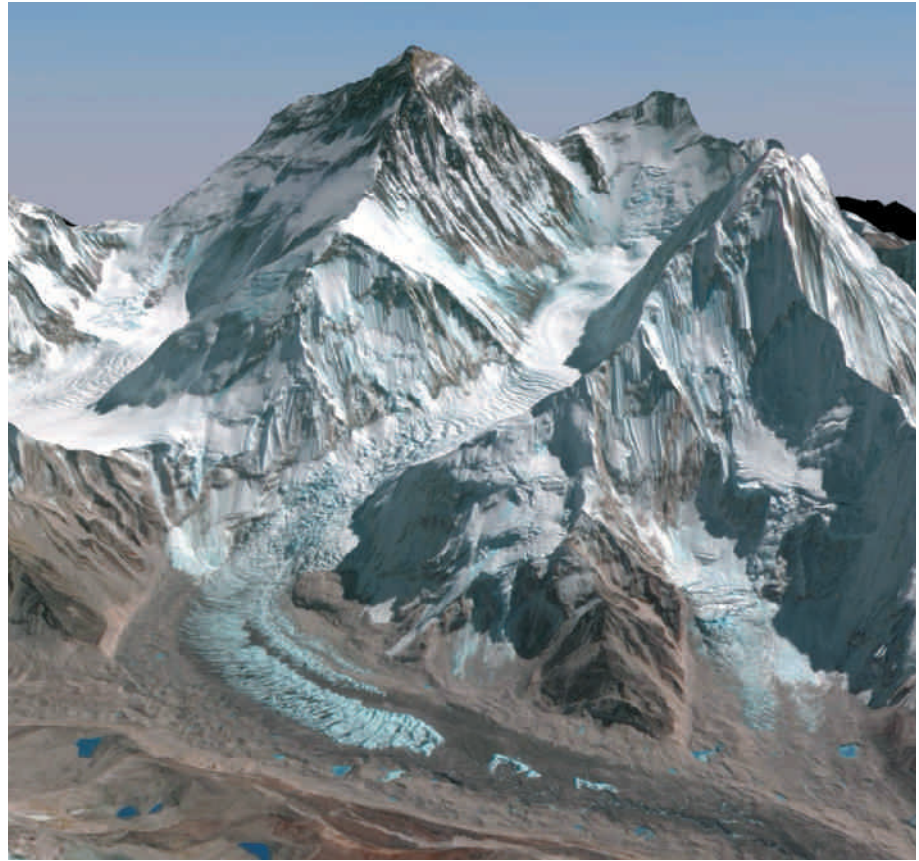
على مجموعة من الحمام. ويتم عادةً تشبيه الأنهار الجليدية بكونها أبراجاً من المياه العذبة. وفي حال وجود توازن سلبي مستمر، فهذا يعني كميات أقل من المياه في الأبراج، ومزيداً من المياه المنتقلة نحو المحيطات كميها ذاتية. وبما أن النوعية الثانية من المياه (الذائبة) تعتبر متاحة للاستخدام أسفل المصب، فهذا يعني عوائد ذات مدى قصير في منطقة تواجه عجزاً في المياه، ويعني أيضاً الكثير من المشكلات في المستقبل عندما تجف الأبراج المائية. ويمكن لهذا التقييم أن يتغير في حال قَدِّمَتْ جهة ما تقديراً أقل سلبية لتوازن الكتلة الجليدية.

وما ثبت لنا من معرفة حتى الآن هو أن الأبراج المائية توفر كميات أقل من المياه للاستخدامات الحالية، ولكنها ستحتفظ بالمياه لفترة أطول. وليس من الواضح إذا كان

من خلال تقديم قياسات مستقلة لتوازن الكتلة الجليدية، مستندين إلى قياس التغير في الارتفاعات عن طريق القمر الصناعي ICESat. ومع أن هذه البيانات تم تجميعها على مدار خمس سنوات فقط (2003-2008)، فإنها تغطي كل مساحة جبال الهيمالايا.

وتعتبر القياسات الجديدة لتوازن الكتلة الجليدية في الهيمالايا، بمعدل 210 ± 50 كجم لكل متر مربع كل سنة، أكثر تراجعاً من أحدث التقديرات المعتمدة على التغير في حقل الجاذبية الأرضية (4)، لكنها أقل تراجعاً من التقديرات الحالية (5,6) التي تم الحصول عليها بالطريقة الأكثر مصداقية، وهي استيفاء النتائج من القياسات الحقلية المتناثرة. ويمكن أن تساعد التقديرات الجديدة في تهدئة الذعر حول موارد المياه الإقليمية، ولكن فيما يتعلق بطرق البحث لعلم الأنهار الجليدية، فإنها بمثابة إطلاق القطط

تواصل جبال الهيمالايا جذب اهتمام علماء المسطحات الجليدية. وهذا ليس بالأمر المستغرب، عندما نأخذ بعين الاعتبار المشاكل الكبيرة المتعلقة بالموارد المائية على المستوى الإقليمي لمناطق الأنهار الجليدية، والإشكاليات (1) التي تحيط بتقديرات معدلات اختفاء الجليد. وليس من الصعب تنفيذ الإدعاء القائل بوجود ذوبان متسارع للأنهار الجليدية. ففي منطقة كاراكورام - التي تقع على الأطراف الغربية لفوس جبال الهيمالايا - كان توازن الكتلة الجليدية (التغير في كتلة الأنهار الجليدية عبر فترة من الزمن) في واقع الحال إيجابياً بشكل طفيف خلال العقد الماضي (2). وقد أوضح كاب وآخرون (3)، بصفحة 495 من عدد 23 أغسطس، Vol. 488، هذه الظاهرة بشكل أكبر،



الشكل 1 | بيئة صعبة للعمل. النهر الجليدي كومبو Khumbu، الواقع على منحدر جبل إيفرست، في صورة بالأقمار الصناعية تعود إلى عام 2009، تم تركيبها من خلال نموذج رقمي للارتفاعات من مجس القمر الصناعي. وعلى هذا النهر الجليدي وغيره في جبال الهيمالايا تسبب الانهيارات الجليدية في إضافة الأتقاض والتلوج إلى السطح الذي يكون مليئاً بالصعود العميقة. ولهذا، تصبح القياسات الميدانية لتوازن الكتلة الجليدية شبه مستحيلة، ومن الصعب تفسيرها عند الحصول عليها. وقد تجنّب كاب وزملاؤه هذه المصاعب عن طريق قياس توازن الكتل الجليدية لكل الأنهار الجليدية في الهيمالايا من الفضاء.

هذا خبرًا سيئًا، أمر جيدًا. ويكل تأكيد، لو كان التوازن أكثر سلبية، أي في ذوبان كميات أكبر من المياه، فإن أسئلة كثيرة سوف تثار حول مدى المساواة بين حقوق الأجيال المتعاقبة في استخدامات المياه، وحول الطرق الممكنة لإبقاء المياه في أعلى البرج (7).

إنّ دراسة كاب وزملائه ترفع من سقف الطموحات للدراسات القادمة باستخدام تحليلات الارتفاعات المستمدة من الأقمار الصناعية. وتتضمن المعلومات المساندة لهذه الدراسة (3) حوالي 10 آلاف كلمة منتقاة بعناية حول معالجة وتصحيح البيانات الخام. وهذا يوفر مثالاً صارخاً لكَمِّ الوقت المطلوب لتعلّم كيفية جعل الأدوات الجديدة تعمل بكفاءة. لقد تم إطلاق القمر الصناعي ICESat في عام 2003، ولا يزال تحزّي المعلومات الأفضل مستمراً، حتى بعد 3 سنوات من فشل آخر حقل ليزر لهذا القمر في أكتوبر 2009.

تتضمن هذه المعلومات المنقّحة تقديرات أفضل للأخطاء، من تلك التي رافقت التقديرات الحديثة (4) المستندة إلى الجاذبية الواردة من مهمة القمر الصناعي GRACE. ومن المعتاد في تحليلات علم الأنهار الجليدية للبيانات الواردة من GRACE أن يتم تصحيح البيانات المتعلقة بنقل الكتل غير الجليدية، خاصة إلى المياه السطحية والمياه الجوفية والصخور في الطبقات الداخلية للأرض، عن طريق النمذجة الجيوفيزيائية والهيدرولوجية. وهكذا تصبح منتجات هذه النماذج هي المصادر الأكبر لعدم التيقن في حسابات الجاذبية. وتعتبر إحدى أكثر

تفقد الأنهار الجليدية الصغرى كتلتها الجليدية بمعدل أسرع من الأنهار الأكبر. والعامل الآخر هو قدرة الوصول إلى الأنهار الجليدية المختارة، التي توجد عادةً على ارتفاعات قليلة؛ وبالتالي تعاني من ذوبان أشد، مع أن هذا التأثير لا يزال غير خاضع لتحليلات منهجية. أما العامل الأخير، فهو عدم وجود حسابات خاصة بعدم التيقن من القياسات الميدانية نفسها. وأهمية العامل الأخير تتراجع حالياً في سياق تضمين الأبحاث الجديدة لحسابات تحدد الأخطاء، ولكن العوامل المحلية ما زالت تلعب دوراً كبيراً. وعلى سبيل المثال، فإن الكتلة التي تتم إضافتها عن طريق الانهيارات الجليدية لا تزال غير قابلة للقياس في الأبحاث الميدانية (الشكل 1).

وأشارت دراسات أخرى - تمّت على نطاق إقليمي (8،9) - إلى حالات أقل تراجعاً في توازن الكتلة الجليدية من تلك التي تم الحصول عليها عن طريق العمل الميداني، أو استيفاء النتائج الميدانية. وبالتالي، فإن نتائج كاب وزملائه تضيف إلى الإثباتات المترابطة التي تزيد من عدد الأسئلة حول قياسات توازن الكتلة الجليدية، أكثر من زيادة الإجابات. وهذه الأسئلة قد تكون لها تداعيات على مستوى دولي.

وتتوافق القياسات الجديدة مع التقييم الحديث لحالة الأنهار الجليدية في التبت (10)، الذي لاحظ وجود توجه لمعدلات أقل من فقدان الكتلة الجليدية في المناطق الشمالية القصوى، وقدم أول أدلة على زيادة في الكتلة الجليدية، تم قياسها في منطقة جبال البامير. وقد وجد كاب وزملاؤه أيضاً توازنات إيجابية في الكتلة الجليدية جنوب جبال البامير. وهكذا، أكدت ثلاث دراسات مستقلة (2،3،10) هذا «الاحتلال» في منطقة كاراكورام، مثل دراسة كاب وزملائه، وهي تقدم معاً أكثر المسوح الجغرافية شمولاً.

وأظهرت دراسة كاب وزملائه (5) أن حالة الأنهار الجليدية في الهيمالايا ليست بالسوء الذي يُفترض على نطاق واسع وبشكل خاطئ، ولكن ملاحظاتهم قصيرة الأمد لا تخبرنا بشيء حول مصير (5) هذه الأنهار الجليدية. وقد تم تطوير هذه الملاحظات من خلال قمر صناعي أصبح الآن خارج نطاق الخدمة، ولن يتم إطلاق بديل له حتى عام 2016. كما تطرح الدراسة تساؤلات بحثية حول نتائج القمر الصناعي GRACE، والطرق البحثية المتبعة منذ فترة طويلة. ولا شك أن رصد التغيرات في الأنهار الجليدية في الهيمالايا سيبقى تحدياً عملياً واستقرائياً مستمراً. ■

ج. جراهام كوجلبي: يعمل في قسم الجغرافيا، جامعة ترينت في بيتربورو، بولاية أونتاريو B8 & K9J في كندا. البريد الإلكتروني: gcogley@trentu.ca

1. Cogley, J. G., Kargel, J. S., Kaser, G. & van der Veen, C. J. *Science* **327**, 522 (2010).
2. Gardelle, J., Berthier, E. & Arnaud, Y. *Nature Geosci.* **5**, 322-325 (2012).
3. Käbb, A., Berthier, E., Nuth, C., Gardelle, J. & Arnaud, Y. *Nature* **488**, 495-498 (2012).
4. Jacob, T., Wahr, J., Pfeffer, W. T. & Swenson, S. *Nature* **482**, 514-518 (2012).
5. Bolch, T. et al. *Science* **336**, 310-314 (2012).
6. Cogley, J. G. *Ann. Glaciol.* **50**(50), 96-100 (2009).
7. Pachauri, R. K. et al. (eds) *Climate Change 2007: Synthesis Report* (IPCC, 2007).
8. Berthier, E., Schiefer, E., Clarke, G. K. C., Menounos, B. & Rémy, F. *Nature Geosci.* **3**, 92-95 (2010).
9. Moholdt, G., Wouters, B. & Gardner, A. S. *Geophys. Res. Lett.* **39**, L10502 (2012).
10. Yao, T. et al. *Nature Clim. Change* <http://dx.doi.org/10.1038/nclimate1580> (2012).



دليلك لفهم الجينوم البشري

الترميز | nature



مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

حيث تنمو المعرفة



سَيُذَكَّرُ عام 2001 دومًا بأنه عام الجينوم البشري

إِنَّ تَوَافُرَ تَسْلُسُلِهِ عَيَّرَ عِلْمَ الأحياء، كما إن الطريقة - مضرب المثل - التي اجتمع بها مئات من الباحثين معًا لتشكيل اتحادٍ عامٍ مهَّدت السبيل لـ«العلم الكبير» big science في علم الأحياء. لقد كان إنجازًا عظيمًا، ولكنه كان من الواضح دومًا أن معرفة (الشفرة) لم تكن سوى البداية، ولفهم كيف تُفَسِّرُ الخلايا المعلومات المخزَّنة داخل الجينوم، كان هناك الكثير مما يجب تعلمه. وأصبح ذلك مهمة (الترميز) Encode، موسوعة عناصر الحمض النووي Encyclopedia of DNA Elements، التي كان الهدف من ورائها هو وصف جميع العناصر الوظيفية المشفرة في الجينوم البشري. وبعد تسع سنوات من إطلاق الموسوعة، تُوجت جهودها الأساسية بنشر 30 ورقة بحثية منسقة مع بعضها البعض، ست منها منشور في هذا العدد من مجلة «نيتشر Nature».

وتُصِفُ الأوراق، فيما بينها مجتمعة، 1640 مجموعة من مجموعات البيانات التي استُخلصت من 147 نوعًا متباينًا من الخلايا. ومن بين النتائج المهمة الكثيرة هناك نتيجة واحدة تبرز أكثر من سواها، هي أن أكثر من 80% من مكونات الجينوم البشري رُبط كل منها بوظيفة حيوية واحدة على الأقل.

وتتمتد الآثار المترتبة على نتائج الترميز إلى عديد من المجالات في علم الأحياء. ففي منتدى أخبار وآراء في الصفحة 52، تبادل علماء - يمثلون خمسة مجالات مختلفة من الأبحاث - وجهات نظرهم حول ما تعنيه النتائج بالنسبة لهم ولعملهم. وفي الصفحة 49، يناقش إيوان بيرني Birny Ewan، قائد ومنسّق اتحاد الترميز، التحديات التي تواجه علمًا يحركه اتحاد. وهناك قضايا ذات صلة في قسم «المهن» في الصفحة 165.

لقد أُنِتِجَت كميات مذهلة من البيانات من قِبَل مشروع الترميز متاحة للجميع. ولذا.. فمن المتوقع القيام بالمزيد من التحليلات، إضافة إلى عديد مما يُنشر حاليًا. وسوف يكون موضوع مقالة الأخبار الرئيسة لهذا العدد في الصفحة 46 هو إيجاد توازن بين جمع البيانات وتحليلها.

إن المقالات متاحة مجانًا للجميع. ومقالات هذا العدد تُكْمَلُها مجموعة واسعة من المقالات المتاحة عبر الإنترنت (nature.com/encode)، بما في ذلك رسوم توضيحية تفاعلية في المقالة الشاملة الرئيسة حول مشروع الترميز، التي تحوي بدورها تطبيقًا افتراضيًا virtual machine سيسمح بالتفاعل عن قرب مع البيانات وتحليلاتها. وتمشيًا مع روح الجماعة التي أُجْرِي بها العمل، فإننا نقدم أيضًا عبر الإنترنت أوراقًا ذات صلة نُشرت في مجلتي «جينوم ريسيرش Genome Research»، و«جينوم بيولوجي Genome Biology». ولمساعدتك على التنقل عبر البيانات، قمنا بإعداد المتصفح الإلكتروني لـ«نيتشر إنكود» Nature INCODE Explorer. كما نقدم فكرة (الخيوط)، التي ستسمح لك باستكشاف المواضيع البيولوجية الجامعة فيما بين الأوراق. ونأمل أن تستمتع بما نقدمه إليك.

ماجدالينا سكيبر - كبير المحررين

ريتو داند - كبير محرري العلوم البيولوجية

فيليب كامبل - رئيس التحرير

المحتويات

تحقيق

64 موسوعة الإنسان
بريندان ماهر

تعليق

67 دروس لمشروعات البيانات الكبيرة
إيوان بيرني

أبناء وآراء

70 فك الترميز
منتدى نقاش الجينومات

70 تقدير وليمة الجينوم
جوزيف آر. إيكر

71 التحكم في التعبير
ويندي أ. بيكمور

72 غير مُرمزة، لكن فعالة
إيناس بازوزو

73 التطور والشفرة
وجوناثان ك. برينشارد ويوآف جيلاد

73 من الفهرس إلى العمل
إيران سيجال

ملخصات الأبحاث

78 موسوعة متكاملة من عناصر الحمض النووي DNA في الجينوم البشري/ المشهد الكروماتيني المتاح من الجينوم البشري/ معجم تنظيم إنساني موسّع في آثار أقدم عامل الاستنساخ/ بنية الشبكة التنظيمية في الإنسان المستمدة من بيانات الترميز

مهن علمية

90 ترس واحد في ماكينة معقدة
سارة كيلوج

تطبيق متاح على
App Store

يحتوي تطبيق (نيتشر إنكود) لـ (أي باد) جميع المقالات الرئيسة، الثلاثين، بالإضافة إلى أفلام فيديو، وتعليقات.



متصفح نيتشر إنكود

يقدم لك المتصفح الإلكتروني لـ«نيتشر إنكود» طرقًا لاستكشاف كنز البيانات عبر جميع المقالات الثلاثين لمشروع الترميز. ويربط الفقرات ورسوم الإيضاح والجداول ذات الصلة في هذه المقالات، تُمكنك (الخيوط) من تَفْحُص المواضيع (الثيمات) المختلفة nature.com/encode

المزيد أونلاين

موسوعة الإنسان

في البدء قاموا بتتبع نشأته، ثم قاموا بمسح مناطقه النائية، لكن لا أحد يعرف كم المعلومات لدي الجينوم البشري، أو متى يجب أن يتوقف البحث عنه.

بريندان ماهر

للمعلوماتية الحيوية في هينكستون بالمملكة المتحدة، الذي نسق جهود تحليل البيانات لمشروع الترميز. ويقول إن بعض جهود رسم الخرائط غدت الآن في منتصف الطريق لانتهاه منها. أما الوصف الأعمق لكل ما يقوم به الجينوم، فربما يكون قد أنجز منه 10 ٪ فقط. وهناك مرحلة ثالثة، تجري الآن، ستقوم بملء صفحات دليل التعليمات للإنسان، وتقديم المزيد من التفاصيل.

إن عديدًا ممن ملأوا كؤوسهم من جدول البيانات مترامي الأطراف شديداً والحامس لاحتمالات المستقبل الآتي. فلقد أضاء مشروع الترميز بالفعل بعض الزوايا المظلمة من الجينوم، وأوجد فرصاً لفهم كيف تؤثر الاختلافات الجينية على الصفات والأمراض البشرية. كما أن تقصي الأعداد الضخمة من العناصر التنظيمية التي كشف عنها المشروع، ومقارنة تسلسلاتها بتلك الموجودة في الثدييات الأخرى يَعدُّ إعادة تشكيل فهم العلماء لكيفية تطور البشرية.

وبعض الباحثين يتساءلون قائلين: عند أي نقطة يمكننا أن نكتفي من البحث؟. يقول كريس بوتينج، عالم البيولوجيا الحاسوبية في جامعة أوكسفورد بالمملكة المتحدة: «إنني لا أرى القطار الجامح سيتوقف قريباً». وعلى الرغم من أن بوتينج يدعم أهداف المشروع، فإنه يشك في ما إذا كانت بعض جوانب مشروع الترميز ستقدم عائداً على الاستثمار، الذي يُقدَّر بأنه قد تجاوز 185 مليون دولار أمريكي. ويذهب جوب ديكور، قائد مجموعة مشروع الترميز في كلية الطب بجامعة ماساتشوستيس في ووستر، إلى أن تحقيق إمكانيات مشروع الترميز سيتطلب بعض الصبر، إذ يقول: «إن الأمر - في بعض الأحيان - يتطلب وقتاً طويلاً؛ لتعرف ما يمكنك أن تتعلمه من أي مجموعة محدّدة من البيانات».

وحتى قبل الانتهاء من مشروع سلسلة الجينوم البشري 2، نجد أن المعهد الوطني لأبحاث الجينوم البشري، المشار إليه اختصاراً بـ NHGRI، المُمَوَّل الرئيس لعلوم الجينوم في الولايات المتحدة، كان يُحَاجِجُ بضرورة اتباع مقاربة نظامية لتحديد الأجزاء الوظيفية في الحمض النووي DNA. وفي عام 2003، دعا المعهد علماء الأحياء لاقتراح مشاريع تجريبية، من شأنها أن تولّد مثل هذه المعلومات لنسبة 1 ٪ فقط من الجينوم، وتساعد على تحديد أيّ من التفتيات التجريبية، ومن المحتمل أن تعمل بشكل أفضل على الجينوم ككل.

وقد غيَّرت المشاريع التجريبية الأولية من كيفية نظر علماء الأحياء إلى الجينوم، فرغم أن كمية صغيرة فقط من الحمض

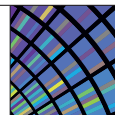
يود إيان بيرني Birney Ewan لو كان بإمكانه أن يُصدِر نسخة مطبوعة من جميع البيانات الجينومية التي جمعها هو وزملاؤه على مدى السنوات الخمس الماضية، كجزء من مشروع الترميز ENCODE (موسوعة عناصر الحمض النووي Encyclopedia of DNA Elements)، إلا أن العثور على مكان لوضعها فيه سيستلزم تحدياً. فحتى لو حوّت النسخة ألف زوج من القواعد الأساسية في كل سنتيمتر مربع، ستعلو المطبوعة إلى ارتفاع ستة عشر متراً، وتمتد إلى طول لا يقل عن 30 كيلومتراً.

وقد صُمم مشروع الترميز لبدأ من حيث انتهى مشروع الجينوم البشري. وعلى الرغم من أن ذلك الجهد الهائل كشف عن مخطط بيولوجيا الإنسان، إلا أنه سرعان ما اتضح أن دليل التعليمات لقراءة المخطط غير واضح في أحسن تقدير. ومن بين محتواه البالغ ثلاثة مليارات حرف من أحرف الجينوم، تمكّن الباحثون من التعرف على بعض المناطق التي تُشغّر للبروتينات. ولكن هذه تشكل ما هو أكثر بقليل من 1 ٪ من الجينوم، حيث تقع في نحو 20000 جين، مجرد بضعة أشياء مألوفة يمكن التعرف عليها ضمن مشهد قاتم وغير واضح المعالم. ويعتقد عديد من علماء الأحياء أن المعلومات عن التعقيد العجيب للبشر يكمن في مكان ما في (الصحاري) الممتدة بين الجينات. ومشروع الترميز، الذي بدأ في عام 2003، هو مجهود ضخم لجمع البيانات، وهو مُصمَّم لملء فراغات هذه التضاريس. والهدف من ذلك هو أرشفة سلاسل الحمض النووي DNA التي لها وظائف محددة، والمُندسة في العتمة هناك، وكذلك تَعَلَّم متى تنشط هذه السلاسل، وفي أيّ الخلايا، ومن ثم تَعَقَّب آثارها على كيفية تشكيل الجينوم، وكيفية تنظيمه وقراءته.

بعد المرحلة التجريبية الأولية، بدأ علماء مشروع الترميز بتطبيق مناهجهم على مجمل الجينوم في عام 2007. وقد وصلت هذه المرحلة إلى النهاية، وأشير إلى ذلك الحدث بنشر 30 ورقة علمية، في مجلة «نيتشر Nature»، ومجلة «جينوم ريسيرش»، ومجلة «جينوم بيولوجي». وقد حدّد الاتحاد - من العلماء المشتغلين على المشروع - وظيفة معينة لنحو 80 ٪ من الجينوم، بما في ذلك أكثر من 70000 منطقة (مُحفّزة) - المواقع إلى الأعلى من الجينات، وترتبط البروتينات بها للسيطرة على التعبير الجيني - ونحو 400000 منطقة (مُحسّنة) تنظم التعبير عن الجينات البعيدة (انظر الصفحة 57) 1، لكن نقطة النهاية لهذه المهمة لا تزال بعيدة، كما يقول بيرني، عالم البيولوجيا الحاسوبية في المختبر الأوروبي للبيولوجيا الجزيئية في المعهد الأوروبي

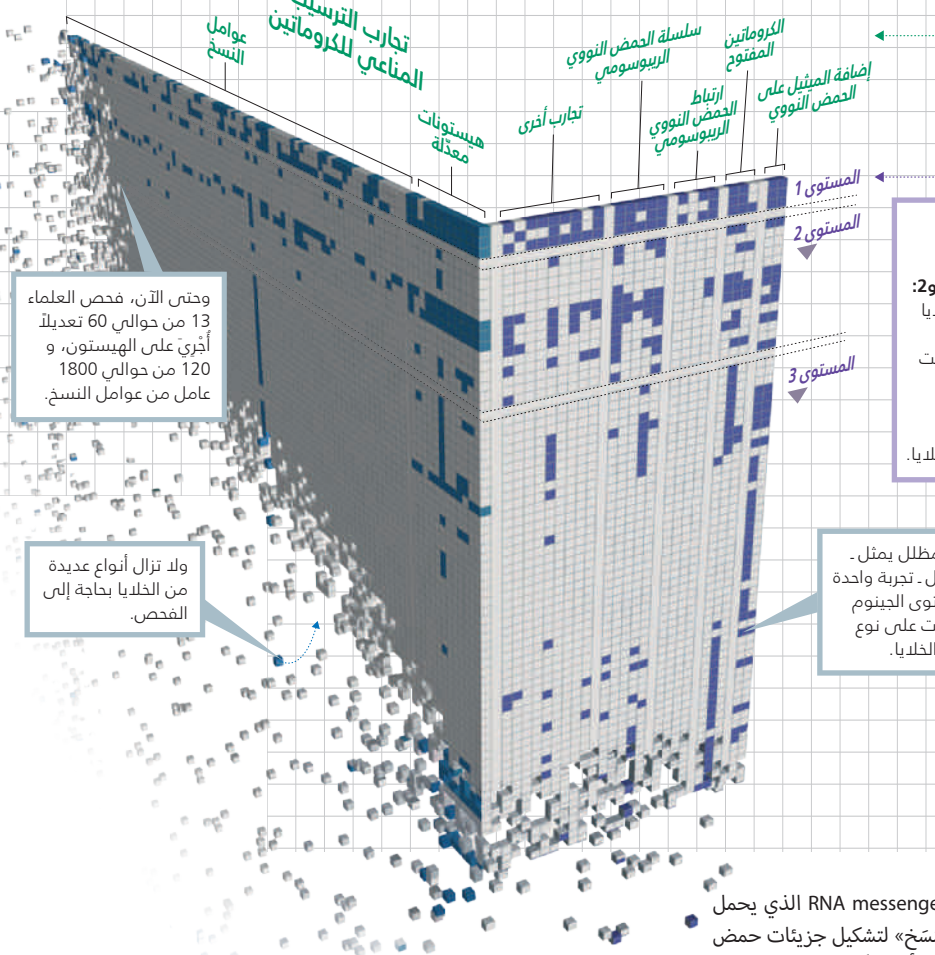
الترميز

موسوعة عناصر الـ «دي إن إيه»
nature.com/encode



إعداد دليل إرشادات الجينوم

أجرى العلماء في اتحاد موسوعة عناصر الحمض النووي DNA أربعمائة وعشرين نمطًا من التجارب على أكثر من 150 سلالة من سلالات الخلايا (في الأسفل)، لتحديد الوظائف لأكثر عدد ممكن من مناطق الحمض النووي DNA، إلا أن المشروع لا يزال بعيدًا جدًا عن الاكتمال.



وحتى الآن، فحص العلماء 13 من حوالي 60 تعديلًا أُجرى على الهستون، و 120 من حوالي 1800 عامل من عوامل النسخ.

ولا تزال أنواع عديدة من الخلايا بحاجة إلى الفحص.

كل مربع مظلم يمثل - على الأقل - تجربة واحدة على مستوى الجينوم ككل، أُجريت على نوع واحد من الخلايا.

أهداف التجربة

إضافة الميثيل على الحمض النووي Methylation DNA: المناطق المبطنة بمجموعات الميثيل الكيميائي، التي تنظم التعبير الجيني.

الكروماتين المفتوح Chromatin Open: الأجزاء التي يكون فيها الحمض النووي DNA والبروتينات التي تشكل الكروماتين في متناول البروتينات التنظيمية.

ارتباط الحمض الريبوسومي RNA: المواقع التي ترتبط بها البروتينات التنظيمية.

سلسلة الحمض النووي الريبوسومي RNA: المناطق التي تنسخ إلى حمض نووي ريبوسومي.

سلسلة باستخدام الترسيب المناعي للكروماتين ChIP: التقنية التي تكشف مناطق ارتباط البروتينات بالحمض النووي DNA.

الهستونات المعدلة: بروتينات الهيستون، التي تحزم الحمض النووي DNA في صبغيات معدلة بعلامات كيميائية.

عوامل النسخ: البروتينات التي ترتبط بالحمض النووي DNA، وتنظم النسخ.

بها هذه البروتينات في الأنواع المختلفة من الخلايا. وإجمالاً، اكتشف الفريق نحو 2.9 مليون موقع من هذه المواقع، وتقريباً، عُثِر على ما يقرب من ثلثها في نوع واحد فقط من الخلايا، وتكرر ظهور 3700 منها في جميع أنواع الخلايا، مما يقترح وجود اختلافات رئيسة في كيفية تنظيم جينوم من خلية إلى أخرى.

إن المتعة الحقيقية تبدأ عند تجميع مجموعات البيانات المختلفة معاً في طبقات، فمثلاً، تكشف التجارب التي تبحث في تعديلات الهستون أنماطاً تتوافق مع حدود المواقع الحساسة للإنزيم دي نيز 1، ومن ثم يستطيع الباحثون أن يضيفوا بيانات تظهر بالضبط أيًا من عوامل النسخ ترتبط بأي موقع، ومتى. وقد مُلئت المناطق الصحراوية الشاسعة الآن بمئات الآلاف من السمات التي تسهم في تنظيم الجينات. ويستخدم كل نوع من الخلايا توافيق وتباديل مختلفة من هذه السمات؛ لتوليد بيولوجيتها الفريدة. ويساعد هذا التنوع الثري على تفسير كيف يمكن لعدد قليل نسبياً من الجينات التي تُشَفَّر للبروتين أن توفر التعقيد البيولوجي الضروري لنمو الإنسان وقيامه بأشطته. يقول مانوليس كيليس -المختص بعلم الجينات الحاسوبية في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كامبريدج، الذي قاد جانباً من جهود تحليل البيانات - إن مشروع الترميز «هو أكثر بكثير من مجرد مجموع الأجزاء».

والبيانات التي نُشرت خلال مدة هذا المشروع تساعد الباحثين فعلياً على فهم علم وراثته الأمراض، إذ منذ عام 2005، نجد أن دراسات الارتباطات عبر الجينوم ككل - المشار إليها اختصاراً بـ GWAS - قد أنتجت سيلاً من آلاف النقاط على الجينوم، التي يبدو أن حدوث فارق أو تنوع بحرف واحد عند تلك النقطة يكون مرتبطاً بخطر الإصابة بمرض، ولكن ما يقرب من 90% من هذه التنوعات يقع خارج إطار الجينات المشفرة للبروتين، ولذا.. فليس لدى الباحثين سوى أدلة قليلة على الكيفية التي تَسَبَّب فيها المرض، أو تأثير فيه. وتكشف الخريطة التي وضعها مشروع الترميز عن أن عديداً من المناطق المرتبطة بالمرض تشمل تسلسلات أخرى مُحفزة، أو وظيفية، وأن نوع الخلايا أمر مهم. فقد نظر فريق كيليس في بعض المتغيرات التي ترتبط بقوة مع مرض الذئبة الحمامية الجهازية، وهو مرض يهاجم فيه جهاز المناعة أنسجة الجسم نفسه، ولاحظ الفريق أن المتغيرات

النووي DNA تُصنع الحمض النووي الريبوسومي الرسول RNA messenger الذي يحمل شفرة بناء البروتين، وجد الباحثون أن الكثير من الجينوم «يُنسخ» لتشكيل جزيئات حمض نووي ريبوسومي RNA لا يُشَفَّر لبناء البروتين. ومن المعروف الآن أن بعضاً من هذه الجزيئات هي من أهم العناصر المُنظمة في التعبير الجيني. ورغم أن عديداً من علماء الوراثة كانوا يعتقدون أن العناصر الوظيفية ستكون هي الأكثر حِفْظاً عبر الأنواع، إلا أنهم في الواقع وجدوا أن عديداً من التسلسلات التنظيمية المهمة قد تطورت بسرعة. ونشر الاتحاد نتائج 3ه في عام 2007، بعد فترة وجيزة من إصدار المعهد NHGRI للجولة الثانية من الطلبات. وفي هذه المرة طلب من الذين سيشاركون توسيع نطاق أعمالهم لتشمل الجينوم بأكمله. بدأت هذه المرحلة من توسيع نطاق العمل مع انطلاقة جيل جديد من آلات التسلسل، مما جعل الحصول على البيانات أسرع وأرخص بكثير. يقول جون ستاماتونابولوس، رئيس مجموعة مشروع الترميز في جامعة واشنطن في سياتل: «على ما أعتقد أننا أنتجنا خمسة أضعاف البيانات التي قلنا بأننا سنتنتجها، وذلك دون أي تغيير في التكلفة».

وقد ركزت الفرق الاثنان والثلاثون - التي تشمل أكثر من 440 عالماً - على 24 نمطاً من التجارب المعيارية (انظر «إعداد دليل الجينوم»). لقد عزلوا وسلسلوا والحمض النووي الريبوسومي RNA المنسوخ من الجينوم، وحددوا مواقع الارتباط على الحمض النووي DNA لنحو 120 عاملاً من عوامل النسخ. كما مسحوا مناطق الجينوم المبطنة بمجموعات الميثيل الكيميائية، التي تشير عموماً إلى الأجزاء التي تكون الجينات فيها صامتة. وفحص الباحثون أنماط التعديلات الكيميائية التي تقع على بروتينات الهيستون، التي تساعد على تحزيم الحمض النووي DNA في شكل صبغيات، كما يمكن أن تشير إلى الأجزاء التي يُعزَّر أو يُحَبَّط فيها التعبير الجيني. وعلى الرغم من أن الجينوم هو نفسه في معظم الخلايا البشرية، فإن كيفية استخدامه ليست كذلك. لذا.. أُجرت الفرق هذه التجارب على الأنواع المتباينة - لا تقل عن 147 نوعاً - مما أدى إلى التجارب الـ 1648 التي يعرضها مشروع الترميز في عدد هذا الأسبوع.

وعلى سبيل المثال، مسح ستاماتونابولوس وزملاؤه 4ه المناطق التنظيمية في 125 نوعاً من أنواع الخلايا، وذلك باستخدام إنزيم يسمى دي نيز 1 DNaseI (انظر الصفحة 75). ولهذا الإنزيم تأثير بسيط على الحمض النووي DNA الذي يتعاقب مع الهستونات، إلا أنه يُقطع الحمض النووي DNA المرتبط بالبروتينات التنظيمية الأخرى - مثل عوامل النسخ - إلى قطع. وتشير عملية سلسلة الحمض النووي المُقسَّم إلى المناطق التي سترتبط

هذه الجهود لاستكشاف التفاعلات عبر الجينوم، إذ يقول ديكور: «هذا أبعد من مجرد الشرح البسيط للجينوم. إنها المرحلة المقبلة».

والسؤال الآن، أين تتوقف؟ يقول كيليس إن بعض المقاربات التجريبية قد يصل إلى نقطة التشبع؛ إذا تدتَّى معدل الاكتشافات إلى ما دون عتبة معينة، فإن العائد من كل تجربة يمكن أن يحدو منخفضاً جداً لتحفيز متابعة البحث. ويقول كيليس إنه من الممكن أن يتراكم في نهاية المطاف ما يكفي من البيانات لدى العلماء؛ ليمكننا من التنبؤ بوظيفة تسلسل غير مُكتشَف بعد. وهذه العملية، التي تُعرف بالإسناد *imputation*، كانت منذ زمن طويل هدفاً لشرح الجينوم. ويضيف كيليس قائلاً: «أعتقد أنه ستكون هناك مرحلة انتقالية، يكون فيها الإسناد أكثر راحة، وأكثر دقة من القيام بالتجارب فعلياً».

ولكن مع الآلاف من أنواع الخلايا التي يجب اختبارها والمجموعة المتنامية من الأدوات التي تمكّن من اختبارها، فإن المشروع قد يستمر إلى ما لا نهاية، إذ يقول ريك مايرز، عالم الوراثة في معهد هدسون للتكنولوجيا الحيوية في هانسفيل بالألاما: «نحن أبعد ما نكون عن الانتهاء». ويتابع قائلاً: «ويمكن الجدول بأن هذا قد يستمر إلى الأبد»، ويثير هذا قلق البعض. فقد تكلف المشروع التجريبي للترميز ما يقدر بـ 55 مليون دولار، وتكلف التطبيق واسع المدى نحو 130 مليون دولار؛ وفي المرحلة المقبلة قد يقدم معهد NHGRI مئحةً تصل إلى 123 مليون دولار.

ويجادل بعض الباحثين بأنهم يجب أن يروا عائداً كبيراً على هذا الاستثمار.. حيث كان من الصعب جمع معلومات مفصلة عن الكيفية التي تُستخدم بها بيانات مشروع الترميز.

وقد بحث مايك بزوين، مدير برنامج في معهد NHGRI، في الأدبيات العلمية التي أدت فيها بيانات مشروع الترميز دوراً كبيراً. وقد أحصى نحو 300 ورقة بحث، جاءت 110 ورقات منها من مختبرات لم تُموّل من قبل مشروع الترميز، لكن عملية البحث كانت معقدة، لأن لفظة (الترميز) ترد باستمرار في أوراق البحث المعنية بعلم الوراثة، وعلم الجينوم. ويقول بزوين بامتعاض: «يجب أن نبه أنفسنا.. ففي المرة القادمة اختُر اسم مشروع فريد من نوعه».

وقد اشتكى عدد من العلماء الذين اتصلت بهم لإعداد هذه المقالة من أن ليس هناك الكثير مما يمكن عرضه لعمل استمر عقداً من الزمن تقريباً، وأن اختيارات سلالات الخلايا وعوامل النسخ كانت اعتباطية إلى حد ما. كما يعتقد البعض أيضاً أن المال الذي التهمه المشروع كان من الأفضل أن يُصرف على مشاريع يضعها الباحثون بأنفسهم، وتكون موجّهة بالفرضيات العلمية، وهي شكوى أُثيرت أيضاً خلال مشروع الجينوم البشري. وعلى العكس من مشروع الجينوم، الذي كانت له نقطة نهاية واضحة، يقول الناقدون إن مشروع الترميز قد يستمر في التوسّع، وإنه في الأساس لا يمكن الانتهاء منه، لكنّ أيّاً من العلماء لم يقبل بتسجيل تعليقه، خوفاً من أن يؤثّر ذلك على تمويل أبحاثهم، أو أبحاث طلبة ما بعد الدكتوراه العاملين معهم.

ويتعاطف بيرني مع القلق من أن الأبحاث القائمة على الفرضيات بحاجة إلى المزيد من التمويل، لكنه يقول: «إنه لنهج خاطئ أن نضع هذه الأمور موضع المناقشة المباشرة»، إذ يكرّس معهد NHGRI الكثير من أموال الأبحاث لمشاريع كبيرة يقودها اتحاد من العلماء، مثل مشروع الترميز، لكن المعهد يحصل على 2% فقط من إجمالي ميزانية المعاهد الوطنية الأمريكية للصحة Health Institutes of National US، مما يترك الكثير للأعمال الموجهة بالفرضية العلمية. ويجادل بيرني بأن المقاربة المنهجية للمشروع ستؤتي ثمارها، ويقول إنه «على الرغم من اعتيادية جهود الفهرسة هذه، فإنه يجب وضع جميع الأجزاء على الطاولة قبل تركيبها معاً».

وفي نهاية الأمر، يقول جيرستين: «استغرق الأمر أكثر من نصف قرن منذ أن أدركنا أن الحمض النووي DNA هو المادة الوراثية للحياة، حتى وصلنا إلى سلسلة الجينوم البشري. واستطرد قائلاً: «ويمكننا أن نتخيل بسهولة أن البرنامج العلمي للقرن المقبل هو فهم ذلك التسلسل حقاً».

بريندان ماهر: هو أحد محرري المقالات الرئيسية لـ «نيتشر Nature».

1. The ENCODE Project Consortium *Nature* **489**, 57–74 (2012).
2. International Human Genome Sequencing Consortium *Nature* **431**, 931–945 (2004).
3. The ENCODE Project Consortium *Nature* **447**, 799–816 (2007).
4. Thurman, R. E. et al. *Nature* **489**, 75–82 (2012).
5. Neph, S. et al. *Nature* **489**, 83–90 (2012).
6. Gerstein, M. B. et al. *Nature* **489**, 91–100 (2012).
7. Djebali, S. et al. *Nature* **489**, 101–108 (2012).
8. Sanyal, A., Lajoie, B. R., Jain, G. & Dekker, J. *Nature* **489**, 109–113 (2012).

المحددة في دراسات الارتباطات عبر الجينوم GWAS تميل إلى أن توجد في المناطق التنظيمية من الجينوم، التي تنشط عند توليد سلالات الخلايا المناعية، ولكن ليس بالضرورة في أنواع أخرى من الخلايا. وقد أعدَّ وارد لوكاس Lucas Ward - طالب ما بعد الدكتوراه، ويعمل مع كيليس - بوابة إلكترونية، تسمى هابلو ريج HaploReg، تسمح للباحثين بالمشح المقارن بين المتغيرات المحددة في دراسات الارتباطات عبر الجينوم GWAS وبيانات مشروع الترميز بطريقة منهجية. يقول كيليس: «نحن الآن - وذلك بفضل مشروع الترميز - قادرين على مهاجمة الأمراض الأكثر تعقيداً».

هل وصلنا بعد؟

قد يقضي الباحثون سنوات في العمل فقط على بيانات مشروع الترميز الحالية، ولكن لا يزال هناك أكثر من ذلك بكثير في المستقبل.. فعلى موقعها على الإنترنت، تعرض جامعة كاليفورنيا في سانتا كروز نمطاً مرئياً معبّراً عن التقدم الحاصل في مشروع الترميز، كالتي: شبكة تُبين أي من أنماط التجارب الأربع والعشرين قد أُجريت، وأي من أنواع الخلايا - الذي يقارب 180 نوعاً - قد فحصها مشروع الترميز حتى هذا الوقت. والشبكة بالكاد تحوي حفنة من سلالات الخلايا فقط، بما في ذلك السلالات المحورية في المختبرات، مثل سلالة هيللا HeLa، وسلالة جي إم GM12878، وهي المدروسة جيداً، في حين أن عديداً من الخلايا أُجريت عليها تجربة واحدة فقط.

وسوف يملأ العلماء عديداً من هذه الفراغات، كجزء من المرحلة الثالثة، التي يشير

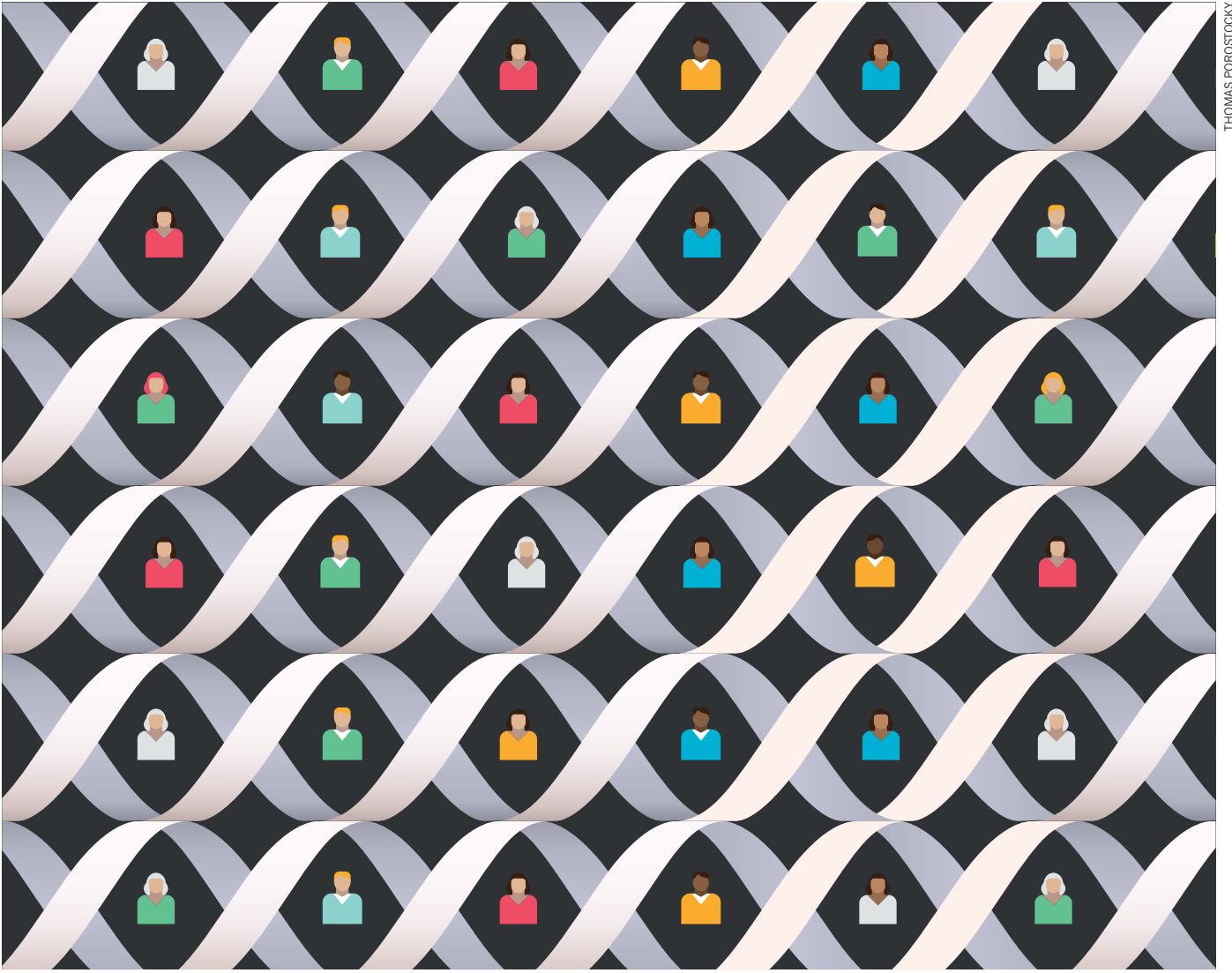
بيرني إليها باسم (البناء)، لكنهم يخططون أيضاً لإضافة المزيد من التجارب وأنواع الخلايا. وإحدى طرق القيام بذلك هي التوسّع في استخدام تقنية تُعرف باسم (الترسيب المناعي للبروتينات)، المشار لها اختصاراً بـ CHIP، التي تبحث عن جميع التسلسلات المرتبطة ببروتين ما، بما في ذلك عوامل النسخ والهستونات المعدلة.. فمن خلال عملية مضنية، يُطوّر

الباحثون أجساماً مضادة لهذه المرتبطة بالحمض النووي DNA، واحدة تلو الأخرى، ثم يستخدمون هذه الأجسام المضادة لاستخلاص البروتين والحمض النووي DNA المرتبط بها من مستحلبات الخلية، وحينها يُسلسل ذلك الحمض النووي DNA.

وتلك مشكلة محدودة، كما يقول بيرني، إذ يُعتقد أن هناك حوالي 2000 فقط من مثل هذه البروتينات هي التي بحاجة إلى الاستكشاف. (وقد حلَّ مشروع الترميز بالفعل 10% منها). أما الشيء الأكثر صعوبة، فهو تحديد عدد سلالات الخلايا التي يجب أن تُفحص. ومعظم التجارب - حتى الآن - أُجريت على السلالات التي تنمو بسهولة في مزرعة الخلايا، ولكنها ذات خصائص غير طبيعية.. فسلالة الخلية جي إم GM12878، على سبيل المثال، أُشئت من خلايا الدم باستخدام فيروس يدفع بالخلايا للتكاثر، والهستونات أو العوامل الأخرى قد ترتبط بشكل غير طبيعي بالجينوم المُضخَّم. أما سلالة هيللا HeLa، فقد أُشئت من خزعة سرطان عنق الرحم قبل أكثر من 50 عاماً، وهي مليئة بأجزاء مُعاد ترتيبها جينياً. ومع هذا.. سخر بيرني مؤخراً من الحديث عن أن سلالة هيللا HeLa تستحق أن يُطلق عليها وصف (نوع جديد).

والآن يريد باحثو مشروع الترميز النظر في خلايا مأخوذة مباشرة من شخص، ولكن لأن خلايا كثيرة من هذه لا تتقسم في مزرعة الخلايا، فإنه يجب تنفيذ التجارب على كمية صغيرة فقط من الحمض النووي DNA، كما يصعب الحصول على عينة من بعض الأنسجة، مثل تلك الموجودة في الدماغ. كذلك شرع باحثو مشروع الترميز للتوّ في مناقشة الخوض بشكل أعمق في كيفية تأثير الاختلاف ما بين الناس على نشاط العناصر التنظيمية في الجينوم. يقول مارك جيرستين، عالم البيولوجيا الحاسوبية في جامعة ييل في نيو هيفن بكونيتيكت، الذي ساعد في تصميم بنية قاعدة بيانات مشروع الترميز: «في بعض الأماكن سيكون هناك بعض الاختلاف في التسلسل؛ مما يعني أن عامل النسخ لن يرتبط في جزء ما بنفس الطريقة التي يرتبط بها في جزء آخر». وفي نهاية المطاف، قد ينتهي الأمر بالباحثين إلى النظر في عينات من عشرات إلى مئات من الناس.

كما نجد أن نطاق التجارب أخذ في الاتساع. وأخذ مجالات الدراسة الآخذ في التطور بسرعة ينطوي على النظر في التفاعلات بين أجزاء من الجينوم في حيز ثلاثي الأبعاد، فإذا كانت حلقة سلسلة الحمض النووي DNA لا تعترض الطريق، فإن العناصر المُحسّنة بإمكانها التأثير على جينات تبعد مئات الآلاف عن القواعد الأساسية، وقد ينتهي الأمر بالبروتينات المرتبطة بالمُحسّن إلى التفاعل مع تلك المرتبطة بالقرب من الجين. ويعكف ديكور وزملاؤه على تطوير تقنية لمسح هذه التفاعلات. في البدء، يستخدمون مواد كيميائية تُلجم البروتينات التي ترتبط بالحمض النووي DNA ببعضها البعض، ثم يقطعون الحلقات التي تعترض الطريق؛ ومن ثم يسلسلون الحمض النووي المرتبط بالبروتينات، مما يكشف عن الصلات بعيدة المدى بين العناصر التنظيمية. وهم الآن يعملون على توسيع نطاق



دروس لمشروعاتٍ ضخمةِ البيانات

يقول إيوان بيرني، منسق قيادة التحليل بموسوعة «الترميز ENCODE»: «لتكون ناجحًا، تحتاج الاتحادات إلى إدارة واضحة، ومدونات للقواعد السلوكية للمشاركين الذين سيلتزمون بالعمل من أجل الصالح العام».

يمكن أن يكون في اتحاد العلوم (Consortium)، وبدلاً من ذلك، يجب على الباحثين التركيز على إنشاء أفضل ما في وسعهم من مجموعة بيانات. ربما يستخدمون البيانات فيما بعد، وربما لن يستخدموها. إن المهم هو الموارد المجتمعية، وليس نجاح الفرد. وهذا يتطلب تحولاً في المنظور إلى الهدف المشترك، المتمثل في صنع وإخراج البيانات، بدلاً من المنشورات. وفي المقابل، فإن مدى نجاح المشاركين في اتحاد العلوم يجب أن يقاس - على الأقل - بكيفية استفادة العُلَم من البيانات الخاصة بهم، التي أنتجتها قرائحهم.

دعم المجتمع المحلي

إن اتحادات علم الأحياء الكبير، مثل «الترميز»، ومشروع «هاب ماب» HapMap، ومشروع خريطة

الرئيسية يشتغل بها ما يقرب من 450 مؤلفًا، يعملون في أكثر من 30 مؤسسة.

وبسبب تعقيد المشروع (انظر الصفحة 46)، فلا يمكن له أن يتم بنفس الطريقة التي تنطوي على مجموعة عمل واحدة فقط من مختبر أو اثنين. وكالعادة، حاول العلماء القيام بأفضل ما في وسعهم بطريقة علمية، مع مجموعة محدودة من المتعاونين، لكسب المُنح والنشر؛ للقيام بما هو أفضل للعلوم، وللمستقبلهم المهني، وللمختبرات الخاصة بهم. إن العمل بهذه الطريقة لا

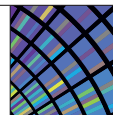
أتم اتحاد «الترميز ENCODE» بناء موسوعة من عناصر الحمض النووي «دي إن إيه» الوظيفية على مدى السنوات الخمس الماضية؛ لاستخدامها كمرجع للمجتمع العلمي.

واليوم، تُنشر 30 ورقة متاحة للجمهور في ثلاث مجلات، وكلها متصلة بالتحليلات المعالجة والبيانات الخام. وقد ألهم هذا العمل العلمي نماذج نشر جديدة، مثل تشابك خيوط الموضوعات بين الأبحاث العلمية في مختلف المجلات. وسوف يكون له - وأمل ذلك - تأثير كبير على علم الأحياء. وقد نُقل مشروع «الترميز» كمية لا تصدق من المعلومات، بسبب حجمها الهائل: أكثر من 1,600 تجربة على 147 نوعًا من الخلايا، تشمل على 235 من الأجسام المضادة، أو بروتوكولات الفحص الأخرى. والورقة البحثية

الترميز

موسوعة عناصر الـ «دي إن إيه»

nature.com/encode



الألف جينوم، تنتهج نطاق العمل الكبير بشكل منهجي. وعلى سبيل المثال، فإنها غالبًا ما تتخذ نهج (كتالوج)، أو (فهرس) يهدف إلى إنشاء الموارد التأسيسية، بدلاً من تسليط الضوء على مجالات الاهتمام. وهي تستخدم أساليب موحدة، وكواشف، ومخططات التحليل. وتكلفة هذه المشروعات لها ما يربها، نظرًا إلى اتساع العلم الذي تدعمه، من التحليل على نطاق الجينوم، وصولاً إلى الدراسات الأصغر حجمًا، التي تعتمد على فرضية.

هل حُصِّصَ للمشروع الكبير يوم في عصرنا الحالي لجموع البيانات بطريقة (ديمقراطية)؟ إن انخفاض سعر جمع البيانات غيّر اللعبة - بكل تأكيد - لكل مجموعات علم الأحياء، وتقريبًا نحو الأفضل (رغم أن هناك بالطبع تحديات جديدة في كيفية التعامل مع هذا).

إن رخص سعر البيانات يؤدي فقط إلى امتداد المشروعات واسعة النطاق، بل لا يغير من ضرورة إيجاد مجموعات البيانات منهجية المرجعية. ومن الصعب، إن لم يكن مستحيلًا، الجمع بين أصغر مجموعات البيانات ومجموعات البيانات المرجعية، كما يتبين من خرائط الصبغي الأولية في مشروع الجينوم البشري، أو محاولة راب الصدع بين مجموعات من بيانات مصفوفة صغيرة في أطلس للتعبير الجيني.

وبدلاً من ذلك، هناك حاجة إلى «هيكل عظمي» لبيانات مجمعة بشكل منهجي (للجينوم، والعناصر الفاعلة، والاختلاف، على سبيل المثال)، وتُجمع حوله - على نطاق أصغر - التجارب يمكن أن تضيف بصيرة ولونًا وهما أعمق. إن «الترميز»، و«بلوبرنت»، ومشروع خريطة الألف جينوم هي أمثلة على هياكل عظيمة من هذا القبيل. والمنتجات الرئيسة لـ «الترميز»، ومشروعات مماثلة ليست بيانات أولية فقط، ولكن أيضًا بها تحليل البيانات الوسيطة التي تسمح للعلماء باختيار مستوى التفاصيل التي يرغبون في البدء بها. لقد شاركت في اتصالات على مختلف المستويات منذ عام 1999. وفي عام 2004، أصبحت منسقًا لتحليل «الترميز». لقد تعلمت أنه من الصعب أن تصنع الاتصالات نجاحًا، لأنها تشمل على أناس من الممكن أن يكونوا متنافسين مع بعضهم البعض في مضمار ما. وجعل المتنافسين يعملون معًا علنًا من أجل هدف مشترك، ليس أمرًا تافهًا، لأنه يعتمد على الإرادة الطيبة للجميع. إن «الترميز» جعل من الواضح بالنسبة لي أن اتحاد العلوم الفعال يتطلب من جميع المشاركين الإسهام في بناء الهيكل الأساسي، ووضع مدونة لقواعد السلوك، وإتاحة بيانات عالية الجودة، سهولة المنال للعلماء في جميع أنحاء العالم.

بنية واضحة

في رأيي، لتحقيق النجاح في الاتصالات الكبيرة، فإنها تحتاج إلى إنشاء بنية شفافة لجميع المعنيين، بحيث لا تتبع هذه البنية النموذج الكلاسيكي لمعهد واحد - مع تسلسل هرمي ثابت - أو هيكل، أو حتى معهد «افتراضي» واحد مؤافق عليه من قبل شركاء متعددين. وبدلاً من ذلك، كما حدث لـ «الترميز»، ينبغي تحديد وتقييم الشركاء الأنسب للبنية المنظمة ذاتيًا. وينبغي أن تكون البنية مرنة بما فيه الكفاية، بحيث يمكن التغيير فيها بمرور الوقت، وأن تشمل مصادر متعددة للتمويل.

وتدأرس أمر كل واحد من الشركاء ك فرد، بدلاً من النظر إلى اتحاد العلوم كمجموعة واحدة، يسمح بإضافة مشاركين مبتكرين من خارج المجموعة

المتوقعة. وربما لا يكون لـ «الترميز» مثل هذا العمق الكبير من المدخلات من مجموعات إحصائية مؤلها المشروع بمنحة كبيرة.

إن تنوع العلماء يجعل الأفكار دائمًا جديدة متوقدة، والتكنولوجيا ذكية، وذلك يمنع من سيطرة (تفكير المجموعة). وعلى سبيل المثال.. عندما يكون هناك تقدم في تكنولوجيا ما، تختلف المعامل بين بعضها البعض في تلقبها لهذه التكنولوجيا. وستكون هناك

«اتحاد العلم

ينطوي على التفاعل

بين البشر، رغم

كل التعقيدات

الاجتماعية التي

تترتب على ذلك».

أو تَوَاتَى في التفاعل مع التكنولوجيا الجديدة الناجحة. والمشاركة الواسعة أيضًا تربط جماهير عريضة من جميع أنحاء العالم بمخرجات التكنولوجيا. إن تقاسم المسؤولية بين عدد كبير جدًا من الباحثين الرئيسيين وكبار الحاصلين على زمالات ما بعد الدكتوراه يجعل اتخاذ القرارات صعبًا.

ودون وجود بنية أساسية، هناك خطر يتمثل في أن بعض الأعضاء سوف يحولون تركيزهم إلى مجالات اهتماماتهم الخاصة على حساب المشروع بأكمله. وفي الوقت نفسه، هذه المشروعات كبيرة جدًا ومعقدة، ومن الصعب أن تُدار من قبل شخص واحد فقط، حيث من غير المرجح أن تكون لديه خبرة في جميع المجالات ذات الصلة. والمبادرات التي يقودها واحد أو عدد قليل من الباحثين الرئيسيين هي الأكثر شيوعًا في اتصالات العمل. ومن تجربتي، أجد أنها تفتقر - في كثير من الأحيان - إلى مدير مشروع تشغيلي له دور واضح المعالم.

لقد كان لاتحاد «الترميز» بنية داخلية، أعتقد أنها كانت سببًا أساسيًا في نجاحه. وكان لديه (العمود الفقري) للقيادة، الذي يشمل: موظفي المشروعات الذين يتمتعون بمعرفة علمية في وكالة التمويل الأساسية، ومعهد بحوث الجينوم البشري الوطني، التابع للمعاهد الوطنية الأمريكية للصحة؛ وبعض كبار العلماء الرواد المنحازين لأهداف الاتحاد؛ وواحدًا أو اثنين من مديري المشروعات العلميين المُعيَّنين في الاتحاد، وكان لهم فهم مفصل لكافة المهار والأشخاص المعنيين. لقد حصل اثنان من منسقي المشروعات بموسوعة «الترميز»، وهما (إيان دنهام، وأنشول كونداجي) على تمويل مدى الحياة للمشروع، من خلال المنحة التي كنت باحثًا رئيسيًا بها.

وتميل الاتصالات الناجحة إلى أن تكون الهياكل الرئيسة مماثلة، مما يوحي بأن هذا يتم بطريقة طبيعية وفعالة لتنظيم مثل هذه المشروعات. وكان العمود الفقري قادرًا على حل بعض المشكلات الأكثر تعقيدًا، سواء العلمية، أمر الاجتماعية، مثل إدراك مراقبة الجودة بين مجموعة إنتاج البيانات، ومجموعة تحليل البيانات. وكما هو الحال في أي مسعى يضم عددًا من الأفراد، فقنوات الاتصال ذات أهمية حاسمة لتحقيق النجاح. ويجب علينا أن نلّمح - بشكل واضح - إلى وجود هذا العمود الفقري للفريق داخليًا وخارجيًا على حد سواء، لتوفير المزيد من الشفافية فيما يتعلق بكيفية اتخاذ القرارات.

وأعتقد أيضًا أن وكالات التمويل ينبغي أن تصبح

أكثر انخراطًا في تشكيل الاتحادات. وينبغي أن تكون مرنة بما فيه الكفاية لتحويل الدعم من مجموعة واحدة إلى أخرى حسب الحاجة، مع وجود تحذير كاف، وسحب التمويل من الأداء الضعيف أو من الشركاء غير المتعاونين مرة أخرى، مع التحذير من عواقب حقيقية. وغالبًا ما تشمل اتفاقات التمويل هذه الشروط والأحكام، ولكن نادرًا ما تستخدم فيها، ربما لأن التهديد باتخاذ إجراء ما يكفي. وربما تشعر وكالات التمويل بعدم الارتياح، لأسباب مفهومة، إذ إنها اعتادت على توجيه مثل هذا الدور توجيهًا علميًا، ولكن المسؤولية عن النجاح الشامل للمشروع تتركز بشدة على عاتق وكالة التمويل. ولذلك، يجب أن تشعر بأنها مخولة للتدخل عند اللزوم.

مدونات لقواعد السلوك

إن اتحاد العلم ينطوي على التفاعل بين البشر، مع كل التعقيدات الاجتماعية المترتبة على ذلك. ويحدث عبر العديد من المواقع والمناطق الزمنية، وشركاء التواصل إلكترونيًا عمومًا، وليس على المستوى الشخصي. ويمكن أن تنشأ حالات من سوء الفهم والصدامات، بسبب الاختلافات الثقافية، على المستويات الوطنية والتنظيمية والفردية، ولضمان سير الأمور بسلاسة، فمن الضروري سن القواعد، ووضع مدونة سلوك متفق عليها، تكون مكتوبة ومتاحة للجمهور، وبشكل مفيد للغاية للاتحادات الكبيرة، وخاصة عندما تحتاج إلى إدراج شركاء أقل خبرة. ويوجد لـ «الترميز» عدة قواعد مكتوبة، بشأن قضايا معينة، مثل إصدار البيانات، وعممت هذه القواعد داخليًا. وتساعد هذه القواعد على ضمان أن يعمل الشركاء ضمن أهداف الاتحاد، وليس تشكيل اتحاد احتكاري يتحكم - بوعي، أو بغير وعي - في الوصول إلى البيانات وتحليلها. وينبغي أن يكون هناك مجلس استشاري يقوم بفحص الأثر العلمي، والقدرة على الإنجاز، والقدرة على التواصل الفعال بين الشركاء الداخليين والخارجيين بانتظام. وعلى الرغم من أنني واثق من أن «الترميز» لم يقيد الوصول إلى البيانات أو التحليل من خلال قواعد وكالة التمويل، إلا أن المجموعات الخارجية كان لديها هذا الانطباع أحيانًا. وينبغي أيضًا أن تكون لدينا مبادئ توجيهية مكتوبة بشأن كيفية نقل العمل بين المجموعات، وكيفية تعيين الائتمان العلمي عندما يتم نشر الأوراق البحثية، وكيف ومتى ينبغي على موظفي المشروع التواصل، وخصوصًا خلال أوقات الاختلافات. وكثيرًا ما تُستغل قواعد السلوك الضمنية للاتحادات من قبل المشاركين الأكثر خبرة.

وتستفيد الاتحادات الكبيرة - بشكل واضح - من سياسة الباب المفتوح، التي تسمح للمحللين غير الممولين الجدد بالمشاركة. وعندما ينضم هؤلاء الأفراد إلى المجموعة، أو عندما يقومون بالتعامل مع البيانات الصادرة عن الاتحاد، ينبغي النظر في تحليلاتهم على قدم المساواة بطريقة مشرفة، خالية من أي شيء يميزها مما يقوم به أعضاء المجموعة منذ أمد بعيد. وهذا يقودنا إلى اصطيات الخطأ. إن المشروعات الكبيرة تولد أخطاءً، ولها مجموعة من الأعمال الفنية؛ ولذلك.. فمعظم الباحثين يتفقون على وجوب إصدار البيانات للمجتمع الأكبر عاجلاً، وليس أجلاً. وفي مشروع «الترميز»، توصلنا إلى كيفية الاستفادة من الوقت، وفهم كيفية مراقبة الجودة على نطاق واسع. ولم تكن قد قطعنا منتصف الطريق في العمل، حتى استطعنا -

يتم كشفها قبل إصدارها، فإن تحليلًا جديدًا للبيانات العامة يكشف حتمًا أكثر من ذلك، لا سيما أثناء إنتاج البيانات مبكرًا.

وعند تحليل بيانات مبكرة من هذا القبيل، ينبغي أن تقدم الجماعات الخارجية تقريرًا عن مثل هذه الأخطاء فورًا، ودون ضغينة. ورغم أن الممولين بحاجة إلى قياس جودة البيانات بطريقة موحدة، في وقت إنتاج البيانات المبكر، ينبغي حقًا ألا يُحكم على الاتحادات حكمًا مطلقًا بمعدلات الخطأ المطلق، ولكن عن طريق مدى السرعة التي يصححون بها الأخطاء المبلغ عنها. والممولون لهم تأثير كبير في كيفية نشر البيانات الخام وتحليلها، وينبغي تصميم سياسات تسمح بتحقيق أقصى قدر من إعادة الاستخدام. لقد كانت سياسات الإصدار المبكر للبيانات مركزة على كيفية مشاركة البيانات قبل النشر، مع القيود الخرقاء (غير المتقنة) القائمة على الإتيكيت (آداب التعامل) في أولى المنشورات من التحليل العالمي، مثل انتظار المؤلفين الذين أنتجوا البيانات لنشر تحليلاتهم قبل أن ينشر الآخرون تحليلاتهم على مجموعة البيانات الكاملة. وبدأت هذه الاتفاقات تُظهر سبهم وعدم وضوحهم.

إن الحقبة الجديدة من التحليل تدعو لإعادة التفكير، مع مزيد من التركيز على إصدار التحليلات المتوسطة في جميع مراحل المشروع، حتى يمكن للمجتمع استخدام المصدر على نحو كامل أثناء تنفيذ المشروع. وقد أبلت اتحاد الـ 1000 خريطة جينوم بلادًا حسنًا في هذا الصدد.

هل تقوم بالتسليم؟

لا يمكن تقييم الأهمية الشاملة لاتحادات العلوم، حتى تمر سنوات، بعد أن يتم تجميع البيانات. وهناك مجموعات من البيانات المرجعية تُستخدم من قِبَل علماء كثيرين في جميع أنحاء العالم مرارًا وتكرارًا، وربما تُستخدم لفترة طويلة بعد حل اتحاد العلوم. ونحن نعلم أن هناك أكثر من 100 منشور من خارج اتحاد العلوم استخدمت موسوعة «الترميز»، وأتوقع الكثير في السنوات القادمة. وحتى لو كانت المشروعات الضخمة ناجحة، أشعر بأن الغالبية العظمى من التمويل يجب أن تذهب إلى العلم الأصغر حجمًا، والأكثر إبداعًا، الذي يقود إلى فرضية.

إن دعوتي للمشاركين في اتحاد العلوم لمزيد من التدقيق، ومزيد من الوضوح، واستخدام البيانات باستقلالية ربما تبدو مُقَيِّدة، ولكني واثق من أنه لن يستفيد منها سوى العلم والعلماء على المدى الطويل. وحتى لو أن الاتحادات الكبيرة لا تحصل إلا على نسبة ضئيلة من التمويل المنظم، فيمكن أن يكون هناك قدر كبير من التمويل، إذا تركز التمويل على مجموعة محدودة من الجماعات. وإذا قُدِّرَ لهذا النهج الاستمرار، يجب على المجتمع بأكمله أن يكون قادرًا على فهم واستخدام البيانات الناتجة.

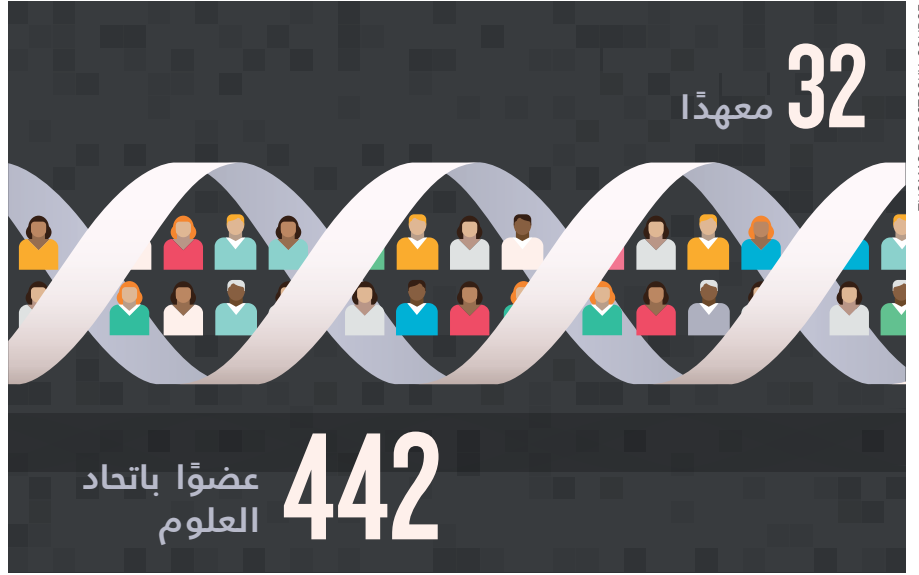
و«الترميز» هو مشروع بيانات تأسيسية لفهم الجينوم البشري. وأنا فخور بما قدمنا، ولكن هناك أشياء أفضل كان يمكننا القيام بها. وأمل أن تتعلم المجموعات الأخرى من تجربتنا. ■

إيوان بيرني: هو منسق رائد للتحليل بموسوعة «الترميز»، والمدير المساعد بالمختبر الأوروبي للبيولوجيا الجزيئية الحيوية بمعهد المعلوماتية الحيوية في هينكستون، المملكة المتحدة.

البريد الإلكتروني: birney@ebi.ac.uk

شمل مشروع «الترميز» مئات الناس من جميع أنحاء العالم، واشتمل على الكثير من المكالمات الهاتفية، والصفحات التي تم تحريرها، ومساحة كبيرة جدًا للقرص الصلب.

بالأرقام..



إنكود ويكي

صفحة
محتوى
«ويكي»



248,140
مشاهدة

18,500
صفحة حُرِّرت منذ عام 2008

البيانات

1,649
تجربة



15 TB
مساحة القرص
الصلب المستخدمة



11,972
ملفًا تم تحريره

مؤتمرات مرتبة مايو 2008 – يونيو 2012

292



يومًا هي عدد الأيام التي
قضاها كل شخص في
إجراء مكالمات أثناء المؤتمر

45 دقيقة للمكالمة
لكل مشارك



مشاركًا في كل
مكالمة

675

مكالمة تم
إجرائها

التكلفة الإجمالية لعقد مؤتمر هاتفي = £49,310.54

لديها - على سبيل المثال - عدد قليل جدًا من المواقع الحقيقية التي يقيّد فيها البروتين بالحمض النووي (دي إن إيه). وهناك مصادر أخرى للخطأ، مثل تلك الخاصة بالأجسام المضادة الناتجة عبر رد الفعل، حيث سجلت درجات مرتفعة، لأنها مرتبطة بفئة معينة من جزيء، ولكنها مرتبطة أيضًا بالعديد من الجزيئات الأخرى التي لم يتوقعها التحليل. وأود الآن أن أبين أننا كنا قد عَجَلْنَا عملية مراقبة الجودة المركزية في وقت سابق، وأنها كنا أكثر انفتاحًا إزاء هذه العملية. وعلى الرغم من أن معظم الأخطاء التي تقع داخل الاتحاد

من خلال عمليات كثيرة - الوصول إلى تقييم التجارب بأثر رجعي، وبنظام مركزي رسمي لمراقبة الجودة. وكانت معظم التجارب نموذجية، وكان لا بد من إعادة بناء بعضها. وبالمثل، اكتشفنا أن هناك عددًا قليلًا من التجارب يجب أن يُترك.

إن مقاييس مراقبة الجودة، وتبنيها التام النهائي حول مجموعة من البيانات ستكون متاحة للجمهور على الموقع الشبكي للمشروع. وعلى الرغم من أهميتها وصحتها من الناحية البيولوجية، إلا أن بعض التجارب سجّل انخفاضًا في مقاييس مراقبة الجودة، لأنها كان

منتدى النقاش جينوميات فكُّ الترميز

تشكل نتائج المشروع الاستكشافي الرائد [موسوعة عناصر الحمض النووي (إنكود)] مادبة دسمة من البيانات التي تسلط الضوء على الدور الوظيفي لكل من العناصر المكونة للجينوم البشري. في هذا العدد، يصف ستة علماء المشروع، ويناقشون كيف تؤثر البيانات على الاتجاهات البحثية في عديد من المجالات.

تقديم وليمة الجينوم

جوزيف آر. إيكور

لعل الانطلاق من قائمة من المكونات البسيطة، ومزجها بكميات محددة بدقة؛ لتحضير وجبة للذواقة، مهمة تطوي على كثير من التحدي. وتشبه هذه المهمة - في كثير من النواحي - الهدف الذي يسعى مشروع (إنكود) لتحقيقه، والتقدم الذي حققه مؤخرًا، والموصوف في هذا العدد - 7. ويهدف هذا المشروع إلى وضع وصف كامل للمكونات المشتركة (العناصر الفاعلة وظيفيًا) التي تكوّن الجينوم البشري (الشكل 1). وعند مزجها بالنسب الصحيحة؛ تشكل هذه المكونات المعلومات اللازمة لبناء كافة أنواع الخلايا، وأعضاء الجسم؛ وفي نهاية المطاف لبناء شخص كامل، انطلاقًا من جينوم واحد.

وقد ركزت المشروعات الرائدة من أبحاث (إنكود) على 1% فقط من الجينوم - كمادة مشهية خاصة - وقد ألمحت نتائجها إلى أن قائمة المورثات البشرية كانت غير كاملة. وبالرغم من وجود شكوك حول إمكانية التوسع في المشروع، وصولاً إلى كامل الجينوم، وإلى عدة مئات من أنواع الخلايا، إلا أن التقدم الحديث الذي مكّن من استحداث وسائل تكنولوجية منخفضة التكلفة وسريعة للكشف عن تسلسل الـ(دي إن إيه) غيّرت تلك النظرة تغييرًا جذريًا. والآن بوسع رابطة (إنكود) أن تقدم قائمة تحتوي على مجموعات بيانات شاملة لـ 1,640 جينومًا مُعدًا من 147 نوعًا من الخلايا، ومقدمة ضمن وجبة من ستة أبحاث في مجلة "نيتشر Nature"، إلى جانب عديد من المقالات المرافقة المنشورة في مجلات أخرى.

وهناك وصف لأحد أكثر الموجودات تميزًا، ستجده في البحث الافتتاحي للرابطة (ص. 259)، وهو يشير إلى أن 80% من الجينوم يحتوي على عناصر مرتبطة بمهام كيميائية حيوية، مطيحًا بالفكرة الشائعة القائلة بأن الجينوم البشري يتشكل في غالبته من "دي إن إيه غير مهم" وظيفيًا. ويذكر المؤلفون في تقريرهم أن الفراغ بين الجينات تملأه مُعزّزات (عناصر تنظيمية من الـ دي إن إيه)، ومحفّزات (المواقع التي تبدأ منها عملية نسخ الـ دي إن إيه في الـ آر إن إيه) وعدد هائل من المناطق التي لم تلاحظ سابقًا، والتي تفك ترميز منتسخت الـ آر إن إيه التي لا يتم تفسيرها إلى بروتينات، والتي قد تكون لها أدوار تنظيمية. ومما يجدر ذكره، أن هذه النتائج تُظهر أن عديدًا من تنوعات الـ دي إن إيه التي

ربطت سابقًا بأمراض معينة تقع ضمن عناصر الـ "دي إن إيه" العاملة غير المرّة، أو على قرب شديد منها، مما يعطي مؤشرات جديدة للربط بين الاختلافات الجينية والمرض.

أما المقالات الخمس المرافقة 3 - 7، فتقدّم مجموعات متنوعة من بيانات الجينوم الشاملة المتعلقة بتحديد مواقع المناطق المنسوخة، وربط الـ دي إن إيه للبروتينات المنظمة (عوامل النسخ) وبنية الكروماتين (اتحاد الـ دي إن إيه والبروتينات المشكّل للصبغيات) وتعديلاتها، من ضمن مسارات أخرى.

ويصف جبال وزملاؤه (ص. 101) التسلسل الفائق العمق لجزيئات الـ "آر إن إيه" المعدة من عدد كبير من الخطوط الخلوية المختلفة انطلاقًا من مناطق معينة ضمن الخلايا. وهي تخلص إلى أن حوالي 75% من الجينوم يتم استنساخه في وقت ما في بعض الخلايا، وأن الجينات شديدة التداخل بالنسخ المتراكبة التي تشكلت من كل من خيطي الـ "دي إن إيه". وهذه النتائج ترغمن على إعادة التفكير في تعريف الجين، وفي الوحدة الصغرى من العوامل الوراثية.

وبالاتقال إلى المسارين الثاني والثالث، نجد أن ثورمان وآخرين 4، ونيف وآخرين 5 (ص. 75 و ص. 83) قد أعدوا صنفين ممتعين على صلة بالكروماتين. وتستند كلتا الدراستين إلى مقايسة فرط حساسية الديوكسي ريبونوكلياز، الذي يحدد مناطق الجينوم التي يتمكن الإنزيم من الوصول إليها، وما يتلو ذلك من تشطر، أي أن الـ "دي إن إيه" ليس مغلقًا بوجه بروتينات الكروماتين. وقد تمكّن المؤلفون من تحديد نماذج خلوية نوعية من المواقع مفردة الحساسية من الديوكسي ريبونوكلياز، التي تبدي توافقًا ملحوظًا مع مواقع الربط المحددة تجريبيًا، والمتوقعة حسيًا في عوامل النسخ. وتمكنوا - بالإضافة إلى ذلك - من مضاعفة عدد المتتاليات المعروفة للبروتينات الرابطة للـ دي إن إيه في الجينوم البشري، وأماطوا اللثام عن "علامات فارقة" لـ 50 زوجًا أساسيًا موجودًا ضمن آلاف من المحفّزات 5.

والمسار التالي الذي يقدمه جيرشتاين وزملاؤه 6 (ص. 91) يختبر المبادئ التي تعمل شبكات إرسال عامل النسخ بموجها، فبالإضافة إلى تكليف عناصر

ربطت سابقًا بأمراض معينة تقع ضمن عناصر الـ "دي إن إيه" العاملة غير المرّة، أو على قرب شديد منها، مما يعطي مؤشرات جديدة للربط بين الاختلافات الجينية والمرض.

"هذه النتائج

ترغمننا على إعادة

التفكير في تعريف

الجين، وفي الوحدة

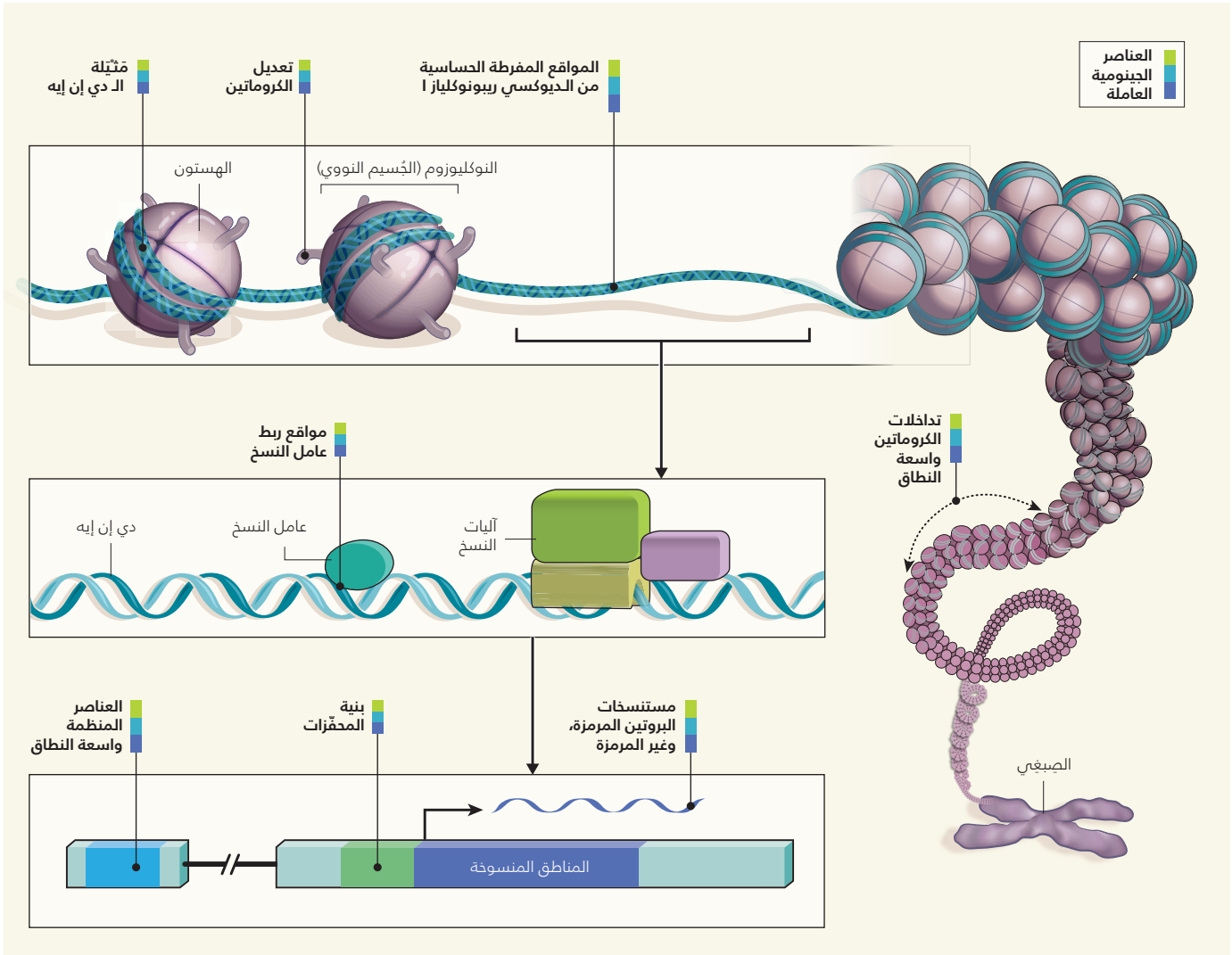
الصغرى من العوامل

الوراثية".

الترميز

موسوعة عناصر الـ "دي إن إيه"

nature.com/encode



الهندسي (الموضع والتالي) لعناصر الـ دي إن إيه المنظمة للجينات، التي تتضمن منطقة المحفزات الأولية إلى الأعلى من النقطة التي يبدأ فيها نسخ جزيئة الـ آر إن إيه، وعناصر منظمة أبعد من ذلك (مدى طويل). كما تم تخصيص جانب آخر من المشروع لاختبار مدى تمكّن الجينوم من الوصول إلى الديوكسي ريبونوكلياز 1، البروتين المسبب لانحطار الـ دي إن إيه. والمناطق التي يمكن الوصول إليها تُدعى المواقع المفرطة الحساسة من الديوكسي ريبونوكلياز 1، ويُعتد أنها تشير إلى تسلسل معين يؤدي فيه ارتباط عوامل النسخ وبروتينات آلية النسخ إلى تعبير مكان الجسيمات النووية (النوكليوسوم). وبالإضافة إلى ذلك، أدت أبحاث الترميز (إنكود) إلى فهرسة وتبويب تسلسلات وكميات الـ آر إن إيه المستسخة، من مناطق اللاترميز والترميز البروتيني، على حد سواء.

الشكل 1 | أكثر من مجرد تسلسل. يقدم مشروع الترميز (إنكود) 2 - 7 معلومات عن الجينوم البشري، تتجاوز بكثير المعلومات المتضمنة في تسلسل الـ دي إن إيه، فهي تصف العناصر الجينومية الفعالة التي تقود أوركترا النمو والوظائف البشرية. ويتضمن هذا المشروع بيانات عن درجة مَثْبَلَة الـ دي إن إيه، والتعديلات الكيميائية على الهستون التي تمكن من التأثير على معدل نسخ الـ دي إن إيه إلى جزيئات الـ آر إن إيه (الهستونات هي البروتينات التي يلتف حولها الـ دي إن إيه؛ لبشكّل الكروماتين). كما يختبر مشروع الترميز التداخلات الكروماتينية واسعة المدى، مثل تشكيل العزى التي تسبب تغير القرب النسبي للمناطق الصبغية المختلفة بالنسبة إلى الأبعاد الثلاثة، وتؤثر أيضًا على النسخ. وبالإضافة إلى ذلك، يصف المشروع النشاط الرابط لبروتينات عامل النسخ والتشكيل

أجريت على نطاق أصغر، إلا أن هذا الكنز القيم من البيانات الشاملة للجينوم يسهم في تشكيل رؤية جديدة للمسارات التنظيمية، ويحدد أعدادًا هائلة من العناصر التنظيمية. وهذه هي الحال تمامًا بالنسبة إلى بيانات 4 ثورمان وزملائه، المتعلقة بالمواقع المفرطة الحساسة من الديوكسي ريبونوكلياز 1 (DHSs)، وبالنسبة إلى النتائج 6 التي توصل إليها جيرشتاين وزملاؤه، التي تتعلق بالـ دي إن إيه وارتباطه بعوامل النسخ. والمواقع المفرطة الحساسة من الديوكسي ريبونوكلياز 1 هي مناطق في الجينوم، يمكن الوصول إليها من قبل إنزيمات الانحطار، كنتيجة لتغير مواضع الجسيمات النووية (الوحدات الأساسية من الكروماتين) من قبل بروتينات الـ دي إن إيه الرابطة (الشكل 1). وهي علامات فارقة لمعزّزات الخلايا النوعية، التي كثيرًا ما

التحكم في التعبير ونُدي أ. يَكْمُور

عندما تم الانتهاء من وضع تسلسل الجينوم البشري، بدا واضحًا أن هناك حاجة لمعرفة موسوعية لتنظيم الكروماتين، إذا كنا نريد أن نفهم كيف يتم تنظيم التعبير الجيني. ويمضي مشروع الترميز (إنكود) بعيدًا لتحقيق هذا الهدف، وتبسيط الضوء على الدور المركزي الاستنادي لعوامل النسخ في نحت وتشكيل أرضية الكروماتين. وبالرغم من أن بعض التحليلات أثبتت - إلى حد كبير - النتائج المستقاة من التجارب السابقة التي

ابتداء من عمليات النمو الطبيعية، كالتقدم في السن، إلى الاضطرابات المرضية، مثل خرف الزهايمر 10. وقد يتطلب تحقيق هذه الأهداف الطموحة استثمارًا موازيًا للدراسات الوظيفية باستعمال عضويات أكثر بساطة - على سبيل المثال - من النوع الذي يدبّ على الأرض، بحثًا عن الفتات في المطبخ. وعلى كل حال، لا شك بأن مشروع الترميز (إنكود) تمكّن من تقديم وليمة شهية من البيانات الجينومية التي سنحتاج إلى وقت طويل للإلمام بتفاصيلها وهضم معانيها. شهية طيبة!

جوزيف آر. يكر: من مؤسسة هوارد هيوز الطبية، ومعهد سالك للدراسات البيولوجية، لا جولا، كاليفورنيا 92037، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: ecker@salk.edu



قبل 11 عامًا نسخة الجينوم البشري

كشف النقاب عن الجينوم البشري
ما لم يكن الجينوم البشري محتويًا على العديد من الجينات التي لا تدركها أجهزة الكمبيوتر الخاصة بنا، فمن الواضح أننا لا نكتسب تربيكتنا - المعقدة دون شك، مقارنةً بتلك الخاصة بالديدان والنباتات - بسبب استعمال العديد من الجينات الأخرى. إن فهمنا لما يعطينا تميزنا المعقد - المخزون السلوكي الهائل، والقدرة على الإتيان بتصرفات واعية، والتنسيق الجسدي المميز (الذي نشترك فيه مع الثدييات)، والتغيرات المضبوطة بدقة؛ استجابةً للتنوعات الخارجية في البيئة، والتعلم، والذاكرة... هل هناك حاجة إلى ذكر المزيد؟ - يظل ممثلًا للتحدي المستقبلي.

ديفيد بالتيمور

من مجلة "نيتشر" 15 فبراير 2001

أحد أبحاث الجينوم

الآن، وقد أصبحت نسخة الجينوم في متناول اليد، أصبح لدى الباحثين أداة جديدة لدراسة المناطق المنظمة وشبكات الاتصال في الجينات. ويجب أن تؤدي المقارنة مع الجينومات الأخرى إلى كشف النقاب عن العناصر المنظمة المشتركة، والأوساط البيئية المختلفة المشتركة مع الأنواع الأخرى، وقد تتمكن من تقديم رؤية خاصة إلى العمل والتنظيم، بما يتجاوز مستوى الجينات الفردية. كما يمكن اعتبار هذه النسخة نقطة انطلاق لدراسة الوجود الثلاثي الأبعاد للجينوم ضمن نواة الخلية. وهذا الوجود سيؤثر - في الأغلب - على تنظيم الجين... وهذا هو الجينوم البشري أماننا، وهو جاهز للتفسير.

بير بورك وريتشارد كوبلي

من مجلة "نيتشر" 15 فبراير 2001

تقع بعيدًا عن أماكن وجود المحفّزات.

وتكشف دراسات الترميز (إنكود) العدد الهائل من المواقع المفرطة الحساسية من الديوكسي ريبونوكلياز 1 - أكثر من 200,000 موقع في كل نوع من الخلايا، وهو رقم يفوق عدد المحفّزات بكثير - كما تكشف اختلافها حسب نوع الخلية. ونظرًا لوجود المواقع المفرطة الحساسية من الديوكسي ريبونوكلياز بالتزامن مع وجود المحفّز الفعال قريبًا منه في نفس النوع من الخلايا، فقد تمكّن الباحثون من مزاججة نصف مليون معرّز مع الجينات الهدفية المحتملة لها. وهذا يعني وجود أكثر من مليوني معرّز دون أهداف معروفة لها، مما يميّز اللثام عن المناطق الهائلة غير المكتشفة بعد من مساحة الجينوم التنظيمية. وتحاول طرق تكوين الصبغ المشكّل للالتقاط التي تتحرى الارتباطات الفعلية بعيدة المدى بين المناطق البعيدة من الـ دي إن إيه أن تسد هذا الفراغ. وقد قام سانيل وزملاؤه 7 فعلاً باستعمال هذه التقنيات لدراسة هذه الارتباطات عبر 1% من الجينوم.

تبدأ بيانات الترميز برسم الصورة المنطقية والهندسية لشبكات الاستنساخ، التي يقوم فيها الـ دي إن إيه الرابط لعدد من عوامل النسخ الشديدة الألفة بإزاحة الجسيمات النووية من مواضعها، وتشكيل المواقع المفرطة الحساسية من الديوكسي ريبونوكلياز، التي تسهل بدورها ربط عوامل نسخ أكثر، ولكن أقل ألفة. كما تدعم النتائج الفكرة القائلة بأن ربط عوامل النسخ قد يعوق مَثَلَة الـ دي إن إيه (تعديل كيميائي يطرأ على الـ دي إن إيه، ويؤثر على التعبير الجيني)، أكثر من العكس، الذي يتصل بشدة بترجمة المواقع المرتبطة بالأمراض على الـ دي إن إيه المعدل المَثَلَة 11.

إن الخصوصية الخلوية الرائعة للعوامل التنظيمية التي كشفتها أبحاث الترميز تركز على أهمية الحصول على المواد البيولوجية المناسبة المخصصة لدراسة واختبار هذه النظريات. وقد ركز الباحثون جهودهم على مجموعة من الخلايا الجيدة، مع إجراء مقاييسات مختارة إضافية على بعض الخلايا المعزولة حديثًا. وتشمل التحديات المستقبلية متابعة التغيرات الديناميكية على الأرضية التنظيمية أثناء حدوث بعض المسارات التطورية المعينة، وفهم بنية الكروماتين في الأنسجة التي تحتوي على مجموعات من الخلايا المتغايرة المنشأ.

وندي أ. بكمور من مجلس الأبحاث الطبية، وحدة العلوم الجينية البشرية، معهد إم آر سي للأبحاث الجينية والطب الجزيئي، جامعة إدنبرة، إدنبرة EH4 2XU، المملكة المتحدة. البريد الإلكتروني: wendy.bickmore@igmm.ed.ac.uk

غير مُرَمَّزَة، ولكن فعّالة

إنييس باروزو

إن الغالبية العظمى من الجينوم البشري لا تشكل رموزًا للبروتينات، وحتى الآن لم يبد أنها تحتوي على عناصر منظمة للجينات. وبقي سبب استمرار وجود كميات كبيرة من الـ دي إن إيه (عديم المنفعة) في مراحل التطور لغزًا،

وبدا أنه إسراف. وقد تبين، على كل حال، أن هناك أسبابًا جيدة للمحافظة على هذا الـ دي إن إيه. وقد أظهرت النتائج المستقاة من مشروع إنكود 2 - 8 أن معظم هذه المناطق الممتدة من الـ دي إن إيه تحتوي على مناطق تربط البروتينات وجزيئات الـ آر إن إيه، لتضعها في مواقع تمكنها من التعاون فيما بينها، من أجل تنظيم عمل ومستوى تعبير الجينات المرزمة للبروتينات. وبالإضافة إلى ذلك، يبدو أن الاستنساخ الواسع الانتشار من الـ دي إن إيه غير المرمر قد يعمل كمستودع لخلق جزيئات جديدة عاملة، مثل جزيئات الـ آر إن إيه المنظم.

وهنا، يثار تساؤل.. ما هي الآثار المترتبة على هذه النتائج للدراسات الجينية للصفات والأمراض البشرية المعقدة؟ دراسات الربط الشاملة للجينوم (GWAS) التي تربط الاختلافات في تسلسل الـ دي إن إيه مع صفات وأمراض معينة، أصبحت في السنوات الأخيرة العمود الفقري للعمل، وقد تمكنت من تحديد آلاف الاختلافات في الـ دي إن إيه المرتبطة بمئات الصفات المعقدة (كالطول مثلاً)، والأمراض (كداء البول السكري)، ولكن الربط ليس رباطًا سببيًا، وتحديد هذه المتغيرات المربوطة سببيًا بمرض أو بصفة معينة كان أمرًا صعبًا. وبالإضافة إلى ذلك، توجد معظم هذه المتغيرات المرتبطة في مناطق اللاترميز، ولذا.. بقي تأثيرها الوظيفي غير محدد.

ويقدم مشروع الترميز خريطة مفصلة للوحدات الوظيفية غير الترميزية الإضافية في الجينوم البشري، متضمنةً بعض الوحدات التي تمتلك نشاطًا نوعيًا خاصًا بخلايا معينة. وفي واقع الأمر، يحتوي الفهرس على عدد من المناطق الوظيفية غير المرزمة، يفوق عدد الجينات بكثير. وتُظهر هذه البيانات أن نتائج دراسات الربط الشاملة للجينوم غنية عادةً بالاختلافات التي

"تعني هذه النتائج أن دراسات التسلسل التي تركز على تتابع ترميز البروتين تخاطر بإضاعة أجزاء مهمة وأساسية من الجينوم"

تقع ضمن وحدات وظيفية غير مرزمة كهذه، وأحيانًا بأسلوب خاص بخلايا نوعية يتسق وصفات معينة، مقتصرًا أن عددًا من تلك المناطق يمكن ربطه سببيًا بالأمراض. وهكذا، يُظهر المشروع أن مناطق اللاترميز يجب وضعها في الاعتبار عند تفسير نتائج دراسات الربط الشاملة للجينوم، وهي تقدم حافزًا قويًا لتفسير النتائج السابقة لدراسات الربط الشاملة للجينوم. وبالإضافة إلى ذلك، تعني هذه النتائج أن دراسات التسلسل التي تركز على تسلسل ترميز البروتين (الإكسوم) تخاطر بإضاعة أجزاء مهمة وأساسية من الجينوم، والقدرة على تحديد الاختلافات السببية.

وعلى كل حال، وبالرغم من أن فهرس الترميز تمثل جولة واضحة القوة، إلا أنها تحتوي على استكشاف أولي فقط لعلم الجينوم البشري، لأن عددًا كبيرًا جدًا من أنواع الخلايا ما زال بحاجة إلى الدراسة. وبعض الأمور التي ما زالت تشكل تحديًا للعلماء الباحثين عن الاختلافات المسببة للأمراض تقع ضمن: تقييم البيانات المستقاة من أنواع الخلايا والأنسجة ذات الصلة بالأمراض موضع البحث؛ وفهم كيفية تأثير هذه الوحدات الوظيفية على الجينات التي قد تكون بعيدة التوضع 7، والقدرة على تعميم نتائج كهذه على العضوية ككل.

إنييس باروزو: من معهد ويلكوم ترست سانجر، هنكستون

على ملاحظة الطوبوغرافيا البلورية لبروتينات الـ "دي إن إيه" التي تتداخل في تشكيل العلامات الفارقة في الديوكسي ريبونوكلياز 5، وملاحظة أكثر من مليون اختلاف في المجال الديناميكي لتكريرات النسخ المختلفة من الـ آر إن إيه³. ويعيداً عن هذه الطرق الفردية للعمل على البيانات، فإن النظرة البيولوجية العميقة لمشروع الترميز (إنكود) تأتي - دون شك - من مقاربات حسابية، سَعَتْ لإجراء التكامل بين أنواع متعددة من البيانات، كجمع بيانات عن مَثَلَة الـ "دي إن إيه"، وإمكانية الوصول إلى الـ "دي إن إيه"، وانطباق عامل النسخ، على سبيل المثال.

ويقدم ثورمان وآخرون⁴ رؤية رابعة عن الدور السببي لمَثَلَة الـ "دي إن إيه" في إسكات الجينات، حيث وجدوا أن مواقع ربط عامل النسخ، في المتوسط، تخضع للمَثَلَة بمعدل أقل في أنواع الخلايا التي تعبر عن عوامل النسخ هذه، مما يبين أن مَثَلَة مواقع الربط غالباً ما تحدث نتيجة آلية، لا فاعلة تسبب مَثَلَة المواقع غير المرتبطة بعوامل النسخ.

وبالرغم من المعلومات الوظيفية الغزيرة التي قدمها مشروع الترميز (إنكود)، ما زلنا بعيدين عن الهدف النهائي في فهم وظيفة الجينوم في كل خلية من خلايا كل إنسان، وعلى مَر الزمان في نفس الإنسان.

وحتى إذا كان معدل ظهور طرق تميط الترميز متزايداً بشكل كبير، فمن الواضح أن اللجوء إلى مقاييس القوة القصوى في هذا الفضاء الواسع لن تكون مفيدة. وبدلاً من ذلك، يجب أن نتقل من تحليلات الوصف والربط، وأن نسعى نحو استخلاص نماذج كمية للجمع بين البروتينات ذات الصلة، ومكونات الـ "آر إن إيه" والكروماتين. وبعدها، يجب أن نصف كيف تتداخل هذه البروتينات فيما بينها، وكيف تربط الجينوم، وكيف تؤدي هذه الحوادث الرابطة إلى تنظيم عملية النسخ.

إنَّ هذه العملية ناجحة، وسوف تمكن نماذج من هذا النوع من وضع تصور لوظيفة الجينوم في أوقات وأوساط لم يتم قياسها وتحديدها بشكل مباشر. وعندما يُسمح لنا بتحديد أي الفرضيات الخاصة بالتداخلات الفيزيائية للنظام ستؤدي إلى نماذج تحظى تفسيراً أفضل للنماذج المقاسة، فإن بيانات الترميز ستقدم فرصة ثمينة لمناقشة التحدي الحسابي التالي الهائل. ■

إيران سيجال: من قسم علم الكمبيوتر والرياضيات التطبيقية، معهد وايزمان للعلوم، ريهوفوت 76100، إسرائيل.

البريد الإلكتروني: iran.segal@weizmann.ac.il

1. The ENCODE Project Consortium *Science* **306**, 636-640 (2004).
2. The ENCODE Project Consortium *Nature* **489**, 57-74 (2012).
3. Djebali, S. et al. *Nature* **489**, 101-108 (2012).
4. Thurman, R. E. et al. *Nature* **489**, 75-82 (2012).
5. Neph, S. et al. *Nature* **489**, 83-90 (2012).
6. Gerstein, M. B. et al. *Nature* **489**, 91-100 (2012).
7. Sanyal, A., Lajoie, B., Jain, G. & Dekker, J. *Nature* **489**, 109-113 (2012).
8. Birney, E. et al. *Nature* **447**, 799-816 (2007).
9. Mardis, E. R. *Nature* **470**, 198-203 (2011).
10. Gonzaga-Jauregui, C., Lupski, J. R. & Gibbs, R. A. *Annu. Rev. Med.* **63**, 35-61 (2012).
11. Sproul, D. et al. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **108**, 4364-4369 (2011).
12. Carroll, S. B. *Cell* **134**, 25-36 (2008).
13. Prabhakar, S. et al. *Science* **321**, 1346-1350 (2008).
14. Pritchard, J. K., Pickrell, J. K. & Coop, G. *Curr. Biol.* **20**, R208-R215 (2010).
15. Lander, E. S. et al. *Nature* **409**, 860-921 (2001).

كما لا يزال فهمنا لطريقة ربط التسلسلات التنظيمية بالجينات الهدفية غير مكتمل.

وبالإضافة إلى ذلك، ركز مشروع الترميز بشكل رئيس على التحكم في عملية النسخ، ولكن عديداً من الجوانب التنظيمية للمرحلة التالية للنسخ، التي قد تؤدي بدورها إلى إحداث تغيرات تطورية، لا تزال بحاجة إلى الاستكشاف الكامل.

ومع ذلك، فإننا الآن نعيش أوقاتاً مثيرة لدراسات تطور التنظيم الجيني. ووجود مصادر جديدة كهذه بين أيدينا، يمكننا أن نتوقع رؤية أعداد متزايدة من الأبحاث التي تصف التطور التنظيمي التكيفي، وكيفية إسهامه في التطور البشري.

جوناثان ك. بريشارد، ويوآف جيلاد: من قسم الوراثة البشرية، جامعة شيكاغو، شيكاغو 60637 إلينوي، الولايات المتحدة الأمريكية.

جوناثان ك. بريشارد: من معهد هوارد هيزور الطبي، جامعة شيكاغو.

البريد الإلكتروني: pritch@uchicago.edu
gilad@uchicago.edu

من الفهرس إلى العمل

إيران سيجال

إن المشاريع التي تنتج أعداداً غير مسبوقة من البيانات، كمشروع الجينوم البشري⁵، أو مشروع الترميز (إنكود)، تمثل تحديات في مجالات الحساب وتحليل البيانات، وتعتبر قوة كبيرة تقود تطور الطرق الحسابية في علوم أبحاث الجينوم.

لقد أنتج مشروع الجينوم البشري قسماً من المعلومات لكل زوج من الـ دي إن إيه، وقاد إلى تقدم في الطرق الحسابية المعتمدة، لمعرفة مطابقة التسلسلات ومواءمتها. وعلى النقيض من ذلك، ففي مجموعات البيانات

الشاملة لـ 1,640 جينوماً، قدم مشروع الترميز (إنكود) لمحة عن إمكانية الوصول، والمثلية، والحالة النسخية، وبنية الكروماتين، والجزيئات المرتبطة لكل زوج أساسي.

لقد تطلب العمل على البيانات الأساسية لمشروع الترميز (إنكود) لاستخلاص المعلومات الوظيفية جهداً خارقاً.

ومن أجل كل طريقة تم اللجوء إليها لوضع ملامح الجزيئات، ابتكر باحثو الترميز طرقاً حسابية جديدة مصممة للتخلص من القيم المتطرفة والأخطاء المنهجية الخاصة بكل بروتوكول، ولضمان مصداقية المعلومات الوظيفية المستقاة منها.

وقد تم تكييف خطوات عمليات الإنتاج، وإجراءات التحقق من النوعية من قِبَل جمعية الأبحاث، كأساس معياري لتحليل بيانات كهذه.

وتتضح النوعية العالية للمعلومات الوظيفية الناتجة من الدقة العالية والتفاصيل التي تم التوصل إليها، كالقدرة

CB10 15A، المملكة المتحدة، وجامعة كامبردج، مختبرات أبحاث الاستقلاب، والمعهد الوطني للأبحاث الصحية، مركز الأبحاث الطبية الحيوية، كامبردج، المملكة المتحدة. البريد الإلكتروني: ib1@sanger.ac.uk5

التطور والشفرة

جوناثان ك. بريشارد، ويوآف جيلاد

لعل أحد أكبر تحديات بيولوجيا التطور يكمن في فهم كيف تؤدي الفروق في تسلسل الـ دي إن إيه بين الأنواع المختلفة إلى تحديد الفروق في أنماطها الظاهرة. قد يحدث التغير التطوري من خلال التغيرات في تسلسل ترميز البروتين، ومن خلال التغيرات المتتالية التي تغير التنظيم الجيني.

وهناك إدراك متنامٍ لأهمية هذا التطور التنظيمي، استناداً إلى الأعداد الهائلة من الأمثلة النوعية، إضافة إلى الأسس النظرية. وكثيراً ما قيل إن التغيرات التكيفية المحتملة لتسلسل ترميز البروتين ربما ستحوّل آلية الانتقاء الطبيعي دون حدودها، لأنها حتى ولو كانت مفيدة لأحد أنواع الخلايا أو الأنسجة، فقد تكون ضارة في مكان آخر من العضوية.

وعلى النقيض من ذلك، ونظراً إلى أن تسلسلات التنظيم الجيني كثيراً ما تتوافق بنماذج تعبير جينية نوعية محددة الزمان والمكان، فإن التغيرات في هذه المناطق قد تعدّل وظيفة أنواع محددة فقط من الخلايا في أوقات محددة، مما يرجح أنها ستؤدي إلى إحداث مزايا تطورية¹².

وعلى أي حال، فالمعلومات المتوفرة حتى الآن عن مناطق الجينوم التي تتمتع بنشاط تنظيمي لا تزال ضئيلة. وقدم مشروع الترميز (إنكود) نسخة أولى من "قائمة الأجزاء" المكونة لهذه العناصر التنظيمية، في مجموعة واسعة من أنواع الخلايا، وهذا يقللنا بخطوة تقربنا جداً من أحد الأهداف الرئيسة لدراسات الجينوم، ونعني بها فهم الأدوار الوظيفية (إن كانت موجودة) لكل موضع من مواضع الجينوم البشري.

ومع ذلك، فسبحان الأمر إلى قدر كبير من العمل لتحديد التغيرات الأساسية على التسلسل في العناصر المنظمة التي اكتشفت حديثاً، والتي تحدد التغيرات الوظيفية بين البشر وأنواع المخلوقات الأخرى.

وهناك بعض الأمور التي سبق التطرق إليها للتعرف على الفروق التنظيمية الأساسية (انظر المرجع 13 مثلاً)، ولكن التحديد المتطور الذي قدمه مشروع الترميز في التعرف على العناصر المنظمة يجب أن يسرّع التقدم في هذا المجال بشكل كبير.

وقد تتيح البيانات أيضاً للباحثين البدء في تحديد تغيرات التسلسل متزامنة الحدوث في عدة مناطق جينومية، التي ستفضي إلى التغير في الأنماط الظاهرة عند جمعها مع بعضها، وهي الآلية التي يُطلق عليها اسم التكيف متعدد الجينات¹⁴.

وعلى كل حال، وبالرغم من التقدم الذي حققته رابطة الترميز (إنكود) وغيرها من المجموعات البحثية، يبقى من الصعب التأكيد بثقة على ماهية المتغيرات في المناطق التنظيمية المفترضة التي ستفضي إلى تغيرات وظيفية، وما عساها أن تكون هذه التغيرات.



غلاف عدد 30 أغسطس 2012
طالع نصوص الأبحاث في عدد 30
أغسطس من مجلة نايتشر الدولية.

الجينوم

نموذج فأري فريد لاضطراب التوحد

إنَّ التَّصَلُّبَ الحَدِيثِيَّ هو اضطراب جيني نادر مُسبب للأورام، ناتج عن حدوث طفرات في أحد جينين يُعرفان اختصارًا بـ(تي إس سي 1 Tsc1، و تي إس سي 2 Tsc2)، والأشخاص الذين يعانون منه غالبًا ما يصابون أيضًا باضطرابات نطاق الدَّائِيَّةِ المصاحبة لِمَرَضِيَّاتِ المُخِيخِ. وكما أن الدراسات أوضحت تَوَرُّطَ خلل أداء المخيخ في التسبب في اضطراب الدَّائِيَّةِ، فإن الباحث مصطفى شاهين وزملاؤه قاموا بدراسة التَّبعات الوظيفية الناتجة عن عرقلة الجين المُخِيخِي في الفئران.

وقد صار لدى الفئران المُعدَّلة وراثيًا العلامات المرضية الشائعة في مرضى اضطراب التوحد مع انخفاض أعداد خلايا بَورِكِينِيَّي (في قشرة المخيخ) وزيادة دلالات التوتز العصبي. وأبدت الفئران التي تقتقر إلى جين (تي إس سي 1) في خلايا بَورِكِينِيَّي سلوكيات ذات صلة باضطراب التوحد. ووُجِدَ أن علاج الفئران بعقار (البراميسين Rapamycin) - وهو عقار مُثبِّط لبروتين يُعرف اختصارًا بـ(إم تي أو آر mTOR) - يُحسِّن من المرض المخيخي، وكذلك يحسِّن الحالة السلوكية.

Autistic-like behaviour and cerebellar dysfunction in Purkinje cell Tsc1 mutant mice

P Tsai et al

doi:10.1038/nature11310

نموذج الفأر المتطرّف آي دي إتش 1 IDH1

الطفرات في الجينات آي دي إتش 1، وآي دي إتش 2 تشفر للإنزيم "أيزوسيتريت ديهيدروجينيز" (من إنزيمات الأكسدة بنزع الأيدروجين). وهى متكررة في ورم الأرومات الدبقي متعدد الأشكال في الإنسان، ولوكيميا النخاع الشوكي الحادة. وتقوم هذه الطفرات بدفع تخليق المستقلب آر-هيدروكسيلجلوتارات-2 (2HG)، الذي يثبط الإنزيمات التي تنظم مستويات الـ (دي إن إيه) وعملية المثيلة للهستونات (وهي العملية الكيميائية أو الإنزيمية لإضافة جذر ميثيل (CH3)). وهنا قام تارك ماك وزملاؤه بتمييز عملية تشغيل الجين المشروطة في الفئران من طفرة آي دي إتش 1 الأكثر شيوعًا، IDH1-R132H، التي يعبر عنها في الخلايا المنتجة للدم. وقد أصيبت الفئران الطافرة بأعداد زائدة من أسلاف الخلايا المنتجة للدم المبكرة، وطورت تضخم الطحال، وفقر الدم، وعملية إنتاج خلايا الدم خارج النخاع.

وبالإضافة إلى ذلك، أظهرت الخلايا تغيرات في أنماط الحمض النووي (دي إن إيه) وعمليات المثيلة للهستونات، التي هي مماثلة لتلك التي لوحظت في الطفرة البشرية آي إتش دي 2/1 اللوكيميا الحادة المتعلقة بالنخاع الشوكي في الإنسان. ويجب أن يكون هذا النموذج في الفئران مفيدًا لدراسة الآلية الرابطة بين طفرة آي دي إتش 1، وسرطان الدم.

IDH1(R132H) mutation increases murine haematopoietic progenitors and alters epigenetics

M Sasaki et al

doi:10.1038/nature11323

خلايا جذعية

خلايا جذعية مُحدّثة مُتعدّدة القُدّرات

إنَّ الآلية المُبكرة "للتَّخَلُّقِ المُتوالي" لإعادة برمجة الخلايا الجسدية كخلايا جذعية مُحدّثة مُتعدّدة القُدّرات (آي بي إس iPS) باستخدام "عوامل ياماناكا" غير معروفة. وقد أظهر الباحث أيليو يتش وزملاؤه حاليًا -

وجدت ارتباطًا بين كودون إيقاف غير واضح في الجين DMRT3 غير واضح والقدرة على أداء مشيات بديلة. يذكر أن الكودون ثلاثة نيوكليوتيدات على شريط الحمض النووي الريبي (mRNA) وكل كودون يشفر حمضاً أمينياً واحداً. الجينات تخص الحمض النووي (DNA) بينما الكودونات تخص الحمض الريبي (mRNA).

وتظهر الدراسات الوظيفية في الفئران تعبيراً للجين Dmrt3 في مجموعة فرعية من خلايا الحبل الشوكي العصبية تعتبر بالغة الأهمية للتطور الطبيعي للشبكة الحركية المنسقة المسيطرة على حركات الأطراف. لذلك قد يلعب الجين Dmrt3 دوراً رئيسياً في تكوين دوائر الحبل الشوكي المتحكم بخطى الفقاريات، في الخيول المحلية، كان لطفرة الجين DMRT3 تأثير كبير على تنوعها، حيث تتطلب خصائص المشية المتبدلة لعدد من السلالات تتطلب كما يبدو هذه الطفرة.

Mutations in DMRT3 affect locomotion in horses and spinal circuit function in mice

L Andersson et al

doi:10.1038/nature11399

الشكل أسفله | تحديد طفرة "إيه دي إم آر تي 3" aDMRT3 في الخيول. أ، الحصان الأيسلندي منتظم السرعة، تتم مزامنة رجله الأماميتين والخلفيتين على نفس الجانب من الجسم. ب، الحصان الأيسلندي الجَوَاب (الذي يجب)، تتم مزامنة المقدمة (بشكل قطري) ورجليه الخلفيتين. د، كشف تحليل الرابطة على نطاق الجينوم وجود علاقة وثيقة جداً بين القدرة على التسارع وعديد التكوين وحيد النيوكليوتيد "إس إن بي" SNP رقم BIEC2_620109 على الصبغي 23 (Praw) 1,7 X 9 = 10، القيمة التجريبية المصوبة "قيمة-بي (إي إم بي 2) 2 0 4-X"، مغزى (أهمية) على نطاق الجينوم.

بحلول اليوم الرابع من إعادة البرمجة الخلوية - أن اثنين من إنزيمات تعديل الـ "دي إن إيه"، ويُعرف اختصارًا بـ"بي إيه آر بي 1 PARP1، و تي إي تي 2 Tet2"، يتم تجنيدهما في مواضع جينية داخلية ذات قُدّرات عديدة، كالمُوضَعَيْنِ "إن إيه إن أو جي NANOG، وإي إس آر آر بي Esrrb"، مما يؤدي إلى تراكم موضعي لقواعد سيتوزين مُعدّلة، تُعرف اصطلاحًا بـ(إم سي 5 و إم سي 5HmC). والإنزيمان السالف ذكرهما يعملان من خلال آليات منفصلة، ولكنها متداخلة لتنظيم النسبة (0 إتش إم سي/0 إم سي) المرتبطة بالنشاط النسخي الخلوي. وتشير هذه النتائج إلى أدوار إضافية لقاعدة (0 إتش إم سي) خلال عملية إعادة البرمجة بالتَّخَلُّقِ المُتوالي.

Early-stage epigenetic modification during somatic cell reprogramming by Parp1 and Tet2

C Doege et al

doi:10.1038/nature11333

علم الوراثة

طفرة وراثية تضيف مشية جانبية للخيول

بعض الخيول - لاسيما الأمريكية المستولدة بشكل قياسي ومسخرة للسباق، والسلالات الأيسلندية المخصصة لكافة التضاريس - لديها القدرة على أداء مشيات 'إضافية'. يمكن لمعظم الخيول أن تمشي وتهرول وتخب وتعدو، لكن يمكن أيضاً للسلالات المدربة على "المشية الجانبية"، تحريك ساقها على نفس الجانب من الجسم بانسجام، وأداء مشيات متمهلة جديدة أخرى. وكانت دراسة تحليلية جينومية للارتباطات الوراثة في الخيول الأيسلندية قد



البروتينات المُختلّة في سرطان القولون

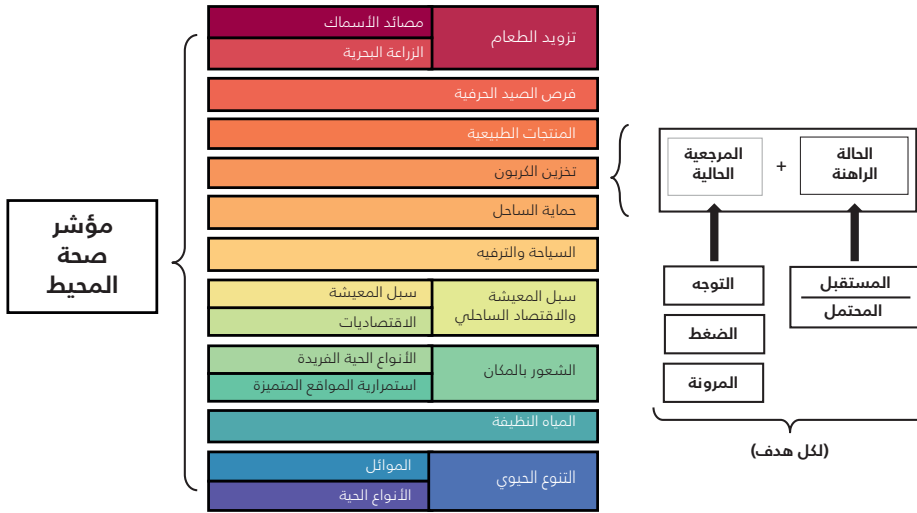
أظهر تحليلٌ للتعبّيرات بالإيكسومات (exomes)، والترانسكربتومات (transcriptomes)، وعدد التّسخ في أكثر من 7٠ ورماً أوّلياً لقولون الإنسان، بالمقارنة بشواهدا السليمة المُولّفة، أكثر من 35000 طفرة جسدية مُعَيّرة للبروتين، تم التحقق من معظمها. وبالإضافة إلى التغيرات في كل من (الجينات المُكْتَنَفَة في المُسْلَك الإشاري الخلوي "دبليو إن تي WNT"، وإعادة تطريز الكروماتين، ومسلك إشارة إنزيم كايناز التّيروزين)، فقد تعرّف الباحثون على تلاحُمت جينية مُتكررة، تشمل أفراد عائلة جينية تُعرف باسم "آر-سبوندين R-spondin"، تُحدّث إجمالاً في 1٠٪ من أورام القولون. وعلى هذا النحو، فإنها قد توفر هدفاً علاجياً محتملاً. وهناك أدلة تشير إلى أنّ هذه التلاحُمت قد تلعب دوراً في تنشيط المُسْلَك الإشاري الخلوي "دبليو إن تي WNT"؛ وتكوّن الأورام.

Recurrent R-spondin fusions in colon cancer
S Seshagiri et al
doi:10.1038/nature11282

بروتين "آر إن إف ٤٣" وسرطان القولون

إن الإشارة بالمُسْلَك الإشاري الخلوي "دبليو.إن.تي" أمرٌ حساسٌ لعمل الخلايا الجذعية المعوية، ويَقود تكوين الأورام بالقولون والمستقيم. وقد وجد الباحث بون كيونج كوو وآخرون أنّ هدفين بالمُسْلَك الإشاري الخلوي "دبليو.إن.تي"، وهما إنزيمان يُعرفان اختصاراً بـ(آر إن إف ٤٣ - RNF 43، وزد إن إف آر ZNF3) ينتميان إلى عائلة إنزيمات تُعرف باسم "إي ٣ ليجاز"، يعملان أيضاً كمنظم - بالإرتجاع السلبى - مهم للمُسْلَك الإشاري الخلوي "دبليو.إن.تي". ويقوم الإنزيمان بعملية من خلال الحد من تعبير مستقبلات "دبليو.إن.تي" بسطح الخلية. وحذف كلا الجينين في أمعاء الفأر يؤدي إلى ازدياد عدد الخلايا الجذعية المعوية، الموسومة بجين يُعرف اختصاراً بـ(إل جي آر ٥ LGR5)، ونمو الأورام العُدّيّة. وفي

الأهداف العشرة العامة، والأهداف الفرعية



البيئة

وَضْع قيمة لعافية المحيطات

يسمح للتحديد السريع للنشاطات الاستراتيجية لتحسين صحة المحيطات الإجمالية.

An index to assess the health and benefits of the global ocean
B Halpern et al
doi:10.1038/nature11397

الشكل أعلاه الإطار المفهومي لحساب المؤشر | يتم استنباط كل مكوّن في الإطار (الحالة، التوجه، الضغط والمرونة) من مجموعة كبيرة من البيانات. ويتم تجميع المكونات معاً لحساب الحالة الراهنة والظروف المتوقعة في المستقبل لكل من الأهداف العشرة (انظر المعادلة في ملخص المنهجية والمعادلتين (1) و (4) في المناهج).

هنالك قلق كبير بما يتعلق بحالة المحيطات، وذلك من ناحيتين: أهميتها للنظم البيئية على الأرض، وقدرتها على توفير الفوائد للمجتمع. ولذلك.. تسعى سياسة المحيطات العالمية إلى "محيطات صحية"، إلا أننا لا نملك أداة صحة المحيط فعلياً وتجاوبها مع التداخلات. وفي سبيل ملء هذه الفجوة، قام بنجامين هالبرن وآخرون بتطوير مؤشر لصحة المحيطات، لتقييم العوامل المتعددة التي تسهم في صحة وفوائد المحيطات. وتم تحديد العلامات لجميع الدول الشاطئية والعلامة العالمية هي 60 من 100. لقد سجلت كل من الشواطئ غير المأهولة والمطوّرة علامات جيدة، إلا أن علامات العديد من الدول الأفريقية والآسيوية كانت ضعيفة. ويدّعي المؤلفون أن هذا الدليل الجديد من المفترض أن

جيولوجيا

تشكيل المواد المنصهرة أثناء الزلازل

يقدم كيفن براون، ويوري فيالكو دراسة مخبرية حول الخصائص الاحتكاكية للصحور في سرعة الانزلاق نحو المدى الزلزالي. وقد أظهرت الدراسة أنّ الإضعاف الأولي لسطح الصدع الزلزالي خلال التمزيق الحاصل أثناء الزلازل يمكن أن يرتبط مع تشكيل النقاط الساخنة والشرايط المجهرية للمواد المنصهرة، التي تسهم جزئياً في تفرغ ما يتبقى من واجهة الانزلاق الزلزالي. 'Melt welt' mechanism of extreme weakening of gabbro at seismic slip rates

الخلايا البشرية لسرطان القولون، نجد أنّ التعبير عن جين (آر إن إف ٤٣) يقلل إشارات المُسْلَك الخلوي "دبليو.إن.تي". ومن الممكن العثور على جين (آر إن إف 43 RNF43) متحوّراً في سرطانات القولون والمستقيم بالإنسان، في إشارة إلى أنّ مثبطات المُسْلَك الإشاري الخلوي "دبليو.إن.تي" - التي تستطيع أن تعمل على مستوى إفراز بروتين "دبليو.إن.تي" أو تنشيط مستقبله - قد تقدم احتمالات علاجية.

Tumour suppressor RNF43 is a stem-cell E3 ligase that induces endocytosis of Wnt receptors
B Koo et al
doi:10.1038/nature11308

K Brown et al
doi:10.1038/nature11370

الشكل أسفله | مستهل سيور الانصهار على السطح البيئي للانزلاق أثناء بداية تضعف دينامي. البيانات من اختبار 97. صورة للسطح البيئي للانزلاق





بيطرة

المضادات الحيوية وزيادة الكتلة الجسدية

يُستخدم العلاج المتواصل بجرعات منخفضة من مضادات حيوية منذ عقود لتعزيز وزن الجسم في الثروة الحيوانية، إلا أن أليات هذا التأثير غير واضحة، وباستخدام نهج مماثل في فئران صغيرة، ظهر حاليًا أن جرعات المضادات الحيوية (دُورًا علاجية subtherapeutic) تزيد من كتلة الجسم الدهنية،

وتسبب تغيرات في تكوين المجتمع الميكروبي في الأمعاء، كما أنها تغير نشاط المسارات الأيضية الميكروبية؛ مما يؤدي إلى إنتاج أحماض دهنية "قصيرة السلسلة". وهذه النتائج تُسلط الضوء على أهمية ميكروبات معينة في الحفاظ على النشاط الأيضي الطبيعي.

Antibiotics in early life alter the murine colonic microbiome and adiposity
I Cho et al
doi:10.1038/nature11400

الشكل أعلاه | وزن وتكوين الجسم لكل من فئران مجموعة الضبط والمقارنة وفئران مجموعة المعاملة دون العلاجية بالمضادات حيوية (STAT). المسح التمثيلي بقياس الامتصاص المزدوج لطاقة أشعة إكس (DEXA) أظهر أن نسبة دهون جسم الفأر بمجموعة الضبط والمقارنة (22.9%؛ الأعلى) ومجموعة المضادات الحيوية دون العلاجية (32%؛ الأدنى).

تغير المناخ

تاريخ من دورات الكربون وتغير المناخ

يعكس عمق تعويض الكربونات - العمق المحيطي الذي فيه

الموضوع المركزي في الكثير من المجالات العلمية، لكن التفاصيل الميكروسكوبية لكيفية قيام الضوء بتغيير المادة لا تزال غير واضحة، بسبب صعوبات في الملاحظة والرصد. ويمكن استشعار هذه التفاصيل من خلال خلط أشعة إكس والأمواج الضوئية. وقد اقترحت عملية تشتت أشعة إكس منذ نصف قرن تقريبًا، لكن كان ذلك أعلى من الإمكانيات التقنية في ذلك الوقت. والآن، ومع وجود ليزرات الإلكترون الحر، وأشعة إكس بشدة عالية بما فيه الكفاية؛ أصبحت متوفرة. وفي عدد مجلة "نيتشر

"Nature" الصادر في الأسبوع الأخير من أغسطس 2012 - أفاد إيرين جلوفر Ernie Glover وزملاؤه العاملون في مصدر ضوء ليناك Linac متزامن بخلط أشعة إكس مع الضوء البصري، أو جمع الترددات في الماس. وقد تتيح لنا هذه الإمكانيات الجديدة في المستقبل مشاهدة مباشرة لتشكل الروابط الكيميائية وتحطيمها.

X-ray and optical wave mixing
T. Glover et al
doi:10.1038/nature11340

كهربية

دوائر كهربائية متكاملة بسمك خلية واحدة

توثق هذه المقالة تقنية جديدة لإنتاج طبقات رقيقة، بسمك ذرة واحدة، تجمع موصلاً (جرافين) مع عازل سداسي الأضلاع، وهو نايترايد البورون (h-BN). وتسمح هذه العملية، المسماة بعملية إعادة النمو النموذجية، بتطور أجهزة جرافين معزولة كهربائيًا على طبقات متصلة ثنائية الأبعاد مع وصلات مختلفة محددة بشكل جيد؛ لضمان أن تحافظ الحقول المنظمة على خواص إلكترونية محددة. إن الأجهزة التي تُصنع باستخدام هذا التوجه من المتوقع أن تكون مرنة ميكانيكيًا، وشفافة بصريًا؛ مما يسمح بنقل مدى من المواد للكهربائيات المرنة الشفافة. إن إضافة مواد شبه موصلة ثنائية الأبعاد إلى الطبقات ستجمع لبنات البناء الثلاثة الأساسية معًا (العزل، والمعدن، وشبه الموصل) للدوائر الكهربائية المتكاملة الحديثة.

Graphene and boron nitride lateral heterostructures for atomically thin circuitry
M Levendorf et al
doi:10.1038/nature11408

الغوانيليات الحَلَقِيّ (cyclic-di-GMP) في الأميبا، تستحث عملية (التمايز multicellular differentiation)، تُعرف بـ(تكوين السُوَيْقة). والإنزيم التخليقي لهذا المرسل - ويسمى (مُحَلِّقَة ثنائي الغوانيليات) - يتم التعبير عنه تحديدًا في طرف الجِسم المثمر من الأميبا، حيث تمايز خلايا السُوَيْقة.

The prokaryote messenger c-di-GMP triggers stalk cell differentiation in Dictyostelium
Z Chen et al
doi:10.1038/nature11313

علم المناعة

وصول الخلية التائية إلى المخ عبر الرئتين

إنّ كيفية دخول الخلايا المناعية إلى المخ هي مسألة ذات أهمية محورية لفهم العمليات الفسيولوجية والمرضية للجهاز العصبي المركزي (سي إن إس). ويصف هذا البحث آلية تُمكن الخَلايا التائية المُسببة للمرض من الدخول إلى المخ. وفي نموذج فأري ثقلي مُقَبَّس (rat adoptive transfer model) للالتهاب الخُاعي الدماغية التجريبي ذاتي المناعة (encephalomyelitis)، المعروف اختصارًا بـ(إي إي إي EAE)، لوحظ أن الخَلايا التائية المُلهبة للدماغ تراكم في الجهاز العصبي المركزي بعد مُكوث عابر في الرئة. وتقوم هذه الخلايا - في طريقها إلى (سي إن إس) - بإعادة برمجة شاكلة التعبير الجيني والخصائص الفنية التي تُمكنها في نهاية المطاف من عبور حاجز الدم الدماغية. والرئتان لهما اتصال مباشر مع البيئة الخارجية، ولذا.. فهما المكان المنطقي للخلايا المناعية ذات الصلة لاستضافة الدفاع، وربما أيضًا تُوفر الرئتان بيئة ملائمة لتطوير خلايا مناعية ذاتية.

T cells become licensed in the lung to enter the central nervous system
F Odoardi et al
doi:10.1038/nature11337

بصريات

الآن يمكن خلط أشعة إكس مع الضوء

إن التفاعل بين الضوء والمادة هو

علم الخلية

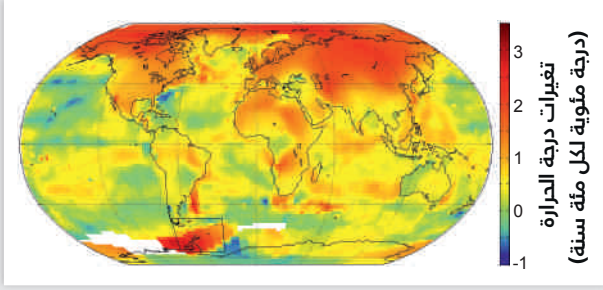
تحويل الجسيم الالتهابي

الجسيم الالتهابي هو مركب بروتيني قليل الفسيمات - داخل الخلايا - مُشارك في المناعة الفطرية، تم ربطه بالتسبب في حدوث كل من (السمنة، و"النوع-2" من مرض السكري، وتصلب الشرايين، والنقرس، والإنتان، والتهاب القولون). وقد حدّد هذا البحث أهمية إنزيم كيناز بروتين - مُعتمد على "آر إن إيه مزدوج النطاق"، ويُعرف اختصارًا بـ(بي كيه آر PKR) - كمنظم مهم لتنشيط الجسيم الالتهابي. إن حدوث الفسفة التلقائية لإنزيم (بي كيه آر) أمر مطلوب، كي يتفاعل مع بروتين خلوي يُعرف اختصارًا بـ(إن إل آر بي 3 NLRP3)، كي يتم تفعيل إنزيم (كاسباز-1)؛ ويُفرض كل من (إنترلوكين-1 بيتا، إنترلوكين-18، وبروتين خلوي يُعرف اختصارًا بـ"إنش إم جي بي 1 HMGB1")، كاستجابة لمجموعة متنوعة من المستثيرات. وتشير هذه النتيجة إلى إمكانية تصميم علاجات لمنع تنشيط الجسيم الالتهابي في حالات الالتهابات، دون المساس بالمناعة بشكل عام.

Novel role of PKR in inflammasome activation and HMGB1 release
B Lu et al
doi:10.1038/nature11290

"الديكتيوستلیم" والمرسال الخلوي

الرسائل الثانوية هي عبارة عن جزيئات صغيرة تُتابع الإشارات من المستقبلات إلى الأهداف المقصودة داخل الخلية. والمرسال (ثنائي الغوانيليات الحَلَقِيّ cyclic-di-GMP) هو مرسال شائع في البكتيريا، ينشط في تكوين البيوفيلم* biofilm - على سبيل المثال - ولكنه لا يزال حتى الآن غير مُلاحظ في الخلايا حقيقيّة النواة. وقد بيّن الباحثان زي هيو تشن، وبولبن شاب مؤخرًا دورًا للمرسل (ثنائي الغوانيليات) في كائن حقيقي النواة؛ هو بروتوزوان يدعى (ديكتيوستلیم Dictyostelium discoideum)، وهو نوع عتيق تَطَوَّرَ من الأميبا، صار نموذجًا لنظام بيولوجيا الخلية والتطور. لقد تعرف الباحثان على إشارة - بُحِثَ عنها مُنذُ أمد - بواسطة المرسل (ثنائي



عنوان

سجلّ الاحترار في المتجمد الجنوبي

وتضع هذه السجلات ظاهرة الاحترار الحديثة ضمن سياق طويل الأمد من التغيرات الطبيعية، وتشير إلى أن الاحترار المستقبلي قد يسهم في عدم استقرار الجروف الجليدية في المناطق الجنوبية على امتداد شبه القارة.

Recent Antarctic Peninsula warming relative to Holocene climate and ice-shelf history
R Mulvaney et al
doi:10.1038/nature11391

الشكل أعلاه | الخصائص الإقليمية والمناخية لشبه القارة المتجمدة الجنوبية تظهر تغيرات درجات الحرارة خلال 50 عامًا، ما بين 1958 حتى 2008، الاحترار الإقليمي السريع لشبه القارة المتجمدة الجنوبية. ويتم إظهار التغيرات للمعدلات السنوية ما بين يناير وديسمبر للأراضي المحددة ضمن النطاق وبيانات درجة حرارة المحيط السطحية.

أصبحت الانهيارات المثيرة للكتل الجليدية في شبه القارة المتجمدة الجنوبية خلال العقدين الماضيين من الصور المعبرة عن تغير المناخ. وبالرغم من ذلك، فإن إعادة التركيب الرقمية لتاريخ المناخ في تلك المنطقة لم تصل إلى أكثر من بضعة قرون في الماضي. وتقدم هذه الورقة سجلًا مستفيضًا مستندًا إلى قياسات الدوتيريوم للتغيرات في درجات الحرارة في العصر الهولوسيني في جزيرة جيمس روس قبالة الطرف الشمالي الشرقي من القارة المتجمدة الجنوبية. وبعد فترات من الحد الأعلى للاحتار في بدايات العصر الهولوسيني، كانت درجات الحرارة مستقرة حتى ما قبل 2500 سنة، حيث حدثت حالة من التبريد السريع والحاد. وبدأ الاحتار مرة أخرى قبل 600 سنة، وتراكم، إلى أن وصل إلى معدلات سريعة، ولكن ليست غير مسبوقه من درجات الحرارة العالية في القرن الماضي.

مشهد الاستنساخ في الخلايا البشرية

وصف المؤلفون جهّد " مشروع الترميز" لتوفير فهرس كامل من جزيئات ال"آر إن إيه" الأولية والمجهزة الموجودة، سواء في حجرات خلوية فرعية محددة، أو في جميع أنحاء الخلية. وأظهر المؤلفون أن ثلاثة أرباع الجينوم البشري يمكن نسخها، وتوفر ثروة من المعلومات على نطاق ومستويات التعبير، والتوطن، ومصادر التجهيز، وإدخال تعديلات على جزيئات ال"آر إن إيه" المعروفة وغير المشروحة سابقًا. وهذه الملاحظات مجتمعة

المشهد الكروماتيني للجينوم البشري

تصف هذه الورقة البحثية أول خريطة واسعة من المواقع الأكثر حساسية لإنزيم "دي نيزيل" DNase1 البشري، المتصل بالجين DNase1، من واسمات



غلاف عدد 6 سبتمبر 2012
طالع نصوص الأبحاث في عدد 6 سبتمبر من مجلة نايتشر الدولية.

الجينوم

مشروع الترميز (موسوعة عناصر ال"دي إن إيه") هو مشروع يهدف إلى وصف جميع العناصر الوظيفية المشفرة في الجينوم البشري. ويعد تسع سنوات من إطلاق الترميز، تُوجّه جهود المشروع الرئيسة بالنشر المنشق ثلاثين ورقة بحثية، ست ورقات منها في هذا العدد من مجلة "نايتشر Nature". ويوجد أيضًا في هذا العدد، التعليق من صفحة 67 لـ 69.

الترميز

موسوعة متكاملة للجينوم البشري

عَيّن مشروع موسوعة عناصر ال"دي إن إيه" - بشكل منهجي - مناطق النسخ، ومجموعة عوامل النسخ، وهيكل الكروماتين، وتعديلات الهيستونات. وفي هذا العرض، توجّه الجمعية القراء من خلال المشروع نفسه، والبيانات وتحليلاتها المتكاملة. و80% من الجينوم البشري لديها الآن على الأقل وظيفة حيوية واحدة مسندة إليها. وبالإضافة إلى توسيع فهمنا لكيفية تنظيم التعبير الجيني على نطاق الجينوم الكامل، ينبغي أن تساعد العناصر التي تم تشخيصها حديثًا في تفسير نتائج الجينوم على نطاق الدراسات المرتبطة، وما بها من العديد من المواقع المتوافقة مع المواقع المرتبطة بالأمراض التي تصيب البشر.

An integrated encyclopedia of DNA elements in the human genome
E. Birney et al
doi:10.1038/nature11247

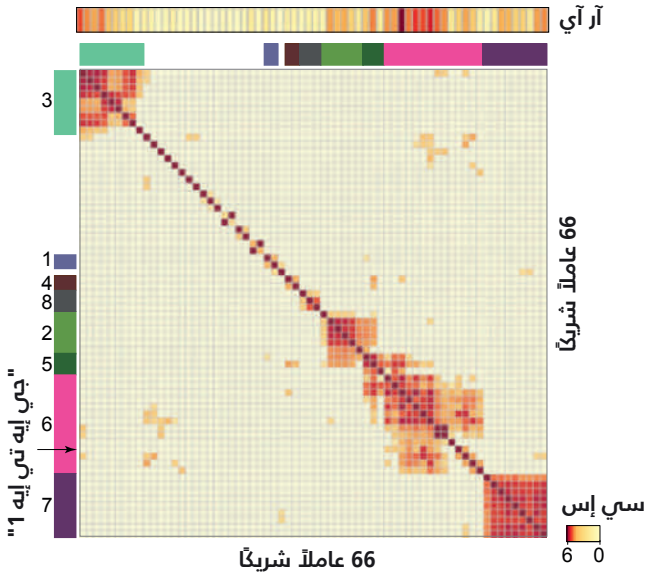
يتم ذوبان الكربونات - كمية ثاني أكسيد الكربون الموجود في الغلاف الجوي، وبالتالي يمنحنا دلائل على تغير المناخ عبر الفترات الزمنية الجيولوجية. وتقدم هذه الورقة إعادة بناء تفصيلية لأعمق تعويض الكربونات في المحيط الهادئ الاستوائي خلال الـ 53 مليون سنة الماضية. وأظهرت الورقة أن عمق التعويض يلاحق حالات البرودة في المحيطات، بحيث أصبح أكثر عمقًا عبر الزمن. وكان العمق ما بين 3.0 إلى 3.5 كم في بدايات العصر السينوزوي (قبل حوالي 53 - 56 مليون سنة) ووصل إلى 4.6 كم اليوم. ويمكن تفسير التغيرات السريعة التي طرأت على عمق تعويض الكربونات في الفترة ما قبل 34-46 مليون سنة جزئيًا، نتيجة التغيرات في العوامل الجوية، ونوعية الكربون العضوي الذي يتم تزويد قاع البحار به.

A Cenozoic record of the equatorial Pacific carbonate compensation depth
H. Pälike et al
doi:10.1038/nature11360

توقع تركيزات الميثان في القطب الجنوبي

من المعروف الآن أن الأجزاء المغطاة بالجليد في القطب الجنوبي هي مخازن للكربون العضوي والخلايا البكتيرية النشطة في مجال الأبيض، ولكن لم يتم حتى الآن تقييم قدرة هذه الكائنات الدقيقة على دعم عملية هضم الكربون العضوي إلى غاز الميثان في الجليد. وفي هذه الورقة تقوم جيما وادهام وزملاؤها بتقديم محاكاة رقمية لتراكم الميثان في الأحواض الرسوبية في القطب الجنوبي. وتشير النتائج التي ظهرت من الدراسة إلى أن الغطاء الجليدي في القطب الجنوبي يمكن أن يمثل عنصرًا تم تجاهله سابقًا من المحتوى العالمي لهيدرات الميثان، الذي يسهم بشكل مباشر في زيادة تأثيرات تغير المناخ العالمي عندما يتعرض لعدم الاستقرار خلال فترات انهيار الغطاء الجليدي.

Potential methane reservoirs beneath Antarctica
J. Wadham et al
doi:10.1038/nature11374



(إي ٢) إلى حُدوث تغييرات في الموقع المُحَفَّز بالإنزيم، مُهَيِّئًا إيَّاه ليتَحَفَّز بواسطة إنزيم (إي ٣). ومن المحتمل أن تكون الآليات المُقترحة هنا محفوظة فيما بين الإنزيمات الأخرى المُقترحة باليويكوتين.

Structure of a RING E3 ligase and ubiquitin-loaded E2 primed for catalysis
A Plechanovova et al
doi:10.1038/nature11376

فلك

البحث عن ليثيوم-7 الكوني

إن الوفرة الأساسية المتوقعة لنظير الليثيوم-7 في الكون البدائي هي أكبر بأربع مرات من تلك المقاسة في الغلاف الجوي لنجوم Galactic halo ، لكن من الصعب تَبَيُّن هذا النظير في مجرة درب التبانة (Milky Way)، حيث إنه من المحتمل أن يكون قد احترق. وأفادت هذه الورقة العلمية برصد ليثيوم كوني بعد درب التبانة في غاز معدني فلكي منخفض بجوار المجرة، وسحابة معدنية فلكية صغيرة. واليوم، يُلاحظ أن وفرة الليثيوم-7 في هذه المجرة مساوية لتوقعات النظرية القياسية لتفاعلات الانصهار في الانفجار العظيم. ومع ذلك، فإن البيانات يمكن مطابقتها مع النماذج غير القياسية.

Observation of interstellar lithium in the low-metallicity Small Magellanic Cloud
J Howk et al
doi:10.1038/nature11407

الأساسية لعلم الأحياء والأمراض البشرية.

Architecture of the human regulatory network derived from ENCODE data
M Gerstein et al
doi:10.1038/nature11245

الشكل أعلاه | علامات "جي إيه تي إيه 1" ذات السياقات المحددة والأهمية النسبية (آر آي) لجميع العوامل المشاركة (أعلى) ومصنوفة علامات الرابط المشاركة (سي إس) بين كل زوج من عوامل النسخ (أسفل). والشركاء الرئيسيون والمحليون من "جي إيه تي إيه 1" لهم علامات (آر آي) عالية.

تهيئة إنزيم لنقل بروتين اليوبيكوتين

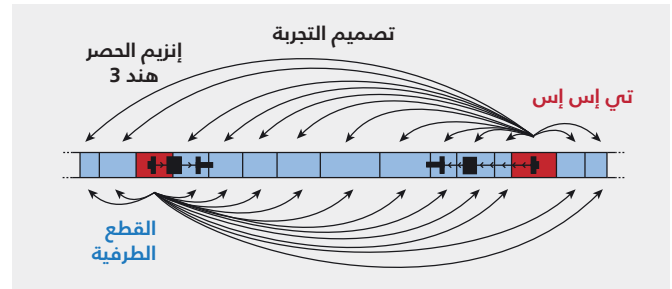
إنَّ تعديلات ما بعد التكويد للبروتينات بواسطة بروتين اليوبيكوتين وما على شاكلته لها أهمية للعديد من العمليات الفسيولوجية. ويتم نقل اليوبيكوتين إلى البروتينات المُستهدَفة من مركب أُثير ثَيُولِيّ بواسطة إنزيم يقترن باليوبيكوتين، يُعرف اختصارًا بـ(إي ٢ E2). ويتم تحفيز هذه الخطوة من قِبَل إنزيم يُسمَّى (ليجاز اليوبيكوتين "إي ٣" E3 "ubiquitin ligase"). وفي هذه الدراسة، يقدم الباحث رونالد هاي وزملاؤه التركيب البلوري لنوع جديد جدير بالاهتمام Really Interesting New Gene لإنزيم (ليجاز إي ٣)، مرتبط بالإنزيم (إي ٢) المُحَمَّل باليوبيكوتين. ويكشف التركيب كيف يؤدي ارتباط اليوبيكوتين بإنزيم

المشهد التفاعلي للمنشطات الجينية

في هذه المخطوطة من "مشروع الترميز" استخدم المؤلفون نسخة مطابقة من التقاط التَشَكُّل للصبغِيّ، 5 سي، للنظر في العلاقات بين العناصر الوظيفية، والجينات المستهدفة البعيدة في 1% من الجينوم البشري في ثلاثة أبعاد. ووصفوا عديدًا من التفاعلات بعيدة المدى بين المنشطات الجينية والمواقع البعيدة التي تشمل عناصر تشبه المُحَفَّزات والمنشطات الجينية، والمواقع المقيدة بـ"سي تي سي إف" CTCF، وتوزيعها الجينومي، والتفاعلات المعقدة، حيث إن حوالي 7% فقط من التفاعلات الحلقيّة مع أقرب جوار للجين الجينومي ليست مؤشّرًا بسيطًا للتفاعلات طويلة المدى.

The long-range interaction landscape of gene promoters
A Sanyal et al
doi:10.1038/nature11279

الشكل أسفله | النهج "5 سي" لتحديد التفاعلات الحلقيّة. أ، التصميم "5 سي" 28، وتم تصميم بادئات "5 سي" العكسية لقطع إنزيم الحصر "هند 3" HindIII الذي يحتوي على "تي إس إس" (أحمر، وفقًا للرمز الجيني "في 720")، و"5 سي" الأمامي لكل قطع إنزيم الحصر "هند 3" الطرفية (الأزرق).



معمار لشبكة التنظيم من بيانات الترميز

يصف هذا المخطوط جهود اتحاد "الترميز" لفحص مبادئ الشبكة النسخية التنظيمية البشرية، وذلك باستخدام 119 مجموعة فرعية من عوامل النسخ. وتم دمج النتائج مع المعلومات الجينومية الأخرى؛ لتشكيل شبكة فوقية متعددة المستويات، حيث تكون للمستويات المختلفة خصائص مميزة. وسوف تساعد هذه النتائج في التفسير المستقبلي للجينوم البشري، وفي فهم المبادئ

الحمض النووي (دي إن إيه) التنظيمية، في 125 خلية من الخلايا والأنسجة المتنوعة. ودمج هذه المعلومات مع غيرها من مجموعات البيانات التي يولدها الترميز أوجدَ علاقات جديدة بين إمكانية الوصول للكروماتين، والنسخ، ومثيلة الـ"دي إن إيه"، وأنماط شغل العوامل التنظيمية. وكشف تحليل تطوري محافظ التوقعات الوظيفية الأخيرة داخل مواقع "دي نيزيل" شديدة الحساسية، على الرغم من أن تحليلاتهم للخلايا المستديمة متعددة القدرات كشفت وجود صلة غير متوقعة بين إمكانية الوصول للكروماتين، والإمكانات التكاثرية وأنماط الاختلاف البشرية.

The accessible chromatin landscape of the human genome
R Thurman et al
doi:10.1038/nature11232

معجم بصمات عوامل الاستنساخ

تكشف بصمات "دي نيزيل" تسلسلات الحمض النووي التي يتم حمايتها من الانشقاق عن طريق "دي نيزيل"، لأنها محاطة بالعوامل التنظيمية. وقد تمت دراسة هذه البصمات في 41 خلية من الخلايا والأنسجة المتنوعة. ويصف المؤلفون الملايين من عناصر التسلسل القصيرة التي تحفظ أماكن التعرف على تسلسل البروتينات الرابطة

للحمض النووي "دي إن إيه". ويضاعف الجهد حجم مفردات التسلسل المُنظَّم البشري من نوع سيس cis-regulatory، ويقدم لمحات لحالات الكروماتين ومستويات الحفظ التطورية. ويصف أيضًا مجموعة كبيرة من العوامل التنظيمية من موتيفات التمييز الجديدة غير المألوفة التي توازي عن قرب المنظمين الرئيسيين للتمايز، والتطور، وتعدد القدرات.

An expansive human regulatory lexicon encoded in transcription factor footprints
S Neph et al
doi:10.1038/nature11212

دوران فوياجر 1 في المدار الشمسي

إن المركبتين الفضائيتين فوياجر 1، وفوياجر 2 حاليًا متوغلتان في المدار الشمسي (heliosheath)، وهي الطبقة الأكثر بُعْدًا في المدار الشمسي، حيث الرياح الشمسية (وهي تيار من الجسيمات المشحونة المنبعثة من الشمس) ما زالت واضحة، ولكنها مبطأة بسبب ضغط الغاز النجمي. وما زالت تقوم كل من مركبتي فايكنج بإرسال معلومات. وتوثق هذه المقالة نتائج مناورات حديثة العهد، حيث كانت فوياجر 1 - وبعد البقاء على مسار ثابت لفترة خمسة وعشرين عامًا - تقوم بالاستدارة بشكل دوري من خلال

70 درجة، لكي تسمح لمكشاف الجسيمات المشحونة التابعة للمسبار بأن تفحص توقعات من النماذج الديناميكية المائية المغناطيسية (magnetohydrodynamic) تفيد بأن التدفق الشعاعي الأولي في الغلاف الشمسي كان أصلًا قد تم عكسه باتجاه الأقطاب نحو التدفق الخَطُولي (الخط طولي). لقد تم إنجاز خمس دورات، كان آخرها بتاريخ 31 يناير من هذا العام؛ وكانت نتائج التجربة مفاجئة. إن تسارع التدفق الخَطُولي منخفض، واقعيًا صفر، مما يدفع إلى القول إن فوياجر 1 ما زالت غير قريبة من حد المدار الشمسي (heliopause)، وهي النقطة النظرية، حيث يبطئ التيار الشمسي، إلى أن يتوقف.

No meridional plasma flow in the heliosheath transition region

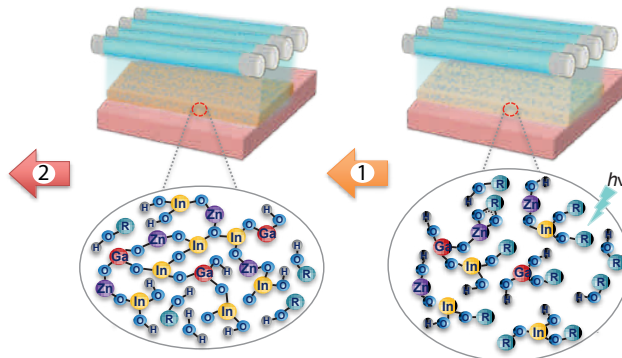
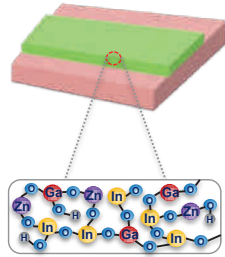
R Decker et al
doi:10.1038/nature11441

بصريات

المَطِّ الطويل للهلاميات المائية

تُستخدم الهلاميات المائية في العدسات اللاصقة المرنة، وكسكّلات في الهندسة النسيجية، ولتوصيل العقاقير. إنَّ خصائصها الميكانيكية الفقيرة قد حدّت - إلى قدر كبير - من تطبيقاتها، ولكنَّ هذا البحث يعلن عن مادة جديدة قوية ومطاطية، قد تُطرح بالهلاميات المائية، والنظام الجديد عبارة عن شبكة مزدوجة من الهلام؛ فيه إحدى الشبكتين تُكوّن تَشَعُّبات

عشاء أكسيد كثيف



كهربية

أشباه موصلات في بقعة ضوء KZ

Flexible metal-oxide devices made by room temperature photochemical activation of sol-gel films

Y Kim et al

doi:10.1038/nature11434

الشكل أعلاه | تشييط ضوئي لأشباه موصلات الأكسيد المعدني المحضرة بالمحلول بواسطة (دي يو في) مخططات تبيين آلية تكثيف الطبقات الأولية للأكسيد المعدني بواسطة فوتونات إشعاع (دي يو في). والظل الأزرق الفاتح يدل على التعرض لإضاءة مصباح الزئبق ذي الضغط المنخفض (الأنايبب الزرقاء).

يُعتبر محلول أشباه موصلات أكسيد المعدن القابل للمعالجة من المواد الجذابة للإلكترونيات المرنة منخفضة التكلفة، ولكن الحاجة إلى معالجة المواد المترسبة حراريًا عند درجات حرارة عالية يقيد الركائز (أرضيات الترسيب) التي من الممكن أن تصنع عليها هذه الأجهزة. وقد بيّن يونج هون كيم Yong-Hoon Kim وزملاؤه أن تشييع مادة محلول صب الأفلامر بضوء فوق بنفسجي يمكن أن يجنّبنا الحاجة إلى خطوة المعالجة الحرارية، وفي هذا النظام يخدم المنشط الكيميائي الضوئي نفس الغرض، مثل المعالجة الحرارية؛ والنتيجة هو مواد شبه موصلة، تمتلك أداء أجهزة بمستويات تقارن بتلك التي أنتجت بتقنيات المعالجة الحرارية عند درجات حرارة عالية.

علم الأعصاب

مصير خلية في دماغ الثدييات البالغة

إن دماغ الثدييات قادر على توليد خلايا عصبية جديدة مفعمة بالنشاط في مرحلة البلوغ، ولها عدد من منافذ (كوات) الخلايا الجذعية المتخصصة لهذا الغرض. وقد اختبرت دراسات سابقة آليات تنظيم المراحل المتأخرة من تكوين الخلايا العصبية في البالغين، ولكن لا يُعرّف إلا القليل حول كيفية تنظيم الخلايا الجذعية العصبية الهامدة. وهنا استخدم جوان سونج وزملاؤه الأساليب الوراثية، وأساليب الوراثة الضوئية؛ لإثبات دور لما بين الخلايا العصبية المعبرة عن الباراقالومين (بي في 1)، ولكن ليس لغيرها من الأنواع الفرعية للخلايا العصبية المثبطة، في قيادة مصير قرارات الخلايا الجذعية العصبية الهامدة التي تشبه الخلايا الدبقية الشعاعية في حُصين الفئران البالغة. وتحدد الدراسة مكانة الخلايا

وراء السلوكيات الفطرية المعقدة، حيث يطارد ذكر الذباب الشاب أياً من الإناث في البداية في الفضاء المحيط به، ولكن سرعان ما يتعلم تجنب تلك الإناث المعطرة بالفيرمونات الذكرية من نوع خلايا الفاكسينيل من نوع سيس (cis)، المعروفة اختصاراً بـ"سي في إيه"، التي تدل على العذرية المفقودة. وتبين هذه الدراسة أن هذا التعلم ليس تكيفاً بافلوياً** كلاسيكياً من خلال الترابط العشوائي للـ"سي في إيه" مع الرفض. وبدلاً من ذلك، فإنه ينتج عن زيادة في حساسية الذكور الفطرية للـ"سي في إيه"، مسيطر عليها من قبل دائرة صغيرة من الخلايا العصبية الدوبامينية. وتهدم النتائج الطريق لدراسة قواعد التعلم الأكثر تطوراً للمشاركة في التكامل الحسي وصناعة القرارات المتميزة.

Dopamine neurons modulate pheromone responses in Drosophila courtship learning

K Keleman et al

doi:10.1038/nature11345

أيونية ionic crosslinks، والأخرى تُكوّن تَشَعُّبات تَسَاهُمِيَّة. والطاقة التكتيرية fracture energy لهذه المواد عالية جداً، بحيث من الممكن أن تَمْتَطَّ 17 مرة قدر طولها الأصلي عندما تحتوي على فَجَوات، عادة ما تُحدث الشقوق في الهلاميات المائية. ويُعزى صلابة هذه المواد إلى اجترار الشقوق بواسطة الشبكة التَسَاهُمِيَّة مصحوبة بتبديد للطاقة من خلال حلّ زِمام التَشَعُّبات الأيونية في الشبكة الثانية.

Highly stretchable and tough hydrogels

J Sun et al

doi:10.1038/nature11409

علم الحشرات

ذبابة الفاكهة تتعلم من التجربة والخطأ

أصبح سلوك المغازلة في ذبابة الفاكهة نموذجاً رائداً لتحديد الدوائر العصبية والاليات الجزيئية التي تكمن

كبرى نحو تبني الاستبدال الخلوي كعلاج لأمراض القلب والأوعية الدموية.

Human ES-cell-derived cardiomyocytes electrically couple and suppress arrhythmias in injured hearts

Y Shiba et al
doi:10.1038/nature11317

فيزياء الكم

التخاطر الكمي على طريقة "أيلاند هوبنج"

منذ الإثبات التجريبي الأول للتخاطر الكمي quantum teleportation - المُكوّن الرئيس في الاتصالات والحوسبة الكمية - يعمل الفيزيائيون على زيادة المسافة التي يمكن بث المعلومات الكمية خلالها تدريجيًا. وهذه الورقة العلمية تحمل تقريرًا عن تخاطر كمي لمسافات طويلة، ينطوي على تغذية أمامية آتية نشطة، وهي الميزة التي ستكون ضرورية لتطبيقات مستقبلية، مثل الاتصال بين أجهزة كمبيوتر كمية. وباستخدام وصلتين بصريتين، إحداهما كمية، والأخرى كلاسيكية، تم تحقيق تخاطر كمي لحالة فيزيائية مستقلة خلال مسافة "قياسية" مقدارها 143 في الفضاء بين جزيرتي الكناري لابالما، وتينيريفي. وبشكل ملحوظ، تطوي هذه المسافة على مقارنة مع المسار بين قمر صناعي، ومحطة أرضية.

Quantum teleportation over 143 kilometers using active feed-forward

X Ma et al
doi:10.1038/nature11472

ديناميكا حرارية

غليان السوائل بدون فقاعات

سطوح السوبرهيدروفوبيك superhydrophobic (ذات الخواص المتنافرة مع للماء) المزخرفة معروفة جيدًا، واسمها مناسب لخصائصها المتنافرة مع الماء. وقد أظهر إيفان فاكارليسكي Ivan Vakarelski وآخرون هنا أن مثل هذه الأسطح يمكن استخدامها للتحكم في خاصية أخرى مختلفة تمامًا، وهي حالة غليان سائل على سطح ساخن. واكتشفوا أن السطح الساخن يمكن أن يصمّم بحيث يبقى النظام (السائل والسطح الساخن) في حالة تسمى نظام

ليدنفرست Leidenfrost، حيث يحدث الغليان فقط خلال غشاء متصل من البخار الملامس للسطح الساخن، بدلاً من الانتقال إلى "نقطة بداية الغليان nucleate boiling" مرحلة الفقاعات. ويمكن أن يفيد الإخماد الكامل لنقطة بداية الغليان في تلك الحالات الصناعية التي يفضل فيها تجنب الانفجارات البخارية، مثل محطات الطاقة النووية. ويمكن أن تُستخدَم الأسطح المزخرفة المتنافرة مع الماء أيضًا في التحكم في - أو منع - أنواع أخرى من التحول الفيزيائي الطوري، مثل تكوين الثلج أو الصقيع.

Stabilization of Leidenfrost vapor layer by textured

التنوع الحيوي

اضطراب قاع البحار بالشباك الماسحة للقيعان

كان يحدث - عادةً - مرّة أو مرّتين في العام، في حين أنّ الصيد بالشباك الماسحة للقيعان يمكن أن يكون نشاطًا متكرّرًا.

Ploughing the deep sea floor

P Puig et al
doi:10.1038/nature11410

الشكل أعلاه | خريطة الأماكن المعروفة المعتمدة على أسس الصيد بشباك الجر على المنحدرات القارية في العالم. وتوضح المناطق الحمراء مدى الصيد بشباك الجر، وتشير الحروف إلى مصائد الأسماك الرئيسية العاملة في كل منطقة، كما هو مفصل في المعلومات التكميلية. والمناطق الزرقاء الداكنة تمثل أعماق المياه التي تتجاوز 2000 متر.

إن التأثير المباشر للصيد بالشباك الماسحة للقيعان البحار على أعداد السمك المحلي هو من الأمور التي لاقت الكثير من الانتباه، غير أن هذا النوع من صيد السمك يؤثر كذلك على نواح أخرى من بيئة المحيط. وتبيّن هذه المقالة أن الصيد بالشباك الماسحة للقيعان البحار - وهي ممارسة تجارية، تُستخدم فيها شبك ومعدّات ثقيلة يتم سحبها في قاع المحيط - يتسبّب في عملية إعادة البناء للرواسب، وكذلك انجراف التربة؛ مما يؤدي إلى أن يصبح تركيب التربة في قاع المحيط أكثر نعومة مع مرور الزمن. إن هذا يؤدي إلى التقليل من التعقيد الشكلي لبيئات البحار العميقة. وقد طرح المؤلفون مقارنات ما بين الصيد بالشباك الماسحة للقيعان المحيط، والزراعة المكثفة في الأراضي، مع الإشارة إلى الاختلاف البارز في أن حرث الأرض الزراعية

superhydrophobic surfaces

V Vakarelski et al
doi:10.1038/nature11418

علم وظائف الأعضاء

مسلك جديد للبروستاجلاندينات

إنّ البروستاجلاندينات هي رُسُل كيميائية - شبيهة بالهرمونات - مُنظمة لِنطاق واسع من الأنشطة الفسيولوجية، بما في ذلك الدورة الدموية، والهضم، والتكاثر. إنّ أنشيطها البيولوجية وبنيتها الجزيئية المعقدة جعلت البروستاجلاندينات أهدافًا رائجة لأخصائيي الكيمياء

العضوية الاصطناعية لأكثر من 40 عامًا. وفي هذه الوثيقة، ذكر المؤلفون خُلاصةً موجزة للبروستاجلاندين الأكثر تعقيدًا، المعروفة اختصارًا بـ(بي جي إف 2 PGF2). والحصول على هذا المُركّب ليس من شأنه فقط أن يجعل العقاقير الحالية - التي لها قاعدة من البروستاجلاندين - سهلة المأخذ، بل لسوف يُسهل أيضًا الاستكشاف السريع للفراغ الكيميائي حول رسم الحلقة الخُماسية "الكيميائية" الشائعة.

Stereo-controlled organocatalytic synthesis of prostaglandin PGF2a in seven steps

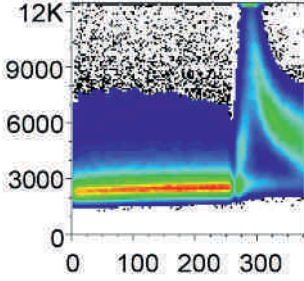
G Coulthard et al
doi:10.1038/nature11411

المحاور العصبية بنقل طيف واسع من الإشارات العصبية، بما فيها حركة الشوارب واللمس.

Activity in motor-sensory projections reveals distributed coding in somatosensation

L Petreanu et al

doi:10.1038/nature11321



علم الأورام

مُسْتَضِدَّاتِ سِرطانِ الدَّمِ اللِّمفاوِيّ

سرطان ابيضاض الدَّم اللِّمفاوِيّ المُزْمِن، المعروف اختصارًا بـ(بسي إل) هو أحد أكثر سرطانات ابيضاض الدَّم شيوعًا في العالم الغربي. والتعبير عن مُستقبل مُسْتَضِد الخلية البائية، المعروف اختصارًا بـ(بي سي آر BCR)، هو سمة لهذه الحالة، ولكنه من غير الواضح ما إذا كان التَّسرطن فعليًا مُسأفًا بواسطة المسلك الإشاري للـ(بي سي آر)، وبالتالي مستضدات يعينها، أم لا. وقد أوضح الباحث حسن جمعة

وزملاؤه مؤخرًا في مجموعة من حالات (بي سي إل) في الإنسان أنَّ إشارات الـ(بي سي آر) مُهمَّة، ولكنها لا تعتمد على مُستضدات خارجية. وبدلًا من ذلك، تتطوي عملية تنشيطها على ارتباط لمنطقة من الـ(بي سي آر) بـحوابر ذاتية على أماكن مُتغيِّرة لنفس المُستقبل.

وهذه النتيجة لها آثارٌ مهمة لفهم الآلية المرضية للـ(بي سي إل)؛ وإيجاد أساليب علاجية محتملة بشكلٍ جديد.

Chronic lymphocytic leukemia is driven by antigen-independent cell-autonomous signaling

M Minden et al

doi:10.1038/nature11309

الشكل أعلاه | إشارات أيونات الكالسيوم Ca^{2+} الذاتية للخلية في ارتفاع في الخلايا الأولية "سي إل إل بي" CLL B. تدفق أيونات الكالسيوم Ca^{2+} في الخلايا الأولية

الشخصية المباشرة (الروابط القوية) كدوافع للتغيير الاجتماعي.

وفيما يمكن وصفها بأكثر تجربة على الإطلاق يتم اختبارها على البشر، قام جيمس فالور وزملاؤه بإرسال رسائل إلى 61 مليون شخص على الفيسبوك، تم اختيارهم بطريقة عشوائية في يوم الانتخابات في الولايات المتحدة في عام 2010، وتمت متابعة سلوك هؤلاء الأشخاص، سواء على الإنترنت، أم بعيدًا عنه باستخدام ما يتوفر من سجلات متاحة بشكل عام. وأشارت النتائج إلى أن الرسائل أدت إلى التأثير على الالتزام السياسي، والبحث عن المعلومات، والسلوك الانتخابي لدى الملايين من الناس. وكان للرسائل ذات الطبيعة الاجتماعية تأثير أكبر من الرسائل التي تضمنت معلومات. كما أن قدرة "أصدقاء الفيسبوك" على نشر التغيير السلوكي عبر وسائل التواصل الاجتماعي كانت أقل من قدرة "الأصدقاء القريبين". وكانت المحصلة أن هذه العلاقات الإلكترونية تعمل بشكل أساسي من خلال شبكات "العلاقات القوية" الموجودة خارج نطاق الإنترنت، ولكن لها وجود تمثيلي عبر وسائل الاتصال الإلكتروني.

A 61-million-person experiment in social influence and political mobilization

R Bond et al

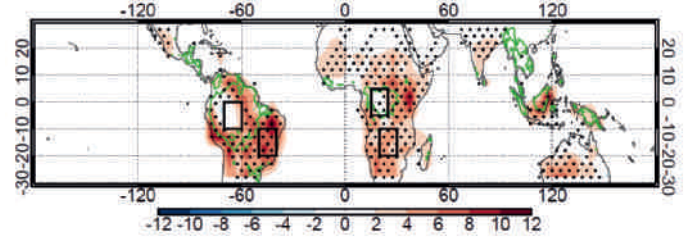
doi:10.1038/nature11421

علم الأعصاب

إدراك اللمس بالشوارب

عندما تقوم القوارب باستكشاف الأشياء باستخدام شواربها، يتم تسجيل إشارات اللمس العصبية في المراكز الحسية الجسدية للقشرة الدماغية؛ ومن ثمَّ يتم إرسالها عبر الألياف العصبية إلى المراكز الحركية، التي تقوم بدورها بإرسال إشارات عصبية إلى المراكز الحسية الجسدية مرةً أخرى؛ بما يوفِّر معلومات حركية يتم دمجها بإشارات اللمس. وتحاول

هذه الدراسة الإجابة عن التساؤل حول ما تقوم المراكز الحركية بإرساله إلى المراكز الحسية الجسدية؛ حيث قام كاريل سفوبودا وزملاؤه بتصوير نشاط عصبي في شجرة المحاور العصبية للقشرة الحسية الجسدية عند قيام الفئران بتحديد موضع شيء ما، وهو ما يحتاج إلى دمج هذه الحركة مع حواسٍ أخرى، كاللمس وغيره. وقد أظهرت هذه الصور قيام



التنوع الحيوي

كيف نحمي المناطق "المحمية"؟

تعتبر المناطق المحمية من العناصر الرئيسة لاستراتيجية حماية الغابات المطيرة الاستوائية، ولكن ما هو مدى النجاح في أداء هذه المحميات؟ جمع المرؤفون قاعدة بيانات كبيرة مستمدة من حوالي 60 منطقة محمية في سائر أرجاء العالم، وقاموا بتقييم 31 مجموعة وظيفية من الأنواع الحية، إضافة إلى 21 عاملاً دافعاً للتغيرات البيئية. ووجد الباحثون أن حوالي نصف المناطق المحمية تتمتع بالنجاح، لكن النصف الآخر يواجه خسارة فادحة في التنوع البيولوجي؛ تسبب - بشكل أساسي - في الضغوط والعوامل الدافعة من خارج المحميات، تمامًا كحجم الأسباب من داخلها.

ومن أجل حماية ما تبقى من هذه البيئات الطبيعية، يقترح المؤلفون أنه من الضروري تأسيس مناطق عازلة بحجم كبير حول المحميات، والحفاظ على ارتباط المحميات مع المناطق الأخرى في الغابات، وتشجيع استخدامات الأراضي ذات التأثير المنخفض حول المناطق المحمية.

Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas

W Laurance et al

doi:10.1038/nature11318

علوم اجتماعية

شبكات التواصل ومستوى التغطية

تنتشر شبكات التواصل الاجتماعي الإلكترونية في كل مكان. ولا شك أن هذه الشبكات تؤثر على الطريقة التي تتطور بها المجتمعات، ولكن من النادر الحصول على أدلة متينة تدعم هذا الافتراض. وعلى سبيل المثال، لا تُعرَف الفعالية النسبية للصدقات التي يتم تكوينها عبر الشبكات الاجتماعية الإلكترونية (الروابط الضعيفة)، إذا ما قورنت بتلك التي تتميز بالعلاقات

تغير المناخ

الأمطار الاستوائية تتبع مسارات الهواء

يبين هذا التحليل - المبني على المشاهدة - أن الغابات تؤثر بشكل قوي في رياح الأمطار الاستوائية على امتداد مئات الكيلومترات، وذلك من خلال التغذية الراجعة من الدورة المائية.. فعندما تهطل الأمطار، فإن جزءًا منها يعود إلى الغلاف الجوي، عن طريق عمليتي التبخُّع، والتبخُّر. وفي المناطق الاستوائية، كان يُعتقد منذ فترة طويلة أن تكون هذه العملية جزءًا من الميزانية الكلية لتكثيف البخار إلى مطر، إلا أن أكبر الأدلة جاءت دراسات نموذجية، ولكن بقيت غير مؤكدة. لقد استخدم دومينيك سبراكلن ورفاقه عملية الاستشعار عن بُعد، ونماذج المسارات العائدة في الغلاف الجوي؛ ليظهروا أن مرور الهواء فوق الغابات الكثيفة يصدر ما يقارب ضعف الأمطار الهائلة في المناطق متناثرة الغطاء النباتي. ويتوقع الباحثون انخفاضًا بما نسبته 12 إلى 21 في المئة في هطول الأمطار الموسمي، في حال ما استمرت عملية تقطع الغابات في الأمازون على المعدل الحالي. واستنتج الباحثون كذلك أن الجهود المبذولة للسيطرة على تقطيع أشجار الغابات ضرورية في سبيل تجنُّب التأثيرات الدراماتيكية على الأمطار الإقليمية.

Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests

D Spracklen et al

doi:10.1038/nature11390

الشكل أعلاه | عدد الشهور التقييمية

ذات الدلالة الإحصائية (: الأحمر، الإيجابية؛ الأزرق، سلبية) العلاقات بين هطول الأمطار، و . الشكل المنقط يدل على المناطق التي بها هطول الأمطار هو عامل من اثنين على الأقل من أكبر ما في الهواء، مع التعرض الكبير للغطاء النباتي عنه مع التعرض الصغير للهواء. يفصل الأخضر الكنتوري المناطق التي لها معدل سنوي من متوسط "إل إل أي" LAI. وتشير الصناديق السوداء إلى الأربع مناطق في ب.

الطرفية "بي" B من متبرع سليم أو مريض "سي إل إل" CLL، مع العلاج بال"آر406" R406، أو بدونه (لوحات اليسار؛ إضافة محفز لمكافحة الـ"بي سي آر" BCR كعنصر تحكم لبقاء الخلية والتحميل للـ"إندو" Indo يشار إليه بواسطة سهم أسود، وتدفق أيونات الكالسيوم Ca2+ في خلية مفردة من الخلايا السليمة المانحة، أو من مريض "سي إل إل" CLL (لوحات اليمين). أكسيد الكبريت ثنائي الميثيل DMSO.

علم الوراثة

"إتش.دي.إيه.سي" العيوب في إنزيم

إنّ المركب التماسكي cohesion complex مهم لتماشك شقّي الصبغويّ المتأخيين، والفضل الصبغويّ chromosome segregation، فضلاً عن عمليات صبغوية أخرى، مثل التعبير الجيني، وإصلاح الحمض النووي (دي إن إيه). ومتلازمة كورنيليا دي لانج، المعروفة اختصارًا بـ(سي دي إل إس CdLS) هي اضطراب بشري نموي، مرتبط بعيوب كبيرة بالقدرات المعرفية، وعيوب هيكلية خلقية. وهذا الاضطراب ناتج عن طفرات في الجينات التي تُرمز أياً من الوحدات الصغرى للمركب التماسكي، أو بروتين مُتظّم للتماشك، يُعرف اختصارًا بـ(إن إيه بي NIPL). ويبيّن هذا البحث أنّ إنزيم دي أسيتيلاز يُعرف اختصارًا بـ(إتش دي إيه سي HDAC8)، ويعمل كمُنظم خطير للتماشك بين الخلايا البشرية، وأنّ الطفرات المُضَيعة للوظيفة بهذا الإنزيم وُجِدت في ست حالات لِمُتلازمة (سي دي إل إس) من عائلات مُختلفة.

HDAC8 mutations in Cornelia de Lange syndrome affect the cohesion acetylation cycle

M Dearnorff et al
doi:10.1038/nature11316

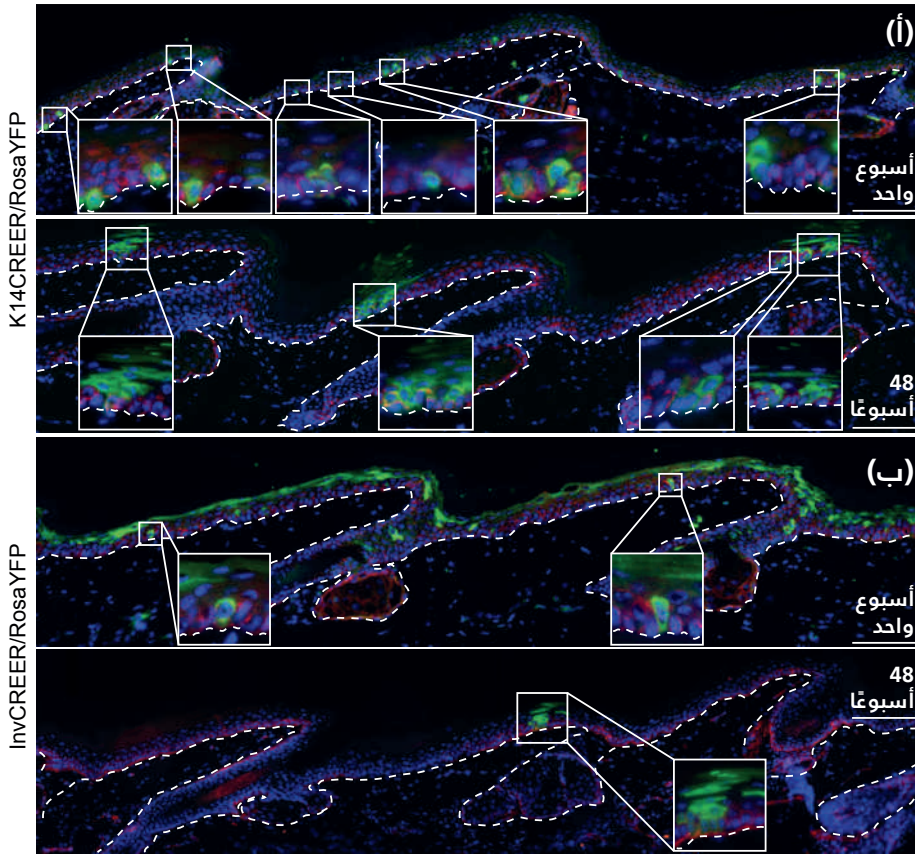
علم التغذية

طعام الحمية لا يضمن حياة أطول

أظهرَ الحدُّ من تناول الأطعمة قدره على المد في الأعمار، وتحسين الحالة الصحية في العديد من الكائنات. وبين أيدينا نتائج دراسة استمرت لثلاثة وعشرين عامًا، تمّت فيها دراسة تأثير الحد من تناول السعرات على القردة المكاك البربرية؛

حيث حَسَّن الحد من تناول السعرات من حالة الأيض لدى هذه القردة عند تطبيقه على أعمار كبيرة، ولكن لم يزد بالفعل من أعمار هذه القردة، بينما أظهرت القردة الأصغر سنًا تأخرًا في ظهور الأمراض، دون إطالة في

أعمارها كذلك. ومع الإقرار بحقيقة صعوبة تطبيق دراسات الأعمار في الجنس البشري، فإنّ القردة هي النموذج الأقرب للإنسان. وجاءت هذه النتائج لتشير إلى أنّ تأثير الحد من السعرات في الحيوانات المعمرّة



علم الخلية

مسار مزدوج لتجدد الخلايا الأديمية

تمنح النشأة لخلايا متوسعة عابرة، وأخرى مُتمايزة على الترتيب. وخلال التئام الجروح، تقوم الخلايا الجذعية ذات الدورة الخلوية البطيئة بتقديم إسهام أكبر بكثير، وأكثر استدامة؛ لإصلاح الأنسجة وتجديدها.

Distinct contribution of stem and progenitor cells to epidermal maintenance

G Mascré et al
doi:10.1038/nature11393

الشكل أعلاه | ER و Inv-Cre-ER تستهدفان أسلاف IFE ذات خصائص البقاء المختلفة. أ، ب، الصباغة المناعية لـ K5 و Inv-Cre-ER/RosaYFP و (أ) YFPinK14 Cre-ER/RosaYFP بشرة الذيل (ب) في أسبوع واحد، و48 أسبوعاً بعد التحريض تتضح معدلات بقاء عالية على قيد الحياة لمستنسخات (كلونات) K14-Cre-ER. وتمثل الخطوط المتقطعة النصل القاعدي. ويتم تمثيل صباغة هوكست Hoechst للأنبوية باللون الأزرق.

ليس مباشرةً على الإطلاق.
Impact of caloric restriction on health and survival in rhesus monkeys from the NIA study
J Mattison et al
doi:10.1038/nature11432

الميوعة الفائقة. والحالة الأقل معرفة هي تلك الحالات "الزجاجية" glassy، التي من المتوقع أن تظهر بتفاعل بوزونات في وجود اضطراب، والتي أثبتت التجارب حتى الآن أنها حالة مراوغة ومحيرة. وقد أظهر رونج يو Rong Yu وآخرون أن إثارات مغناطيسية في مغناطيس معالج كميًا ستكون مناسبة للتحقق واستكشاف هذا السلوك غير المألوف.

Bose glass and Mott glass of quasiparticles in a doped quantum magnet

R Yu et al
doi:10.1038/nature11406

بصريات

نابض إي بي آر الطيفي

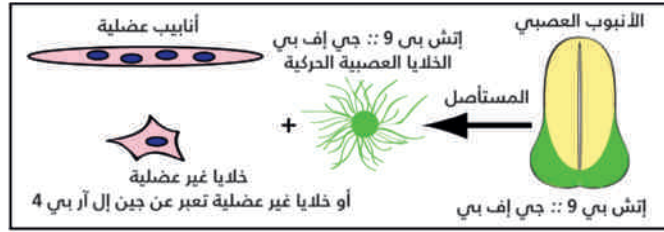
يمكن لتقنية الرنين الإلكتروني البارامغناطيسي الطيفي (إي بي آر EPR) أن تدرس المواد ذات الإلكترونات المفردة (غير المزدوجة)، وتوفّر معلومات قيمة عن البنية الديناميكية المحلية في النظم البيولوجية، والأجهزة الكهروضوئية، وكذا الأنظمة ذات الطبيعة الكميّة البحتة. ومثل الرنين النووي المغناطيسي (إن إم آر)، أصبحت تقنية (إي بي آر EPR) الطيفية أكثر قوة عند مجالات مغناطيسية وترددية عالية، بالإضافة إلى أنها تقنية تستخدم النبضات، بدلاً من الموجات المتصلة، وتعلّق على العقبة الرئيسة في إنتاج نبضات قوية بترددات أعلى من 100 جيجا هرتز، استخدم الباحثون ليزر الإلكترون الحر لتشغيل مطياف نبضي عند 240 جيجا هرتز؛ مما أتاح لهم استعراض مدى أوسع لإمكانات تجريبية أحدث، مثل التحكم في أنظمة ذات مقدار كمي مغزلي ½ بنبضات سعتها 6 نانوثانية، بالإضافة إلى قياس أزمّة فُقد الاتساق الموجي فائق الفصّر (ultrashortdecoherence).

Pulsed electron paramagnetic resonance spectroscopy powered by a free-electron laser
S Takahashi et al
doi:10.1038/nature11437

ديناميكا حرارية

توليد الكهرباء من الحرارة المهذّرة

توفّر المواد الكهروحرارية طرقًا



روابط عصبية تُرسل إشارات خاطئة

خضعت الروابط العصبية العضلية الناشئة للعديد من الدراسات التي ركّزت على الجانب بعد المشبكي، عبر الجزيئات التي تتسّق عمليّة النضوج العضلي، ولكن ما يسعى إليه ستيف بيردن وزملاؤه الآن هو إظهار أنّ أحد هذه العوامل - البروتين 4 المرتبط بمستقبلات البروتين الدهني منخفض الكثافة (Lrp4) - يعمل كذلك في الاتجاه الآخر، كناقل لإشارة عكسية من العضلة بما يُحدّث تمييزًا عن الجزء العصبي قبل المشبكي. وقد تُبَيّن الاضطرابات في طريق الإشارات العصبية عن وجود اضطرابات عصبية تنكسية، كالنصلب العصبي الجانبي، أو وهن العضلات المرتبط بالسن، وهي أمراض تبدأ - في الغالب - بتهشّم أو تراجع أطراف الأعصاب الحركية عن العضلات.

Lrp4 is a retrograde signal for presynaptic differentiation at neuromuscular synapses
N Yumoto et al
doi:10.1038/nature11348

الشكل أعلاه | الخلايا غير العضلية المعبرة عن "إل آر بي 4" Lrp4 تحث على تجميع "سينسين" synapsin في المحاور العصبية الحركية، أ الجزء المستأصل من الأنيونة العصبية البطنية من GFP :: HB9 "إنتش بي 9 :: جي إف بي" للفأر المعدل وراثيًا، الذي يحتوي على الخلايا العصبية الحركية المعبرة عن "جي إف بي" GFP، وتمت زراعتها مشاركة مع خلايا العضلات الأولية، أو الخلايا غير العضلية.

فيزياء الكم

تأملات حول الحالة الزجاجية لبوز

من الأمثلة التي درُست كثيرًا لحالات ميكانيكا الكمّ العيانية، التي يمكن إظهارها بواسطة مجموعات منسجمة من البوزونات عند درجات حرارة منخفضة جدًّا: موضوع تكاثف بوز - أينشتاين (بي إي سي)، وموضوع

وإيريك جووه أن البسالوموتوكسين، وهو البتيد المستخلص من الريلاء، ينشّط التيارات غير الانتقائية والتيارات الانتقائية للصدويوم في ASIC1a (إيه إس آي سي 1 إيه) عند الدجاج. وعند تصويرها بالأشعة السينية تبدو معقدات ال إيه إس آي سي 1 إيه/ البسالوموتوكسين لدى الدجاج ذات بنية بلورية، تشير إلى أن ارتباط التوكسين يحفّز توسع الدهاليز خارج الخلية، وتثبيت مسامات القنوات المفتوحة. إن هذه النظرة إلى نمط مهم من أنماط قنوات الشوارد المفتوحة يمكن أن تعتبر على صلة بتصميم مُحَصَّرَات القنوات المفتوحة التي قد تكون ذات فوائد علاجية واعدة لعلاج الألم.

Structural plasticity and dynamic selectivity of acid-sensing ion channel toxin complexes
I Bacongus et al
doi:10.1038/nature11375

أين تقع بؤرة التركيز في الدماغ؟

عندما ننتبه إلى مواضع بعينها؛ تزايد استجابات الخلايا العصبية في المناطق البصرية التي تمثّل هذه المواضع. ويسعى هنا أليكساندر زينون وريتشارد جيه كراوليس إلى إظهار أنّ تتيبب الحدية التوأمية العليا - وهي جزء من المخ المتوسط، يرتبط بحركة العين - في قرود ريسوس البالغة يؤثّر على آثار الإدراك الحسي البصري للانتباه، ولكنّه - في الوقت ذاته - لا يؤثّر على التغيّر الانتباهي للمناطق البصرية العليا. وجدير بالذكر أنّ معظم الدراسات المُجرّاة على الانتباه تركز على فكرة أنّ تعزيز الإدراك الحسي مدفوع بتغيّر الاستجابة البصرية، ولكن ما يشير إليه هذا العمل هو أنّ الانتباه البصري يشتمل على أوجه أخرى للنشاط العصبي في مناطق القشرة الدماغية البصرية، أو ربّما مناطق أخرى من الدماغ ليس لها ارتباط مباشر بالرؤية.

Attention deficits without cortical neuronal deficits
A Zénon et al
doi:10.1038/nature11497



غلاف عدد 20 سبتمبر 2012
طالع نصوص الأبحاث في عدد 20 سبتمبر من مجلة نايتشر الدولية.

علم الأعصاب

طفرة جين قناة الصوديوم والتوحد

يتسبّب النقص الأحادي الجانب للجين إس سي إن وان إيه SCN1A، الذي يُرمز لقنوات الصوديوم فولطيّة البوابات، في حدوث ما يُطلق عليه "متلازمة درافيت"، وهي أحد أنواع الصرع التي تُصيب الأطفال، ولكنها قد تشتمل كذلك على بعض خصائص التوحد. وتُظهر هذه الورقة البحثية أنّ الفئران التي عانت من النقص الأحادي الجانب للجين إس سي إن وان إيه SCN1A قد عانت بالفعل من بعض سلوكيات التوحد، كفطّر الشاطئ، واضطراب التفاعل الاجتماعي؛ حيث يقل النقل العصبي في هذه الفئران. ويُمكن تحسين السلوكيات الاجتماعية عن طريق العلاج الدوائي بعقار الكلونازيبام.

Autistic-like behavior in Scn1a1/2 mice and rescue by enhanced GABA-mediated transmission
S Han et al
doi:10.1038/nature11356

بنية قنوات الشوارد المستشعرة للأحماض

قنوات الشوارد المستشعرة للأحماض (ASICs) إيه إس آي سي) هي أعضاء من طائفة قنوات الصوديوم/ديجينيرون الظهارية (ENaC/DEG) إيناك/ديج) من قنوات الشوارد ذات الفولطية المستقلة، وتشارك قنوات ال إيه إس آي سي والإيناك في عمليات بيولوجية واسعة الطيف، من ضمنها الإحساس بالألم، والشعور بالحركة الميكانيكية، وتنظيم استتباب قنوات الصوديوم. وهنا يُظهر كل من إيزابيل باكونجيس،

من H إلى ا تشير إلى النظامين اللذين لم يستخدموا في التركيب النهائي. والموقع مُعَلَّم بدائرة حمراء.

الجينوم

الإشارات الجينية لمقاومة الملاريا

إن هذه الدراسة المرتبطة بنطاق الجينوم - التي أجريت على ٢٠٦٤٥ حالة، و٣٠٠٥٠ شاهدًا من غانا، في غرب أفريقيا - تُعَيِّن هويّة مُتَغَيِّرات جينية قد تؤثر على أي خطوة من الخطوات العديدة أثناء الإمراض بالملاريا. وتم وصف مؤصعين "جينيّين" جديدين: الأول يقع على مَقَرَّة من جين، يُعرف اختصارًا بـ"إيه تي بي ٢بي ٤ATP2B4" على الصبغي رقم ١، ويقوم بترميز مَصْحَة الكالسيوم الرئيسيّة بكَرَات الدَّم الحمراء، التي هي الخلايا المضيفة للمرحلة الممرضة بطفيليات الملاريا. والموضع الجيني الثاني يقع على الصبغي رقم ١٦ أعلى مَقَرَّة من جين، يُعرف اختصارًا بـ"إم إيه آر في إي إل دي ٣ MARVELD3"، ويقوم بترميز بروتين موصل مُحكَم tight junction، يُعبّر عنه في الخلايا البطانية. وقد تمنح هذه المُتَغَيِّرات الجينية مقاومة من خلال التأثير على الخطوات الرئيسيّة في تطوّر المرض، التي زُيِّمَت سَخِّدَت أهدافًا مُمَكِّنَة مُضادّة للملاريا.

Genome-wide association study indicates two novel resistance loci for severe malaria
C Timmann et al
doi:10.1038/nature11334

حفاظ "إس إي تي ٢" على دقة الالتيساخ

إنّ المُحافظة على دقة نَسْخ إنزيم بوليميريز ٢ الخاص بالحمض النَّوويّ الرّبي RNA polymerase II - عَجَز منطقة الترميز الجينات - تتم جُزئيًا عن طريق مَثَبَة هيستون إتش ٣ كيه ٣٦ بواسطة إنزيم "إس إي تي ٢"، تلك العملية المعروفة اختصارًا بـ"إتش ٣ كيه ٣٦ إم إي (H3K36me)، وهي تعديل يجمع أسْتَبَة الهيستون، وبالتالي يمنع ابتداء نَسْخ زائفة خفية داخل ما يُعرف في علم الجينات الجزيئيّ بـ"إطارات القراءة المفتوحة open reading

العواصف على المستوى المحلي، إلا أن هذا التحليل للمعلومات لمستوى تساقط الأمطار العالمي يبيّن - وخاصّة في المناطق شبه الجافة - أن تساقط الأمطار في فترة ما بعد الظهيرة محتمل بشكل أكبر في التربة الأكثر جفافًا، منها في التربة الرطبة. وتشير النتائج إلى أن التّماذج المناخية الحالية يمكن أن تفتقد لعمليّات أساسية تنظّم الحمل الحراري، والتفاعلات ما بين الأرض والغلاف الجوّي.

Afternoon rain more likely over drier soils
C Taylor et al
doi:10.1038/nature11377

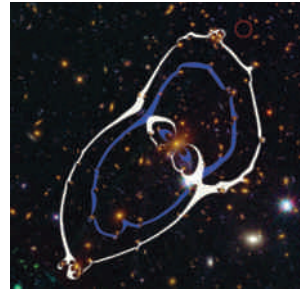
ذلك

عدسة كونية لالتقاط مجرّات شابة

تُعتبر المجرات ذات الأعمار الأقل من 500 مليون سنة مجرّات شابة، ولا تزال غير مستكشّفة إلى حد كبير، حيث إنها عند حدود حساسية التليسكوبات الكبيرة الحالية، أو خارجها. وفي هذه الورقة العلمية هناك تقرير عن استخدام عدسة جاذبية قوية من كتلة ضخمة من المجرات؛ لمراقبة مجرة من الكون، وقتما كان الكون في أطواره الأولى، بإزاحة حمراء redshift مقدارها $z \approx 9.6$ ، أي ما يعادل 490 مليون سنة تقريبًا من بداية عمر الكون. ويشير المؤلفون إلى أن تلك المجرات البعيدة - كما يبدو - كانت كثيرة في مثل هذه العمر المبكر للكون، وأنها ربما كانت المصدر الرئيس لإعادة التأيّن المبكرة لوسط ما بين المجرات.

A magnified young galaxy from about 500 million years after the Big Bang
W Zheng et al
doi:10.1038/nature11446

الشكل أعلاه | صورة ملونة تجميعية لـ MACS J1149.612223، مُركّبة من بيانات متعددة النطاق. الشمال إلى أعلى، والشرق إلى اليسار. مجال الرؤية هو 2.2 arcmin (أركمين، قوس/ دقيقة) على كل جانب. المنحنى الحرج لأفضل طراز مناسب من العدسات مضاف (متراكب) باللون الأبيض، ومثله ل يظهر باللون الأزرق. والحروف الخضراء من G-A تشير إلى صور متعددة من سبعة مصادر، تم استخدامها في طراز قوي من العدسات. والحروف الصفراء



علم الحشرات

العلاقة بين الأشنيات وربيعيات الذنب

إن العلاقة المعقدة القائمة بين النباتات المزهرة والحشرات الناقلة لحبوب الطلع معروفة، ولكن ماذا عن النباتات غير المزهرة، كالأشنيات البسيطة؟ يعتمد تكاثر الأشنيات على النطاق المتحركة التي تسبح من الذكور إلى الإناث عبر طبقة الماء المستمرة. وقد ثبت أن الحشرات البدائية، مثل مفصليات الأرجل الصغيرة التي يطلق عليها اسم ربيعيات الذنب، تساعد على نشر النّطاف، ولكن لم يكن من الواضح على الإطلاق ما إذا كان هذا النشر يعتمد على المصادفة البحتة، أم لا. والآن تحاول سارة إيبلي وزملاؤها إظهار أن ربيعيات الذنب تستجيب بطريقة مختصة بالجنس إلى مزيج معقد من الروائح التي تشبه الزهور، التي تطلقها الأشنيات، كاشفة عن متلازمة تشبه الإقلاع بين الأشنيات وربيعيات الذنب. وهذا الأمر على درجة خاصة من الأهمية، نظرًا إلى أن الأشنيات وربيعيات الذنب تتيمان إلى نفس السلالات التي كانت في زيادة الاستيلاء على بيئة الأرض.

Sex-specific volatile compounds influence microarthropod-mediated fertilization of moss
T Rosenstiel et al
doi:10.1038/nature11330

تغير المناخ

مطر فيما بعد الظهيرة

من المعروف أن رطوبة التربة تؤثر على تساقط الأمطار عَجَز مدى من المقاييس في الوقت والفرغ. وتشير معظم النماذج إلى أن التربة الأكثر رطوبة تحفّر محتوى رطوبة أعلى في الغلاف الجوّي، وتشجّع تكوّن

للاستفادة من الحرارة المهدرة، وتحويلها إلى طاقة كهربائية. ويقوم الباحثون هنا بتفصيل الشكل الداخلي لبنية تلك المواد الكهروحرارية، وأشبهًا بموصلات تلووريد الرصاص (PbTe)، لتحقيق أقصى قدر من الأداء. واستطاعوا تحقيق تشتت للفونونات على ثلاثة مقاييس طولية مختلفة. تحسينات للخواص على المستوى الذري بالتطعيم Atomic scale doping، مثل ترسيب إيندوتاكسيل nanoscale endotaxial، وبنيات ذات فواصل حدودية متوسطة الطاق mesoscale grain boundary structures أدخلت على المواد لخفض التوصيلية الحرارية للمواد إلى أقل ما يمكن ومن ثم تحقيق تحويل كهروحراري بأعلى مقدار كفاءة. يمكن أن تساعد هذه التطورات في تصميم مواد كهروحرارية متطورة والتي يمكن استخدامها للإستفادة من الحرارة المهدرة.

High-performance bulk thermoelectrics with hierarchical architectures
K Biswas et al
doi:10.1038/nature11439

التنوع الحيوي

تنوع البلاكتون، ودورة النيتروجين في المحيط

إن إزالة النيتروجين المتوَجّر بيولوجيًا عن طريق البكتيريا المزيلة للنيتروجين ضمن الاختيار الواسع للعوالق النباتية (الفايتوبلانكتون Phytoplankton) ثنائية النيتروجين الغذائية (Diazotrophic)، أو المَثَبَة للنيتروجين، التي تجدد هذه المادة الغذائية المهمة عن طريق حدّ النمو لأنواع أخرى. وقد وجد توماس وير، وكوريس دويتش - بمساعدة دراسة نموذجية - أن آلية التغذية الزاجعة يمكنها أن تحافظ على مستوى النيتروجين في المحيط، في حال الأخذ بعين الاعتبار الأنماط الكبرى لتنوع العوالق النباتية، وطرق الانتقال التي تربطها مع بعضها البعض في المحيطات. إن هذا العمل يبرز أهمية التنوع في عمليات الأيض للعوالق النباتية في تحديد وفرة النيتروجين المثبت في المحيط.

Oceanic nitrogen reservoir regulated by plankton diversity and ocean circulation
T Weber et al
doi:10.1038/nature11357

تتم إزالته من الدّم عن طريق الارتباط بمُسْتَقْبَلَة كاسيخ البَلْعَم "سي دي 163^{CD}". ويعرض هذا البحث التركيب البلوري للمُرْكَب المُشْتَوِي هابتوجلوبين-هيموجلوبين الخَزِير (بوضوح صورة ٢٠٩-١). ويوفر بُيَان المُرْكَب آليَةً للتعرف على الهيموجلوبين بواسطة الهابتوجلوبين.

Structure of the haptoglobin-hemoglobin complex

C Andersen et al
doi:10.1038/nature11369

علم النفس

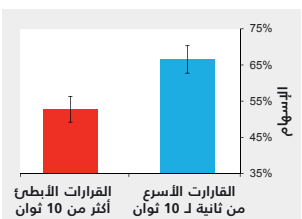
الكرم.. مجرد مسألة وقت

يستعد الكثيرون لتقديم التضحيات لأجل الصالح العام، ولكن القليل هو ما يُعرف عن الآليات الإدراكية التي تقف وراء هذا السلوك التعاوني. وغالبًا ما يتعاون الأشخاص في التجارب الاقتصادية؛ للوقوف في وجه ما يُفترض أن تُملبه عليهم المصلحة الخاصة لكل منهم. وتستخدم هذه الدراسة سلسلة من عشرة تصميمات تجريبية متنوعة، منها ألعاب واحدة الدفع، وألعاب متكررة؛ لمعرفة ما إذا كنا نتصرف بديهياً بغرض التعاون، أم بدافع الأناية. ويبدو أنّ إجابتنا الداخلية تميل نحو التعاون، ولكن مع مزيد من التفكير.. يدفع منطق مصلحة النفس نحو تقويض العمل الجماعي بما يجعلنا أقل كرمًا.

Spontaneous giving and calculated greed

D Rand et al
doi:10.1038/nature11467

الشكل أسفله | القرارات السريعة تكون أكثر تعاونًا، والأشخاص الذين يتخذون القرارات بسرعة يسهمون أكثر في بي جي جي (إن = 212) دفعة واحدة. وهذا يشير إلى أن الاستجابة البديهية تكون تعاونية. أ، قمنا بمقارنة مستويات الإسهام للنصف الأسرع، مقابل النصف الأبطأ من القرارات، عن طريق استخدام الانقسام الوسيط في وقت اتخاذ القرار. ويكون متوسط الإسهام أعلى بكثير للقرارات الأسرع



من تلك الهيستونات في الجينات المُتَسَخَّة.

Set2 methylation of histone H3 lysine 36 suppresses histone exchange on transcribed genes

S Venkatesh et al
doi:10.1038/nature11326

علم الخلية

توأثر سرمدية سلالة الخلايا الجنسية

إنّ الخُمود الجيني المُدَوَّرَة (كإينورديتس إيليجانز *Caenorhabditiselegans*)، الناتج عن عملية تداخل يوساطة من حمض نووي ربيبي، تُعرف اختصارًا ب(آر إن إيه أي RNAi)، يُمكن توأثره لأكثر من خمسة أجيال. وفي هذا البحث، قام سكوت كينيدي وزملاؤه بعمل تحرّج جيني للعيوب التي تحدث في انتقال إشارات خامة بعملية (آر إن إيه أي) للأجيال المُقْبَلَة، وحدد الباحثون بروتينًا أُزْجَتَانِيًا (أغو) Argonaute (Ago) protein، يُدعى اختصارًا (إتش آر دي إي-1 HRDE-1) يقع بداخل النواة. وهذا البروتين يُصاِب أحماضًا نووية ريبية تداخلية صغيرة، ويعمل في الخلايا الجنسية لنسل الحيوانات المُعَرَّضَة للحمض النوويّ الرّيبِي dsRNA؛ لتعزيز وراثته متعددة الأجيال للخُمود "الجيني". ويشير المؤلفون إلى أنّ إحدى الوظائف البيولوجية لآلية توأثر عملية (آر إن إيه أي RNAi) هي نقل "سرمدية" سلالة الخلايا الجنسية "على هيئة" أحماض نووية ريبية صغيرة، أُخْتِرت لُفْدَرْتِها على تعزيز الخُصوبة، عبر حدود الأجيال.

A nuclear Argonaut promotes multigenerational epigenetic inheritance and germline immortality

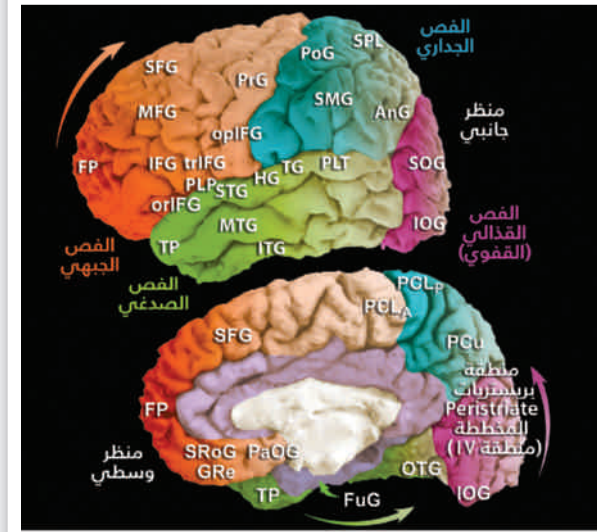
B Buckley et al
doi:10.1038/nature11352

الهابتوجلوبين والهيموجلوبين الحُرّ

إن إطلاق الهيموجلوبين خارج الخَلَوِيّ إلى البلازما هو أمر يَحْتَمِلُ الخطورة، لأنّ مجموعة الهيمر المُكْتَشَفَة شديدة التفاعلية، وبالتالي تكون سامة. وبروتين الهابتوجلوبين الجائِل يُقابل ذلك بامتصاص الهيموجلوبين الحُرّ في مُرْكَب ثابت،

كبه ٣٦ بواسطة إنزيم "إس إي تي ٢" تقع هذا التبادل للهيستون عن طريق منع التفاعلات مع مُرَاقِفِي الهيستون Histone chaperones. وبالتالي، فإنّ إنزيم "إس إي تي ٢" يستطيع أن يكبح تَصْمِين الهيستونات المُأشْتَلَة، كما أنّه يقود إزالة الأَشْتَلَة

frames"، المعروفة اختصارًا بـ"أو آر إف إس ORFs". وفي هذا البحث، يَبِين الباحث جيري وُزْكَمان وزملاؤه، في حَمِيْرَة، أنّ الهيستونات قد تَأَسْتَل في أثناء عملية الأَتَساخ، بسبب تبادل الهيستون خلال إطارات القراءة المفتوحة، وأنّ حَمِيْلَة هيستون إنش ٣



التضاريس المكانية للقشرة المخية الحديثة

علم الأعصاب

الطبوغرافيا الجزيئية للدماغ البشري

كانت الخرائط عالية الجودة للتعبير الجيني - على النطاق الجيني ككل - مُتاحة لسنوات قليلة في الفئران، ولكن ما أُتِيح بالنسبة إلى الدماغ البشري كان عبارة عن نظائر مبدئية، نظرًا إلى ما يُقابل عملها من تحدّ يتمثل في زيادة الحجم البشري بقرابة ألف ضعف لدماغ الفأر، وصعوبة الحصول على الأنسجة بعد الموت، وكذلك مدى جودتها. ويأتي الآن مايكل هاوريليكز وزملاؤه بمعهد آين للعلوم الدماغ (Allen Institute for Brain Science) ليستخدموا التشريح والنسق الدقيقين بواسطة الليزر؛ لتقييم 900 قطعة من التقسيمات الفرعية للدماغ، ثمّ استخلاصها من دماغي رجلين بالغين صحيحين، مستخدمين في ذلك 60 ألف مجس للتعبير الجيني. ويسمح الأطلس الناتج بعمل مقارنات بين الجنس البشري وغيره من الحيوانات، كما يسهّل من دراسة الأمراض العصبية والتفسّية التي تصيب الجنس

An anatomically comprehensive atlas of the adult human brain transcriptome

M Hawrylycz et al
doi:10.1038/nature11405

الشكل أعلاه | العلاقة بين الموقع (س، ص، ز) من عينات التلايف القشرية، وأوجه التشابه النسخية بينها. "إم آر أي" MRI للمخ الأصلي 1 كما يظهر في دال (د) مع التلايف الرئيسة المسماة gyri (الجدول التكميلي 2).

بشري. ويمكن الحصول عليه مجانًا من الموقع: www.brain-map.org. ووجد بالذّكر أنّ من بواذر ما لوحظ من تلك البيانات أنّ الدماغ البشري يتميّز عن نظيره في الفئران أو قرده ريسوس بنمط البروتين الرابط للكالسيوم CALB1، ليُصبح نمطًا خاصًا بالدماغ البشري، دون أي منهما.

nature podcast

العِلْمُ... حَيْثُمَا كُنْتُ.



nature.com/nature/podcast

nature publishing group 

مهن علمية

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف
www.naturejobs.com والنصائح المهنية تابع

نقطة تحول سوهيتي راماتشاندران تحصل على
جائزتين في علم الجينات السكانية ص. 95

الهيئات القائمة على التعاون الباحثين المتدربين
يربوحون من المشاركة في المشاريع الدولية ص. 91

بمكتب مدير مركز أبحاث «أوك ريدج»، ليصبح بعد ذلك كبير المستشارين العلميين لإدارة الطاقة الأمريكية؛ بل وبفضل هذه المعرفة وتلك الدراية استطاع «دين» أن يتبوأ مقعد رئيس قسم الفيزياء بالمركز في شهر يوليو من العام الماضي، حيث أبرزت الاختبارات والتدريبات المختلفة ما يتمتع به من مهارات قيادية. وفي هذا السياق يقول دين: «يحتاج الإنسان إلى نمط معين من الشخصية لإنجاز هذه الأعمال».

ويلجأ العلماء في بدايات ومنتصف حياتهم المهنية إلى اختبارات تحليل الشخصية، بداية من مكاتب الاستشارات المهنية والتنمية البشرية، ووصولاً إلى ورشات العمل التدريبية بمعاهد الصحة الوطنية بالولايات المتحدة. وتقوم بعض اختبارات تحليل الشخصية، مثل مؤشر «مايرز- بريجز لتحديد نمط الشخصية Myers-Briggs Type Indicator»، بتقييم ميول بعض الأشخاص عند تعلّمهم بشكل معين في مواقف بعينها، وذلك من خلال التركيز على السمات الشخصية من شاكلة الانبساط (الانفتاح على الآخرين)، والقبول، (انظر «Type by Type»).

كذلك توضح عمليات التقييم مدى وكيفية تباين الأشخاص عن أقرانهم فيما يتعلق بأساليب التواصل، ونظرتهم إلى مكان العمل، والتفاعل مع زملائهم بالعمل، وتسوية النزاعات، إلى غير ذلك من الفروق الفردية. ويستطيع العلماء - من خلال هذه المعرفة - التحكم في سلوكياتهم وتصرفاتهم؛ لتجنب الوقوع في مزالق سوء التفاهم مع زملائهم بالعمل، ولتطوير أساليب التواصل ومهارات القيادة، والتدخل لحل النزاعات الشخصية، والعمل بروح الفريق بشكل أكثر سلاسة، بل والترقي في وظائفهم، مثلما فعل ديفيد دين. وفي هذا السياق، تؤكد شارون ميلجرام، مدير إدارة التدريب والتربية الجماعية التابعة لمعاهد الصحة الوطنية بمدينة بيتسدا، ميريلاند أن: «دراية الإنسان بنمط شخصيته يمدّه بالقدرة على معرفة نقاط القوة والضعف لديه، والإلمام بأفضل الطرق والأساليب لتنمية قدراته كعالمير وكعضو في فريق عمل، وكعضو في مجتمع، وفي أسرة».

السمات الشخصية المتكاملة

يؤكد جون لونسبري، أستاذ علم النفس بجامعة تينيسي، الذي قام بإجراء العديد من اختبارات تحليل الشخصية على العلماء بمركز أوك ريدج للأبحاث، أن تقييم مايرز- بريجز هو الأكثر استخداماً بين اختبارات تحليل الشخصية من قِبَل العلماء وغيرهم من عامة الناس، إلا أن هذا النموذج، بحسب لونسبري وغيره من علماء النفس، يتسم - بوجه عام - بالبساطة المفرطة، فضلاً عن افتقاده لبعض السمات الشخصية المحورية، ووجود العديد من النماذج التقييمية التي تُفضّل. ومع ذلك، يبقى هذا النموذج هو الأكثر شيوعاً وانتشاراً، لسهولة فهمه وتمرس العديد على القيام به، فضلاً عن وجود العديد من الكتب والمواقع الإلكترونية التفسيرية التي توسع من دائرة التعرف عليه والإلمام به. ويعتمد هذا الاختبار في جوهره على تقييم الأشخاص من خلال ثماني صفات شخصية متباينة، مقسمة إلى أربع



وظائف

ما هو نمط شخصيتك؟

يساعد نمط الشخصية والاختبارات المهنية الباحثين على تنمية «مهاراتهم المعتدلة»؛ والحصول على الوظائف التي تلائمهم

كوري لوك

تُعقد لكل متدرب على حدة مع أحد علماء النفس وأحد المتخصصين في مجال التنمية البشرية، الذي كان يقوم بتحليل نتائج الإختبارات - لديفيد دين أنه يمتلك أحد الأساليب القيادية المهمة، الذي يُعرف بأسلوب (القيادة التعاونية)، إلا أن هذه التدريبات والجلسات قد بينت له في الوقت ذاته أنه، في بعض الأحيان، يكون بحاجة إلى أن يكون (قائداً توجيهياً) بشكل أكبر، أي يتسم بمزيد من الحزم، وأن يكون أكثر ميلاً إلى إصدار قرارات تنفيذية. والحقيقة أن ديفيد دين قد استفاد كثيراً من معرفته بأساليب القيادة المختلفة، والمواقف التي تتواءم مع كل من هذه الأساليب عند توليه منصب المخطط الاستراتيجي

يؤكد عالم الطبيعة ديفيد دين أنه كان (رجلاً نظرياً في المقام الأول)، لا يعبأ إلا بأبحاثه، وذلك لدى التحاقه للعمل بمختبر أوك ريدج الوطني بولاية تينيسي عام 1995. وبعد عشر سنوات، وإثر توليه قيادة فريق أبحاث النظرية النووية، التحق دين بأحد البرامج الداخلية لتنمية القيادات، الذي تضمّن اختبارات مكثفة لتحليل الشخصية، بهدف دفع المتدربين باتجاه التفكير في كفاءاتهم القيادية، والمهارات التي يحتاجون إلى إتقانها والتدريب عليها. وأوضحت هذه التدريبات - بالإضافة إلى الجلسات الخاصة التي كانت

ثأيات، بحيث يتم تصنيف الشحص بحسب ما إذا كان: منطويًا، أو منسبطًا؛ يتمتع بالاستشعار أو بالحدس؛ يميل إلى الاعتماد على التفكير أو الإحساس؛ يميل إلى إصدار الأحكام أو إلى التبرص والإدراك.

وتسفر النتائج عادة عن ستة عشر نمطًا من الشخصيات، مثل الشخصية المنبسطة التي تعتمد على الحدس والتفكير وتميل إلى إصدار الأحكام، الأمر الذي يمكن الاعتماد عليه لتفسير تصورات الأشخاص لأوجه حياتهم المختلفة.



**«نتائج مايرز- بريجز»
تمدك فقط بنافذة
واحدة، يمكنك
من خلالها الاطلاع
على كافة الإمكانيات
والقدرات التي
تتمتع بها»
بيل ليندستيدت**

ولعل الفائدة الكبرى من تقييم مايرز- بريجز، بحسب قول ميلجرام، تكمن في تعرف المتبحرين من خلاله على مدى الاختلاف فيما بينهم في نمط الشخصية والتصورات؛ وتضيف قائلة: «إن هذا التقييم يبرهن للكثيرين على صلاحية الحقيقة التي تفيد بأن الأشخاص الذين يختلفون فيما بينهم في أنماط شخصياتهم ومواقفهم وتصوراتهم، يمكنهم جميعًا - برغم هذا التباين - أن يثبتوا نجاحات في أعمالهم». وقد قامت الإدارة التي ترأسها ميلجرام بمعاهد الصحة الوطنية على مدى العامين الماضيين بإجراء برامج تدريب وتوجيه، تضمنت تقييم مايرز- بريجز، للطلاب والباحثين بعد درجة الدكتوراه والعلماء.

وقد أثبت محور «الحدس مقابل الاستشعار» في تقييم مايرز- بريجز أنه الأكثر مناسبةً للعلماء؛ فالأشخاص الذين يعتمدون على الاستشعار يميلون إلى التركيز على

التفاصيل، ويتقدمون في عملهم تدريجيًا، في حين يميل «الحدسيون» إلى التركيز على الصورة الكلية على حساب التفاصيل الدقيقة. وفي هذا السياق يؤكد بيل ليندستيدت، مدير إدارة التنمية المهنية بجامعة كاليفورنيا، بولاية سان فرانسيسكو، حيث يقوم بإجراء العديد من اختبارات تحليل الشخصية، من بينها تقييم مايرز- بريجز، على: «أن العلماء الجيدين ينبغي أن يتمتعوا بالقدرة على إدارة كلا العالمين» (انظر Interests before indicators). إن أحدًا لا يمكنه أن يغير من نمط شخصيته، سواء أكان بطبيعته استشعاريًا، أمر حدسيًا، ولكن بالتفسير المناسب من شخص محنك ومتخصص، كعالم النفس، أو المستشار المهني، فإن تحليل الشخصية يمكن أن يقدم وسائل مُمكنة للأشخاص من تكييف وإدارة سلوكهم نحو مزيد من التفاهم والعمل المشترك مع آخرين يختلفون معهم في السمات الشخصية؛ فمثلًا قد يحتاج الشخص المفكر الذي يصب جُل تركيزه على الصورة الكلية إلى إعطاء مزيد من الاهتمام والعناية بالتفاصيل الخاصة بأي مشروع أو تجربة عند إعطائه توجيهات لشخص آخر يميل إلى إدراك التفاصيل والتركيز عليها. إن الناس، كما يؤكد ليندستيدت، بطبيعتهم قادرين على تعديل سلوكياتهم وتطوير مهاراتهم، أو الاستعانة بأشخاص يتساقون معهم في أسلوب العمل، للتأكد من قدرة الفريق على التقدم في كلتا الحالتين.

في الداخل والخارج

وهناك ثنائية أخرى من الصفات التي تتمتع بأهمية كبرى داخل المعامل، لا سيما في الاجتماعات، هي ثنائية الانطواء مقابل الانبساط؛ فالأشخاص المنبسطين، على سبيل المثال، يميلون إلى التحدث بصوت مرتفع أثناء عملية التفكير، بينما يميل الانطوائيون إلى صياغة أفكارهم قبل الجهر بها. وفي هذا السياق تقول ميلجرام إنها - على المستوى الشخصي

- تسعى جاهدة لتعديل طبيعتها الانبساطية بأن تكون أقل تكلّمًا، وربما ثرثرةً، أثناء الاجتماعات؛ لتمنح الفرصة للأشخاص الانطوائيين لصياغة أفكارهم قبل التعبير عنها والجهر بها.



C. GOODFELLOW/GLADSTONE INST.

**«لقد ساعدتني
ورقة العمل على
إدراك الأمور الأكثر
أهمية في بيئة
العمل»
ميليسا ونج**

ومن ناحيتها، أبدت ميليسا ونج، المتخرجة من قسم الفيروسات والمناعة بجامعة كاليفورنيا بسان فرانسيسكو، التي أخذت تقييم مايرز- بريجز كجزء من برنامج تدريبي للتعرف على الوظائف العلمية غير الأكاديمية، دهشةً كبرى إزاء سوء التفاهم الذي يمكن أن ينجم عن الاختلاف بين الشخصية المنطوية والشخصية المنبسطة داخل المختبر؛ فعلى سبيل المثال، قد يعتقد المنبسطن أن الآخرين من ذوي الشخصيات المنطوية لا يتمتعون بالذكاء الكافي الذي يؤهلهم للحديث بطلاقة؛ بينما يتوهم الانطوائيون، على الجانب الآخر، أن الآخرين من ذوي الشخصيات المنبسطة يتحدثون دائمًا دون خلفية معرفية. وفي هذا الصدد تذكر ونج: «لقد عملت مع كلا النمطين، وأعتقد أن هناك قدرًا غير قليل من سوء التفاهم يقع دائمًا بينهما».

أما بيكا ستولوف، التي تخرجت من قسم علم الأعصاب بجامعة كاليفورنيا بمدينة بيركلي، فتفكر حاليًا في امتحان التدريس، وتذكر أن تقييم مايرز- بريجز قد برهن لها، بما لا يدع مجالًا للشك، أنها تتمتع بصفات شخصية تؤهلها بشكل كبير لهذه المهنة. وسوف تقوم ستولوف خلال هذا الخريف بتدريس مادة الرياضيات بإحدى المدارس الخاصة

دائرة الضوء الوظيفية

قائمة الاهتمامات قبل مؤشرات الاختبارات

تمثل قائمة الاهتمامات الوظيفية لدى العلماء الذين يسعون لتحديد المهنة المناسبة لهم، لا سيما في المراحل السنية المتقدمة، أهمية كبرى، تفوق بمراحل نتائج الاختبارات الشخصية التي مروا بها، حيث تساعد هذه القائمة في تحديد الأنشطة التي يميل إليها الفرد، ويستمتع بممارستها، فضلًا عن تحديد الوظائف الأكثر ملاءمة له، من خلال وظائف يتقلدها آخرون، بحملون نفس الاهتمامات، ويتمتعون بذات الميول. ويتم إجراء أغلب الاختبارات الخاصة بتحديد هذه الاهتمامات بمكاتب الاستشارات المهنية أو التنمية البشرية، كما يمكن تحديدها من خلال الممارسات الخاصة. وعمومًا، فإن أغلب هذه الوسائل متاح عبر الإنترنت.

وينبغي على الباحثين عن الوظيفة الملائمة، لا سيما في المراحل الأولى من حياتهم، أن يأخذوا في اعتبارهم أن قوائم الاهتمامات بوجه عام تغطي مساحات كبيرة من الخريطة الوظيفية في مختلف المجالات، ولا يقتصر دورها على مجال العلوم فحسب. وللتعامل مع هذه المعضلة، قام بل ليندستيدت، رئيس قسم الوظائف بجامعة كاليفورنيا بولاية سان فرانسيسكو، بالاشتراك في تطوير تقييم وظيفي؛ لتطبيقه على الباحثين صغار السن من ذوي المستويات العلمية المتقدمة، والمتطلعين للحصول على وظائف علمية

خارج الأوساط الأكاديمية. ويحتوي هذا التقييم الوظيفي على ورقة عمل تتضمن مطالبة الطلاب المتخرجين بتقييم مهاراتهم واهتماماتهم، إلى جانب أمور أخرى ذات دلالة لهم، لا تخلو منها دوائر العمل، وترتيبها من حيث الأولوية. وفي هذا الإطار، يحصل الطلاب على قائمة تتضمن ستين مهنة، تبدأ من مستشار سياسات علمية، وتنتهي بمفوض منح براءات اختراع، بالإضافة إلى بعض المعلومات عن هذه الوظائف. ويقوم الطلاب باختصار هذه القائمة، عن طريق استبعاد الوظائف التي لا تتناسب مع اهتماماتهم ومهاراتهم وميولهم.

وقد أثبت التدريب على هذا التقييم فعالية كبرى؛ حيث قالت ميليسا ونج، المتخرجة من قسم الفيروسات والمناعة بجامعة كاليفورنيا بولاية سان فرانسيسكو: «لقد ساعدتني هذه الورقة (ورقة العمل) على تحديد الأمور الأكثر أهمية بالنسبة لي في بيئة العمل». وكانت ونج قد قامت بإجراء عمليات التقييم خلال هذا العام كجزء من برنامج تدريبي لإدارة الجامعة، لمساعدة الطلاب في التعرف على الوظائف العلمية خارج الدوائر الأكاديمية. لقد كانت ونج على دراية تامة بأن الدوائر الأكاديمية لا تمثل مجالًا من الأحوال البيئية الوظيفية الملائمة لها عند التحاقها بالبرنامج، إلا أنها كانت ترغب في البقاء بالقرب من المجال العلمي، وكانت تعتقد أن عليها

إنجاز بحث مختبري لدى إحدى شركات التكنولوجيا الحيوية لهذا الغرض. وعند إتمامها ورقة التقييم الوظيفي، أدركت ونج أنها بحاجة إلى العمل الجماعي؛ ليكون مكثورًا أساسيًا من مكونات عملها. ويعد اطلاع عميق في مجال صناعة التكنولوجيا الحيوية ومقابلة عديد من المتخصصين في هذا المجال والتحدث إليهم، صارت ونج تفكر جديدًا في الوظائف الخاصة بالشئون التنظيمية وتطوير الأعمال.

ومع نهاية البرنامج التدريبي، خاضت ونج اختبار الشخصية على نموذج مايرز- بريجز. لقد كان حرص ليندستيدت على حصول الطلاب على ورقة العمل الخاصة بالتقييم الوظيفي نابغًا من أسباب عدة، تأتي في مقدمتها الفرصة التي تمنحها هذه الورقة للتواصل بصورة مباشرة مع الاختيارات المهنية المتاحة بصورة تفوق الاختبارات على نموذج مايرز- بريجز. يقول ليندستيدت: «إن مهاراتي وميولي واهتماماتي تستطيع أن تحدد مسارًا مهنيًا معينًا بصورة أكثر جلاءً من نموذج مايرز- بريجز». ويضيف ليندستيدت: «إن نموذج مايرز- بريجز يكون أكثر نفعًا وفعالية للأشخاص حال حصولهم بالفعل على وظيفة، وذلك لتحديد نقاط القوة والمساحات المجهولة المحتملة التي قد تتبدى من حين إلى آخر أثناء السير على طريق النجاح».

كورنيلسون بهذا الاختبار، وخاضوه، بل وطلبوا من الطلاب الملتحقين بالمختبر أن يخوضونه مثلهم. لقد أضحى هذا التقييم جزءاً أصيلاً من ثقافة مختبر كورنيلسون؛ بل صار الأمر، بحسب قول كورنيلسون «أشبه بمباراة في معرفة الآخر»، حيث أذاب الجليد، وساعد الطلاب الجدد على الاندماج سريعاً في أجواء المختبر.

تحذير إرشادي

عادةً ما يبادر الأشخاص الذين يجرون عمليات التقييم بالتأكيد على أن هذه التقييمات ليست قطعية أو إلزامية؛ فالنتائج لا ينبغي استخدامها لتصنيف شخص ما ضمن طائفة بعينها، أو لإحاطته بنوع الوظيفة التي يتوجب عليه تقلدها، أو إذا كان بإمكانه النجاح فيها. إن هذه العمليات التقييمية من شأنها فقط أن تبصر بنمط شخصية الممتحن، بحيث لا يتجاوز ذلك أن يكون معلومة واحدة يمكن استخدامها ضمن دليل إرشادي موسع، وخريطة تطور مهني متكاملة. وفي هذا السياق تقول ليندستيدت: «إن نتائج مايرز- بريجز تمدنا فقط بنافذة واحدة يمكن من خلالها أن يصر المرء كافة إمكانياته».

وتؤكد ميلجرام أن العلم لا يعرف نمطاً صحيحاً، أو نمطاً خاطئاً للشخصية؛ فليس ثمة شخص بحاجة إلى تغيير نمط شخصيته ليكون ناجحاً؛ فالأمر برمته، بحسب قول ميلجرام «لا يتجاوز كيفية إدارة الشخص لسلوكه».

كوري لوك رئيس تحرير قسم التقارير البحثية بمجلة «نيتشر Nature»

الأدوات والاختبارات

نموذج بنموذج

والقبول، والضمير الحي. ويُستخدم هذا النموذج عادةً في مجالات البحث النفسي.

(نموذج هوجان لتحليل الشخصية) Hogan

Personality Inventory يرتكز أيضاً على نموذج

السمات الخمس الكبرى، ويتم تطبيقه عادة في مجالات التطور الوظيفي، والتعيينات الوظيفية.

(نموذج سترونج لتحليل الاهتمامات) Strong

Interest Inventory يعتمد إلى إجراء عمليات تقييم

للإهتمامات، وأساليب العمل، ومقارنتها باهتمامات

الأفراد في عدة وظائف. وعادةً ما يتم تطبيق هذا

النموذج على الطلاب الذين لم يتم تخرجهم،

والذين يبحثون عن استشارات تتعلق باختيار المهنة.

(مؤشر نموذج مايرز- بريجز) Mayers-Briggs

Type Indicator هو أحد نماذج الاختبارات التي

تُستخدم على نطاق واسع، ويقوم هذا المؤشر

بتقسيم الشخصيات إلى ستة عشر نموذجاً على

أساس السمات الشخصية الخاصة، المتمثلة في الانبساط «الانفتاح» والانطواء، والحس والحسد،

والتفكير والشعور «العاطفة»، وإصدار الأحكام

«الحزم»، والتبصر «المرونة».

(نموذج «إن إي أو» لتحليل الشخصية) NEO

Personality Inventory يقوم على نموذج

السمات الشخصية «الخمس الكبرى»، التي تشمل

القلق العُضائي، والانبساط، والانفتاح على التجربة،

على مدى فصل دراسي كامل، كخطوة على طريق التعرف على هذه المهنة وسبر أغوارها.

والحقيقة أن بعض العلماء وبعض المختبرات يعكفون الآن على استخدام نموذج مايرز- بريجز خارج إطار البرامج

التدريبية، وتؤكد ميلجرام أن الباحثين بعد درجة الدكتوراه، والطلاب بمعاهد الصحة الوطنية، التابعة لجامعة بيثدا

يطالبون الآن بورشات عمل؛ للتدرب على نموذج مايرز- بريجز. وقد قام جميع الطلاب في أحد مختبرات علم

الهيئات القائمة على التعاون

تِرْس واحد في ماكينة معقدة

يمكن للباحثين المبتدئين أن يحصلوا مزايا المشاركة في المشاريع الدولية الكبرى إذا ظلوا متيقظين

سارة كيلوج

لا يوجد شك لدى كاثرين لوريا بخصوص مزايا المشاركة في إحدى هيئات التعاون الدولية الكبرى. وتدرس لوريا - وهي متخصصة في علم الأحياء المجهرية البحرية في بداية عامها الثالث بالدراسات العليا بجامعة براون ببروفيدنس برود أيلاند - تأثير التغيرات في الغطاء الجليدي للبحار، وإزهار العوالق النباتية على التنوع البكتيري من موسم إلى آخر. وقد ذهبت لوريا إلى أطراف الأرض - بالمعنى الحرفي - لتلتحق بإحدى الهيئات القائمة على التعاون، وهي مشروع بالمر أنتاركتيكا للبحث الإيكولوجي طويل الأمد (LTER) على الساحل الغربي لشبه جزيرة أنتاركتيكا.

وسوف تعود لوريا إلى أنتاركتيكا هذا الشهر، ولعدة مرات أخرى على مدى العامين القادمين. وتستغرق الرحلة أسبوعاً، لتقضي هناك شهرين مع حوالي 25 باحثاً، والعشرات من موظفي الدعم المشتركين في مشروع LTER. وأثناء وجودها هناك، ستقوم بتحديد عمود الماء، وتجميع عينات من الماء، وقياس غزارة البكتيريا والعوالق النباتية، وإنتاج البكتيريا في المعمل. كما أنها ستقوم كذلك بفحص

من ضم المئات، إن لم يكن الآلاف من العلماء، وقد لا يضمن الالتحاق بإحداها النجاح المهني للباحث المبتدئ، ولكنها قد توفر له بحق بيئة استثنائية للتعلم؛ والحصول على بيانات دقيقة ونافعة، وفرصاً للدخول في الشبكات الاجتماعية التي قد تكون سبباً في تحقيق تقدم في البحث الشخصي، وكذلك فتح أبواب مهنية.

إن تطبيق فكرة الفريق العلمي عندما تتم على نطاق واسع لا تتم فقط نتائج مبتكرة، ولكنها تؤسس وتدعم المستقبل المهني كذلك، مثلما توصل إليه الباحثون - على سبيل المثال - في مشاريع مثل مشروع الجينوم البشري Human Genome Project، وتجربة أطلس (مكشاف جسيمات أولية) لفيزياء الجسيمات ATLAS particle physics experiment في مصادم الهدرونات الكبير Large Hadron Collider بسرن CERN، المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية، ومختبر فيزياء الجسيمات الأوروبي بالقرب من جنيف بسويسرا، أو موسوعة عناصر الحمض النووي (Encyclopedia of DNA Elements) التي تُحدّد العناصر الوظيفية للجينوم البشري.

يقول ريكاردو جونسالو، عالم فيزياء الجسيمات برويال هولواي، جامعة لندن، الذي عمل بمشروع أطلس: «يتم بناء مستقبل الباحثين في داخل هيئات التعاون الكبرى. ويقاس نجاح المجموعات البحثية التي يكون مقرها الجامعات بعدد ونوع المراكز المتميزة التي يحصل عليها أعضاؤها داخل تلك الهيئات».

ومن الرائج بشكل كبير السعي للحصول على مناصب بالاتحادات الكبرى (كونسورتيا)، لكن المشاركة بها تنطوي على بعض العيوب، التي من ضمنها القدرة المحدودة للوصول إلى الباحثين الرئيسيين،

معدل نمو الجراثيم، ووظائفها، وتركيبية مجتمعاتها في ظل ظروف مختلفة.

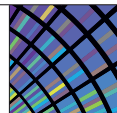
وتقول لوريا: «إنها فرصة ضخمة في هذه المرحلة من مستقبلي المهني؛ لتحقيق بعض الربط الاجتماعي». ويرجع الفضل إلى مراكز التعاون، حيث ستمكن لوريا من استخدام مقاييس أكثر بكثير مما قد تحصل عليه بنفسها. وتضيف قائلة: «إن الشيء الذي ثبت جدواه - بشكل خاص - هو إمكانية الحصول على بيانات، حيث تمكنت فجأة من أن أمُد يدي في بحر من البيانات المنسقة عالية الجودة، يرجع تاريخها إلى مدة عقد، أو أكثر؛ فأصبح لدي القدرة على الحصول على نتائج ذات مغزى، فهي ليست بيانات حصلت عليها أثناء لحظة خاطفة من مسيرتك العملية عندما تصادف حصولك على تمويل لمحتك».

إن المشاريع البحثية الدولية رفيعة المستوى تتمكن

الترميز

موسوعة عناصر الـ «دي إن إيه»

nature.com/encode



ويبدأ البحث الفعال عن إحدى جهات التعاون رفيعة المستوى والسمة بمراجعة وتحديد الأهداف الشخصية والمهنية، والوسيلة المثلى لتحقيقها. وعادةً تمثل الاتحادات الكبرى خطوة واحدة على طريق المستقبل المهني الطويل. ويمكن للباحثين صغيري السن اللجوء إلى أدوات التقييم الذاتي والوسائل؛ للتعرف على قدراتهم الأساسية، وتقييم أهدافهم طويلة الأمد؛ ليقرروا مدى تماشيها مع المشروعات الكبرى.

ويجب على الباحثين من حملة الدكتوراه التحاور مع أعضاء هيئة التدريس الموثوق فيهم، أو الموجهين، مُحَصِّنِينَ بهذه المعرفة، واللجوء إلى العلماء من جهات التعاون، الذين يتحدثون أو يعرضون المصقات في المؤتمرات، لأن هؤلاء يمكنهم

«هذه مشروعات غاية في الأهمية والإثارة، ويراهما البعض مستقبل العلم»

تحويل انتباه العالم الصغير إلى فرص بحث، وتوفير معارف أساسية؛ للتمكن من زيارة المعامل، ومقابلة الباحثين الرئيسيين. إن الهدف هو العثور على المشروع الذي يتوافق بشكل أمثل مع اهتمامات

الباحث الصغير المهنية وظروفه الشخصية، وتحقيق الاتصالات الاجتماعية. ومن أجل هذا.. فالتواصل من خلال الشبكات الاجتماعية هو خير وسيلة لذلك. (انظر: «انظر أين ستضع قدميك قبل أن تخطو»).

إن الالتحاق بمراكز التعاون ذات المكانة العالية يفتح الباب أمام البحث وأمام زملاء كانوا في غير متناول اليد، ويوفر الفرصة النادرة لاستكشاف الأبحاث الحديثة في ظل بيئة تنافسية ذات تمويل جيد. إن الألفة التي تعم مراكز التعاون بين مجموعات البحث الأصغر قد فقدت قيمتها، بينما تمنح إمكانية التعرف على الخبراء الدوليين الباحثين الصغار فرصًا عظيمة في هذه المرحلة الحاسمة من مستقبلهم المهني.

ويمنح المشاريع رفيعة المكانة الباحثين كذلك فرصةً لتعلم أساليب وطرق عمل جديدة من الزملاء الدوليين الذين يأتون بطرق وأساليب شديدة الاختلاف لفهم المشروع العلمي. تقول تريزا فونسيكا مارتن، عالمة فيزياء جسيمات سابقة، قضت سبع سنوات في العمل بأطلس (وتركت العمل هذا العام، لتعمل كمدرسة بإحدى المدارس): «أعتقد أن هذا يجعلها تجربة خصبة، وأمل أن يتم استقطاب الأفضل من كل منهم، وأن يتكون فريق بحثي أكثر فاعلية. صحيح أن الثقافات المختلفة تتبع طرقًا مختلفة في العمل، وبعض الانتباه يمكن تعلمها والعمل بها بسهولة».

وكثيرٌ من تلك الفرص ينطوي على تعلم مهارات الذكاء الاجتماعي، ومنها آداب التعامل وفق آداب المهنة، ومهارات القيادة والإدارة، والتواصل والاتصال الاجتماعي، وكيفية القيام بعمل البحث. وقد تكون هذه المهارات مهمةً بالنسبة إلى الباحثين الأحدث سنًا، الذين ربما يتعاملون لأول مرة خارج أوطانهم، ولم يتسن لهم الاحتكاك بعلماء من بلاد أخرى. وتضيف فونسيكا مارتن، قائلةً إن الاتحادات الدولية توفر كذلك فرصًا لتطوير شبكة عالمية من الزملاء والأصدقاء، بالإضافة إلى كونها فرصةً للتعرف على ثقافات الدول الأخرى.

مباراة المجهول

قد لا يعزز الجهد المبذول ضمن فريق علمي كبير ذي مكانة عالية المستقبل المهني للباحث فقط، ولكنه قد يحبطه كذلك، أو - على أقل تقدير - قد يهدر وقت الباحث



ممن يحاولون تحقيق نفس الشيء الذي تسعى إليه أنت نفسك».

قيمة مضافة

يقول المحنكون في العمل بالاتحادات الكبرى إنه من الضروري بالنسبة إلى صغار السن من العلماء أن يستشيروا الباحثين عند التفكير في الالتحاق بأحد المشروعات. إن عليهم أن يوازنوا بين أهداف أبحاثهم وغاياتهم المهنية، ويقيّموا إمكانية تعرض مواطن الضعف والقوة لديهم لضغوط قد تُجهدّها، أو ترفع من مستواها. ورغم أنه من المستحيل معرفة كيف سيعمل طلبة الدراسات العليا أو الباحثون من حملة درجة الدكتوراه في هذه البيئة المشحونة، فإنه من المهم بالنسبة إليهم أن يلتحقوا بهذه المشروعات وأخذين في اعتبارهم أن يكونوا متنبهين للتحديات المحتملة. إن الذين لا يسعون لتطوير مهاراتهم واتصالاتهم الاجتماعية باحثين معروفين بشكل استباقي؛ سينتهي الأمر بأنهم سيصبحون ليسوا أكثر من (المؤلف المجهول رقم 16 على مطبوعة ذات أربعين مؤلفًا).

◀ والتسابق المستمر للحصول على التقدير، والوقوع تحت ضغط إخضاع البحث الشخصي؛ بغرض رفع مستوى البحث الخاص بالمشروع، والتعرض لمخاطرة عدم إدراج اسم الباحث بشكل بارز ضمن قوائم طويلة من المؤلفين على المطبوعات، وصعوبة تمييز العمل الفردي من عمل الفريق. كما أن وجود هذا العدد الكبير من الأشخاص الذين يعملون في مشروع واحد «يوحي بالضرورة بلجوء البعض إلى أساليب المناورة، وبعض السلوكيات المختلفة التي تؤثر على التفاعل بيننا، وكذلك الكثير من القواعد»، حسبما قالت باتريشيا كوند موينيو، عالمة الفيزياء بمختبر الأجهزة وفيزياء الجسيمات التجريبية بـ Laboratory of Instrumentation and Experimental Particle Physics، التي عملت بتجربة هيرا B-HERA بمعجل جسيمات معهد ديسي DESY بهامبورج ألمانيا، الذي يتضمن 32 معهدًا، و250 معاودًا من 13 دولة. وتضيف باتريشيا كوند موينيو، قائلةً: «الشيء الذي يكون في بعض الأحيان معقدًا هو المنافسة الداخلية، وهي أقوى في مجموعات الفيزياء، حيث يوجد فعليًا المئات



كاترين لوريا، متخصصة في علم الأحياء المجهرية البحرية، وهي جزء من اتحاد إيكولوجي كبير بآنتاركتيكا

المبتدئ. فقد تعادل المزايا باحتمالية محبطة على وجه الخصوص، وهي بقاء اسم الباحث مجهولاً، خاصة بالنسبة إلى المشاركين في أسفل درجات سلم البحث. إن عدد المعاهد والعلماء المشاركين يحوّل الاتحادات الكبرى إلى نظم بيئية مركبة، يجب التفاوض معها، سواء حاول الباحثون الحصول على التقدير لقاء عملهم في المختبر، أم حاولوا التميز أو الظهور عند إدراج قوائم الأسماء على المطبوعات المنشورة. وبالفعل يشير إيوان بيرني، منسق

يكافح الباحثون المبتدئون بالمشروعات الدولية رفيعة المستوى للظهور وسط ساحة محتشدة بالطلبة المتخرجين وحملة الدكتوراه. ونذكر هنا بعض الملاحظات لأخذها في الاعتبار قبل - وبعد - الالتحاق بفريق بأحد المشروعات الكبرى.

- اطلب النصيحة حول المشاريع المحتملة، ومن الباحثين الرئيسيين من المرشدين، والباحثين المُطْلَعِينَ الذين كانوا على صلة بمشاريع مماثلة.
- قيّم اهتمامك الشخصي والمهني بالبحث، بما في ذلك ما إذا كان المشروع سيمسح سبباً في تقدم مستقبلك المهني، أم لا.
- عاين المختبر المحتمل، ومواقع البحث.
- اكتشف ما إذا كان الباحث الرئيس يوفّر التوجيه والدعم اللذين يتبغيهما، أم لا.
- ابحث عن فرص التأليف الأول لعملك الخاص ضمن المشروع، وذلك عن محاولة خلق الموضوع الخاص اللائق في البحث.
- ابحث عن فرص للاشتراك في تأليف مطبوعات مع الباحث الرئيس.

التحليل بمشروع الترميز (إنكود ENCODE) بالمعهد الأوروبي للمعلوماتية الحيوية بهينكستون بالمملكة المتحدة، إلى أن أهداف الأفراد المشاركين في مشروع الترميز (إنكود ENCODE) ومراكز التعاون الأخرى تتحول من السعي الحثيث لتحقيق تميز علمي يؤدي إلى النشر والنجاح المهني، إلى السعي للحصول على أقصى كمّ من مخرجات البيانات، على أمل الإسهام - بقدر الإمكان - في أحد الموارد المجتمعية، التي عادةً ما تكون مجموعة بيانات كبيرة. تقول جولي كلاين، التي تدرس مجموعات التخصصات المتعددة بجامعة واين الحكومية بديترويت بولاية ميتشيجان: «من المؤكد أن المشروعات الكبرى تحمل بريقاً خاصاً، ولكن تظل هناك مخاطرة واضحة تهدد المستقبل المهني للباحث، وهي عدم الظهور وسط حشد كبير». وتضيف قائلة: «تلك مشروعات غاية في الأهمية والإثارة، ويظن البعض أنها ستكون مستقبل العلم». وهي كذلك ضخمة وصعبة المراس من حيث المناقشة للحصول على الاهتمام الكافي. ويقول جونشالو، موافقاً إياها في الرأي: «عادةً يكون من الصعب الحصول على مكان خاص للشخص داخل كيان مكون من 3000 عالم، ففي البدء يبدو أن كل فكرة جيدة تأتي بها تكون قد تمت تجربتها من قِبَل شخصٍ آخر».

التميز وسط الحشد

ويروي جايسون ليب، وهو عالم أحياء بجامعة نورث كارولينا بتشابل هيل، ومديمرکز كارولينا لعلوم الجينوم بالجامعة، قائلاً إنه بعد مرور حوالي عشر سنوات من بداية العمل بمشروع الترميز (إنكود ENCODE) تبيّن أن الظهور وسط فريق كبير يعني - في العادة - القيام بأعمال إضافية، وينصح بأن يقوم الأعضاء الجدد في الفريق بتعزيز مكانتهم عند الباحث الرئيس، عن طريق القيام بأدوار إضافية، مثل المعاونة في كتابة الأبحاث، وتوظيف الطلبة المتخرجين، وتنظيم أنشطة الفريق، وربما تقسيم

ماذا الذي عليك أن تتوقعه

انظر أين تضع قدميك قبل أن تخطو

- تطوّع للقيام بمهام إدارية للمشروع، مثل كتابة الأبحاث العلمية، والمعاونة في المقابلات الشخصية، وتنظيم الاجتماعات. فسيساعدك ذلك في اكتساب مهارات قيادية، وبروز اسمك.
- اقبل فُرْصَ الإشراف على طلبة الدكتوراه بالاشتراك مع الباحث الرئيس في مشاريع أبحاث بداخل مراكز التعاون.
- حاول أن تكتشف شيئاً جديداً في البحث، أو أن تستخدم تقنية تعمل على تقدم البحث.
- نطّم اجتماعات بشكل منتظم مع الباحث الرئيس، لتعريفه - أو لتعريفها - بأي تقدم يتم في البحث.
- أقم علاقات طيبة مع الباحثين المبتدئين الآخرين العاملين في نفس المشروع، ونظّم اجتماعات أو حلقات نقاشية على الشبكة؛ لتبادل المعلومات حول أبحاثهم.
- ابحث عن فرص للعمل بموقع المشروع الرئيس، وكذلك في مقر معملك، للرفع من شأنك عند الباحثين الرئيسيين.

وقتهم بين المشروع الكبير، وآخر أصغر يكون داخل المعمل الخاص بهم بالمنزل، بهدف كتابة بحث مستقل مع الباحث الرئيس. ويقول ذوو الخبرة من الباحثين الحاصلين على الدكتوراه إن تنمية مهارات القيادة تساعد الباحث كذلك في الحصول على الانتباه اللازم.

ومن الجوانب السلبية التي تواجه الباحث الصغير: الجهد الإداري المطلوب لتشغيل هذه المشروعات الضخمة، فعلى سبيل المثال.. تقول فونسيكا مارتن: «نتج عن مشروع في قياس أطلس ATLAS - الذي يضم حوالي 3000 فيزيائي - تكوّن بيروقراطية بطيئة وغير صحية». وتضيف، مشيرة إلى التكليف بالتأليف وفرص الترقى، قائلة: «لا تبرز هذه المشروعات بالضرورة أفضل ما في الناس، بل تجعل من الصعب تقدير إنجازات وإسهامات الناس». كما تقول فونسيكا مارتن إنه في بعض الأحيان تصبح قدرات الباحث الإدارية أهم من قدراته العلمية.

ويشير ليب إلى أن مراكز التعاون الكبرى تتطلب عادةً جهداً لوجيستياً، مثل تنظيم الاجتماعات والمؤتمرات، حيث «يتم تكليف الناس بمهام خاصة، وتوجد عادةً فرصة لملء مراكز قيادية في هذه المهام. وإذا كنت على استعداد للتجربة، فهي طريقة جيدة لاكتساب الخبرة بمشروع ما». وتضيف قائلاً إنه يمكن لهؤلاء الذين قبلوا تلك المهام، وأدّوا بكفاءة، أن يبنوا لمعاهدهم أو جامعاتهم أنهم متعاونون يستطيعون - على سبيل المثال - القيام بإسهامات في أداء المهام الإدارية، كأعضاء هيئة تدريس مثبتهن.

وإلى جانب القيام بأعمال إضافية، يمكن للباحثين تعزيز مكانتهم بزيارة مختبرات أخرى مرتبطة بالتعاون، والعمل بها. وسوف يساعدهم ذلك في تكوين معارف، ونشر أبحاثهم بصورة موسعة. ويذكر جوناثان كمينجز، الذي يدرس التعاون العلمي بكلية الأعمال بجامعة ديوك في دورهام بولاية نورث كارولينا، قائلاً: «إن المشاريع التي تعمل بشكل أفضل هي التي تضم باحثين من حملة الدكتوراه، أو طلبة دراسات عليا يقضون شهرين أو ثلاثة في العمل بمعمل في موقع آخر، ثم يعودون إلى مقر مؤسساتهم».

ويحذر بعض الباحثين، قائلين إنه يجب على الطلبة المتخرجين وحملة الدكتوراه أن يحذروا من ارتباطهم بشكل لصيق بمشروع وحيد، بصرف النظر عن عظمتهم؛ لئلا يهْمَلُوا ويُوَضَّعُوا جانباً من أقرانهم وأصحاب العمل المحتملين. تقول لوريا: «أخشى أن يُنظر إليّ على أنني الشخص الذي يعمل في أنتاركتيكا، وأن ذلك سيحد من عملي فيما بعد.. فالناس يهتمون بشكل خاص بالمكان، وهم منبهرون بما نعمله بالفعل، وبالتالي يكون من السهل على عالِمٍ صغير السن أن تكون هذه التجربة الصفة المحددة لكل عملي. إنني سعيدة بوجودي في أنتاركتيكا، ويكون جزءاً من هذا المشروع، ولكنني أحاول جاهدة أن أتأكد من أنه لن يحدّد كياني في بقية مسار مستقبلي المهني».

و يقول ليب إن الارتباط بالتألف ذي مكانة عالية قد يسبب بعض المتاعب، ولكنه عادةً ما يستحق الجهد، ويضيف قائلاً: «يشكو البعض من أن هذه الائتلافات تكون ذات صبغة مميزة لأعضائها، ويصعب من الصعب الدخول فيها. وهذا صحيح إلى حد ما، ولكن يوجد سبب وراء صدق هذه المقولة، فإنه في حالة قمت بالعمل بها مرة، فإنك تصبح مؤهلاً للعمل بها مرة أخرى، فإذا تمكنت من الدخول مبكراً، ومن أن تثبت كفاءتك في العمل في مشروع بهذا الحجم؛ فإنه من المرجح أن تحصل على فرصة أخرى». ■

سارة كيلوج هي كاتبة حرة في واشنطن دي سي

عمود العمل معاً

«النظام الإداري السليم يُسهل البحث عن وظائف للزوجين الموظفين»
ماري آن هولمز

من الإجراءات المتبعة في الجامعات في كل أنحاء العالم أن تقوم لجنة بحث مكونة من أعضاء هيئة التدريس بالنظر في طلبات الالتحاق، وتصنيفها، وتقييمها، واستقدام أفضل المرشحين للوظائف إلى حرم الجامعة، وإجراء مقابلات شخصية مع أفضلهم، لتتوصل اللجنة - في آخر الأمر - إلى الشخص المثالي لملء الوظيفة، فيقوم رئيس القسم بتقديم عرض، ليكتشف في النهاية أن المرشح المثالي متزوج، وأنه لا بد من مواجهة مسألة الشخصين المفزعة.

قد يتحول الموضوع برمته إلى كابوس، وتتهار العملية بأكملها، فينقضي الوقت، بينما تبحث اللجنة عن وظيفة للزوج المرافق، ولكننا في جامعة نبراسكا - لينكولن (UNL) طورنا وسيلةً للتعامل مع المشكلة، ومساعدة كل من المرشح ومسؤول التوظيف.

وعندما يحين الوقت لتقديم عرض ما لوظيفة، يكون قد تم استثمار قَدْرٍ لا يُستهان به من الوقت ومن المال. وتتفق الأقسام بجامعة نبراسكا لينكولن ما بين 9000 و18000 دولار أمريكي لمجرد الإعلان عن وظيفة. وإذا قمنا بحساب الوقت الذي يقضيه أعضاء هيئة التدريس في فحص طلبات الالتحاق - من 10-20 ساعة، حسب حجم كومة الأوراق - نجد أن التكلفة أعلى بكثير. ولذلك... لا يرغب أحدٌ في أن يرى مرشحاً يرفض ما يقدم إليه من عرض. لقد تضاعف توظيف الأزواج الأكاديميين أربعة أضعاف منذ عام 1970. وبحلول عام 2008، كان لـ 36% من الأكاديميين بالولايات المتحدة أزواج يعملون كذلك في المجال الأكاديمي. وقد سُجّلت أعلى النسب بين العلماء، فكان لدى 54% بين الذكور و83% بين الإناث من العلماء شريك يعمل أكاديمياً في مجال العلوم، ويعمل أغلبهم في المجال نفسه، أو في مجال مشابه (L. Schiebinger et al. (Dual-Career Academic Couples: What Universities Need to Know; Stanford University, 2008. وبالأخذ في الاعتبار ارتباط هذا العدد الكبير من العالَمات بآخر أكاديمي، فإنه يجب على الاستراتيجيات التي تهدف إلى زيادة عدد النساء المعيّنت كأعضاء هيئة

التدريس في مجالات العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا، والهندسة أن تتضمن وسائل لتوفير فرص وظائف ثنائية. وقد عالجت جامعة نبراسكا لينكولن هذه القضية بتقديم جائزة التحول المؤسسي من برنامج أدفانس (ADVANCE)، التابع للمؤسسة الوطنية الأمريكية للعلوم، الذي يهدف إلى تحسين تمثيل المرأة في المجال الأكاديمي العلمي. ولقد ابتكرت الجامعة نظاماً يمكن نقله وتطبيقه بشكل جيد في المؤسسات الأخرى.

منذ البداية

وتبدأ مبادرة جامعة نبراسكا لينكولن لمساعدة الزوجين الموظفين في معالجة مسألة الشخصين مبكراً، وذلك

وإذا تم في النهاية اختيار مرشح متزوج من آخر أكاديمي، وفي الوقت نفسه أظهر كل من القسم والكلية موضعي الاهتمام رغبةً في تعيينه؛ يتم استقدام الزوج إلى لينكولن؛ لإجراء مقابلة شخصية. وإذا انتهت المقابلة على خير، وصوّت أعضاء هيئة التدريس بالقسم على تقديم عرض للمرافق؛ فعندئذٍ يتم تقديم العرضين. أما إذا لم يُبَد القسم اهتماماً بتوظيف الزوج المرافق؛ فتوقف عملية التوظيف، ويكون على المرشح الأول أن يتخذ قراراً بالقدوم إلى الجامعة للحصول على وظيفة واحدة فقط، أو لا) وقد فقدنا بعض المرشحين بهذه الطريقة).

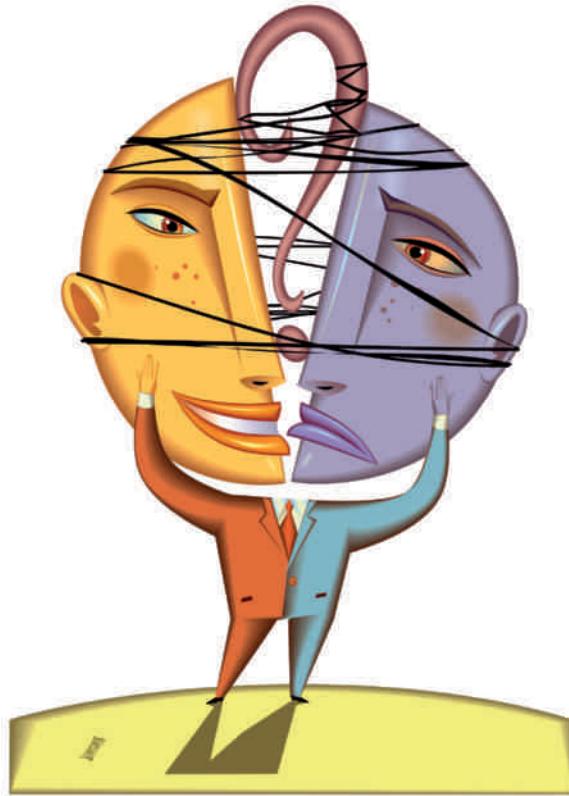
وتوفر منحة هيئة أدفانس ADVANCE مقدار ربع راتب الزوج المرافق، لمدة تصل إلى ثلاث سنوات، بالإضافة إلى إمداد كل من القسم والكلية ومكتب نائب مدير الجامعة بمقدار ربع آخر. ويوفر مكتب الجامعة للبحث التمويل المبدئي للتوظيف. ويعطي هذا التمويل المرحلي - الذي يستمر لمدة ثلاثة أعوام - بعض الوقت لكل الإداريين؛ لإيجاد مجرى تمويلي دائم ومتدفق للزوج المرافق الذي يمكن توقيفه من خلال مسار تمويلي جديد، أو تقاعد أحد أعضاء هيئة التدريس الموجودين.

وفي بعض الأحيان يكون زوج المرشح الأول لا يرغب بالاستمرار في العمل في المجال الأكاديمي، فنقوم بمعاونه في البحث عن وظائف خارجية، من خلال شبكة اتصالاتنا وغرفة التجارة المحلية، كما يمكن له/ لها إجراء بحث عن وظيفة بشكل مستقل. وكان من المفترض أن تستمر منحة أدفانس ADVANCE الأصلية لجامعة نبراسكا لينكولن خمس سنوات، وتوقعنا أن نقوم بتشغيل ما قد يصل إلى ثمانية أزواج موظفين على مدى هذا الوقت، ولكننا بعد أربعة أعوام كنا قد وظفنا 12 زوجاً. والسؤال الذي يطرح نفسه الآن هو: ماذا سيحدث عندما ينفد تمويل أدفانس ADVANCE؟ يمكن للتمويل المرحلي المساعدة، ولكنه في المبدأ تتوفر وسائل للجامعات للقيام بهذا بشكل مؤسسي، دون أية منح. وأحد النماذج للحل هو أن يتم ادخار نسبة من الوظائف الجديدة للأزواج الموظفين، كما يمكن لنائب مدير الجامعة الإحجام عن ملء بعض الوظائف كل عام، أو يمكنه كذلك تقديم هبة.

وعلى وجه العموم، لاقت جامعة نبراسكا لينكولن نجاحاً من خلال هذه الإجراءات الرسمية أكثر من الطلبات غير الرسمية لتعيين الزوج المرافق، التي تُقدّم في آخر لحظة. وينجح البرنامج - إلى حد كبير - بفضل تعاون رؤساء الأقسام؛ فيكون التفكير السائد هو: إذا قبلنا زوجاً مرافقاً الآن؛ فسيساعدنا قسم آخر في المستقبل. وقد أبدى بعض الإداريين تخوّفهم من أن برنامجاً رسمياً لتوظيف الموظفين الأزواج سيرفع من توقعات الأزواج المرافقين فقط؛ ليُحطوا عندما لا توجد أماكن شاغرة. ومع ذلك، فنحن نجد أن أعضاء هيئة التدريس المحتملين يقدرّون شفافية الإجراءات. إن ارتباط الأزواج الموظفين ليس ببدعة زائلة، ويجب أن تكون مخاطبة هذه الحاجة جزءاً جوهرياً من جامعات المستقبل، إذا كنا نرغب في اجتذاب الأفضل والأذكى؛ والبقاء عليه. ■

ماري آن هولمز: هي أستاذة علوم الأرض والغلاف الجوي بجامعة نبراسكا لينكولن، ومدير أدفانس - نبراسكا ADVANCE-Nebraska.

أثناء عملية التفاوض والتوظيف، فيتم تعريف المرشحين الأولين بالبرنامج، فور اختيارهم بالقائمة النهائية للمرشحين، ولكن قبل مقابلتهم شخصياً، ويتم سؤالهم إذا كان لديهم زوج مؤهل لملء وظيفة بهيئة التدريس؛ فيكون عليه إرسال خطاب يعبّر عن رغبته في العمل، وسيرة ذاتية، وبيان بالأبحاث وبرغبات التدريس إلى مكتب برنامج أدفانس ADVANCE؛ فيقوم مدير البرنامج بإبلاغ رئيس القسم المناسب وعميد الكلية التي يُحتمل تعيين الزوج الموظف للعمل بها.



وتوفر هذه المبادرة مجالاً آمناً للمرشح؛ ليكشف فيه عن حالته الاجتماعية، دون أن يكون ذلك عاملاً مؤثراً في المداولات الخاصة بتعيينه، بالإضافة إلى توفير مكتب متابع ينه كل الأطراف. ويمنح هذا الوقت الإضافي الفرصة للجامعة، كي تستقدم الشريك إلى حرم الجامعة؛ لإجراء مقابلة شخصية فور تحديد عرض للمرشح الأول. ولا يتم إبلاغ لجنة البحث الأصلية بتلك المعلومات، حتى لا تضع الحالة الاجتماعية للمرشح ضمن معايير الاختيار. وفي النهاية يكون من الصعب مقاومة التفكير في أن وجود شريك مرافق سيؤثر على احتمالية قبول المرشح للعرض، ولكنه بالطبع لا توجد علاقة لحالة المرشح الاجتماعية بأهليته للعمل بوظيفة ما.

أوروبا زيادة الاستثمارات

إن الاستثمارات الأوروبية في البحث والتطوير أخذت في الارتفاع، وفق مسح الاتحاد الأوروبي لاجتاهات الاستثمارات التجارية للبحث والتطوير لعام 2012، وهو تقرير نشرته المفوضية الأوروبية في 20 أغسطس 2012. ويتنبأ المسح - الذي غطى 1000 شركة كبيرة من كل القطاعات - بزيادة في البحث والتطوير، تصل إلى 4% سنوياً حتى عام 2014. وتتنبأ شركات الكيماويات بزيادة قدرها 5,5%، ويتنبأ منتجوا الغاز والنفط بزيادة قدرها 4,6%. ويقول ألكسندر توبكي، بمعهد الدراسات التكنولوجية المستقبلية بإشبيلية بإسبانيا، وكتب التقرير المشارك: «تصل تكاليف التوظيف إلى أكثر من نصف التكاليف الكلية للبحث والتطوير، وبالتالي لا بد أن يُترجم جزء غير بسيط من الزيادات في البحث والتطوير إلى عمالة جديدة». ويشير توبكي إلى أنه من الأرجح أن أي توظيف للباحثين ناتج عن ذلك سيكون في الدول ذات العمالة منخفضة التكاليف، مثل الصين، والهند.

التعليم

المدرسون يفتقدون الموارد

يشير تقرير نشرته مؤسسة «أغلبية هيئة التدريس الجديدة» بأوروبا أوهايو في يوم 23 أغسطس 2012 إلى أن أعضاء هيئة التدريس بالمؤسسات الأكاديمية بالولايات المتحدة، الذين يعملون دوماً كلياً وجزئياً، وغير المثبتين، يواجهون تحديات تنتقص من عملهم، وتؤثر سلباً على طلابهم، فقد وجد مسح لـ 1000 من أعضاء هيئة التدريس المحتملين أنهم عادة لا يكونون على علم بالفصل الذي سيقومون بتدريسه، إلا قبلها بأيام قليلة، وأن معظمهم ليس لديهم فرصة للحصول على مكتب أو معمل، أو تليفونات، أو حاسبات آلية. ويدعي التقرير أن هذه الممارسات تقوض الخبرات التعليمية للطلاب. كما تضيف ماريا مايسو المدير التنفيذي للمؤسسة أن الغموض وعدم وجود مساحة مكتبية تعوق كذلك تطور علاقات الإرشاد والتوجيه بين الطلاب ومعلميهم.

ريادة الأعمال

نصائح للأشخاص الواقعيين تحت الرعاية

تذكر دراسة قائمة على مسح لحوالي 400 شخص يقعون تحت الرعاية (E. St-Jean Int. J. Training; 2012; 16, 200-Dev.) أنه للارتفاع من الموجهين، على رواد الأعمال المبتدئين أن يتسما بالأمانة في التعامل مع ناصحيهم بخصوص القضايا التجارية، مثل حركة النقد، وأن يبحثوا عن مرشدين يتحلون بنفس القيم والاهتمامات، وأن يزيدوا الثقة من خلال اجتماعات منتظمة. ويقول الكاتب إتيان سان جون - الذي يدرس إدارة أعمال بجامعة كيبك بتروا ريفير بكندا - إنه يمكن للمتعهدين اكتساب معرفة ومهارات إدارية، وتحسين رؤاهم لشركاتهم، من خلال تحقيق علاقة طيبة مع مرشديهم.

نقطة تحوّل

سوهيني راماتشاندران



سوهيني راماتشاندران مختصة في علم الجينات السكاني بجامعة براون بمدينة بروكفيلد، ولاية رود آيلاند. حصلت على جائزتين رفيعتي المستوى هذا العام. ففي يونيو حازت على لقب «باحثة يوب» في العلوم الطبية- البيولوجية من قبل مؤسسة يوب الخيرية، المتمركزة في فيلادلفيا، ولاية بنسلفانيا. وفي فبراير، حصلت على منحة أبحاث من مؤسسة ألفرد بي. سلون من نيويورك. تخطط سوهيني لاستثمار هذه المنح لتحقيق التميز في مجال تخصصها، الذي يُعد مجالاً علمياً سريع التقدم.

كيف أدركتِ رغبتك بدمج علمي الرياضيات والأحياء؟

بدأ الأمر في المرحلة الثانوية، عندما أتاح لي ماركوس فيلدمان، عالم أحياء من جامعة ستانفورد في كاليفورنيا، فرصة لأنفذ مشروعاً في مُختبره حتى أتُحق برنامج يُعرف اليوم بـ «Intel Science Talent Search» وهو عبارة عن مسابقة في مجال الأبحاث في مرحلة ما قبل دخول الجامعة. عندها بحثت موضوع التنوع الوراثي لنبتة «أرابيدوبسيس ثاليانا - Arabidopsis thaliana»، وهي نبتة بمثابة «فأر مختبر»، وخلصت في نتائج بحثي إلى أن هذه النبتة انتقلت إلى الأمريكتين قبل 30,000 عام، وفي نفس الوقت الذي انتقل فيه البشر إليهما. حصلت على المرتبة الرابعة في هذه المسابقة. لاحقاً، كطالبة في المرحلة الجامعية الأولى، في علوم الحوسبة بجامعة ستانفورد، حضرت ذات مرة محاضرة لفيلدمان، قدّر فيها عدد الإنث الافتراضي المفقود من مجمل تعداد سكان الصين، كنتيجة لقانون الطفل الواحد. لاحظت عندها كم من الرائع أن نستخدم علم الرياضيات لتعلم الكثير عن السلوكيات الإنسانية. ومنذ ذلك الحين، استعنت بعلم الجينات لدراسة موضوعات كثيرة، بدءاً من دراسة الأنماط التاريخية للهجرات الإنسانية، وحتى معرفة فيما إذا كان التنوع الجيني مسؤولاً عن الاختلافات في النتائج التي نحصل عليها في علاج أمراض السرطان.

ماذا كان أول قرار مهنيّ صعب واجهته؟

كان ذلك قراراً يتعلق بشأن بقائي في جامعة ستانفورد لإجراء بحث الدكتوراه. نصحتني الجميع بأن أعاد للدراسة في مكان آخر، ليتسنى لي اكتساب منظور أوسع، ولكنني بقيت في ستانفورد وأصبح فيلدمان أستاذي المشرف على أطروحتي للدكتوراه. أردت أن أبقى معه بحكم تاريخه في إرشاد الطلاب الذين حصلوا لاحقاً على وظائف في مجال التدريس واستطاعوا إحداث تأثير في مجال تخصصاتهم.

كيف بدأت العمل في جامعة براون؟

لقد كنت محظوظة في الحصول على عدد من العروض، لكن زوجي كان بحاجة للحصول على عرض لوظيفة أكاديمية في مكان قريب مني، وهذا أمر يتطلب الكثير من الوقت لتدبيره. لقد وجدت أن مشكلة تدبير العمل الأكاديمي للأزواج الباحثين عن عمل أصبحت منتشرة، بحيث أصبح المُدبرون يتوقعونها. في الواقع زوجي مؤرخ، وبراون قدمت لنا أفضل العروض، ألا وهي وظيفة مؤقتة لعدة سنوات. ومنذ أن التقينا، أنا وزوجي، عشنا

في ولايات مختلفة، ولذا.. كان من المهم بالنسبة لكننا أن نعمل في نفس المؤسسة للمرة الأولى.

ما هي التحديات المهنية الحالية التي تواجهينها؟

أهمّ التحديات هي كوني عضواً مبتدئاً في كلية علم الجينومات البشرية السكاني. فهذا التخصص أصبح أكثر تنافسية من ذي قبل. وكافة المعطيات تصل من مجموعات علمية ضخمة، مثل مجموعة مشروع الألف جينوم «1000 Genomes Project Consortium». قد يواجه المبتدئون صعوبات في الانضمام لمثل هذه المجموعات. ففي السابق، لطالما عملت في أبحاثي على المعطيات المتوفرة من مصادر عمومية. أعتقد أن أهم تغيير على برنامجي البحثي، هو محاولة التنوع في عملي عبر إنشاء معطيات وأساليب تحليل جديدة للجينوم الكامل والإكسوم. ولحسن الحظ أن منحتي التمويل اللتين حصلت عليهما مؤخراً تقدمان لي الكثير من العون، إذ إن هذا العمل مُكلف جداً، كما إن التعاون مع جهات أخرى، هو بمثابة أفق جديد بالنسبة لي، إلا أنني أجد زملاء في براون - من مختصي الأثرولوجيا، وحتى الأطباء السريريين - يمتلكون قواعد بيانات فريدة، بحيث يكون بإمكانني استخدامها لتطبيق أساليب البحثية عليها.

هل هناك في الوسط الأكاديمي نساء كنّ لك قدوة؟

نعم والدتي وأختي. فوالديّ مختصان في علم الإحصاء بجامعة ولاية كاليفورنيا في سكرمنتو، وأختي الأكبر مختصة في علم الأمراض بجامعة كاليفورنيا، في سان فرانسيسكو. لقد كان لهم تأثير كبير عليّ في مرحلة النمو وفي بداية دراسة الرياضيات التطبيقية. لذلك، لم أفكر بالفروق بين الجنسين كعائق أو بحقيقة أن هنالك عدد قليل من النساء حصرنّ الدروس التي كنت أذهب إليها.

هل تنظر إليك الفتيات الشابات كمرشدة؟

أحصل على كثير من اهتمام النساء ومن الطلاب القادمين من دول أخرى، وأقوم بإرشاد عدد من النساء اللواتي يدرسن في المرحلة الجامعية الأولى. أدرك صعوبة تبيّن مسار مهنيّ، دون البحث عن وجود قدوة، ولذا.. يسرّي أن أكون قدوةً لشخص ما. فالإرشاد من أهم الأسباب التي تدفعني لأصبح أستاذة، ولما أخطط له في المستقبل. ■

أجرت معها الحوار: فيرجينيا جيون

النمو

المذاق المر للنجاح

ويليام ميكل

أصبح تغيير المناخ موضع نقاش في 24 يونيو 2026. لقد أصبحت الشمس معتمدة في وقت مبكر من صباح ذلك اليوم، ولم تسترد عافيتها أبدًا. بعد شهر واحد في هذه العتمة، كان كل شيء شديد الإنباء بوضوح بأن هناك مشكلة ما واقعية جدًا قادمة. سوف تفشل المحاصيل في

جميع أنحاء نصف الكرة الشمالي، وقد أخبرتنا وكالة «ناسا» أنه لن يكون هناك أي تحسن في أي وقت قريب. هذا هو المكان الذي جئت فيه.

كنت قد قضيت الـ 20 عامًا الماضية في مختبرات متواضعة، أحاول أن أصل بمواد غذائية زهيدة السعر إلى الكمال. كان تركيزي ينصب على شيء يمكن أن يقدم إلى البعثات التي تقضي فترة طويلة في أعماق الفضاء. وقد نجحت - إلى حد بعيد - بنوع من الفطريات المعدلة وراثيًا التي قمت بتطويرها، والتي تنمو في الظلام، وكانت غزيرة الإنتاج بشكل مذهل. كان هناك شخص ما في وكالة «ناسا» قد وصل إليه علمٌ بذلك؛ فقام بوضع حساباته، وفجأة أُلقيت عليّ

الأموال، والموارد، والتقنيات المخترية. لقد أصبحت وظيفتي هي إنقاذ العالم.

إنني لست بحاجة إلى أن أذكركم بما كان عليه الشتاء الأول. لقد كنت محميًا من الأسوأ، بواسطة الأمن الخاص بي الذي حصلت عليه مؤخرًا، وهو ما يعني أنني كنت متدفئًا، وشبعانًا، وأمّنًا، وهي الأمور الثلاثة التي أصبحت من ذكريات الماضي البعيد بالنسبة للكثيرين في هذا الفصل. ولأن الأمور في العالم بأسره قد ازدادت سوءًا، فقد أخذت أتجاهل نشرات الأخبار، وأغرقت نفسي في عمل المختبر الممل. حاول الرجال الذين يلبسون السترات - وبنبرات حادة على نحو متزايد - أن يستعجلوني، وجرت محاولات للترغيب بالرشوة، وأخرى للتهيب بمضايقتي عن طريق تقليل المصروفات، لكي أجعل المنتج جاهزًا للإنتاج في أسرع وقت ممكن.

ولم يكن أي إكراه هو الذي دفعني في النهاية إلى إطلاق العينات للمجتمع الأوسع نطاقًا، ولكن ما دفعني إلى ذلك هو الصور التي لم يعد بإمكانني أن أتجنبها أكثر من ذلك.. لأعمال شغب في شوارع المدن، ولغابات الأمازون وغينيا الجديدة المتعفة في الظلام، ولحشود من الناس تحرك مثل الحيوانات البرية المهاجرة. لقد كانت مهمتي أن أنقذ العالم من هذه المشكلة الخطيرة. ولذلك.. فقد حاولت.

لقد نجحت تقريبًا لبعض الوقت. لقد أطلقت سراح

فطر البوليط *Boletus edulis Watsonii*؛ ليتم إنتاجه في مختبرات في جميع أنحاء العالم. وقد سارعوا بدورهم في بدء الإنتاج. وسرعان ما كانت هناك مصانع في جميع أنحاء الكوكب، مخصصة فقط لنمو وتوزيع الفطر الجديد الخاص بي. في الصيف الأول بعد العتمة، تمكّن اكتشافي من الحفاظ على نسبة من السكان على قيد الحياة، ولكن هناك آخرون لم يكونوا



محظوظين مثلهم. فقد اندلعت الحروب في معظم أنحاء أفريقيا والشرق الأوسط، وضرب طاعون جديد أمريكا الجنوبية، وقد قُدر أن أكثر من مليار شخص لقوا حتفهم في العام التالي لإظلام الشمس، ولكن فطر البوليط الذي ابتكرته أعطى الناجين أملًا.. ربما لم يكن له مذاق جيد بشكل كبير، ولكنه كان وثيرًا، وكان يملأ البطون الفارغة بشكل جيد، بما فيه الكفاية. ولفترة من الوقت، بدأت حكومات الدول الصناعية تفكر في أن الأمور لديها كانت تحت السيطرة نوعًا ما. إلى أن يتم الهروب.

لن يتكشف أحدٌ أبدًا أين ومتى حدث ذلك. ونظرًا إلى انشغالنا بالكارثة، فقد ظننت أنه لن يكون هناك أي مصدر للانتشار الويائي. وعلى الرغم من ذلك.. فقد حدث، حيث هرب فطر البوليط أولاً في طور الجراثيم إلى البيئة الأوسع. وقد اكتشف بسرعة أنه أحب ما وجدته هناك.. حيث إن البيئة المظلمة، والرطوبة، الجديدة تحت الشمس المعتمدة أثبتت أنها تمثل ظروفًا مثالية لنموه، ولم يكن هناك أي نقص في النباتات المتعفة للفطر ليتغذى عليها. وبحلول الشتاء الثاني بعد العتمة، كان فطر البوليط الذي أطلقته في طريقه ليصبح هو الشكل السائد للنباتات على الكوكب.

NATURE.COM
تابع المستقبلات على
الفييس بوك:
[go.nature.com/mtoodm](https://www.go.nature.com/mtoodm)

وحتى ذلك الحين، لم تكن القوى العظمى قلقة بشكل غير مبرر. لم تكن

قلقة بشأن انتشار الفطر. لقد كانت لديهم شواغل أخرى عند هذا الوقت، حيث حاولت أعداد من السكان الانتقال إلى خط الاستواء؛ للاستفادة من الطقس الأكثر دفئًا بشكل طفيف هناك. وأعقب ذلك المزيد من الحروب، كما يفعلون في العادة. وكل ما تمكّن من فعله هو وضع المزيد من الرماد، والدخان، والجسيمات في الغلاف الجوي، مما يضمن أن التبريد سيتم بشكل أسرع.

في منتصف الشتاء الثاني بعد العتمة، كان أي شيء لم يكن مغطى بالثلج يتم التهامه بواسطة البوليط. وعندها فقط، أصبحت الآثار الكاملة للسرعة في إطلاقه واضحة. لقد اكتشف الفطر أنه لا يحب النباتات المتعفة فحسب، بل أيضًا يمكنه أن ينمو كذلك على أي مادة عضوية، ومن خلالها.

رأيت الصور الأولى الآتية: كانت هناك كومة من الجثث في ساحة مدينة فارغة. تم تكبير الكاميرا؛ لإظهار انتشار الفطر في شبكة عنكبوتية كبيرة بيضاء على كل المناطق المعرضة من اللحم. وأظهر جزء الوقت الفاصل بين اللقطات الأجسام المثمرة تنتشر مبلة من الأدرع، والسيقان، والوجوه؛ لتنتشر مظللتها عاليًا. أتى نسيم، وامتلاً المنظر بمسحوق ناعم، وتفرقت الجراثيم بسرعة، حيث ذهبت تبحث عن أرضيات طازجة للتغذية.

لقد كنت في السجن منذ ذلك الحين، في انتظار المحاكمة، متهماً بارتكاب جرائم ضد الإنسانية. وأي أخبار كانت في متناول يدي كانت تأتي عن طريق السجانين، ولكنهم يتحدثون عن كوكب في طريقه إلى التعفن، بسبب عدوى فطر متفش يقاوم جميع المضادات الحيوية، ولديه مناعة ضد كل العلاجات المعروفة.

إنهم يقولون إنني سوف أموت بسبب ما قمت به، ولكنني أعلم أنني بالفعل سأموت، حيث وجدت اليوم جسمًا صغيرًا مثيرًا، ولكنه كان مكويًا بشكل ممتاز بين أصابع قدمي. إنها فقط مسألة وقت. لقد سمحوا لي بنظرة واحدة أخيرة من النافذة. إن سجنى مرتفع فوق ما كان يُعرف بمانهاتن. إنها الآن حقل جميل من مظللات البوليط، تتمايل مع الريح، وتمتد بقدر ما تستطيع أن تراه العين. يمكنني أن أموت سعيدًا. ربما لم أنقذ الجنس البشري.. ولكن يبدو أنني قد أنقذت الكوكب. ■

ويليام ميكل: هو كاتب اسكتلندي، مقيم في كندا، له 10 روايات نُشرت في الصحافة الأدبية، وأكثر من 200 قصة قصيرة منتشرة في 13 بلدًا.

nature podcast

العِلْمُ ... حَيْثُمَا كُنْتَ.



nature.com/nature/podcast

nature publishing group 

naturejobs.com

كُنْ شَرِيكًا لَنَا فِي النُّمُوِّ وَالازْدِهَارِ

تَمَلُّنَا عَلَى مَدَى السَّنَوَاتِ الْاِثْنَتَيْ عَشْرَةَ الْآخِرَةِ بِجِدِّ وَاجْتِهَادٍ؛
لِصِيَاغَةِ naturejobs.com؛ لِیُصْبِحَ أَفْضَلَ مَصْدَرٍ لِتَوْطِيفِ الْعُلَمَاءِ،
وَيَقْبَلُ مَسَاعِدَتِكَ.. أَصْبَحَ لَدَيْنَا أَكْبَرُ مَوْقِعِ تَوْطِيفٍ، مُخَصَّصٍ
لِلْأَوْسَاطِ الْعِلْمِيَّةِ فِي جَمِيعِ أَنْحَاءِ الْعَالَمِ.

لِذَا.. نَحْنُ مُتَّخَمِّسُونَ لِإِعْلَامِكُمْ بِالْمَوْقِعِ الْجَدِيدِ لـ naturejobs.com
الَّذِي تَمَّ تَطْوِيرُهُ وَتَحْسِينُ أَدَائِهِ الْوِظِيفِيِّ؛ لِیَمَكِّنَكُم مِّنْ بَحْثِ وَحِفْظِ
الْوِظَائِفِ، وَتَقْدِيمِ طَلَبِ عَمَلٍ بِسَهُولَةٍ، وَبِسُرْعَةٍ أَكْبَرَ.

- ✓ تَمَّ تَحْسِينُ طَرِيقَةِ الْبَحْثِ؛ لِتَسْهِيلِ الْعَثُورِ عَلَى وَظَائِفِ.
- ✓ یَمْکِنُكَ أَنْ تَحْفَظَ تَنْبِیْهَاتِ وَجُودِ الْوِظَائِفِ الْخَالِيَةِ بِسُرْعَةٍ.
- ✓ یَمْکِنُكَ تَقْدِيمِ الطَّلَبِ الْوِظِيفِيِّ بِوَتِيرَةٍ أَسْرَعَ بِوِاسِطَةِ خِدْمَةِ
تَحْمِيلِ السَّيْرَةِ الذَّائِتِيَّةِ الْمْتَمِيزَةِ.

هَلْ أَنْتَ مُسْتَعِدٌّ؟ اِبْحَثْ إِذَا ضَمَّنَ أَكْثَرَ مِنْ 10,000 وَظِيفَةٍ؛ لِلْعَثُورِ عَلَى الْوِظِيفَةِ الْمُنَاسِبَةِ لَكَ عَبْرَ الرَّابِطِ التَّالِي:

www.naturejobs.com

Follow us on:



nature publishing group 