شبكة
ليلاس
الثقافية
** معرفتي **
www.liilas.com/vb3

www.liilas.com/vb3 * me3refaty**

المجلد 25 ـ العددان 4/3
مارس / إبريل 2009

مجلة العلوم

الترجمة العربية لمجلة ساينتفيك أمريكان
تصدر شهرياً في دولة الكويت عن
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

SCIENTIFIC AMERICAN
March / April 2009

إحراز تقدم مهم
في مواجهة سرطان الثدي

لماذا يثق الناس بمجهولين؟

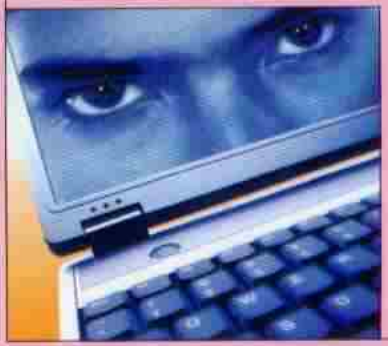
ولادة محيط جديد

* me3refaty *
www.liilas.com/vb3

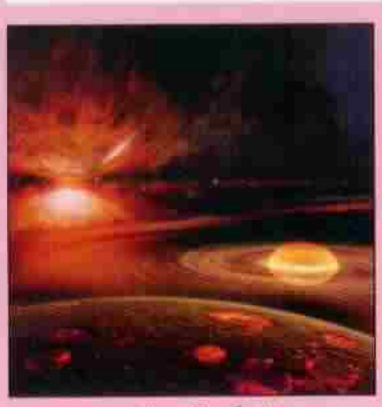
العدد 252/251 ـ السعر: 1.500 دينار كويتي

مواجهة
أزمة المياه العذبة في العالم

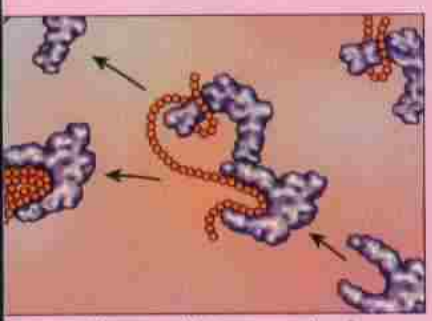
تقرير خاص: الإنترنت ومستقبل الخصوصية



- عالم تنصّت جديد جريء
- عُلامة تعرّف الأشياء بالتردد الراديوي
- ما بعد تعرّف البصمات
- أهي نهاية الخصوصية؟



تكوّن الكواكب



أدوار جديدة للبروتينات
الواقية من الصدمة
الحرارية في الخلايا

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

جائزة الكويت لعام 2009

دعوة للترشيح

تمشيًا مع أهداف **مؤسسة الكويت للتقدم العلمي**، وتحقيقًا لأغراضها في دعم الإنتاج العلمي وتشجيع العلماء والباحثين، تقوم المؤسسة بتخصيص جوائز في مجالات العلوم والآداب والفنون والتراث، وذلك وفق برامجها السنوية. وتسجل المؤسسة من خلال هذه الجوائز اعترافها بالإنجازات الفكرية المتميزة التي تخدم التقدم العلمي، وتفتح الطريق أمام الجهود المبذولة لرفع المستوى الحضاري في مختلف الميادين.

وموضوعات جائزة الكويت لعام 2009 هي في المجالات الخمسة الآتية:

* **العلوم الأساسية:**	*الفيزياء*	*Physics*
* **العلوم التطبيقية:**	*الأمراض السرطانية*	*Cancer Diseases*
* **العلوم الاقتصادية والاجتماعية:**	*برامج الخصخصة وأثرها على التنمية في الوطن العربي*	*Privatization Programs and their Effects on Development in the Arab World*
* **الفنون والآداب:**	*دراسات في أدب الأطفال*	*Studies in Children Literature*
* **التراث العلمي العربي والإسلامي:**	*الخطط والتسجيل الطبوغرافي للمدن*	*City Planning and Topography*

تُخصص المؤسسة سنويا لكل مجال من هذه المجالات جائزتين مقدار كل منهما 30 000 د.ك. (ثلاثون ألف دينار كويتي)، تمنح الأولى لواحد (أو أكثر) من أبناء دولة الكويت وتمنح الثانية لواحد (أو أكثر) من أبناء الدول العربية الأخرى. كما تقدم المؤسسة مع الجائزة النقدية ميدالية ذهبية ودرع المؤسسة وشهادة تقديرية تبين مميزات الإنتاج بصورة مختصرة.

ويتم منح جائزة الكويت وفق الشروط الآتية:

- أن يكون الإنتاج مبتكرا وذا أهمية بالغة بالنسبة إلى الحقل المقدم فيه ومنشورا خلال السنوات العشر الماضية.
- ألا يكون المرشح قد نال جائزة عن الإنتاج المقدم من أي جهة أخرى.
- تقبل المؤسسة طلبات المتقدمين وترشيحات الجامعات والهيئات العلمية، كما يحق للأفراد الحاصلين على هذه الجائزة ترشيح من يرونه مؤهلا لنيلها ولا تُقبل ترشيحات الهيئات السياسية.
- يتضمن الترشيح السجل العلمي للمرشح ونبذة مختصرة عن حياته وإنتاجه ومبررات ترشيحه لنيل الجائزة.
- لا يعاد الإنتاج المقدم إلى مرسله سواء فاز المرشح أو لم يفز.
- لا تقبل الاعتراضات على قرارات المؤسسة بشأن منح الجوائز.
- على الفائز أن يقدم محاضرة عن الإنتاج الذي نال عنه الجائزة.
- تقبل الترشيحات حتى 2009/10/31 مرفقة بأربع نسخ من الإنتاج المقدم.

ترسل الترشيحات والاستفسارات بشأن الجائزة إلى العنوان الآتي:

السيد مدير عام
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

ص.ب: 25263 الصفاة 13113 ـ دولة الكويت
فاكس: 2403891 (965+) ـ هاتف: 2429780 (965+) ـ البريد الإلكتروني: prize@kfas.org.kw

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

مجلة العلوم

الترجمة العربية لمجلة ساينتفيك أمريكان
تصدر شهرياً في دولة الكويت عن
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

المجلد 25 ـ العددان 4/3 (2009)

252/251

مراسلات التحرير توجه إلى : رئيس تحرير مجلة العلوم
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
شارع أحمد الجابر، الشرق ـ الكويت
ص.ب : 20856 الصفاة، الكويت 13069
العنوان الإلكتروني: oloom@kfas.org.kw ـ موقع الويب: www.kfas.org
هاتف : 22428186 (965+) ـ فاكس : 22403895 (965+)

الإعلانات في الوطن العربي يتفق عليها مع **قسم الإعلانات** بالمجلة.

Advertising correspondence from outside the Arab World *should be addressed to*
SCIENTIFIC AMERICAN 415, Madison Avenue, New York, NY 10017 - 1111
Or to *MAJALLAT AL-OLOOM, P.O. Box 20856 Safat, Kuwait 13069 - Fax. (+965) 22403895*

سعر العدد

الأردن	1.800	دينار	السودان	*	جنيه	الكويت	1.500	دينار	Britain	£	4
الإمارات	20	درهم	سوريا	100	ليرة	لبنان	*	ليرة	Cyprus	CI	2.5
البحرين	1.800	دينار	الصومال	*	شلن	ليبيا	*	دينار	France	€	6
تونس	2.5	دينار	العراق	ـ	ـ	مصر	7	جنيه	Greece	€	6
الجزائر	*	دينار	عُمان	2	ريال	المغرب	30	درهم	Italy	€	6
جيبوتي	*	فرنك	فلسطين	1.25	$	موريتانيا	*	أوقية	U.S.A.	$	6
السعودية	20	ريال	قطر	20	ريال	اليمن	250	ريال	Germany	€	6

[* ما يعادل بالعملة المحلية دولارا أمريكيا ونصف الدولار (USA $ 1.5)]

الاشتراكات

ترسل الطلبات إلى **قسم الاشتراكات** بالمجلة.

	بالدينار الكويتي	بالدولار الأمريكي
* للطلبة وللعاملين في سلك التدريس و/أو البحث العلمي	12	45
* للأفراد	16	56
* للمؤسسات	32	112

ملاحظة : تحول قيمة الاشتراك بشيك مسحوب على أحد البنوك في **دولة الكويت**.

مراكز توزيع *مجلة العلوم* في الأقطار العربية:

• الإمارات: شركة الإمارات للطباعة والنشر والتوزيع ـ أبوظبي/ دار الحكمة ـ دبي • البحرين: الشركة العربية للوكالات والتوزيع ـ المنامة • تونس: الشركة التونسية للصحافة ـ تونس • السعودية: نهامة للتوزيع ـ جدة ـ الرياض ـ الدمام • سوريا: المؤسسة العربية السورية لتوزيع المطبوعات ـ دمشق • عُمان: محلات الثلاث نجوم ـ مسقط • فلسطين: وكالة الشرق الأوسط للتوزيع ـ القدس • قطر: دار الثقافة للطباعة والصحافة والنشر والتوزيع ـ الدوحة • الكويت: الشركة المتحدة لتوزيع الصحف والمطبوعات ـ الكويت • لبنان: الشركة اللبنانية لتوزيع الصحف والمطبوعات ـ بيروت • مصر: الأهرام للتوزيع ـ القاهرة • المغرب: الشركة الشريفية للتوزيع والصحافة ـ الدار البيضاء • اليمن: الدار العربية للنشر والتوزيع ـ صنعاء.

يمكن تزويد المشتركين في **العلوم** بنسخة مجانية من **قرص CD** يتضمن خلاصات مقالات هذه المجلة منذ نشأتها عام 1986 والكلمات الدالة عليها. ولتشغيل هذا القرص في جهاز **مُدعم بالعربية**، يرجى اتباع الخطوات التالية:

1- أختر Settings من start ثم اختر Control Panel
2- أختر Regional and Language Options
3- اختر Arabic من قائمة Standards and formats ثم اضغط OK

بزيارة الموقع **www.kfas.org** يمكن الاطلاع على صفحة محتويات الإصدار الأخير لـ **العلوم** باللغتين العربية والإنكليزية، وعلى معلومات حول الاشتراكات في هذه المجلة.

الهيئة الاستشارية

علي عبدالله الشملان
رئيس الهيئة

عبدالله سليمان الفهيد
نائب رئيس الهيئة

عدنان الحموي
عضو الهيئة ـ رئيس التحرير

شارك في هذا العدد

خضر الأحمد
سعيد الأسعد
محمد حسن حتاحت
ابتسام حمد
عدنان الحموي
جان خوري
محمد دبس
محمد الدنيا
محمد عبدالحميد شاهين
سمير شمعون
عبدالقادر عابد
فؤاد العجل
همام غصيب
أحمد الكفراوي
بسام معصراني
حاتم النجدي
علي ياغي

حقوق الطبع والنشر محفوظة لـ**مؤسسة الكويت للتقدم العلمي**، ويسمح باستعمال ما يرد في **مجلة العلوم** شريطة الإشارة إلى مصدره في هذه المجلة.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

المقالات

ترجمة و مراجعة

4

علم الفلك

تكوّن الكواكب

<C .N .D لن>

خضر الأحمد ـ همام غصيب

ظل النظريّون طويلا يتصوّرون أنّ تكوّنَ المنظومة الشمسية الفتيّة سيرورةٌ رائقة تسير بخطى متعاقبة بانتظام، يكون فيها الظهور النهائي للكواكب نتيجةً محتومة. بَيْدَ أن آخر الدّلائل ـ ومن ضمنها أرصاد العوالم التي تدور حول نجوم أخرى ـ تمثل حُجّةً بأنّ تكون الكواكب عمليّة شواشيّة على نحو مذهل.

14

بيئة

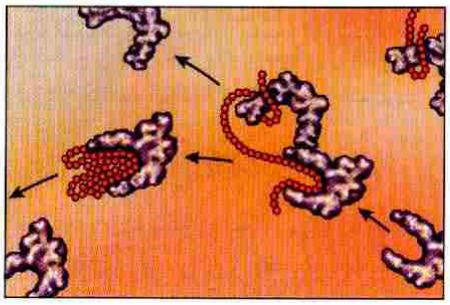
مواجهة أزمة المياه العذبة في العالم

<P. روجرز>

جان خوري ـ فؤاد العجل & التحرير

مع التزايد السريع للطلب على المياه العذبة، يصبح المخزون المائي على الكرة الأرضية غير مستقر. ولتجنب أزمة مائية عالمية ثمة تقانات متاحة يجب تطبيقها فورا.

22



طب

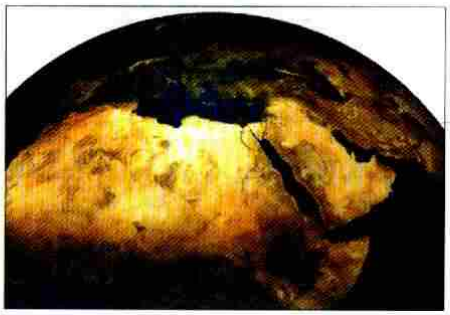
أدوار جديدة للبروتينات الواقية من الصدمة الحرارية في الخلايا

<P. K .سريفاستافا>

محمد حسن حتاحت ـ محمد عبدالحميد شاهين

قد تصبح بروتينات الصدمة الحرارية HSPs التي تحمي الخلايا طبيعيا ضد الكرب (الإجهاد) حليفات علاجية بعد تعرّف أدوارها الجديدة المكتشفة في مجالي السرطان والمناعة.

28



علم الجيولوجيا

ولادة محيط جديد

عرض وتصوير <E. هادوك>

عبدالقادر عابد & التحرير ـ فؤاد العجل

من خلال هذه المقالة المصوَّرة، نشهد ولادة محيط في بقعة من أحر بقاع الأرض التي يصعب العيش فيها.

36

علم الدماغ

البيولوجيا العصبية للثقة

<P. زاك>

محمد الدنيا ـ ابتسام حمد & التحرير

لماذا يثق الإنسان بمجهولين؟ هناك جزيء معروف بأنه يطلق المخاض عند المرأة الحامل، «الأوسيتوسين»، قد يكون أساسيا للآليات الدماغية المتعلقة بالثقة.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

«*مجلة العلوم*» تصدر شهريًا في الكويت منذ عام 1986 عن «**مؤسسة الكويت للتقدم العلمي**» وهي مؤسسة أهلية ذات نفع عام، يرأس مجلس إدارتها صاحب السمو أمير دولة الكويت، وقد أنشئت عام 1976 بهدف المعاونة في التطور العلمي والحضاري في دولة الكويت والوطن العربي، وذلك من خلال دعم الأنشطة العلمية والاجتماعية والثقافية. «*مجلة العلوم*» هي في ثلاثة أرباع محتوياتها ترجمة لـ«*ساينتفيك أمريكان*» التي تعتبر من أهم المجلات العلمية في عالم اليوم. وتسعى هذه المجلة منذ نشأتها عام 1845 إلى تمكين القارئ، غير المتخصص من متابعة تطورات معارف عصره العلمية والتقانية، وتوفير معرفة شمولية للقارئ، المتخصص حول موضوع تخصصه. تصدر «*ساينتفيك أمريكان*» بثماني عشرة لغة عالمية، وتتميز بعرضها الشيق للمواد العلمية المتقدمة وباستخدامها القيم للصور والرسوم الملونة والجداول.

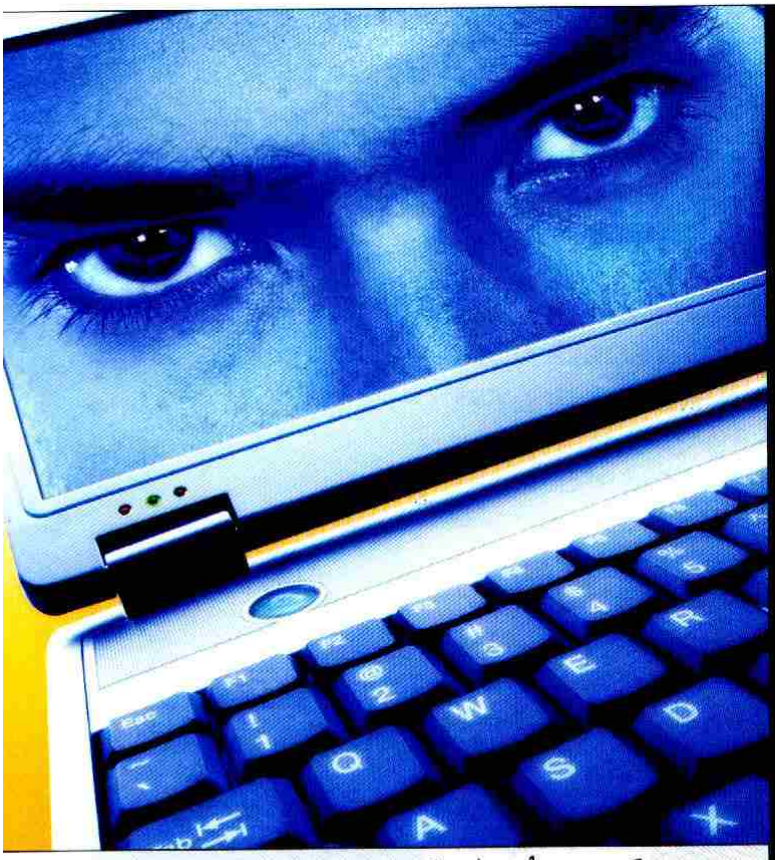
42 علم الدماغ

إحراز تقدم مهم في مواجهة سرطان الثدي

<J. F. إستيفا> ـ <N. G. هورتوباكي>

أحمد الكفراوي ـ سمير شمعون

إنّ العلاجات ذات الاستهداف المحدد والتي استُحدثت مؤخرا، تساعد الأطباء على تطبيق معالجات فعّالة، بحيث تتلاءم مع احتياجات كل مريضة على حدة.



تقرير خاص
مستقبل الخصوصية

50 استراق السمع على الإنترنت

عالم تنصت جديد جريء

<W. ديفي> ـ <S. لاندو>

مع انتقال بعض المحادثات الهاتفية إلى الإنترنت، فإن الحكومة تريد التنصت على هذه المحادثات.

58 شيبات تعريف

عُلامة تعرّف الأشياء بالتردّد الراديوي

<K. البريخت>

يرى بعض أنصار صون الخصوصية أن عُلامات تعرّف الأشياء عن طريق التردّد الراديوي تتسبّب لمن يحملونها في مخاطر أمنية جديدة، غالبًا غير مقصودة.

64 بيولوجيا إحصائية

ما بعد تعرّف البصمات

<A. K. جين> ـ <Sh. بانكانتي>

إن نظم الأمن القائمة على السمات الحيوية والسلوكية يمكنها توفير حماية من انتحال الشخصية أفضل من أية وسيلة حماية أخرى.

68 الطريق إلى الأمام

أهي نهاية الخصوصية؟

<D. J. سولوف>

على مواقع شبكة الويب الاجتماعية، يتشارك الشبان في أكثر تفاصيل الحياة الشخصية خصوصية، منذرين بإعادة ترتيب ما هو عمومي وما هو خصوصي.

ترجمة و مراجعة

سعيد الأسعد
عدنان الحموي
محمد دبس
بسام معصراني
حاتم النجدي
علي ياغي

74 **معرفة علمية**

التحول جارٍ إلى المصابيح المتفلورة المرتصّة.

76 **تنميات مستدامة**

يمكن القضاء فورا على أسوأ الأمراض الفتاكة بالبشر إذا وافرنا الموارد اللازمة.

77 **اسألوا أهل الخبرة**

- لماذا يصدر هاتفي الخلوي صريرا حين يكون بالقرب من حاسوبي؟
- كيف يعمل نظام البلوتوث؟

78 **أخبار علمية**

- على الطريق إلى الأخضر.
- عكس انزياح دوپلر.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

تكوّن الكواكب(*)

لقد تبيّن أنّ تكوّنَ الكواكب الذي ظلّ يُنظر إليه طويلا على أنّه سلسلة من العمليّات المنهجيّة التي تُفضي إلى نتيجة محتومة، هو عمليّة ***شواشيّة***(١) *بدرجة مذهلة.*

<لِن، C. N. D>

مَعَ أن الكواكب، بالمصطلحات الكونية، هي مجرد خُردة ـ غيْر جوهريّة في الحكاية المهيبة لتوسع السماوات ـ فإنها أعقد أنواع الأجسام في الكون وأكثرها تنوعا. فليس بمقدور أي أجسام سماوية أُخرى أن تتحمل مثل هذا التفاعل المعقد للسيرورات الفلكية والجيولوجية والكيميائية والبيولوجية. ولا تستطيع أيّ أمكنة أخرى في الكون أن تدعم وجود الحياة كما نعرفها. إن عوالم منظومتنا الشمسية هائلة التنوع؛ وهي بالكاد أعدّتنا لاكتشافات العَقْد الماضي، الذي عثر فيه الفلكيون على أكثر من 200 كوكب.

إن مجرّد التنوع في كتل هذه الأجسام وحجومها وبُناها ومداراتها، يتحدى مَنْ منا يحاول سبر أغوار أصولها. وحين كنت أُجري دراساتي العليا في سبعينات القرن الماضي، كنا نميل إلى النظر إلى تكوّن الكواكب بأنه سيرورة مرتبة جيدا وحتمية الحدوث: خط تجميع يُحيل أقراصًا غير منظّمة من الغاز والغبار إلى نسخ من منظومتنا الشمسية. أما الآن، فنحن ندرك أن هذه السيرورة شواشيّة، بنتائجَ تختلف من منظومة إلى أخرى. والعوالم التي تنشأ هي ما تبقّى إثر جَلَبة من آليّات متنافسة من البناء والهدم. فقد نُسف الكثير من هذه العوالم التي أصبحت وقودًا لنيران نجومها المولودة حديثا، أو قذف بها إلى الفضاء البينجمي. وربما كان لأرضنا أقرباء، فُقدوا زمنا طويلا، يتجوّلون عبر الفراغ البهيم.

تقبع دراسة تكوّن الكواكب عند تقاطع الفيزياء الفلكية والعلوم الكوكبية والميكانيك الإحصائي والديناميك اللاخطّي. وعمومًا، طوّر علماء الكواكب نظريتين رائدتيْن. فسيناريو التنامي المتتالي يذهب إلى أن الحبيبات الدقيقة من الغبار تتكتّل معا لتولد شذرات صُلبة من الصخور. وهذه إما أن تجذبَ إليها مقاديرَ هائلةً من الغاز لتصبح عمالقة غازية، مثل كوكب المشتري؛ أو أن لا تفعل ذلك، فتصبح كواكب صخرية، مثل الأرض. العيب الأساسي لهذا السيناريو هو أنه سيرورة بطيئة وأن الغاز قد يتبدد قبل أن يكتمل تجمعه.

أما السيناريو البديل، المسمّى **سيناريو عدم الاستقرار التثاقلي** gravitational-instability scenario، فينص على أن العمالقة الغازية تتخذ أشكالها في هبّة انفجاريّة مفاجئة تحدث خلال تفتت القرص الموجود أصلا، المكون من الغاز والغبار؛ وهذه سيرورة تتكرر، ولو بصورة مصغّرة، عند تكوّن النجوم. بَيْدَ أن هذه الفرضية تظل مثارا للخلاف، لأنها تفترض وجود ظروف تتسم بعدم استقرار شديد، وقد يتعذّر تحقيقها. يُضاف إلى ذلك أن الفلكيين وجدوا أن أثقل الكواكب وأخف النجوم منفصل بعضها عن بعض بـ«صحراء» تتضمن عددا قليلا جدًا من الأجسام المتوسطة الثقل. ويتطلب الانفصال أن لا تكون الكواكب مجرد نجوم صغيرة؛ بل أن يكون لها مصدر مختلف كليا.

ومَعَ أن الباحثين لم يحلوا هذا الخلاف فيما بينهم بعد، فإن معظمهم يعدّ سيناريو التنامي المتتالي هو أكثر الفرضيتيْن قبولا. وسأركز حديثي هنا على هذا السيناريو.

1. تنهار غيمة بيْنجميّة(**)

الزمن: 0 (نقطة البداية لسلسلة تكون الكواكب)

تنتمي منظومتنا الشمسية إلى مجرة مؤلفة من قرابة 100 بليون نجم تتخللها غيوم من الغاز والغبار، معظمها أنقاض أجيال سابقة من النجوم. ويعني «الغبار» في هذا السياق كسْرات ميكروسكوبية (مجهريّة) من جليد الماء والحديد وموادّ صُلبة أخرى تكثفت في الطبقات الخارجية الباردة للنجوم، ثم قذفت إلى الفضاء البينجمي. وحين تكون الغيوم باردة وكثيفة بقدر كاف، فمن الممكن أن تنهار بفعل قوة الثقالة لتكوّنَ عناقيدَ من النجوم. وهذه سيرورة تستغرق من 000 100 سنة إلى بضعة ملايين من السنين [انظر: «*الأيام المبكرة*

THE GENESIS OF PLANETS (*)
An Interstellar Cloud Collapses (**)
chaotic (١)

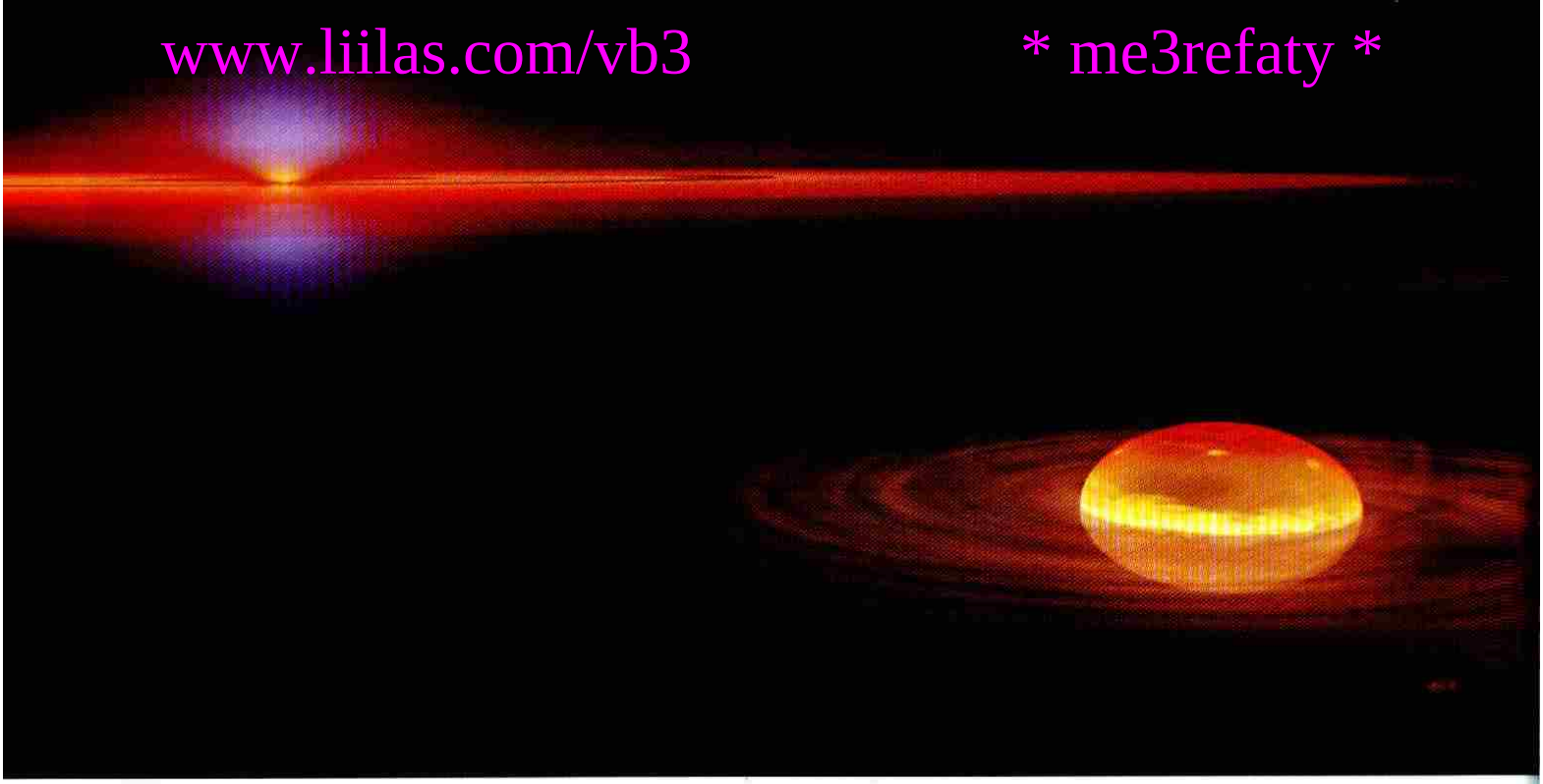
مفاهيم مفتاحية

- قبل عَقْد من الزمن ليس إلاّ، تعيّن على العلماء، الذين يدرسون كيف تتكوّن الكواكب، أن يبنوا نظريتهم على مثال وحيد، هو منظومتنا الشمسية. أما الآن، فلديهم عشرات من المنظومات الناضجة، وعشرات أخرى في حالة مخاض. ولا توجد اثنتان منها تشبه إحداهما الأخرى.
- الفكرة الأساسية وراء النظرية الرائدة في التكوّن الكوكبيّ ـ التي تنص على أن حبيبات دقيقة يلتصق بعضها ببعض وتنتزع غازًا ـ تُخفي مستويات كثيرة من التعقيد. فثمة تفاعل شواشيّ بين آليات متنافسة يؤدّي إلى تنوع هائل في النتائج.

محررو ساينتيفيك أمريكان

* me3refaty * www.liilas.com/vb3

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *



كوكب عملاق في مرحلة الطفولة ينتزع غازًا من القرص المحيط بنجم حديث الولادة.

في *حياة نجم*»، **العلوم**، العدد 12 (2000)، ص 26].

يحيط بكل نجم قرص دوّار من المواد التي خلفها الانهيار والتي تمثل القوام الأساسي للكواكب. وتحوي الأقراصُ المشكلة حديثًا الهيدروجين وغازَ الهيليوم في المقام الأول. وفي المناطق الداخلية الحارة والكثيفة لهذه الأقراص، تتبخر حبيبات الغبار؛ أما في المناطق الخارجية الباردة والرقيقة، فإن جسيمات الغبار تظل موجودة وتنمو مَعَ تكثُّف البخار عليها.

اكتشف الفلكيون كثيرًا من النجوم الفتية التي يحيط بها مثل هذه الأقراص. فالنجوم التي تقع أعمارها بين مليون وثلاثة ملايين سنة لها أقراص غنية بالغاز؛ في حين يوجد للنجوم التي تتجاوز أعمارها 10 ملايين سنة أقراص نحيلة فقيرة بالغاز، كوْن الغاز تبدّد عن طريق النجم المولود حديثًا أو عن طريق نجوم مجاورة ساطعة. ويحدد هذا الامتداد الزمني بدقة عهد تكوّن الكواكب. إن كتل العناصر الثقيلة في هذه الأقراص تُناهز كتل العناصر الثقيلة في كواكب المنظومة الشمسية؛ وهذا يوفّر دليلا قويا على أن الكواكب نتجت فعلا من هذه الأقراص.

نقطة النهاية: النجم المولود حديثًا مُحاط بغاز وحُبَيْبات غبار تناهز أقطارها 1 ميكرون [= 10^{-6}م].

2. يميّز القرص نفسه من غيره(*)

الزمن: مليون سنة تقريبا

تُحرّك حبيبات الغبار في القرص الذي نشأت عنه الكواكب بواسطة الغاز القريب منها؛ فتصطدم ببعضها، ملتصقةً معًا أحيانًا ومنفصلةً أحيانًا أُخرى. وتعترض الحبيبات الضوء النجمي وتعيد بثّ ضوء تحت أحمر ذي أطوال موجية أقصر؛ وهذا يضمن وصول الحرارة حتى إلى أحلك البقاع في القسم الداخلي من القرص. هذا، وإن درجة الحرارة والكثافة والضغط تتناقص عمومًا مَعَ الابتعاد عن النجم. وبسبب توازن الضغط والدوران والثقالة، فإن الغاز يدور حول النجم بسرعة أبطأ قليلا من سرعة جسم مستقل يقع على المسافة نفسها من النجم.

وهكذا، تميل حبيبات الغبار، التي تزيد أقطارها على بضعة مليمترات، إلى تجاوز سرعة الغاز؛ فتواجه ريحًا مقابلة تبطئ من سرعتها، وتجعلها تتجه نحو الداخل بحركة لولبية نحو النجم. وكلما كبر حجم الحبيبات، ازدادت سرعة حركتها اللولبية. أما القطَع التي قطرها قريب من المتر، فيمكن أن تقطعَ نصف المسافة التي تفصلها عن النجم في حدود ألف سنة.

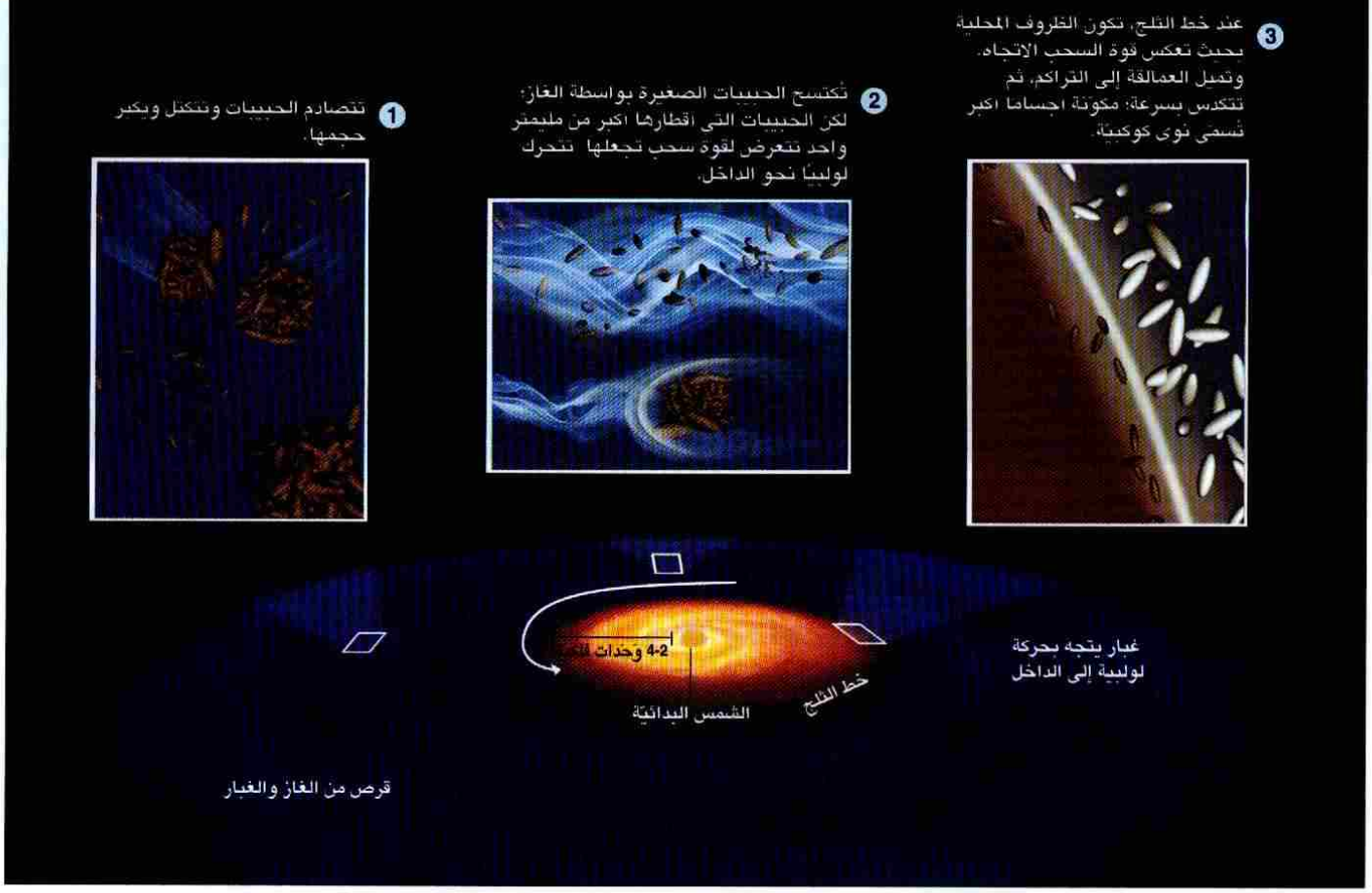
ومَعَ اقتراب الحبيبات من النجم تسخن هذه الحبيبات، وأخيرًا يتبخّر الماء وموادُّ أخرى نقطة غليانها منخفضة، وهي **الموادّ الطيّارة** volatiles. إن المنطقة التي يحدث فيها ذلك ـ المسمّاة «**خط الثلج**» snow line تقع على بُعْد يتراوح بيْن وحدتين وأربع وحدات فلكية عن النجم، وهي تقع في منظومتنا الشمسية بين مداري المرّيخ والمشتري. (نصف قطر مدار الأرض هو وحدة فلكية واحدة). ويقسم خط الثلج المنظومة الكوكبيّة إلى منطقة داخليّة شحيحة بالموادّ الطيّارة وملأى بأجسامٍ صخريّة؛ وأُخرى خارجيّة غنية بالموادّ الطيّارة وملأى بأجسامٍ جليديّة.

(*) The Disk Sorts Itself Out

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

تجمّعات من الغبار الكوْنيّ(*)

يوجد حتى لأعتى الكواكب أصول متواضعة، هي حبيبات من الغبار أقطارها قريبة من 1 ميكرون (رماد نجوم ماتت قبل زمن طويل)، مطمورة في قرص من الغاز يدور بحركة دوّاميّة. وتنخفض درجة حرارة القرص كلما ابتعد عن النجم المولود حديثًا، مكوّنًا «خط ثلج» يبقى الماء وراءه متجمّدًا. وفي منظومتنا الشمسيّة، يعين خط الثلج الحدود بين الكواكب الصخرية الداخلية والعمالقة الغازية الخارجية.



وعند خط الثلج نفسه، تميل جزيئات الماء إلى التراكم خلال لفظها الحبيبات. ويطلق تراكم الماء هذا سلسلة من التأثيرات. فهو يولد انقطاعًا في خصائص الغاز عند خط الثلج. وهذا يؤدي إلى انخفاض في الضغط هناك. ويُسرّع توازنُ القوى دورانَ الغاز حول النجم المركَزيّ. لذلك، فإن الحبيبات الموجودة قريبا منه لا تشعر بريح مقابلة، بل بريح تدفعها من الخلف؛ الأمر الذي يزيد من سرعتها ويوقف هجرتها نحو الداخل. ومع استمرار وصول الحبيبات من الأجزاء الخارجية من القرص، فإنها تتراكم عند خط الثلج. وهكذا يُصبح الخطّ فعليًا رُكامًا ثلجيًا.

وبعد حشر الحبيبات معا، تتصادم ويكبر حجمها. بعضها يخترق خط الثلج ويواصل هجرته نحو الداخل؛ لكنها تصبح، بالنتيجة، مغلّفة بثلج نصف ذائب وبجُزيْئات معقدة، وهذا يجعلها أكثر لزوجة. ويكون الغبار سميكًا في بعض المناطق إلى درجة تجعل الجذب التثاقلي الإجماليّ للحبيبات يُسرّع أيضًا في تكبير حجومها.

وبهذه الطرق، تجمع حبيبات الغبار نفسها في أجسام قطرها نحو كيلومتر تسمى **نَوَى كوكبيّة** planetesimals. وبحلول نهاية مرحلة التكون الكوكبي، تكون النوى الكوكبية قد اكتسحت الغبار الأصلي كله تقريبًا. ومن الصعب رؤية هذه النوى مباشرة؛ لكن الفلكيين قادرون على استنتاج وجودها استنادًا إلى الأنقاض التي تخلفها تصادماتها [انظر: «*الأعضاء المحتجبون في المنظومات الكوكبية*»، **العلوم**، العددان 9/8 (2004)، الصفحة 22].

3. تبزغ الأجنّة الكوكبية(**)

الزمن: مليون إلى عشرة ملايين سنة

إن تضاريس عُطارد والقمر و**الكويْكبات** asteroids، التي تسودها فوّهات، تترك قليلا من الشك في أن المنظومات الكوكبية الناشئة حديثًا هي أروقة للرمي.

(*) COSMIC DUST BUNNIES
(**) Planetary Embryos Germinate

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

فالتصادمات بين النوى الكوكبية إما أن تعزز حجومها أو تفتتها. والتوازن بين التنامي والتشظي يؤدي إلى توزيعٍ في حجومها، تكون فيه الأجسام الصغيرة مسؤولة عن معظم المساحة السطحية في المنظومة الناتجة، وتكون الأجسام الكبيرة مسؤولة عن معظم كتلته. وقد تكون المدارات إهليلجية في البداية؛ لكن سحب الغاز والتصادمات تميل مع الزمن إلى جعل المسارات حول النجم دائرية.

وفي البداية، يكون نمو الجسم مدعومًا ذاتيًا. وكلما كبرت النواة الكوكبية، ازدادت الثقالة التي تولّدها وتعاظمت السرعة التي تكتسح بها النوى الأقل كتلة. بَيْدَ أنه حين تبلغ الأجسام كتلا قريبة من كتلة قمرنا، فإنها تولد ثقالة قوية إلى درجة تمكنها من تحريك المادّة الصُّلبة المحيطة بها وتحريف مسارات معظمها قبل اصطدامها بتلك المادّة. وبهذه الطريقة، فإنها تحد من نموها. وهكذا، ينشأ ما يمكن تسميته **هيمنة القلّة**[1]؛ وهي مجموعة من الأجنة الكوكبية التي لها كتل متشابهة وتتنافس فيما بينها على النوى الكوكبية المتبقية.

ومنطقة تغذية كل جنين هي شريط ضيق متمركز في مداره. ويتوقف نموه فجأة حالما يلتهم معظم النوى الكوكبية المتبقية في المنطقة. وبعمليّة **هندسية**[2] بسيطة، نستنتجُ أن حجم المنطقة وأمد التغذية يتزايدان بتزايد البُعد عن النجم. وعلى مسافة وحدة فلكية واحدة، تبلغ الأجنة مرحلة الاستقرار عندما تُصبح كتلها عُشر كتلة أرضنا، وذلك بعد قرابة 100 000 سنة؛ وعلى مسافة 5 وحدات فلكية، تبلغ كتلها 4 أمثال كتلة الأرض بعد بضعة ملايين من السنين. ويمكن للأجنة أن تصبح أكبر من ذلك قرب خط الثلج؛ أو على حافات فجوات موجودة في القرص، حيث تميل النوى الكوكبية أيضًا إلى التراكم.

يملأ نمو **القلة المهيمنة**[3] من الأجنة الكوكبية المنظومة بفائض من الكواكب «الطامحة»، التي لن يحافظ على بقائه إلا بعض منها. وقد تبدو الكواكب في منظومتنا الشمسية متباعدة جدًا بعضها عن بعض؛ لكنها، في الحقيقة، قريبة قدر الإمكان بعضها من بعض. وإقحام كوكب آخر كتلته تعادل كتلة الأرض في الفضاء الحالي بين الكواكب الأرضية يقضي على استقرار هذه الكواكب كلها. ويصحّ هذا الكلام نفسه في منظومات معروفة أخرى. فإذا كان أمامك فنجان من القهوة مملوء حتى حافَته تمامًا، فبمقدورك الاستنتاج منطقيًا أن شخصًا ما ملأه قبلك ودلق بعض القهوة خارجه؛ فملء الفنجان تمامًا من دون إراقة نقطة منه يبدو أمرًا غير محتمل. وبالمثل، فربما تبتدئ المنظومات الكوكبية بقدر من المواد أكبر من القدر الذي انتهت إليه. فالأجسام تُقذف بعيدًا إلى أن تبلغ المنظومة وضعَ اتّزان. وقد رصد الفلكيون كواكب «تطفو» بحُرّيّة في عناقيدَ نجمية فتيّة.

بزوغ هيمنةِ القِلّة(*)

بلايين من النوى الكوكبية التي أطوال أقطارها قريبة من كيلومتر واحد تكوّنت خلال المرحلة 2، ثم تجمّعت في أجسام أقطارها تقع بين قطري القمر والأرض؛ وقد أُطلق عليها اسم الأجنّة embryos. هذه الأجنّة، التي عددها صغير نسبيًا، تسيطر على مناطقها المدارية؛ وتتنافس هذه القلّة المهيمنة من الأجنّة لامتلاك المواد المتبقية.

نوى كوكبية تتصادم ثم يلتصق بعضها ببعض.

بضعة أجسام تتعرض لنمو جامح، وتحدث اضطرابا في مدارات الأجسام الباقية.

تنفد المواد الخام في الأجنّة، فتتوقف عن النمو.

نقطة النهاية: «هيمنة القلّة»[1] لأجنّة كوكبية كتلها تقع بين كتلتي القمر والأرض.

4. يُولد عملاق غازي(**)

الزمن: من مليون إلى عشرة ملايين سنة

ربما كانت بداية المشتري بذرة حجمها قريب من حجم الأرض؛ ثم تراكم عليها ما يُناهز 300 كتلة أرضيّة من الغاز. وهذا النمو اللافت للانتباه يتوقّف

(*) THE RISE OF THE OLIGARCHS
(**) A Gas Giant Is Born
(١) "oligarchy"
(٢) geometric
(٣) Oligarchic

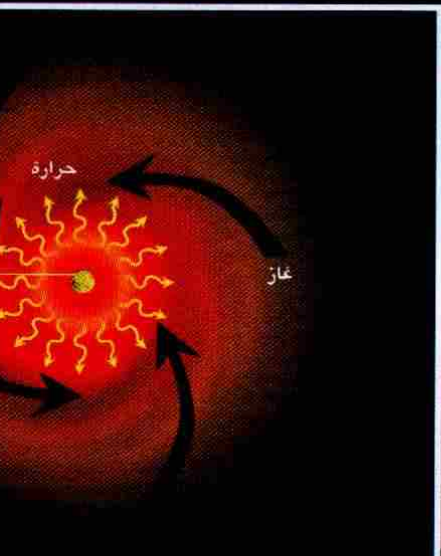
* me3refaty * www.liilas.com/vb3

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

وثبة عملاقة للجِنس الكوكبي(*)

إنّ تكوّن عملاق غازي، مثل المشتري، هو اللحظة الحاسمة في تاريخ منظومة كوكبية؛ فإذا تكوّن مثل هذا الكوكب، أعطى بقية المنظومة شكلا محددا. لكن كي يحدث هذا، يجب ان تراكم جنين غازا بسرعة أعلى من اندفاعه نحو الداخل بحركة لولبية.

إن ما يقاوم تكوّن الكوكب العملاق هو الموجات التي يطلقها في الغاز المحيط به. وتؤثر هذه الموجات بعزوم دورانية torques غير متوازنة على الكوكب؛ فتبطئ حركته وتقلصّ مداره.



تسحب ثقالة الكوكب[1] الغاز؛ لكن الغاز لا يستقر إلا بعد ان يبرد. وقد يتحرك الكوكب لولبيًا نحو النجم قبل أن يحدث ذلك. وربما ينجح تكوّن الكوكب العملاق في قلة من المنظومات.

هل كوكب المشتري مفهوم؟(**)

من بين جميع مراحل التكوّن الكوكبي، تظل ولادة أول عملاق غازي أقل هذه المراحل فهمًا، بمعنى من المعاني. أحد هذه الأسرار هو أن قلب المشتري صغير إلى درجة تجعلنا نقول إنه غير موجود؛ وكتلته أصغر بكثير من الكتلة الحرجة التي يظن الباحثون أنها ضرورية للسماح للغاز الساقط بأن يبرد ويستقرّ. وربما عملت آلية تبريد أُخرى، مثل تبدّد الحرارة، في قرص صغير جدًا محيط بالمشتري البدائي. والبديل لذلك أنْ يكونَ تدفق الغاز الداخلي قد حتّ القلب الأصلي للمشتري.

وثمة مشكلة أُخرى مفادها أنه، وفقا للحسابات النظرية، يجب أن يكون المشتري البدائي قد هاجر نحو الداخل بسرعة أعلى مما يمكنه من تجميع غاز. لا بد من أن يكون شيء ما أبطأ حركته، مثل التفاوتات في ضغط الغاز أو تدفقات الغاز أو الاضطراب أو التفاعلات التثاقلية بين الأجنّة.

على تأثيرات متنوعة ينافس بعضها بعضًا. فثقالة أحد الأجنة تسحب إليها غازًا من القرص؛ لكن هذا الغاز الوارد يحرر طاقة، ويجب أن يبرد إذا كان له أن يستقرّ على الجنين؛ ومن ثم، فإن معدل النمو محدود بفعالية التبريد. فإذا كان بطيئًا جدا، فقد يطلق النجم الغاز في القرص قبل أن تتاح الفرصة للجنين لتطوير غلاف جوّيّ سميك. إن عنق زجاجة الانتقال الحراري الرئيسيّ هو تدفّق الإشعاع عبر الطبقات الخارجية من الغلاف الجوّيّ الآخذ في الظهور، الذي يتحدد بدرجة لاشفافيّة الغاز (التي يحددها، في المقام الأول، تركيبُ هذا الغاز) و**بتدرجه الحراريّ** temperature gradient (الذي تحدده، بدرجة كبيرة، الكتلةُ الابتدائية للجنين).

لقد بينت النماذج المبكرة أنه لا بد للأجنة من كتلة حرجة تعادل قرابة عشرة أمثال كتلة الأرض، للسماح بحدوث انتقال حراري بسرعة مناسبة. ويمكن لمثل هذه الأجنة الكبيرة أن تنشأ قرب خط الثلج، حيث تكون الموادُّ قد تراكمت في وقت سابق. وهذا قد يكون السببَ في وقوع المشتري وراء خط الثلج مباشرة. ويمكن للأجنة أن تنشأ في بقاع أخرى إذا كان ما يحويه القرص من موادَّ أولية أكثرَ من المقادير التي كان يفترضها علماء الكواكب. وفي الحقيقة، فقد رصد الفلكيون الآن كثيرًا من النجوم أقراصها أكثف ببضع مرات من التقدير التقليدي لكثافة الأقراص؛ وفي هذه الحالة، لا يطرح الانتقال الحراري مشكلة تستعصي على الحل.

ثمة عامل آخر يعمل لغير مصلحة العمالقة الغازيّة، وهو أن الجنين ينزع إلى التوجه بحركة لولبية نحو النجم. وفي عملية تسمى **الهجرة من النمط I** type I migration، يُطلق الجنين موجة إلى القرص الغازيّ، تسحب بدوْرها مدار الجنين تثاقليا. ويتبع نمط الموجة الكوكب مثل الموجة التي يخلفها القارب وراءه في الماء. ويدور الغاز الموجود في الجانب الأبعد عن النجم بسرعة أبطأ من الجنين؛ فيعمل على إبطاء دورانه. وفي تلك الأثناء، يدور الغاز الموجود داخل المدار بسرعة أعلى؛ فيعمل على سحب الجنين إلى الأمام، مُسرِّعًا حركته. أما المنطقة الخارجية، فهي ـ لكونها أكبر ـ تربح في عمليةَ شد الجنين باتجاهيْن متعاكسيْن؛ فتجعل الجنين يفقد طاقة، ومن ثم يسقط نحو الداخل، قاطعًا بضعَ وحَدَات فلكية خلال مليون سنة. وتميل هذه الهجرة إلى التوقّف قرب خط الثلج، حيث تتحوّل الريح الغازيّة المعاكسة لاتجاه حركة الجنين إلى ريح غازيّة خلفيّة تُسرّع من حركة الجنين وتُوفّر تعزيزًا إضافيًا لمداره. وربما كان هذا سببًا آخر لوجود المشتري في مداره الحالي.

إن نمو الجنين وهجرته واستنزاف الغازات عمليات تحدث جميعًا بالمعدل نفسه تقريبًا؛ أما أيّة عمليّة تربح، فيتوقف هذا على الحظّ. وفي الحقيقة، فقد تستهل أجيالٌ عِدّة من الأجنة السيرورة،

(*) ONE GIANT LEAP FOR PLANETKIND
(**) DOES JUPITER MAKE SENSE?
(١) the planet's gravity

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

لتهاجرَ بعيدًا قبل التمكن من إكمالها. وفي أعقاب ذلك، فإنّ دفعات طازَجة من النوى الكوكبية الموجودة في المناطق الخارجية من القرص تتحرك نحو الداخل، وتكرر السيرورة إلى أن يتكون في النهاية بنجاح عملاق غازي؛ أو إنّ الغاز ينفد، وعندئذٍ لن يكون بالإمكان البتة تكوّن عملاق غازي. وقد عثَر الفلكيون على كواكب كتلها مماثلة لكتلة المشتري بنحو 10 في المئة فقط من النجوم الشبيهة بالشمس التي رصدوها. وقد تكون قلوب هذه الكواكب هي جميع ما تبقى من كثير من أجيال الأجنة [وكأنّها آخر من تبقّى من قبيلة الموهيكان، إحدى قبائل الهنود الحُمر].

ويتوقف التوازن بين السيرورات على ما وُهب للمنظومة أصلا من المادة. فقرابة ثلث عدد النجوم الغنية بالعناصر الثقيلة تدور حولها كواكب ذات كتل مشترية، ويفترض أن لهذه النجوم أقراصًا أكثف أدت إلى نشوء أجنة أكبر يمكنها تجنب عنق زجاجة الانتقال الحراري. وبالعكس، فإنّ عددًا أقل من الكواكب يتكون حول نجوم أصغر أو أفقر بالعناصر الثقيلة.

وحالما يُقلع النمو، فإنه يتسارع بخطى سريعة مذهلة. ففي غضون ألف سنة، يمكن لكوكب، كتلته قريبة من كتلة المشتري، أن يكتسبَ نصف كتلته النهائية. وفي هذه السيرورة، يُبدّد الكوكب قدرًا من حرارته من الكبر بحيث يجعل بريقه يتجاوز لفترة وجيزة بريقَ الشمس. ويبلغ الكوكب مرحلة الاستقرار حين تصبح كتلته كبيرة إلى درجة تجعل الهجرة من النمط I تجري بطريقة مختلفة تمامًا. فبدلا من إزاحة القرص لمدار الكوكب، فإن الكوكب يُزيح مدار الغاز في القرص. إن الغاز داخل مدار الكوكب يدور بسرعة أعلى من سرعة الكوكب؛ ومن ثم فإن ثقالة الكوكب تميل إلى كبحه؛ مؤدّيةً إلى سقوطه نحو النجم، أي بعيدًا عن الكوكب. أما الغاز الموجود خارج مدار الكوكب، فيدور بسرعة أبطأ. لذلك، فإن الكوكب يميل إلى تسريعه؛ مؤدّيًا إلى تحريكه نحو الخارج، بعيدًا أيضًا عن الكوكب. وهكذا، فإن الكوكب يفتح فجوة في القرص، ويُوقف إمداداته من المواد الخام. ويحاول الغاز العودة إلى الفجوة؛ لكن المحاكاة الحاسوبية تشير إلى أن الكوكب يربح المعركة إذا كانت كتلته أكبر من كتلة مشتريّة واحدة تقريبًا على مسافة 5 وحدات فلكية.

وتتوقّف هذه الكتلة الحرجة على التوقيت. فكلما يكون تكوّن الكوكب أبكر، يكون تمكنه من النمو أكبر، بسبب وجود قدر كبير من المخلفات الغازية. وقد يكون كوكب زُحَل اكتسب كتلة أصغر من كتلة المشتري، لأنه ببساطة تكوّن بعده ببضعة ملايين من السنين. وقد لاحظ الفلكيون نقصًا في الكواكب في مدى الكتل الواقعة بين 20 كتلة أرضية (كتلة نبتون) و 100 كتلة أرضية (كتلة زُحَل). وهذا قد يكون مفتاحًا لحل لغز التوقيت الدقيق.

نقطة النهاية: كوكب بحجم المشتري (أوْ لا).

5. يغدو العملاق الغازيّ قَلِقًا(*)

الزمن: من مليون إلى 3 ملايين سنة

من الغريب أن يكون كثير من الكواكب خارج المنظومة الشمسيّة، التي اكتُشفت خلال العقد الماضي، تسبح في مدارات قريبة جدًا من نجومها؛ أقرب بكثير من المسافة بين عُطارد والشمس. وما كان لما يُسمّى **كواكب المشتري الحارّة** hot Jupiter Planets أن تتكوّن في مواقعها الحالية، لا لشيء إلا لأن مناطق التغذية المدارية أصغر بكثير من أن توفّرَ ما يكفي من المادة. ويبدو أن وجودها يتطلب سلسلة ثلاثية الأجزاء من الأحداث لمْ تَجْرِ لسبب ما في منظومتنا الشمسية.

الجزء الأول، هو أن العملاق الغازي يجب أن يتكوّن ضمن القسم الداخلي من المنظومة الكوكبية، قرب خط الثلج؛ في حين لا يزال القرص يحتوي على قدر كبير من الغاز. وهذا يستلزم تركيزًا كثيفًا من المواد الصُّلبة في القرص.

الجزء الثاني، هو أن العملاق الغازي يجب أن يتحرّك ليصلَ إلى موقعه الحالي. ولا تستطيع الهجرة من النمط I إحداث ذلك، لأنها تعمل على الأجنة قبل تجميعها كثيرًا من الغاز. وبدلا من ذلك، فإن الهجرة من النمط II هي التي يجب أن تحدث. ويفتح العملاق الغازي الناشئ فجوة في القرص، ويكبح تدفّق الغاز عبر مداره. وبفعله هذا، يتعين عليه مكافحة ميل الغاز المضطرب في المناطق المتاخمة للقرص إلى الانتشار. ولا يتوقف الغاز البتة عن التسرّب إلى الفجوة؛ ثم إنّ انتشاره باتجاه النجم المركزي يُجبر الكوكب على خسارة طاقة مدارية. هذه السيرورة بطيئة نسبيًا؛ إذ تستغرق بضعة ملايين من السنين لإزاحة كوكب بضعَ وحدات فلكية. وهذا هو السبب في أن الكوكب يجب أن تكون بدايته في المنظومة الشمسية الداخلية إذا كان له أن ينتهي مُعانقًا النجم. ولما كان هذا الكوكب وكواكب أخرى تهاجر باتجاه الداخل، فإنها تدفع معها أي نوى كوكبية وأجنة متبقّية إلى مقدّمة مساراتها. وهذا قد يولد «أراضي ساخنة» تسبح في مدارات ضيقة.

الجزء الثالث، هو أنه يتعين على شيء ما إيقاف الهجرة قبل أن يتهاوى الكوكب وصولا إلى النجم. إن المجال المغنطيسيّ النجمي قد يُزيل الغاز من تجويف حول النجم مباشرة؛ ومن دون الغاز تتوقف

(*) The Gas Giant Gets Restless

المؤلف

Douglas N.C. Lin

عالم فلكي، يُرجع أسباب شغفه بعلم الفلك، شأنه شأن كثير من علماء جيله، إلى إطلاق الساتل سبوتنك عام 1957. ولد في مدينة نيويورك، ونشأ في بكين (بيجين)، ودرس في جامعة مَك كيل McGill بمونتريال، وحصل على الدّكتوراه من جامعة كيمبردج، ثم تابع أبحاث ما بعد الدكتوراه في جامعتي كيمبردج وهارڤرد؛ وأخيرًا، التحق بجامعة كاليفورنيا/سانتا كروز. وهو المدير المؤسس لمعهد كاڤلي لعلم الفلك والفيزياء الفلكية في جامعة بكين.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

كيف يُعانَقُ نجم(*)

في كثير من المنظومات، يتكون كوكب عملاق، ثم يندفع بحركة لولبية طوال مسيرته تقريبًا نحو النجم. السبب هو ان الغاز في القرص يفقد طاقة بسبب الاحتكاك الداخلي، ويهوي باتجاه النجم؛ ساحبًا الكوكب معه. وفي نهاية المطاف، يقترب الكوكب من النجم إلى درجة انّ النجم يؤثّر في مدار الكوكب بعزم دورانيّ؛ مؤدّيًا إلى استقراره.

الهجرة. والبديل أن يُحدثَ الكوكب حركات مدّ وجزر على النجم، ويفتل النجم بدوره مدار الكوكب. قد لا يجري مثل هذه الأحداث في جميع المنظومات؛ وقد يسقط كثير من الكواكب وصولا إلى النجم.

نقطة النهاية: كوكب عملاق يسبح في مدار ضيق (المشتري الحار).

6. تلتحق كواكبُ عملاقة أخرى بالأُسرة(***)

الزمن: من مليوني سنة إلى عشرة ملايين سنة

إذا تسنّى لعملاق غازي أن ينشأ، فإنه يُسهّل تكوّن عمالقة غازيّة تالية. ولكثير من الكواكب العملاقة المعروفة ـ وربما لمعظمها ـ أقرباء لها كتل مشابهة. ففي منظومتنا الشمسية، ساعد المشتري زُحَل على البروز بسرعة أعلى بكثير من السرعة التي كان يمكن له البروز بها من دون مساعدة. وقد قدم المشتري مساعدة، أيضًا، إلى أورانوس ونپتون؛ فمن دون هذه المساعدة، ربما ما كانا ليتمكّنَا قط من بلوغ حجميْهما الحاليين. فعلى مسافتيْهما من الشمس، تكون سيرورة التكوّن من دون دعم خارجيّ بطيئةً إلى درجة تؤدي إلى تبدّد القرص قبل وقت طويل من نهايتها؛ مخلّفةً عوالمَ مُعوَّقة.

وللعملاق الغازي الرائد تأثيرات عدة مساعدة. فعند الحافة الخارجية للفجوة التي تُفتح، تتراكم المادّة للأسباب نفسها التي دعتها إلى ذلك عند خط الثلج. ونعني بذلك أن تفاوتًا في الضغط يُسرّع الغاز، ويقوم بدور ريح خلفيّة تهب على الحبيبات والنُّوَى الكوكبية؛ مُوقفةً هجرتها من مناطق أبعد في القرص. ثمة تأثير آخر للعملاق الغازي الأول يتجلّى في أن ثقالته تميل إلى أن تقذفَ بقوة النوى الكوكبية القريبة إلى البقاع الخارجية من المنظومة، حيث يمكنها تكوين كواكبَ جديدة.

ويتكون الجيل الثاني من الكواكب من المواد التي يجمعها لها العملاق الغازي الأول. إن التوقيت حَرِج؛ ففروق طفيفة في مقاييس الزمن قد تؤدي إلى حدوث فروق كبيرة في النتيجة. وفي حال أورانوس ونپتون، كان تراكم النوى الكوكبية كبيرًا جدًا؛ وهذا شيء حسن. فقد أصبحت الأجنّة بالغةَ الكبر، كتلها تعادل 10إلى 20 كتلة أرضية تقريبًا، وهذا أخّر استهلال تنامي الغاز؛ عند تلك النقطة، فالقليل من الغاز بقي لكي يتنامى. وكان آخر كتل بلغتها هذه الأجسام قرابة كتلتيْن أرضيّتيْن فقط من الغاز. هذه الأجسام ليست عمالقة غازية، بل عمالقة جليدية، قد تُثبت في الحقيقة أنها النمط الأكثر شيوعًا بين العمالقة.

وتولد المجالات التثاقلية للجيل الثاني من الكواكب تعقيدًا إضافيًا في المنظومة. فإذا تكوّنت الأجسام وهي قريبة جدًا من بعضها، فمن الممكن لتفاعلاتها معًا وتفاعلاتها مع القرص الغازي أن تقذفَ بها إلى مدارات جديدة ذات شكل إهليلَجي إلى حد بعيد. وفي منظومتنا الشمسية، فإنّ لجميع الكواكب مدارات دائريّةً تقريبًا، وهي مفصولة عن بعضها بمسافات كبيرة تزوّدها بمناعة من تأثير أحدها في الآخر. إلاّ أنّ المدارات الإهليلجيّة هي القاعدة في المنظومات الكوكبية الأخرى. وفي بعض هذه المنظومات، تكون المدارات رنينيّة(١) resonant؛ بمعنى أنّ زمنيْن دورييْن مداريّيْن يرتبط الواحد بالآخر بنسبة من عدديْن صحيحيْن صغيريْن. وأنْ تُولدَ هذه المدارات محققة لهذا الشرط هو أمر غير محتمل إلى حد بعيد. لكنها يمكن أن تنشأ بطريقة طبيعية حين تهاجر الكواكب وتتشابك في النهاية تثاقليا. وقد يكون الفرق بين هذه المنظومات ومنظومتنا متجلّيًا ببساطة في حصص الغاز الابتدائية التي توافرت لها.

تتكوّن معظم النجوم في عناقيد؛ ولأكثر من نصفها رفقاء، يكوّن الواحد منها مَعَ رفيقه نجمًا ثنائيًا. وقد تتخذ الكواكب شكلا معينًا في مستوىً يختلف عن مستوى المدار النجمي. وفي تلك الحالة، تُوجّه ثقالة النجم الرفيق بسرعة مدارات الكواكب وتشوّهها؛ مولّدةً منظومات غير مستوية، مثل منظومتنا الشمسية؛ لكنها كروية، وكأنها نحل يَطِنّ حول خليّة.

نقطة النهاية: زمرة من الكواكب العملاقة.

(*) HOW TO HUG A STAR
(**) TIMELINE FOR WORLD-MAKING
(***) Other Giant Planets Join the Family
(١) أو تجاوبية.

التسلسل الزمنيّ لتكوّن العالم(**)

استنادًا إلى التاريخ الإشعاعي للأحجار النيزكية والأرصاد المقرابية للأقراص المحيطة بنجوم أُخرى، توصل علماء الكواكب إلى مخطط زمني تقريبيّ لتكوّن الكواكب.

من 0 إلى 000 100 سنة: يتكوّن النجم في مركز القرص، ويبدأ بالخضوع لاندماج نووي.

من 000 100 إلى مليوني سنة: تتجمع حبيبات الغبار لتكوّن أجنّة كوكبية كتلها تقع بين كتلتي القمر والأرض.

مليونا سنة: يتكوّن أول عملاق غازي ويكتسح الجيل الأول من الكويكبات.

10 ملايين سنة: يُطلق العملاق الغازي تكوين كواكب عملاقة أُخرى، وكذلك كواكب أرضية؛ وبحلول هذا الوقت يضيع معظم الغاز.

800 مليون سنة: تستمر عملية إعادة ترتيب الكواكب بعد بليون سنة تقريبًا من بدء العملية.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

تكبير حجم الأسرة(**)

7. تتجمّع كواكب شبيهة بالأرض(***)

الزمن: من 10 ملايين إلى 100 مليون سنة

يتوقّع علماء الكواكب أنْ تكونَ الكواكب الشبيهة بالأرض أكثرَ انتشارا من العمالقة الغازيّة. وفي حين يتطلب الحَمْل بعملاق غازي توازنًا دقيقًا بين التأثيرات المتنافسة فيما بينها، فإن تكوّن الكواكب الصخرية يجب أن يكون عملية عنيفة بعض الشيء. بَيْدَ أنه إلى حين اكتشافنا كواكبَ مثلَ الأرض خارج منظومتنا الشمسية، فإننا مضطرون إلى الاعتماد على المنظومة الشمسية بوصفها تمثل لنا دراسة الحالة الوحيدة.

وتتكوّن الكواكب الأرضية الأربعة ـ عُطارد، الزُّهَرَة، الأرض، المرّيخ ـ في المقام الأول، من موادَّ نقاط غليانها عالية، مثل الحديد والصخور السيليكاتية؛ الأمر الذي يشير إلى أنها تكونت داخل خط الثلج وأنها لم تقم بهجرات واسعة. وفي هذا المدى من الأبعاد، يمكن للأجنة الكوكبية في قرص غازي أنْ تكبُرَ لتصبحَ كتلتها نحو عُشر كتلة الأرض؛ أي ليس أكبر كثيرًا من عُطارد. وقد استلزم مزيد من النمو أن تتقاطع مدارات الأجنة؛ ما جعلها عُرضةً للتصادم والاندماج. وتفسير هذا سهل جدًا. فبعد أن تبخر الغاز، أفسد كل من الأجنة تدريجيًا استقرار مدارات الأجنة الأُخرى؛ وهذا جعل هذه المدارات، طوال بضعة ملايين من السنين، إهليلجيّةً بدرجة تكفي لتقاطعها.

الشيء الأصعب تفسيرًا هو كيف استطاعت المنظومة جعل نفسها مستقرة مرة أُخرى، وما الذي أطلق الكواكب الأرضية في مداراتها الحالية التي تكاد تكون دائرية. كان يمكن لكمية صغيرة من الغاز المتخلّف أن تُنجزَ ذلك. لكن لو كان الغاز موجودًا، لحال دون أن تصبح المدارات غير مستقرة في البداية. وإحدى الأفكار هنا هي أنه بعدما اكتمل تقريبًا تكوّن الكواكب، تخلف حشد غير قليل من النّوى الكوكبية. وخلال المئة مليون سنة التالية، اكتسحت الكواكب بعض هذه النوى الكوكبية، وحَرَفتْ مسارات ما تبقّى منها نحو الشمس. وقد نقلت الكواكب حركتها العشوائية إلى النوى الكوكبية الهالكة لا محالة، ودخلت في مدارات دائرية أو شبه دائرية.

ثمة فكرة أُخرى مفادها أن التأثير البعيد المدى لثقالة المشتري دفعت بالكواكب الأرضية الناشئة إلى الهجرة؛ ما جعلها تتصل بموادَّ طازَجة. كان من الممكن أن يكون هذا التأثير أقوى في مواقعَ رنينيّةٍ خاصة، تحرّكت نحو الداخل مع مرور الزمن حين كان مدار

(*) BIGGEST AND BADDEST
(**) ENLARGING THE FAMILY
(***) Earth-like Planets Assemble

الأكبر والأسوأ(*)

فيما يأتي حاملو الأرقام القياسية في المنظومات الكوكبية خارج المنظومة الشمسية، وذلك كما كان عليه الوضع في الشهر 2008/3، فإن كتل الكواكب هي كتل تقريبية بسبب الالتباسات القياسية:

أثقل نجم مضيف: HD 13189
(4.5 كتلة شمسية)

أخف نجم مضيف: GJ 317
(0.24 كتلة شمسية)

أضيق مدار كوكبي: OGLE-TR-56b
(0.0225 وحدة فلكية)

أوسع مدار كوكبي: PSR B 1620-26b
(23 وحدة فلكية)

أثقل كوكب: NGC 4349 No 127b
(19.8 كتلة مشتروية)

أخف كوكب: PSR 1257 + 12b
(0.02 كتلة أرضية)

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

المشتري يستقر ليأخذ شكله النهائي. ويشير **التأريخ الإشعاعيّ** radiometric dating إلى أن الكويْكبات تكوّنت في وقت مبكر (بعدما تكوّنت الشمس بأربعة ملايين سنة)، وتبع ذلك تكوّن المرّيخ (بعد 10 ملايين سنة)، ثم الأرض (بعد 50 مليون سنة)؛ كما لو أنّ موجة حرّضها المشتري كانت تكتسح المنظومة الشمسية. ولو لم تُوقَف، لدفع تأثيرها جميع الكواكب الأرضية إلى مدار عُطارد. تُرى كيف تحاشت تلك الكواكب هذه النهاية غير السعيدة؟ ربما كبرت كثيرًا بحيث لم يستطع المشتري تحريكها مسافةً ذات بال؛ أو ربما "لُكمت" خارج مدى تأثير المشتري بواسطة تصادمات عملاقة.

هذا، ولا يعتقد معظم علماء الكَواكب أن دور المشتري حاسم في تكوين الكواكب الصخرية. فمعظم النجوم الشبيهة بالشمس تفتقر إلى كواكب شبيهة بالمشتري. ومَعَ ذلك، ما زال فيها أنقاض من الغبار؛ الأمر الذي يُشير إلى وجود نَوَى كوكبية وأجنّة كوكبية يمكنها أنْ تتجمّع لتكوّنَ عوالمَ شبيهة بالأرض. سؤال رئيسيّ يتعين على المراقبين الإجابة عنه في العَقْد القادم هو: ما عدد المنظومات التي تحوي كواكبَ شبيهة بالأرض، لكنْ ليست كواكبَ شبيهة بالمشتري؟

فيما يتعلق بكوكبنا، حدثت لحظة حاسمة بعد تكوّن الشمس بمدّة تقع بين 30 مليون سنة و100 مليون سنة؛ حين صدم بقوّة جنينٌ بحجم المرّيخ الأرضَ البدائية، وقذف كميات ضخمةً من الأنقاض التي تجمّعت لتكوّنَ القمر. إنّ مثل هذه الصدمة الهائلة غير مثيرة للدهشة، إذا عرفنا الكمية الكبيرة من المواد التي كانت تدور حول المنظومة الشمسية في بداياتها، وأن الكواكب الشبيهة بالأرض في المنظومات الأُخرى قد يكون لها أقمار أيضًا. وقد نتج من الصدمات الهائلة، كذلك، قذفُ الغلاف الجوّيّ البدائيّ الرقيق. أمّا الغلاف الجوّيّ الحاليّ للأرض فقد نتج، في المقام الأول، من الغاز الذي كان محجوزًا في النوى الكوكبية التي كوّنته، ونَفَثَتْه البراكين فيما بعد.

نقطة النهاية: الكواكب الأرضيّة.

8. تبدأ عمليّات التخلّص من الحُطام(**)

الزمن: من 50 مليون سنة إلى بليون سنة

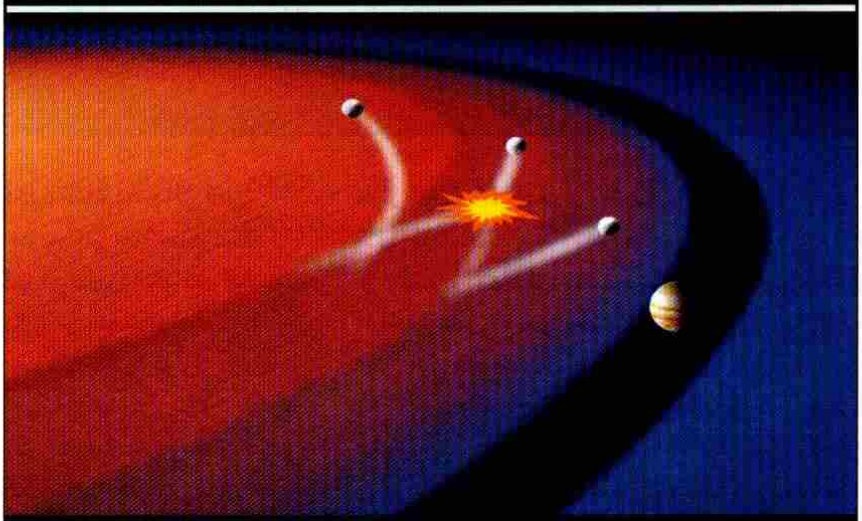
وبالوصول إلى هذه المرحلة، تكون المنظومة الكوكبية قد اكتملت تقريبًا. لكنّ بضعة تأثيرات تستمرّ في صَقْله، أهمّها: تفتّت العُنقود النجمي الأوسع، الذي قد يقضي على استقرار مدارات الكواكب تثاقليا؛ وعدم الاستقرار الداخلي الذي

(*) NONCIRCULAR REASONING
(**) Mop-Up Operations Commence

تفكير غير دائري(*)

في المنظومة الشمسية الداخلية، تستطيع الأجنّة الكوكبية ان تنمو بانتزاعها غازا؛ لكن يجب عليها الاصطدام معا. وكي تفعل ذلك، يجب انْ تتقاطع مداراتها؛ وكي تتقاطع هذه، لا بد من ان يُحدث شيء ما اضطرابا يسفر عن تغيير شكل مداراتها التي كانت دائرية أصلا.

حين تتكون الأجنّة، تكون مداراتها دائرية او شبه دائرية، وهذه لا تتقاطع فيما بينها.



إن التفاعلات التثاقلية بين الأجنّة، او مع كوكب عملاق، تُحدثُ اضطرابا في مداراتها.

تتكتل الأجنّة في كوكب بحجم الأرض. بعد ذلك يعود الكوكب إلى مدار دائري بواسطة تحريك الغاز المتخلف وبعثرة النوى الكوكبية المتبقية.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

[الأحجار النيزكيّة meteorites]

مبعوثون من الماضي(*)

ليست الأحجار النيزكية مجرّد صخور فضائية، وإنما ايضا أحافيرُ فضائية؛ فهي السجل المحسوس الوحيد لأصل المنظومة الشمسية التي يملكها علماء الكواكب. ويظن هؤلاء العلماء انها تأتي من الكويكبات، التي هي شظايا من نوى كوكبية لم يتسنّ لها قط تكوين كواكب، وبقيت منذ ذلك الوقت في ثلاجة. ويعكس تركيب الأحجار النيزكية ما يجب ان يكون قد حدث على الاجسام التي اتت منها. وما يثير الاهتمام هو انها تحمل ندب تاثيرات تثاقلية مبكرة لكوكب المشتري.

من الواضح ان الاحجار النيزكية المكوّنة من الحديد والصخور نشأت في نوى كوكبية انصهرت؛ وهذا سمح للحديد والسيليكات الصخرية بالانفصال بعضها عن بعض. فغاص الحديد الثقيل إلى القلب، واصبحت السيليكات الأخفّ منه مركزة في الطبقات الخارجية. ويعتقد الباحثون ان هذا التسخين حدث بفعل نظيرة الالمنيوم 26 المشع، التي عُمرُ نصفها 700 000 عام. وربما بذر انفجار مستعر او نجم قريب هذه النظيرة في غيمة الشمس البدائية. وفي هذه الحالة، يكون الجيل الأول من النوى الكوكبية في منظومتنا الشمسية قد حوى قدرا كبيرا من هذه النظيرة.

بيد ان الاحجار النيزكية الحديدية والصخرية نادرة جداً. فمعظم النيازك تحتوي على كريّات كوندريّة chondrules، التي هي حصى قطرها قرابة مليمتر واحد كانت موجودة قبل تكوّن النوى الكوكبية، ولا يمكنها البقاء بعد الانصهار. لذلك، يبدو ان معظم الكويكبات ليست من مخلّفات الجيل الأول من النوى الكوكبية. فلا بد من ان يكون ذاك الجيل قد أزيل على الاغلب بواسطة المشتري. ويقرّ علماء الكواكب ان المنطقة التي يشغلها الآن حزام الكويكبات الرئيسي كانت تحوي من المواد اكثر مما تحويه الآن بالف مرة. والحبيبات القليلة التي تملّصت من براثن المشتري، او التي انجرفت إلى منطقة الحزام في وقت لاحق، تجمّعت لتكوّن نوى كوكبية جديدة. لكنّ القليل من الالمنيوم 26 المشع بقي حينذاك؛ لذلك، لم تنصهر قط هذه الأجسام تماما.

إن التركيب النظائري للكريات الكوندرية في الاحجار النيزكية يبين ان تاريخها يعود إلى مليوني سنة تقريبا بعد بداية تكوّن المنظومة الشمسية.

ويوحي النسيج الزجاجي للكريات الكوندرية بانها، قبل اندماجها في النوى الكوكبية، سخنت على حين غرة، وتحولت إلى صخر مصهور؛ ثم تركت تبرد. هذا، وإن الموجات، التي سيرت الهجرة المدارية المبكرة للمشتري، لا بد من انها تطوّرت لتصبح جبهات صدم؛ ما قد يفسّر هذا التسخين المتوهّج.

D.N.C.L

يحدث بعد أنْ يُزيلَ النجم آخر ما تبقّى من قرصه الغازي؛ والبَعْثَرة المستمرّة للنوى الكوكبية المتخلفة بفعل الكواكب العملاقة. وفي منظومتنا الشمسية، قذف أورانوس ونبتون بالنوى الكوكبية إلى حزام كويبر أو باتجاه الشمس. أما المشتري، بثقالته الأكبر، فدفع بها إلى **غيمة أُورت**(1) الواقعة عند حافَة المجال التثاقلي للشمس تمامًا. ويمكن أن تحتوي غيمة أُورت من المواد ما يعادل محتوى 100 كرة أرضية منها. وبين الآونة والأُخرى، تسقط نواة كوكبية من حزام كويبر أو غيمة أورت نحو الداخل باتجاه الشمس؛ مولّدةً مذنّبًا.

وبِبَعْثَرتها للنّوى الكوكبية، تهاجر الكواكب نفسها إلى حد ما؛ الأمر الذي قد يفسر التزامن بين مداري نبتون وبلوتو [انظر: «*الكواكب المهاجرة*»، **العلوم**، العدد 3 (2000)، ص 12]. فمثلا، ربما كان زحل يسبح في مدار أقرب إلى المشتري، ثم ابتعد عنه. وهذه سيرورة قد تفسّر ما يُسمّى القصف الكثيف المتأخر؛ وهو فترة عَصيبة من الصدامات على القمر (وربما على الأرض) حدثت بعد تكوّن الشمس بنحوٍ من 800 مليون سنة. وفي بعض المنظومات، كان من الممكن حدوث تصادمات مُلْحميّة بكواكبَ كاملةِ النمو، وذلك في وقت متأخر من لعبة التطوّر.

نقطة النهاية: التّشكيل النهائي للكواكب والمذنّبات.

لا وجودَ لتصميمٍ مَهيب(**)

قبل عصر اكتشاف الكواكب خارج المنظومة الشمسية، كانت منظومتنا الشمسية هي دراسة الحالة الوحيدة لدينا. ومَعَ أنها زوّدتنا بثروة من المعلومات عن الفيزياء المجهريّة للسيْرورات المهمة، فإنها أيضًا ضيّقت رؤيتنا لطريقة نشوء منظومات أُخرى وتطوّرها. إنّ التنوّع الكوكبيّ المذهل الذي اكتُشف في العَقْد الماضي وسّع بقدر هائل آفاقَنا النظرية. فقد صرنا ندرك أنّ الكواكب خارج المنظومة الشمسية هي آخر جيل من الناجين في سلسلة تكوّن الكواكب البدائية والهجرة والاضطراب والتطوّر الديناميّ الموْصُول. وإنّ حالة التنظيم النسبيّ في منظومتنا لا تعكس أي تصميم مَهيب.

لقد حوّل النّظريّون تركيزَهم من تقديم سيناريوهات لتحديد أسباب مخلّفات تكوّن المنظومة الشمسية إلى بناء نظريات تتسم بقدر من القوّة التنبّئية لاختبارها بالأرصاد القادمة. وحتى الآن، لم يرَ الراصدون سوى كواكبَ لها كتلة المشتري حول نجوم شبيهة بالشمس. وبجيلٍ جديد من الكواشف، سيبحثون عن كواكبَ بحجم الأرض، التي يُوحي سيناريو التنامي المتتالي بأنها شائعة. وربما لم يخْطُ علماء الكواكب سوى الخطوة الأولى في طريقهم لرؤية التنوّع الكامل لعوالمَ هذا الكون. ■

(*) Emissaries from the Past

(**) No Grand Design

(1) Oort cloud

مراجع للاستزادة

Towards a Deterministic Model of Planetary Formation. S. Ida and D.N.C. Lin in *Astrophysical Journal*, Vol. 604, No. 1, pages 388–413; March 2004. http://arxiv.org/abs/astro-ph/0312144v1

Planet Formation, Theory, Observation, and Experiments. Edited by Hubert Klahr and Wolfgang Brandner. Cambridge University Press, 2006.

For the most up-to-date list of planet discoveries, go to **http://exoplanet.eu**

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

Majallat AlOloom
المجلد 25 ـ العددان 4/3
مارس/إبريل 2009
مجلة العلوم

مواجهة أزمة المياه العذبة في العالم(*)

مع التزايد السريع للطلب على المياه العذبة، يصبح المخزون المائي على الكرة الأرضية غير مستقر. ولتجنب أزمة مائية عالمية ثمة تقانات متاحة يجب تطبيقها فورا.

<P. روجرز>

يقيم صديق لي في أحد أحياء الطبقة الوسطى في نيودلهي، وهي من المدن الأكثر ثراء في الهند. وعلى الرغم من أنّ المنطقة تنال كمية مناسبة من الأمطار سنويا، فإنّه يستيقظ في الصباح على صوت مدوٍ لمكبر يعلن أن المياه العذبة ستكون متاحة في الساعة المقبلة فقط، فيهرع إلى ملء حوض الاستحمام وغيره من الأواني التي تلبي احتياجاته خلال اليوم. ويعود هذا النقص الذي أضحى مستوطنا في نيودلهي إلى قرار اتخذه قبل عقود مديرو المياه يقضي بتحويل كميات كبيرة من مياه الأنهار والخزانات إلى ري المحاصيل.

ينهض نجلي، الذي يقيم في منطقة «فينكس» القليلة الأمطار، على أصوات خافتة لمرشات تروي مروجا خضراء وملاعب غولف الضاحية. وعلى الرغم من أنّ «فينكس» تقع في قلب صحراء سونورا، فإنها تنعم بإمدادات مائية غير محددة فعليا. فقد أجاز السياسيون، هناك، تحويل مياه الري من العمليات الزراعية إلى المدن والضواحي، في حين سمحوا باستخدام مياه الصرف الصحي التي يجري تدويرها في تحسين المناظر الطبيعية وفي غيرها من الاستخدامات التي لا تشمل مياه الشرب.

وكما هو الحال في نيودلهي وفينكس، يستخدم صناع القرار في شتى أنحاء العالم قدرا كبيرا من النفوذ في كيفية إدارة الموارد المائية. وستزداد أهمية الاستخدام الرشيد ومثل هذا النفوذ على مر السنين، لأن الطلب العالمي على المياه العذبة يتجاوز حاليا الموارد الجاهزة للاستخدام في عدة أمكنة، ولا تظهر أية إشارة إلى إمكانية تخفيف وطأة هذا الوضع. إن كون هذه المشكلة معروفة جيدا لا يجعلها أقل إثارة للقلق؛ ففي يومنا هذا شخص واحد من بين ستة أشخاص، أي أكثر من بليون شخص، يعاني عدم حصوله على كميات كافية من المياه العذبة الآمنة. ففي عام 2025، وحسب البيانات التي نشرت من قبل الأمم المتحدة، ستتعرّض الموارد المائية العذبة لدى ما يربو على نصف عدد الدول في الكرة الأرضية، إما لاستنزاف ـ على سبيل المثال: عندما يطلب الناس بصورة متزايدة مياها أكثر ممّا هو متاح أو آمن للاستخدام ـ أو لنقصان كامل. وفي منتصف هذا القرن قد يواجه زهاء ثلاثة أرباع عدد سكان الأرض شحا في المياه العذبة.

يتوقع العلماء أن تصبح ندرة المياه أكثر شيوعا في جزء كبير من العالم، نظرا لتزايد عدد سكانه، كما أن الكثير منهم صار أكثر ثراء (ومن ثم ازداد الطلب على المياه)، وتفاقم الجفاف بسبب التغير المناخي العالمي وانخفاض الإمدادات المائية في الكثير من المناطق. وفضلا عن ذلك، فإن عددا كبيرا من مصادر المياه أصبح مهددا بسبب الصرف الخاطئ للنفايات وطرح الملوثات الصناعية والمياه الملوثة بالأسمدة، إضافة إلى تقدم المياه المالحة في السواحل نحو الطبقات المائية عندما تُستنزف المياه الجوفية. ونظرا لأن عدم توفير المياه قد يؤدي إلى المجاعة والمرض وعدم الاستقرار السياسي وحتى إلى النزاع المسلح، فإن عدم اتخاذ خطوات فعالة قد يكون له نتائج خطيرة على نطاق واسع.

ولحسن الحظ، أصبحت التقانات والأدوات السياسية اللازمة للحفاظ على المياه العذبة المتاحة حاليا ولزيادة كمياتها معروفة إلى حد كبير، وسوف أقوم بمناقشة عدد منها وخاصة تلك التي تبدو أنها فعالة. وما نحتاج إليه حاليا هو الشروع في العمل. فعلى الحكومات والسلطات على المستويات كافة وضع خطط محددة وتنفيذها من أجل اتخاذ إجراءات فاعلة، سياسية واقتصادية وتقانية، لتحقيق الأمن المائي في الوقت الحاضر وفي العقود القادمة.

مسبّبات نقص المياه(**)

إن حل المشكلات المائية العالمية، يتطلب، في بداية الأمر، معرفة احتياجات كل فرد من المياه العذبة، إضافة إلى معرفة العوامل التي تمنع

(*) FACING THE FRESHWATER CRISIS
(**) Sources of Shortages

مفاهيم مفتاحية

- موارد المياه العذبة في العالم مهددة نتيجة لارتفاع الطلب عليها من جهات متعددة: وتحتاج الأعداد المتزايدة من السكان إلى المياه لأغراض تتعلق بمياه الشرب والنظافة والصحة العامة وإنتاج الغذاء والصناعة. ومن المتوقع في الوقت الحاضر أن يسهم التغير المناخي في زيادة فترات الجفاف.
- ثمة حاجة إلى أن يجد صناع القرار وسيلة لتوفير المياه، من دون أن يؤدي ذلك إلى تدهور النظم البيئية الطبيعية التي توفرها.
- يمكن أن تساعد الأساليب التقانية البسيطة المتاحة على منع حدوث ندرة مائية، كما أن هناك طرقا لزيادة الإمدادات كالطرق المحسنة لإزالة ملوحة المياه.
- بيد أنه على الحكومات أن تباشر فورا وضع السياسات وتأمين الاستثمارات في مجال البنية التحتية من أجل الحفاظ على المياه العذبة.

محرر ساينتفيك أمريكان

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

الإمدادات وتزيد الطلب على المياه في أجزاء مختلفة من العالم. ووفقا لتقديرات «M. فالكينمارك» [من معهد ستوكهولم الدولي للمياه] وخبراء آخرين، يحتاج، في المتوسط، كل فرد في العالم إلى 1000 متر مكعب من المياه على الأقل سنويا ـ أي ما يعادل خمسي حجم بركة سباحة أولمبية ـ لأغراض الشرب والنظافة وزراعة متطلبات غذائه. واحتمال حصول الناس على كميات كافية من المياه يتوقف في الغالب على مكان إقامتهم، لأنه ثمة تباين كبير في توزع الموارد المائية العالمية.

يواجه توفير المياه بالقدر الكافي تحديات بشكل خاص في البلدان القليلة الأمطار والدول النامية، وكذلك في الدول المتقدمة النمو ذات التعداد السكاني الكبير، نظرا لارتفاع الطلب في هذه المناطق وتدني الإمدادات. والأنهار، مثل النيل والأردن واليانغزي والگانج، ليست في حالة إجهاد فحسب، وإنما أيضا يتضاءل حاليا جريانها. على نحو منتظم ولمدة طويلة في كل السنة. كما أن مناسيب المياه الجوفية آخذة بالهبوط تحت مدينتي نيودلهي وبيجين وغيرهما من المناطق العديدة التي تشهد توسعا حضريا.

وقد أصبح نقص المياه العذبة أوسع انتشارا في الدول المتطورة أيضا. فعلى سبيل المثال، أصاب الجفاف الشديد حديثا الولايات المتحدة تاركا عدة مدن وبلدات في الجزء الشمالي من جورجيا ومناطق واسعة في جنوب غرب الولايات المتحدة تحاول التغلّب على مشكلة نقص المياه. وهذه المشكلة تُمثل ببحيرتي «ميد» و«پاول» الاصطناعيتين، حيث تتم تغذيتهما من نهر كولورادو الذي يعاني استنزافا مائيا مفرطا. ففي كل عام تسجل البحيرتان تناقصا متتابعا تدل عليه خطوط مناسيب المياه العليا البيضاء اللون التي تظهر على الجدران الشاهقة للوادي السحيق والشبيهة بالحلقات التي تشاهد في العديد من أحواض الاستحمام.

قاعدة ذهبية(*)

وطبيعي ألا يحدد الموقع تماما توافر المياه في مكان مفروض. فالمقدرة على تسديد الثمن من المال تؤدي دورا أساسيا في هذا الشأن؛ فثمة قول مأثور للسكان في الغرب الأمريكي: «تجري المياه عادة من أعلى المنحدر إلى أسفله، بيد أنها تجري دائما إلى الأعلى نحو الناس الأغنياء.» وهذا يعني أنه عندما تكون الإمدادات المائية غير كافية، فثمة قوى تقوم بتحويلها إلى فعاليات تولد دخلا عاليا على حساب الفعاليات التي تولد دخلا متدنيا. وهكذا من يمتلك المال يحصل على المياه، في حين لا يحصل الآخرون عليها.

يلوح في الأفق ضغط شديد على موارد المياه العذبة في العالم نتيجة للانفجار السكاني وارتفاع دخول الناس.

إن هذه الإجراءات تؤدي إلى توفير حصص غير كافية من المياه للفقراء ولمستهلكي المياه من غير البشر ـ الكائنات النباتية والحيوانية التي تعيش في النظم البيئية المجاورة ـ ويمكن تشويه حتى أكثر النوايا صدقا نتيجة للحقائق الاقتصادية التي عبرت عنها أقوال غربية مأثورة.

ثمة حالة في هذا السياق حدثت في أفضل مناطق **المساقط المائية** watersheds (أو **مستجمعات الأمطار** catchments) إدارةً في العالم، وهي حوض نهر موراي ـ دارلينگ في جنوب شرق أستراليا. ففي غضون عقود خلت، قام المزارعون والحكومة بتقسيم المياه بين المستخدمين من بني البشر ـ المزارعين المنتجين للعنب والقمح ومربي الأغنام ـ بطريقة معقدة معتمدة على أسس عادلة واقتصادية. وقد أتاحت اتفاقية التخطيط المائي هذه الفرصة للمشاركين المتاجرة بالمياه وتسويق حقوقها. وتم بموجبها حجز جزء مهم من الموارد المائية للنظم البيئية ذات الصلة ومن يعيش في كنفها من السكان. في الغالب يتم تجاهل هذه الفئة المهمة (الحاسمة) من السكان، **التي تستخدم المياه** "key "users، على الرغم من أنّ بقاءها يشكل إلى حد بعيد أساسا للحياة في المنطقة برمتها. فعلى سبيل المثال، تؤدي مياه ونباتات المستنقعات على **المستويين الماكروي والميكروي**(1) دورا فاعلا في إزالة المخلفات البشرية المنشأ من المياه أثناء

(*) Golden Rule
(1) macro and micro levels

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

المياه كثيرة، ولكنها ليست دائما في أمكنة الحاجة إليها(*)

يهطل على سطح الأرض سنويا عشرة آلاف كيلومتر مكعب من الأمطار، أي ما يعادل عشرة أضعاف حجم البحيرة Lake Superior. وتعتبر هذه الكمية الضخمة كافية لتلبية احتياجات كل فرد على الكوكب فيما إذا وصلت هذه المياه إلى المكان الذي يعيش فيه وزمان الحاجة إليها. بيد أن الجزء الأعظم لا يمكن الحصول عليه (*أعلى الشكل*) والباقي يتوزع بشكل غير منتظم (*أسفل الشكل*).

نسبة المياه باللون الأخضر (61.1% من الهطل الكلي*) تمتصها التربة والنباتات، ومن ثم تعود إلى الهواء، وهي غير قابلة للاستخدام.

نسبة المياه باللون الأزرق (38.8% من الهطل الكلي*) تتجمّع في الأنهار والبحيرات والمستنقعات والمياه الجوفية، وهي قابلة للاستخدام قبل أن تتبخر أو تصل إلى المحيطات.

أين تذهب الأمطار؟

أكثر من نصف مقدار الهطل المطري على اليابسة لا يكون متاحا لاحتجازه أو تخزينه، لأنه يتبخر من سطح الأرض أو يفقد بفعل النتح من النباتات؛ ويطلق على هذا الجزء من الهطل «المياه الخضراء» وقد أشير إليها في الشكل باللون الأخضر.

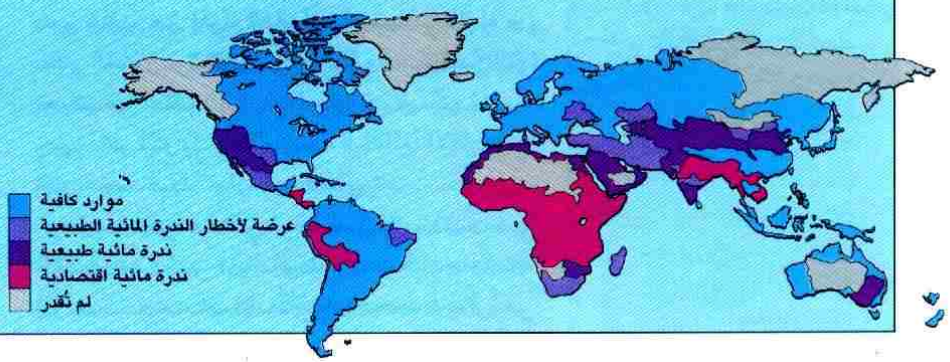
والباقي يجد طريقه إلى ما يسمى مصادر المياه التي أشير إليها في الشكل باللون الأزرق ـ الأنهار والبحيرات والمستنقعات والطبقات الصخرية الحاملة للمياه ـ وهي المياه التي يمكن أن يحصل عليها الناس مباشرة. وتشكل الزراعة المروية من هذه الأجسام المائية الجارية بحرية أكبر الاستخدامات البشرية للمياه العذبة. وتستهلك المدن والصناعة جزءا يسيرا فقط من إجمالي الموارد المائية العذبة، بيد أن الطلب المحلي الكثيف من الناس يسبب في الغالب استنزافا للإمدادات المائية المتاحة في المناطق المجاورة.

فقط 1.5% تستخدم من قبل الناس مباشرة.

* بسبب التقريب، لن يكون مجموع النسب المئوية اعلاه 100%.

الإمدادات المائية حاليا

ينعم الجزء الأعظم من الأمريكتين وشمال قارتي أوروبا وآسيا بإمدادات مائية وفيرة. بيد أنّ عدة مناطق تعاني الندرة المائية الطبيعية بدرجات متباينة ـ حيث يتجاوز الطلبُ على المياه العذبة الموارد المتاحة لها محليا. أما المناطق الأخرى، منها أواسط إفريقيا وأجزاء من شبه القارة الهندية وجنوب شرق آسيا، فإنها تتصدى لندرة مائية اقتصادية، حيث يحدّ غياب التدريب التقني والحكومات الفاسدة أو التمويل الهزيل من إمكانية الحصول على المياه، على الرغم من وجود إمدادات كافية.



مرورها من خلال النظم البيئية الحاضنة لها.

بيد أن ما حصل فعلا هو أن كميات المياه التي وضعها المخططون جانبا للحفاظ على البيئة المحلية، كانت غير كافية (تقدير أقل من اللازم أصبح واضحا أثناء فترات الجفاف المتكررة) خاصة أثناء الجفاف الذي أشاع الفوضى في المنطقة إبان السنوات الست الأخيرة. فقد أصاب الجفاف المنطقة المحيطة بحوض مورّاي ـ دارلينگ واحترقت على إثره في نيران مستعرة في السنوات الاخيرة.

وقد حصل جميع **اللاعبين الاقتصاديين**(١) على حصتهم بشكل معقول، بيد أنهم لم يأخذوا بعين الاعتبار احتياجات البيئة الطبيعية، الأمر الذي سبب معاناة شديدة عندما انخفضت إمدادات المياه، وهي أصلا غير كافية، إلى مستويات حرجة بفعل الجفاف. ويسعى حاليا أعضاء لجنة حوض مورّاي ـ دارلينگ إلى تخليص أنفسهم من النتائج الكارثية الناجمة عن سوء إدارتهم لإجمالي الموارد المائية.

وإذا أخذنا في الاعتبار صعوبات توزيع إمدادات المياه في دولة معيّنة، فإننا نستطيع تصور التعقيدات التي تعترض مثل هذا التوزيع في أحواض أنهار دولية، مثل نهر الأردن، حيث يجري في لبنان وسورية وفلسطين والأردن. كل منها يطالب بنصيب من مياهه المشتركة، علما بأن إمداداته المحدودة تقع في منطقة جافة جدا. وقد أسهم الكفاح من أجل الحصول على المياه العذبة في النزاعات المدنية والعسكرية التي شهدتها المنطقة. ولم يصبح هذا الوضع المتأزم تحت السيطرة إلى حد ما إلا من خلال المفاوضات المستمرة والتسوية.

إن حجم الحد الأدنى الذي يحتاج إليه سنويا الفرد للشرب والنظافة وإنتاج الغذاء، يعادل خمسي حجم بركة سباحة أولمبية.

(*) Lots of Water, but Not Always Where It Is Needed

(١) the economic actors

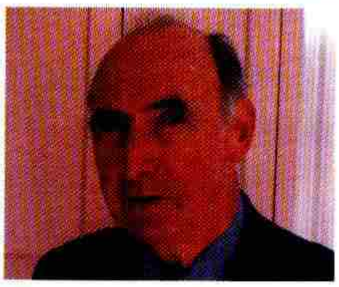
www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

طلب مُحدَّد(*)

كما هو الحال بالنسبة إلى الإمدادات، يختلف الطلب من مكان لآخر. فالطلب على المياه لا يزداد مع تعداد السكان ومعدلات النمو فحسب، وإنّما يزداد أيضا مع تزايد مستوى الدخل: فالمجموعات الأكثر ثراءً تستهلك عادة كميات أكبر من المياه خاصة في المناطق الحضرية والصناعية. ويتطلّب هذا الغنى أيضا توفير الخدمات، مثل معالجة مياه الصرف الصحي والري الزراعي المكثف. وهذا الطلب على المياه ينمو بسرعة في العديد من المدن وعلى الأخص في المناطق السكنية الأكثر كثافة في آسيا وإفريقيا.

وإلى جانب مستويات الدخل تساعد أسعار المياه على تحديد مقدار الطلب عليها. فعلى سبيل المثال، عندما قمت وزملائي خلال تسعينات القرن الماضي بمحاكاة الاستخدام العالمي للمياه ما بين عامي 2000 و 2050، وجدنا أن الاحتياجات المائية للعالم بأسره سوف ترتفع من 3350 كيلومترا مكعبا (كم^3) ـ نحو حجم البحيرة Lake Huran تقريبا ـ إلى 4900 كيلومتر مكعب، إذا بقيت الأسعار والدخول على ما كانت عليه عام 1998. (يعادل كل كيلومتر مكعب من المياه حجم 000 400 بركة سباحة أولمبية). بيد أن الطلب على المياه سيزداد إلى نحو ثلاثة أضعاف حجمه الحالي (إلى 9250 كم^3)، إذا استمر الدخل في الدول الأكثر فقرا بالارتفاع إلى مستويات تعادل الدخل في الدول المتوسطة الدخل في يومنا هذا، في حال عدم اتباع حكومات هذه الدول سياسات خاصة تفرض قيودا على استخدام المياه. وسوف تعمل المتطلبات المتزايدة على زيادة الضغط بشدة على الإمدادات المائية، وهذه النتيجة تتطابق إلى حد كبير مع التنبؤات الصادرة عن المعهد الدولي لإدارة الموارد المائية (IWMI)، عندما أعد سيناريو «استمرار الوضع الراهن» أو سيناريو «عدم اتخاذ إجراءات مغايرة» في إطار دراسة تمت عام 2007 بعنوان: المياه من أجل الغذاء، المياه من أجل الحياة.

المؤلف



Peter Rogers

أستاذ الهندسة البيئية والتخطيط الإقليمي والمدن في جامعة هارفارد، ومنها حصل على الدكتوراه عام 1966. وهو أيضا مستشار أول لدى «شركة مياه العالم»، وهي منظمة مكرسة لتحسين ممارسات إدارة مياه العالم، وتتلقى «زمالات صندوق كوغنهايم والقرن العشرين.»

طرق للحد من الهدر(***)

نظرا لأهمية الاقتصاد والدخل في الأمور المائية، فمن الواضح أنّ السياسات السعرية المعقولة، التي تزيد تشجيع الذين يستخدمون المياه للأغراض البلدية والصناعية على حفظها، تستحق التبني. فيما مضى، كانت تكلفة المياه العذبة، في الولايات المتحدة وفي غيرها من الدول المتقدمة اقتصاديا، متدنيةً لدرجة لا تشجع المستخدمين على الاقتصاد في استخدام المياه. وكما يحدث غالبا عندما يستخدم السكان موردا طبيعيا، فإن قلة منهم يقلقهم ما ينجم عن ذلك من هدر عندما تكون السلعة رخيصة لدرجة، بحيث تبدو وكأنها مجانية تقريبا.

تحتل مسألة زيادة أسعار المياه، ما أمكن ذلك، أولوية في قائمة نصائحي. فهي معقولة جدا في الدول المتطورة، وخاصة في المدن الكبرى والمناطق الصناعية، وتكتسب أهمية متزايدة في الدول النامية أيضا. وتشجع الأسعار المرتفعة للمياه، مثلا، على تبني إجراءات، مثل إعادة استخدام منتظم للمياه المستهلكة (ما يسمى مياها رمادية) فيما لا يشمل مياه الشرب. ومن الممكن أيضا أن تُشجع الأسعارُ المرتفعة للمياه مؤسسات المياه على بناء نظم تدوير المياه واستصلاحها.

إضافة إلى ذلك، يمكن أن يحفز رفع الأسعار البلديات وغيرها على الحدّ من فقدان المياه من خلال تحسين صيانة نظم توزيعها. ومن النتائج الرئيسية

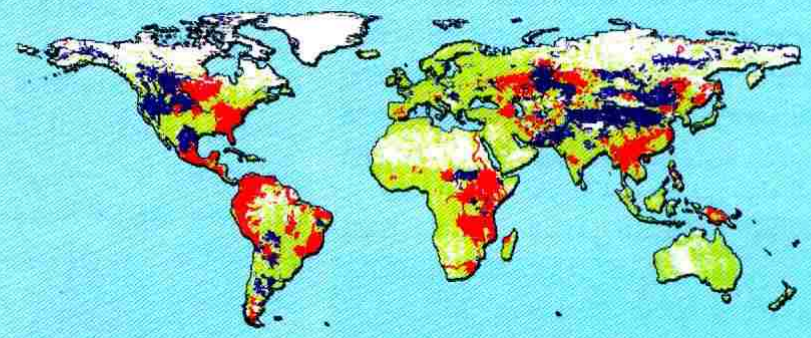
(*) Determining Demand
(**) Pressure from Climate and Population Growth
(***) Ways to Limit Waste

[أزمة تلوح في الأفق]

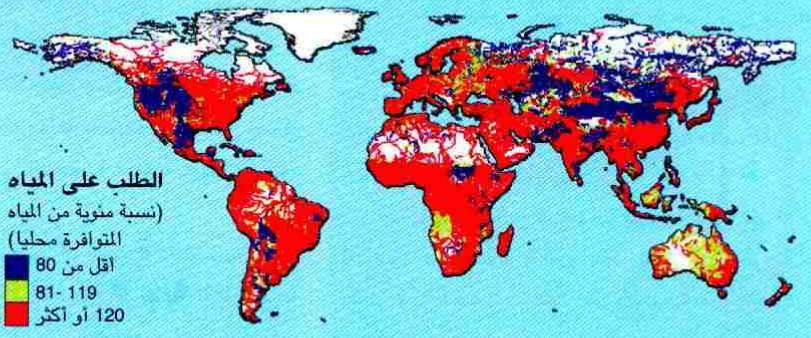
وطأة يسببها المناخ والنمو السكاني(**)

تشير النماذج الدارسة لتأثيرات التغير المناخي والسكان والنمو الاقتصادي في توافر المياه العذبة مع حلول عام 2025 إلى أن التغير المناخي وحده سوف يسبب ندرة في كثير من الأمكنة (*الشكل العلوي*). ومع ذلك، فإنّ النمو السكاني هو أكثر خطورة. ففي حال غياب العمل المنسق للاقتصاد في استهلاك المياه العذبة، فإن النمو السكاني والتغير المناخي معا (*الشكل السفلي*) سيحدثان ندرة شديدة على نطاق واسع.

سوف يؤثر التغير المناخي في ندرة المياه...



... بيد أن تأثير النمو السكاني المرافق للتغير المناخي قد يكون كارثيا



www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

تزايد سحب المياه من نهر كولورادو إلى الأمكنة الخضراء المجاورة للصحراء، مثل لاس فيكاس (*الصورة العليا*) لدرجة أنه كشف الشريط الصخري الأبيض الذي يشير إلى مستويات المياه العالية على جدران الوادي السحيق المحيطة بالبحيرة Lake Mead (*الصورة السفلى*)؛ وهي أكبر بحيرة اصطناعية وخزان مائي في الولايات المتحدة.

وهذه المقاربة تركز بشكل خاص على الزراعة المروية؛ فالحفاظ على مياه الري سوف يوفر كميات أكبر بكثير من المياه العذبة في أي نشاط آخر يمكن أن يحقق مثل هذا الهدف. ووفقا لدراسة المعهد الدولي لإدارة الموارد المائية IWMI، يحتاج المزارعون إلى زيادة محسوسة في إمدادات مياه الري (من 2700 إلى 4000 كيلومتر مكعب من المياه) لتلبية الاحتياجات العالمية من الغذاء في عام 2050 من دون إدخال تحسينات تقانية على طرق الزراعة المروية.

ومن جهة أخرى، حتى وإن ارتفعت كفاءة الري بنسبة متواضعة بحدود 10 في المئة، فإن ذلك سيوفر كميات من المياه تتجاوز مجمل الكميات التي تفقد منها بالتبخر التي يستخدمها باقي المستهلكين كافة. ويمكن تحقيق هذا الهدف بمنع التسربات في البنية التحتية لشبكة التوصيل، ومن خلال بناء وسائل لتخزين المياه المتدنية الفاقد، إضافة إلى نظم أكثر كفاءة لري المحاصيل الزراعية.

توضح اتفاقية أبرمت بين المسؤولين لدى البلدية عن توفير المياه في جنوب كاليفورنيا وبين مستخدمي مياه الري في الجوار، أحدَ الجهود المبتكرة للحفاظ على المياه. فالبلدية تمول مشروع تبطين أقنية الري الراشحة بمواد مانعة للتسرب، وما يتحقق من توفير جراء ذلك يخصص لتلبية احتياجات البلدية.

وثمة أسلوب آخر للاقتصاد في مياه الري، يتمثل بالتخزين الجوفي للمياه التي تستخدم عادة لري المحاصيل في الحقول، خارج الموسم الزراعي. ففي معظم أنحاء العالم، تصل هطولات الأمطار وتراكمات الثلوج السنوية ـ وجريان المياه إلى الأنهار ـ إلى ذروتها خارج الموسم الزراعي، وذلك عندما يكون الطلب على مياه الري في حده الأدنى. ومن ثم، فالعمل الأساسي للمديرين هو تحويل المياه من الفصل الذي تتوفر فيه الإمدادات بكثرة إلى الفصل الذي يزداد فيه طلب المزارعين على المياه لري محاصيلهم.

فالحل الأكثر شيوعا هو تخزين المياه وراء السدود حتى موسم الزراعة؛ بيد أن السطوح المائية تتعرّض للتبخر فتفقد جزءا مهما من الإمدادات. ويمكن استخدام التخزين الجوفي للحد من ضياع لمستويات التسعير المتدنية للمياه عدم توافر الاعتمادات المالية اللازمة لأعمال التطوير المستقبلية وللصيانة الوقائية. ففي عام 2002، قدّم مكتب المحاسبة في حكومة الولايات المتحدة تقريرا مفاده أن العديد من مؤسسات المياه الأهلية تؤجل أعمال صيانة البنية التحتية لكي يتسنى لها البقاء في إطار الميزانية المحدودة المخصصة للتشغيل. وعوضا عن تجنب حدوث أعطال كبيرة بالتحري عن التسربات في وقت مبكر، تنتظر تلك المؤسسات عادة حتى تتصدع الخطوط الرئيسية قبل إصلاحها.

بيد أن تكاليف إصلاح البنية التحتية للمياه وتحديثها لتقليل فقدان المياه وضمان استمرارية التشغيل في الولايات المتحدة وكندا، ستكون مرتفعة. فقد قدّرت الشركة Booz Allen Hamilton الاستشارية أنّ الدولتين معا ستحتاجان إلى إنفاق 3.6 تريليون دولار على نظمهما المائية خلال الـ 25 سنة القادمة.

وعندما يكون الهدفُ الرئيسي الاقتصادَ في استهلاك المياه، فإن الاستراتيجية الرئيسية الأخرى يجب أن تركز على أكبر مستهلكي المياه.

إلى حد كبير، أصبحت التقانات وأدوات السياسة المطلوبة للمحافظة على المياه العذبة الموجودة وتوفير المزيد منها معروفة، والمطلوب الآن القيام بالعمل اللازم.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

المياه بالتبخر. ولكي يكون هذا التخزين مجديا، يتعين على المهندسين أولا إيجاد خزانات جوفية كبيرة يمكن تغذيتها بالإمدادات المائية السطحية بيسر، كما تسمح بإعادة محتوياتها من المياه إلى سطح الأرض عند الحاجة إلى الري. وإن مثل هذه «البنوك المائية» تعمل حاليا في أريزونا وكاليفورنيا وغيرهما من الأمكنة.

ويمكن الحد من الطلب على مياه الري أيضا باستخدام نظم الري بالتنقيط على نطاق واسع، إذ تخفض هذه النظم استهلاك المياه إلى الحد الأدنى بالسماح للمياه بأن تتسلل ببطء، إما من خلال سطح التربة أو بالتوجه مباشرة إلى الجذور. والاستثمار في أنواع جديدة من المحاصيل القادرة على تحمل شح المياه والجفاف و**المياه المسوسة** brackish والمالحة يمكن أن يساعد أيضا على تقليل الاحتياجات إلى مياه للري.

ونظرا لارتفاع الطلب على السلع الزراعية مع نمو السكان والدخل، فمن غير المحتمل أن يتمكن مديرو المياه من تخفيض كمية المياه المخصصة حاليا للزراعة المروية تخفيضا كبيرا، بيد أن تحسين كفاءة الري وإنتاجية المحاصيل يمكن أن يسهم في السيطرة على الزيادة لتبقى ضمن حدود معقولة.

اتخاذ المزيد من الخطوات(*)

يمكن تخفيض الطلب على مياه الري في المناطق الجافة وشبه الجافة، وفي الوقت نفسه تلبية المتطلبات الغذائية العالمية من خلال الدعم المتمثل بتوفير **المياه الافتراضية**(١) virtual water لهذه المناطق. ويشير هذا المصطلح إلى كمية المياه المستهلكة لإنتاج الغذاء والسلع التجارية. وإذا تم تصدير مثل هذه المنتجات إلى منطقة جافة فلا يترتب عندئذ على هذه المنطقة استخدام مياهها لإنتاجها. وعليه، فإن هذه المنتجات تُمثّل نقل المياه إلى المجتمعات المحلية وتزويدها بما يطلق عليه «المياه الافتراضية».

إن مفهوم المياه الافتراضية قد يبدو لأول وهلة مجرد مفهوم محاسبي. بيد أن تزويد البلدان بالسلع ـ مع محتوياتها من المياه الافتراضية ـ يساعد العديد من هذه البلدان على تجنب استخدام إمداداتها المائية الخاصة لزراعة المحاصيل، ومن ثمّ تحرير كميات كبيرة من أجل استخدامات أخرى. وقد أدى مفهوم المياه الافتراضية والتجارة الآخذة بالتوسع إلى إيجاد الحل لعدة نزاعات دولية ناجمة عن ندرة المياه. فعلى سبيل المثال، أدى استيراد المملكة الأردنية المياهَ الافتراضية في المنتجات إلى تقليل فرص وقوع نزاع مع إسرائيل بسبب المياه.

يتجاوز حجم التجارة العالمية السنوية بالمياه الافتراضية 800 بليون م^3 من المياه في السنة؛ أي ما يعادل عشرة أمثال نهر بغزارة نهر النيل. وتحرير تجارة المنتجات الزراعية وتخفيف القيود على

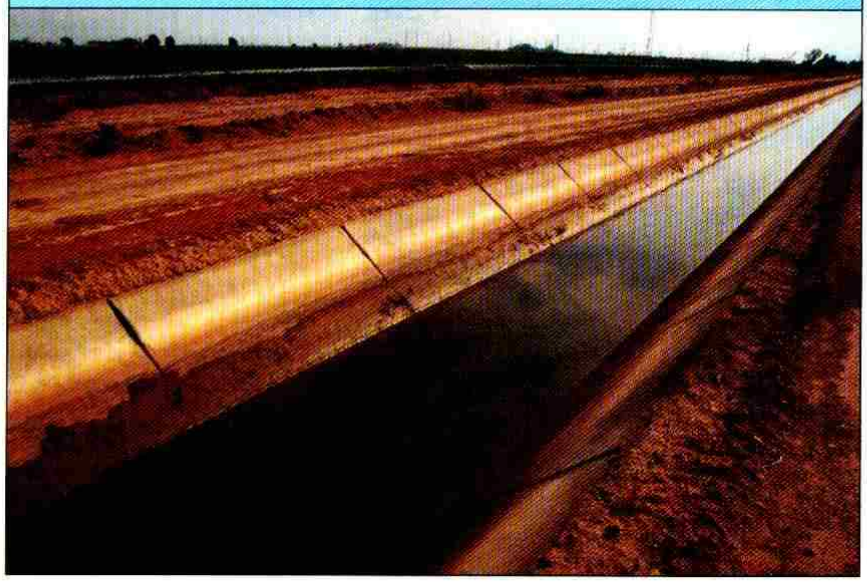
(*) More Steps Take
(**) Charge More for Water
(***) Conserve Irrigation Water

(١) يُعرف A person's water footprint = indicator of water use مؤشّر استخدام المياه من قبل فرد من الأفراد أو جماعة أو مشروع تجاري أو صناعي، بالحجم الكلي من المياه العذبة المستخدمة في إنتاج السلع التي يستهلكها هذا الفرد أو الجماعة، أو في الخدمات التي ينتجها المشروع. (التحرير)

[عمل زراعي]

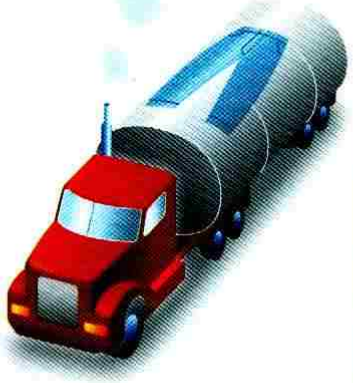
حافظ على مياه الري(***)

يستهلك الري الزراعي كميات ضخمة من المياه؛ فتخفيض 10% من مياه الري سيؤدي إلى توفير ما يزيد على ما يستخدمه بقية المستهلكين جميعا. ويمكن تحقيق ذلك من خلال منع التسرب في نظم نقل مياه الري، وتخزين المياه في جوف الأرض للحد من تبخرها، واستخدام طرق الري بالتنقيط، وإدخال تعديلات على المحاصيل لكي تقلل من استهلاك المياه. وتبين الصورة في *الأسفل* مياها مصدرها نهر كولورادو تجري في قناة ري مكشوفة في مناطق المحاصيل الزراعية في الوادي imperial Valley الشهير بكاليفورنيا.



11 مترا مكعبا

إن حجم الماء اللازم لإنتاج بنطلون مصنوع من القطن النيمي (jeans) يساوي سعة صهريج شاحنة عادية.



على شبكة الإنترنت

يمثل **مؤشّر استخدام المستهلك للمياه**(١) حجمَ المياه العذبة التي يستخدمها المستهلك مباشرة، إضافة إلى الكمية اللازمة لإنتاج السلع والخدمات التي يستهلكها. انظر إلى مؤشر استخدامك للمياه على الموقع: www waterfootprint.org.

[حلٌّ مالي]

اطلب ثمنا أعلى للمياه(**)

تم تقدير متدنٍ لثمن المياه في الولايات المتحدة وغيرها من القوى الاقتصادية، لدرجة أن المستخدمين ليس لديهم حافز قوي للاقتصاد في استخدامات المياه العذبة. قليل من الناس يوظفون وقتهم في صون سلعة تبدو متاحة مجانا ـ مهما كانت قيمتها. فالأسعار المرتفعة تشجع على الاقتصاد في استهلاك المياه العذبة وعلى الاستثمار في بنى تحتية أقل هدرا لها.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

الاستثمارات المائية المطلوبة: بالمساحة(*)

2030-2005 (تريليون دولار)

9.0	آسيا/ أوقيانوسيا
5.0	جنوب/ أمريكا اللاتينية
4.5	أوروبا
3.6	الولايات المتحدة/ كندا
0.2	إفريقيا
0.2	الشرق الأوسط

تعتبر صيانة البنية التحتية للمنشآت المائية من الأمور الحيوية لمنع التدهور والتسرب والتعديات. وفي الوقت نفسه، تحتاج الأعداد المتنامية من السكان ومن يصبح منهم أكثر يسرا إلى نظم جديدة تتميز بكفاءتها في إيصال المياه. فعلى الدول المتطورة وبعض الدول الأقل تطورا إنفاق عدة تريليونات من الدولارات لإنشاء بُنى تحتية فعالة وصيانتها خلال الربع التالي من القرن.

التعرفة التي تعيق حاليا حركة المواد الغذائية سوف يعززان تدفقات المياه الافتراضية على المستوى العالمي. فإذا تحررت تجارة السلع الزراعية فعلا، فإن ذلك سيؤدي إلى مضاعفة إجمالي التصدير الحالي للمياه الافتراضية ليتجاوز 1.7 تريليون متر مكعب سنويا.

مهما كانت المنافع التي يكتسبها العالم من جراء نقل المياه الافتراضية، فإن سكان المدن المتنامية يحتاجون إلى مياه جارية حقيقية للشرب، وللنظافة وتعزيز الصحة العامة. ومن الممكن تخفيض الطلب المتصاعد باستمرار على خدمات الصحة العامة المعتمدة على المياه في المناطق الحضرية، بتبني وسائل غير مستهلكة للمياه أو مستهلكة للقليل منها، مثل **مراحيض المزج الجاف**(١) المزودة بنظم فصل البول. تقوم هذه التقانات على إعادة استخدام البول في الزراعة وتحويل المخلفات المتبقية إلى **مزيج عضوي** organic compost يمكن أن يُخصّب التربة. وتعمل هذه الوحدات بطريقة شبيهة بأكوام المزيج العضوي في الحدائق، فتقوم بتفكيك الفضلات البشرية بفعل الميكروبات الهوائية، فتحولها إلى مادة غير سامة غنية بالمغذيات. ويمكن أن يستثمر المزارعون المادة العضوية الناتجة سمادًا للمحاصيل. كما يمكن استخدام هذه التقنيات بصورة آمنة حتى في المناطق الحضرية المكتظة، كما يتضح ذلك من منشآت **مشروع «جيبرز السكني»**(٢) في ضواحي ستوكهولم وفي العديد من المشروعات الريادية.

ويمكن أساسا أن يطبق المهندسون المدنيون هذه التقانة لفصل الإمدادات المائية عن نظم الصرف الصحي، وهي وسيلة يمكن بواسطتها توفير كميات كبيرة من المياه العذبة، فيما إذا تم تطبيقها على نطاق واسع. إضافة إلى ذلك، فإن إعادة تدوير المخلفات يمكّن من الحد من استخدام السماد المستمد من الوقود الأحفوري.

وفضلا على تقييد الطلب على المياه العذبة، ثمة اتجاه معاكس يتمثل بزيادة الإمدادات، كأحد المكونات الحاسمة للحل الذي يتصدى لمشكلة نقصان المياه. إنّ نحو 3% من مجمل مياه الكرة الأرضية هي مياه عذبة، وما تبقى هي مياه مالحة برمتها. بيد أن أدوات إزالة ملوحة المياه تحقق بعض التوازن باستثمارها لهذا المصدر الضخم من المياه المالحة. والتخفيض الكبير الحالي في تكاليف تقانة إزالة ملوحة المياه الأكثر اقتصادا للطاقة ـ وهي **تقانة التناضح العكسي**(٣) ـ يعني أنه بإمكان العديد من المدن الساحلية أن تحصل حاليا على مصادر جديدة لمياه الشرب.

وفي نظام التناضح العكسي، تجري المياه المالحة في أحد حيّزين مفصولين بغشاء شبه مُنفذ (يمرر المياه العذبة)؛ أما الحيّز الآخر فيحوي المياه العذبة. حينئذ تُطبق زيادة كبيرة في الضغط على الحيّز الذي يحوي المياه المالحة. وخلال فترة من الزمن يُجبر الضغط جزيئات المياه على المرور عبر الغشاء إلى حيّز المياه العذبة.

وقد حقق المهندسون وفرا في التكاليف بإدخال

[إنتاج غذائي]

شحن «المياه الافتراضية»(***)

المياه الافتراضية هي المياه المستخدمة في إنتاج الغذاء أو أي منتج آخر. وعليه، فهي متضمنة داخل السلعة. فعلى سبيل المثال، يحتاج إنتاج كيلوغرام من القمح إلى 1000 ليتر من المياه، ومن ثم فكل كيلوغرام «يحتوي» على هذه الكمية من المياه. فاستيراد بلد جاف لاحتياجاته من القمح يُعني أن ليس على هذا البلد استهلاك مياهه لزراعة القمح، الأمر الذي يؤدي إلى تخفيف الضغط على إمداداته بالمياه العذبة.

[تصميم التمديدات الصحية]

تبني تخفيض استهلاك المياه في التمديدات الصحية(**)

تستهلك خدمات الصرف الصحي في المدن و الضواحي الكثير من المياه، نحو مئة كيلومتر مكعب حول العالم. يمكن أن تُؤدّي المراحيض القليلة الاستهلاك للمياه إلى نقص كبير في هذه الكمية. ويشير المقيمون في مشروع «جيبرز السكني» في ضواحي ستوكهولم إلى نظام يشتغل كما تشتغل حاوية جمع المواد العضوية في الحديقة. يفصل النظام أولا البراز عن البول الذي يستخدم سمادا سائلا في المزارع، ويعاد تدوير الباقي إلى سماد، بوساطة إضافة المتعضيات الميكروبية في حاوية جمع المواد العضوية. ومثل هذه التقانة يمكن أن تكون آمنة حتى في ضواحٍ و مدن مزدحمة تماما.

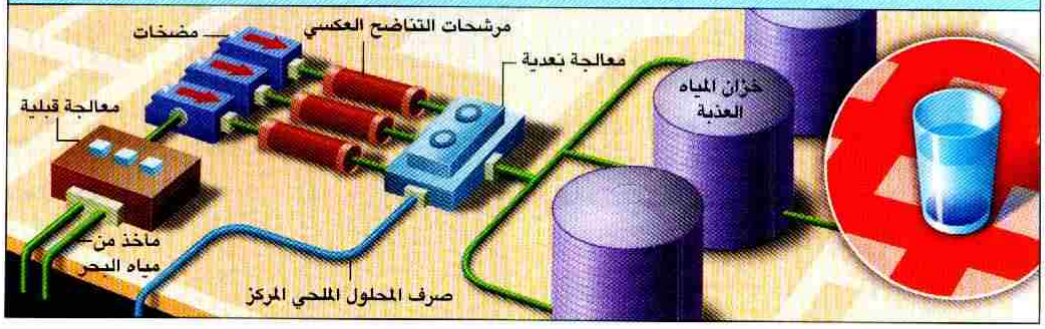
يُستخدم البول المعالج سمادا في الزراعة. فعندما تمتلىء حاويات البراز تنقل إلى مواقع الخلط.

(*) WATER INVESTMENT NEEDS, BY AREA
(**) Adopt Low-Water Sanitation
(***) Ship "Virtual Water"
(١) dry compositing toilets
(٢) Gebers Housing Project
(٣) membran reverse - osmosis technology

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

استثمر تقانة متقدّمة في إزالة ملوحة المياه(*)

97% من مياه العالم هي مياه مالحة. وبإمكان مصانع إزالة ملوحة المياه الجديدة المنخفضة النفقات زيادة إمدادات المياه العذبة للمراكز السكانية الساحلية. في الواقع، تتم زيادة ضغط المياه المالحة (في *اليسار*) أثناء مرور جزيئات المياه عبر غشاء له خاصية انتقائية، معطيا مياها عذبة في الجهة المقابلة (في *اليمين*). وعلى الرغم من أنّ عملية الترشيح هذه تستهلك كمية كبيرة من الطاقة، فإنّ أجيالا جديدة من الأغشية وتقنيات استرداد الطاقة وغيرها من الابتكارات يمكن أن تسهم في تخفيض نفقات الطاقة.



تحسينات مختلفة تشمل أغشية محسنة تتطلب ضغطا أقل، ومن ثم تستهلك طاقة أقل لترشيح المياه وتعديل النظام، وهذا ما يجعل البناء أكثر سهولة. فقد تم إنشاء مصانع كبيرة لإزالة ملوحة المياه تستخدم التقانة الجديدة الأرخص تكلفة في كل من سنغافورة وخليج تامپا في فلوريدا.

ويعمل الباحثون حاليا على مرشحات التناضح العكسي المؤلفة من **أنابيب كربونية نانوية** carbon nanotubes وهي أكثر كفاءة للفصل، وبإمكانها أن تحقق تخفيضات إضافية في تكاليف إزالة ملوحة المياه بنسبة 30 في المئة. وتشهد هذه التقانة، التي تم توضيحها بنماذج أولية، تقدما مطردا نحو الاستخدام التجاري. وعلى الرغم من التحسينات في مردود الطاقة، فإن تطبيق تقانة التناضح العكسي مازال محدودا إلى حد ما، لأن استهلاكها للطاقة مازال كبيرا. وعليه، فإن من الأهمية بمكان توفير طاقة يمكن تحمّل تكلفتها لكي يتم تطبيق هذه التقانة على نطاق واسع.

عائد الاستثمار(**)

ليس من المدهش أن يتطلّب تفادي نقص المياه في المستقبل إنفاقا للمال ـ الكثير منه. فقد قدّر خبراء الشركة بوز آلين هاميلتون أنّ العالم سيحتاج إلى استثمار نحو تريليون دولار سنويا لتوفير المياه اللازمة لكافة الاستخدامات لغاية عام 2030 من خلال تطبيق التقانات المتاحة حاليا لحفظ المياه وصيانة البنية التحتية واستبدالها وبناء نظم الصرف الصحي. إنّه رقم هائل بالتأكيد، بيد أنه قد لا يكون بهذه الضخامة إذا ما نظر إليه في ظروف التقييم الحالية المعقولة. فالمبلغ المطلوب لا يشكل حاليا سوى 1.5 في المئة من الناتج المحلي الإجمالي السنوي العالمي أو نحو 120 دولارا نصيب **الفرد الواحد** per capita، ويبدو أن مثل هذا الإنفاق يمكن تحقيقه.

ومع الأسف، فقد انخفض الاستثمار في منشآت المياه في معظم الدول إلى النصف كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي منذ أواخر التسعينات. فإذا نشأت أزمة في العقود القادمة، فإنها لن تعود إلى نقص في المعرفة، وإنما إلى قصور في الرؤية وعدم وجود رغبة في إنفاق الأموال اللازمة.

بيد أنه يوجد سبب واحد على الأقل، للتفاؤل: إن الدول ذات الكثافة السكانية العالية الأكثر حاجة إلى البنى التحتية للمياه ـ الهند والصين ـ هي بالضبط الدول التي تشهد نموا اقتصاديا سريعا؛ أما جزء العالم الأكثر احتمالا بأن يظل يُعاني شحّ المياه، فهو أفريقيا والبليون من سكانها، حيث يُنفق القليل على البنية التحتية للمياه، وليس بإمكانه أن ينفق أكثر من ذلك. ومن الأهمية بمكان أن تؤمن دول العالم الأكثر ثراء المزيد من الأموال لدعم جهود تحسين البنية التحتية للمياه في هذا الجزء من العالم.

ويمكن أن يقلل المجتمع الدولي من احتمالات وقوع أزمة مائية عالمية إذا ما تصدى لهذا التحدي من منظور جماعي. ليس لزاما علينا أن نبتكر تقانات جديدة؛ إنما يجب، بكل بساطة، أن نقوم بتسريع اعتماد الأساليب التقنية المتاحة من أجل حفظ المياه وزيادة كمياتها. إن إيجاد حلول للمشكلة المائية ليس بالأمر اليسير، بيد أنه يمكننا أن نحقق نجاحا إذا ما باشرنا العمل على الفور والتزمنا به، وإلاّ فإن العطش سيصيب جزءا كبيرا من العالم. ■

(*) Exploit Advanced Desalination Technology
(**) A Return on Investment
(***) CONSERVATION: DRIP BY DRIP

حفظ المياه: نقطة إثر نقطة(***)

إن القيام بأعمال صغيرة بصورة مستمرة ـ وإذا تمت بمشاركة عدد كاف من الناس يمكن أن يؤدّي إلى تقليص عدد المشكلات التي تواجه العالم. ونورد فيما يلي قائمة تتضمن بعض المقترحات في هذا الصدد. ويمكنك أن تجد قوائم أخرى تبين طرقا سهلة للحفاظ على المياه العذبة، إضافة إلى أنواع مختلفة من البيانات المائية، على الموقع www.SciAm.com/aug2008

- البدء بعمل كومة خلط بقايا **النباتات المتفسخة** compost pile عوضا عن استخدام جهاز تصريف للقمامة في المغسلة.
- تشغيل الغسالة الآلية أو غسالة الصحون ذات الكفاءة العالية بحمولة كاملة فقط.
- تركيب خزان تدفق مزدوج للمرحاض (الذي يستخدم القليل من المياه للنفايات السائلة) أو وحدة ذات تدفق محدود ونظام إعادة تدوير المياه الرمادية (مياه الصرف الصحي).
- استخدام مرش حمام منخفض الجريان واستخدام مياه الاستحمام لسقاية النباتات.
- ري المرجة لديك في الصباح الباكر أو أثناء الليل للحد مما يفقد بالتبخر.

مراجع للاستزادة

Balancing Water for Humans and Nature: The New Approach in Ecohydrology. Malin Falkenmark and Johan Rockström. Earthscan Publications, 2004.

Water Crisis: Myth or Reality? Edited by Peter P. Rogers, M. Ramón Llamas and Luis Martínez-Cortina. Taylor & Francis, 2006.

The World's Water 2006–2007: The Biennial Report on Freshwater Resources. Peter H. Gleick et al. Island Press, 2006.

Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. Edited by David Molden. Earthscan (London) and International Water Management Institute (Colombo), 2007. Available at www.iwmi.cgiar.org/Assessment

Scientific American, August 2008

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

أدوار جديدة للبروتينات الواقية من الصدمة الحرارية في الخلايا(*)

إن البروتينات الواقية من الصدمة الحرارية الموجودة في كل خلية، معروفة منذ زمن طويل بمقاومتها للكرب(١). وأدوارها الجديدة المكتشفة في مجالي السرطان والمناعة تجعل منها حليفات علاجية ممكنة.

<K. P. سريڤاستافا>

في عام 1962، قام أحدهم بمعهد الوراثيات في باڤيا بإيطاليا برفع درجة الحرارة في **حاضنة**(٢) بها ذباب الفاكهة. وعندما فحص <F. ريتوسا> [وهو شاب مختص بعلوم الوراثة] خلايا هذا الذباب «المصدوم حراريا»، لاحظ أن **صبغياتها**(٣) قد انتفخت في مواضع منفصلة. إن الشكل المنتفخ للصبغي كان علامة معروفة بأن الجينات تم تنشيطها في هذه المواضع لتكوين البروتينات التي تكود هذه الجينات. وهكذا أصبحت هذه المواقع المفعَّلة تعرف **بمواقع الصدمة الحرارية** heat shock loci.

هذا الأثر كان متكرر الحدوث، ولكن ذباب الفاكهة كان متفردا به في البداية. وقد استغرق الأمر 15 سنة أخرى قبل اكتشاف البروتينات التي تَنْتُجُ أثناء انتفاخ الصبغيات في الذبابيات وأشكال الحياة الأخرى. في أكثر القصص إثارة في تاريخ البيولوجيا الحديثة، تم اعتبار **بروتينات الصدمة الحرارية**(٤) (HSPs) لاعبا رئيسيا في جميع أشكال الحياة ـ ليس على مستوى الخلية فحسب، بل على مستوى الكائنات الحية والمجتمعات بأكملها.

في الحقيقة، هذه الجزيئات **الكلية الوجود**(٥) هي من أقدم آليات المحافظة على الحياة، ولذلك حُوفظ عليها خلال تطور الكائنات الحية. وقد ظهر أنها أدت دورا في عملية التطور بحد ذاتها. وبما أنها تُنتج كاستجابة **لحالات الكرب (الإجهاد)** stressful conditions بما فيها (وليس حصرا) التعرض للحرارة، فإن البروتينات HSPs تساعد الخلايا المفردة على التعامل مع ذلك بحفظ استمرار عمل الوظائف الخلوية بيُسر في مواجهة الظروف غير المواتية. وخلال العقد الماضي، أدرك العلماء أن البروتينات HSPs تؤدي أيضا أدوارا إضافية في الكائنات الراقية مثل البشر. فهي جزء مكمل لدفاعاتنا المناعية ضد السرطان والعوامل الممرضة، ولذلك قد تكون ذات فائدة كبيرة في تطوير أشكال متعددة من الأدوية واللقاحات الجديدة.

لنستوعب كيف يمكن لهذه البروتينات المتعددة الوظائف أن تُستخدم علاجيا، من المفيد النظر في الطرق المتنوعة التي تقوم من خلالها بجوهر وظيفتها، وهو أن تعمل **كمرافقات (وصيفات)** chaperones لبروتينات أخرى. ومثل وظيفة المرافق لدى البشر، فإن البروتينات HSPs لها هدفان: تثبيط التفاعلات غير المرغوب فيها، وتنشيط المُحبذة منها، بحيث تتشكل رابطة ثابتة ومفيدة بين البروتينات الشريكة.

مرافقات متعددة الوظائف(**)

للبروتينات داخل الخلية غالبا واحد أو عدد قليل جدا من **المرافقات الصحيحة** correct mates والتي تستطيع أن تتآثر معها بفعالية ـ مثلا، **المُستقبِل** receptor **ورابطه** ligand الذي يسلك كقفل ومفتاح، على التوالي. فالرابط له تأثير ضعيف في أنماط المستقبلات الأخرى، والمستقبل لا يتم تفعيله إلا برابطته الخاصة أو جزيئات قريبة جدا منه في التركيب. بالمقابل تميل البروتينات HSPs إلى مرافقة طيف واسع من البروتينات التابعة لها، وهذا يسمح للبروتينات HSPs بإنجاز لائحة مذهلة من الأعمال. وتتضمن هذه الأعمال مساعدة سلاسل **الحموض الأمينية**(٦) المتكونة حديثا على أن تطوى في أشكالها البروتينية الصحيحة، وتفكيكها بعد أن تتعرض للتلف، ومصاحبة البروتينات وحمايتها وهي في طريقها للقاء مرافقاتها.

(*) العنوان الأصلي: NEW JOBS FOR ANCIENT CHAPERONES
(**) Versatile Escorts
(١) stress أو الإجهاد أو الشدة النفسية.
(٢) incubator
(٣) chromosomes
(٤) heat shock proteins
(٥) موجودة في كل خلية في جميع الأوقات.
(٦) amino acids

مفاهيم مفتاحية

- إن بروتينات الحراسة الموجودة في جميع أشكال الحياة تُحافظ بسلاسة على استمرار تنوع كبير من العمليات الخلوية.
- تلتقط هذه البروتينات من خلال تأثراتها المتنوعة «بصمات» دالة على مكونات كل خلية تسمح لها بتطوير دور جوهري في الإستجابات المناعية للسرطان أو العوامل الممرضة.
- وتشمل العلاجات التي تستفيد من هذه البروتينات مثبطات ومحفزات لوظائفها الطبيعية المختلفة.

محررو سيانتفيك أمريكان

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

إن أمثلة محددة يمكنها أن توضح كم هي جوهرية تلك الوظائف، ويمكن أن توضح بعض الطرق التي تخدم بها مرافقاتُ البروتينات HSP الرئيسية توابعَها. إن قدرة بروتين ما على القيام بالوظائف المنوطة به لا تعتمد على تأثيره في المكان والوقت المناسبين فحسب، وإنما على كونه بالشكل الصحيح. وإن سلاسل الحموض الأمينية الحديثة التشكل تتعرض لقوى مختلفة تساعدها على أن تتخذ شكلها الصحيح. ولكل حمض أميني، مثلا، استجابة مميزة للماء في **سيتوبلازم الخلية** cellular cytoplasm. فالحموض الأمينية الكارهة للماء تتجنبه، وتحاول الابتعاد عنه بالتعشيش داخل بنية البروتين، في حين تفضل الحموض الأمينية المحبة للماء التوضع على سطحها. هذه الآليات ليست كافية دائما لتأمين انطواء صحيح للبروتين، ولذلك فإن البروتينات HSPs مثل HSP60 تتدخل للمساعدة على ذلك. (*انظر ما هو مؤطر في الصفحة 25*).

لقد زودنا <L. A. هورويتش> [من جامعة ييل] بفهم لمعظم المعلومات الحالية عن مرافق البروتين HSP60 الذي يشبه قفصا مُكَوّنا من العديد من جزيئات البروتين HSP60. إن فرعها الداخلي كاره للماء بشدة، ولذلك فإنه يجذب الحموض الأمينية الكارهة للماء المكشوفة التابعة للبروتينات غير المطوية لترتبط به. وبمجرد أن تنجذب هذه السلسلة إلى داخل القفص فإنها ستقابل وسطا داخليا مُحبا للماء تريد أن تبتعد عنه الحموض الأمينية الكارهة للماء بأي ثمن، وهكذا يصبح الجزيء الواقع في الفخ مُجبرا على تغيير شكله. قد لا تتم هذه العملية في مرة واحدة، وقد يحرر القفص ثم يعيد أسر البروتين عدة مرات قبل أن يكتسب شكله المطوي الصحيح. وهكذا فالبروتين HSP60 يعرف بإنزيم **الطي** foldase. وعلى النقيض من ذلك، فالبروتين HSP100 يعرف بإنزيم **إزالة الطي** unfoldase. وهو أيضا على شكل حلقة مكونة من عدة وحدات، يمكنه بالتعاون مع البروتين HSP70 أن يفكك البروتينات التالفة أو تجمعات البروتين غير المرغوب فيها، أو يمكنه أن يسبب فك طي بروتين كامل الانطواء.

على نقيض المرافقات المشابهة للأقفاص، فإن معظم البروتينات HSPs لا تحصر المواد الخاضعة لتأثيرها فحسب، ولكنها تمسك بها لمساعدتها. وعلى سبيل المثال، يرتبط البروتين HSP70 مباشرة بسلاسل قصيرة من تتابعات حموض أمينية، تسمى أيضا **ببتيدات** peptides. فالجزيء له شق رابطة ببتيدية تنفتح عندما يرتبط البروتين HSP70 بمصدر الطاقة الخلوي (ATP). ولكن عندما يكون

بروتينات الصدمة الحرارية HSPs هي مرافقات (وصيفات) خلوية تحمي بنية البروتينات بمساعدتها على أخذ شكلها الخاص والمحافظة عليه، وذلك للوصول إلى مواضعها المخصصة لها متجنبة التأثيرات غير المرغوب فيها.

المصدر ATP غائبا، فإن تركيبا يشبه غطاء الصندوق على البروتين HSP70 يطبق على الببتيد المرتبط به، ويحبس السلسلة البروتينية الأكبر حجما في مكانها. إن قدرة البروتين HPS70 على الإمساك بمختلف الببتيدات تسمح للجزيء بأن يؤدي دور المرافق في العديد من العمليات الخلوية الأساسية، مثل مساعدة السلاسل الجديدة للحموض الأمينية على اكتساب شكلها الناضج، وتسهيل تشكيل البروتينات المعقدة، وحماية البروتينات من التفكك في درجات الحرارة العالية.

على الرغم من أن البروتينات HSPs فعالة في الخلايا في الأحوال العادية، فإنه من السهل ملاحظة كم تكون مساعدتها أكثر نفعا للخلية في الأوضاع الصعبة. ففي الظروف الطارئة كالحرارة والبرد الشديدين، ونقص الأكسجين والجفاف أو الجوع، تكون الخلية في حالة صراع من أجل البقاء حية. ويمكن أن تتعرض بروتينات مهمة للتحلل بفعل الوسط القاسي، وكأن الخلية تحاول بشدة مُقاومَة التبدلات. في مثل هذه الظروف تقوم البروتينات HSPs بتلطيف الكرب بإنقاذ البروتينات الأساسية، وتفكيك التالف منها وإعادة استخدامه، ومتابعة حدوث العمليات الخلوية بيسر قدر الإمكان. فعندما تكون الخلية في حالة كرب شديد، فإن واحدا من أول ردود فعلها هو زيادة تصنيع البروتينات HSPs بحد ذاتها، وهذا ما شهده <ريتوسا> للمرة الأولى قبل 46 عاما. هذا الدور المهم للبروتينات HSPs قد تم إثباته منذ اكتشافها[1]. وابتداء من ثمانينات القرن العشرين بدأ اكتشاف وظيفة مختلفة تماما للبروتينات HSPs، باعتبارها عاملا حيويا للمحافظة على بقاء الكائنات الراقية.

بصمات مستضدية (أنتيجينية)[*]

في أوائل الثمانينات، بدأ اهتمامي، عندما كنت طالبا جامعيا في مركز البيولوجيا الخلوية والجزيئية في حيدر آباد بالهند، بظاهرة لُوحظت بداية في الأربعينات ولم تفسر قط. أثبت العديد من العلماء أنه بالإمكان **تمنيع (تحصين)** immunize القوارض ضد سرطاناتها، كما يتم تمنيع البشر روتينيا ضد العوامل المُمرضة. يتعرف الجهاز المناعي للثدييات بروتينات العامل المرض كشيء غريب عن الجسم، ولذلك يعمل **كمستضدات**[2] antigens تقوم بتفعيل الاستجابة المناعية. ومن جانب آخر يتكون السرطان من خلايا الفرد نفسه،

(*) Antigenic Fingerprints

(١) انظر: "How Cells Respond to Stress," by William J. Welch; *Scientific American*, May 1993

(٢) أو أنتيجينات.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

ولذلك فإن قابلية توليد الأضداد ظلت سرا كبيرا. وبدأت محاولتي لعزل هذه المستضدات السرطانية النوعية.

من خلال عملي وفي أثناء دراستي الجامعية لمرحلة ما بعد الدكتوراه استطعت تَعرف بروتين يدعى gp96 يستطيع تحريض مقاومة مناعية للأورام. وللعجب، فقد تبيّن أن هذا الجزيء هو أحد أعضاء عائلة البروتين HSP90 ـ الكثير من البروتينات HSP يوجد في أشكال عديدة ذات صلة ـ الموجودة في النسج الطبيعية وكذلك في الخلايا السرطانية. وهذا ما لاحظه أيضا <S. J. أولريش> ومساعدوه [في **المعاهد القومية للصحة**[1] (NIH)] بعد عامين. إن جزيئات البروتين gp96 الموجودة في الأورام والنسج الطبيعية كانت متطابقة من حيث تتابع الحموض الأمينية، وهكذا فالبروتين gp96 المشتق من السرطان لم يكن **نوعيا**[2] للسرطان. إذن ما أساس قدرته على التمنيع ضد السرطانات؟

في عام 1990 بدأ الجواب عن هذا السؤال يبزغ عندما كنت مع <H. أودونو> ـ الذي صار لاحقا متدربا لمرحلة ما بعد الدكتوراه في مُختبري بكلية طب ماونت سينائي ـ نعزل البروتين HSP70 عن الأورام لنختبر ما إذا كان هو الآخر يحرض المناعة للأورام. وقد وجدنا أن بإمكانه القيام بذلك. ولكن المفاجأة الكبرى أتت عندما أخضعنا البروتين HSP70 لمرحلة تنقية أخيرة تدعى **التصوير اللوني المعتمد على ATP**[3]، فاختفت الفعالية المناعية القوية جدا للجزيء ضد الورم.

وهكذا أدركنا على الفور أن تعريض البروتين HSP70 لجزيء ATP أدى إلى تخلي البروتين HSP70 عن مادة تبين أنها بيتيد. وخلال السنوات اللاحقة أظهر عمل عدة فرق بحث أن البروتين HSP70 يُغير تشكيله عندما يرتبط بجزيء ATP، مؤديا به إلى التخلي عن أي بيتيد مرتبط به. وقد أدرك الباحثون حقيقة أن أعضاء من عائلات البروتينات HSP60 و HSP70 و HSP90 جميعها تنقل بانتظام بيتيدات تكونت داخل الخلايا. وعندما يتم أخذ البروتينات HSP70 أو HSP90 من سرطانات أو من خلايا مصابة بفيروس أو عُصية السل، فإنها تحمل في جميع المراحل تقريبا بيتيدات مشتقة من مستضدات سرطانية نوعية أو مستضدات فيروسية أو مستضدات عُصية السل. وهكذا فالبيتيدات المصاحبة للبروتينات HSPs تمثل «**بصمة مستضدية**» antigenic fingerprint للخلايا أو النسج التي أتت منها.

إن هذه القدرة الخاصة ببعض المرافقات على احتجاز بيتيدات مُمثلة لخلاياها الأصلية أعطت البروتينات HSPs دورا أساسيا في واحدة من أهم عمليات الجهاز المناعي: تعرف الخلايا السرطانية والخلايا المصابة بالفيروسات. وتتعرف **الخلايا اللمفاوية التائية** T lymphocytes cells المستضدات في هذه الخلايا من خلال عملية متقنة تعرف **بعرض المستضد** antigen presentation. ومن حيث الجوهر، تتفكك جميع المستضدات المُصنَّعة داخل الخلايا إلى بيتيدات ترتبط بعدها بالبروتينات HSPs العائلات HSP60، HSP70، HSP90 من خلال سلسلة من الأحداث لا تزال غير واضحة. هذه البيتيدات يتم تحميلها في النهاية على مجموعة خاصة من البروتينات تعرف **ببروتينات معقد التوافق النسيجي I**[4] (MHCI) الموجود على سطح معظم خلايا الثدييات. تتعرف الخلايا الليمفاوية التائية المعقدات البيتيدية MHCI وتدمر ما يدل على مرض الخلية [*انظر ما هو مؤطر في الصفحة 26*].

إن عمل البروتينات HSPs كمرافقات للبيتيدات هو ضروري لتحميلها على جزيئات MHCI؛ وعندما تتوقف البروتينات HSPs عن عملها كيميائيا، تبقى جزيئات MHCI خالية من البيتيدات، ولا تستطيع الخلايا التائية تعرفها. هذا الدور الذي تؤديه البيتيدات بمساعدة مرافقاتها البروتينات HSPs في تقديم المستضد من قبل جزيئات MHC افترضته أنا ومساعدي في عام 1994، ولاحقا ظهر أنه حقيقي من خلال أبحاثنا وأبحاث الآخرين.

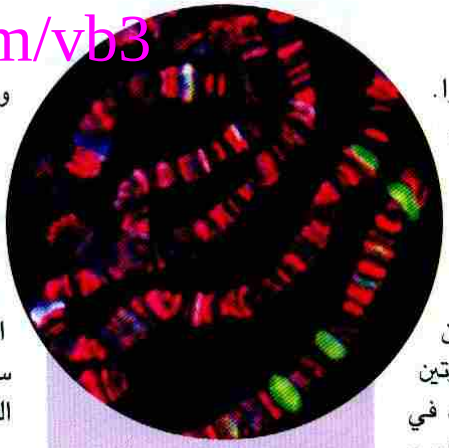
إن لخاصية المستضد المرافق للبروتينات HSPs القدرة على ربط البيتيدات التي هي الأساس الذي تقوم عليه قدرة البروتينات HSPs، المشتقة من الأورام ومن الخلايا المصابة بالعوامل المرضة، على تمنيع الجسم ضد هذه الأورام نفسها والعوامل المرضة داخل الخلية. لكن معقدات بيتيد-البروتين HSP لها دور مهم في تعرف الخلايا التائية المستضدات الصديقة والعدوة ـ من خلال تأثراتها مع الأنواع المختلفة للخلايا المناعية التي تعرف **بالخلايا العارضة للمستضد** antigen-presenting cells.

إنذار بالخطر[**]

باعتبارها حرس الجهاز المناعي، فإن الخلايا العارضة للمستضدات قد توجد في جميع أنسجة الجسم تقريبا، حيث تستطيع «أخذ عينات» من محيطها لتقصي وجود أي مستضد حولها. وتقوم بعرض جميع ما تلاقيه على الخلايا التائية وتستقر فيها في النهاية وتحاول إتلاف الخلايا السرطانية أو **المصابة بالإنتان** infected.

لقد تبين أن الخلايا العارضة للمستضدات تحمل

(*) STRESS RESPONSE
(**) Sounding the Alarm
(١) National Institutes of Health
(٢) specific
(٣) ATP-affinity chromatography
(٤) histocompatibility complex I



استجابة للكرب (للإجهاد)[*]

تظهر صبغيات ذبابة الفاكهة المُعرضة لحرارة عالية «منتفخة» puff up في الأماكن المحتوية على الجينات التي تكود البروتينات HSPs (أبيض وأخضر). ولكي تستطيع خلية ما تصنيع هذه البروتينات، فإن الالتفاف المحكم لجزيء الدنا يجب أن ينفك قليلا كي تصبح الجينات المعنية متاحة، وهذا يسبب الشكل المنتفخ لهذه المواضع.

المؤلف

Pramod K. Srivastava

أستاذ ومدير مركز العلاج المناعي للسرطان والأمراض الإنتانية بكلية الطب في جامعة Connecticut. أشرف على دراسة وظيفة بروتينات الصدمة الحرارية HSPs في الجهاز المناعي من خلال مجموعة من الاكتشافات بدأت عندما كان طالبا في كلية الطب. وبناء على هذه المعارف شارك في تأسيس الشركة Antigenics لتطوير لقاحات السرطان المشتقة من بروتينات HSPs مستخلصة من أورام المرضى. ومازال يعمل استشاريا لهذه الشركة، ويستمر بدراسة دور البروتينات HSPs في الاستجابات المناعية.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

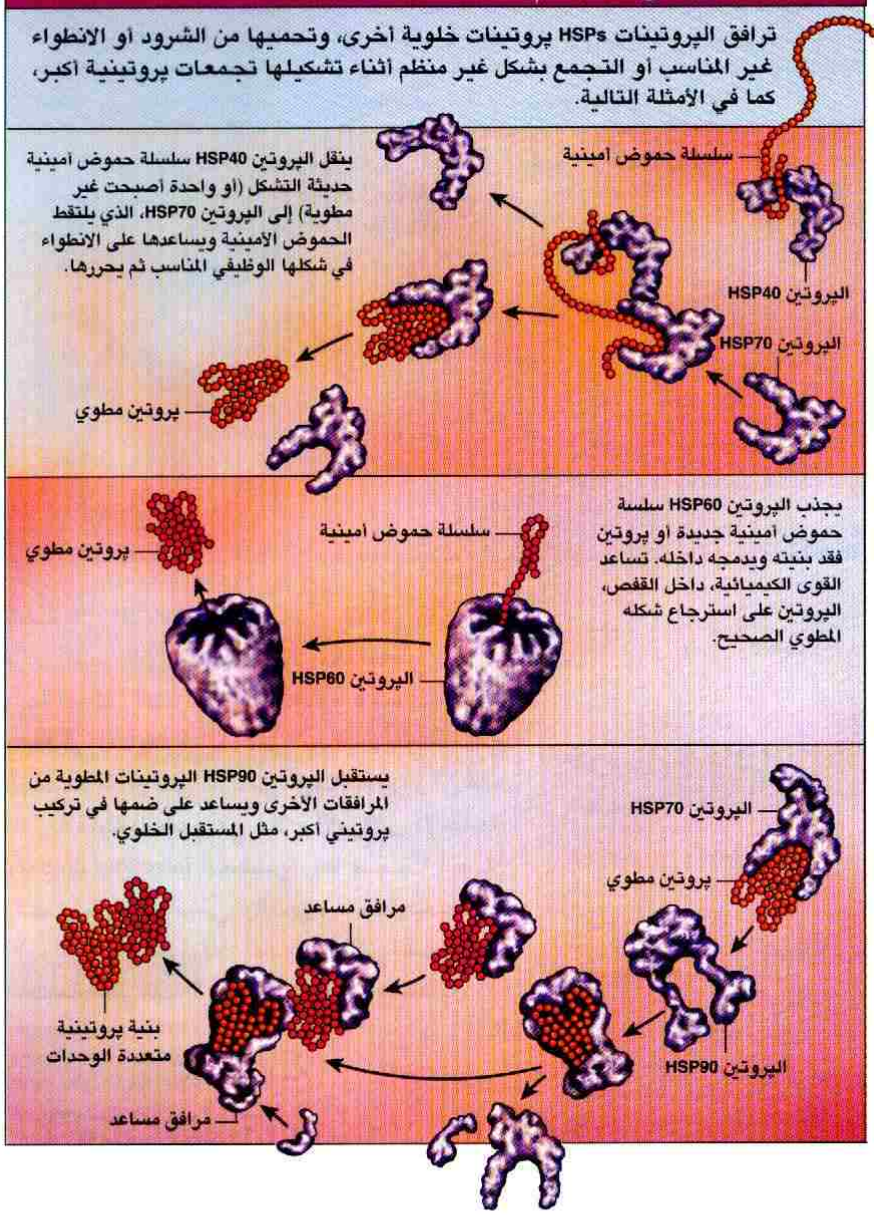
مستقبلات على سطحها للمرافقات الرابطة للپپتيدات. تم تحديد أول مستقبل منها وسُمّي CD91 بواسطة <R. J. بيندر>، ثم من قبل طالب في مختبري صار الآن أستاذا مساعدا في جامعة پتسبورگ. عندما تقابل الخلايا معقدا من معقدات پپتيد-الپروتين HSP، فإنها تدخله إلى داخلها عن طريق البوابة CD91، ويعرض معقد پپتيد-الپروتين HSP مرافقه (HSP-chaperoned peptides) على الخلايا التائية، التي بدورها تتكاثر وتكافح السرطان أو العامل المرض. وعموما يمكن القول إن هذه الآلية هي التي تفسر لماذا تستطيع الپروتينات HSPs المعزولة عن السرطان أن تقوم بتمنيع الجسم ضد هذا السرطان، في حين أن الپروتينات HSPs المعزولة عن الأنسجة الطبيعية لا تستطيع القيام بذلك.

فضلا عن تزويد الجهاز المناعي بوصف عن الغازي، يبدو أن الپروتينات HSPs تدق ناقوس الخطر كذلك. لقد أظهرنا مع <S. باسو> [من كلية طب جامعة Connecticut] في دراسات مختبرية أن مجرد تعريض الخلايا العارضة للمستضدات لأعضاء عائلتي الپروتينات HSP90 و HSP70 يؤدي إلى حدوث عدد من التغيرات في الخلايا، ومنها استهلال إشارات تسبب **الالتهاب**[1]، الذي يشكل جزءا من آلية دفاع مناعية قوية. ومع أن الپروتينات HSPs تقوم عادة بعملها داخل الخلايا طبيعيا، فإن العلماء يعرفون، منذ بعض الوقت، أن خلايا الثدييات عندما تتعرض للكرب، فإن پروتينات HSPs منتقاة يتم إطلاقها من الخلايا أو تتوضع على سطح الخلية بكميات قليلة ذات شأن. وهكذا فإن قدرة الپروتينات HSPs على تفعيل الخلايا العارضة للمستضد بمجرد وجودها تقترح أن شكلا غريبا لپروتينات HSPs خارج الخلايا يمكن أن يُشكل آلية لتحذير الجهاز المناعي من الخطر.

إن عملي الذي يقوم على استخدام معقدات پپتيد-الپروتين HSP، المستخلصة من السرطانات بصورة نقية لتحريض الجسم على رفض الورم، يعتمد على هذه الوظيفة التمنيعية. وفي اعتقادي أن الورم الخاص بالمريض، يكون متفردا من الناحية المستضدية. لقد طورت طريقة لاستخلاص پپتيدات مرتبطة بالپروتينات HSP من الفرد المريض، ثم إعادة إدخالها بصورة نقية كلقاح يمكنه تحريض الجهاز المناعي على مهاجمة الخلايا الحاملة لهذه المستضدات النوعية المرافقة للورم. وقد اختبرت هذه المقاربة على العديد من السرطانات في سلسلة من المحاولات المبكرة على البشر (المرحلة الأولى والثانية) في الولايات المتحدة وأوروبا. أما اختبارات الفعالية الأكثر تقدما (دراسات المرحلة الثالثة المُجراة على عينات عشوائية) التي أجريت

[دور أولي]

المحافظة على النظام(*)



في الولايات المتحدة وأوروبا وأستراليا وروسيا، فقد انتهت لتوها على مرضى سرطان الكلية وسرطان الجلد. وقد أظهرت هذه الدراسات الأخيرة أن المصابين بسرطان الجلد الذين تلقوا جرعات كافية من لقاح معقد پپتيد-الپروتين HSP، والذين كان مرضهم محصورا في الجلد والعقد اللمفاوية والرئتين، عاشوا فترة أطول من المرضى الذين تلقوا علاجات تقليدية أخرى، بما فيها العلاج الكيميائي. وفي المحاولة التي أجريت على سرطانات الكلية، أدى اللقاح إلى زيادة **البقيا**[2] مدة تجاوزت السنة والنصف دون نكس للمرض في بعض مجموعات من المرضى.

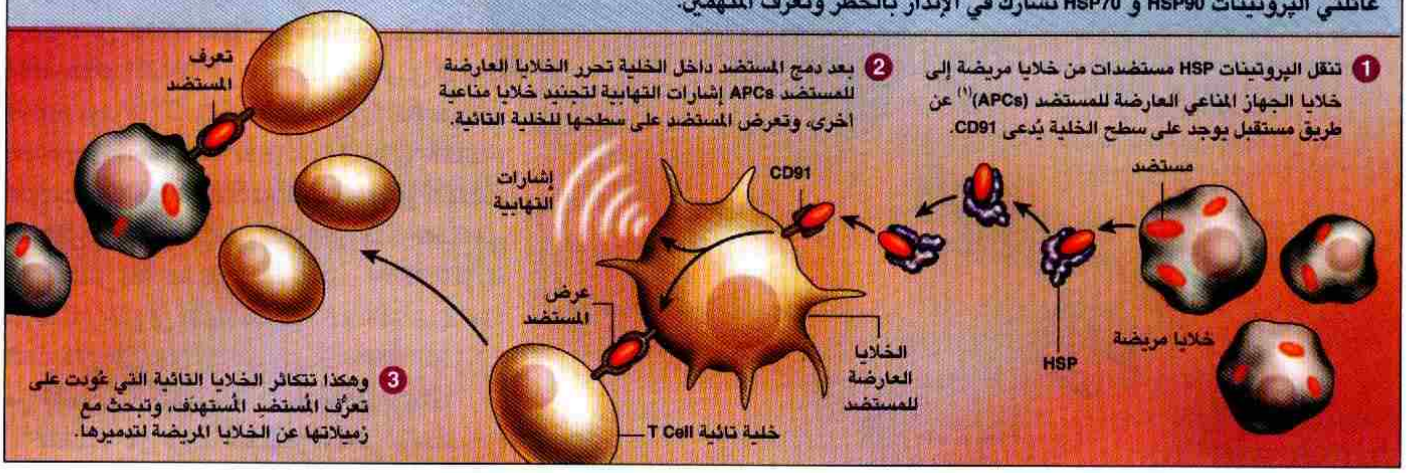
وهذه النتائج كانت كافية للحكومة الروسية للموافقة على العلاج، وجعله أول لقاح للسرطان

(*) KEEPING ORDER
(١) inflammation
(٢) survival مدة البقاء على قيد الحياة.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

تنشيط الاستجابات المناعية(*)

عندما تصبح الخلية مسرطنة أو تصاب بإنتان، فإنها تولد بروتينات لا توجد في الخلايا الطبيعية. وهكذا، فإن أجزاء من هذه البروتينات يمكنها أن تعمل كمستضدات، وهي مواد تحرض استجابة مناعية. ولكن يجب أولا أن تحاط الخلايا المناعية علما بالمشكلة. والبروتينات HSPs وخاصة أعضاء عائلتي البروتينات HSP90 و HSP70 تشارك في الإنذار بالخطر وتعرُّف المتهمين.



ينضم إلى الاستعمال السريري الفعلي. وسيتم قريبا تقديم طلب موافقة على استخدامه في أوروبا، وينتظر طلب آخر قدم إلى إدارة الغذاء والدواء FDA في أمريكا مزيدا من البيانات عن النتائج البعيدة المدى لدى المرضى. وحاليا يبدو أن هذه المقاربة قابلة للتطبيق في علاج **الأمراض الإنتانية** infectious diseases الخطيرة، بما فيها الحلأ (الهربس) التناسلي، والدرن وغيرهما من الأمراض. إن المحاولات السريرية التي تختبر هذه التطبيقات هي قيد الإجراء في مراحل مختلفة.

تأثير واسع(**)

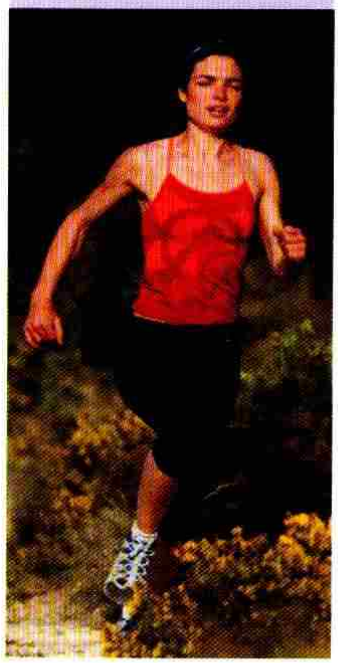
إن توسيع الوظيفة الطبيعية للبروتينات HSPs على الجهاز المناعي باستخدامها كلقاحات ليس الطريق الوحيد لاستخدام هذه البروتينات المتعددة الاستخدامات علاجيا. فقد قدم عمل <S. L. روثرفورد> [من جامعة واشنطن] و<S. L. ليندكويست> [من معهد وايت هيد للأبحاث الحيوية الطبية في كامبريدج، ماس] مثالا مذهلا عن الكيفية التي تؤدي فيها البروتينات HSPs عملها الرئيسي بفعالية في تخفيف أجواء الكرب داخل الخلايا. لقد أظهرتا أنه عندما يتم تثبيط وظائف البروتينات HSP90 في ذباب الفاكهة، فإن عددا كبيرا من الطفرات الجينية السابقة التكوين يصبح باديا للعيان، وهذا يشير إلى أن تأثيرات ضارة مُحتملة قد تم درؤها بوساطة البروتينات HSP90. حاولت كل من <روثرفورد> و<ليندكويست> أن تبرهنا أن تغيرات جينية واسعة يمكنها التأثير في وظائف كائنات موجودة في الطبيعة، ولكن أثرها لم يظهر لأن البروتينات HSP90 تخفي التغيرات ـ هذا التأثير يفرز التراكم الهادئ للتغيرات الجينية. فعندما تضطرب **الوظيفة الدارئة**(*) عند التعرض لدرجة حرارة عالية مثلا، تبرز صفات متنوعة تتعرض بعدها لتأثير الاصطفاء (الانتخاب) الطبيعي. وهكذا فإن البروتينات HSP90 تدعم التطور من خلال تعزيز التغيرات الجينية.

زودتنا <ليندكويست> ومساعدوها بأدلة إضافية عن دور البروتين HSP90 في التطور السريع لصفات جديدة، مثل مقاومة بعض الأدوية في أنواع مختلفة من الفطريات. ونتيجة لذلك، اقترحت أن مثبطات البروتين HSP90 الخاصة بالنوع يمكن استخدامها كجيل جديد من المضادات الحيوية. وبشكل مشابه يعتقد أن البروتينات HSPs تقوم بدور دارئ ضد تراكم الطفرات التي ينبغي أن تجعل الخلايا السرطانية أقل قدرة على الحياة، ولكن يبدو أنه يشجع خبثها عوضا عن ذلك. وبما أن البروتينات HSP90 تؤثر في تنوع أوسع من **مسارات التأشير**(*) داخل الخلايا مقارنة بما يقوم به أي بروتين HSP آخر، فإن ضياع وظيفته يمكن أن يجعل الخلايا السرطانية أكثر حساسية للكرب، ومن ثم موتها بسهولة أكبر بتأثير العلاج الكيميائي. وبعد ذلك يتم اختبار مثبطات دوائية خاصة بالبروتين HSP90 في مرضى السرطان تضاف إلى العلاج الكيميائي. لذلك فقد تم اختبار المثبطات الصيدلانية الخاصة بزيادة فعالية البروتين HSP90 إلى جانب العلاج الكيميائي، في مرضى السرطان.

عندما اختبرت فعالية معقدات بيتيد-بروتين HSP

كرب (إجهاد) مفيد(***)

يرفع التمرين الرياضي درجة حرارة الجسم، ويولد أنواعا أخرى من الكرب في خلايا الجسم المختلفة، مؤديا إلى زيادة إنتاجها لبعض البروتينات HSPs. وتفيد الأبحاث الأولية بأن هذه البروتينات قد تسهم في الفوائد الصحية للرياضة عن طريق تخفيف التلف داخل الخلايا، وفي تنبيه الجهاز المناعي إلى دعم الاستجابات المناعية للجسم عموما.



(*) ACTIVATING IMMUNE RESPONSES
(**) Wide Influence
(***) BENEFICIAL STRESS
(١) antigen-presenting cells
(٢) أو المنظمة.
(٣) signaling pathways

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

قيد الاختبار حاليا(*)

هناك مجموعة من الأدوية تدرس حاليا سريريا، وربما يمكنها مقاومة المرض من خلال الاستفادة من الوظائف المختلفة للبروتينات HSPs. فبعضها يثبط البروتينات وبعضها الآخر ينشطها بناء على الخلل الموجود وعلى البروتين HSP الذي استخدم أو استهدف.

آليات العلاج

تثبيط البروتينات HSPs
مركب يستطيع إيقاف عمل وظائف HSPs التي يمكنها طبيعيا المساعدة على بقاء خلية سرطانية أو خلية مصابة بالفيروس أو بجرثومة مرضية.

تحفيز البروتينات HSPs
(الحرارة أو الكيماويات قادرة على تحفيز البروتينات HSPs الخاصة بالمريض لحماية عضو أثناء الجراحة أو علاجات أخرى).

لقاح/ علاج مناعي
(معقدات مُستضدة ببتيدية ـ HSP مُصفاة، ثم تُدخل إلى الجسم لتحفيز استجابة مناعية لورم أو عامل مُمرض).

* تمت الموافقة على استخدامه طبيا في روسيا

HSP	العلاج (الشركة المصنعة)	الاعتلال الجسدي
HSP90	(Kosan Biosciences) Alvespimycin	سرطان الثدي
	(Kosan Biosciences) Tanespimycin	سرطان دم، ورم لمفاوي، أورام صلبة
	(Biogen Idec) CNF 2024	
	(Serenex) mesylate SNX-5422	
	(Novartis) AUY-922	أورام صلبة
	(Infinity Pharmaceuticals) IPI-504	ورم قتامي (ميلانوما) سرطان بروستاته
	(Biogen Idec) BIIBO21	سرطان دم، ورم لمفاوي، أورام صلبة
HSP27	(Onco Genex Technologies) OGX-427	أورام صلبة
مختلفة	العلاج بالأشعة المتواترة	ورم قتامي (ميلانوما)
HSP65	(Nventa Biopharmaceuticals) HSP E7	خلايا عنق رحم قبل سرطانية مصابة بفيروس الورم الحليمي البشري
HSP70	(Antigenics) AG-707	الحلا البسيط من النمط 2
	(Antigenics) HSPPC - 70/AG-858	ابيضاض نقوي مزمن
GP96	(Antigenics) HSPPC-96/vitespen	أورام صلبة

مساعدات مؤذية(**)

لأن الخلايا السرطانية غير طبيعية فهي تتعرض للكرب (للإجهاد) معظم الوقت، وهذا يولد مستويات عالية من البروتينات HSPs. وإن البروتينات HSP90 (الأصفر في الصورة أعلاه) هذه يُعتقد، على وجه الخصوص، أنها تساعد الخلايا السرطانية على معايشة ظروف الكرب كما تفعل مع الخلايا الطبيعية. وتثبيط البروتينات HSP90 يمكن أن يجعل الخلايا السرطانية سريعة التأثر بالعلاجات السمومية.

في العلاج المناعي للسرطان، لاحظت، ما يبدو أنها ظاهرة غريبة، أن التمنيع بجرعات عالية جدا من البروتينات HSPs لم يحرض المناعة، ولكنه على النقيض من ذلك سبَّب تثبيط الاستجابات المناعية. وهذه الدراسات التي قمت بها بمشاركة <R. شاناداوركر> [من المركز الصحي لجامعة Connecticut] أظهرت أن البروتينات HSPs يمكنها أن تؤدي ليس فقط دور **محرضات مناعية** immunostimulators، وإنما أيضا دور **مثبطات مناعية** immunosuppressants. وقد أظهرنا في دراسات على الفئران أن جرعات عالية يمكنها تثبيط أمراض مناعة ذاتية مثل داء السكري من النمط 1 و**التهاب الدماغ**(١). إن <I. R. كوهين> [من معهد وايزمان للعلوم في ريوفوت] ومساعديه مازالوا يختبرون، منذ أمد طويل، فكرة أن يكون البروتين HSP60 وواحد من ببتيداته مستضدين ذاتيين في داء السكري من النمط 1 ويحرضان هجوما مناعيا على خلايا الجسم المفرزة للأنسولين. وقد أظهرا بعض الفائدة في تثبيط البيتيد، وهناك اختبارات إضافية قيد الإجراء على البشر.

ومع أن الأدوار المتنوعة للبروتينات HSPs تجعلها عناصر مغرية لعلاج العديد من الأمراض، فإن انتشارها الواسع جدا يثير احتمال وجود خطر وراء هذا الاستخدام، فالأدوية التي تهدف إلى تغيير مستويات البروتين HSP يمكن لها أن تؤذي العديد من أجهزة الجسم التي تعتمد على البروتينات. ومع ذلك، فإن تاريخ تطوير الأدوية حافل بأمثلة لعلماء تعلموا كيف يُعدلون البروتينات الأساسية دون أن يسببوا آثارا جانبية غير مقبولة، والبروتينات HSPs ـ هي بالتأكيد ـ على رأس قائمة متنامية من التطبيقات **في الحين المُقدَّر**(٢).

ومن منظور أوسع، فإن هذه الجزيئات الأولية المتوافرة بكثرة تم الاحتفاظ بها منذ فجر الحياة على وجه الأرض، لأنها كانت لازمة للبنية التحتية للحياة كما نعرفها ـ لتساعد على تشكيل البروتينات وتفكيكها، وتحمي البروتينات الهشة من الكرب الزائد الذي تعرضها له البيئة الأولية، وتحمي الخلايا من الآثار المزعجة للطفرات. وعندما ظهرت وظائف بيولوجية جديدة مثل المناعة، فإن العملية التطورية استفادت مما كان متوافرا فعلا وذلك باستخدام البروتينات HSPs في عرض المستضدات. وإني أشك في أننا قد اقتربنا من الغوص في أعماق فعاليات هذه الجزيئات السحرية. ومع تقدم فهمنا لوظائف الحياة، فقد تظهر للمرافقات (الوصيفات) الدؤوبة أدوار لم يسبق تخيلها. ■

NOW IN TRIALS (*)
HARMFUL HELPERS (**)
encephalitis (١)
in the fullness of time (٢)

مراجع للاستزادة

Roles of Heat-Shock Proteins in Innate and Adaptive Immunity. Pramod K. Srivastava in *Nature Reviews Immunology*, Vol. 2, No. 3, pages 185–194; March 2002.

HSP90 and the Chaperoning of Cancer. Luke Whitesell and Susan L. Lindquist in *Nature Reviews Cancer*, Vol. 5, No. 10, pages 761–772; October 2005.

Heat Shock Factor 1 Is a Powerful Multifaceted Modifier of Carcinogenesis. Chengkai Dai et al. in *Cell*, Vol. 130, No. 6, pages 1005–1018; September 21, 2007.

Phase III Comparison of Vitespen, an Autologous Tumor-Derived Heat Shock Protein gp96 Peptide Complex Vaccine, with Physician's Choice of Treatment for Stage IV Melanoma: The C-100-21 Study Group. Alessandro Testori et al. in *Journal of Clinical Oncology*, Vol. 26, No. 6, pages 955–962; February 20, 2008.

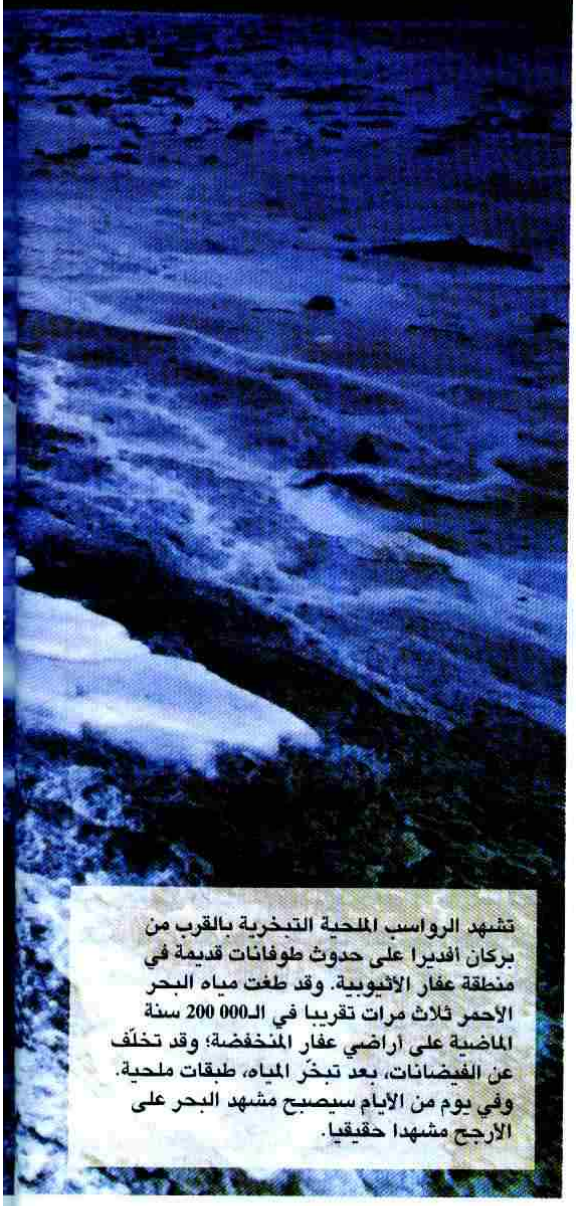
Scientific American, July 2008

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

ولادة محيط جديد(*)

إن تشكّل محيط هو حدث نادر للغاية، ولم يشهده في أيما وقت مضى سوى عدد قليل من العلماء. غير أن هذا المَوْلد الجيوفيزيائي يتكشف اليوم في أحر بقاع الأرض وأشدها قساوة للعيش فيها. ومن خلال هذه المقالة المدهشة، استمتع بزيارة آمنة لهذه البقعة من الأرض.

عرض وتصوير <E. هادوك>



تشهد الرواسب الملحية التبخرية بالقرب من بركان أفديرا على حدوث طوفانات قديمة في منطقة عفار الأثيوبية. وقد طغت مياه البحر الأحمر ثلاث مرات تقريبا في الـ200 000 سنة الماضية على أراضي عفار المنخفضة؛ وقد تخلّف عن الفيضانات، بعد تبخّر المياه، طبقات ملحية. وفي يوم من الأيام سيصبح مشهد البحر على الأرجح مشهدا حقيقيا.

في شمالي شرق أثيوبيا، تفسح إحدى صحاري الأرض الأكثر جفافا المجال لتشكّل محيطًا جديدًا. وتتمزّق هذه المنطقة من القارة الإفريقية، المعروفة لدى الجيولوجيين بمنخفض «عفار»، إلى قسمين باتجاهين مختلفين ـ وهي عملية تؤدّي إلى ترقّق تدريجي لغلاف الأرض الصخري. فثخانة القشرة القارية تحت «عفار» لا تتجاوز 20 كيلومترا من قمتها إلى قاعدتها، وهي أقل من نصف ثخانتها الأصلية، ثم إن أجزاء من المنطقة تقع على أكثر من 100م تحت مستوى سطح البحر، وتقوم تلال صغيرة في الشرق بإيقاف طغيان مياه البحر الأحمر على المنطقة.

لقد أدّى قرب هذه المنطقة من باطن الأرض الملتهب إلى تحويلها إلى مشهد مفعم بالنشاط الزلزالي والبركاني والينابيع الحارة، جاعلا «عفار» جنة حقيقية للناس من أمثالي المتشوقين لفهم هذه العمليات. ومع ذلك، لم يطأ منطقة عفار إلاّ القليل من الغرباء، بمن فيهم العلماء. في هذه المنطقة ترتفع درجة حرارة النهار إلى 48 درجة سيلزية في فصل الصيف، وأمطارها نادرة جدا في معظم أيام السنة. ولكني علمت أنني أواجه أخطارا أشد من أخطار الجيولوجيا والمناخ. فالصراعات الجيوسياسية الخطيرة جدا ـ أعني الحرب بين إثيوبيا وجارتها إريتريا ـ مع ما تعانيه منطقة عفار من العوامل الطبيعية، تجعلها بلادا يصعب تماما العيش فيها.

يتنبأ الجيولوجيون بمليون سنة أخرى من توسع أراضي المنطقة وانخفاضها ويتزامن ذلك مع طوفان كبير جدا من البحر الأحمر، ويؤدي ذلك كله إلى وضع عفار في قاع محيط جديد. في الوقت الحاضر، إنّ هذا القاع الابتدائي هو أرض مقفرة، حيث تخنق **اللابة**(1) النباتات، وتنتج الحرارة الجهنمية غليانات حمضية، وتنفث التكوينات الصخرية الشيطانية أبخرة سامة، ويزوّد الملح الذي خلّفته فيضانات البحر الأحمر القديمة، قبائلَ عفار البدوية بسلعة ثمينة للتصدير.

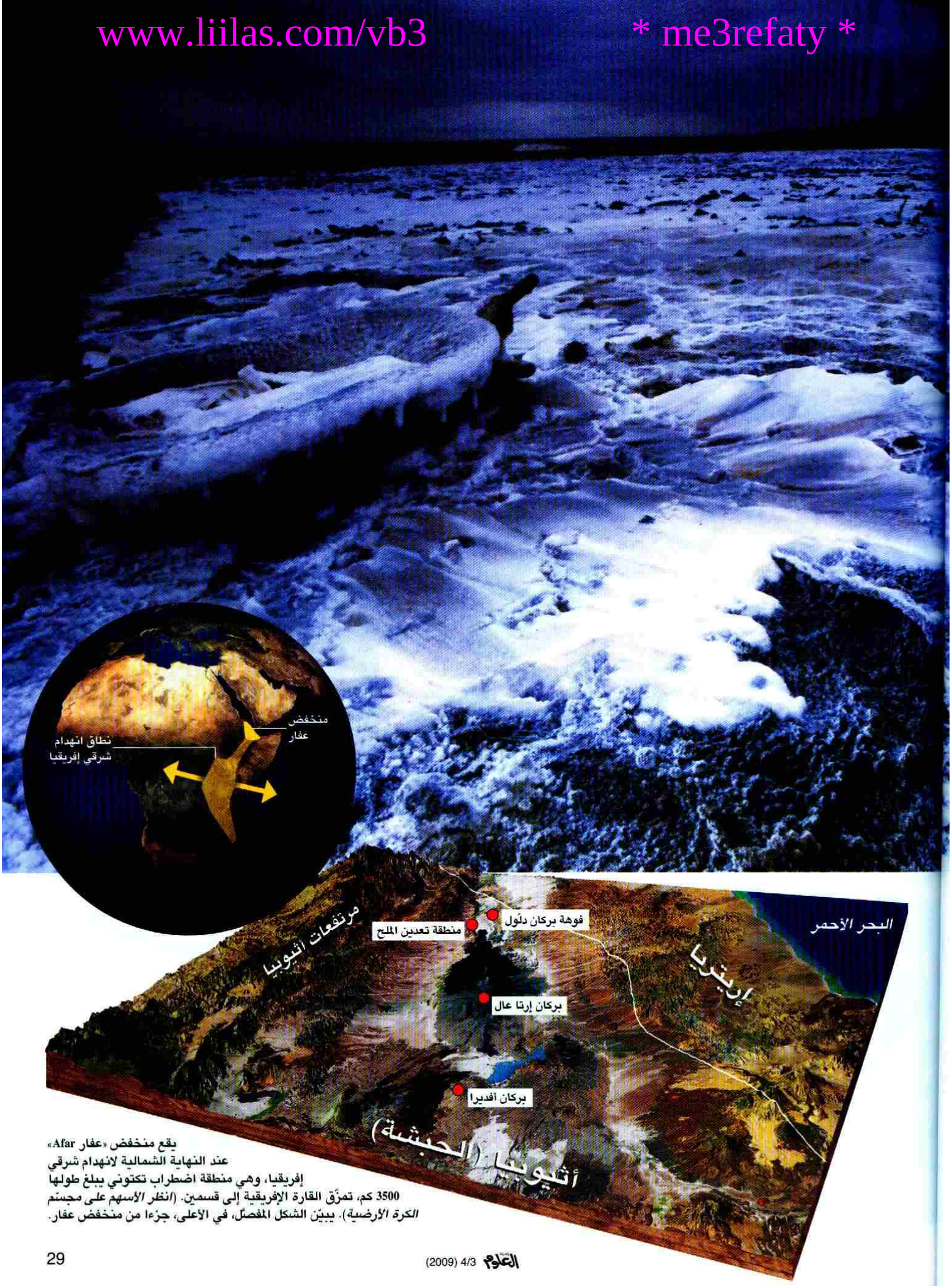
(*) BIRTH OF AN OCEAN
(1) LAVA

مفاهيم مفتاحية

- تنقسم إفريقيا إلى قسمين على طول امتداد الدروز seams. فمن النهاية الجنوبية للبحر الأحمر، ثم جنوبا عبر إريتريا وأثيوبيا وكينيا وتنزانيا وموزامبيق، تبدو القارة في طريقها للانفصال إلى جزأين على طول منطقة تدعى منطقة انهدام شرقي إفريقيا East African Rift.
- وكما يتمزّق كم القميص عند انتفاخ عضلة العضد، تتمزّق قشرة الأرض إلى جزأين عندما تندفع الصخور المنصهرة من أعماق الأرض إلى الأعلى نحو قشرة الأرض الصلبة، فتؤدّي إلى مطّها (اتساعها)، ومن ثم إلى ترقّقها أو إنقاص ثخانتها ـ واحيانا إلى تقطّعها. يتسع كل شق جديد حالما يمتلئ الفراغ الحاصل من اللابة الصاعدة من الأسفل.
- إنّ هذا الحدث الجيولوجي المدهش، الذي مرّت عليه ملايين السنين، سيكتمل عندما تطغى مياه البحر الأحمر المالحة على الشق الكبير. وبعد عشرة ملايين من السنين من الآن يمكن أن تنغمر منطقة الانهدام بكاملها.

محررو ساينتفيك أمريكان

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *



يقع منخفض «عفار Afar» عند النهاية الشمالية لانهدام شرقي إفريقيا، وهي منطقة اضطراب تكتوني يبلغ طولها 3500 كم، تمزّق القارة الإفريقية إلى قسمين. (*انظر الأسهم على مجسّم الكرة الأرضية*). يبيّن الشكل المفصّل، في الأعلى، جزءا من منخفض عفار.

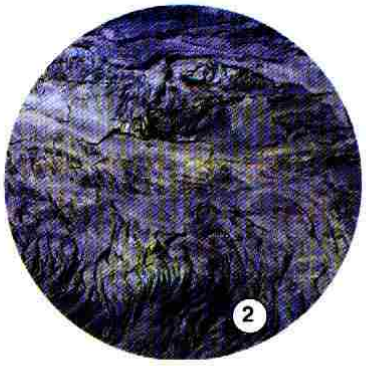
www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

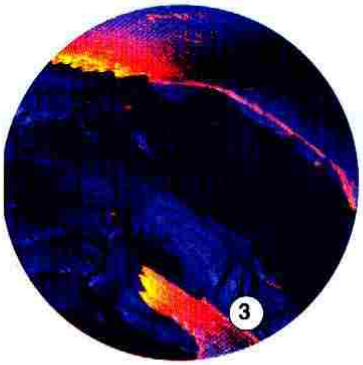
المرتفع الأعلى(*)

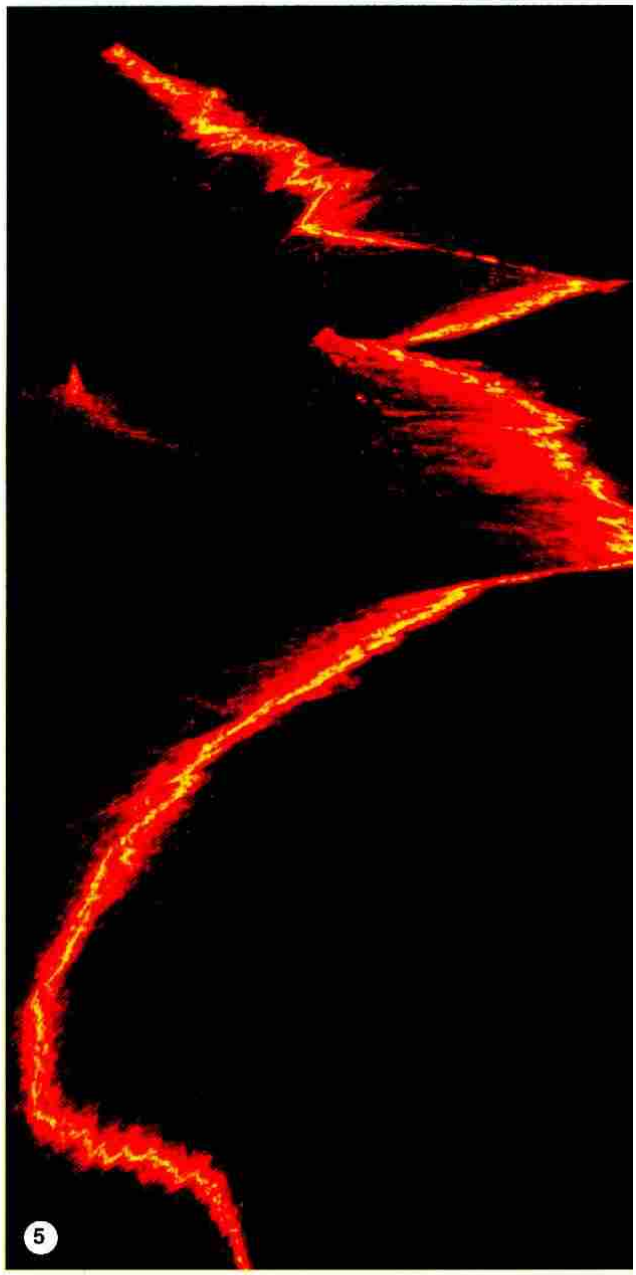
يشكّل بركان «إرتا عال»، الذي يعني في لغة السكان المحليين «جبل الدخان» النقطة الأعلى في منخفض عفار. فهو يقع في أقصى شمال سلسلة طويلة من البراكين تتبع انهدام شرقي إفريقيا. وهذا الانهدام هو المكافئ غير المغمور **لظهور**(١) **وسط المحيط** mid-ocean ridges ـ التي هي سلاسل من براكين تحت بحرية ينتج منها قيعان بحرية جديدة. وبالفعل، يقذف بركان «إرتا عال» النوع نفسه من اللابة البازلتية التي تندفع من ظهور وسط المحيط؛ فقد غطت اندفاعاته البركانية السابقة السهل المجاور بصخور بازلتية حديثة التشكّل منعت نمو النباتات (**1**).

بحيرة من اللابة(**)

يوجد في أعلى بركان «إرتا عال» واحدة من بحيرات اللابة شبه الدائمة القليلة الموجودة على الأرض. ونادرا ما يكون دفق الحرارة من باطن الأرض كافيا لتبقى الصخور منصهرة تحت التأثير المبرّد للجو. وحتى في «إرتا عال»، تنخفض الحرارة أحيانا بصورة كافية، مما يؤدّي إلى تجمّد أجزاء من سطح البحيرة إلى قشرة سوداء (**2**). ومع ذلك، تطفو كتل بازلتية بصورة نموذجية على الصخور المنصهرة الملتهبة التي تصل حرارتها إلى 1200 درجة مئوية ، كما تطفو الجبال الجليدية (**3**). ولا يقترب معظم سكان عفار من البركان، لأنهم يظنون أنّه يؤوي الأرواح الشريرة. أمّا رؤية أحد المقاتلين على قمة البركان فهو شيء نادر؛ والرجل الذي يظهر في الصورة، كان دليلي (**4**). والشيء المدهش في الليل بصورة خاصة رؤية اللابة الملتهبة وهي تنبثق من شقوق في البحيرة (**5**)، ومشهدها يستدعي فكرة الأشباح الموجودة لدى السكان المحليين.

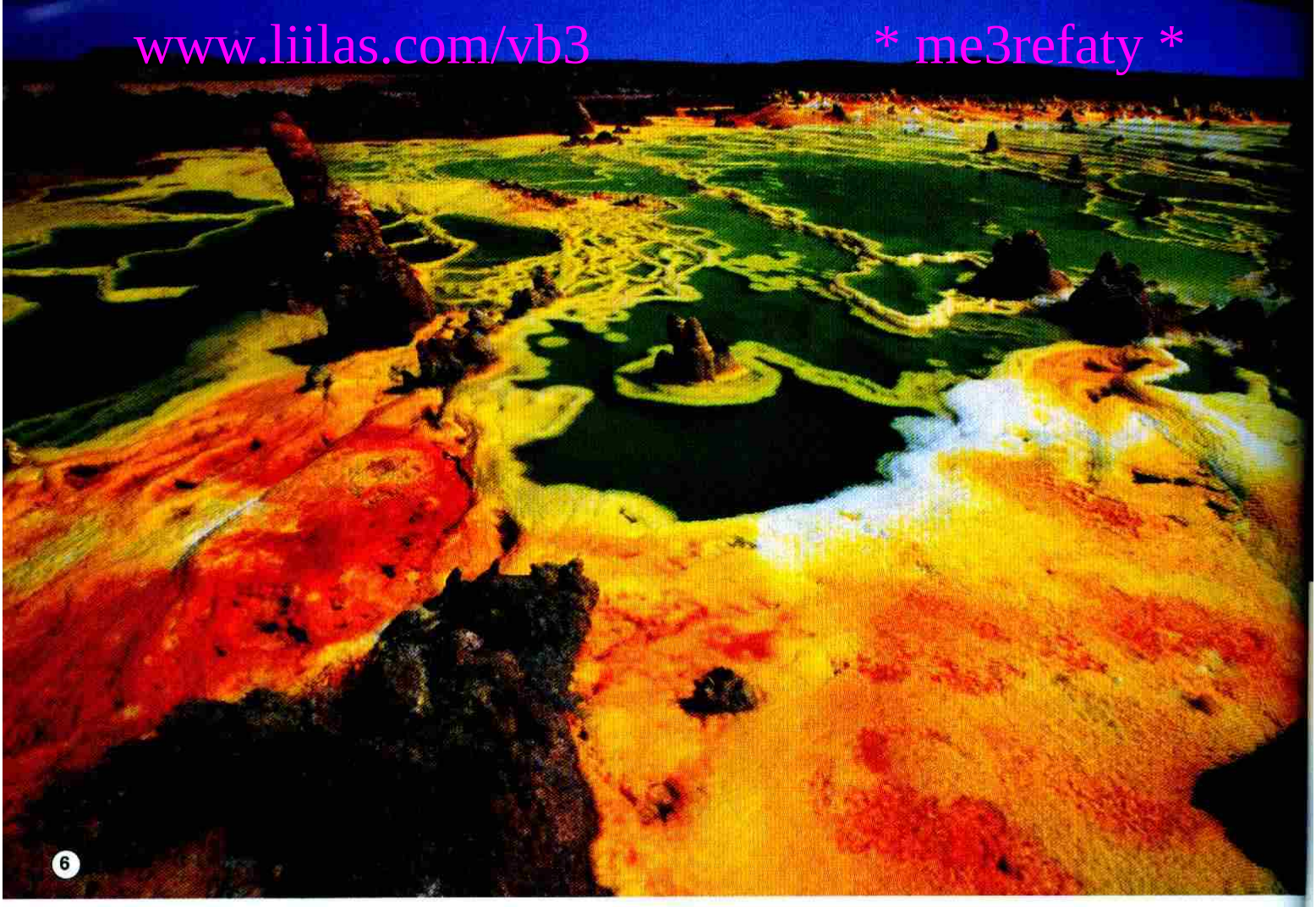




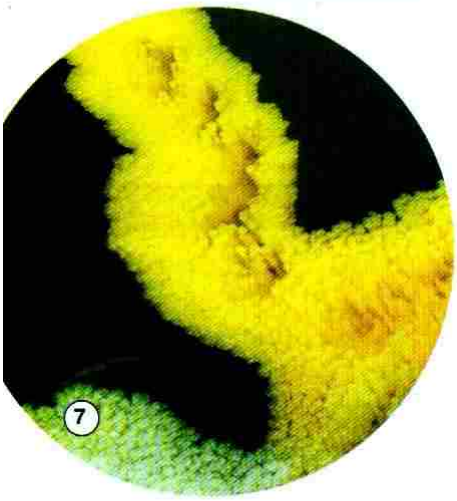


(*) RISING ABOVE
(**) LAKE OF LAVA
(١) ridge : ظهر (جمع ظهور).

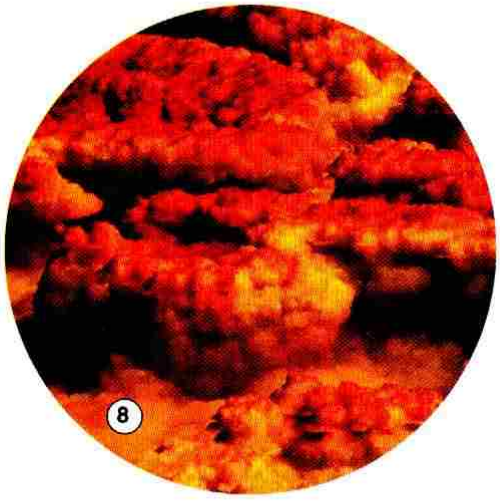
www.liilas.com/vb3 * me3refaty *



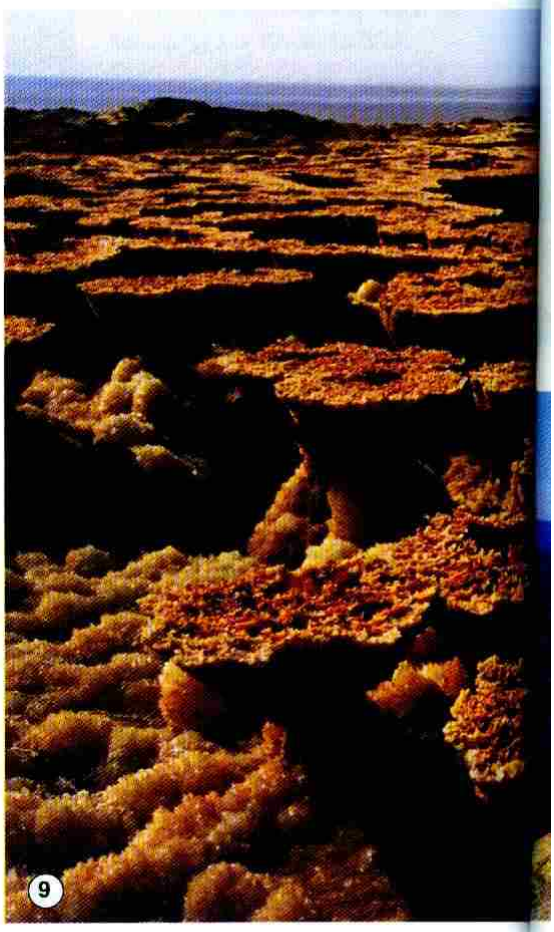
6



7



8



9

حرارة جهنمية(*)

تقع فوهة بركان «دلّول» على بعد 100 كم شمال بركان «إرتا عال» بالقرب من حدود إريتريا. وفي هذه المنطقة، تقوم الماگما المصهورة المضطربة تحت السطح، بتزويد شبكة ضخمة من الأنابيب بالمياه فوق الحارة. وكانت النتيجة حقلا، بعرض 1.6 كم، من المنافذ والنوافير وينابيع المياه الحارة (**6**) هذا الوضع شبيه بالبيئة الأكثر سهولة، الموجودة في متنزه يلوستون الوطني في غرب الولايات المتحدة. يلوّن معدن الكبريت أرضية هذه «اللوحة الفنية (**7**)» (*باللون الأصفر الليموني*)؛ الذي يؤدّي عند اختلاطه بلون الحديد المؤكسد الأحمر، إلى تلوين البقع الكبريتية باللون البرتقالي (**8**). وعلى بعد خطوات من هذا المشهد المليء بالألوان يوجد ما يمثّل بيئة الينابيع الحارة المنكمشة الباهتة اللون (**9**). وعندما تسد زلزلة أو أية عملية طبيعية أخرى مجاري المنفذ الباطنية، فإن **معادنها** minerals يمكن أن تفقد ألوانها المزخرفة خلال سنة..

(*) HELLISH HEAT

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

10

11

أدخنة مميتة(**)

ينشأ المنظر الطبيعي الغريب لفوهة بركان دلّول بسبب تخلُّل مياه الأمطار إلى عمق باطن الأرض، حيث تسخُن عند تماسها مع الماگما الساخنة وترتفع إلى السطح عبر طبقات ثخينة من الملح مؤدية، وهي تنتقل عبرها، إلى ذوبانها. وقد ينتج من إعادة تبلور الملح على سطح الأرض أشكال كبيرة (10) أو تشكيلات لها رقة قشرة البيض (11). غير أنّ جمال هذه المنحوتات قد يكون مضللا؛ ذلك أنّ الأبخرة السامة المنبعثة، ممّا يسمّى **فوهات التهوية**(1)، هي إسهام آخر في شهرة عفار الشيطانية ـ وغالبا ما يُطلب إلى الزائرين وضع كمامات (أقنعة) للوقاية من الغازات السامة. وأكثر من مرة أجبرني انطلاق غاز منذر بالشر على التوقف عن التصوير ووضع الكمامة للسلامة.

(*) LETHAL FUMES
(**) POISON OR ELIXIR?
(1) aeration mouths

أهو سمّ أم إكسير الحياة؟(*)

بالقرب من برك محمرة اللون من المياه الفوارة الحارة الغنية بالحديد (12)، تمثل رائحة الهيدروكربون إشارة دالة على الخطر. تتوقّف الحيوانات أحيانا عندها لتشرب ـ من دون أن تعلم أنها ستكون شربتها الأخيرة. فقد رأيت عدة طيور سيئة القدر تدور حول نفسها في البرك المحرقة. ولكني كنت أعزي نفسي بالمفارقة أنّ سمّا لحيوان قد يكون علاجا لآخر. فالغازات المنبعثة نفسها التي يمكن أن تقتل الطيور والحشرات والثدييات، تغذّي أيضا مجتمعات معقدة من الميكروبات التي تعيش في الكثير من مياه «دلّول» الحامضية. فليس مدهشا أنْ تتشابه مجتمعات الينابيع الحارة القارية، بصورة لافتة للانتباه، مع أمثالها التي تعيش بجوار ظهور وسط المحيط المغمورة بالمياه.

12

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

13

14

المؤلف

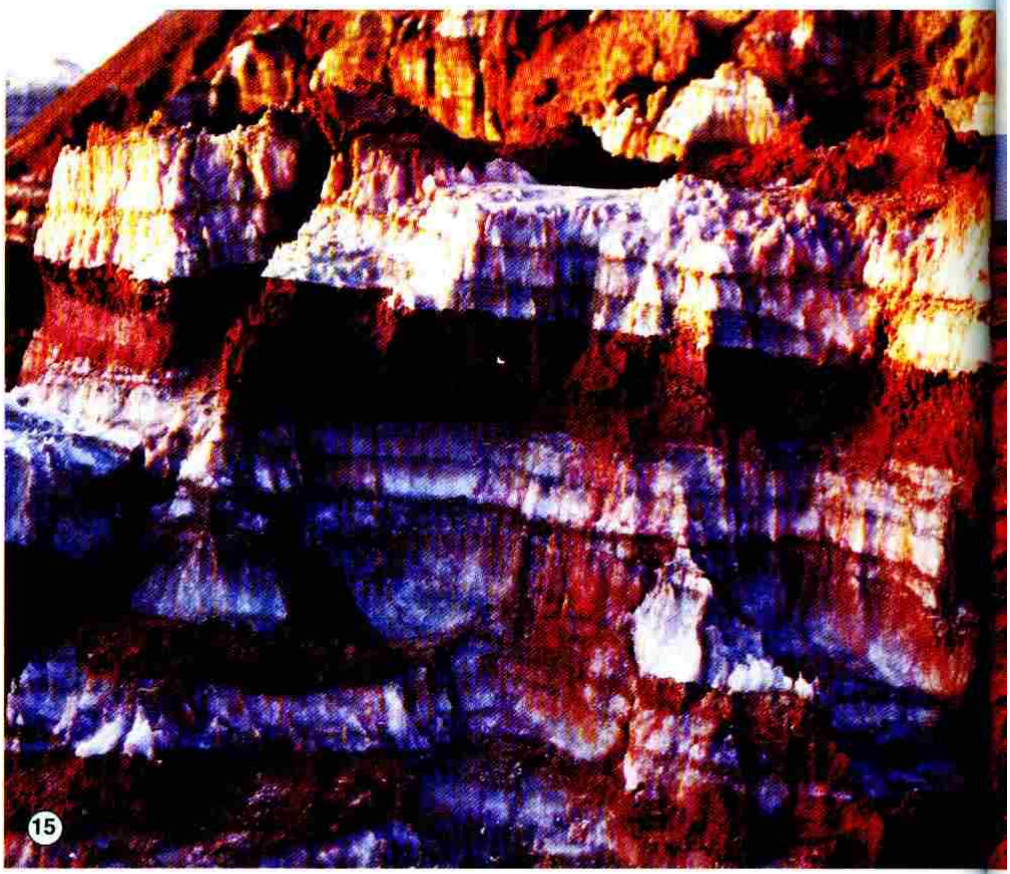
Eitan Haddok

مصوّر ومراسل صحفي يقيم في باريس، متخصّص في علوم الأرض والبيئة، ويهتم بالنظم البيئية الجافة (القاحلة). حصل على الماجستير في علوم الجيوفيزياء من جامعة تل أبيب عام 1994. وعمل تسعة أعوام قبل ذلك مهندسا بيئيا إلى أن قرر توحيد هوايتيه ـ الأرض والتصوير ـ كأسلوب حياة. إنّ هواية «هادوك» بالأحداث الجيولوجية جذبته إلى إيسلندا، حيث كتب عن إمكان potential أن يغذي الاحترار العالمي البركنة volcanism هناك.

فيضانات كارثية(*)

إن المنحوتات الملحية المرئية في *الصفحة المقابلة* وغيرها التي تزخرف منخفض عفار، هي رسالة تذكير بأن ولادة محيط ليست حدثا واحدا منفصلا، بل هي قصة طويلة مملوءة بالأحداث المهمة. فخلال الـ30 مليون سنة الماضية، تعرضت هذه المنطقة إلى توسع أدّى إلى ترققها، وقد تذبذب مستوى سطح البحر عالميا مالئا في أزمنة مختلفة منخفض عفار بمياه البحر. وقبل 80 000 سنة تقريبا، ارتفعت مياه البحر الأحمر بما يكفي لإحداث ثغرة في التلال المنخفضة شرقي منخفض عفار، أدّت إلى تكوين أودية عميقة (**13**) وغمر للمناطق المنخفضة. وعندما انخفض مستوى سطح البحر وانفصل منخفض عفار عن البحر ثانية، تبخّرت مياه الفيضانات. نحتت المياه والرياح الطبقات الملحية التي تدل على تلك الفيضانات القديمة في آلاف السنين المتتالية، وأحيانا كانت تنحت أشكالا غريبة عرفت باسم **الفطر الملحي** salt mushrooms (**14**). وفي مناطق أخرى، ترى طبقات ملحية تتناوب مع رواسب بحرية محمرة اللون في جدُر الأودية التي تعرّضت للحت (**15**).

(*) FATEFUL FLOODS


15

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

16

* me3refaty *

www.liilas.com/vb3

ملح الأرض(*)

تُعطي الرواسب الملحية التي خلّفتها الفيضانات القديمة لمياه البحر سكان عفار الحاليين موارد متاحة متواضعة للاستفادة من أراضي وطنهم القاحلة والجافة. ويجمع هؤلاء الرعاة الرحّل الملح بأيديهم أو بقضبان خشبية لتكسير الطبقات الثخينة إلى كتل يسهل التعامل معها (16). وأقرب الأمكنة لبيع الملح أو مبادلته تقع في مرتفعات أثيوبيا إلى الغرب – على مسيرة نحو ستة أيام لقوافل الإبل المستخدمة في نقل هذه السلعة المصدرة إلى منطقة بعيدة (17).

(*) SALT OF THE EARTH

SCI AM

لمزيد من المعلومات حول «ولادة محيط في عفار» انظر الموقع:
www.SciAm.com/oct2008

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

أسراب أم هلوسة؟(*)

إن القلق الأهم بالنسبة إلى سكان عفار، في معظم السنين، هو إيجاد الماء الكافي. كانت الأمطار غزيرة بصورة استثنائية في أواخر عام 2006، حيث بقي الكثير من حقول الملح مغمورة بالمياه طوال زيارتي إلى عفار في الشهر 1 / 2007. وقد قدمت هذه الظروف البيئية الاستثنائية أحد الانطباعات الدائمة عن زيارتي إلى عفار؛ ففي أثناء خوض قوافل الإبل عبر المياه الفائضة، ظهرت من بعد وكأنها لوحة فنية **سُريالية**(١) surreal عن حاضر قاع هذا المحيط قيد التشكّل ومستقبله (**18**).

(*) MIRAGE OR HALLUCINATION?

(١) أو فَوْواقعية.

مراجع للاستزادة

Magma-Maintained Rift Segmentation at Continental Rupture in the 2005 Afar Dyking Episode. Tim J. Wright et al. in *Nature*, Vol. 442, pages 291–294; July 20, 2006.

The Volcano–Seismic Crisis in Afar, Ethiopia, Starting September 2005. A. Ayele, E. Jacques, M.Kassim, T. Kidane, A. Omar, S. Tait, A. Nercessian, J.-B. de Chabalier and G. King in *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 255, Nos. 1–2, pages 177–187; March 15, 2007.

For more scientific research in the Afar region, visit the Web site of the Afar Rift Consortium at **www.see.leeds.ac.uk/afar/websitepages/aboutconsortium.htm**

Explore Eitan Haddok's photography at **www.eitanhaddok.com**

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

Majallat AlOloom
المجلد 25 ـ العددان 4/3
مارس/إبريل 2009
مجلة العلوم

البيولوجيا العصبية للثقة(*)

إن ميلنا إلى الثقة بشخص غريب ينجم إلى حد كبير عن تعرضنا لجزيء معروف بقيامه بمهمة مختلفة تماما: إنه يطلق المخاض عند المرأة الحامل.

<P. زاك>

لو طُلب إليك أن تسقط إلى الخلف بين ذراعي شخص مجهول، فهل تثق بأن هذا الشخص سيمسك بك؟ هذا الوضع، وهو تمرين تقليدي في **المعالجة الزُمْرَوية**(1)، متطرفٌ قليلا. ولكننا في معظمنا نضع ثقتنا كل يوم بأناس لا نعرفهم. وخلافا للثدييات الأخرى، فإننا نمضي كثيرا من الوقت مع أشخاص ليسوا مألوفين لدينا. مثلا، يتجول سكان المدينة بانتظام بين مجهولين وهم عازمون على تحاشي بعض الأفراد الذين يمكن أن يؤذوهم ولكن يشعرون بالأمان بالقرب من آخرين.

تُكتسَب هذه القابلية لتمييز الأشخاص الذين يمكن الوثوق بهم تدريجيا وعلى الأطفال أن يتعلموها. وهكذا، في «***كتاب الغابة***» *Le livre de la Jungle*، لا يبدو أن الفتى <ماوكلي> قد فهم بعد أنه لا يمكن الوثوق بالجميع (*انظر الشكل 1*).

لماذا يثق الإنسان بمن حوله؟ قبل عدة سنوات، اكتشف علماء البيولوجيا العصبية كيف يستدل الدماغ البشري على الأشخاص الموثوقين. فثمة **جزيء** molecule يصنعه الدماغ ومعروف منذ زمن طويل ـ «**الأوسيتوسين**»(2) oxytocin ـ يؤدي دورا رئيسيا في هذه الآلية. قد يفتح ذلك آفاقا جديدة لفهم وعلاج اضطرابات تتميز بخلل في وظيفة **التأثرات الاجتماعية** interactions sociales.

من أين تأتي الثقة؟(**)

لنر كيف انتهيتُ إلى دراسة العلاقة بين «الأوسيتوسين» والثقة. في عام 1998، تساءلت مع <S. كنيك> [وهو خبير اقتصادي في «مركز أبحاث البنك الدولي من أجل التنمية»]: لماذا تتباين الثقة بين الأفراد من بلد إلى آخر (*انظر الشكل 2*). وقد طورنا حينذاك نموذجا رياضياتيا يصف البيئات الاجتماعية المختلفة، التشريعية والاقتصادية القادرة على إحداث اختلافات مستوى الثقة. وبينّا أن الثقة هي أفضل مؤشر يتنبأ بثراء بلد ما؛ فالمجتمعات التي يكون مستوى الثقة لديها ضعيفا، تكون فقيرة، لأن أفرادها لا يوظفون استثمارات كافية إلى أمد طويل، وهو ما يحدث الوظائفَ ويزيد العائدات. وترتبط هذه الاستثمارات بعلاقة الثقة التي تقوم بين مختلف الأطراف.

ومع ذلك بقي سؤال مطروح: كيف يُقرِّر شخصان أن يثق أحدهما بالآخر؟ كانت دراسات عديدة قد بينت أن أشخاصا موجودين في الوضع نفسه لا يضعون ثقتهم بالضرورة بالفرد ذاته، غير أن أحدا لم يكن قد وصف آليات توضح العمليات الدماغية للثقة.

وقد أُشيرَ لدى الحيوان إلى ضلوع «الأوسيتوسين» في ذلك؛ إذ يُصنع هذا البروتين الصغير، أو **الببتيد** peptide، المشكل من تسعة حموض أمينية فقط، في الدماغ، حيث يسهم في **إرسال الإشارات** signalisation بين العصبونات ـ فهو ناقل عصبي، وهو يمرّ عبر الدم أيضا ليترك تأثيرَه في النسُج المختلفة، مما يجعل منه هرمونا. وكان <V. دو ڤينيو> [من كلية طب «ويل كورنل» في نيويورك] هو الذي عزل هذا الجزيء، ثم اصطنعه، عام 1953. وفي تلك الفترة كان معروفا أن «الأوسيتوسين» ينبه إنتاج الحليب عند المرأة المرضع ويسرّع المخاض حين الوضع؛ واليوم، يتلقى نصف عدد النساء الحوامل في الولايات المتحدة «الأوسيتوسين» التركيبي (المسمى «**بيتوسين**» pitocine) لتقوية التقلصات الرحمية في أثناء الولادة. ومن المعروف أيضا أن تراكيز «الأوسيتوسين» تكون في حدها الأقصى لدى الرجل والمرأة حين **الإيغاف** orgasme. وقد أكسَبَه دورُه المفترض في التعلق الذي يحدث بعد الجماع مباشرة نعتَ **هرمون العناق** hormone du câlin. ولكن كان من الصعب تحديد تأثيرات أدق لهذا الببتيد، لأن تركيزه في الدم ضعيف ويتدرَّك (يتلف) بسرعة. ومع ذلك، يسهّل «الأوسيتوسين» التعاونَ ـ الذي يتضمن الثقة ـ لدى بعض الثدييات، وهناك جزيء مشابه له، هو «**القازوتوسين**» vasotocine، يشجع التأثرات الودية لدى بعض الأنواع الحيوانية.

هرمون العناق(***)

وفقا لبيولوجيي التطور، ظهر «القازوتوسين» عند الأسماك قبل نحو 100 مليون سنة. وهو يسهل التكاثرَ الجنسي، بتقليله

(*) هذه ترجمة للمقالة بعنوان: Une molécule de la confiance وقد صدرت في عدد الشهر 2008/8 من مجلة *Pour la science* الفرنسية، وهي إحدى أخوات العلوم الثماني عشرة التي تترجم مجلة *Scientific American*.

(**) D'où vient la confiance?

(***) L'hormone du câlin

(1) group therapy

(2) هرمون عديد الببتيد polypeptide يصنعه الفص الخلفي من النخامى، يعمل على تحريض تقلصات الرحم خلال الوضع. (التحرير)

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

الشكل 1. سيثق <ماوكلي> بـ<كا> التي تحاول أن تبهره، بأن تغني له «ثِق بي، صدقني إني أستطيع أن أهتم بك»؟ في فيلم «*كتاب الغابة*»، المقتبس عن قصة <R. كيبلينك>. كاد <ماوكلي>، لفرط ثقته، أن ينقاد لـ<كا>. والأطفال ـ وبعض الراشدين ـ يجب أن يتعلموا اكتشاف الخُدَع التي يلجأ إليها ذوو النوايا السيئة، للإيحاء بالثقة.

خوف الإناث من اقتراب ذكرٍ منها خلال فترة التكاثر. ويُعتقد أن آلية منقصة لهذا الخوف كانت قد تطورت لكون فوائد التكاثر الجنسي ـ من ذُرية وتنوّع جيني كبير ـ تفوق خطر التعرض للأكل من قبل الذكر.

لقد تطور «الفازوتوسين» عند الثدييات إلى بپتيديْن اثنين **قريبين** apparentés: «الأوسيتوسين» و«**الأرجينين-فازوپريسين**» arginine-vasopressine. وكان الباحثون قد بينوا، في نهاية السبعينات، أن هذين الجزيئين يشجعان القوارض على التآثر مع الآخرين. وعلى سبيل المثال، اكتشف <C. پردرسن> وزملاؤه [من جامعة ساوث كارولينا، بالولايات المتحدة] أن «الأوسيتوسين» يعزز سلوكَ تربية الصغار عند القوارض.

بعد ذلك بفترة قصيرة، درس عالما الحيوان <S. كارتر> و<L. كتز> [من جامعة إيلينوي بالولايات المتحدة] «الأوسيتوسين» لدى نوعين من **فئران الحقل** campagnols المتقاربة جينيا وجغرافيا. تتساكن فئران حقل المروج الذكور مع شريكها طوال حياتها، وتعيش في جماعات اجتماعية، وهي آباء حريصة. وعلى النقيض منها، فلدى فئران الحقل الجبلية الذكور سلوكيات غير مسؤولة (لامبالية)، فهي **منعزلة** solitaires ولا تكترث بذريتها.

وقد أظهر <كارتر> و <كتز> أن فارق السلوك الاجتماعي بين هذين النوعين قد يكون ناجما عن تموْضُع مستقبلات «الأوسيتوسين» و«الأرجينين-فازوپريسين» الدماغية لديها. ترتبط هذه الجزيئات، كي تمارس تأثيرَها في الدماغ، بمستقبلات نوعية تقع على سطح العصبونات. ووحدها فئران الحقل هي التي تمتلك هذه المستقبلات في المناطق الدماغية التي تجعل الزواج الأحادي محمودا، لأن تنشيط المستقبلات يزيد من تحرير أحد النواقل العصبية، وهو «**الدوپامين**» dopamine، الذي يعزز التعايش والعناية بالصغار عند الذكر.

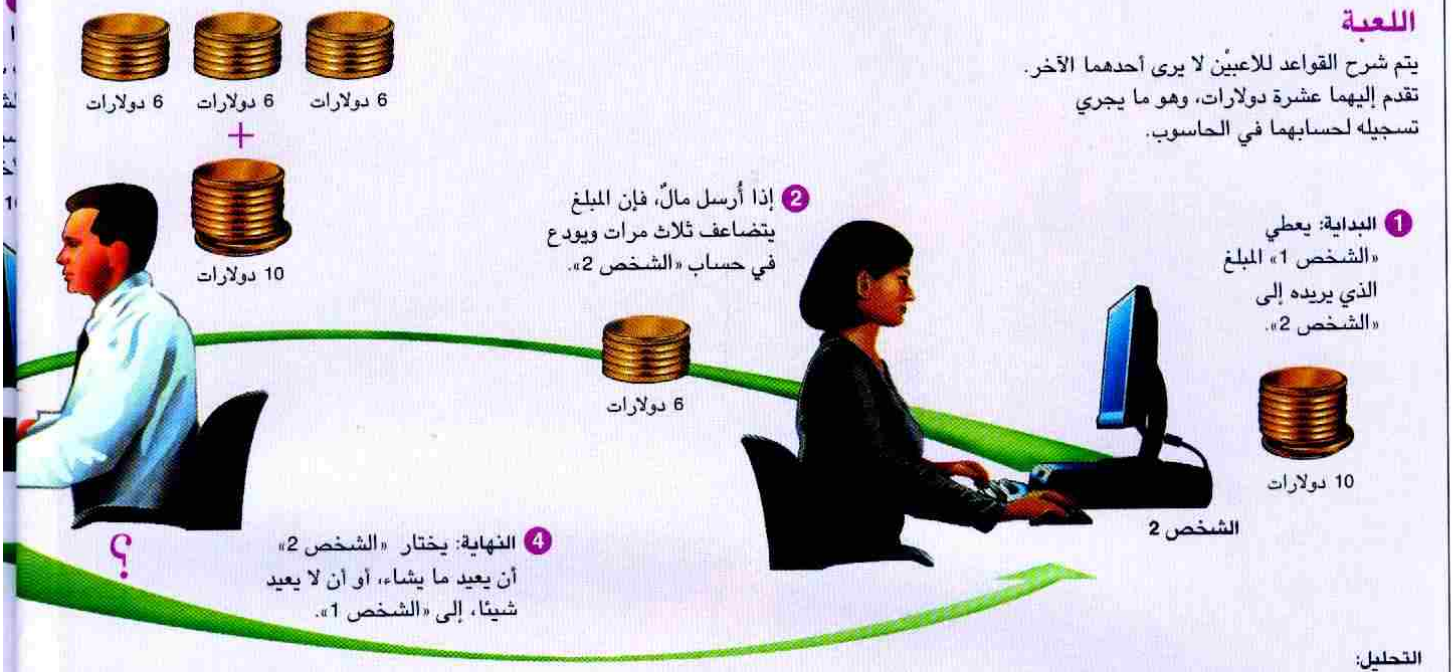
كانت أهمية «الأوسيتوسين» في العلاقات الحيوانية توحي بأنه يمكن أن يكون ضالعا أيضا في **الثقة** confiance، التي بإمكاننا أن نفترض أنها شرط لازم **للحميمية** intimité. وكنت قد عزمت على العمل على هذا الموضوع بمجرد أن يتم اكتشاف كيف تقاس، سريعا وبوثوقية، الاختلافات الضئيلة في تركيز «الأوسيتوسين» في عينات الدم.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

ممارسة لعبة الثقة(*)

من أجل دراسة دور «الأوسيتوسين» في الثقة، طلب المؤلف وزملاؤه إلى عدد من الأشخاص المشاركة في لعبة الثقة. ومن خلال هذه التجربة تبين لهم أن رسالة الثقة تولّد ازديادا في تركيز «الأوسيتوسين» في الدم (وهذا ما يتوافق وقيام الدماغ بزيادة إنتاجه). لا يشجع «الأوسيتوسين» **الثقة** confiance فحسب، ولكن يشجع أيضا الأمانة. وفي المقابل، ينطوي دماغ بعض الأشخاص غير الموثوق بهم على عيب في منظومة «الأوسيتوسين» الدماغية.

اللعبة

يتم شرح القواعد للاعبيْن لا يرى أحدهما الآخر.
تقدم إليهما عشرة دولارات، وهو ما يجري تسجيله لحسابهما في الحاسوب.

التحليل:

إذا أعطى «الشخص 1» مالا وأعاد إليه «الشخص 2» قسما كافيا مما كسبه، فإنه يربح اللاعبان.
إذا خان «الشخص 2» «الشخصَ 1»، وأعطى قليلا من المال للشخص 1، فإن الأخير يمكن أن يفقد مالا.
تقدِّر ثقة «الشخص 1» بالمبلغ المحوَّل إلى «الشخص 2». وتقاس أمانة «الشخص 2» بالمبلغ المعاد.

لدى الحيوان، نعرف أن رسائل اجتماعية غير مُهدِّدة تُطلِق إنتاج «الأوسيتوسين» في دماغ الأفراد الذين يتلقونها، فهل يحدث الشيء نفسه عند الإنسان؟ لذا عزمنا على أن نختبر ما إذا كان من شأن اقتراب أناس مجهولين، يبعثون إشارات إيجابية، أن يُنبه إطلاق «الأوسيتوسين»، وما إذا كان إنتاج هذا الهرمون يحوِّر السلوكَ الاجتماعي للإنسان.

وقد بقي أن نجد وسيلةً قياسِ مستوى الثقة بين شخصين لا يعرف أحدُهما الآخر. لقد كان يكفي مع القوارض إدخال حيوان مجهول إلى قفص حيوان آخر كي نرى ما إذا كانت سلوكياتٌ غير مهدِّدة تُنبه إطلاقَ «الأوسيتوسين»؛ غير أن قدرة البشر على تقييم أوضاع اجتماعية ما، مهيأة بشدة لهذا النمط من الإجراء التجريبي. وتتعلق ردود أفعال الأشخاص بعوامل عدة، كالمظهر البدني والثياب،... . ومع ذلك، كان علماء الاقتصاد <J. بيركَ> [من جامعة إيوا] و<J. ديكهوت> و<K. ماكيب> [من جامعة مينيسوتا] قد ابتكروا في تسعينات القرن الماضي اختبارا يفي بالغرض. ويمكن للمشاركين في هذه المهمة، المسماة **لعبة الثقة** jeu de confiance، إعطاء إشارة إلى أنهم يثقون بشخص مجهول، وذلك بأن يجودوا بمالهم عليه. ويفعلون ذلك، لأنهم يعتقدون أن هذا المجهول سيفعل الشيء نفسه وسيرد لهم مالا أكثر مما أُعطي.

الثقة والجدارة بالثقة(**)

هاكم كيف نفذنا لعبة الثقة في مختبرنا: طوَّع معاونيّ أشخاصا يكسبون عشرة دولارات إذا قبلوا قضاء ساعة ونصف الساعة معنا (*انظر المؤطر أعلاه*). وقد جمعنا المشاركين أزواجا بطريقة عشوائية، من دون أن يروا بعضهم بعضا أو أن يتواصلوا. وفي كل زوج هناك «شخص 1» و«شخص 2». شرحنا لهم في البداية كيف تجري اللعبة. وفي البداية يطلب حاسوب إلى «الشخص 1» أن يقرر إرسال، أو عدم إرسال، جزء من مكافأته العشرة دولارات إلى الشخص الآخر. يضاعَف المبلغ المرسَل ثلاث مرات ويضاف إلى حساب «الشخص 2». مثلا، إذا تخلى «الشخص 1» عن 6 دولارات، ليصبح مجموع ما لدى «الشخص 2» 28 دولارا (العشرة التي حصل عليها في البداية يضاف إليها 3 x 6)، ولا يبقى لدى «الشخص 1» سوى 4 دولارات.

في المرحلة التالية، يُطلع الحاسوب «الشخص 2» على التحويل النقدي ويسمح له بأن يعيد مبلغا معينا إلى «الشخص 1»، موضحا له أنه غير ملزَم بأن يعيد له ولو سنتيما واحدا؛ فضلا عن ذلك، يعرف المشاركون أن هويتهم وقراراتهم تبقى سرية. إن ما يعطيه «الشخص 2» إلى «الشخص 1» يقيِّد على حسابه، والمبلغ الذي

(*) Jouer de la confiance
(**) Confiance et loyauté

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

أعطى «الشخص ستة دولارات إلى شخص 2»، يحصل هذا خير على 28 دولارا + 1 (6 x 3)).

الشخص 1

النتائج:

ينبه ارتفاعُ «الأوسيتوسين» الثقةَ:

- بعد أن استنشق «الأشخاص 1» «الأوسيتوسين» المصنّع على شكل بخاخ أنفي، أرسلوا مبلغا إضافيا من المال نسبته 17 في المئة، مقارنة بأفراد المجموعة الشاهدة الذين استنشقوا دواء غُفْلا.
- نحو نصف عدد الأشخاص الذين تناولوا «الأوسيتوسين»، أعطوا مالَهم بكامله إلى شركائهم.

يزيد «الأوسيتوسين» لدى شخص من جدارته بالثقة:

- أرجع «الأشخاص 2» الذين لديهم التراكيز الأعلى من «الأوسيتوسين» في الدم، المقدارَ الأكبر من المال إلى شركائهم.

ربما كانت شذوذاتٌ في ارتكاس الدماغ لـ«الأوسيتوسين» تفسر بعضَ اضطرابات السلوك الاجتماعي:

- لم يقم بعض «الأشخاص 2»، الذين لديهم تراكيز عالية من «الأوسيتوسين»، بإرجاع أي شيء إلى «الأشخاص 1». وربما كان سلوكهم هذا ناتجا من اختلال قد يكون مرضيًا في منظومة «الأوسيتوسين» الدماغية.

يتلقاه هذا الأخير هو المبلغ المرسَل نفسه (أي إنه غير مضاعف ثلاث مرات). والغش غير ممكن في هذه المعاملات ـ فالمدفوعاتُ مطابقة للخيارات. وحالما يتخذ المشاركون قراراتهم، نأخذ عينات من دمهم لقياس تركيز «الأوسيتوسين» فيها.

ويعتبر علماء الاقتصاد أن **المعاملة** transaction الأولى تقيس الثقة، في حين تُقدّر الثانية **الأمانة** (**الوفاء**) loyauté. وكثيرا ما استخدمت لعبة الثقة هذه في العديد من البلدان وفي رهانات أكثر أهمية.

في تجاربنا، أرسل نحو 85 في المئة من الأشخاص الذين اضطلعوا بدور «الشخص 1» مالا إلى شريكهم، وأعاده 98 في المئة من «الأشخاص 2» الذين حصلوا على المال. وقد تبين لنا أنه لم يكن بوسع هؤلاء الأشخاص أن يفسروا لماذا كانوا واثقين أو أمناء. إلا أننا افترضنا أن عملية حصولهم على ثقة «الشخص 1» أطلقت ازديادا في «الأوسيتوسين» في دماغ «الأشخاص 2»، وأنه كلما كانت المبالغ التي يتلقاها هؤلاء الأشخاص كبيرة، كان لا بد من أن تكون زيادات «الأوسيتوسين» لديهم كبيرة.

في الواقع، أظهرنا أن دماغ «الأشخاص 2» ينتج البپتيد عندما يتلقى هؤلاء المشاركون المال؛ إذ يشعرون بأن المجهولين يثقون بهم. إضافة إلى ذلك، يطلق دماغُ الأشخاص الذين نبدي لهم ثقة أكبر (نعطيهم مالا أكثر) قدرا أهم من «الأوسيتوسين». وكي نكون متأكدين من أن ازدياد تركيز «الأوسيتوسين» ناشئ فعلا عن شعور الثقة، أدخلنا مجموعة شاهدة من المشاركين الذين يتلقون مالا على نحو عشوائي، وليس لأن أحدا ما وثق بهم. في الحقيقة، لم يفرز دماغ هذه المجموعة «الأوسيتوسين»، وهو ما يؤكد أن إطلاق «الأوسيتوسين» غير ناجم عن المال. فضلا عن ذلك، اكتشفنا أن «الأشخاص 2» الذين لديهم تراكيز عالية من «الأوسيتوسين» هم أكثر أمانة، أي إنهم يعيدون مالا أكثر مما تلقوه إلى «الأشخاص 1».

الكثير من الأوسيتوسين في الدماغ(*)

كيف نفسر إطلاق «الأوسيتوسين»؟ من وجهة نظر التطور، بما أن لدى الكائنات البشرية فترة **مراهقة** adolescence طويلة، فربما كان الانتقاء (الاختيار) الطبيعي قد فضل الأشخاصَ الذين يتعلقون بشدة ولوقت طويل بأولادهم حتى يكبروا ويتمكنوا من أن يصيروا مستقلين. ويبلغ أبناء عمنا الأقرب، **الشمپانزي** les chimpanzés، نضجهم الجنسي في سن السبع أو الثماني سنوات؛ في حين يلزم الإنسان مثليْ هذه المدة من أجل ذلك؛ وطوال هذا الوقت كله، يحتاج الطفل إلى الرعاية الوالدية كي ينمو جيدا (ويبقى على مقربة من والديه). وإحدى نتائج الرعاية طويلة المدة هذه هي أن الكائنات البشرية تميل إلى تعلق بعضها ببعض، بحيث إنها تتعلق أيضا بأشخاص غير أقرباء يصبحون أصدقاء وجيرانا أو أزواجا.

إضافة إلى ذلك، لم نلاحظ عملية إطلاق لـ«الأوسيتوسين» إلا لدى «الأشخاص 2» الذين تلقوا رسالة ثقة. ولم يُبدِ «الأشخاص 1» الذين ابتدؤوا التجربة بتراكيز مرتفعة من «الأوسيتوسين» ثقةً أكثر بالآخرين (ولم يعطوا مالا أكثر لـ«الأشخاص 2»). وهذه الملاحظة لا تتناقض مع سابقاتها؛ فقد أظهرت الدراسات المجراة على الحيوانات أن «الأوسيتوسين» لا يتحرر إلا عندما يكون الأفراد في تماس اجتماعي. وإن ارتفاع تركيز «الأوسيتوسين»، وليس مستواه الأساسي، هو الأمر المهم.

إذن، ماذا يحدث لو أننا زدنا تراكيز «الأوسيتوسين» اصطناعيا؟ إذا كانت فرضيتنا صحيحة، فإن من شأن ذلك أن يعزز الثقة التي يوليها «الأشخاص 1» لشركائهم (فيعطونهم مالا أكثر). في عام 2005، ومن أجل دراسة هذه المسألة، مع فريق عالم الاقتصاد <E. فهر> [في جامعة زيوريخ بألمانيا] طلبنا إلى نحو 200 مستثمر من الذكور أن يستنشقوا «الأوسيتوسين» المركّب على شكل بخاخ أنفي (مما يمكّنه من الوصول إلى الدماغ). وقارنا سلوكهم بسلوك أفراد مجموعة شاهدة استنشقوا دواء **غُفْلا** placebo. وهكذا، فإن المستثمرين الذي تناولوا «الأوسيتوسين» أعطوا 17 في المئة زيادة من المال لشركائهم. وعبّر ضعفُ عدد «الأشخاص 1» ممن استنشقوا «الأوسيتوسين» (ما يقرب من نصف مجموعهم) عن ثقة قصوى، حيث أرسلوا مالهم جميعه.

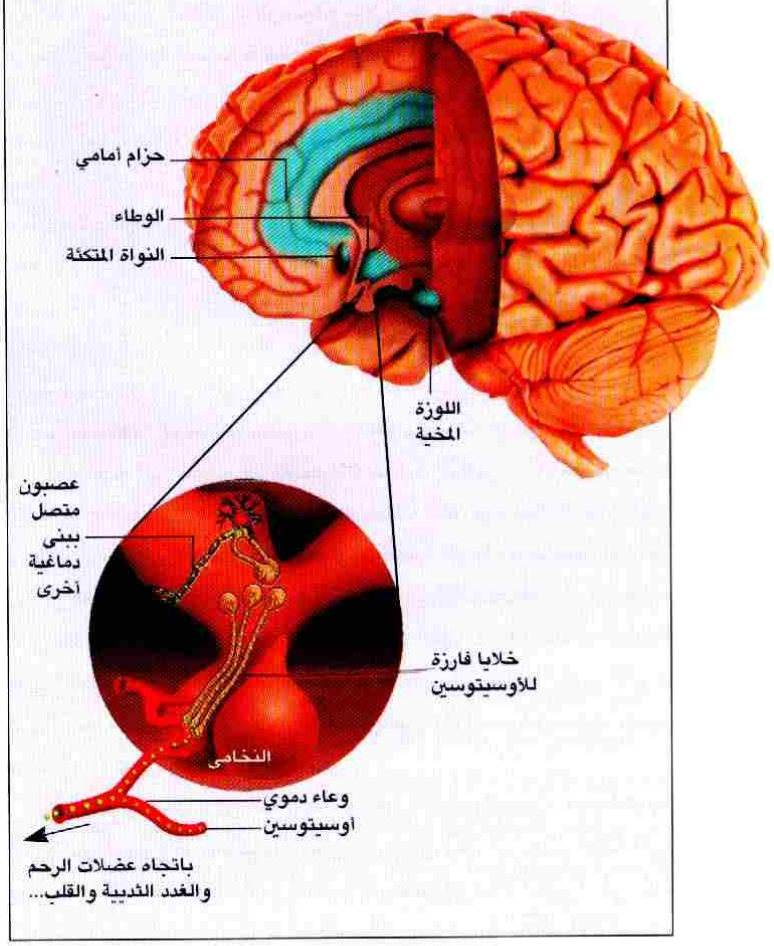
ووفقا لهذه التجربة، فإن ارتفاع تركيز «الأوسيتوسين» في الدماغ يُنقص القلقَ الطبيعي تجاه شخص مجهول. ومع ذلك، لم يكن بعض المشاركين من الذين تناولوا «الأوسيتوسين» أكثر ثقة. ويبدو أن ازدياد «الأوسيتوسين»، بالنسبة إلى بعضهم، غير كاف

(*) Beaucoup d'ocytocine dans le cerveau

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

أوسيتوسين في الدماغ(*)

تطلق بنى دماغية عديدة (*باللون الأخضر*) «الأوسيتوسين» وتتفعل استجابةً لازدياد تركيزه. وتمتلك هذه البنى ثلاث خواصّ مشتركة: لديها العديد من مستقبلات «الأوسيتوسين»، التي تنقل رسائل الببتيد إلى العصبونات؛ وتضبط الانفعالات والسلوك الاجتماعي؛ وتحوّر إطلاقَ «الدوپامين» في الدماغ المتوسط، الذي يمنح الشعور بالهناء والمكافأة. ومع أن تأثيرات «الأوسيتوسين» ذات الصلة بالثقة ناشئة عن نشاطه في الدماغ، فإن الجزيء يُنشط أيضا مواضع أخرى من الجسم. وبعضُ عصبونات النخامى تفرز هذا الجزيء في الدورة الدموية، بحيث يؤثر في الأعضاء المختلفة، كالرحم والغدد الثديية.



للتغلب على القلق الذي يسببه المجهولون.

ولكن اطمئنّوا، فإن هذه التجربة لا تثبت أن بالإمكان التلاعب على الآخرين. لن يستطيع التجار ولا رجال السياسة تبخير «الأوسيتوسين» في الهواء أو وضعه في الطعام أو في الشراب لانتزاع ثقة مخاطبيهم؛ إذ يتلَف «الأوسيتوسين» في الجهاز الهضمي، حيث إن تناوله عن طريق الفم لا تأثير له في الدماغ. فضلا عن ذلك، فإن إعطاءه عبر الوريد أو عن طريق الأنف سهلُ الكشف، وربما لا يتيح استنشاقه من خلال الهواء زيادةً كافية في تركيزه الدماغي.

في إحدى التجارب غضبت امرأة، لأنها لم تتلق سوى مبلغ ضئيل من شريكها الذي عدّته بذلك غير أمين. ما الذي يحدث عندما نرتاب في الناس؟ يُدار العديد من النظم الدماغية البالغة الأهمية بقوى متعاكسة. فمثلا، إن تناول الأطعمة يدار بوساطة هرمونات ترسل إشارات عندما ينبغي أن نبدأ بالأكل، ثم عندما يجب أن نتوقف عنه. والسلوكيات الاجتماعية مضبوطة بالطريقة نفسها. ويمثل «الأوسيتوسين» الجانب الإيجابي من التأثرات الشخصية: نشعر بالارتياح عندما يبدو لنا أن أحدهم يثق بنا، ويحثنا وعي ذلك على المعاملة بالمثل. وكما ذكرنا فيما سبق، فمن أجل تحريض الأمهات على الاهتمام بصغارهن، يسبب «الأوسيتوسين» إطلاق «الدوپامين» في باحات من الدماغ مرتبطة بسلوكيات تحث على **المكافأة** récompense. وقد جعلتنا دراسات لاحقة نعتقد بوجود جانب مقابل، أو سلبي، لآلية تشكُّل الثقة، على الأقل بالنسبة إلى الذكور من الأشخاص.

الجانب المظلم للثقة(**)

عندما لا يوثق بـ«الأشخاص 2» من جنس الذكور (يتلقون قليلا من المال)، يلاحظ لدى هؤلاء ازدياد في تركيز «الديهيدروتستوستيرون» dihydrotestostérone (DHT)، أحد مشتقات «التستوستيرون» (الهرمون الرئيسي المولِّد للخواص الذكورية). ونجد التراكيز الأعلى من الهرمون DHT لدى الرجال الذين نوليهم الثقة الأدنى. هذا الجزيء هو نوع من «**التستوستيرون» الفائق** supertestostérone، يطلق تغيرات البلوغ المدهشة، المتمثلة في نمو الشعر وازدياد الكتلة العضلية وثخانة الحبال الصوتية. تنبه التراكيز المرتفعة من الهرمون DHT أيضا رغبةَ المجابهة في الظروف الاجتماعية الصعبة. تبين نتائجُنا أن لدى الرجال ارتكاسا عدوانيا عندما لا نوليهم الثقة.

يتفق الرجال والنساء في ناحية واحدة وهي: إنهم لا يحبون أن نرتاب فيهم، غير أن النساء لا يرتكسن بالطريقة نفسها. فمعظمُ الرجال، الذين اضطلعوا بدور «الأشخاص 2» والذين تم الارتياب فيهم، لم يعيدوا شيئا إلى شركائهم، في حين حولت أغلبية النساء مبلغا مماثلا تقريبا للمبلغ الذي أعطي لهن. ومع ذلك، فإننا نجهل الآليات الفيزيولوجية التي تكمن وراء هذا التباين. ومن الممكن أن ارتكاسا عدوانيا على رسالة ارتياب يتيح لنا أن نثق أكثر بالآخرين.

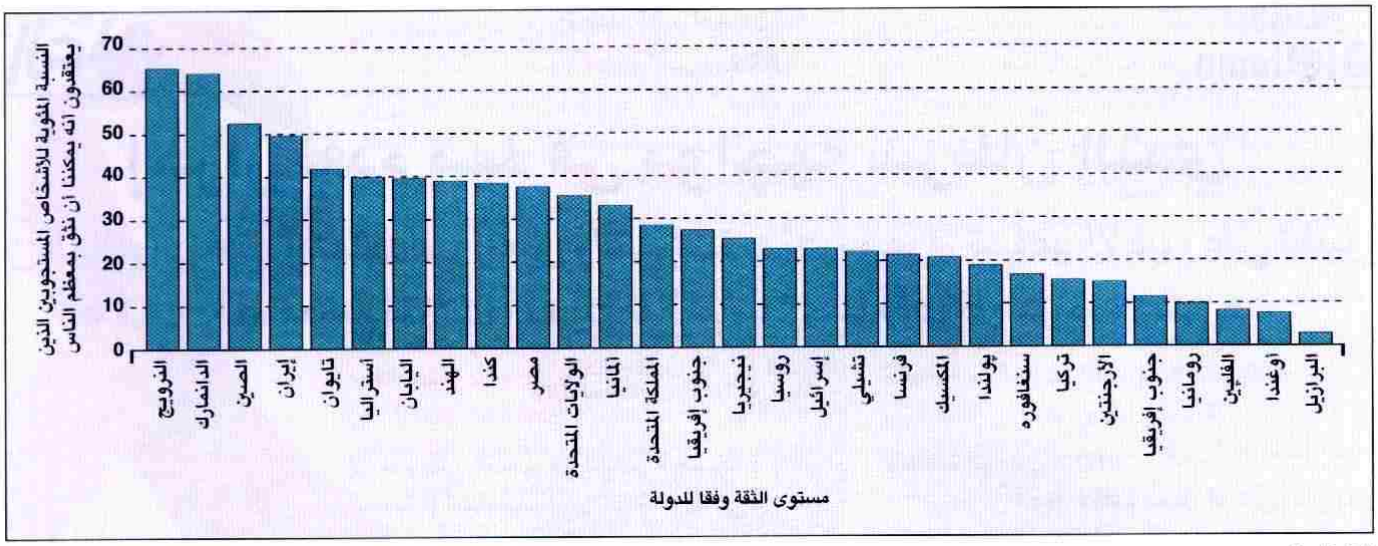
لقد تبين ـ من خلال تسجيل النشاط الدماغي الوظيفي، بالتصوير بالرنين المغنطيسي MRI، في أثناء لعبة الثقة ـ أن إيلاء شخص مجهول الثقة ينبّه نواحي عميقةً من **الدماغ المتوسط** mésencéphale، حيث يوجد «الدوپامين»، مما يسهم في شعور المكافأة. وربما لهذا السبب يرغب «الأشخاص 2»، الذين يتلقون المال، في إرجاعه لـ«الأشخاص 1»، على الرغم من أن الأمر لا يعود عليهم بالفائدة. إن هذه المشاعر الإيجابية ـ الناشئة عن تنشيط هذه المنظومة الدماغية المسماة المكافأة، والتي يحس بها «الأشخاص 2»، عندما يبدون الثقة بدورهم ـ تكافئهم نفسيا وتعزز رغبةَ الأمانة عندهم.

وعلى الرغم من أن معظم الأشخاص كانوا موثوقين، فإن اثنين في المئة من «الأشخاص 2» في دراساتنا غير أهل للثقة ـ فقد كانوا يحتفظون بالمال الذي أُرسل إليهم جميعه أو جُلّه ـ في حين أن لديهم تراكيز عالية من «الأوسيتوسين». وتشير هذه النتيجة إلى أن لدى هؤلاء الأفراد مستقبلات «أوسيتوسين» في نواحٍ دماغية غير ملائمة ـ

(*) De l'ocytocine dans le cerveau

(**) Le côté obscur de la confiance

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *



الشكل 2. تتباين مستويات الثقة وفقا للبلدان. أراد المؤلف أن يعيّن الشروط الاجتماعية والسياسية والاقتصادية المسؤولة عن هذه الاختلافات عندما يُطلَب إلى أشخاص أن يجيبوا عن السؤال التالي: «هل تعتقد أنه يمكننا أن نثق بمعظم الناس؟» فبيّن أن الثقة هي المؤشر الذي يجعلنا نتوقع بالشكل الأفضل ثراء بلد ما، لكن هذا العمل قاده أيضا إلى دراسة دور «الأوسيتوسين» في الثقة. ربما كان ازدياد تراكيز «الأوسيتوسين» يحث على الثقة.

وبخاصة في باحات لا تزيد إطلاقَ «الدوپامين» ـ أو أن مستقبلاتها ليست وظيفية. وفي الحالة الأخيرة، ربما لا تستجيب **العصبونات** neurones لانطلاق «الأوسيتوسين»، أيا كانت الكمية المنتَجة. وقد تبيَّن لنا أن لدى المشاركين في دراساتنا ـ من الذين هم إلى حد كبير غير الجديرين بالثقة ـ سمات شخصية تشبه سمات المعتلين **اجتماعيا** sociopathes، وهم أفراد لا مبالون بمعاناة الآخرين.

أمراض عوز الأوسيتوسين؟(*)

نسعى اليوم إلى معرفة ما إذا كانت حالات أعواز النشاط الأوسيتوسيني في الدماغ تسهم في الاضطرابات التي تتميز باختلال التأثرات الاجتماعية. فمثلا، لدى الأشخاص الذين يعانون **التوحد** autisme تراكيز ضئيلة من الأوسيتوسين. إلا أن من فرق الدراسة من أشار إلى أن العلاجات القائمة على تعويض هذا الپپتيد لا تؤدي إلى أي تحسن في انخراطهم الاجتماعي. وعلى غرار المشاركين غير الجديرين بالثقة في لعبة الثقة، يمكن أن يكون لدى هؤلاء المصابين بالتوحد مستقبلات «أوسيتوسين» **غير وظيفية** non fonctionnels.

كذلك الأمر، يعاني المصابون بأذيات في نواحٍ دماغية غنية في الأحوال الطبيعية بمستقبلات «الأوسيتوسين» صعوباتٍ في تحديد من يبدو جديرا بالاعتماد ممن هو ليس كذلك. ويشتمل كثير من الاضطرابات العصبية والنفسية، مثل الفُصام والاكتئاب وداء ألزايمر واضطرابات **الرهاب الاجتماعي** phobie social ومرض هنتينگتون Huntington، على **شذوذات** anomalies في التأثرات الاجتماعية. ويمكن أن تؤدي منظومة «الأوسيتوسين» الدماغية المَعيبة دورا في هذه الأمراض. وربما يسهم فهم أفضل لهذه المنظومة في تطوير علاجات جديدة.

يتميز «الأوسيتوسين» بتأثيرات دينمية (ديناميكية) كثيرة في الجسم: يتأثر الپپتيد مع هرمونات أخرى و**نواقل عصبية** neurotransmetteurs تتباين تراكيزها من دقيقة إلى أخرى طوال الحياة. وهكذا، تزيد «الإستروجينات» estrogènes ـ هرمونات جنسية ـ عدد مستقبلات «الأوسيتوسين» في بعض النسُج: الرحم بشكل خاص؛ في حين ينقصه «**البروجسترون**» progestérone، وهو هرمون جنسي آخر. وتوحي هذه التأثيرات إلى أن عوامل فيزيولوجية وبيئية في الوقت نفسه تتحكم في رغبتنا بالتأثر الاجتماعي، مما يجعلنا نفترض أيضا أن الخبرات المعيشة تؤثر في آلية «الأوسيتوسين» وتغيِّر تركيزه **الأساسي** "de base" خلال الحياة: وعلى هذا، فإن مستوى ثقتنا بالآخرين لن يكون ثابتا.

ربما يكون من شأن العيش في بيئة آمنة أن يحث على إطلاق كمية أكبر من «الأوسيتوسين» حين يولينا أحدهم الثقة. بينما تعاكس حالات **الكرْب** stress والشك والانعزال إطلاق هذا الهرمون. ونتطلع إلى فهم أفضل للكيفية التي يتيح هذا الپپتيد البسيط للناس الشعور **بالتعاطف** empathie ووضع الثقة في من يُحيطون بهم. ■

(*) Des maladies de l'ocytocine?

المؤلف

Paul Zak

أستاذ اقتصاد، يرأس مركز الدراسات الاقتصادية في جامعة كليرمونت بكاليفورنيا. وهو أيضا أستاذ طب الأعصاب في المركز الطبي الجامعي «لوما ليندا» بجنوب كاليفورنيا.

مراجع للاستزادة

P. ZAK *et al.*, *Oxytocin increases generosity in humans*, in *PLoS ONE*, vol. 2, p. 1128, novembre 2007.

P. ZAK *et al.*, *Oxytocin is associated with human trustworthiness*, in *Hormones & Behavior*, vol. 48, pp. 522-527, décembre 2005.

M. KOSFELD *et al.*, *Oxytocin increases trust in humans*, in *Nature*, vol. 435, pp. 673-676, juin 2005.

C. PEDERSEN, *How love evolved from sex and gave birth to intelligence and human nature*, in *Journal of Bioeconomics*, vol. 6, pp. 39-63, 2004.

R. SMITH, *Le déclenchement de l'accouchement*, in *Pour la Science* n° 259, mai 1999.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

Majallat AlOloom
المجلد 25 ـ العددان 4/3
مارس/إبريل 2009
مجلة العلوم

إحراز تقدم مهم في مواجهة سرطان الثدي(*)

إنّ العلاجات ذات الاستهداف المعيَّن والتي استُحدثت مؤخرا، تساعد الأطباء على تطبيق معالجات لها فعالية متزايدة، بحيث تتلاءم مع احتياجات كل مريضة على حدة.

J. F. إستيفا ـ G. N. هورتوباكي

إنّ سرطان الثدي هو أكثر الخباثات (الأورام الخبيثة) تشخيصا بين النساء، ويأتي في المرتبة الثانية بعد سرطان الرئة سببًا محدثًا للوفيات المرتبطة بالسرطان في أمريكا الشمالية. ولكن على خلاف وضع **معدلات البُقيا** survival rate في حالة الأشخاص المصابين بسرطان الرئة، فإنّ معدلات البُقيا عند النساء المصابات بسرطان الثدي ارتفعت بصورة مثيرة طوال العقد الماضي، بحيث يمكن أن يفقد سرطان الثدي قريبا مرتبته الثانية بين السرطانات القاتلة. وليس هناك شيءٌ يمكن أن يسعد الأطباء مثلنا أكثر من ذلك.

هذا التحسّن الإجمالي في النتائج المُرتقَبة عند النساء اللائي يتمّ تشخيص سرطان الثدي لديهن، يُعزى جزئيا إلى الكشف الباكر الذي نجم عن تزايد الوعي بخصوص الفحص الدوري للثدي وزيادة الوسائط الميسّرة لإمكانية إجرائه. لكنْ للأبحاث العلمية المتسارعة دورٌ أيضا في تحقيق المكاسب التي تجنيها مريضات سرطان الثدي. فقد أدّت إلى فهمٍ للمرض أفضل بكثير مما سبق، ووفّرت زيادةً في تنوّع الخيارات العلاجية التي يمكن للأطباء أن يوائموا فيما بينها، بحيث تصبح مناسبةً لتدبير الحالة الخاصة بكل مريضة. وفي العقد الأخير، وصلنا إلى درجة صار بإمكاننا معها أن نستهدف بأدويتنا جزيئات نوعية داخل الورم تساعد على تفاقم المرض.

في الواقع، كان سرطان الثدي هو أول أنواع الأورام السرطانية الصلبة التي يتمّ علاجها بطريقة استهداف الجزيئات تلك. وقد حدث هذا عام 1998 عندما تمّت الموافقة على استخدام الدواء **تراستوزوماب** trastuzumab (**هيرسيبتين** Herceptin). إنّ الجزيء البروتيني الذي صُمّم التراستوزوماب لمهاجمته (ويسمى HER2)، يحفّز نمو الورم بشكلٍ عدواني. وقبل استخدام التراستوزوماب، كان تشخيص حالة ورم ينتج بإفراط البروتين HER2 يُعدُّ خبرا مرعبا بالنسبة إلى المريضات. أمّا الآن فإننا نستطيع أن نعتبر هذا الورم واحدا من أفضل الأنماط الورمية إنذارا، لأنّ الأطباء يملكون عددا متزايدا من الأسلحة الفعّالة المضادة للبروتين HER2.

ويبدو أنّ العقد القادم يحمل البشرى بأن يكون زمنا مثيرا ومثمرا في مجال علاج السرطان باستهداف الجزيئات. فهناك حاليا أدوية إضافية تُجرى تجربتها على البشر وعلى الحيوانات، بحيث تسمح لنا بزيادة تنوّع ما نقوم بملاحقته من المقوّمات الورمية على المستوى الجزيئي والتي تؤدي دورا حاسما في نشوء الخباثات واستمرارها وفي تطوّر السرطانات إلى مراحل أشدّ خطورةً. وبشكلٍ يتماشى مع التحسينات الطارئة على المعالجات القديمة وعلى وسائل العناية الداعمة، يتيح هذا الجيل الأحدث من الأدوية للأطباء خياراتٍ أكثر من أجل تصميم معالجات تتواءم مع المواصفات الخاصّة التي يمتلكها الورم على المستوى الجزيئي، ما يعكس إدراكنا المتنامي بأنّ سرطان الثدي ليس مرضا مفردا.

تطوّر المقاربات العلاجية(**)

مع أنّ الآفاق المستقبلية لتكييف المعالجات وفق الخصائص الجزيئية لكل ورم على حدة تبدو مشجعةً بصورة هائلة، فإنّ الإنجازات التي سبق تحقيقها تسهم أيضا في تخفيض معدلات الوفاة عند النساء اللواتي تمّ تشخيص سرطان الثدي لديهن. فعلى سبيل المثال، يساعد تحسّن تقنيات المسح الجماعي حتما على كشف نسبة أكبر من الحالات وتأكيد تشخيصها في مرحلة باكرة، وهذا الأمر هو هبة مباركة؛ لأنّ سرطان الثدي مرض قابل للشفاء بمعدّل عالٍ إذا ما اكتُشف باكرا. وتتضمّن طرائق التصوير الأحدث الماموكرافي (تصوير الثدي) الرقمي (الذي يعطي صورا أوضح من صور الماموكرافي في أفلام المسح الجماعي) والتصوير بالأمواج فوق الصوتية والتصوير بالرنين المغنطيسي (MRI). فالنساء ذوات الخطورة العالية للإصابة بسرطان ثدي لديهن بسبب وجود قصة عائلية أو وجود طفرة في إحدى الجينات (*BRCA*)، يُطلب إليهن في الوقت الحالي أن يخضعن إلى

(*) Gaining Ground on Breast Cancer
(**) Evolving Treatment Approaches

مفاهيم مفتاحية

- **تواصلُ معدلات البُقيا (أي البقاء على قيد الحياة) في سرطان الثدي الارتفاع بشكلٍ ثابت في أمريكا الشمالية وأوروبا، بفضل تزايُد حالات الكشف الباكر وتوفّر خيارات علاجية جديدة.**
- **يستهدف العديد من المعالجات الحديثة جزيئاتٍ نوعية في الخلايا الورمية، وهذا يسمح للأطباء بتطبيق المداواة التي تتلاءم مع مواصفات نمط الورم لدى كل مريضة على حدة.**
- **كان سرطان الثدي أول أنواع الأورام الصلبة التي صارت المعالجة بطريقة استهداف الجزيئات متاحة لها. ويعد النجاح الذي تحقّق في هذه المقاربة بالمزيد من التقدم المثير.**

محرر و ساينتفيك امريكان

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

تقصٍّ سنوي بوساطة التصوير MRI للثدي؛ في حين تُحال عادةً المريضات إلى التصوير بالأمواج فوق الصوتية لمتابعة الاستقصاء في حال ظهور أيّ موجودات غير طبيعية في صورة **الماموكرام**[1] أو خلال الفحص الفيزيائي للجسم.

إضافةً إلى ذلك، تغيَّرت خلال العشرين سنة الماضية المقارباتُ الجراحية التي تهدف إلى استئصال الورم. فبدلا من الإزالة الجذرية للأنسجة في حالة النساء اللواتي يكون الورم عندهن مقتصرا على جزء صغير من الثدي، صارت المعالجة المعتمدة هي تلك التي تحافظ على الثدي. كما أنّ استخدام الأشعة بشكل أكثر تركيزا سمح بتقليل الضرر الذي تتعرَّض له الأنسجة الطبيعية، كأنسجة القلب والرئتين. وهذه التعديلات جعلت المعالجات أقلّ إتلافا وضررا من دون إنقاص جودة النتائج.

إلى جانب هذه التحسينات في طرق الكشف عن أورام الثدي والتدابير العلاجية الموضعية لها، فإن استعمال **علاجات منسقة**[2] كمعالجات تكميلية أو مساعدة صار أكثر مهارة، وذلك بفضل توافر أدوية جديدة مع التحسّن في أساليب إدخالها إلى الجسم وفي تدبير آثارها الجانبية. وهذه المعالجات تهدف إلى القضاء على أيّ خلايا سرطانية لم تتمّ إزالتها بالجراحة أو بالعلاج الشعاعي. ويتمّ تبرير اللجوء إلى المقاربة السابقة في معظم الأحيان بحقيقة أنه حتى الأورام الضئيلة التي تبدو كما لو كانت محدودةً، يمكن أن تكون قد أرسلت نقائل ميكروية (مجهرية)، أي أورام لا يمكن اكتشافها تتموضع في أمكنة من الجسم بعيدة عن الورم الأصلي. وبمهاجمة هذه الأورام الخفية تستطيع المعالجات الكيمياوية أن تساعد على إطالة الفترات الخالية من المرض وزيادة المعدلات الإجمالية للبُقيا.

إنّ المعالجات الكيمياوية المساعدة تزيد أيضا فرص النجاة لأولئك المصابات بأورام أكثر تقدّما. ففي سبعينات القرن الماضي، بدأ فريقنا الطبي وفرق أخرى بتطوير برامج علاجية متعددة النظم للمصابات بما يُسمى سرطان الثدي المتقدّم موضعيا، أي الذي قام بغزو الأنسجة المجاورة له. ومثل هؤلاء المريضات لا يكون تشخيص السرطان قد تمّ عندهن في معظم الأحيان إلا بعد أن يكون قد وصل إلى مرحلة لا تستطيع فيها الجراحة وحدها أن تحقّق الشفاء. وقد تمثَّلت مقاربتنا لهؤلاء المريضات بإعطاء معالجة كيمياوية سابقة للعمل الجراحي (معالجة مساعدة حديثة) بهدف تقليص حجم الأورام إلى الحدّ الذي يسمح بتطبيق العمل الجراحي الذي يُجرى بعد تحقيق ذلك، ثمّ يتلوه علاجان شعاعي وكيمياوي إضافيان. إنّ استخدام المقاربة الثلاثية المراحل هذه خلال العقود الثلاثة الماضية رفع إلى حدّ كبير معدّلات الشفاء التي وفّرتها لهؤلاء المريضات فرقٌ متخصصةٌ مؤلفةٌ من

أطباء وممرضات وعناصر أخرى من العاملين في المجال الصحي. وحتى المريضات اللائي لديهن بشكل مُثبَت انتقالات ورمية من سرطان الثدي إلى الأعضاء الأخرى، صار بإمكانهن في الوقت الحالي الاستفادة من علاجات حديثة قادرة على إطالة العمر، وكذلك من وسائل العناية الداعمة التي تُحسّن نوعية الحياة.

وتُعدُّ المعالجة الهرمونية دعامةً أساسيةً أخرى يستند إليها تدبير سرطان الثدي (على الأقل بالنسبة إلى المريضات اللائي ثبت أنّ الورم لديهن معتمد على الإستروجين أو البروجستيرون). في الواقع يعود تاريخ استخدام المنابلات الهرمونية لعلاج سرطان الثدي إلى تسعينات القرن التاسع عشر، عندما لاحظ الأطباء تراجع الأورام بعد إزالة المبيضين من النساء المصابات بسرطان ثدي متقدّم وهنّ في سن النشاط التناسلي. وفي عام 1966، توصّل الباحثون إلى تمييز هوية المستقبلات الهرمونية (وهي جزيئات محدّدة ترتبط بهرمونات نوعية) في أنسجة متنوّعة شملت أنسجة الثدي. وقد بيَّنت الدراسات اللاحقة أنّ عددا معتبرا من سرطانات الثدي الغازية (يصل إلى 75%) يحتوي على مستقبلات للإستروجين أو البروجستيرون أو الاثنين معا، وسرعان ما أدّى هذا الأمر إلى أن تصير تلك الجزيئات هدفا للعلاجات.

في عام 1977، تمّت أول مرة الموافقة على استخدام الدواء تاموكسيفين tamoxifen المضاد للإستروجين في الولايات المتحدة لعلاج سرطان الثدي المتقدّم لدى النساء بعد سن الإياس، حيث ترتبط جزيئات الدواء بمستقبلات الإستروجين مانعةً إياه من القيام بذلك الارتباط. ومنذ ذلك الحين، أثبت التاموكسيفين فاعليته لدى المصابات بأورام ثدي موضعية تبدي وجود مستقبلات للإستروجين أو البروجستيرون؛ وكذلك يُستعمَل علاجا وقائيًا عند النساء السليمات ذوات الخطورة العالية للإصابة بسرطان الثدي. لكنّ الأدوية الجديدة التي تثبّط إنزيم الأروماتاز فتكبح التصنيع الطبيعي للإستروجين في الجسم، أثبتت خلال ذلك أنها تتفوّق على التاموكسيفين في النساء بعد سن الإياس.

إذن، يمكن اعتبار مستقبلات الإستروجين والبروجستيرون بشكلٍ من الأشكال هي أول المقوّمات الورمية على المستوى الجزيئي التي أمكن استهدافها مباشرة بالأدوية، لكن يجب ملاحظة وجود تمايز مهم بين تلك الأدوية والأدوية الأحدث منها التي ظهرت على الساحة في العقد الأخير. فمستقبلات الستيروئيدات الجنسية تحثّ الخلايا على التكاثر أو تحفّز النمو في الأنسجة السليمة،

(١) mammogram
(٢) systemic therapies

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

وتقوم بالأمر نفسه في الأورام، ومن هنا فإنّ منعَها من إيصال إشارات النمو يساعد فعلا على إيقاف تضخّم الورم. كذلك يمكن للتبدّلات الشكلية في هذه المستقبلات أو التبدلات الوظيفية أن تُعَدّ أحيانا من المواصفات الخبيثة العامة التي تميّز الخلايا الورمية. ولكنّ الجينة المسؤولة عن تكويد مستقبلة الإستروجين يندر أن تكون مصابةً بطفرة في سرطانات الثدي، وهذا يعني أنها ليست جينة مسبّبةً للسرطان.

إنّ إدراكنا لإمكانية تحوّل خلية طبيعية إلى خلية سرطانية بسبب تعرّض جينات معيّنة للطفرات ربما يكون هو الأكثر أهميةً في مجال أبحاث السرطان منذ تلك الحقبة التي اكتُشفت فيها مستقبلات الهرمونات الجنسية. ومثل تلك الجينات يُنظَر إليها ـ بعد تعرّضها للطفرات ـ على أنها **مكوّنات للأورام** oncogenes؛ ويُعتقد أنها مسؤولة عن إطلاق تحوّل الخلايا الطبيعية إلى خلايا سرطانية، وكذلك عن تحريض نمو الورم. وهذا هو السبب في وصف سرطان الثدي اليوم (مثل جميع السرطانات) بأنه أساسا مرض في الجينات. إنّ طفرة مكوِّنة للورم (مثل حدوث تغيير صغير في **تسلسل نوويدات الدنا** DNA nucleotide sequence الخاصّة بجينة ما) قد تعطّل إحدى جينات الحماية وقد تعزّز نشاط جينة مُطلقة للورم. وفي بعض الحالات يتمّ حذف جينات بأكملها أو تتمّ مضاعفتها [انظر *العمود في وسط أسفل الصفحة 47*].

في الوقت الحالي، صار بالإمكان تصنيف الأورام وفقا للجينات التي تكون مفرطة الفعالية ضمن خلاياها أو مثبّطة، وتبعا للتغيرات الناتجة من ذلك في تصنيع وفي وظيفة البروتينات التي تكودها تلك الجينات. إنّ الجينات المتضرّرة قد تختلف من ورمٍ إلى آخر، وهذا التغاير على المستوى الجيني يفسر لماذا يمكن لسلوك سرطانات الثدي أن يكون متباينا من مريضة إلى أخرى. فعلى سبيل المثال، بعض السرطانات لديها قدرة محدودة على الغزو الموضعي أو على إرسال النقائل، في حين تنتشر سرطانات أخرى بسرعة إلى الأعضاء البعيدة. ومعرفة ميّزات ورم كل مريضة على المستوى الجزيئي يجب أن تسمح للطبيب بأن يركّز على تثبيط الآليات التي تتحكّم في هذا الورم بالذات، وأن تتيح له في يومٍ من الأيام إمكان الانتقاء من بين ترسانة الأدوية لمجموعة معيّنة قادرة على التعامل مع الجزيئات النوعية المسؤولة عن نشوء السرطان المعني ونموه وانتشاره. إنّ النجاح الذي حقّقه التراستوزوماب والعلاجات الأخرى التي تستهدف المستقبلة HER2، يوضّح لنا القدرات الكامنة في هذه الطريقة من المقاربة من أجل التغلّب على سرطان الثدي.

حقائق سريعة

إنّ الطفرات الموروثة في الجينة *BRCA1* يمكنها أن تضاعف خطر حدوث سرطان الثدي خلال كل العمر حوالي 10 مرات. ولم يكتشف العلماء السبب الكامن وراء ذلك إلا في عام 2007. فقد تبيّن أنّ للجينة *BRCA1* دورا في إصلاح الدنا DNA. لذا يزيد الخللُ في عمل تلك الجينة احتمالَ حدوث أخطاء في جينات أخرى مسبّبة للسرطان.

انخفض معدّل استخدام **المعالجة المعيضة بالهرمونات** hormone replacement therapy (HRT) عقب صدور تقرير في عام 2002 يفيد بأنّ هذه المعالجة تزيد من خطورة حدوث سرطان الثدي في النساء بعد سن الإياس. وفي العام التالي تراجعت نسبة حدوث سرطان الثدي بشكل مثير في الولايات المتحدة الأمريكية، سواء الغازي منه (7.3%) أو غير الغازي (5.5%).

إنّ زيادة الوعي بأهمية الاكتشاف الباكر، إضافةً إلى زيادة الميزانية المخصّصة للأبحاث، آتت ثمارها المرجوة، ممثلةً بانخفاض ملحوظ في الوفيات الناجمة عن سرطان الثدي في العالم المتقدّم.

[مراحل مهمة في العلاج](*)

1880s - 1890s

في القرن التاسع عشر، بدأ الأطباء بمعالجة هجومية لسرطان الثدي، حيث أجريت أول عملية استئصال للثدي عام 1882. لكنّ زيادة المعارف عن الآليات التي تتحكّم في سير المرض أدّت إلى مزيد من التوجّه والاستهداف في العلاجات المعتمدة، وقد بدأ ذلك مع الاكتشافات التي تمّت في خمسينات القرن العشرين.

تمّ اقتراح وجود علاقة بين الهرمونات والسرطان عندما قدّم عددٌ من الأطباء تقارير عن حدوث تراجع ملموس في أورام سرطان الثدي عقب استئصال المبيضين أو دخول المريضة في سن الإياس.

1896 : قام G. T. بيتسون> بإجراء أول عملية استئصال للمبيضين علاجًا لسرطان الثدي.

استهداف المستقبلة HER2(**)

في أوائل ثمانينات القرن العشرين، اكتُشفَت أول مرة الجينة المسؤولة عن إنتاج البروتين HER2، حيث وُجدت بصورة طافرة في أورام تصيب الجهاز العصبي للجرذان، وتمّ ذلك بوساطة الباحثين في معهد ماساشوستس للتقانة (MIT) الذين أطلقوا على هذه الجينة المكوِّنة للأورام اسم *Neu*. وسرعان ما تبيَّن للباحثين أنّ هذه الجينة هي نسخة الثدييات من جينة سبق تمييزها في الفيروسات وتُسمّى *ERBB*، ولذلك تُعرَف الجينة *Neu* أيضا باسم *ERBB2*. ولكن لم ينته أمر هذه الجينة مع تراكم الأسماء. فعندما حدّد الباحثون هوية البروتين الذي تكوده الجينة *ERBB2*، تبيَّن لهم أنه على علاقة وثيقة بأحد بروتينات غشاء الخلية وهو المسمى **مستقبلة عامل النمو البشروي** epidermal growth factor receptor (EGFR). لذا مع توصّلهم في النهاية إلى عزل النسخة البشرية من الجينة *ERBB2* أطلقوا عليها اسم مستقبلة عامل النمو البشروي لدى الإنسان 2 (*HER2*).

إنّ جميع البروتينات في العائلة EGFR ـ كما ثبت في نهاية الأمر ـ هي ذات أهمية مؤكّدة من أجل نمو الخلايا الورمية في عدة أنواع من السرطانات. فعندما تتفعّل هذه المستقبلات بوساطة ارتباط جزيئات نوعية بها (ربائطها)، فإنها ترسل إلى الخلية إشارةً للتكاثر عبر إطلاق شلال من التفاعلات الداخلية ما بين الجزيئات (حيث تبدأ الفعّاليات عن طريق جينات تكود البروتينات التي تتحكّم في فعّالية جينات أخرى يكون موقعها أبعد في تسلسل سير الأحداث). وبعد مرور فترة قصيرة على اكتشاف الجينة *HER2*، لاحظ العلماء أنها تتضاعف بتواتر مرتفع في خلايا سرطان الثدي وأنّ امتلاك نسخ متعدّدة من هذه الجينة رافقه إنذار سيىء.

(*) Treatment Milestones
(**) Targeting HER2

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

لقد أكّدت الدراسات المختبرية أنّ إضافة نسخ من الجينة *HER2* إلى خلية طبيعية قد تحوّلها إلى خلية سرطانية (وهذه علامة واسمة لمكوّنات الأورام). وكون 20% من أورام سرطان الثدي تنتج البروتين HER2 بشكل مفرط، فإنه صار جزئيا تستهدفه العلاجات في الأبحاث الدوائية. وهكذا أوجد علماء شركة جينينتك Genentech في أواخر ثمانينات القرن العشرين الدواء تراستوزوماب، وكان ذلك عن طريق تصنيع ما يسمى **أضدادا وحيدة النسيلة** monoclonal antibodies ترتبط بالمستقبلة HER2، وهذا يمنعها من الخضوع للتفعيل. وبالفعل تبيّن في التجارب السريرية أنّ التراستوزوماب يمكنه إطالة حياة مريضات سرطان الثدي، سواء كنّ في المراحل الباكرة للمرض أو في حالة وجود نقائل بعيدة.

لقد قاد نجاح التراستوزوماب إلى تطوير علاجات مشابهة له في اعتمادها على الأضداد، مثل **البيرتوزوماب** pertuzumab الذي يرتبط بالمستقبلة HER2 في موضع مختلف عن موضع التراستوزوماب والذي يتميّز بتأثير إضافي يتمثّل في منع المستقبلة من التآثر مع أعضاء آخرين من العائلة نفسها موجودين في غشاء الخلية، مثل المستقبلتين EGFR و HER3. إنّ إعاقة مثل هذه التآثرات تنقص نقل إشارات النمو على امتداد سُبُل التواصل الجزيئي داخل الخلية بين المستقبلات خلال تسلسل سير الأحداث. وجدير بالذكر أنّ البيرتوزوماب يمتلك القدرة حتى على تعطيل أنماط معينة من تفعيل المستقبلة HER2 في الخلايا الورمية التي صارت مقاومة للتراستوزوماب. إضافةً إلى ذلك، فقد أظهرنا أنّ الجمع بين التراستوزوماب والبيرتوزوماب قادرٌ على تعزيز معدّل الموت الخلوي في خلايا سرطان الثدي التي تنتج البروتين HER2 بإفراط.

هناك طريقة أخرى لتأمين قيام الأضداد بتأثير مضادّ للمستقبلة HER2 وهي أن نربط بهذه الأضداد ذيفانا فعّالا، بحيث تنقله لاحقا إلى داخل الخلية السرطانية. وبعد أن يصير زوج الذيفان-الضد في باطن الخلية، يتحرر الذيفان من ارتباطه ويقوم بقتل الخلية. لقد تمّ استخدام هذه المقاربة بنجاح في أنواعٍ أخرى من السرطان، مثل **الابيضاض النقوي الحادّ** acute myeloid leukemia. وهناك تجارب سريرية قيد الإجراء حاليا على مريضات لديهن سرطان ثدي مع نقائل، وذلك لتقرير سلامة مثل هذه الطريقة وفعاليتها في حال اعتمادها على الارتباط بالتراستوزوماب.

إنّ منطقة العمل داخل الخلوي لبروتينات العائلة EGFR يجب عليها كي ترسل إشارة نمو إلى الخلية أن تخضع أولا إلى عمل **كينازات التيروزين** tyrosine kinase، وهي إنزيمات تقوم بالتعديل الكيميائي لقطعة تُدعى نطاق كيناز التيروزين. وهكذا يمكن لكينازات التيروزين أن تكون عوامل محفّزة للنمو، ومن ثم فإنّ تثبيطها المباشر هو طريقة أخرى للقضاء على إشارات النمو التي تتوسّطها المستقبلة EGFR في الخلايا. وهذا هو السبب في أنّ شركات الأدوية تتابع بتلهّف التطوير السريري لمثل هذه الأدوية. فالدواء **لاباتينيب** Lapatinib (Tykerb)، وهو مثبّط مزدوج لكيناز تيروزين المستقبلتين EGFR وHER2، أظهر نتائج مختبرية متميّزة، حيث إنه يؤدي إلى توقّف نمو الخلايا وإلى القتل الخلوي الذاتي في السلالات التي تنتج البروتين HER2 بإفراط بين خلايا سرطان الثدي المزروعة.

استنادا إلى ما سبق، نجد أنّ إحدى الطرق لتحسين فاعلية العلاجات التي تستهدف المستقبلة HER2 هي القيام بربط دواء مثل التراستوزوماب بمثبّط لكيناز التيروزين مثل اللاباتينيب. وقد تبيّن أنه في سلالات خلايا سرطان الثدي المزروعة تمكّن هذا الارتباط من تحقيق درجة أكبر من التآزر في تثبيط نمو الخلايا ونسب أعلى في معدّل القتل الخلوي الذاتي. وحتى في السلالات الخلوية التي أظهرت تطويرها لمقاومة تجاه التراستوزوماب بعد خضوعها

المؤلفان

Francisco J. Esteva - Gabriel N. Hortobagyi

<إستيفا> هو مدير مختبر أبحاث ترجمة سرطان الثدي Breast Cancer Translational Research Laboratory في مركز M. D. أندرسون> للسرطان التابع لجامعة تكساس، حيث يعمل <هورتوباكي> مديرا لبرنامج الأبحاث المتعدّد النظم لسرطان الثدي Multidisciplinary Breast Cancer Research Program. ويركّز <إستيفا> [الأستاذ المشارك في قسمي علم الأورام الطبي للثدي وعلم الأورام الجزيئي والخلوي] على سدّ الفجوة ما بين أبحاث العلوم الأساسية والمعالجة الفعلية للمرضى. أمّا <هورتوباكي> [وهو الرئيس الحالي للجمعية الأمريكية لعلم الأورام السريري American Society of Clinical Oncology، وكذلك رئيس قسم علم الأورام الطبي للثدي وأستاذ فيه]، فتشمل أبحاثه جميع الجوانب البيولوجية والتدبيرية والعلاجية لسرطان الثدي، وقد حصل على جوائز عديدة.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

لمعالجة طويلة الأمد به، فإنّ اللاپاتينيب أثبت حفاظه على فعاليته في إحداث القتل الخلوي الذاتي فيها. وفي تجربة سريرية واسعة النطاق (أي في المرحلة 3) أجريت مؤخرا على مريضات لديهن نقائل لسرطان ثدي مفرط في إنتاج البروتين HER2 وقد صار المرض عندهن مقاوما للدواء تراستوزوماب، تبيّن أنّ العلاج الكيمياوي الذي شارك اللاپاتينيب **بالكاپيسيتابين** capecitabine ضاعف الزمن الوسطيّ اللازم لتطوّر المرض مقارنة بالكاپيسيتابين منفردا. وبناءً على هذه النتائج وافقت إدارة الأغذية والأدوية (FDA) الأمريكية في عام 2007 على استخدام اللاپاتينيب بالمشاركة مع الكاپيسيتابين لعلاج سرطان الثدي النقيلي. ولا تزال التجارب السريرية قيد الإجراء حاليا لتقييم دور اللاپاتينيب علاجا مساعدا في ظروف أوسع نطاقا من المذكورة آنفا. وهذا كذلك هو الأمر بالنسبة إلى تجارب أخرى تُجرى على عدة مثبّطات لكيناز التيروزين تستهدف المستقبلتين HER2 و EGFR.

إنّ إيجاد وسائل بديلة للتدخّل في سبُل نمو خلوي متماثلة هو أمر مهم، لأنّ الخلايا السرطانية تستطيع في كثير من الأحيان ـ كما يمكن أن يحدث خلال استخدام التراستوزوماب ـ أن تجد في نهاية الأمر طرقا للتملص من تأثيرات الأدوية المنفردة. إضافةً إلى ذلك، هناك أبحاث مستقبلية ستُجرى بهدف معرفة كيفية اكتساب الخلايا السرطانية القدرة على مقاومة التراستوزوماب والسبب الكامن وراء ذلك. وهذه المعلومات سيستطيع الباحثون استخدامها دلائلَ موجّهة في سبيل تصميم مشاركات دوائية أكثر فعالية أو ابتكار أدوية جديدة من أجل المريضات اللواتي لديهنّ أورام ذات إنتاج مفرط للبروتين HER2.

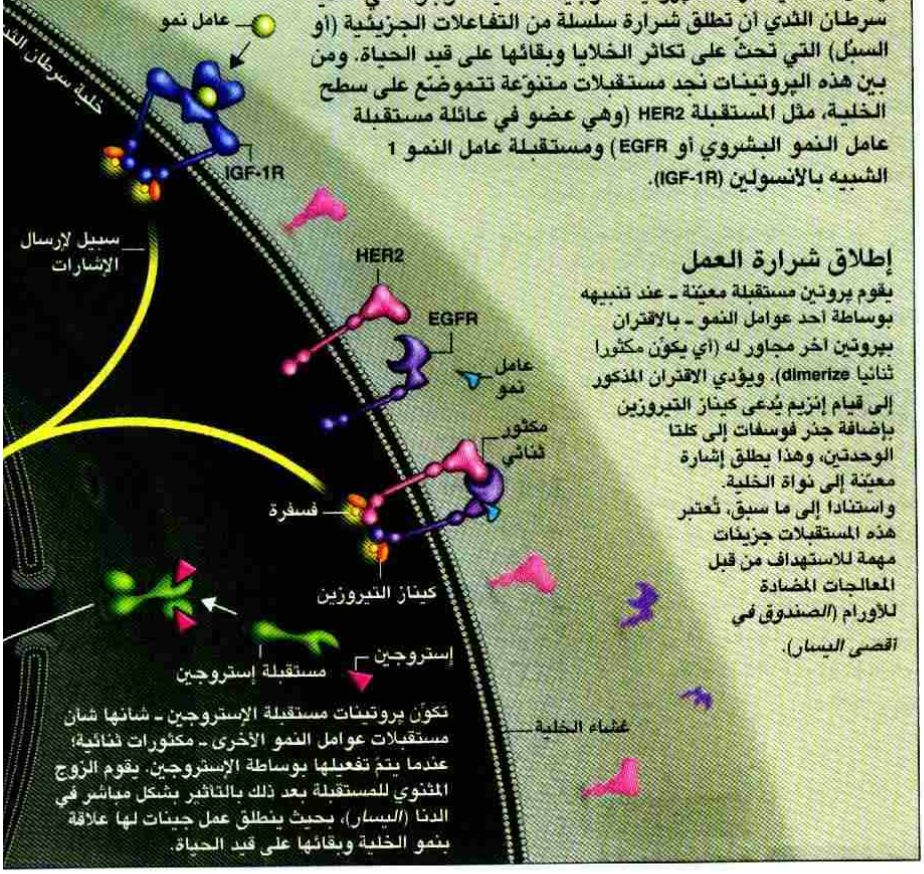
فعلى سبيل المثال، اكتشف مختبرنا في دراسات أجريت على مزارع خلوية وعلى الحيوانات أنّ الخلايا السرطانية تستخدم آليات عديدة متباينة للبقاء حيّة، على الرغم من وجود التراستوزوماب. وتتضمّن هذه الآليات زيادة الخلايا لإنتاجها من مستقبلات عوامل نمو أخرى إمّا من العائلة EGFR/HER أو من عائلات أخرى مثل مستقبلة **عامل النمو 1 الشبيه بالأنسولين** insulinlike growth factor 1 (IGF-1). ويمكن للخلايا أيضا أن تزيل جينة كبت الورم *PTEN* أو أن تجعلها خاملة. وهذه الجينة تحصر في الحالة العادية سبيلا للبقاء على قيد الحياة يشتمل على الإنزيم كيناز فوسفوتيديل الإنوسيتول 3 (PI3K)، وهو يسمح للخلايا التالفة بتجاهل الأوامر التي تشير إليها بأن تنهي حياتها؛ بل إننا شاهدنا خلايا تتخلّص من أو تعطّل موضع الارتباط خارج الخلوي الذي يستخدمه التراستوزوماب للالتصاق بالمستقبلة HER2.

في ضوء هذه الملاحظات، نستطيع القول إنّ

[جزيئات مستهدَفة]

سبُل ورمية(*)

يمكن للفعالية الزائدة لبروتينات وجينات معيّنة موجودة في خلايا سرطان الثدي أن تطلق شرارة سلسلة من التفاعلات الجزيئية (أو السبُل) التي تحثّ على تكاثر الخلايا وبقائها على قيد الحياة. ومن بين هذه البروتينات نجد مستقبلات متنوّعة تتموضع على سطح الخلية، مثل المستقبلة HER2 (وهي عضو في عائلة مستقبلة عامل النمو البشروي أو EGFR) ومستقبلة عامل النمو 1 الشبيه بالأنسولين (IGF-1R).



إطلاق شرارة العمل

يقوم بروتين مستقبلة معيّنة ـ عند تنبيهه بوساطة أحد عوامل النمو ـ بالاقتران ببروتين آخر مجاور له (أي يكوّن مكثورا ثنائيا dimerize). ويؤدي الاقتران المذكور إلى قيام إنزيم يُدعى كيناز التيروزين بإضافة جذر فوسفات إلى كلتا الوحدتين، وهذا يطلق إشارة معيّنة إلى نواة الخلية. واستنادا إلى ما سبق، تُعتبر هذه المستقبلات جزيئات مهمة للاستهداف من قبل المعالجات المضادة للأورام (*الصندوق في أقصى اليسار*).

تكوّن بروتينات مستقبلة الإستروجين ـ شأنها شأن مستقبلات عوامل النمو الأخرى ـ مكثورات ثنائية؛ عندما يتمّ تفعيلها بوساطة الإستروجين. يقوم الزوج المثنوي للمستقبلة بعد ذلك بالتأثير بشكل مباشر في الدنا (*اليسار*)، بحيث ينطلق عمل جينات لها علاقة بنمو الخلية وبقائها على قيد الحياة.

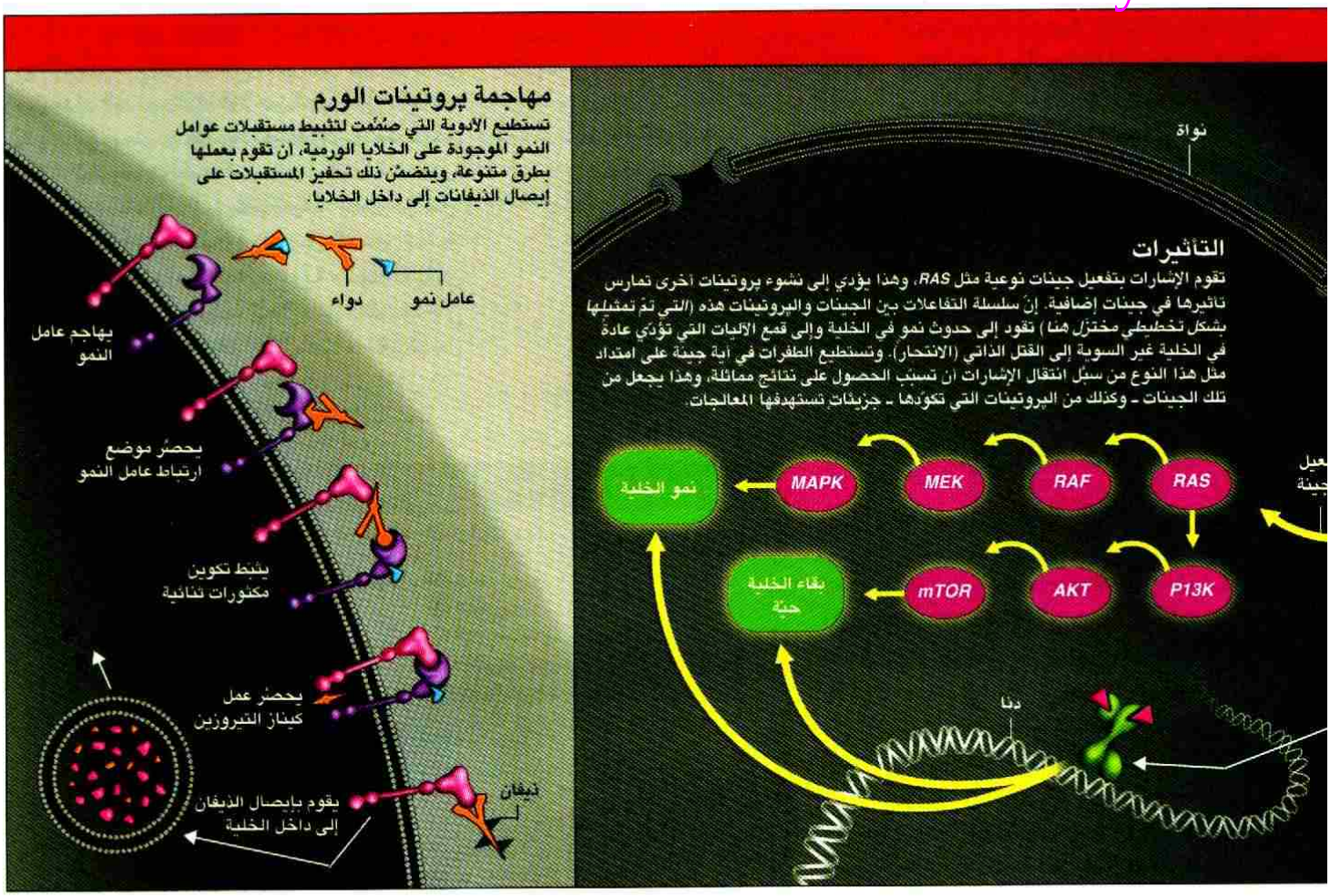
تمييز جزيئات جديدة باعتبارها أهدافًا إضافية تُستعمَل في مهاجمة الخلايا ذات الإنتاج المفرط للبروتين HER2 ـ إضافةً إلى استهداف الـ80% الباقية من الأورام، أي تلك التي ليست فيها طفرات في الجينة *HER2* ـ هو أولوية ذات أهمية عالية بالنسبة إلى الأبحاث في هذا المجال.

توسيع الترسانة(**)

من ضمن الجزيئات المستهدَفة الجديدة التي لها الصدارة من حيث البشائر الواعدة في مجال معالجة سرطان الثدي، نجد المستقبلة IGF-1؛ إضافةً إلى جزيئات هرمون النمو التي تقوم بتفعيلها، أي المستقبلتين IGF-1 و IGF-2. فقد وُجدت علاقة بين ارتفاع مستوى المستقبلة IGF-1 في الدم وزيادة خطر الإصابة بسرطان الثدي. وقد لمّحت دراساتٌ مختبرية وسريرية عديدة إلى دورٍ محتمل لمستقبلة هذا الجزيء في نشوء أنواع متعددة من السرطان وفي استمراريتها وتفاقمها. إنّ الإشارات التي ترسلها المستقبلة IGF-1 تقوم بتنظيم العديد من العمليات الخلوية التي تشمل النمو والحركة والحماية من القتل الخلوي الذاتي.

(*) Tumor Pathways
(**) Expanding the Arsenal

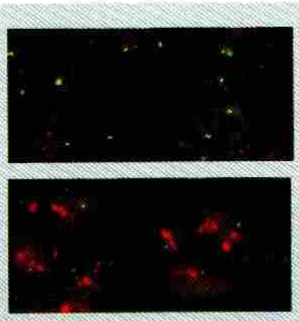
www.liilas.com/vb3 * me3refaty *



وفي الحقيقة فقد أمكن إثبات أنّ هذه الإشارات تحمي الخلايا الورمية من تأثيرات المعالجتين الكيمياوية والشعاعية. وبالمقابل فقد وُجد أنّ تثبيط نشاط المستقبلة IGF-1، أثناء المعالجة الشعاعية أو المعالجة الكيمياوية، يزيد من معدلات القتل الذاتي في الخلايا الورمية بحسب الدراسات التي أجريت على الحيوانات.

إضافةً إلى اكتشاف دور تثبيط المستقبلة IGF-1 باعتباره وسيلةً للعلاج بشكل مباشر، فإنّ العلماء يقيّمون الآن بعض الطرق العلاجية الهادفة إلى تطبيقه بغرض الوقاية من أو معاكسة حدوث مقاومة لسرطان الثدي ضد معالجات أخرى، مثل العلاجات الصمّاوية (علاجات الغدد الصم) والتراستوزوماب واللاپاتينيب. إنّ التآثر والمشاركة ما بين عمل المستقبلة IGF-1 وعمل مستقبلات عوامل نمو أخرى متعدّدة تشمل الإستروجين وHER2 و EGFRs أخريات، يُعدّ آلية ذات دور جوهري في نمو سرطان الثدي واستمراريته في البقاء. ومن المعتقد أنّ هذا الاعتماد المتبادل والتواصل ما بين السبُل داخل الخلوية المختلفة يؤدي دورا مهما في إحداث مقاومة الأدوية. فعلى سبيل المثال، أظهر فريق أبحاثنا أنّ حصر (إعاقة) المستقبلة IGF-1 باستخدام ضد وحيد النسيلة يعيد الاستجابة الدوائية للتراستوزوماب عند خلايا صارت مقاومةً له، حيث يتعرقل التعاضد ما بين المستقبلتين IGF-1 و HER2؛ كما أنّ قمع المستقبلة IGF-1 يسبب قتل الخلايا المقاومة. وزيادةً على ذلك يبدو أنّ للاّپاتينيب تأثيرات مثبّطة في إرسال المستقبلة IGF-1 لإشاراتها في الخلايا المقاومة للتراستوزوماب، وهذا يوحي بأنّ قدرته على كبح تكاثر الخلايا الورمية ربما لا تكون ناجمةً عن كونه مضادا لفعالية العائلة EGFR/HER2 فقط، وإنما عن كونه كذلك مثبطا مباشرا للمستقبلة IGF-1.

إنّ تشابُك سبُل إرسال الإشارات انطلاقا من المستقبلات التي قمنا بوصفها مرورا إلى العمليات الخلوية التي تسبّب فعليا انقسام الخلية أو مقاومتها للقتل الذاتي، على الرغم من تأذي الدنا، هو أمرٌ معقدٌ جدا. لكنّ العلماء وجدوا أنّ الجينات الرئيسية على امتداد تلك السبُل تتّصف أيضا بخضوعها للطفرات أو سوء التنظيم بشكل كثير التواتر في الخلايا الورمية. ومن بين أفضل الأمثلة على ذلك نجد الجينة *P13K* التي تكود بروتينًا يقوم بالتعديل الكيميائي لبروتين آخر يسمّى AKT، وهذا بدوره يعدّل مركّبا معقّدا يُدعى **الهدف الثديي للراپاميسين**



تضخيم المستقبلة HER2(*)

في الصورة الأولى (*العلوية*) تمّ استخدام علامة حمراء متألقة لتمييز جينة تكوّد مستقبلة عامل النمو HER2 في خلايا سرطان الثدي. وفي الصورة الأخرى (*السفلية*) قامت تلك الجينة الموجودة في خلايا سرطانية إيجابية المستقبلة HER2 بمضاعفة نفسها عدة مرات إضافية، مسببة إفراطا في إنتاج البروتينات HER2 التي تؤدي إلى تلقّي الخلايا مقدارا زائدا جدا من إشارات النمو.

HER2 Amplification (*)

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

mammalian target of rapamycin (TOR). إنّ السبيل "P13K/AKT/mTOR" هذا يؤدي دورا حاسما في استخدام الجسم للگلوكوز من أجل إنتاج الطاقة، وكذلك في عمليات فيزيولوجية أخرى تتمّ داخل الخلية الطبيعية، ولكنه يكون مفرط النشاط بصورة مرضية في الخلايا السرطانية، وهذا يطيل من فترة حياتها. ولما كانت تأثيرات السبيل السابق تشمل كل خلايا الجسم، فإنّ إعطاء أدوية مثبطّة له يمكن أن يؤذي الخلايا السليمة كما يفعل بالنسبة إلى الخلايا السرطانية، وقد شكّل هذا عائقا جعل استخدام أمثال تلك العوامل محدودا حتى الآن.

وعلى الرغم مما سبق تُجرى حاليا تجارب سريرية لاختبار العديد من مثبّطات المركب mTOR، وذلك على أنها عوامل تُستخدَم بصورة منفردة أو بالمشاركة مع معالجات أخرى. وفي الوقت الحالي اقترحت الدراسات التي تستخدم المضاد الحيوي رابامیسين الذي يكبت المركب mTOR مع أحد مثبّطات المستقبلة IGF-1، أنّ مثل هذه المشاركة ـ إذا ما قورنت بأيّ من الدواءَين على حدة ـ تعطينا تأثيرات مضادة للورم إضافية. ولهذا فإنّ المتابعة بوساطة التقييم السريري للتثبيط المشترك لكلا السبيلين ربما تكون فكرة جيدة.

هناك مقاربة أخرى تبدو واعدة جدا وهي مشاركة العوامل ذات التأثير المباشر ضد الورم مع مركّبات تستهدف عناصر موجودة في الوسط المحيط بالورم. فالأورام السرطانية تفرز تشكيلةً متنوّعةً من عوامل نمو تعمل على جذب الخلايا البطانية التي تبني أوعية دموية جديدة من خلال عملية تسمّى **التكوين الوعائي** angiogenesis. ومن المعتقد أنّ الإفراط في إنتاج أكثر هذه العوامل أهميةً **(عامل النمو البطاني الوعائي** vascular endothelial growth factor (VEGF) يجعل الأورام أكثر خطورة، وأنّ المستويات المرتفعة له تتوافق مع تقهقر معدلات البُقيا في سرطانات الثدي الغازية لدى البشر.

إنّ دواء شركة جينينتك المسمى **بيڤاسيزوماب** bevacizumab (**أڤاستين** Avastin) هو ضدّ وحيد النسيلة موجّهٌ لمعاكسة المستقبلة VEGF، وقد تمّت إجازته أول مرة للاستخدام في سرطان القولون عام 2004. عندما استُخدم هذا الدواء ـ في تجارب سريرية أجريت لاحقا ـ لعلاج مريضات لديهن سرطان ثدي نقيلي وسبق لهنّ تلقّي معالجات مكثّفة، لم يبد البيڤاسيزوماب وحده سوى فعالية محدودة. لكنّ مريضات معيّنات تلقّين البيڤاسيزوماب بالمشاركة مع المعالجة الكيمياوية بالكاپيسيتابين أبدين تحسّنا في الاستجابات [انظر: «*تطويع الأوعية الدموية لعلاج السرطان*»، **العلوم**، العددان 9/8 (2008)، ص 12]. وفي دراسة أخرى لوحظ تأخّر تطوّر سرطان الثدي النقيلي السلبي (المفتقد) المستقبلة HER2 لدى المريضات اللائي تلقّين علاجا كيمياويا **بالپاكليتاكسيل** paclitaxel مع البيڤاسيزوماب، مقارنةً بالمريضات اللائي تلقّين الپاكليتاكسيل منفردا. وبناءً على مثل هذه النتائج تمّت الموافقة مؤخرا على استخدام البيڤاسيزوماب لدى مريضات سرطان الثدي. كما يتمّ تطوير مثبّطات أخرى للمستقبلة VEGF في الوقت الحاضر، مثل السونيتينيب sunitinib (السوتينت Sutent) من شركة فايزر Pfizer وهو مثبّط لكينار التيروزين يستهدف المستقبلة VEGF.

في الوقت نفسه، تواصل الأبحاث البيولوجية على المستوى الأساسي جدا اكتشافاتها لجزيئات جديدة يتمّ استهدافها، فتقوم بذلك بالإسهام في

Targeted Therapies (*)

علاجات ذات استهداف معيَّن(*)

إنّ عددا متناميا من الأدوية المصمَّمة لتثبيط بروتينات نوعية في الأورام قد تمّت الموافقة عليه للاستخدام بغرض معالجة مريضات سرطان الثدي (*الخط العريض*) أو هو في طور الخضوع للتجارب السريرية في الوقت الحالي.

نوع الدواء

- **مثبّط لإنزيم الأروماتاز** (يحصر عمل إنزيم يتدخّل في اصطناع الإستروجين والپروجستيرون)
- **ضدّ وحيد النسيلة** (يعوق تفعيل مستقبلات خلوية)
- **مثبّط للكيناز** (يثبّط إرسال مستقبلات خلوية لإشاراتها)
- **لقاح** (يحفّز إنتاج أضداد نوعية لبروتينات الورم. ويمكن أن يكون مركّبا من خلايا أو من جزيئات پپتيدية)
- **أنواع أخرى** (تشمل مثبّطات مباشرة لجزيئات أخرى أو معالجة جينية لتعديل التصنيع الخلوي للبروتينات)

الجزيء المُستهدَف	الدواء
بروتينات مستقبلة الإستروجين/ البروجستيرون	الأناستروزول الليتروزول الإكزيميستان التاموكسيفين الفولفيسترانت
بروتين المستقبلة HER2	التراستوزوماب الپيرتوزوماب اللاپاتينيب النيوڤاكس NeuVax dHER2 MVF-HER2 E1A (معالجة جينية)
بروتين المستقبلة IGF-1	IMC-A12 CP-751, 871 AMG 479 h7C10 OSI-906
سيْل بقاء الخلية حيّة P13K/AKT/mTOR	BGT226 BEZ235A RAD001 الرابامیسين
بروتين المستقبلة VEGF (ذو العلاقة بتكوين أوعية دموية جديدة في الورم)	البيڤاسيزوماب السونيتينيب Sunitinib الڤاتالينيب Vatalinib الپازوپانيب Pazopanib AZD2171 AMG706 AMG386 PTC299
جزيئات مُستهدَفة أخرى	الداساتينيب Dasatinib (مثبط SRC) الثيراتوپ THERATOPE لقاحات الخلايا التغصّنية لقاح الپپتيد P53 ALT801 (مثبّط الپپتيد p53) Ad5CMV-p53 (معالجة جينية) إعادة تسريب الخلايا التائية المضادة للپپتيدp53 AZD2281 (مثبّط البروتين PARP) BSI-201 (مثبّط البروتين PARP)

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

قوّة تشمل الجميع

إنّ المعالجات ذات الاستهداف المعيَّن ستصير ـ من حيث المبدأ ـ في أقصى قوتها، عندما تُستخدَم معا بشكل مشاركات يتمّ تصميمها بحيث تتلاءم مع المواصفات الورمية التي تميّز سرطان كلّ مريضة على حدة. وإنّ التجارب السريرية التي تُجرى لوضع مشاركات محدّدة بين الأدوية قيد الاختبار، تقدّم معلومات حاسمةً من أجل معرفة أيّ من الطرق العلاجية هي الأكثر كفاءةً في مواجهة الصور المختلفة التي يظهر فيها الورم؛ كما أنها تميط اللثام عن تأثرات ما بين الأدوية لم تكُن متوقّعة. إلا أنّ التجارب تستغرق وقتا ليس بقصير (غالبا سنوات عديدة) حتى يتوفّر لها إدراج عددٍ من المشاركين كافٍ للحصول على نتائج ذات دلالة إحصائية. ولهذا السبب تقوم اتحادات متعددة الجنسيات لمؤسسات أبحاث مقرها في أوروبا والولايات المتحدة بتجميع الموارد اللازمة لإجراء تجربة تشمل 50 دولة، وهي التجربة التي أعطيت اسم: **دراسة جعل المعالجة مثالية باستخدام الدواء المساعد اللاپاتينيب و/أو التراستوزوماب** the Adjuvant Lapatinib and/or Trastuzumab Treatment Optimization Study (ALTTO) و التي شُرِع في عملياتها التحضيرية مؤخرا في الولايات المتحدة.

سوف تتمّ في قرابة 1500 موقع اختباري معالجةُ مريضات لديهن مرحلة باكرة (أي المرحلة 1 أو المرحلة 2) من سرطان ثدي ذي إنتاج مفرط للپروتين HER2، وسيكون ذلك بإعطائهن علاجا كيمياويا وإرفاقه إمّا بدواء منفرد (تراستوزوماب أو لاپاتينيب)، أو البدء بأحد هذين الدواءين ثم إلحاق الآخر به، أو بكلا الدواءين معا. وستقدّم لنا هذه الدراسة مقارنةً تُجرى أول مرة بهذه الطريقة (المتابعة المتلازمة خطوة بخطوة) بين هذه المقاربات العلاجية التي تتماثل في استهدافها المستقبلة HER2 وتختلف في آلية القيام بذلك.

وكون التجربة ALTTO تخطّط لتضمّ عددا يصل إلى 8000 امرأة موزّعة على القارات الست، فإنّ ذلك يمنحها إمكانية أن تعطينا نتائج سريعة نستطيع حينئذ أن نطبّقها على المريضات في كل أنحاء العالم. إضافةً إلى ذلك فإنّ هذا الشكل من مشاركة البيانات على مستوى عالمي قادرٌ على توضيح الاختلافات بين المجموعات العرقية المتباينة من ناحية الاستجابة للعلاجات أو ظهور التأثيرات السمية لها، وهذه ظاهرة ملحوظة عند استخدام أنواع معينة من المعالجات الكيمياوية، وتنجم عن الاختلافات الجينية التي تؤثّر في الطريقة التي يتمّ بها استقلاب الدواء من قبل أجسام المريضات. ومعرفة مثل تلك المعلومات عن العلاجات الحديثة ذات الاستهداف المعيّن سوف تساعد الأطباء على جعل المعالجة أكثر شخصانية، بحيث تصير متلائمة مع المميّزات الخاصة بالورم وبالمريضة كليهما.

محررو ساينتفيك امريكان

إماطة اللثام عن الآليات المستبطنة للسرطان؛ إضافةً إلى تقديمها مؤشّرات يمكن أن تُستعمَل لتوجيه تطوير الأدوية. وقد أعلنت <T. كوهوي-شيكماتسو> وزملاؤها [في مختبر لورانس بيركلي القومي] عن اكتشاف من هذا النوع في وقت باكر من عام 2008. فقد استطاعوا تعيين هوية جينة عُرفت باسم *SATB1* باعتبارها «المنظِّم الرئيسي» لفعالية ما يزيد على 1000 جينة متورّطة في حدوث نقائل سرطان الثدي. وأظهرت <كوهوي-شيكماتسو> أنّ التأثير الفاعل للپروتين SATB1 الذي ينجم عن تكويد تلك الجينة هو في آنٍ واحد شرطٌ ضروري وكاف لخلايا سرطان الثدي كي تتحول إلى نقائل، وهذا يجعله مرشّحا مغريا لاستهدافه في المعالجات. وبالفعل باشر فريقُها البحثي بالعمل على إيجاد مثبّط للپروتين SATB1، ويمكن أن يصير ذلك جاهزا للتجارب السريرية خلال سنوات قليلة.

إنّ التقدّم في مجال الاستهداف الجزيئي عند معالجة سرطان الثدي وجَعْل هذه المعالجة ملائمةً للصفات الخاصة بكل حالة منفردة سوف يعتمد ذلك عموما على التطوير المستمر لأدوات تحديد ملامح الأورام، بحيث يُعيَّن إذا كان الورم لدى أيّ مريضة يفرط في إنتاج پروتينات معيّنة، مثل SATB1 و HER2، وغيرها من الجزيئات التي يمكن أن تصير مُستهدَفة بشكل مباشر بالأدوية. إضافةً إلى ذلك، تستطيع الاختبارات الجينية أن تساعدنا على تحديد أنماط الفعالية الجينية الإجمالية للورم (وهذه الفعالية يمكن أن تكون العلامة الواسمة التي تدلّ على ترجيح الإنذار الجيّد أو الرديء). وأخيرا هناك اختبارات أخرى متوفّرة حاليا أو على وشك الحصول على إجازة الاستعمال، وغرضها هو المساعدة على تحديد الملامح المميّزة للمريضة نفسها، لمعرفة فيما إذا كانت لديها تباينات جينية قد تجعل جسمها يعامل دواءً ما بشكل أبطأ من المعتاد، وهو وضعٌ قد يولّد بعض المشكلات مع دواء مثل التاموكسيفين الذي يعتمد على الجسم لتحويله إلى الشكل الفعّال.

في أثناء ذلك، فإننا نحتاج إلى المزيد من التجارب السريرية على المشاركات المختلفة للأدوية كي نؤكّد بشكل ثابت فائدة الهجوم على جزيئات مُستهدَفة متنوّعة وفعاليتَه في الآن نفسه. وعلى سبيل المثال، شُرِع حديثا في الولايات المتحدة في العمليات التحضيرية لدراسة تشمل 50 دولة وتهدف إلى اختبار استخدام اللاپاتينيب والتراستوزوماب (إما بشكل منفرد أو بمشاركتهما معا) مع المعالجات الكيمياوية التقليدية [*انظر المؤطر في هذه الصفحة*].

إنّ مثل تلك التجربة المتعدّدة الدول والواسعة النطاق توضّح بشكل جليّ مدى الاهتمام واتّساع الموارد الذي ينصبّ على أبحاث سرطان الثدي، وفي هذا اعترافٌ بأهميتها في مواجهة خطر يهدد الصحة على مستوى العالم. فالتحرّي العلمي المكثّف وكذلك الوعي المتزايد يحملان بالتأكيد في طيّاتهما ثمارا يانعة. وعند مقارنة سرطان الثدي بالأنواع الأخرى من السرطان، مثل خباثات الرئة والدماغ، يتبيّن لنا بوضوح أنّ التقدّم في العقد الأخير كان مثيرا للإعجاب. وإنّ مقدرة الأطباء على تحديد ملامح الورم، ومن ثمّ تطبيق معالجات تتلاءم مع ذلك وتقوم بمكافحته باستخدام ترسانة متنامية من الأسلحة، قد أحدث ذلك بالفعل فارقا ملحوظا في معدلات البُقيا لمريضات سرطان الثدي. ويحمل العقد القادم بشائر واعدة بالمزيد من التقدم المثير في هذا المجال. ■

(*) Global Power

مراجع للاستزادة

Molecular Oncology of Breast Cancer. Edited by Jeffrey S. Ross and Gabriel N. Hortobagyi. Jones and Bartlett Publishers, 2005.

Long-Term Cardiac Tolerability of Trastuzumab in Metastatic Breast Cancer: The M.D. Anderson Cancer Center Experience. Valentina Guarneri et al. in *Journal of Clinical Oncology*, Vol. 24, No. 25, pages 4107–4115; September 1, 2006.

Trastuzumab: Triumphs and Tribulations. Rita Nahta and Francisco J. Esteva in *Oncogene*, Vol. 26, No. 25, pages 3637–3643; May 28, 2007.

Advances in the Treatment of Breast Cancer. Stacy Moulder and Gabriel N. Hortobagyi in *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, Vol. 83, No. 1, pages 26–36; January 2008.

Breast Cancer. Second edition. Edited by Kelly K. Hunt, Geoffrey L. Robb, Eric A. Strom and Naoto T. Ueno. Springer, 2008.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

عالم تنصت جديد جريء(*)

مع انتقال بعض المكالمات الهاتفية إلى الإنترنت، كذلك انتقل إليها أولئك الذين يريدون استراق السمع. إلاّ أن التقانة المطلوبة لذلك تستلزم توسعا خطيرا لقوى مراقبة الحكومة.

<W. ديفي> ـ <S. لاندو>

طالما يرتبط الناس بمحادثات شخصية، هناك من يحاول استراق السمع. وعند مناقشة أشياء مهمة في القاعات والردهات، يندس بعض الناس في عملية تنصت ـ حرفيا في عملية استراق السمع ـ لسماع ما يتم قوله. وعندما انتقلت المحادثات إلى الهواتف، تم التنصت عبر الأسلاك. والآن، حيث الكثير من الأنشطة البشرية تتم في **الفضاء السيبراني**(١) تسلل الجواسيس كذلك إلى هذا الفضاء.

وخلافا للحدود المادية القديمة، فإن الفضاء السيبراني هو إنشاء بشري. فالقوانين والتصاميم والاستثمارات التي نقوم بها في الفضاء السيبراني ستشكل الطرق التي يتفاعل وفقها التجسس والخصوصية والأمن. واليوم هناك توجه واضح لتمييز الأنشطة الاستخباراتية، من أجل بناء قدرات السلطات على اعتراض الاتصالات على الفضاء السيبراني. وفوائد هذا التوجه في محاربة الجريمة والإرهاب لا تخفى على أحد.

إلاّ أن مساوئ هذا التوجه أقل وضوحا. من هذه المساوئ أن إضافة البنية التحتية اللازمة للاعتراض ستقوض البنية التركيبية الرشيقة لشبكة الإنترنت التي طالما تلاءمت مع الابتكارات المتجددة للأعمال التجارية: إن التكلفة الباهظة ستدفع الكثير من شركات تزويد الإنترنت الأمريكية الصغيرة خارج السوق؛ كما أن التحكم من أعلى إلى الأسفل الذي يتطلبه الاعتراض، سيهدد دور الولايات المتحدة الأمريكية كرائدة ومبتكرة في مجال الاتصالات.

علاوة على هذا، فبالتشديد على قدرات اعتراض الاتصالات على الإنترنت، ربما نكون على طريق نسف الحريات المدنية؛ وربما ندمر أمن الفضاء السيبراني، وبالتالي أمن الأمة. وإذا ما قامت الولايات المتحدة ببناء نظام شامل لاستراق السمع في نظام اتصالاتنا، فكيف لنا أن نضمن أن المنشآت التي نبنيها لن يساء استخدامها؟ وربما تقوم الشرطة ووكالات استخباراتنا، سواء من خلال الفساد أو من مجرد فرط الغيرة والحماس، باستخدام هذه المنشآت للتجسس على الأمريكيين منتهكين دستور الولايات المتحدة. ومع أي قدرة للاعتراض، فثمة خطر وقوعها في الأيدي الخطأ. ومن خلالها ربما يتمكن المجرمون والإرهابيون ووكالات الاستخبارات الأجنبية من العبور إلى منشآت المراقبة الخاصة بنا واستخدامها ضدنا. والمعماريات المطلوبة للحماية من هذين التهديدَيْن مختلفة.

إن هذه القضايا من الأهمية بمكان، بحيث تستحق مناقشة واسعة على المستوى الوطني. إلاّ أن قدرة عامة الناس على المشاركة في هذه المناقشة، هي ـ لسوء الحظ ـ معوقة من قبل ضبابية السرية التي تحيط بعالم الاستخبارات، وعلى وجه الخصوص اعتراض الرسائل «**استخبارات الإشارات**(٢)».

موجز تاريخ التنصّت(**)

لفهم الجدل الدائر حاليا حول التنصت، على المرء أن يتعرف تاريخ تقانة الاتصالات. منذ تطور الهاتف في القرن التاسع عشر حتى العقد أو العقدين الماضيين، كانت الاتصالات الصوتية من بعد تتم حصريا عن طريق أنظمة **بدالات الدارات**(٣). فعندما يرفع شخص ما الهاتف للاتصال بآخر، فإن بدالة أو أكثر في شبكة الهاتف توصل أسلاكها، بحيث يتم تشكيل دارة متصلة بين الهاتفين. وتستمر هذه الدارة متصلة خلال فترة المكالمة، وعند الانتهاء تقوم البدالات بفصل الأسلاك، محررة بذلك إمكانات الشبكة لمكالمات أخرى. إن ربط المكالمات كان، بشكل أساسي، الشيء الوحيد الذي تقوم به بدالات الهاتف. أما الخدمات الأخرى المتعلقة بالهاتف ـ مثل تحويل المكالمات وتسجيل الرسائل ـ فقد كانت تتم من قبل مشغّلين بشر.

لقد مر التنصت في الولايات المتحدة بتاريخ قانوني متأرجح ما بين الرفض والقبول. فطرق التنصت المبكرة كانت ببساطة تتكون من أسلاك إضافية ـ يتم ربطها بالخط الواصل بين المكتب الرئيسي لشركة الهاتف والمشترك ـ تحمل الإشارة إلى زوج من سماعات الأذن وجهاز تسجيل. بعدها تم تركيب أجهزة التنصت في المكتب الرئيسي على

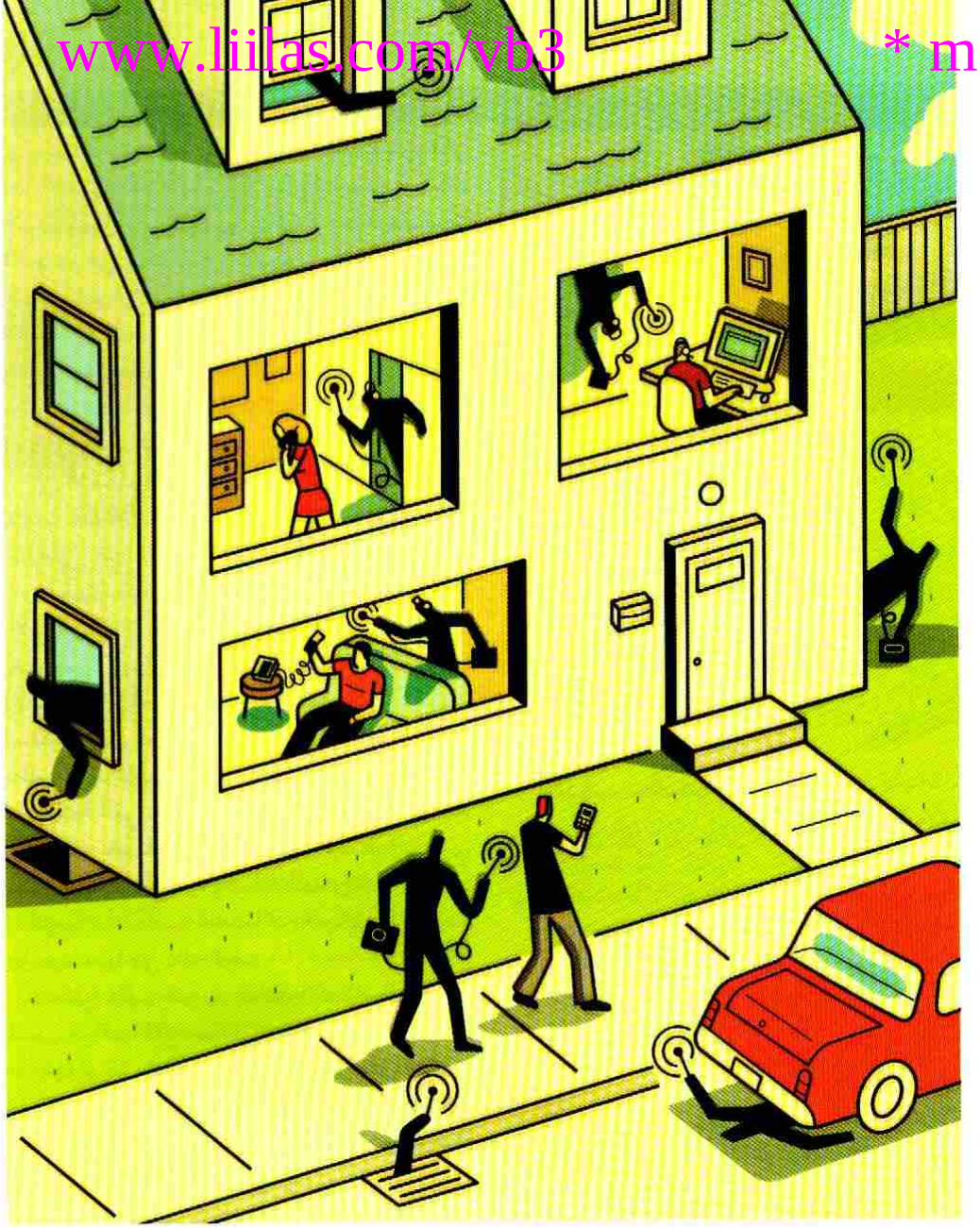
(*) BRAVE NEW WORLD OF WIRETAPPING
(**) A Brief History of Wiretapping
(١) cyberspace: كناية عن الفضاء الذي تكونه شبكة الإنترنت.
(٢) signal intelligence
(٣) circuit switches

مفاهيم مفتاحية

- إن ابتكار البدالات الهاتفية المحوسبة وشبكة الإنترنت جعل عملية مراقبة الحكومة لاتصالات المجرمين والجواسيس والإرهابيين أكثر صعوبة.
- تريد الوكالات الفيدرالية من شركات الإنترنت أن تلتزم بمتطلبات التنصت نفسها التي يجري تطبيقها على نواقل الاتصالات. إلا أن هذا الطلب يمكن أن يحد من ابتكارات الإنترنت.
- علاوة على هذا، فإن وسائل المراقبة الجديدة ربما يساء استخدامها من قبل موظفي الحكومة الغيورين أو يمكن أن يسطو عليها إرهابيون أو جواسيس مهتمون بمراقبة اتصالات الولايات المتحدة.

محررو ساينتفيك أمريكان

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *



الهيكل الذي كان يحمل الأسلاك الواردة. في البدء، كانت المحاكم تعتبر أن جهاز التنصت لا يشكل «**تفتيشا**» search (بحاجة إلى إذن) إذا كان تركيبه لا يتضمن التعدي على حرمة مكان، إلا أن هذه النظرة تغيرت مع مرور الوقت. وفي عام 1967، قررت المحكمة العليا في الولايات المتحدة، في قضية **Katz**[1] ضد حكومة الولايات المتحدة، أن اعتراض الاتصالات هو فعلا «تفتيش» وأنه بحاجة إلى إذن. ودعا هذا القرار الكونگرس في عام 1968 إلى استصدار قانون يشترط أذونات للتنصت في التحقيقات الجنائية. لكن قرار الكونگرس ترك استخدام التنصت على أجهزة الاستخبارات الأجنبية غامضا من الناحية القانونية. وكشفت التحقيقات التي قام بها الكونگرس إثر اقتحام مبنى ووتر گيت عام 1972 تاريخا من العمليات الرئاسية التي استخدمت وأساءت هذه الممارسة بالتجسس على منظمات سياسية وطنية مسالمة وعلى منظمات أجنبية معادية على حد سواء. ولذا فقد أصدر الكونگرس عام 1978 «**قانون مراقبة الاستخبارات الأجنبية**[2]» (FISA)، الذي أدى إلى اتخاذ خطوة، مثيرة للجدل، في إنشاء محكمة فيدرالية سرية لإصدار أذونات التنصت.

إن غالبية عمليات مراقبة الاتصالات لأغراض الاستخبارات الأجنبية تقع خارج مجال قانون التنصت، لأن هذه الأنشطة تتضمن بشكل أساسي اعتراض إشارات راديوية (لاسلكية) وليس اقتحاما ماديا لأنظمة الهاتف. (فخدمات الاستخبارات الأمريكية لا تستطيع خارج الولايات لمتحدة وضع أجهزة تنصت على خطوط الهاتف بالسهولة التي تقوم بها داخلها). وهناك اختلاف مهم آخر بين مراقبة الاتصالات المحلية ومراقبة الاتصالات الأجنبية وهو حجم هذه الاتصالات: ففي داخل الولايات المتحدة، طالما اعتبر التنصت على أنه عملية تحقيق متطرفة تُستخدم فقط للجرائم الخطرة؛ إلا أنه خارج الولايات المتحدة، فإن عملية اعتراض الاتصالات ممارسة رائجة. **فوكالة الأمن القومي**[3] (NSA) تصرف سنويا بلايين الدولارات في اعتراض الاتصالات الأجنبية من قواعد أرضية وسفن وطائرات وأقمار صنعية.

إلاّ أن أهم الاختلافات هي اختلافات إجرائية. فداخل الولايات المتحدة، يضمن **التعديل الرابع**[4] في الدستور حق الفرد في التحرر من «التفتيش والاقتحام غير المعقولين». ومنطق التفتيش «المعقول» هو أنه يجب على المسؤولين عن تنفيذ القانون القيام بمراقبة من دون أي امتيازات (مراقبة لا تعتدي على خصوصية المتهم)، بحيث تعطي نتائجُها «سببا محتملا» يُمكِّنهم من التقدم للمحاكم بطلب إذن تفتيش. وما لا يسمح لهم القيام به، سواء في

(١) حُكم عليه في كاليفورنيا عام 1967 بتهمة المقامرة غير المشروعة، وقد اعتمد في اتهامه على تسجيلات لاتصالاته الهاتفية، غير أن المحكمة العليا نقضت هذا الحكم لأن التسجيلات هذه كانت من غير إذن قانوني.

(٢) Foreign Intelligence Surveillance Act

(٣) National Security Agency

(٤) the Fourth Amendment

(التحرير)

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

التفتيش المادي أو في التنصت، هو التفتيش أولا، ثم استخدامه دليلا على شرعية التفتيش. لكن هذا الإجراء هو بالضبط ما يقوم به عملاء الاستخبارات، إلا أنهم عادة لا يستخدمون نتائجهم في محاكمة المجرمين. ويعتمد ضابط الاستخبارات على حكمه المهني والمعلومات المتوافرة لاتخاذ قرار بالتجسس على هدف أجنبي، وسيُحكم على العملية بالنجاح أو بالفشل حسب المعلومات الاستخباراتية التي تم الحصول عليها والموارد التي أنفقت.

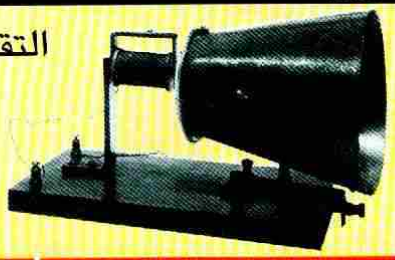
إن الأحكام التي وضعت في «قانون مراقبة الاستخبارات الأجنبية» (FISA) تُميز بشكل أساسي: «بين الأشخاص في الولايات المتحدة» (مواطنين ومقيمين شرعيين ومؤسسات أمريكية) والأجانب؛ وبين الاتصالات داخل الولايات المتحدة وخارجها؛ وبين الاتصالات السلكية والاتصالات اللاسلكية. وباختصار، فإن جميع الاتصالات السلكية داخل الولايات المتحدة محمية قانونا، حيث يتطلب اعتراضها إذنا رسميا. أما الاتصالات اللاسلكية التي تتضمن أشخاصا خارج البلاد، فهي محمية فقط إذا كانت الإشارة يجري اعتراضها داخل الولايات المتحدة وإذا كان هدف الحكومة شخصا معينا من الولايات المتحدة وموجودا فيها في ذلك الوقت.

وحتى عهد قريب، كانت الأحكام الخاصة بقانون مراقبة الاستخبارات الأجنبية تشكل عند تطبيقها عبئا يشبه ذلك المفروض من قبل القانون الجنائي العادي. فللحصول على إذن، كان على أي وكالة استخبارات أن تعين موقعا محددا أو قناة اتصال أو شخصا، وأن توضح السبب الذي بموجبه ترى ضرورة إخضاع الطرف المعني للمراقبة. أما العمل بـ«طريقة الاستخبارات الأجنبية» ـ وذلك باعتراض الاتصالات، ثم استخدام المحادثات المسجلة لتبرير الاعتراض ـ فقد كان أمرا مرفوضا.

وتكاد تكون بمحض الصدفة أن الأحكام التي وضعها قانون مراقبة الاستخبارات الأجنبية، تضمنت ثغرة مهمة قصد الكونغرس منها أن تكون مؤقتة فقط: الاتصالات اللاسلكية التي تتضمن جهات غير أمريكية يمكن اعتراضها من داخل الولايات المتحدة من دون إذن. وعند تمرير قانون الاستخبارات الأجنبية لعدة سنوات بعد ذلك، كان إعفاء الاتصالات اللاسلكية نعمة عظيمة لجماعات الاستخبارات. فقد أحدثت **بدالات الاتصال اللاسلكية**[1] عبر الأقمار الصنعية ثورة في عالم الاتصالات الدولية في ستينات وسبعينات القرن الماضي وحملت معظم المكالمات الهاتفية الداخلة إلى البلاد والخارجة منها. وبذا فإن الاتصالات اللاسلكية التي تتم كليا أو جزئيا

[علامات على الطريق]

التقانة

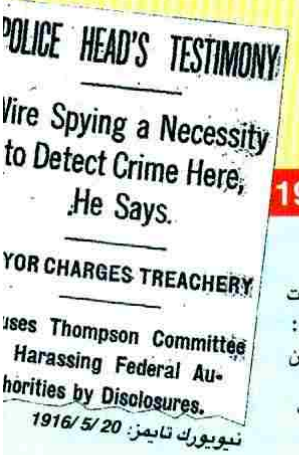


1876: اليكساندر كراهام بيل يخترع الهاتف.

1875

1900

1990s (تسعينات القرن التاسع عشر): وكالات فرض القانون تشرع في التنصت السلكي على شبكات الهاتف الباكرة.


POLICE HEAD'S TESTIMONY
Wire Spying a Necessity to Detect Crime Here, He Says.
YOR CHARGES TREACHERY
ises Thompson Committee Harassing Federal Au-horities by Disclosures.
نيويورك تايمز: 1916/5/20

تاريخ التنصت(*)

مع تطور تقانة الاتصالات الصوتية، أثارت مراقبة الحكومة عدة قضايا قانونية.

القانون والسياسات

كيف نضمن أن وسائل مراقبة الاتصالات التي نُنشئها لن يُساء استخدامها؟

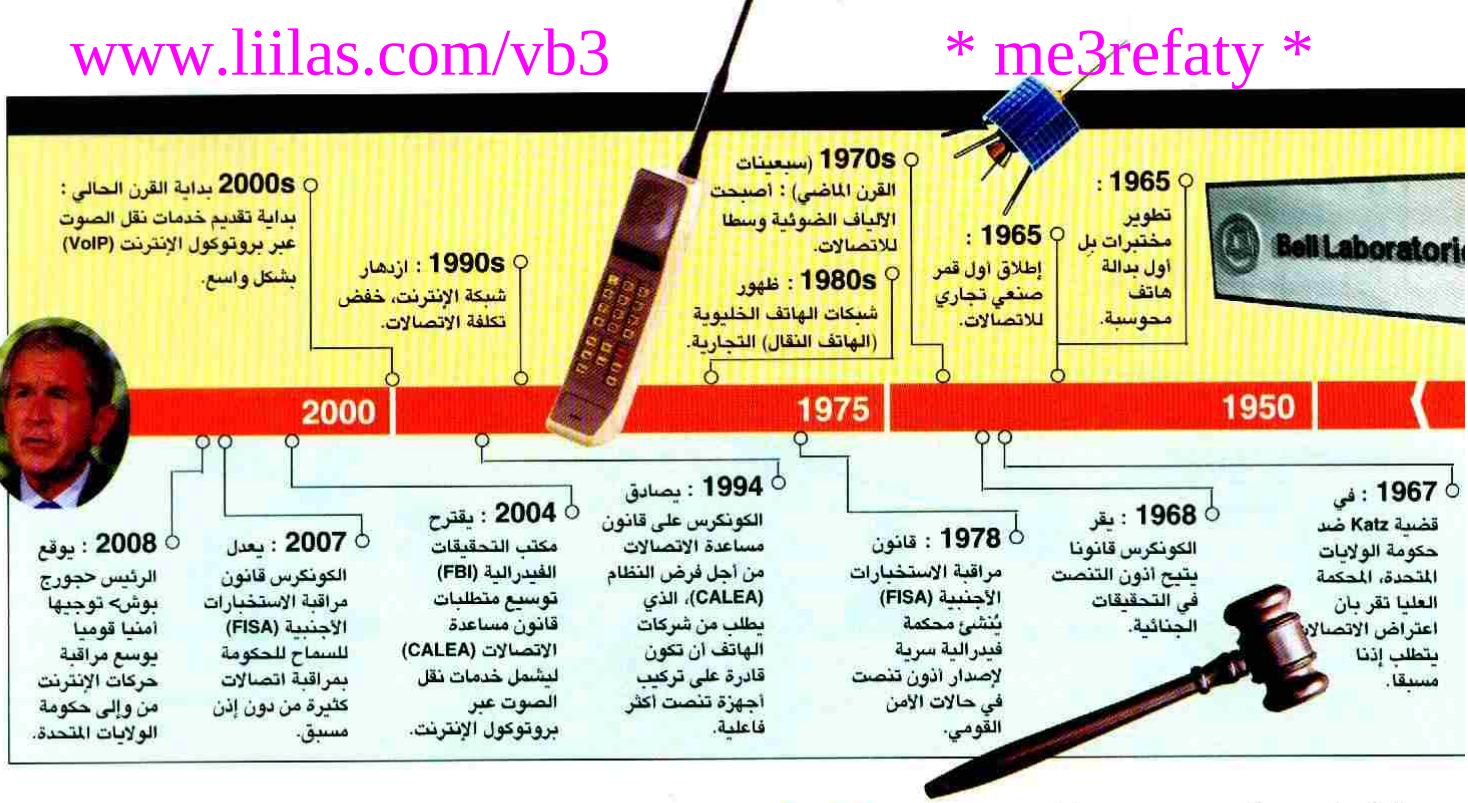
بين جهات خارج الولايات المتحدة، كانت قانونيا وماديا مهددة بالاعتراض من قبل هوائيات وكالة الأمن القومي (NSA) في ياكيما وواشنطن ومزارع فِنت هيل في ڤيرجينيا.

وفي سبعينات القرن الماضي ظهر وسط ناقل جديد كبديل للاتصالات البعيدة المدى: الألياف الضوئية ـ وهي خيوط طويلة دقيقة من الزجاج تحمل إشارات عبر ضوء من الليزر ـ وقد قدمت فوائد جمة في التواصل بين نقطتين ثابتتين. ولخطوط الألياف قدرات هائلة؛ فهي لا تتأثر بربع الثانية من التأخير الذي يبطئ عادة بدالات الأقمار الصنعية، وهي أكثر أمنا من الإشارات اللاسلكية؛ إضافة إلى أنها، ولمجموعة من الأسباب التقنية والتجارية، أصبحت رخيصة جدا. ومنذ تسعينات القرن الماضي، تم نقل غالبية الاتصالات من نقطة ثابتة إلى أخرى عبر ألياف ضوئية. ولأن الاتصالات عبر هذه الألياف تعتبر اتصالات «سلكية»، فقد منحها القانون الأمريكي حماية فائقة. ولم تستطع جماعة الاستخبارات اعتراض هذه الاتصالات بالحرية نفسها التي تعترض بها الاتصالات اللاسلكية، ما جعل قوانين مراقبة الاستخبارات الأجنبية محرجة.

إن قضية ذات حساسية خاصة بالنسبة إلى وكالات الاستخبارات هي تلك التي تسمى «**المرور العابر**»[2]. فعشرون في المئة من الاتصالات التي تحملها شبكات اتصالات الولايات المتحدة تصدر من، وتنتهي إلى، خارج البلاد؛ متحركة ما بين أوروبا وآسيا وأمريكا اللاتينية. إن ظاهرة المرور

(*) A History of Listening In
(١) radio relays
(٢) transit traffic

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *



العابر ليست ظاهرة جديدة؛ فقد كانت موجودة في عصر الأقمار الصنعية. إلا أنه في ظل قوانين مراقبة الاستخبارات الأجنبية، فإن اعتراض الاتصالات عبر الألياف الضوئية داخل الولايات المتحدة يتطلب إذنا. وهذا المتطلب يزعج عملاء الاستخبارات الذين لم يعتادوا البحث عن سبب محتمل قبل الشروع في عملية مراقبة.

وفي الوقت نفسه تقريبا، بدأت أنظمة البدّالات التي تعمل بالحاسوب بالحلول محل البدالات الكهرُميكانيكية التقليدية في شبكات الهاتف في الولايات المتحدة. وقد مهدت هذه **الحوسبة**[1] السبيل لخدمات، مثل تحويل المكالمات آليا وأنظمة الرد الآلي، التي قامت عن غير قصد ولكن بفعالية بالالتفاف على تقنيات التنصت العادية.

افترض أن شخصا ترك رسالة على هاتف يجري التنصت عليه ومزود بخدمة الرد الآلي. فإذا قام الشخص المُراقب بتفحص رسائله من غير هاتفه الخاص، فإن الاتصال لن ينتقل أبدا عبر الخط المتنصت عليه ولذا لن يتم اعتراضه أبدا.

لقد استجاب الكونغرس عام 1994 بسنّ قانون «**مساعدة الاتصالات من أجل فرض القانون**»[2] (CALEA)، الذي يفرض على شركات الاتصالات إتاحة إمكانية تنصت الحكومة على جميع الاتصالات الخاصة بمشترك مستهدَف بغض النظر عن الخدمات الآلية التي يستخدمها هذا المشترك. وعلاوة على فرض تحسين على نوعية المعلومات التي يمكن الحصول عليها من أجهزة التنصت، فقد ألزم هذا القانون شركات نقل الاتصالات أن تكون قادرة على تنفيذ عدد متزامن من عمليات التنصت أكبر بكثير مما كان ممكنا من قبل.

التصغير

إن أحد الفروق الإجرائية المهمة بين التنصت من أجل تنفيذ القانون ومراقبة الاستخبارات الأجنبية هو في ممارسة «**التصغير**» minimization: تجنب مجموعة الاتصالات عدا تلك المقصودة. فخط الهاتف المتنصت عليه، على سبيل المثال، ربما يستخدم من قبل عدة أشخاص، بعضهم ليس هدفا للتحقيق.

يطلب القانون الأمريكي من الشرطة أن تستمع للمحادثة التي تجري مراقبتها في الوقت نفسه الذي يتم فيه تسجيلها وأن يوقفوا المراقبة عندما يكون المتحدثان يناقشان أنشطة غير جرمية.

إن قوانين التصغير، في عملية جمع الاستخبارات الأجنبية، ليست جامدة بشكل عام؛ ولكن لأن الكثير من الإشارات يتم اعتراضها وتحليلها، فإن الكثير من الاتصالات يجب تجاهلها باعتبارها ليست مهمة.

التنصت على الشبكة[*]

تم تمرير القانون CALEA في وقت بدأت فيه أعداد كبيرة من الناس باستخدام الإنترنت التي تستعمل طريقة اتصالات تختلف بالكامل عن بدالات الدارات الهاتفية. فمستخدمو الإنترنت يرسلون معلوماتهم في حزم صغيرة، تحمل كل منها عنوان الوجهة المقصودة وعنوان الإرجاع، تماما مثل رسالة في النظام البريدي. وفي نظام بدالات الدارات، يكلّف ربط مكالمة موجزة نفس تكلفة ربط مكالمة طويلة. ولذا فإن إجراء مكالمة لإرسال كلمات قليلة فقط هي عملية غير اقتصادية. أما في **شبكة بدالات الحزم**[3]، فإن الرسائل القصيرة رخيصة والرسائل الأقصر أكثر رخصا. كما أن تصفح الويب ممكن، لأن وصلات الإنترنت يمكن استخدامها عند الحاجة ثم فصلها. فكلما نقرت على رابط من روابط الويب، فإنك تنشئ وصلة جديدة.

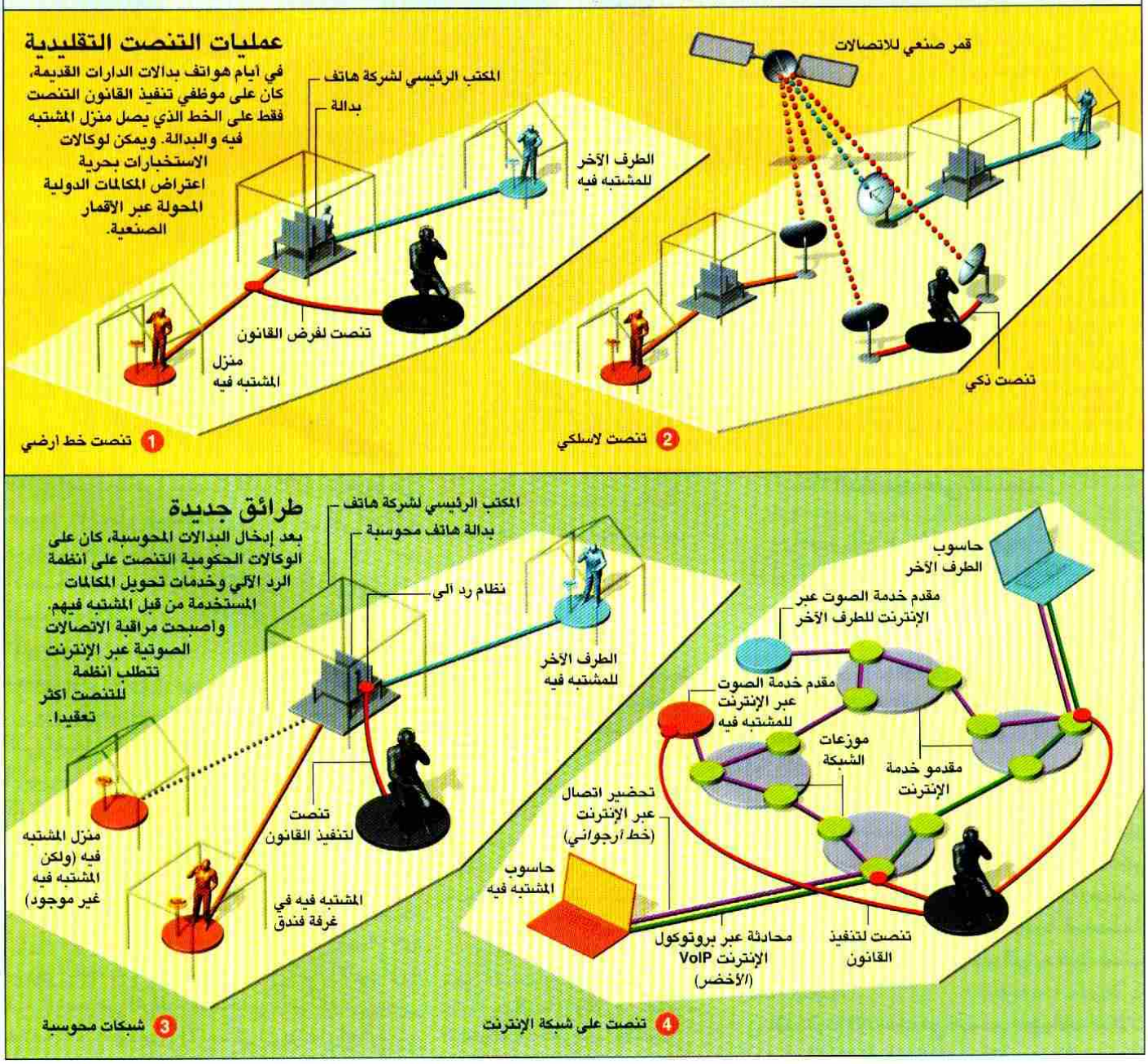
لقد نجح التنصت في عصر **اتصالات بدالات الدارات**[4]؛ لأن أدوات الهاتف، من أرقام ومستخدمين، كانت جميعها مرتبطة عن قرب بعضها ببعض. وكان من الصعب تغيير موقع الهاتف، ومن الصعب الحصول على رقم هاتف جديد. كما أن الرسائل الخاصة بمؤسسة ما كانت تتحرك على نفس قناة الاتصال لفترات طويلة، ولذا كان من السهل اعتراضها مرارا. لكن البدالات المحوسبة والإنترنت جعلتا المراقبة أكثر تحديا. فاليوم يمكن للناس الحصول بسهولة على أرقام

(*) Tapping The Net
(١) computerization
(٢) Communications Assistance for Law Enforcement Act
(٣) packet-switching networks
(٤) circuit-switched communications

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

والآن: تصبح المراقبة معقدة(*)

تطورت مراقبة الاتصالات الصوتية في السنوات الحديثة بشكل أكثر تحديا تقنيا، متطلبة إجراء أكثر من عملية تنصت في وقت واحد.



هواتف جديدة، وكذلك على عناوين إلكترونية ومداخل للمراسلات اللحظية و**مُعرّفات**(١) أخرى. وإن اختراع «**نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت**»(٢) (VoIP)، وهو النموذج القياسي الذي يسمح بنقل اتصالات الصوت عبر شبكات بدالات الحزم، قد أسهم في زيادة لامركزية مراقبة البنية التحتية للاتصالات. ففي نظام يعتمد على تقنية نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت، كما في خدمة نظام **سكايب**(٣) الشائع الاستخدام على سبيل المثال، فإن عملية ترتيب المكالمة الهاتفية وعملية نقل الصوت عمليتان منفصلتان تماما.

وإذا تم تطبيق القانون CALEA، كما يُفسر حرفيا، على خدمات نقل الصوت عبر الإنترنت (VoIP)، فإن على مقدم الخدمة أن يعترض المكالمات الهاتفية للزبون المقصود وأن يحولها إلى الحكومة؛ ولكنه ربما لن يكون قادرا على الاستجابة لطلب كهذا. تصور مكالمة عبر الإنترنت بين حاسوبين محمولين لمستخدمين اثنين، كليهما في سفر. تبدأ

(*) Then and Now: Surveillance Gets Complicated

(١) identifiers

(٢) voice-over-Internet protocol

(٣) Skype: نظام شائع يوفر جميع خدمات الاتصالات الهاتفية من خلال الإنترنت. (التحرير)

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

<أليس> المكالمة من قاعة في مطار أوهار في شيكاغو، ويستقبل المكالمة <بوب> في مقهى فندق بمدينة سان فرانسيسكو. إن دور مقدم خدمة الاتصال عبر الإنترنت في هذه العملية محدود: يقوم بتحديد عنواني بروتوكول الإنترنت الذي يرتبط من خلالهما <أليس> و <بوب>، ثم يقوم بتمرير عنوان كل شخص إلى حاسوب الآخر. وبعد أن يتم هذا الربط، فلن يكون لمقدم الخدمة VoIP أي دور آخر. وبدلا من ذلك، فإن المحادثة الصوتية الفعلية يتم نقلها من قبل **مقدمَيْ خدمة الإنترنت** ISP[1] اللذين من خلالهما يتصل كل من <أليس> و <بوب> بالإنترنت، في وقت واحد مع نواقل الإنترنت الأخرى التي يرتبط بها مقدما الخدمة هذان.

في هذه البيئة قد تستصدر وكالة حكومية أذونات بالتنصت على عدة نواقل اتصالات من أجل مراقبة هدف واحد محدد. لنتصور نظام اعتراض يعمل وفق قانون مساعدة الاتصالات من أجل تنفيذ القانون CALEA وبإمكانه التقاط المكالمات عبر الإنترنت. يجب على نظام كهذا أن يبدأ بإصدار أمر إلى مقدم خدمة الاتصال VoIP مستهدفا إما <أليس> أو <بوب>. وعندما يتلقى موظفو تنفيذ القانون خبرا من مُقدِّم الخدمة بأن الهدف يُجري اتصالا هاتفيا، فعليهم الحصول على عنواني بروتوكول الإنترنت لكل من <أليس> و <بوب> وإرسال إذن اعتراض لواحد أو أكثر من مقدمي خدمة الإنترنت ISP التي يمكن من خلالها اعتراض المكالمة. وعلى شركات تقديم خدمة الإنترنت أن تكون جاهزة لقبول وتوثيق وتنفيذ الإذن في وقت حقيقي. إن إحدى مشكلات هذا السيناريو هو أن شركات تقديم خدمة الإنترنت في الولايات المتحدة فقط (وربما أيضا في بعض الدول المتعاونة) ستكون ملزمة بتنفيذ ذلك الإذن. ومن المشكلات الأكثر جدّية هي المشكلة الأمنية الضخمة التي يمكن أن يسببها ترتيب كهذا. فبإمكان أي شخص قادر على اختراق إجراء التنصت لشركة تقديم الخدمة أن يتجسس على مشتركي هذه الشركة وقتما يشاء.

لقد اعترف القانون CALEA بالاختلاف بين نظام الهواتف التقليدية والإنترنت وقام بإعفاء الإنترنت، التي يشار إليها بـ«خدمات المعلومات»، من **البنود الشرطية**[2] في القانون الجديد. إلا أنه في عام 2004، وعلى الرغم من ذلك التمييز، قامت وزارة العدل الأمريكية ومكتب التحقيقات الفيدرالي وإدارة مكافحة المخدرات الأمريكية بالاستجابة لتحدي مراقبة اتصالات الإنترنت، وذلك باقتراح أن يقوم مقدمو الخدمات ذات التردد الواسع بالامتثال لمتطلبات القانون CALEA. وقد دعمت المحاكم وهيئة الاتصالات الفيدرالية حتى الآن تنفيذ القانون بتوسيع القانون CALEA ليشمل «اتصالات الصوت عبر الإنترنت» (وهو الشكل الأكثر قربا إلى نظام الهواتف التقليدية)، معتمدة على بند في القانون CALEA يشير إلى الخدمات التي تعتبر بديلا أساسيا لنظام الهواتف. وهذا الاقتراح، إذا ما تم تبنيه، سيكون أول خطوة على طريق يؤدي إلى مخاطر غير موجودة في التنصت التقليدي.

إن تصرف الحكومة يهدد بالأخص النمو المتواصل للإنترنت، التي صارت بيئة خصبة للابتكارات نتيجة لامركزية مراقبتها وليونة ترابطها. فخلافا لشبكة نقل الهاتف، لا تتم إدارة ومراقبة الإنترنت مركزيا. فإضافة خدمة جديدة، مثل تحويل المكالمات، في نظام الهاتف تتطلب في العادة سنوات من التخطيط والتطوير. ولكن يمكن **لمقاول إنترنت**[3] أن يبدأ مشروعا جديدا في مرآب أو في غرفة سكن للطلبة، مستخدما لاشيء سوى حاسوب منزلي واتصال بتردد واسع. فإذا نجحت عمليات تنفيذ القانون في تخويل صلاحيات الاعتراض لكل ناقل للإنترنت، فإن الصناعة بشكل عام ربما ستُدفع إلى الوراء إلى عصر الاتصالات التقليدية. ومن أجل دمج قدرات مراقبة واسعة، فإنه لا بد من تطوير خدمات الإنترنت في إجراءات طويلة يعتمد كل منها على موافقات فيدرالية. وفي قرن تقع فيه الفرص العظيمة في الأعمال التي تعتمد على المعلومات، فعلى الأمريكيين عمل كل ما بوسعهم لرعاية الابتكارات لا خنقها. وإلا، فلربما نتخلف عن الدول التي تنتهج طرقا مغايرة. ونتيجة كهذه قد تمثل تهديدا طويل الأمد للأمن القومي.

وهناك تهديد مباشر أكثر. فمنذ انهيار الاتحاد السوفييتي لم تكن لدى أي من الخصوم القدرة على التجسس على اتصالات الولايات المتحدة بأي شكل يقرب من كونه تغطية شاملة. فقد امتلك السوفييت أساطيل من السفن تجوب ساحلَي الولايات المتحدة، وكذلك مكاتب دبلوماسية في المدن الأمريكية الرئيسية، وأقمارا صنعية وقواعد أرضية، مثل منشأة لوردز في هاڤانا. لقد كانت قدراتهم في استخبارات الإشارات **لا يُعلى عليها**[4]. وبالمقابل، فإن الخصوم الحاليين الذين يجب أن نخشاهم أكثر ـ مثل القاعدة، وحتى بعض الأمم الرئيسية، مثل الصين ـ لا يمتلكون مثل هذه القدرات. إلا أنهم يحاولون الحصول عليها، ويمكن من خلال بناء أنظمة تنصت عبر الإنترنت أن يحصلوا عليها. فالحواسيب يمكنها التحكم في أجهزة الاعتراض، وهذه الحواسيب نفسها يمكن التحكم فيها من بعد.

(١) Internet Service Provider
(٢) provisions
(٣) Internet enterpremer
(٤) second to none أو ليس لها ثانٍ.
(٥) escrow systems
(٦) Identity Management Systems

المؤلفان

Whitfield Diffie - Susan Landau

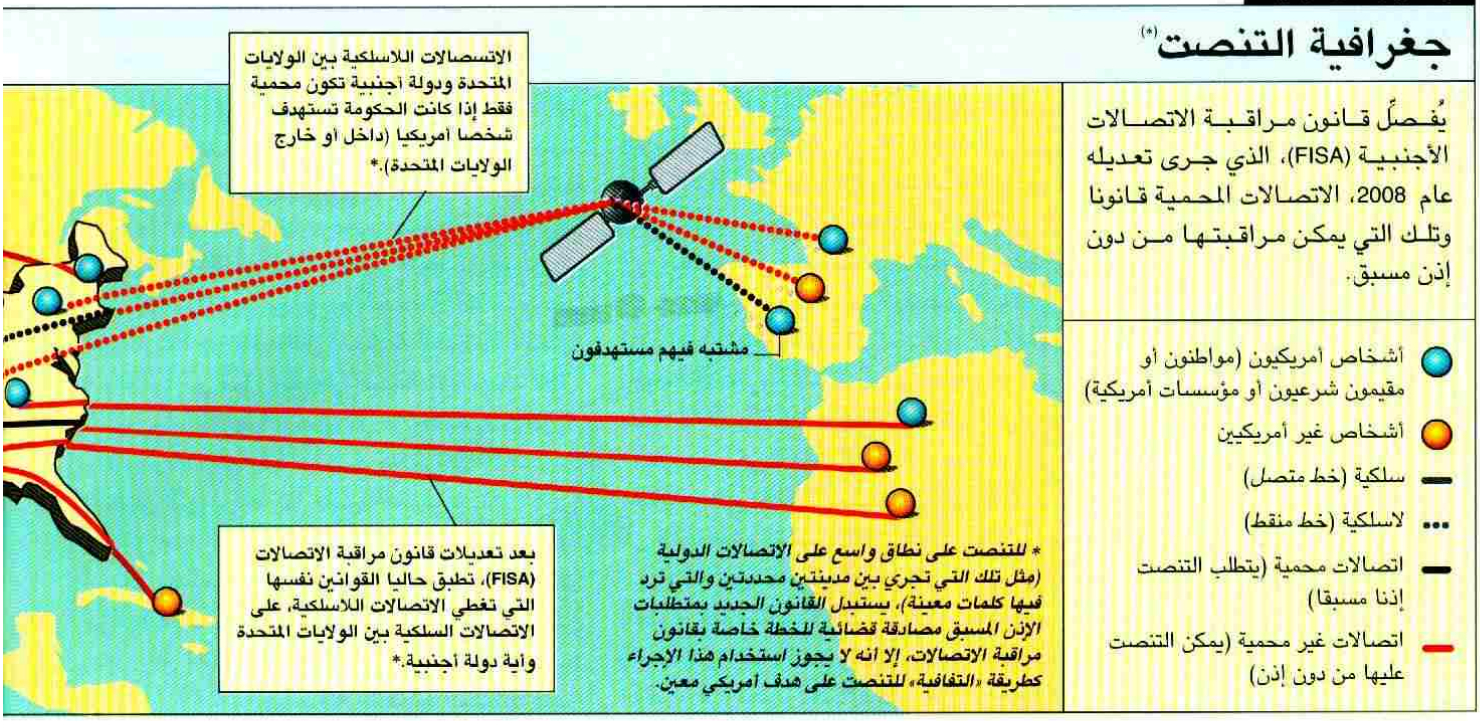
حديفي: *بدأ مهنته في أمن الحاسوب كمخترع لمبدأ التعمية (التشفير) باستخدام المفتاح العام، ثم حوّل انتباهه في تسعينات القرن الماضي إلى السياسات العامة وأدى دورا مهما في التصدي لمقترحات الحكومة في* ***أنظمة التوكيلات الإلكترونية***[5] *وفي التنظيمات التي تحد من تصدير البرمجيات الخاصة بالتعمية. وهو الآن مسؤول الأمن الرئيسي في الشركة Sun Microsystems ويقوم بدراسة أثر خدمات الويب والحوسبة الشبكية في الأمن والاستخبارات.*

وڤلاندو: *مهندسة متميزة في المختبرات Microsystems Laboratories، حيث تعمل في أمن الحاسوب والتعمية والسياسات الخاصة، بما في ذلك المراقبة والمواضيع المتعلقة* ***بأنظمة إدارة مسميات الأشياء وتعريفها***[6]. *وكانت سابقا عضو هيئة تدريس في جامعة ماساشوسيتس أمهيرست وجامعة ويزليان، حيث عملت في مجال الخوارزميات الجبرية.*

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

جغرافية التنصت(*)

يُفصّل قانون مراقبة الاتصالات الأجنبية (FISA)، الذي جرى تعديله عام 2008، الاتصالات المحمية قانونا وتلك التي يمكن مراقبتها من دون إذن مسبق.



ويمكن الحصول على أنظمة كهذه تماما مثل الحصول على مواقع للإنترنت وحواسيب شخصية. ولذا، يجب الحكم على سياسات اعتراض الاتصالات المقترحة من قبل الدولة في ضوء هذا الكم الهائل من الأخطار المشكوك فيها.

الحرب السيبرانية(**)

لقد خففت إدارة الرئيس <بوش> حديثا بعضا من قيود مراقبة الاتصالات التي بلغت من العمر 30 عاما والتي فرضها القانون FISA. وتحت ضغط شديد من البيت الأبيض، أقر الكونغرس في عام 2007 **قانون حماية أمريكا** (PAA)[1]، الذي عدل قانون مراقبة الاتصالات FISA عن طريق توسعة قانون الاتصالات اللاسلكية ليشمل جميع الاتصالات. لقد عنى القانون أن أي اتصال يُعتقد بدرجة معقولة أنه مع شخص من خارج الولايات المتحدة يمكن أن يُعترض من دون الحاجة إلى إذن مسبق. وبالأخذ بالاعتبار أن كثيرا من خدمات الأعمال في الولايات المتحدة يتم التعاقد على إجرائها من قبل مزودين من خارج البلاد، فإن القانون الجديد جعل جزءا كبيرا من أنشطة الاتصالات الهاتفية الشخصية والتجارية الأمريكية عرضة للمراقبة. وقد كان الكونغرس قلقا على طريقة العمل هذه إلى حد جعله يقرّ إنهاء القانون PAA عام 2008.

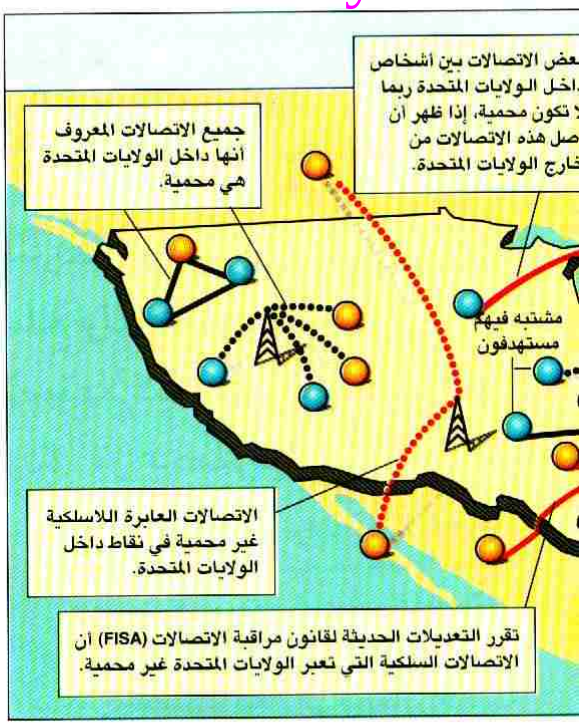
في الشهر 2008/7، وبعد أشهر من الجدل، صادق الكونغرس على لائحة قوانين توسع بشكل أساسي إمكان السلطة التنفيذية على التنصت، وتقصُر الدور القضائي للقانون FISA في الحالات الدولية على مراجعة الإجراءات العامة لحالة التنصت بدلا من تفاصيلها. إلا أن الجدل السياسي حول اللائحة لم يركز على سلطة التنصت، كما يمكن أن يتوقع المرء من عملية تغيير كاسحة. وقد تركز معظم الانتباه بدلا من ذلك على منح حصانة بأثر رجعي لعمليات التنصت غير الشرعية السابقة.

وفي مطلع عام 2008، قدمت الإدارة سببا آخر لتوسيع مراقبة الاتصالات: ضمان أمن الإنترنت. إن الحالة الراهنة لأمن الإنترنت هي فعلا بالغة التدني. فمعظم الحواسيب لا تستطيع حماية نفسها من الاختراق من قبل **البرمجيات المخربة** malware ـ البرمجيات المصممة لاختراق أنظمة الحواسيب وتخريبها ـ كما أن جزءا كبيرا من الحواسيب المرتبطة بالإنترنت يتم التحكم فيها من قبل جهات غير مالكيها. وقد تم الاستيلاء سرا على هذه الأجهزة وتنظيمها في شبكات من الحواسيب العديمة الإرادة، ثم بيعت خدماتها فيما بعد بما يشبه سوق رقيق إلكترونية. وكرد فعل على فشل الطرق التقليدية في الحماية، وقع الرئيس <بوش> في الشهر 2008/1 توجيها أمنيا وطنيا يجيز **مبادرة سيبرانية**[2]. إن هذه المبادرة سرية في معظمها، ولكن الخطوة الأولى فيها ـ مراقبة شاملة للكمّ الأساسي من حركة الإنترنت من وإلى حكومة الولايات المتحدة ـ كانت عملية كاسحة

إن الاتصالات أمر أساسي لجنسنا البشري؛ وخصوصية الاتصالات أمر أساسي أيضا لأمننا القومي ولديمقراطيتنا.

(*) Geography of Wiretapping
(**) Cyberwars
(١) Protect America Act
(٢) Cyber Initiative

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *



لا يمكن إخفاؤها. ولتسهيل عملية المراقبة، خططت الإدارة لتقليل نقاط الاتصال بين الوكالات الحكومية والإنترنت من عدة آلاف إلى أقل من مئة، ويتطلب هذا تغيير أو إلغاء آلاف من عناوين بروتوكولات الإنترنت. وبالتمام، استحوذت المبادرة السيبرانية على معضلة استخبارات الإشارات. فالنظام الذي يراقب الاتصالات الفيدرالية بحثا عن تطفل أجنبي سيلتقط أيضا جميع الاتصالات الشرعية التي يقوم بها الأمريكيون مع حكومتهم.

إن الإدارة الحكومية تسعى للتمتع بسلطة اعتراض الاتصالات الأمريكية باستخدام الوسائل نفسها التي استخدمت طويلا في جمع الاستخبارات الأجنبية ـ أي من دون وجوب اللجوء إلى القضاء من أجل الحصول على إذن يسمح بذلك، ومن دون تقديم وصف لصاحب الاتصالات التي تنوي اعتراضها مسبقا. إن المؤيدين لموضوع توسيع المراقبة لديهم مخاوف معقولة: فنحن لا نواجه خصوما غير مرتبطين بأمة معينة وباستطاعتهم التحرك بحرية من وإلى الولايات المتحدة فحسب، ولكننا أيضا لدينا مشكلة حرجة في أمن الشبكات. لقد أصبحت الإنترنت بسرعة الوسط الرئيسي للأعمال التجارية والحكومية، كما هي الطريقة المفضلة للاتصالات لدى كثير من الأفراد. وأصبحت مشكلاتها الأمنية تشبه كما لو أن طرقنا يجتاحها قطاع الطرق أو كما لو أن ممراتنا المائية يتحكم فيها القراصنة. فليس من الغريب تحت هذه الظروف أن تجد الحكومة تبحث عن تسيير دوريات على الإنترنت، تماما كما قامت شرطة الدولة والخدمات المسلحة في الماضي بمراقبة الطرق أو أعالي البحار.

لكن مراقبة الإنترنت، مقارنة بالحفاظ على أمن الحواسيب المنتشرة عليها، يمكن أن تكون علاجا خادعا. فهل ستكون أدوات الرقابة الحكومية مصانة بشكل أكثر من الشبكة التي تحاول حمايتها؟ إذا لم تكن كذلك، فإننا نخاطر بتعريض منشآت المراقبة للتخريب أو في الحقيقة لتستخدم ضد الولايات المتحدة. وربما تصيب مشكلات السلامة التي تزعج الإنترنت الحواسيبَ التي تقوم بالمراقبة بالدرجة نفسها التي تصيب الحواسيب التي تتم مراقبتها. وإذا وسّعت الحكومة التجسس على الإنترنت من دون حل المشكلات الكامنة في أمن الحاسوب، فإننا نستجلب الكارثة.

لقد تم جعل الأخطار المتأصلة أكثر خطورة بسبب السرية التي تحيط بمبادرات الحكومة. وإحدى ضحايا المقاربات الحديثة لاعتراض الاتصالات هي ما يمكن تسميتها **القاعدة الثنائية التنظيم**[1]. فسلامة الكثير من الأنظمة الحرجة، مثل تلك التي تتحكم في الأسلحة النووية، تعتمد على شرط أن الإجراءات الحرجة يجب اتخاذها من قبل شخصين في آن معا. وحتى وقت قصير، فرض القانون الفيدرالي طريقة مشابهة للتنصت، وذلك بالسماح للحكومة بإصدار أوامر تنصت ولكن شريطة أن تقوم شركات الهاتف بتركيب الأجهزة. وضمن هذا الترتيب فإن شركة الهاتف قد تحجم عن الاستجابة لأمر تنصت إذا ما اشتبهت في شرعيته، لأن امتثالها لهذا الأمر ربما يعرضها للمقاضاة ولإجراءات قانونية ومدنية. كما أن إلغاء دور شركات الهاتف يزيل أحد الضمانات المهمة. وإذا اتبعنا هذا السبيل، فإننا ربما نكوّن نظاما بعيدا كل البعد عن أعين الكونغرس والمحاكم والصحافة – وربما خارج السيطرة بالكامل.

إن المسافة التي قطعها عالمنا عبر الفضاء السيبراني خلال القرن الماضي، هي مسافة ضئيلة جدا مقابل تلك التي سيقطعها خلال القرن الذي يليه. فنحن الآن بصدد بناء العالَم الذي سيعيش فيه البشر المستقبليون، تماما كما فعل سكان المدن قبل 5000 سنة. إن الاتصالات أمر أساسي لجنسنا البشري؛ وخصوصية الاتصالات أمر أساسي أيضا لأمننا القومي ولديمقراطيتنا. والتحدي الذي يواجهنا هو المحافظة على هذه الخصوصية في غمرة تقانات الاتصالات الجديدة وتهديدات الأمن القومي الجدية. ولكن من الأهمية بمكان إقرار خيارات يمكنها المحافظة على الخصوصية وأمن الاتصالات والقدرة على الابتكار. وإلاّ، فإن الأمل بالعيش في مجتمع حر سيتلاشى. ■

(١) the two - organization rule

مراجع للاستزادة

Information Privacy Law: Cases and Materials. Second edition. Daniel J. Solove, Marc Rotenberg and Paul Schwartz. Aspen, 2005.

Security Implications of Applying the Communications Assistance to Law Enforcement Act to Voice over IP. Steven M. Bellovin, Matt Blaze, Ernest Brickell, Clinton Brooks, Vinton Cerf, Whitfield Diffie, Susan Landau, Jon Peterson and John Treichler. Information Technology Association of America, 2006. Available at **www.itaa.org/news/docs/CALEAVOIPreport.pdf**

Privacy on the Line: The Politics of Wiretapping and Encryption. Updated and expanded edition. Whitfield Diffie and Susan Landau. MIT Press, 2007.

لمزيد من المعلومات حول مواضيع مراقبة الاتصالات انظر المواقع: مركز الديمقراطية والتقانة **www.cdt.org**، ومؤسسة الجبهة الإلكترونية **www.eff.org**، ومركز خصوصية المعلومات الإلكترونية **www.epic.org**.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

عُلامة تعرّف الأشياء بالتردّد الراديوي(*)

عُلامات صغيرة جدا لتعرّف الأشياء بالتردّد الراديوي، استعملت منذ زمن طويل في تتبّع حركة السلع والمواد المخزنية، تَظْهر اليوم في مجموعة واسعة من المفردات الاستهلاكية، وقد تتسبَّب في مخاطرَ أمنية جديدة، غالبا غير مقصودة، لمن يحملونها.

<K. البريخت>

إذا كنتَ تقيم في ولاية متاخمة لكندا أو المكسيك، فسرعان ما تُعرَض عليك فرصة حمل أداة ذات تقانة عالية جدا: إجازة سَوْق قابلة للقراءة من بعد؛ وهي بطاقة روجت لها إدارة الأمن الداخلي لتمييز المواطنين الأمريكيين لدى اقترابهم من حدود البلاد، كوسيلة لاختصار الوقت وتسهيل عملية عبور الحدود. على أنك إذا كنتَ حريصا على سلامتك وحماية خصوصيتك حرصَك على مصالحك وراحتك، فقد يحملك ذلك على التوقّف والتفكير مليّا قبل أن توافق على حمل هذه البطاقة.

تَصْدر الإجازات الجديدة مزوَّدةً **بعلامات (بطاقات صغيرة)** tags **للتعرّف بالتردّد الراديوي** radio frequency identification (RFID)، يمكن قراءتها مباشرةً وهي في الجيب، وعبر المحفظة أو حقيبة اليد من مسافة تصل إلى 30 قدما (نحو 8 أمتار). وتتضمن كلّ عُلامة شيبيَّةً مكروية مكوَّدةً برقم تعرّف فريد، إذا ما اقترب حاملها من مركز حدودي التقط طاقةَ الموجات الراديوية التي يبثها جهاز قراءة هوائيٌّ موصول بالشيبيَّة، وحملها على إرسال رقم التعرّف. وما إن يصل حامل الإجازة إلى موظف الحدود حتى يكون الرقم قد أدرج تلقائيا في قاعدة بيانات إدارة الأمن الوطني، وعرضت صورة المسافر الفوتوغرافية وغيرها من التفاصيل على شاشة العرض لدى الموظف.

ومع أن حمل إجازات السَّوق «المعزَّزة» هذه يبقى أمرا طوعيا في الولايات الأمريكية التي تعرضها، فإن خبراء الخصوصية والأمن يعربون عن قلقهم من أن أولئك الذين يوافقون على حمل البطاقات لا يدركون المحاذير المترتبة عليها؛ إذ بإمكان أي شخص يتوفَّر لديه جهاز قراءة ـ من تجّار لا أخلاق لهم وموظفين حكوميين ومتصيّدين ولصوص وطفيليّين ـ النَّفاذ إلى البيانات المتضمَّنة في الإجازات، بغية تعقّب أصحابها من بعد، ومن دون علمهم أو موافقتهم. وأكثر من ذلك أنه حالما يرتبط رقم تعريف العُلامة بهوية شخص ما ـ كما يحدث مثلا عندما يجري الشخص الحامل للإجازة عمليةً ماليةً باستعمال بطاقة ائتمان ـ تصبح العلامة الراديوية بمنزلة الوكيل عن ذلك الشخص.

وليست إجازات السَّوق سوى أحدث إضافة إلى المجموعة المتنامية من الأدوات «المعلَّمة» التي قد يتقلَّدها المستهلكون أو يحملونها، من مثل تراخيص العبور وبطاقات الرسوم والبطاقات المفتاحية المكتبية وبطاقات الهوية المدرسية وبطاقات الائتمان «اللاتلامسية» (أي المستعملة من بعد) والملابس وأجهزة الهاتف، وحتى المواد الغذائية.

وتُشَبَّه العلامة RFID **بالباركود** barcode الذي ينقل ما يحمله من معلومات. وهذا التشبيه صالح من حيث إن التجهيزات الصغيرة جدا تستعمَل في المقام الأول لتعرّف الجزئيّات والمواد المخزونة، بما في ذلك قطيع الماشية وهي في طريقها عبر سلاسل الإمداد التجارية. فبدلا من أن يمسح عامل المخزن **الكود العام للمنتجات** Universal Product Code (UPC) لكل مفردة على حدة، يستطيع تسجيلَ محتويات كامل منصّة التحميل، من المناديل الورقية مثلا، عن طريق مسح الرقم التسلسلي الفريد المكوَّد في العلامة RFID المرفقة. وهذا الرقم مرتبط، في قاعدة بيانات مركزية، بلائحة تفصيلية لمحتويات المنصّة، غير أن الناس ليسوا منتجات ورقية. وفي غضون السنوات العشر الماضية، توجّهت التقانة نحو دسّ شيبيّات تعريف في السلع الاستهلاكية، وحاليا تتسبب وثائق التعريف الرسمية في مجموعة جديدة

(*) RFID TAG - YOU'RE IT

مفاهيم مفتاحية

- **باتت علامات التعرّف بالتردّد الراديوي تدَسّ في عدد كبير ومتنام من أدواتنا الشخصية ووثائق هوياتنا.**
- **لمّا كانت العلامات مصمّمةً كوسائل تعقّب فاعلة، وهي عادةً لا تتضمن سوى القليل من الحماية الأمنية، فإن الأفراد الذين يرتدونها أو يحملونها هم عرضة لمراقبة خفيّة ولانتهاك معلومات شخصية.**
- **لم تقدّم الجهات التشريعية في مختلف أنحاء العالم ما يكفي من التدابير لمواجهة تلك الأخطار على المواطنين.**

محرّرو ساينتفيك امريكان

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

من المشكلات تتّصل بالخصوصية والأمن، وبالتحديد لأن التقانة RFID في حدّ ذاتها هي تقانة تتبُّع فعّالة جدا. والعلامات نفسها لا تحمل سوى قدر ضئيل من الأمن، إضافةً إلى أن القوانين النافذة حاليا لا تمنح الأفرادَ سوى القليل من الحماية من التتبّع خلسةً ومن معرفة المعلومات الخاصة بهم، في عصر يتزايد فيه استعمال العلامات باطّراد.

فيما وراء الباركودات[*]

استطاعت بواكير العُلامات الراديوية أن تتعرّف الطائرات الحربيةَ الصديقة والمعادية وذلك إبان الحرب العالمية الثانية. على أن أمرا ذا بال لم يحصل حتى أواخر ثمانينات القرن العشرين، عندما استُعملت عُلامات مشابهة أساسا لنظم إلكترونية لتحصيل الرسوم، من قبيل نظام E-ZPass على الساحل الشرقي للولايات المتحدة. وفي عام 1999 بدأت المؤسسات بدراسة قدرة العلامات على تتبّع ملايين الأشياء كلٍ على حدة. وفي العام نفسه ألّفت الشركة Procter & Gamble والشركة Gillette (اللتان اندمجتا حينذاك لتصبحا أضخم شركة لتصنيع المنتَجات الاستهلاكية في العالم) اتحادا ماليا مع مهندسي معهد ماساتشوستس للتقانة، سمّي **مركز التعريف الآلي** Auto-ID Center، يعنى بتطوير العلامات RFID الصغيرة الحجم، العالية الكفاءة، الرخيصة الكلفة، يمكنها في نهاية المطاف أن تحلّ محلّ الباركود العام للمنتَجات، المستعمَل على السلع الاستهلاكية اليومية.

وبحلول عام 2003 كانت المجموعة قد طورت نموذجا عمليا للتقانة، واجتذبت استثمارات من أكثر من 100 شركة ومؤسسة حكومية. وتنبّأ مروّجو العلامات بأن الشيپّات الدقيقة لن تلبث أن تحدث تغييرا جذريا في إدارة المخازن والحيلولة دون التزوير [انظر: «*تقانة تعرّف الأشياء بوساطة التردّد الراديوي: مفتاح لأتمتة كلّ شيء*»، **العلوم**، العددان 4/5(2004) ص 4].

وفي سياق تشجيع الحكومات على اعتماد هذه التقانة والانطلاق بها، أصدرت **إدارة الخدمات العامة** General Services Administration (GSA)، وهي مكتب فدرالي يهتم بإدارة عمليات الشراء لمصلحة مؤسسات حكومية أخرى، مذكّرةً عام 2004 تحثّ فيها القائمين على المؤسسات الفدرالية جميعا على «اتخاذ التدابير اللازمة للنهوض بصناعة RFID». ووجدت تلك الدعوة استجابةً فورية من جميع المؤسسات إجمالا، من إدارة الأمن الاجتماعي إلى إدارة الأغذية والأدوية، فراحت تعلن عن إطلاق تجاربها في مجال التقانة RFID.

وفي الوقت نفسه كانت مبادرات مشابهة قيد الإنجاز في شتى أنحاء العالم؛ ففي عام 2003 أقرّت المنظّمة الدولية للطيران المدني (ICAO)، وهي وكالة تابعة لهيئة الأمم المتحدة مسؤولة عن وضع المعايير العالمية الناظمة لجوازات السفر، استعمالَ العلامات RFID في الجوازات. وهي تنادي حاليا بتعميم استعمالها في «جوازات السفر الإلكترونية» القابلة للمسح. وبالفعل، فإن عشرات الدول اليوم، ومنها الولايات المتحدة، تصْدر جوازات سفر إلكترونيةً تتضمّنَ العلاماتَ RFID المدسوسة في أغلفتها.

ومنذ ظهور هذه الجوازات الجديدة أولَ مرة، كانت مثارَ جدل لجهتَي الخصوصية والأمن: فقد ورد في تقرير عن المنظمة ICAO في عام 2006 أن مسؤولا فيها أكّد أن إجراءات التعمية (التشفير) المطبَّقة توفّر «مستوىً من الحماية من شأنه أن يُطَمْئن أكثر حاملي الجواز قلقا على صون خصوصياته، بأن بياناته الشخصية ستكون عصيّةً على القراءة من دون علمه.»

إلا أن خبراء الأمن سرعان ما أثبتوا خلاف ذلك. فقد تمكّن الخبير الأمنيّ البريطاني <A. لاوري> من كسر كود التعمية في جواز سفر بريطاني، وقراءة محتوياته الشخصية من بعد، وهو ما يزال مختوما ضمن غلافه البريدي. وفي الوقت نفسه تقريبا نجح الاستشاريّ الأمني الألماني <L. گرونفلد> في نسخ بيانات شيپّة مدسوسة في جواز سفر ألماني، وتكويدها في علامة RFID أخرى، منشئا بذلك وثيقةً مزوّرة قد تضلّل الجهاز الإلكتروني القارئ للجوازات. كذلك اكتشف محقّقون من جامعة تشارلز في براگ مَواطنَ اختراق مشابهة في جوازات السفر الإلكترونية التشيكية، فكتبوا يقولون: «إن من دواعي العَجَب أن تجد ابتكارا يشجّع على الاختراق [أمنيا] بدلا من إلغائه.»

ومع ذلك، فإن هذه المشكلات الأمنية الصريحة لم تؤخّر المبادرة إلى اعتماد التقانة RFID، فهي على العكس من ذلك تستعمَل اليوم في العالم على نطاق واسع في بطاقات الهوية المحلّية؛ إذ أصدرت ماليزيا نحو 25 مليون بطاقة هوية وطنية «لاتلامسية». وتصْدر دولة قطر بطاقةً تَخْتَزِن بصمةَ إصبع حاملها إضافةً إلى البيانات الشخصية المتعلقة به. في حين تنفق الحكومة الصينية، فيما يَصِفه مراقبو الصناعة أنه أكبر مشروع RFID وحيدَ في العالم، مبلغا يصل إلى 6 بلايين دولار لتوزيع بطاقات هوية وطنية تعتمد التقانة RFID على قرابة بليون من المواطنين والمقيمين.

من ناحية أخرى، ثمة فرق مهمّ بين بطاقات الهوية القائمة على التقانة RFID في الدول

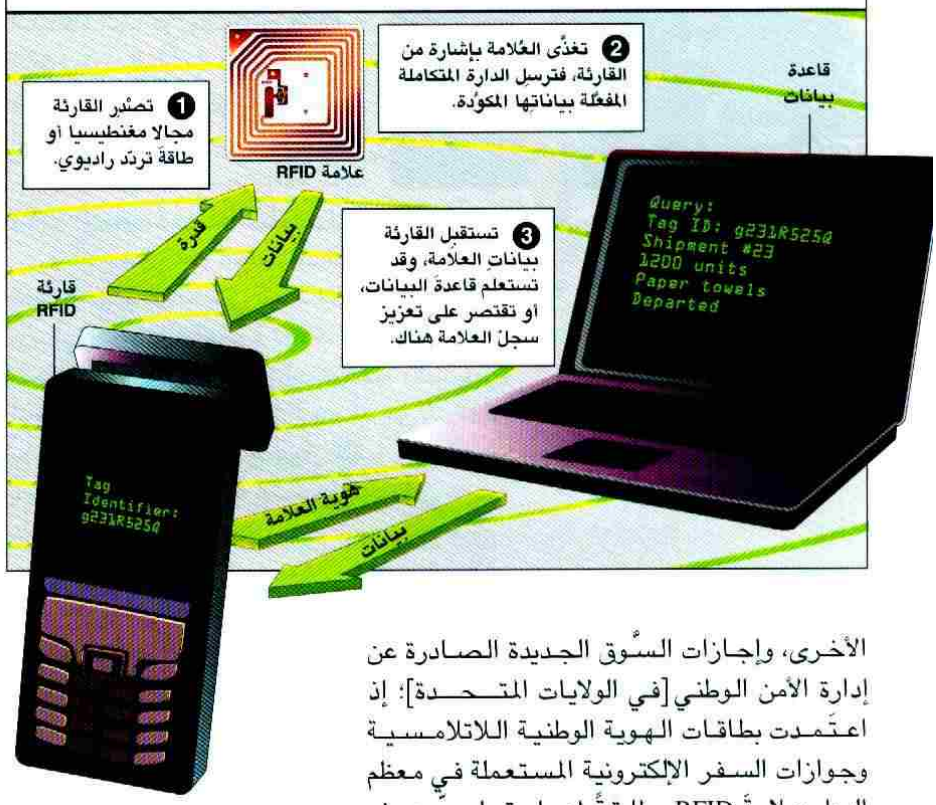
قد لا يدرك المستهلِك العادي كم هو عدد العلامات RFID التي يحملها؛ فهي مدسوسة في أدواته الشخصية، بل ضمن بعض ملابسه.

(*) Beyond Barcodes

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

كيف يعمل نظام RFID(*)

يعتمد نظام تعرّف الأشياء بالتردّد الراديوي عادةً على التآثر بين جهاز قارئ من جهة، وعُلامة RFID وقاعدة بيانات تحتوي على معلومات تتعلق بهذه العُلامة من جهة أخرى. وتتألف العُلامات ـ في حدودها الدنيا ـ من دارة إلكترونية متكاملة مكوَّدة برقم تعريف وحيد، وملفّ من المعدن، أو هوائيّ قادر على توصيل الطاقة المستقبَلَة من القارئة.



الأخرى، وإجازات السَّوق الجديدة الصادرة عن إدارة الأمن الوطني [في الولايات المتحدة]: إذ اعتَمدت بطاقات الهوية الوطنية اللاتلامسية وجوازات السفر الإلكترونية المستعملة في معظم الدول علامةَ RFID مطابقةً لمعيار قياسي يعرف بالمعيار ISO 14443، مبتكَر خصيصا لبطاقات التعريف والدفع، ويتميز بدرجة من الحماية الأمنية والخصوصية مدمجة فيه. وبالمقابل، تَستعمل بطاقات عبور حدود الولايات المتحدة معيارا لتقانة RFID يعرَف باسم EPCglobal Gen2، وهي تقانة مصمَّمة أصلا لتتبّع حركة السلع في المستودعات تحديدا، حيث لا يكون الغرض هو الناحية الأمنية، بل تحقيق أقصى درجات السهولة في القراءة.

وفي حين تتضمَّن المواصفة القياسية ISO 14443 تعمية بدائيةً وتتطلَّب أن تكون العلامات على مسافة قريبة (تقدَّر بالبوصات لا بالأقدام) من ماسحة ضوئية لقراءتها، فإن العلامات Gen 2 لا تحمل عادةً أيَّة تعمية، بل الحدودَ الدنيا من وسائل حماية البيانات. ولقراءة البيانات من شيبَّة ISO 14443 معماة، يتعيَّن كسر كود التعمية أولا، في حين لا تستلزم قراءة العلامة Gen 2 أية مهارات خاصة: كلّ ما يلزم هو قارئة Gen 2. ومثل هذه القارئات يمكن شراؤها بسهولة، وهي شائعة الاستعمال في المخازن عبر العالم. يكفي أن يكون لدى قرصان حاسوبي أو مجرم عابث هذا الجهازَ ليتمكن من «استراق النظر» إلى بطاقة حدودية من خلال محفظة، أو عبر غرفة، بل حتى من وراء جدار.

ومنذ الشهر 2008/4، تقدَّم أكثر من 35 000 من سائقي السيارات في ولاية واشنطن يطلبون إجازات سَوْق معزَّزة، في حين وافقت ولايات حدودية أخرى ـ مثل أريزونا ومتشيگان وڤيرمونت ـ على المشاركة في البرنامج. وستباشر ولاية نيويورك إتاحةَ إجازات جديدة لسكانها بعد **عيد العمال**(١).

لكنَّ احتمال تعرّض أمن تلك البطاقات للخطر ليس سوى أحد دواعي القلق. فحتى لو نجحت التدابير الاحترازية الصارمة يوما ما في الحيلولة دون النفاذ غير المشروع إلى بيانات بطاقات RFID، فإن كثيرا من دعاة حماية الخصوصية يتخوفون من إساءة استعمال بطاقات الهوية القابلة للقراءة من بُعد من قبل بعض الحكومات التي ترغب في إبقاء مواطنيها تحت رقابة مشددة.

فبطاقات الهوية الوطنية في الصين مثلا مكوَّدة بما يعدّه معظم الناس كمًّا مذهلا من المعلومات الشخصية، يتضمَّن تاريخَ المرء الصحيَّ والإنجابي والوضع الوظيفي والدِّين والعِرق، وحتى اسم مالك الدار التي يسكنها حامل البطاقة ورقم هاتفه. والأدهى من ذلك هو أن البطاقات بحدِّ ذاتها جزء من مشروع كبير يرمي إلى تغطية المدن الصينية كلِّها بتقانات مراقبة متقدمة. لم يتردَّد <M. لين> [نائب مدير شركة تقانة الأمن العام الصينية الخاصة، المسؤولة عن تزويد البرنامج ببطاقات RFID] في وصفها لصحيفة نيويورك تايمز بأنها «طريقة تمكِّن الحكومةَ من التحكّم في السكّان مستقبلا». وحتى لو لم تستغلَّ الحكومات الأخرى ميزة المراقبة التي توفِّرها بطاقات الهوية الجديدة، فإن ثمة دليلا إضافيا على أن المؤسسات الظمأى للمعلومات ستقوم باستغلالها حتما.

استشراف المستقبل(**)

يتحرّى تجّار البيع بالتجزئة استعمالات أخرى للتقانة RFID سوى التعقّب المخزني. فهذه «المرآة السحرية» مثلا تستطيع قراءة العلامات RFID المرفقة بالملابس أو المدسوسة فيها، ومن ثم تعرض معلومات عن المنتَج أو ألوانه الإضافية أو قطَعه المكمِّلة.

التعايش مع العُلامات(***)

إذا كانت فكرة سعي بعض المؤسسات إلى استعمال العلامات RFID للتجسّس على الأفراد تبدو شطحةً بعيدة الاحتمال، فمن المفيد إذن النظر في براءة اختراع للشركة IBM قدِّمت عام 2001 ومنحت عام 2006، وتحمل العنوان: «تعرّف الأفراد وتعقّبهم باستعمال أدوات موسومة بالعُلامات RFID في أوساط المجمَّعات». تَصف هذه البراءة بدقة كيف يمكن استعمال البطاقات في أغراض التتبّع وجمع المعلومات الشخصية، حتى إن كان النفاذ إلى قواعد البيانات الرسمية متعذِّرا أو مقيَّدا جدا، وتسهب في تقديم عرض مرعب لقدرة التقانة RFID على المراقبة

(*) How RFID Works
(**) WHAT'S IN STORE
(***) Living a Tagged Life
(١) يُحتَفل بعيد العمال في الولايات المتحدة الأمريكية يوم الاثنين الأول من الشهر التاسع من كل عام. (التحرير)

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

في عالَم تدمَج فيه قارنات RFID شبكية (مرتبطة بشبكة)، تسمى «وحدات تعقّب الأفراد»، في كلّ مكان يتردد عليه الناس - «كمجمّعات التسوّق والمطارات ومحطات القطارات ومحطات الحافلات والمصاعد والقطارات والطائرات وأماكن الاستراحة وحلبات الرياضة والمكتبات والمسارح والمتاحف» - لمراقبة تحرّكات الناس عن كثب.

وطبقا لما وردَ في براءة الاختراع، تعمل العلامات في بيئة للبيع بالتجزئة على النحو التالي: «تقوم ماسحة للعلامات RFID [توضع في موقع التعقّب المرغوب]... برصد العلامات RFID لدى شخص معيَّن... وفي أثناء تجوال ذلك الشخص في أرجاء المتجر أو المخزن، تستطيع ماسحات العلامات RFID العديدة - المبثوثة في مختلف أركان المكان - التقاطَ إشارات راديوية من العلامات التي يحملها الشخص. ويجري تعقّب تحرّكاته استنادا إلى عمليات الكشف تلك... علما بأن لوحدة تعقّب الأشخاص القدرة على الاحتفاظ بسجل لمختلف المواقع التي زارها الشخص، إضافةً إلى تحديد أوقات زيارته لها.»

وتوضّح الشركة IBM أن عدم وجود بيانات شخصية مختزَنة في العلامة RFID لا يسبّب أيّ مشكلة أو عائق، لأن «المعلومات الشخصية تلتقط عندما يَستعمل الشخص بطاقته الائتمانية أو المصرفية أو التسوّقية أو ما شابهها». ولا يحتاج الأمر إلى أكثر من مرة واحدة للربط بين رقم العلامة RFID الوحيد وهوية الشخص المقصود لكي تؤدّي البطاقة بعد ذلك دورَ وكيل عنه. ومع أن الشركة IBM كانت ترمي إلى تعقّب الأفراد باستعمال علامات منمنمة تدَسّ في السلع الاستهلاكية، فليس ثمة اليوم ما يدعو - بوجود بطاقات RFID الحدودية - إلى الانتظار حتى تصبح علامات المنتجات الإفرادية مستعملةً على نطاق واسع: فإجازات السوق الجديدة التي أصدرتها واشنطن ملائمة تماما لتطبيق التتبّع داخل المتاجر، بالنظر إلى أنها قابلة للقراءة بالماسحات Gen 2 المخزنية المستعملة اليوم في متاجر مثل Wal-Mart و Dillard's و American Apparel.

وستصبح البنية التحتية للتتبّع مجديةً أكثر فأكثر للتجّار والمسوّقين مع تزايد أعداد الناس الذين يحملون أو يرتدون أشياء ذات العلامات RFID. ويذكر أن عشرات الملايين من بطاقات الائتمان اللاتلامسية وبطاقات الصرّاف الآلي ATM، التي تتضمّن العلامات RFID، هي قيد التداول حاليا، إضافة إلى ملايين شارات الدخول إلى أماكن العمل. كذلك بدأت إجازات العبور العامة المعتمدة على التقانة RFID، والشائعة الاستعمال في أوروبا واليابان، تصل أيضا إلى المدن الأمريكية. ومع أن وحدة تتبّع الأفراد للشركة IBM ما زالت مجرد براءة اختراع، فإن حديقة ملاه إنكليزيةً تسمى Alton Towers توفر صورةً حيةً لإمكانات التقانة RFID في التعقّب: إذ يعطى كلّ زائر لدى دخوله الحديقة شريطا لمعصمه مكوّدا برقم تعريف فريد. وفيما ينغمس الزائر بالاستمتاع في الملاهي، تتولى شبكة من قارئات RFID، موزّعة في مواقع استراتيجية في مختلف أنحاء الحديقة، الكشفَ عن كلّ شريط معصم لدى دخوله ضمن المجال، ثم تفعّل كاميرات ڤيديوية مجاورة. تخزّن لقطات عفوية لكل فرد في ملفّ يوسَم برقم التعريف المدوَّن على سوار المعصم، ثم يقدَّم إلى الزائر هديةً تذكارية على أقراص ڤيديو رقمية في نهاية اليوم.

حماية الجمهور(***)

إذا كانت العلامات RFID تمكّن حديقةَ الملاهي من التقاط مَشاهد ڤيديوية شخصية مفصّلة لآلاف الأشخاص يوميا، فلَكَ أن تتصوّر ما يمكن أن تفعله حكومة مُتشددة - ناهيك عن التجّار أو المجرمين. وهذا هو السبب في معارضتي الشديدة وزملائي من أنصار صون الخصوصية، استعمال التقانة RFID في بطاقات الهوية الحكومية المصدر أو في السلع الاستهلاكية الإفرادية. ومنذ عام 2003،

(*) Types of Tags
(**) VOLUNTARY GUIDELINES
(***) Protecting the Public

إرشادات طوعية(**)

تضطلع المنظمة EPCglobal, Inc بتحديد معايير العلامات RFID، وتقدم أيضا مبادئ لاستعمالها «ككودات منتجات إلكترونية» [أو EPCs] في السلع الاستهلاكية.

إشعار: «يُنبَّه المستهلكون بوضوح إلى وجود العُلامات EPC على المنتجات أو على أغلفتها... وذلك باستعمال الشارة EPC أو غيرها من وسائل التعريف.»

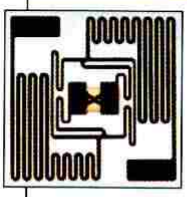
اختيار: «يُعْلَم المستهلكون بخيارات [إزالة أو تعطيل] العلامات EPC من على المنتَجات التي يشترونها.»

تعليم: تقوم الشركات التي تعتمد العلامات EPC «بتعريف الزبائن بالشارة EPC ومساعدتهم على فهم التقانة EPC.»

سجلات: «تتولى الشركات الأعضاء في المنظمة EPCglobal جمعَ بيانات الزبائن التي تحملها العلامات، واستعمالها وخزنها وحمايتها، طبقا للقوانين النافذة.»

[الإمكانات]

أنواع العلامات(*)



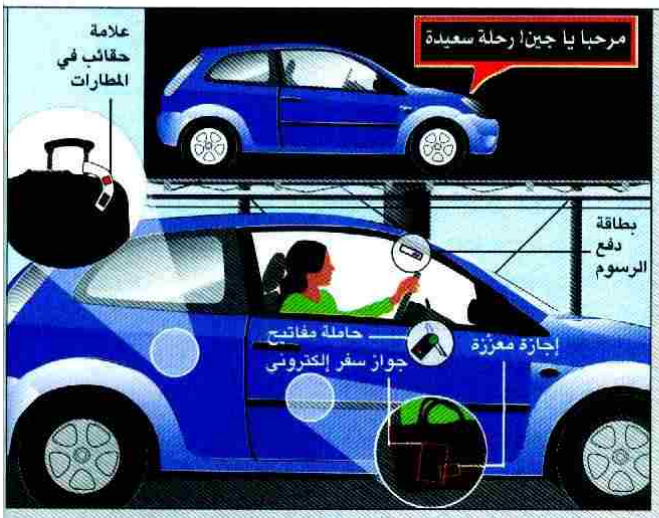
تمكّن المعايير الفنيّة التي تضعها المنظمة EPCglobal من تصنيف العُلامات RFID وفقا لإمكاناتها الدنيا. ويعزّز كلّ صنف مزايا عُلامة الصنف الأساسي 1، وهو «منفعل»: يتوقف الشروع في التواصل والإمداد بالقدرة على الجهاز القارئ. يمكن قراءة العلامات «المنفعلة» من مسافة تصل إلى 30 قدما، والعلامات «الفاعلة» من مسافة 300 قدم أو أكثر.

	الوظيفة الدنيا	بعض الاستعمالات
الصنف I (منفعل)	• رقم تعريف فريد • «وظيفة إيقاف» لتعطيل فاعلية العلامة • ذاكرة تبرمج مرة واحدة فقط • نماذج جديدة من «Gen 2» قابلة لإعادة الكتابة عليها، وكلمة المرور محميّة	• جزئيات ومواد مخزنية • إجازة سَوْق أمريكية معزّزة • بطاقة مفتاحية
الصنف II (منفعل)	• رقم تعريف موسّع • ذاكرة إضافية قابلة لإعادة الكتابة • نفاذ بكلمة مرور	• جواز سفر إلكتروني • بطاقة ائتمان • بطاقات هوية وطنية
الصنف III (منفعل جزئيا)	• مشعر إضافي واحد أو أكثر ومنبع طاقة	• مشعرات حاويات وتخزين
الصنف IV (فاعل)	• جهاز إرسال ومنبع قدرة • إمكان الشروع في التواصل بقارئة أو بعلامة أخرى	• حاملة مفاتيح السيارة • علامة حيوان • بطاقة الرسوم

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

العلامات RFID في الحياة اليومية(*)

تُقحَم العُلامات RFID في عدد كبير ومتنام من الأشياء التي يستعملها الناس باستمرار. وهي توفِّر وسائل راحة وتيسير للمستهلكين، وتساعد



قد يتضمن السفر استعمال العلامات RFID العديدة، كبطاقات دفع الرسوم وحاملات المفاتيح التي تقرأ من مسافات غير قصيرة، وجوازات سفر إلكترونية، وإجازات السُوق «المعزّزة»، وبعض علامات الحقائب في المطارات.

تدمج المدارس والمكتبات علامات في هويات الطلبة وبطاقاتهم المكتبية وكتبهم. وفي مقاطعة كولومبيا تستحدث بطاقة RFID جديدة وُسِمَت بعبارة «بطاقة شاملة» لتكون بطاقة هوية مدرسية للطالب وبطاقة مكتبة وبطاقة مرور عامة له في آن معا.

أدركت المؤسسة (CASPIAN)(١) التي أديرها ـ إضافةً إلى مؤسسة التنسيق الخاصة بحقوق الخصوصية ومركز معلومات الخصوصية الإلكترونية، ومؤسسة المستحدثات الإلكترونية والاتحاد الأمريكي للحريّات المدنية، وأربعين منظمة أخرى من دعاة احترام الخصوصية والحريّات المدنية والمدافعين عنها ـ مدى هذا الخطر، فأصدرت وثيقةَ تحديد موقف شجبت فيها تتبّعَ الناس بالتقانة RFID باعتباره إجراءً غير لائق.

واستجابةً لهذه المخاوف، قدَّمت عشرات الولايات الأمريكية مشروعات قوانين لحماية المستهلك من سلبيات التقانة RFID، غير أنها قوبلت جميعا بردِّها أو إحباطها بمعارضة شديدة من جماعات الضغط المؤيِّدة لصناعة RFID. ففي عام 2006 صوَّت مجلس الشيوخ في ولاية نيوهامپشير لصلحة مشروع قانون يفرض قيودا صارمةً على التقانة RFID، ولم يلبث أن أدخل عليه في اللحظة الأخيرة تعديل أدى إلى الاستعاضة عنه بدراسة تستغرق سنتين. (وقد عَهِدَ إليَّ حاكمُ الولاية شخصيا بإدارة اللجنة المكلَّفة بالدراسة). وفي العام نفسه قدِّم في ولاية كاليفورنيا مشروع قانون من شأنه أن يحظر استعمال التقانة RFID في وثائق حكومية المنشأ، وأقرَّ المشروع من قبل المجلسَيْن التشريعيَّيْن كليهما، فما كان من حاكم الولاية <A. شوارزينگر> إلا أن اعترض عليه مستعملا حقَّ النقض.

أما على الصعيد الفدرالي، فلم يحدث أن أقرَّت مشروعات قوانين لافتة تتعلق بالتقانة RFID بغية حماية المستهلك. وبدلا من ذلك، أشادت لجنة التقانة العالية عن الحزب الجمهوري في مجلس الشيوخ عام 2005 بتطبيقات التقانة RFID، ووصفَتْها «بالتقانات الجديدة المثيرة والواعدة بخير عميم لاقتصادنا»، وتعهَّدت بحمايتها من سطوة القوانين والتشريعات.

أما في الاتحاد الأوروبي، فالمشرِّعون يدرسون الوضع العام على أقل تقدير. وقد أقرَّت المفوَّضية الأوروبية ـ وهي الذراع التنفيذية للاتحاد الأوروبي ـ بإمكان نشوء مشكلات جسيمة تتَّصل بالخصوصية في التقانة RFID، وأتاحت للجمهور مدةً معيَّنة في مطلع العام الماضي لإبداء الرأي بهذا الشأن. ومنذ الشهر 2008/7 يجري إعداد التوصيات المستمدة من تعليقات وآراء الجمهور، لإصدارها في وقت لاحق. ويُستشف من تلك التوصيات أن احتمالات سنِّ قوانين لمصلحة خصوصية المستهلك متدنِّية جدا.

يؤكِّد ذلك ما أعلنته مفوَّضة الاتحاد الأوروبي لشؤون المعلومات والإعلام <V. ريدينگ>، في حديث لها في الشهر 2007/3، من أن المفوَّضية لن تقيِّد التقانة RFID بأية قوانين حصرية، غير أنها ستتيح للمؤسسات والشركات أن تنظِّم نفسها داخليا بما يلائمها. وقالت: «إنني هنا لأعلمكم بأن التقانة RFID لن تكون خاضعةً لقانون ناظم لها.

(*) Everyday RFID

(١) اختصارًا لـ «المستهلكون ضد انتهاك خصوصية المتاجر والترقيم» (التحرير)

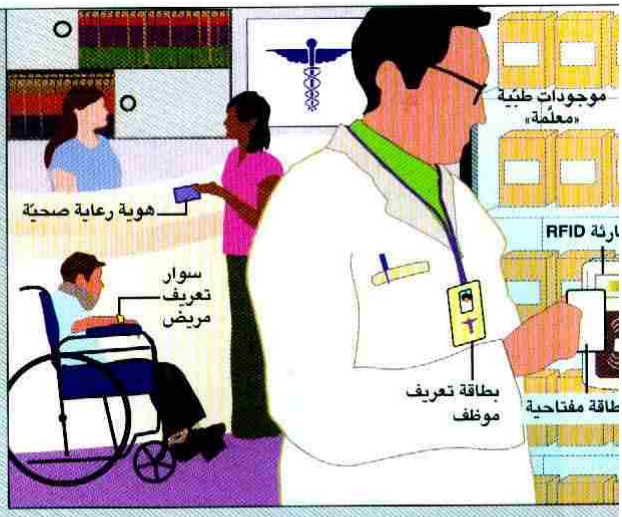
المؤلفة

Katherine Albrecht

حصلت على دكتوراه في التربية من جامعة هارڤرد، ومديرة المنظمة CASPIAN لاحترام خصوصية المستهلك، المعارضة لمراقبة مبيعات التجزئة والتي تضمّ 15 000 عضو. تعمل منذ عام 2003 على تفنيد ومنع الاستعمالات اللاأخلاقية للنظام RFID في المنتجات والأشخاص. لها شهادات منتظمة أمام الجهات التشريعية، ومحاضرة مهمة عن التقانة RFID ألقتها في ورشة عمل عقدت في معهد ماساتشوستس للتقانة. شاركت في تأليف كتابين حول مخاطر الاستعمال المؤسساتي والحكومي لهذه التقانة فيما يتعلق بالخصوصية الشخصية والأمن.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

الشركات التجارية على إدارة المخازن أو الأمن، إضافةً إلى أنها تتيح فرصا متزايدةً للتسويق.



وزّع مراكز العمل عادةً بطاقات مفتاحية «معلّمة» وبطاقات هوية للعاملين. في المستشفيات مثلا، تسهم العُلامات في ضبط ومراقبة الوصول إلى الموجودات الطبيّة وتتبّع حركة المرضى.

يتم سلع البيع بالتجزئة بعُلامات لأغراض المراقبة المخزنية، وتقوم بعض تاجر بتزويد المتسوّقين بقارئات علامات تعرض لهم معلومات عن السلعة أو حسم. وفي حين يتعيّن على المتاجر توفير إمكانية تعطيل فاعلية العلامات ى السلع المشتراة، فإن كثيرا من المتاجر لا تلتزم بذلك.

وأرى شخصيا أن علينا أن نحدَّ من تنظيمها لا أن نغالي فيه، كي نهيِّئ لهذا القطاع أسبابَ الانطلاق.»

ومن المؤسف أن يكون للنظام الذاتي للصناعة نفوذ ضئيل عندما يتعلق الأمر بحماية الجمهور من أخطار التقانة RFID. وقد حدَّدت المنظمة EPCglobal، التي تتولى حاليا وضع المعايير الفنّية للعلامات RFID، مجموعةً من الإرشادات لاستعمال الشيبات في مبيعات التجزئة. ومن بين ما تقضي به توصياتها إشعار المستهلكين مقدَّما في حال احتواء المنتجات على العلامات RFID ـ بحيث يكون ذلك على شكل شارة مميزة مثلا. ومع ذلك، فعندما قامت الشركة Checkpoint Systems، العضو في المنظمة EPCglobal، بتصميم العُلامات RFID لإخفائها ضمن نعال الأحذية ـ في انتهاك صارخ لتوصيات المنظمة نفسها ـ أخبرني <M. ميراندا> [مدير المنظمة EPCglobal حينذاك] أن ليس في وسعه شخصيا ولا في وسع منظمته فعل أيِّ شيء حيال ذلك، ما دام تطبيق الإرشادات أمرا طوعيًا لا إلزاميا.

وما برحت إدارة الترخيص في ولاية واشنطن تُطمْئِن مواطنيها بأن معلوماتهم الشخصية مصونة؛ لأن العُلامة RFID في إجازات السوق المعزَّزة «لا تحوي أي منبع للطاقة، وكذلك من أي معلومات تعريف شخصية» ـ مع أن هذه الحقائق لا شأن لها على الإطلاق بصلاحية البطاقة للاستعمال لأغراض التعقّب أو لا. ولا شك في أن الإحساس الزائف بالطمأنينة، الذي تبثّه إيحاءات بالتلطيف صادرة عن جهات رسمية، قد ينطوي على مخاطر فادحة للبعض؛ فقد تقدَّمت الشبكة الوطنية للتخلّص من العنف المنزلي، وهي مجموعة تعارض صراحةً استعمالَ التقانة RFID في مختلف وثائق التعريف والمنتجات الاستهلاكية، بدليل قانوني يبين كيف يمكن أن يسيء العابثون استعمالَ التقانة في ترصّدِ ضحاياهم وتصيّدِهم ومراقبتهم.

في هذه الأثناء يتابع قطار التقانة RFID انطلاقه قدما. وقد أكَّد <G. زينْك> [الناطق باسم وكالة الترخيص في واشنطن]، مؤخرا، وجودَ 10 000 إجازة معزَّزة «في الشارع حاليا ـ تلك التي يحملها الناس فعلا». وهذا يستتبع وجود احتمال كبير لإساءة استعمالها، ولن تتجه الأمور إلا إلى مزيد من التفاقم. ولعلَّ ما جمعته الدولة حديثا من ردود أفعال فاترة دعاها إلى استصدار قانون يصنِّف الإقدام غير المرخص على قراءة عُلامة «بغية الاحتيال أو سرقة المعلومات الشخصية أو أي غرض غير قانوني آخر» على أنه جناية من الفئة C عقوبتها الحبس مدةَ خمس سنوات وغرامة تبلغ 10 000 دولار. على أن هذا القانون لا ينصّ في أيّ من فقراته على أن المسح لغايات أخرى كالتسويق أو ربما «التحكم في السكان» محظور. وعندما نتغاضى عن هذه الأخطار علينا أن نتحمّل تبعاتها. ■

مراجع للاستزادة

Spychips: How Major Corporations and Government Plan to Track Your Every Move with RFID. Katherine Albrecht and Liz McIntyre. Thomas Nelson, 2005.

Radio-frequency Identification (RFID): Addressing Concerns over Information Collection and Usage. Video of a roundtable discussion at the University of Washington School of Law, July 19, 2007. Available at **www.law.washington.edu/lct/Events/rfid**

Privacy Impact Assessment for the Use of Radio Frequency Identification (RFID) Technology for Border Crossings. U.S. Department of Homeland Security, January 22, 2008.

European Commission RFID policy and information: **http://ec.europa.eu/information_society/policy/rfid/index_en.htm**

The RFID Ecosystem Project at the University of Washington: **http://rfid.cs.washington.edu**

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

ما بعد تعرّف البصمات(*)

إن نظم الأمن القائمة على السمات الحيوية والسلوكية يمكنها توفير حماية من انتحال الشخصية أفضل من أية وسيلة حماية أخرى .

<A. K. جَين> ـ <Sh. پانكانتي>

إذا كنت مثل الكثيرين من الناس، فإن خوض غمار تعقيدات الحياة اليومية يعتمد على مجموعة من البطاقات وكلمات السر التي تُثبت هويتك. فإذا فَقَدت بطاقتك، فإن **آلة الصرافة الآلية** (ATM) سترفض إعطاءك النقود. وإذا نسيت كلمة السر، فإن حاسوبك قد يمتنع عن تنفيذ أوامرك. وإذا سمحت لبطاقاتك أو كلمات سرك بالوقوع في أيدٍ غير أمينة، فإن ما كان مخصّصا ليكون إجراء أمنيا يمكن أن يصبح أداة للتزوير وانتحال الشخصية. إن **الإحصائيات أو المعايير الحيوية** biometrics(١) ـ أي **تَعرُّف الأشخاص المؤتمت** the automated recognition of people من خلال **السمات** traits(٢) الجسدية والسلوكية ـ تنطوي على إمكانات لتجاوز كثير من تلك المشكلات.

وبالمقارنة مع البطاقات المادية من قبيل بطاقات المصارف مثلا، أو مع معرفة معلومة سرّية من قبيل **رقم التعريف الشخصي** (PIN)(٣)، فإن تزوير السمات الحيوية أو نسخها أو التشارك فيها أو فقدانها أو تخمينها يُعدُّ عملا شديد الصعوبة. وبالفعل، فإن تلك السمات توفِّر الطريقة الوحيدة لتحديد ما إذا كان الشخص قد مُنح وثائق رسمية متعددة، من قبيل إجازة قيادة السيارة أو جواز السفر، بأسماء مختلفة. وهي سهلة الاستخدام في إثبات الهوية. ومع ذلك اكتسبت نظم المعايير الحيوية رواجا في السنوات الأخيرة. فالحواسيب المحمولة والهواتف الخلوية، التي تستطيع تمييز بصمة الإصبع مثلا، أصبحت الآن متوافرة تجاريا. وفي بعض البلدان، يُستخدم الأمن القائم على المعايير الحيوية في حماية بطاقات الصرافة الآلية وجوازات السفر وغيرها، ولتحديد إنْ كان يسمح للشخص بدخول بناء ما أو للتأكّد من أنه مخوّل بتسلم دفعات مالية. ومازالت هذه النظم غير تامة الدقة، ولكن باستخدام المحسّات الرخيصة الثمن والمعالجات الميكروية (الصغرية) القوية المتاحة حاليا، فإن تقانة المعايير الحيوية سوف تصبح بالتأكيد أوسع انتشارا.

معايير الجسد(**)

ليست الإحصائيات أو المعايير الحيوية فكرة جديدة. ففي عام 1879، اقترح محقِّق الشرطة الفرنسي <A. برتيلُّون> نظاما معقّدا من مقاسات الجسد، ومنها طول الذراع والقدم، لتحديد المجرمين الذين يكررون جرائمهم. وفي العقد التالي من السنين، أثبت العلماء البريطانيون أن كل بصمة إصبع تحوي نمطا فريدا دائما، ومهدوا بذلك الطريق لتطوير نظام تصنيف بصمات الأصابع عام 1896. وبعد مدة قصيرة، بدأت شرطة سكوتلانديارد بجمع البصمات المتبقية في مسارح الجرائم لتحديد هويات المجرمين. واليوم، تعتمد جميع هيئات تطبيق القانون في العالم تقريبا على بصمات الأصابع لتحديد الخارجين على القانون وكشف الجرائم وإجراء تدقيق في خلفيات الأشخاص الذين يتقدمون إلى وظائف حسّاسة.

لكن بصمات الأصابع ليست المعيار المفضَّل لجميع الأغراض. فقد اعتُمدت عدة خصائص مادية وسلوكية أخرى أيضا، فردية أو مجتمعة، في نظم تحديد الهوية. وحاليا، ينصبُّ اهتمام علم المعايير الحيوية على تصميم نظم تامة الأتمتة تتصف بالسرعة والدقة الفائقتين، وبكونها ودودة للمستخدمين ومُجدية التكلفة، وبإمكان تضمينها في بنى الأمن التحتية الموجودة. وإضافة إلى نظم تعرّف الأصابع، قام المختصون في الثلاثين سنة الماضية بتطوير نظم تحديد هوية تعتمد على سمات من قبيل الوجه واليد والصوت وقزحية العين (*الجزء الملوَّن من العين*).

تتطلَّب نظم المعايير الحيوية سمات لها خاصتان أساسيتان. فالسمة يجب أن تكون فريدة بالنسبة إلى كل شخص، ويجب ألاَّ تتغير كثيرا مع مرور الزمن. وبعض السمات تعطي دقة عالية نسبيا، فيما تُفضي سمات أخرى إلى استخدامٍ أشد سهولة أو

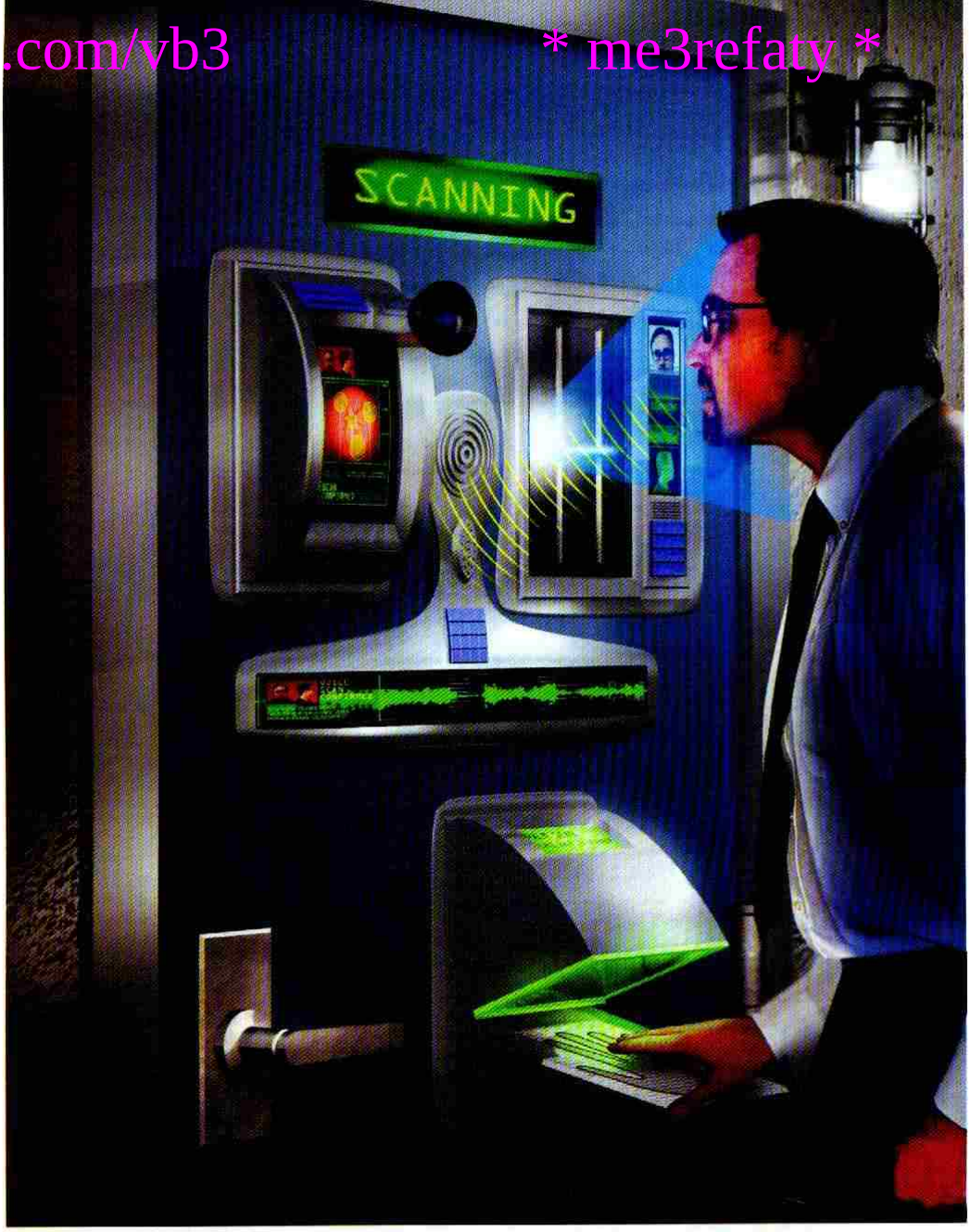
(*) BEYOND FINGERPRINTING
(**) Measures of Man
(١) الدراسة الإحصائية للبيانات الحيوية.
(٢) السمة هي العلامة المميِّزة.
(٣) Personal Identity Number (PIN)

مفاهيم مفتاحية

- **إن نظم تعرُّف الهوية القائمة على المعايير الحيوية أشد مناعة وأسهل استخداما من النظم التقليدية القائمة على بطاقات الهوية وجوازات السفر.**
- **ونظرا إلى توفُّر المعالجات الميكروية القوية والرخيصة اليوم، فإن هذه التقانة هي قيد الانتشار.**
- **مع ذلك، وقبل أن تتمكن نظم المعايير الحيوية من الوصول إلى إمكاناتها الكاملة، فإن على مطوِّريها تخفيض معدلات أخطائها.**

محرِّرو ساينتفيك أمريكان

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *



▶ افتح يا سمسم: لتحسين الدقة، يُحتمل أن تعالج نظم الأمن المستقبلية عدة سمات حيوية معا.

البيانات الحيوية في الميدان(*)

- يجب على دول الاتحاد الأوروبي أن تبدأ بإصدار جوازات سفر تتضمن بيانات حيوية قبل صيف عام 2009.
- بدأت بعض كافتيريات المدارس الثانوية في بريطانيا باستخدام نظام دفعات مالية غير نقدية تعتمد على تعرُّف بصمة الإصبع.
- حديثا، أبرم فريق تقوده الشركة Lockheed Martin عقدا مع مكتب التحقيقات الاتحادي الأمريكي (FBI) مدته عشر سنوات وتصل قيمته إلى بليون دولار لتطوير نظام تعرُّف هوية يتضمن تقانات بيانات حيوية من قبيل بيانات الوجه وقزحية العين وراحة اليد.
- أبرم مكتب إدارة الرواتب في مدينة نيويورك عقدا قيمته 181.1 مليون دولار مع الشركة Science Applications International في سان دييگو لتركيب ساعات لمراقبة دوام العاملين تمسح راحة اليد والأصابع.
- زُوِّد حاسوب توشيبا المحمول Portégé M800 ببرمجيات تعرُّف الوجه إضافة إلى قارئ بصمة إصبع اختياري.

إلى تكلفة منخفضة نسبيا. لذا يعتمد اختيار السمة التي يُفضّل استخدامها معيارا في تعرُّف الهوية على أغراض نظام تحديد الهوية المعتمد. فليس ثمة من قياس وحيد مثالي لجميع التطبيقات.

لننظر إلى السمات الثلاث الأكثر استخداما اليوم، وهي بصمة الإصبع والوجه وقزحية العين. فإضافة إلى استخدام بصمة الإصبع في الأدلة الجنائية، يمثّل تعرُّفها اليوم أساس **نظم المراقبة الحدودية المؤتمتة**(١) في عدد من البلدان. ففي الولايات المتحدة وحدها، قام البرنامج US-VISIT التابع لوزارة الأمن القومي بمعالجة بصمات أكثر من 75 مليون زائر منذ وضعه في الخدمة أول مرة في عام 2004. وإحدى أكبر فوائد استخدام بصمة الإصبع، من وجهة النظر التجارية، هي أن محسات التقاط البصمة رخيصة جدا اليوم (نحو 5 دولارات) وصغيرة إلى حد إمكان وضعها ضمن المنتجات الاستهلاكية كالحواسيب المحمولة والهواتف الخلوية، وحتى ضمن **وحدات الذاكرة اللامتلاشية** (USB)(٢). إلا أن هذه المحسات الصغيرة تسبِّب معدلات أخطاء أعلى من تلك التي تولِّدها نظيراتها، التي هي أكبر حجما منها وأغلى ثمنا، والشائعة في نظم تطبيق القانون، لأنها تمسح جزءا صغيرا من الإصبع، ولأن الصورة التي تلتقطها أقل ميزا(٣).

أما تعرُّف الوجه فبات يلقى شعبيّة بوصفه سمة أمن للحواسيب والهواتف الخلوية، ويعود ذلك جزئيا إلى إمكان الاستفادة من الكاميرات المبيّتة ضمنها والتي أصبحت مكوِّنات شائعة في هذه

(*) BIOMETRICS IN ACTION
(١) automated border control systems
(٢) flash-memory، أي ما يُعرَف بذاكرة الـUSB.
(٣) resolution

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

جودة البيانات الحيوية(*)

يعتمد اختيار سمة أو سمات المعايير الحيوية التي سوف تُستخدم في نظام الأمن على التطبيق. وقد لخّصت نقاط قوة وضعف سمات التعريف الحيوية الأربع التي هي أكثر انتشارا في الجدول أدناه. ومقارنة مع تعرُّف بصمة الإصبع، على سبيل المثال، يسمح تعرُّف القزحية للأشخاص غير المخوَّلين بالولوج بمعدلات أقل، لكنه يحتاج حاليا إلى مِحسات أكبر حجما وأغلى ثمنا، ولذا لا يمكن وضعه ضمن الحواسيب المحمولة والتجهيزات الاستهلاكية بنفس سهولة تركيب ماسح بصمة الإصبع. إن الخبراء متفقون على أنه يجب ألاَّ يزيد معدل «القبول الكاذب» أو «الرفض الكاذب» في نظام معايير حيوية مثالي لاستيقان الهوية على 0.1%. إلا أن اختبارات أجرتها الهيئة القومية الأمريكية للمقاييس والتقانة بيَّنت أن جميع النظم لم تحقِّق متطلبات معدلات الخطأ تلك.

سمات معايير حيوية

الخاصية	بصمة إصبع	وجه	قزحية	صوت
التمييز	عال	منخفض	عال	منخفض
الديمومة	عالية	متوسطة	عالية	منخفضة
جودة التحسُّس	متوسطة	عالية	متوسطة	متوسطة
سرعة النظام وجدوى تكلفته	عالية	منخفضة	عالية	منخفضة
موافقة الناس على استخدام السمة	متوسطة	عالية	منخفضة	عالية
صعوبة تزوير السمة	عالية	منخفضة	عالية	منخفضة
معدل الرفض الكاذب*	0.4 في المئة	2.5-1 في المئة	1.4-1.1 في المئة	10-5 في المئة
معدل القبول الكاذب*	0.1 في المئة	0.1 في المئة	0.1 في المئة	5-2 في المئة

* تعتمد معدلات الأخطاء على بيئة الاختبار وعلى المحسّات المستخدمة وعلى ترتيب المستخدمين ضمن مجموعة الاختبار.

الأجهزة. كما أن نظم تحديد الهوية القائمة على تعرُّف الوجه تكون دقيقة تماما حينما يكون التقاط الصورة ضمن ظروف متحكَّم فيها، من قبيل توجيه الشخص وجهه نحو الأمام بوجود إضاءة الغرفة العادية مع قسمات وجه طبيعية. إلا أنها تغدو أقل دقة عندما تصبح الصورة الأصلية والصورة الجديدة مختلفتين بسبب تغيرات الوضعية والإضاءة والقسمات والسن، وبسبب ملحقات الوجه كالنظّارة واللحية. وهذه الحساسية للتبدلات المستمرة تمثل مشكلة للمراقبة الڤيديوية على وجه الخصوص، حيث لا يقف الأشخاص أمام الكاميرا في الوضعيات المحددة من قبل. لكن هذه التقانة قد تتطوَّر خلال العشر سنوات القادمة إلى حد يمكِّن في المراقبة الڤيديوية من **ملاءمة للوجه**(1) مؤتمتة تماما في الزمن الحقيقي.

وفيما يخص قزحية العين، التي يُعتقد أن بنيتها النسيجية المعقدة فريدة لكل شخص، إضافة إلى كونها دائمة، فإن تعرُّفها يكون عالي الدقة وكبير السرعة. هنا ينظر الشخص ببساطة إلى ماسحٍ بضع ثوان، وبعدئذ تُحلَّل أنماط القزحية الملتقطة وتُسجَّل. وتحصل المطابقة بمقارنة **سلسلة بِتّات الشخص**(2) bits sequence بسلاسل محفوظة في قاعدة للبيانات. إن سرعة هذه الطريقة ودقتها كانت الدافع المحرِّك للتطوُّر الأخير الحاصل في نظم تحديد الهوية الواسعة النطاق والتي تعتمد على القزحية، ومنها **النظام البريطاني** (IRIS)(3)، حيث يمكن للمسافرين المسجَّلين في قاعدة بيانات النظام تخطي قنوات جوازات السفر في المطارات من دون توقف، مختصرين بذلك زمن الانتظار قبل السفر.

إلا أن لتعرُّف القزحية مثالبه. فهذه الطريقة تعتمد، مثلا، على استخدام خوارزميات في تمثيل

(*) HOW THE METRICS MEASURE UP

(1) face matching

(2) أي البيانات الرقمية الناجمة عن تحليل صورة القزحية.

(3) نظام تستخدمه إدارة الهجرة والجوازات البريطانية. لاحظ أن الاسم المختصر للنظام هو IRIS، وهذه كلمة إنكليزية تعني أيضا قزحية العين.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

الأنماط العشوائية التي في القزحية بسلسلة من البتّات، لأنه ليس ثمة خبير بشري يستطيع تقرير ما إذا كانت صورتان للقزحية متطابقتين. لذا، فإن بيانات القزحية غير ملائمة للاستخدام دليلا في المحكمة.

تطابقات منقوصة(*)

يواجه مطوِّرو نظم المعايير الحيوية صعوبات أخرى أيضا. فخلافا لنظم تحديد الهوية التي تتطلب كلمة سر أو بطاقة مادية، فإن على نظم المعايير الحيوية عموما اتخاذ القرارات على أساس تطابقات غير تامة. فأي نظام للمقارنة يمكن أن يقود إلى نوعين أساسيين من الأخطاء. ففي خطأ «**القبول الكاذب**(١)»، يعطي النظام تطابقا ناجحا بين شكل الدخل وشكل في قاعدة البيانات لا يطابقه فعلا. وفي خطأ «**الرفض الكاذب**(٢)»، يعطي النظام، وهو مخطئ، عدم تطابق بين شكل الدخل والشكل الحقيقي المطابق له في قاعدة البيانات.

إن الخبراء متفقون عموما على أن أيا من معدَّلَي القبول الكاذب والرفض الكاذب في **نظام استيقان الهوية المعتمد على المعايير الحيوية**(٣) يجب ألاّ يتجاوز نسبة 0.1% (أي خطأ واحد في كل 1000 قرار تطابق، وخطأ واحد في كل 1000 قرار عدم تطابق). إلا أن تقييما أجرته الهيئة القومية الأمريكية للمقاييس والتقانة بين عامي 2003 و 2006 بيَّن أن معدلات الأخطاء في النظم التي تعتمد على بصمة الإصبع والوجه والقزحية والصوت، وهي سمة حيوية أُخرى شائعة الاستخدام، تتجاوز جميعا مستوى النسبة 0.1% [*انظر المؤطَّر في الصفحة المقابلة*].

إن زيادة مقدار عتبة قرار التطابق يمكن أن تُخفِّض معدلات القبول الكاذب، لكنْ على حساب زيادة معدل الرفض الكاذب. أما تخفيض معدَّلَي الخطأ كليهما معا فسوف يتطلب تطوير محسات حيوية تعطي صورا عالية الجودة، إضافة إلى تنقيح أدوات استخلاص الخصائص والمطابقة. وعلى المصممين أيضا أن يضمنوا أن نظمهم منيعة من التخريب، ومن الناحية المثالية، يجب ألاّ يكون من الممكن استراق بيانات المعايير الحيوية وتعديلها وإعادة إدخالها إلى النظم. ويجب ألاّ يكون من الممكن أيضا العبث بعتاديات المعايير الحيوية وبرمجياتها. لكن هذه الأنواع من الهجمات شائعة في جميع نظم الاستيقان، ومنها النظم القائمة على كلمات السر والبطاقات، ولذا يمكن مجابهتها بالأدوات الراسخة في ذلك المجال. فعلى سبيل المثال، يمكن **للتعمية**(٤) منع الدخلاء من سرقة المعلومات وإعادة استخدامها أو تعديلها.

أما التحدي الكبير فهو تصميم نظام معايير حيوية آمن، لا يَقبل إلا ما يُقدِّمه له مُلاَّكه من سمات غير مزوَّرة من دون أن يُخدع بسمات مزيَّفة أو خادعة، من قبيل نسخة بلاستيكية من إصبع الشخص. ولتحقيق ذلك، يمكن للمحسات التي تتحسَّس الحرارة والإشارات الحيوية الأخرى أن تساعد على ضمان أن الدخل الذي سوف يُقارَن لم يأتِ من جسم غير حيّ.

بل لعل أكثر استراتيجية فعالة لتحسين دقة قياسات المعايير الحيوية ووثوقيتها وأمانها هي استخدام سمات حيوية متعددة أو أمثلة متعددة من السمة نفسها (أكثر من بصمة إصبع مثلا). إن تأكيد هوية الشخص من خلال مثل هذا التركيب يوفِّر برهانا لا شك فيه على أن بيانات المعايير الحيوية قد أتت من الشخص الأصيل، لا من منتحل شخصية. وفي الواقع، فإن كثيرا من نظم جوازات السفر تتطوَّر فعلا بهذه الطريقة. فالبرنامج الأمريكي US-VISIT، الذي كان يمسح إصبعين فقط من أصابع غير الأمريكيين، بدأ بالتقاط بصمات الأصابع العشر، ومن الممكن أن يعالج، في المستقبل، بصمات الأصابع وصورة الوجه معا.

مشكلة الخصوصية العويصة(**)

إن استخدام المعايير الحيوية يمثِّل مصادر قلق مهمة على الخصوصية. فمَن يمتلك البيانات، هل هو الفرد أم مزوِّدو الخدمة؟ هل سوف تُستخدم تلك البيانات في أغراض غير التي خُصِّصت لها، من قبيل استخلاص معلومة عن صحة شخص ما مثلا؟ ومن المحتمل أن تعمل نظم المعايير الحيوية في المستقبل دون أن تسترعي الانتباه، ملتقطة سمات المعايير الحيوية دون تدخُّل فعَّال من المستخدم. وهذا الفعل الخفيّ يزيد من تعميق مشكلة الخصوصية.

إننا لا نرى في الأفق حاليا حلولا عملية صلبة لمعالجة كامل طيف مصادر القلق على الخصوصية. لكننا نعتقد أن هذه المشكلات يمكن أن تُحل من خلال النقاش العمومي ووضع السياسات المناسبة. يجب حل تلك المشكلات، وما هي إلا مسألة وقت فقط سوف ينقضي قبل أن تؤدي التحسينات المستمرة لأدوات المعايير الحيوية إلى دفعها إلى موقع الصدارة ضمن مساعي مكافحة المشكلات المرعبة الخاصة بالأمن وتزوير الهوية التي يواجهها مجتمعنا. ■

(*) Imperfect Matches
(**) The Privacy Conundrum
(١) false accept
(٢) false reject
(٣) biometric authentication system
(٤) cryptography، أو التشفير.

المؤلفان

Anil K. Jain - Sharath Pankanti

<جين> هو أستاذ في أقسام: علم الحاسوب وهندستها، وهندسة الحاسوب والكهرباء، والاحتمالات والإحصاء في جامعة ولاية متشيگان. وهو مؤلف لعدة كتب في الإحصائيات الحيوية. و<پانكانتي> هو مدير مجموعة الرؤية الحاسوبية في مركز الأبحاث IBM's Thomas J. Watson Research Center بنيويورك، حيث يقوم حاليا بتطوير نظم تعرُّف الأجسام للأغراض كافة. وقد سجل كلٌّ من <جين> و<پانكانتي> براءات اختراع عديدة في مجال تعرُّف البصمات.

مراجع للاستزادة

Biometric Recognition: Security and Privacy Concerns. Salil Prabhakar, Sharath Pankanti and Anil K. Jain in *IEEE Security & Privacy*, Vol. 1, No. 2, pages 33–42; March/April 2003.

Biometric Systems: Technology, Design and Performance Evaluation. Edited by James Wayman, Anil Jain, Davide Maltoni and Dario Maio. Springer, 2005.

Handbook of Multibiometrics. Arun A. Ross, Karthik Nandakumar and Anil K. Jain. Springer, 2006.

Probing the Uniqueness and Randomness of IrisCodes: Results from 200 Billion Iris Pair Comparisons. John Daugman in *Proceedings of the IEEE*, Vol. 94, No. 11, pages 1927–1935; November 2006.

Handbook of Biometrics. Edited by Anil K. Jain, Patrick Flynn and Arun A. Ross. Springer, 2008.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

Majallat AlOloom
المجلد 25 ـ العددان 4/3
مارس/إبريل 2009
مجلة العلوم

أهي نهاية الخصوصية؟(*)

على مواقع شبكة الويب الاجتماعية، يتشارك الشبان في أكثر تفاصيل الحياة الشخصية خصوصية، منذرين بإعادة ترتيب ما هو عمومي وما هو خصوصي.

<J. D. سولوف>

له **اسم**(1)، إلا أن معظم الناس لا يعرفون إلا أنه «**صبي حروب النجوم**»(2). في الواقع، تعرفه عشرات الملايين من الناس في مختلف أرجاء العالم. لكن المؤسف هو أن شهرته تعود إلى إحدى أكثر لحظات حياته إحراجا.

ففي عام 2002، حينما كان عمر صبي حروب النجوم 15 سنة، صوّر نفسه على شريط ڤيديو وهو يلوّح بعصا جمع كرات الگولف متخيّلا أنها **سيف الضوء**(3). ونظرا لافتقاره إلى مساعدة خبراء الرقص الذين يعملون في أفلام حروب النجوم، تعثّر في ذلك الڤيديو وكبا كثيرا.

ولقد عثر بعض مشاكسي الصبي على شريط الڤيديو، فأرسلوه إلى موقع ڤيديو في الإنترنت. ولاقى الفيلم الرواج فورا، وكان عدد المستمتعين به كبيرا. وبدأ الناس عبر عالم **المدوّنات**(4) يهزؤون ويسخرون من الصبي لكونه بدينا ومتعثرا ومحدود الاهتمامات.

وبدأت نسخ عدة من ڤيديو صبي حروب النجوم بالظهور معدّلة ومزخرفة بتأثيرات خاصة. فقد أدخل الناس تعديلات على الفيلم لجعل عصا جمع كرات الگولف تتوهج كسيف الضوء. وأضافوا إليه موسيقى من أفلام حروب النجوم، ومزجه آخرون بأفلام أخرى. وصُنعت منه عشرات النسخ المختلفة المزينة، وظهر صبي حروب النجوم في لعبة الڤيديو وفي العرضين التلفزيونيين *Family Guy* و *South Park*. لكن أنْ يسخر زملاء المدرسة من الفتى شيء، وأن تهزأ به جموع الناس في العالم كله شيء آخر. لقد ترك الفتى المدرسة وراح يبحث عن مساعدة نفسية. إن ما حدث لصبي حروب النجوم يمكن أن يحصل لأي شخص وفي أي وقت. فقد أصبح جمع المعلومات الشخصية عادة منتشرة، وازداد عدد الناس الذين يمتلكون هواتف خلوية ذات كامرات ومسجلات رقمية وكامرات ويب وتقانات تسجيل أخرى تلتقط بيسر تفاصيل حياتهم.

ولأول مرة في التاريخ، يستطيع أي شخص تقريبا أن ينشر معلومات في جميع أنحاء العالم. إن الناس لا يحتاجون إلى أن يكونوا مشهورين كي تُجري معهم وسائل إعلام عامة مقابلات، فعبر الإنترنت يستطيع أي شخص الوصول إلى الجمهور في شتى أنحاء العالم.

لقد أدت تقانة المعلومات إلى انقسام بين الأجيال. ففي الجانب الأول، هناك طلبة المدارس الثانوية والكليات الذين تدور حياتهم عمليا حول مواقع الشبكات الاجتماعية والمدوّنات، وفي الجانب الآخر أهاليهم الذين تبقى استعادة الماضي بالنسبة إليهم غالبا محصورة في ذكريات متخامدة، أو في الكتب والصور وشرائط الڤيديو في أفضل الأحوال. أما بالنسبة إلى الجيل الحالي، فالماضي محفوظ في الإنترنت ربما إلى الأبد. وهذا التغير يثير التساؤل عن مقدار ما يمكن أن يتوقعه الناس، أو حتى يرغبون فيه، من الخصوصية في عصر التشبيك الشامل.

جيل گوگل(**)

إن عدد الشبان الذين يستخدمون مواقع شبكة الويب الاجتماعية، كالموقع Facebook والموقع MySpace، مذهل. ففي معظم المدن الجامعية، يمتلك أكثر من 90 في المئة من الطلبة مواقع في الإنترنت. أنا أسمّي النشء الجديد اليوم «الجيل گوگل». فبالنسبة إليهم، سوف تبقى مقاطع كثيرة من معلوماتهم الشخصية في الإنترنت إلى الأبد متاحة لهذا الجيل وللأجيال القادمة عبر بحث بسيط

(*) THE END OF PRIVACY?
(**) Generation Google
(١) اسم الصبي هو Ghyslain Raza.
(٢) the Star Wars Kid
(٣) Lightsaber سيف الضوء هو سيف نصله من الضوء كما ورد في أفلام حروب النجوم الأمريكي.
(٤) Blogosphere المدوّنة هي موقع ويب شخصي يضع فيه صاحبه مقالات تشبه اليوميات يمكن أن يطلع عليها الآخرون ويعلقوا عليها.
(٥) social-networking sites

(التحرير)

مفاهيم مفتاحية

- تتيح **مواقع التشبيك الاجتماعي**(5) توزيع شائعات وأقاويل، تبدو تافهة، على جمهور واسع في جميع أنحاء العالم، وهذا ما يجعل الناس أحيانا هدفا لشائعات يتناقلها ملايين المستخدمين عبر الإنترنت.
- قاد التشارك العمومي في أمور تتعلق بالحياة الخاصة إلى إعادة التفكير في فهمنا الحالي للخصوصية.
- يجب توسيع القانون الحالي بغية ضمان بعض الحماية لخصوصية أشياء يقولها الناس أو يفعلونها كانت تعتبر فيما سبق أمورا عامة.

محررو ساينتيفيك أمريكان

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

بواسطة كوكل.

يُعدُّ هذا الانفتاح جيدا وسيئا في الوقت نفسه. فبإمكان الناس اليوم نشر أفكارهم في كل مكان دون الاعتماد على ناشرين أو مذيعين أو أوصياء تقليديين. إلا أن هذا التحوُّل يؤدي أيضا إلى تهديدات جدية للخصوصية والسمعة. إن صحيفة نيويورك تايمز لا تهتم على الأرجح بآخر الشائعات في مدرسة ثانوية في آيَوا أو في جامعة ولاية أوريگون، لكن المدوِّنين في الويب والآخرين الذين يتواصلون بواسطة الإنترنت يمكن أن يهتموا بها اهتماما كبيرا. فالقصص والشائعات والأقاويل عن الأصدقاء والأعداء وأفراد العائلة ورؤساء العمل والزملاء وغيرهم تمثل لهم مادة أساسية للتراسل عبر الإنترنت.

قبل الإنترنت، كانت الأقاويل والشائعات تنتشر بالكلام الشفوي وتبقى ضمن حدود تلك الدائرة الاجتماعية. وكانت التفاصيل الخصوصية تنحصر في مذكرات يومية مقفلا عليها في درج مكتب. أما التشبيك الاجتماعي الذي أحدثته الإنترنت، فهو يتيح للمجتمعات في جميع أنحاء العالم أن يعودوا إلى ثقافة الروابط الوثيقة للمجتمع ما قبل الصناعي، الذي كان كل فرد فيه تقريبا، في العشيرة أو في القرية، يعرف كل شيء عن جيرانه. والفارق اليوم هو أن «أهل القرية» منتشرون في جميع أنحاء العالم.

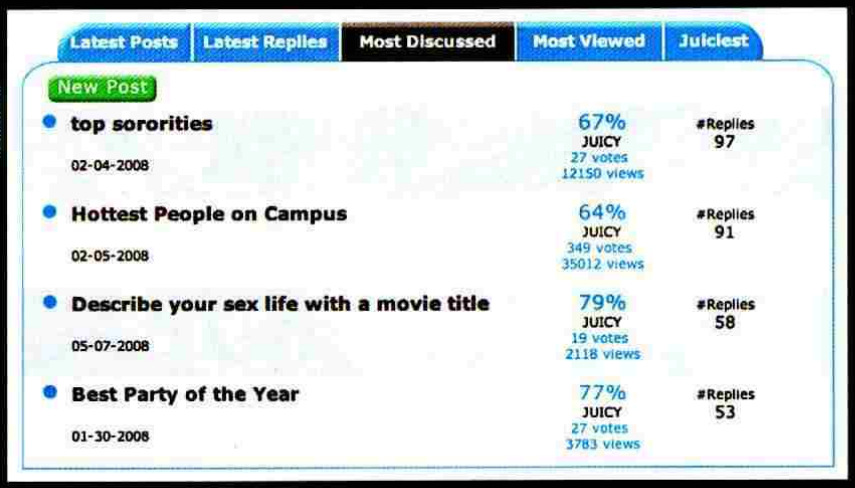
وبدأ طلبة الجامعات بتبادل تفاصيل بذيئة

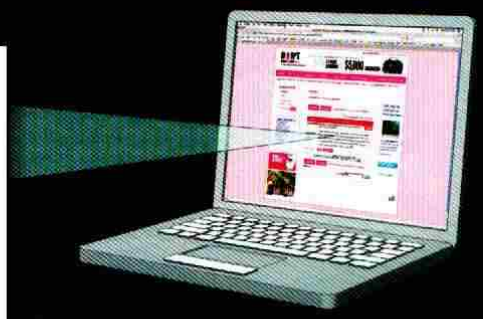
www.liilas.com/vb3 *.me3refaty.*

ثرثرة مع العالم(*)

لا توجد تفاصيل شديدة الخصوصية بالنسبة إلى مواقع الويب التي تنشر بذاءات واستغلالات جنسية وشائعات متنوعة أخرى عن الحياة الجامعية.

الموقع JUICYCAMPUS هو نشرة إلكترونية واسعة الانتشار يستطيع الطلبة أن يرسلوا إليها ثرثرات وشائعات عن طلبة آخرين مُغفلة المصدر. وقد أعلن الموقع انه أنشئ «لمهمة بسيطة هي إتاحة الفرصة للكلام الحر المغفل المصدر عبر الإنترنت عن استخدامات المدن الجامعية.» والأقاويل في هذا الموقع هي مزيج من الثرثرات عن الجنس والمخدرات والكحول والمرض ومواضيع أخرى، منها الجوانب القذرة في الحياة الجامعية.





DON'T DATE HIM GIRL موقع يتيح للنساء إرسال همومهن المتعلقة بالرجال الذين ارتبطن بهم بعلاقات غرامية. وتتضمن حكاياتهن عن أولئك الرجال المتقلبين: أسماءهم الحقيقية وغالبا، صورهم. وتدّعي شكاوى بعضهن غير المتحقق منها أن الرجال نقلوا إليهن أمراضا بطريق الجنس أو أنهم أذوهن جسديا.

تخص زملاءهم. فموقع الويب JuicyCampus يمثل نشرة إلكترونية تتيح للطلبة في أنحاء البلاد كافة إرسال سيل من الرسائل القصيرة القذرة عن الجنس والمخدرات والكحول، دون ذكر مصدرها وإثبات أصالتها. ويدعو موقع آخر، هو Don't Date Him Girl(١)، النساء إلى إرسال شكاوى على الرجال، الذين ربطتهم بهن علاقات غرامية، مع أسمائهم الحقيقية وصورهم الفوتوغرافية.

لكن مواقع التشبيك الاجتماعي والمدوّنات ليست المهدِّدات الوحيدة للخصوصية. فوفقا لما أوضحته مقالات عدة في العدد 2008/9 من مجلة *ساينتيفيك أمريكان*، تَجمع الشركات معلوماتنا الشخصية وتستعملها في كل مناسبة. فشركة بطاقتك الائتمانية تمتلك سجلا لمشترياتك. وإذا كنت تشتري عبر الإنترنت، فإن الباعة يحتفظون بسجلات لكل شيء تشتريه. ولدى مزوِّدك بخدمة الإنترنت معلومات عن كيفية تجوالك في الإنترنت. ولدى شركة **الكَبل**(٢) التلفزيوني التي تتعامل معها بيانات عما تشاهده من برامج تلفزيونية.

والحكومة أيضا تُعرِّض الخصوصية للخطر بإنشائها قواعد بيانات هائلة يمكن البحث فيها عن أنماط سلوكية مشبوهة. ووكالة الأمن القومي الأمريكية تسمع تسجيلات ملايين المكالمات الهاتفية وتفحصها. وتحلِّل وكالات أخرى المبادلات المالية. وتمتلك آلاف الإدارات الحكومية، على مستوى الدولة وعلى مستوى الولاية، سجلات معلومات شخصية تخص وقائع الولادة والزواج والتوظيف والملكية وغير ذلك. وتلك المعلومات تُحفظ غالبا في سجلات عمومية، وهذا ما يجعلها متاحة لأي شخص. وهذا التوجُّه نحو المزيد من البيانات الشخصية التي يمكن الوصول إليها، سوف يستمر بالنمو مع تحول المزيد من السجلات إلى الشكل الإلكتروني.

حقائق سريعة

يرسل الناس كل يوم **65 ألف** فيلم ڤيديو عبر الموقع YouTube.

في عام 2006، تجاوز عدد الصفحات الشخصية في الموقع MySpace **100 مليون** صفحة.

ازداد عدد المدونات من **50** مدونة في عام 1999 إلى **50 مليون** مدونة حاليا.

أكثر من **50 في المئة** من المدونات يكتبها أطفال أعمارهم أقل من **19** سنة.

(*) Blabbing to the World

(١) لا تتواعدي معه أيتها الفتاة.

(٢) لقد عرَّبنا الكلمة cable بالكلمة كبل، وجمعها كبال، على وزن حبل وحبال. (التحرير)

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

الإنترنت لا تنسى أبدا(***)

يمكن لرسالة في الموقع YouTube أن تُحدث سخرية في العالم كله بمجرد الضغط على مفتاح الإدخال. حينما تقدَّم شاب بطلب توظيف إلى شركة استثمار أمريكية، أرسل إليها فيلم فيديو مع ملخص لسيرته. كان اسم الفيلم لا شيء مستحيلٌ، ويظهر فيه الطالب منهمكا في ألعاب رياضية بطولية متنوعة، من رفع ثقل يبلغ نحو 220 كيلوغراما، إلى قفزة تزلج على الثلج، إلى كسر لبنة آجرٍّ بضربة كاراتيه. وتفاخر الطالب في هذا الفيلم بإنجازاته الرياضية وبنجاحه الشامل في حياته.

من فضل القول إن الفيلم لم يكن مناسبا للوظيفة التي كان ينشدها، وأن تفاخره كان زائدا عن المعقول إلى درجة جعلت الفيلم مضحكا جدا. ويبدو أن شخصا في شركة الاستثمار سرَّب الفيلم الذي أرسل فيما بعد إلى الإنترنت. ولاقى الفيلم رواجا فوريا وشاهده مئات آلاف الأشخاص. وقد استُهزئ بالطالب عبر الإنترنت وسُخر منه، وتضاءلت فرص توظيفه. صحيحٌ إنه ارتكب خطأ وإنه ربما تعلم درسا، لكن تبجحه الطائش وسوء تقديره سيبقيان الآن محفوظين في فضاء الإنترنت إلى الأبد.

مستقبل السمعة(*)

يقلل الإفشاء الواسع للمعلومات الشخصية المقدرة على حماية السمعة التي يحرص المرء على تقديمها جيدة إلى الآخرين. فللسمعة دور مهم في المجتمع، والاحتفاظ بتفاصيل حياة المرء الشخصية سريةً شيء أساسي لها. إننا ننظر إلى سمعة الشخص لنقرر إنْ كنا سوف نصادقه أو نخرج معه في موعد غرامي أو نوظفه أو نعقد معه صفقة تجارية.

وقد يجادل بعضهم في أن تلاشي الخصوصية يمكن أن يتيح للناس أن يكونوا أقل خجلا وأكثر نزاهة. لكن حينما تُكشف خطايا الجميع، يمكن لحكم أحدهم على الآخر ألا يكون أقل تعسفا. فامتلاكي معلوماتك الشخصية قد لا يساعد على تحسين حكمي عليك، بل يمكن في الواقع أن يزيد احتمال أن أدينك بتسرُّع. أضف إلى ذلك أن فقدان الخصوصية يمكن أن يكبح الحرية. فقدرة الآخرين المتزايدة على الرؤية عبر عالم الإنترنت الشفاف تعني أنه لا يمكنك البتة التخلُّص من أخطاء الماضي.

إن الناس بحاجة إلى أن يكون لديهم خيار «البدء من جديد» لإعادة صياغة أنفسهم خلال حياتهم. وفقا لما قاله الفيلسوف الأمريكي <J. ديوي> مرة: الإنسان ليس «شيئا كاملا أو مثاليا أو تاما،» بل هو «شيء متحرك متغير مستقل، وأهم من ذلك، خلاَّق، لا جامد.» في الماضي كانت أحداث عهد الصبا وحماقاته تُنسى في النهاية، وهذا ما يوفر لنا فرصة البدء من جديد والتغيُّر والنمو. لكنْ مع وجود هذا الكم الكبير من المعلومات في الإنترنت، يصبح من الصعب جعل تلك الأمور قابلة للنسيان. إن على الناس اليوم أن يعيشوا مع أعباء ماضيهم الرقمية.

ويعني هذا الانفتاح أن الفرص أمام الجيل كوكل في المستقبل يمكن أن تكون محدودة بسبب شيء ما اقترفوه قبل سنين حينما كانوا مراهقين طائشين. فأسرارهم الشخصية يمكن أن يكشفها أناس آخرون يعرفونهم، أو يمكن أن يقعوا ضحية لشائعة كاذبة من دون أن يدروا. ومع ذلك، فقد بدأ العديد من الناس، شئنا أم أبينا، باعتياد أن يكون ثمة كمٌّ كبير من معلوماتهم الشخصية في الإنترنت.

ما الذي يجب فعله؟(**)

هل بإمكاننا الحيلولة دون قدوم يوم يُتداول فيه كمٌّ كبير من المعلومات عن حياة الناس الخاصة خارج دائرة سيطرتهم؟ وبحزم، يقول بعض التقانيين وعلماء القانون: لا. ويؤكدون على أن الخصوصية لا تلائم أبدا عالما تجري فيه المعلومات بهذه الحرية. يقول <S. ماكنيلي> [من الشركة Sun Microsystems]: «لقد أصبحت خصوصيتكم تساوي الصفر فعلا. انسوها.» وقد أُعلن في عدد لا يحصى من الكتب والمقالات «نهاية» و «موت» و «خراب» الخصوصية.

إن هذه التصريحات هي تصريحات تعسفية، إنْ لم نصفها بأسوأ من ذلك. فما زال من الممكن حماية الخصوصية، لكن تحقيق ذلك يتطلب إعادة النظر في التصورات السابقة لهذا المفهوم. وينطوي أحد تلك التصورات على أن الخصوصية تتطلب سرية تامة، لأنه بمجرد كشف المعلومات للآخرين، تصبح غير خاصة. لكن مفهوم الخصوصية هذا لا يناسب عالما متواصلا بالإنترنت. والجيل الناشئ اليوم يفهم الخصوصية بطريقة مختلفة. فالشبان يعلمون أنهم يتبادلون المعلومات الشخصية مع أناس آخرين لا حصر لعددهم بصورة دائمة، ويعلمون أيضا أنهم يتركون أثرا من المعلومات حيثما ذهبوا.

إن فهم الخصوصية الأكثر دقة الذي يعتمده جيل كوكل ينطوي على أن الشخص يجب أن يمتلك شيئا من السيطرة على المعلومات الشخصية التي تصبح متاحة للعموم. وأفراد هذا الجيل يريدون أن يكون لهم رأي في كيفية نشر تفاصيل حياتهم الخاصة.

لقد احتلت قضية التحكم في المعلومات

(*) The Future of Reputation
(**) What Is to Be Done?
(***) The Internet Never Forgets

المؤلف

Daniel J. Solove

أستاذ القانون في مدرسة القانون بجامعة جورج واشنطن ومؤلف الكتابين:

- The Future of Reputation: Gossip, Rumor, and Privacy on the Internet, *Yale University Press, 2007*
- Understanding Privacy, *Harvard University Press, 2008*

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

الشخصية موقع الصدارة في عام 2006 حينما أطلق الموقع Facebook ميزة تدعى News Feeds ترسل ملاحظة إلى أصدقاء الشخص، المسجلين في تلك الخدمة، كلما تغيَّر شيء في معلوماته الشخصية في الإنترنت وكلما جرى تحديثها. وفوجئ الذين يُديرون الموقع بأن الكثيرين من مستخدميه قابلوا ذلك بغضب شديد، فقد بلغ عدد المحتجين نحو 700 000 شخص. ولأول وهلة، يبدو الاحتجاج على الخدمة News Feeds محيِّرا، ذلك أنه كانت للعديد من المستخدمين الذين اعترضوا معلوماتٌ شخصية متاحة كليا للعموم. فلماذا اعتبروا أن تنبيه أصدقائهم إلى التغييرات انتهاكا للخصوصية؟

وبدلا من اعتبار الخصوصية أسرارا مخبأة في خزائن مغلقة، فقد اعتبروا أن المشكلة هي إمكان الوصول إليها. لقد تصوروا أن معظم الناس لن يتفحصوا صفحاتهم بدقة كافية ليلاحظوا التغييرات الطفيفة التي يُدخلونها فيها وتحديثاتها. فهم يستطيعون إجراء تغييرات غير ملحوظة، إلا أن الخدمة News Feeds جعلت المعلومات ملحوظة على نحو واسع. لذا، لم يكن الاعتراض المتعلق بالخصوصية يخص السرية، بل عدم إتاحة المعلومات على نطاق واسع.

وواجه الموقع Facebook في عام 2007 احتجاجا آخر يتعلق بالخصوصية حين أطلق منظومة إعلانية مؤلفة من قسمين يدعيان Social Ads و Beacon. فبواسطة الأول، كلما كتب مستخدم شيئا إيجابيا عن منتَج أو فيلم مثلا، استعمل الموقع Facebook اسمه وصورته وكلماته في إعلانات تُرسَل إلى أصدقائه على أمل أن يؤدي تقريظه إلى تحريض مستخدمين آخرين على شراء المنتج أكثر مما يفعله الإعلان. وبواسطة الخدمة Beacon، جعل الموقع Facebook التشارك في البيانات يشمل مختلف مواقع الويب التجارية الأخرى. فإذا اشترى شخص ما بطاقة سينما من الموقع Fandango أو شيئا ما من موقع آخر، ظهرت هذه المعلومات مباشرة في صفحته الشخصية المتاحة للعموم.

لقد شغَّل الموقع Facebook هذه البرامج من دون أن يُعلم مستخدميه بذلك على الوجه السليم. ووجد الناس أنفسهم، من دون أن يدروا، يروجون منتجات في مواقع أصدقائهم على الويب. وصُدم البعض برؤية مشترياتهم الخاصة معروضة للعموم فجأة في مواقع ويب أخرى بوصفها جزءا من معلوماتهم الشخصية التي ظهرت في الموقع Facebook.

وأفضى الاحتجاج، والعريضة التي تلته والتي نُشرت في الإنترنت، إلى مطالبة الموقع Facebook بإعادة صياغة ممارساته. فقد جذبت تلك الوثيقة بسرعة عشرات ألوف التواقيع، وأدت في النهاية إلى تغييرات عدة. وتبين تلك الأمثلة، أن الخصوصية ليست دائما مسألة تشارك في الأسرار. فمستخدمو الموقع Facebook لم يقبلوا أن تُستعمل هوياتهم لترويج منتجات بواسطة الخدمة Social Ads. فأنْ يكتب المرء عن استمتاعه بمشاهدة فيلم أو بسماع موسيقى شيء، ولكن أنْ يُستعمل رأيه لترويج منتجات لبيعها للآخرين شيء آخر.

تغيير القانون(**)

لدى كندا ومعظم البلدان الأوروبية تشريعات للخصوصية أشد صرامة مما لدى الولايات المتحدة التي قاومت سَنَّ تشريعات شاملة لها. فقوانين الخصوصية في البلدان الأخرى تقر بأن كشف المعلومات للآخرين لا يبطل حق المرء في الخصوصية. وازدياد إمكان الوصول إلى المعلومات الشخصية يعني أن قانون الولايات المتحدة يجب أن يبدأ أيضا بالإقرار بالحاجة إلى حماية درجة من الخصوصية في النطاق العمومي.

لكن قانون الولايات المتحدة يتميز، في بعض المجالات، بمنظومة متطورة للتحكم في المعلومات. فقانون حماية حقوق النشر يقر بحقوق قوية فيما يتعلق بالمعلومات العمومية، حاميا مجالا واسعا من الأعمال، من الأفلام إلى البرمجيات وغيرها. والحصول على حماية حق النشر لا يتطلب وضع العمل الفكري خلف أبواب مغلقة. فبإمكانك قراءة مجلة محمية وعمل نسخة لاستعمالك الشخصي وإعارتها للآخرين. لكنك لا تستطيع فعل كل ما تشاؤه، من قبيل تصوير المجلة من الغلاف إلى الغلاف، أو بيع النسخ المصورة في الشارع. إن قانون حماية حق النشر يحاول الوصول إلى توازن بين الحرية والتحكم، على الرغم من أنه لا يزال عليه أن يعالج الخلافات الجارية في العصر الرقمي.

إن أقرب قانون أمريكي يتعلق بالخصوصية في مجال القضاء، ويشابه قانون حماية حقوق النشر، هو **قانون جنحة الاستحواذ غير المشروع**(1) الذي يمنع استعمال اسم شخص آخر أو صورته لمنفعة مالية. لكن المؤسف هو أن القانون قد تطور بطريقة جعلته في الغالب غير فعال تجاه تهديدات الخصوصية التي تبرز الآن. إن قانون حماية حقوق النشر يعمل مبدئيا كشكل من قانون حماية حق الملكية، حاميا أعمالا خلاقة من قبيل أغنية أو لوحة فنية. لذا، بغية مواجهة التهديدات المتزايدة للخصوصية، يجب توسيع مجال قانون جنحة

استراتيجيات لحماية الخصوصية(*)

إن قوانين حماية الخصوصية في الولايات المتحدة أقل صرامة منها في الدول الأخرى. لكن الرغبة في حماية حياة الناس الخاصة في الإنترنت استدعت تفكيرا جديدا بكيفية الموازنة بين الانفتاح والحاجة إلى تقييد نشر التفاصيل الشخصية.

جنحة الاستحواذ غير المشروع

لا يمكن استعمال اسم <أنجلينا جولي> أو شكل وجهها مثلا في إعلان لكسب منافع مالية من دون الحصول على موافقتها. ولمواجهة إساءة الاستعمال في الإنترنت، يمكن توسيع القانون العام لهذه الجنحة كي يمنع إرسال الصور عبر الإنترنت من دون موافقة.

جنحة خرق السرية

ثمة حماية للمعلومات الشخصية التي يُباح بها في إطار علاقات ذات طبيعة خاصة كتلك التي تكون مع الأطباء والمحامين ورجال الدين وغيرهم. لكن قانون هذه الجنحة يمكن أن يقوّى ليغطي علاقات أخرى كعلاقات العشاق المتخاصمين أو الأصدقاء السابقين أو الأزواج المفترقين.

الخصوصية في النطاق العمومي

بموجب القانون الأمريكي، لا يتمتع الشخص بأي حقوق تتعلق بالخصوصية حينما تصبح المعلومات عمومية. أما في كندا وفي العديد من الدول الأوروبية، فإن الإفشاء لا ينطوي على فقدان جميع تلك الحقوق. وعلى الولايات المتحدة أن تدرك أن الشخص لا يضحّي بجميع حقوقه المتعلقة بالخصوصية حينما يظهر في النطاق العمومي.

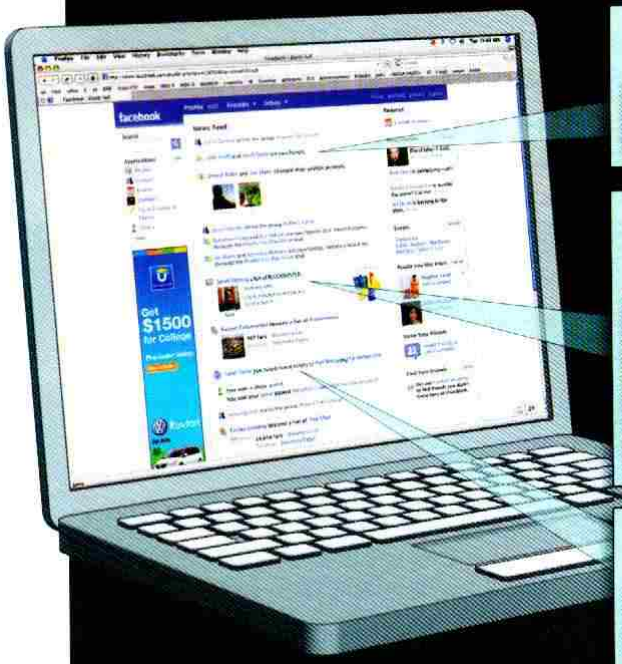
D.J.S.

(*) STRATEGIES TO PROTECT PRIVACY
(**) Changing the Law
(1) appropriation tort law

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

حياتي هي حياتك(*)

طالَبَ مستخدمو الموقع Facebook بمزيد من حماية الخصوصية بعد أن أرسلت ثلاث خدمات فيه معلومات إلى «أصدقائهم» من دون أن تطلب إذنا منهم.



1 الخدمة News Feeds. تُرسِل ملاحظة إلى أصدقاء المستخدم المسجلين في موقع الويب كلما حدث تغيير في صفحته الشخصية. لكنّ بإمكان المستخدم الآن إلغاء هذه الخدمة.

أصبح خجوش سميث و حسارة تايلور صديقين الآن.

2 الخدمة Social Ads. يتلقى الأصدقاء تعليقات على مُنتَج أو فيلم (التعليقات الإيجابية فقط) مصحوبة بمعلومات شخصية مثل اسم الشخص الذي كتب التعليق وصورته. لكن المستخدم يستطيع إيقاف توزيع هذه التعليقات.

حسارة تايلور معجبة بشركة الڤيديو BLOCKBUSTER.

عرض خاص
احصل على Blockbuster بالبريد مقابل 3.99 دولار شهريا.

سارة

الجهة الراعية

3 الخدمة Beacon. يُذكر شراء المستخدم بطاقة فيلم أو أي منتَج أو خدمة أخرى فورا في صفحته الشخصية، لكن المستخدم يستطيع منع ذلك.

حسارة تايلور اشترت بطاقات فيلم الرجل الحديدي مستخدمة الموقع Fandango.com.

الاستحواذ غير المشروع. ويمكن للتوسيع أن يتضمن التفسير الأصلي (العائد إلى بداية القرن العشرين) لهذا المبدأ من القانون العام الذي اعتبر الخصوصية أكثر من وسيلة لحماية الملكية. فقد صدر عن المحكمة العليا في ولاية جورجيا عام 1905: «إن الحق في الانسحاب من الحياة العامة **في الوقت الذي يجده الشخص مناسبا**[1]... متضمن في حق الحرية الشخصية.» أما اليوم فلا تطبق تلك الجنحة حين يظهر اسم شخص أو صورته في الأخبار أو الفن أو الأدب أو في مواقع التشبيك الاجتماعي. ففي الوقت الذي تمنع فيه جنحة الاستحواذ غير المشروع استعمال اسم شخص أو صورته من دون موافقته على الدعاية لمنتجات، فإنها تسمح بأن يُستعملا في قصة إخبارية. ولهذا القصور دلالة مهمة، فهو يعني أن الجنحة لن تطبق إلا نادرا على الإرسالات في الإنترنت.

إن أي توسيع لمجال تطبيق جنحة الاستحواذ غير المشروع يجب أن يأخذ في الحسبان ضرورة التنافس للتمكين من الجمع المشروع للأخبار ونشر المعلومات العامة. وقد لا تطبق الجنحة إلا عندما تُستعمل الصور والمعلومات الشخصية الأخرى بطرائق لا تهم العموم، وهذا معيار سوف يكون حتما موضوعا للمداولات القضائية الجارية.

ليس الاستحواذ غير المشروع الجُنْحَةَ الوحيدةَ المتعلقة بالخصوصية في القانون العام التي تحتاج إلى إصلاح كي تصبح أكثر ملاءمة لعصر الاتصالات الرقمية المتشابكة. لدينا فعلا الكثير من الوسائل القانونية لحماية الخصوصية، إلا أنها مشلولة حاليا نتيجة لمفاهيم الخصوصية التي تمنعها من أن تطبق تطبيقا فعالا. إن التطوير الأوسع للقانون يجب أن يأخذ في الحسبان استعمالات المعلومات الشخصية، التي تنطوي على مشكلات كتلك المبينة في مثال صبي حروب النجوم وفي الخدمة Beacon التي تتبع الموقع Facebook.

سوف يكون من الأفضل، إنْ أمكن، حل هذه الخلافات من دون اللجوء إلى المحاكم. ونظرا للانتشار الواسع للتشبيك الإلكتروني، يجب على الأغلب إدخال تغييرات في القانون العام. والتهديدات التي تتعرض لها الخصوصية هائلة، وقد بدأ الناس يدركون أهمية اعتبارها حقا أساسيا. وفي سبيل هذا الهدف، يجب على المجتمع أن يطور فهما جديدا أكثر دقة لما هو عمومي وما هو خصوصي، يعترف بأن مزيدا من المعلومات الشخصية سيكون متاحا، وفي الوقت نفسه يحمي بعض الخيارات التي تخص كيفية التشارك في المعلومات وكيفية توزيعها. ■

(*) My Life Is Your Life

(١) غالبا ما يفقد المشاهير خصوصيتهم، وتصبح تفاصيل حياتهم على ألسنة جميع الناس. والمقصود هنا هو أنه يحق للمرء أن ينسحب من الحياة العامة، وأن يحتفظ بتفاصيل حياته الخاصة. (التحرير)

مراجع للاستزادة

Privacy and Freedom. Alan Westin. Atheneum, 1967.

Philosophical Dimensions of Privacy: An Anthology. Ferdinand Schoeman. Cambridge University Press, 1984.

The Future of Reputation: Gossip, Rumor, and Privacy on the Internet. Daniel J. Solove. Yale University Press, 2007.

Guarding Life's Dark Secrets: Legal and Social Controls over Reputation, Propriety, and Privacy. Lawrence M. Friedman. Stanford University Press, 2007.

Understanding Privacy. Daniel J. Solove. Harvard University Press, 2008.

Scientific American, September 2008

www.liilas.com/vb3 *me3refaty*

المصابيح الكهربائية(*)

التحوّل جارٍ

ربما تصبح **المصابيح المتوهجة**(١) (ILs) شيئا من التاريخ. ففي عام 2007 لم تحقق **المصابيح المتفلورة المرتصّة**(٢) (CFLs)، التي هي أكثر كفاءة طاقية، سوى تقدم متواضع؛ لأنها أغلى سعرا. ولكن الكونغرس الأمريكي مرّر في الشهر 2007/12 مشروع قانون رئيسيا حول الطاقة يتضمن معايير جديدة تتعلق بالإضاءة، تُلْزم المصنّعين الذين يبيعون أي نوع كان من المصابيح التي قدرتها 100 واط أن يصنّعوها بكفاءة تفوق بنحو 30 في المئة الكفاءة الحالية للمصابيح المتوهجة التي قدرتها 100 واط، وذلك بحلول عام 2012. وسوف تنفذ متطلبات مماثلة تتعلق بالمصابيح التي قدرتها 75 واط في عام 2013، وبالمصابيح التي قدرتها 60 واط و 40 واط في عام 2014. وقد وضعت أوروبا أيضا قواعدها الخاصة بها. والمصابيح المتفلورة المرتصّة تلبي بالفعل هذه المواصفات. ومع أن المصنعين سيحاولون تحسين **العتاديات** hardware القديمة، فإن المصابيح الجديدة هي بوضوح أفضل المصابيح المتوافرة حاليًا، وهي لا تزال تتحسن.

تقدمت التقانة داخل المصابيح تماما [*انظر الأشكال التوضيحية*]، فسلك التنكستن، في مصباح متوهج، يسطع عند درجة حرارة تفوق 2200 درجة سيلزية، ولذلك يجب أن يكون السلك منتظما تماما؛ لأن أي عيب بسيط فيه يؤدي إلى احتراقه بسرعة. ومع ذلك، فإن نحو 10 في المئة فقط من الكهرباء التي يستهلكها المصباح يصدر على شكل ضوء مرئي، في حين يشع نحو 90 في المئة منها على شكل حرارة. أما المصباح المتفلور المرتصّ فكفاءته أكبر بأربع مرات من كفاءة المصباح المتوهج. ولذلك يمكن لمصباح متفلور مرتصّ قدرته 26 واط أن يسطع مثل مصباح متوهج قدرته 100 واط ولا يستهلك سوى ربع الطاقة. و**المصابيح المتفلورة الأنبوبية الشكل**(٣) (TFB) الشائعة في التنوير من الأعلى أكثر كفاءة أيضا بقليل، لكنها لا تَرْكَب في **مقابس** sockets الضوء العادية مثلما تفعل المصابيح المتفلورة المرتصّة.

لا يزال في المصابيح المتفلورة المرتصّة بعض المشكلات التي يعمل المصنّعون على حلها. فالمستهلكون يجدون، مثلا، أن ضوءها شديد جدا. يقول <J. داكين> [كبير المهندسين الاستشاريين في الشركة GE Lighting بكليفلاند]: «العين البشرية ترغب في رؤية الأطوال الموجية اللونية جميعها.» لكن المادة المتألقة بالفسفرة التي تكسو داخل المصباح تفشل في إصدار بعض الأطوال الموجية. ويوضح <داكين> قائلا: إن التحسينات الجارية على هذه المادة ستسد ذلك النقص.

كما أن المصابيح الأولى كانت تأخذ دقائق عدة قبل أن تصل إلى إصدارها الكامل وكانت تصدر صوتا ويرتجف ضوؤها أحيانا، لكن **المكابح** ballasts الإلكترونية التي حلّت محل المكابح المغنطيسية والتي كانت موجودة فيها أصلا وضعت حدا لهذه العيوب وأتاحت أيضا أشكالا أنبوبية أصغر. ويقول <J. ميير> [المدير العام للشركة GE

(*) THE SWITCH IS ON

(١) incandescent lightbulbs

(٢) compact fluorescent lightbulbs والمصابيح المتفلورة هي الشائعة باسم مصابيح النيون.

(٣) tubular fluorescent bulbs

(٤) Light-emitting diodes

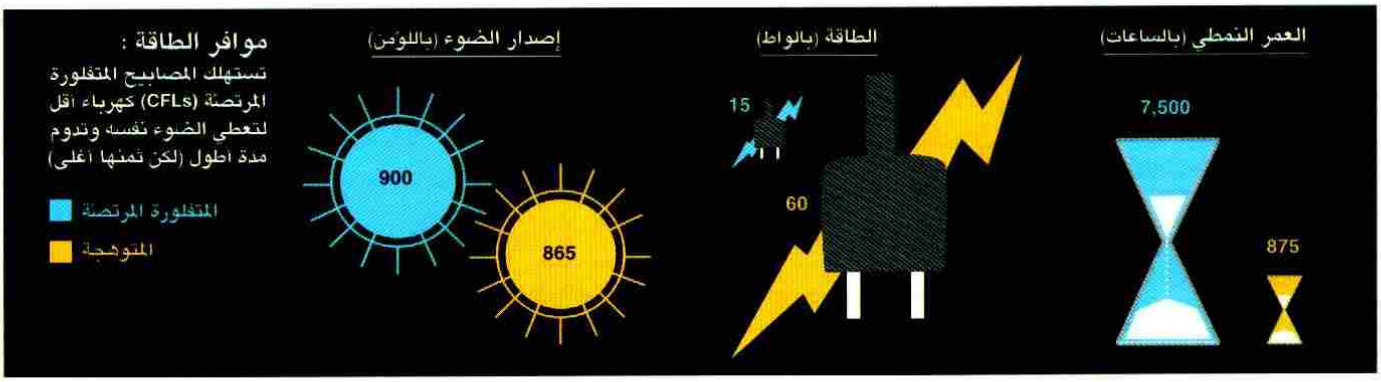
هل تعلم ...

التيار المستمر (DC)/ المتناوب (AC): بخلاف معظم اللوازم الكهربائية المنزلية تقريبا، يمكن للمصباح المتوهج العادي المستعمل في مقابس التيار المتناوب العادية، أن يعمل في مقبس التيار المستمر أيضا ـ وذلك إذا حدث أن صادف أحد ما مثل هذا المقبس.

الثلاجة المستبردة (CR): دفعت التحسينات الحديثة التي أجريت على الديودات المصدرة للضوء الأبيض(٤) (LEDs)، الشركة Wal-Mart إلى الاستعاضة بها عن المصابيح المتوهجة الحارة الموجودة داخل ثلاجات الأغذية والجمّادات freezers في مخازنها جميعا. فالديودات المصدرة للضوء تبقى أبرد كثيرا وهذا يخفض حمل التبريد ويستهلك كهرباء أقل أيضا.

الزئبق: تحتوي المصابيح المتفلورة، العادية (FLs) منها والمرتصّة (CFLs)، كما يشار على مغلفاتها، على كميات صغيرة من الزئبق. وينبغي أن يُتخلص من المصابيح التالفة بالصورة المناسبة، وتختلف الأنظمة حول هذا الأمر من ولاية إلى أخرى. ويحاول المصنعون أن يخفضوا كمية الزئبق اللازمة. وهم يجابهون الانتقادات الموجهة إلى المصابيح المتفلورة المرتصّة بالإشارة إلى أن الكهرباء الإضافية اللازمة لتشغيل المصابيح المتوهجة المكافئة، تبعث إلى الجو بالزئبق (وبملوثات أخرى) ـ إن كانت الكهرباء تنتج بحرق الفحم الحجري.

البقع البنية: يمكن لذرات التنكستن التي تتبخر تدريجيا من الفتيلة، أن تتجمع في منطقة واحدة على جدار الحبابة الزجاجية مشكلة بقعة بنية اللون. وإذا لم تكن الحبابة مغلقة بإحكام تام وتسرب الهواء إلى داخلها، أمكن أن يتفاعل التنكستن معه ليشكل رواسب من أحادي الأكسيد أو ثلاثي الأكسيد ذات لون بني أو قرمزي أو أصفر.



www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

Lighting]: «إننا نبذل جهودا كبيرة لصنع مصابيح متفلورة مرتصّة تلائم عددا أكبر من التطبيقات؛ أما زيادة تخفيض التكلفة فهي الآن، بصورة أساسية، شأن يتعلق أكثر مما سبق بالإنتاج بالجملة.»

أما الديودات المصدرة للضوء (LEDs) فيمكن أن تصبح هي الأخرى منافسة في السنوات القادمة. فهذه الأضواء الصادرة عن أجسام في الحالة الصلبة لها تقريبا كفاءة المصابيح المتفلورة نفسها، لكن عمرها أطول بثلاث مرات منها. ولا تزال المساعي في الأشكال المزودة بمقبس لولبي تجاهد لكي تشع مثلما يشع المصباح المتوهج الذي قدرته 25 واط، وسعره أغلى كثيرا. وبالنسبة إلى الوقت الحالي، فإن المصابيح المتفلورة المرتصّة هي التي تحظى بالمستقبل الأكثر ازدهارا. ■

<فيشتي، M.>

(١) low-energy light

تحذير صحي

أصدرت وزارة البيئة والغذاء والشؤون الريفية البريطانية نصائح خاصة بما ينبغي القيام به عند تحطّم مصباح الإضاءة الموافر للطاقة[١] **(LEL).**

1- أخلِ الغرفة فورا ولا تدُسْ على قطع الزجاج المبعثرة على الأرض.
2- لا تستخدم مكنسة كهربائية لشفط الزجاج المكسور، لأن المكنسة قد تنشر قطيرات الزئبق في أنحاء المنزل.
3- البس قفازات مطاطية والتقط الزجاج المبعثر على الأرض بملاقط القمامة.
4- ضع الفضلات في كيس بلاستيكي محكم الإغلاق.
5- لا تضع الكيس في سلة قمامة عادية.
6- ضع الفضلات في حاوية عامة (بلدية) مخصصة للتخلص من البطاريات التي تحتوي هي الأخرى على الزئبق؛ أو ضعها في مكبّ نفايات تابع للبلدية، حيث يجري التخلص منها بسلام.
7- حاول تجنب استنشاق الغبار الناتج من المصباح المكسور.

إنّ هذا النوع من المصابيح الموافرة للطاقة خطير جدا، لدرجة أنه تجب مغادرة الغرفة لمدة 15 دقيقة في حال سقوط المصباح وتكسره. فداخل المصباح زئبق سام يؤدي في حال استنشاقه إلى صداع نصفي أو نوع من عدم الاتزان «الترنح»، وكثيرون ممن لديهم حساسية مفرطة تصيبهم أمراض جلدية من مجرد التعرض له.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

نهاية وفيات الملاريا في إفريقيا(*)

يمكن القضاء فورا على أسوأ الأمراض الفتاكة بالبشر إذا وافرنا الموارد اللازمة.

بالنسبة إلى القارة الإفريقية، وهي مركز لكارثة الملاريا في العالم، أصبح أحد الإنجازات التاريخية في التنمية الصحية والاقتصادية قريب المنال؛ إذ تتعاضد الوسائل التقانية الحديثة مع الطرق الجديدة لمكافحة الأمراض ومع ازدياد الوعي بين عامة الناس لتؤدي إلى انخفاض في وفيات الملاريا يصل إلى 90% أو يزيد على ذلك، إذا ما تابعنا العمل.

لقد نجحت الجهود المبذولة في الخمسينات والستينات في استخدام مبيد الحشرات DDT ودواء الكلوروكين لتخليص المناطق المعتدلة وتحت المدارية من الملاريا. ولكن الملاريا مازالت موجودة في المناطق المدارية ولاسيما في إفريقيا، حيث تكون سرايتها على أشدها لأسباب بيئية، ومن هنا فإن القارة الإفريقية تدفع ثمنا مرعبا بسبب استمرار عبء الملاريا، فذلك العبء لا يقتصر على ما يزيد على مليون وفاة كل عام، وإنما يتجاوز ذلك إلى تدهور خطير في النمو الاقتصادي.

وحتى الوقت الحاضر، فإن الأمور تزداد تفاقما شيئا فشيئا من دون أن تشهد أي تحسن، فقد أصبح طفيلي الملاريا مقاوما للكلوروكين على نطاق واسع، فيما يقف عائقا أمام استخدام المبيد DDT كمادة كيميائية كل ما أثير حول التطبيق الحصيف لهذا المبيد (الذي يُرَشُّ على شكل طبقة رقيقة على الجدران الداخلية للمنازل) وحول وظيفته كمبيد للحشرات في الحقول المفتوحة (وهو أمر محفوف بالمخاطر البيئية ويحرض على ظهور المقاومة.)

ويبدو أن اللقاح هو الحل الذي يرجى جدواه أكثر من غيره على المدى الطويل. وفي الواقع فإن هناك لقاحات مُثيرة مرشحة في مرحلة التجارب السريرية. ومع ذلك، تتضافر في الوقت الذي ننتظر فيه اللقاح، التطورات لتهيئة الفرصة لتحقيق إنجاز مهم وقريب المنال. وأول هذه التطورات هو ابتكار الناموسيات المعالجة بمبيدات الحشرات المديدة المفعول والتي تقي النائمين من لسعات الحشرات في المنازل ليلا. وتستمر فعالية هذه الناموسيات خمس سنوات، وهي بذلك تختلف عن الناموسيات التي كانت تستخدم سابقا والتي ينبغي تكرار معالجتها بمبيدات الحشرات كل بضعة أشهر.

أما التطور الثاني الذي من شأنه أن ينقذ عددا لا يحصى من الأرواح فهو جيل جديد من الأدوية الفعالة التي أساسها الأرتيميسينين، وهو خلاصة عشبية اكتشفها علماء صينيون [ينبغي استخدام الأرتيميسينين ضمن توليفات دوائية تضم الأدوية التقليدية، وبذلك يمكن اتقاء بدء مقاومة الطفيليات للأدوية.]

وهناك تطور ثالث، وهو أسلوب جديد في مكافحة الأمراض. ففي الماضي كانت حكومة الولايات المتحدة الأمريكية وغيرها من المانحين تفضل بيع الناموسيات بأسعار مخفضة، وقد أدى ذلك إلى تباطؤ شديد في اقتناء الناس لهذه الناموسيات؛ إذ إن معظم السكان الريفيين في إفريقيا يعانون الفقر المدقع الذي يحول بينهم وبين شراء الناموسيات. وثمة أمر آخر، فالتخفيض في أسعار الناموسيات كان يستهدف الأطفال والحوامل، وهما المجموعتان الأكثر تعرضا لخطر الموت بسبب الملاريا، ومن ثَمَّ فإن هذه السياسة الاستهدافية كانت تهمل أمرا بالغ الأهمية، وهو أن المحرومين من الوقاية يصبحون بمثابة مستودعات للعدوى بالملاريا، ولن يقتصر الأمر على إصابتهم بالمرض، بل سيتجاوز ذلك إلى تسهيلهم سراية المرض إلى المجموعات «التي تتمتع بالوقاية»، نظرا لأن الناموسيات لا تتمتع بالفعالية الكاملة لوقاية من يستخدمها مئة في المئة.

وترتكز الاستراتيجية الجديدة على التوزيع الجموعي للناموسيات مجانا، بحيث تخصص ناموسية لكل موقع للنوم، وهكذا يتمتع جميع الناس بالوقاية من المرض، ولا تبقى أية مجموعة منهم بمثابة مستودعات لسراية المرض. وينبغي أيضا توافر الأدوية المرتكزة على الأرتيميسينين مجانا لجميع الناس في القرى. ويمكن للبلدان المانحة تحمُّل نفقات هذا الأسلوب، فتكاليف كل ناموسية لا تتجاوز 5 دولارات، وتكاليف كل جرعة معالجة دوائية تقرب من دولار واحد. وقد تم تطبيق التوزيع المجاني للناموسيات بنجاح في البلدان الفقيرة.

إن مكافحة الملاريا هي الصفقة الرابحة المتاحة لكوكبنا.

إن مكافحة الملاريا هي الصفقة الرابحة المتاحة لكوكبنا. وقد أوضحت الدراسة التي قمتُ بها مع زملائي مؤخرا أن التغطية الشاملة بالناموسيات وبالأدوية إلى جانب مبيدات الحشرات داخل المنازل في المواضع التي يُنْصَح بتطبيقها فيها، يمكن استكمالها بتكلفة مقدارها 3 بلايين دولار سنويا في السنوات القليلة القادمة، وهذا يعادل 3 دولارات من كل شخص في العالم المرتفع الدخل. وستنخفض هذه التكاليف في السنوات التالية مع انخفاض معدلات العدوى. وإلى جانب الأرواح التي ستنقذ، فإن المكاسب الاقتصادية في القارة الإفريقية ستتصاعد لتتجاوز عشرات البلايين من الدولارات كل عام، وستتظاهر بانخفاض في تكاليف المرض مع ازدياد في النمو الاقتصادي.

وتتوالى مصادر التمويل، وفي طليعتها الصندوق العالمي لمكافحة الإيدز والسل والملاريا؛ كما يمكن للبنك الدولي أن يؤدي دورا محوريا، ولاسيما أن مديره <R. B. زوليك> قد برهن على كفاءته في قيادة هذه القضايا في السابق. وقد زادت الإدارة الأمريكية مؤخرا من التمويل المخصص للملاريا. ويقف القطاع الخاص على أهبة الاستعداد لتقديم الدعم اللازم بطرق متنوعة، فيما قدم عامة الناس تبرعات تقدر بعشرات الملايين من الدولارات لشراء الناموسيات للفقراء من خلال بعض المنظمات، مثل منظمة الخلاص من الملاريا (www.malarianomore.org). ونحن الآن على عتبة تقدم كبير، وقد آن الأوان لإحرازه. ■

(*) ENDING MALARIA DEATHS IN AFRICA

المؤلف

Jeffrey D. ach

مدير معهد الأرض في جامعة كولومبيا

www.earth.columbia.edu

هناك نسخة موسعة من هذه المقالة على الموقع:
www.sciam.com/ontheweb

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

لماذا يصدر هاتفي الخلوي صريرا حين يكون بالقرب من حاسوبي؟(*)

يعرض <D. كرير> [*الأستاذ في قسم الفيزياء بجامعة نيويورك*] بعض الإجابات الممكنة عن هذا اللغز :

يبدو الأمر كأنه حالة من **التداخل الكهرمغنطيسي** electromagnetic interference، واختصارا EMI، الذي تسبب فيه الموجات الراديوية الصادرة عن جهاز ما سلوكا غير مرغوب فيه في جهاز آخر. وبصورة عامة يعمل كل جهاز تغذّيه الكهرباء مثل مرسل راديوي، سواء أكان ذلك مفروضا فيه أم لا؛ لأن التيار الكهربائي المتغير الذي يسري في هذه الأجهزة يشع بصورة طبيعية موجات كهرمغنطيسية. وهذا الإشعاع هو منتج ثانوي لا مناص منه ناجم عن تسخير الكهرباء للقيام بأشياء مفيدة، وهو يماثل قعقعة وصلصلة الأجهزة الميكانيكية المعهودة. إن الحواسيب «مفعمة بالضجيج» على نحو خاص، لأنها تعتمد على تيارات سريعة التغير لتعمل عمل إشارات ساعة تنسق بين الحسابات.

ومن التفسيرات الممكنة هو أن حاسوبك يُصدر، من دون قصد، موجات راديوية تقع في مجال الترددات المخصصة للاتصالات بالهواتف الخلوية، وهي عادة حول 800 ميگاهرتز (ملايين الأدوار في الثانية). وعندما تكون الإشارات الآتية من حاسوبك قوية لدرجة كافية، يمكن أن يخطئ هاتفك فيعدّها إرسالا من هاتف خلوي ـ وإن يكن هاتفا يتعذر فك رموزه.

والإمكان الآخر يتضمن اتصالا أعمق بين جهازيك الاثنين. فكما أن التيارات المتغيرة تولّد موجات راديوية، كذلك تحرّض الموجات الراديوية تيارات كهربائية في المواد الموصلة ـ وهي الطريقة التي يتيح بها الهوائي المعدني لجهاز الراديو أن يكشف الإشارات المرسلة من محطات الإذاعة. فموجات الراديو التي يصدرها حاسوبك يمكن أن تحرّض تيارات في المضخّم الذي يشغّل مكبّر الصوت في هاتفك الخلوي، وهذا يجعله يصدر صريرا عشوائيا. (في عام 1975 قام <S. دمبير> [الرائد في مجال الحاسوب] بتسخير هذا المفعول تسخيرا ذكيا للحصول على نتائج أكثر قابلية للتوليف؛ فقد برمج حاسوبه الشخصي، من النوع MITS Altair 8800، بحيث عزفت موجاته الكهرمغنطيسية المتداخلة في جهاز راديو AM قريب، معزوفةَ البيتلز : *The Fool on the Hill*).

لا توجد وسيلة تمنع الأجهزة الكهربائية من توليد موجات راديوية، إلا أن حجز الموجات الهامشية تحت أغلفة مناسبة يكبح التداخل الكهرمغنطيسي. ولذلك توضع معظم الأجهزة الإلكترونية داخل صناديق ـ مصنوعة من المعدن أو مكسوّة بمادة موصلة ـ تحتجز هذه الموجات الكهرمغنطيسية. ولكن وجود ثقوب في الصناديق وبقع رقيقة في الكسوة يجعل بعض الموجات يفلت منها. ويكون التسرب صغيرا عادة لدرجة أنه لا يؤثر إلا في الأجسام القريبة جدا من المنبع، وهذا هو السبب الذي يجعل هاتفك المحمول يعمل بطريقة شاذة فقط حين يكون بالقرب من حاسوبك. ■

كيف يعمل نظام البلوتوث؟(**)

يجيب عن هذا السؤال <M. فولي> [*المدير التنفيذي لمجموعة Bluetooth Special Interest Group*] :

البلوتوث تقانة اتصالات لاسلكية قصيرة المدى، تحلّ محلّ الكبلات التي تربط بين التجهيزات الإلكترونية. وهي تعمل وفق مبدأي «الاستعلام» عن التجهيزات و«المسح الاستعلامي». وفيها تقوم أجهزة المسح بالتنصت على الأجهزة التي تقوم فعليا بعملية الاستفسار مستخدمةً ترددات راديويةً معروفة. وعندما يلتقط جهاز المسح استعلاما معينا، فإنه يرسل إجابةً تحتوي على المعلومات اللازمة لإقامة اتصال مع الجهاز.

بعد ذلك، تقوم مجموعةٌ من التجهيزات بتأليف ما يسمى **الشبكة البيكوية**(1)، وتشتمل على مخدم واحد رئيسي وعدد من التجهيزات التابعة النشيطة التي قد يصل عددها إلى سبعة، إضافةً إلى تجهيزات تابعة أخرى، ليست جزءا من الشبكة في الوقت الراهن. (قد ينتمي جهازٌ معيَّن إلى شبكة بيكوية واحدة أو أكثر، سواء أكان جهازا رئيسيا أم تابعا.) وتتزامن الأجهزة داخل الشبكة البيكوية مع ساعة توقيت مشتركة ومع نمط معين من **القفز الترددي**(2)، كما أنها تتقاسم قناةً راديوية واحدة. ومن شأن هذا النمط ، الذي تحدده التجهيزة الرئيسية بطريقة خوارزمية، أن يساعد على منع التداخل و**الخبُو**(3) الدوري للإشارات. ومع أن نمط القفز الترددي الأساسي يتنقل بشكل دوري بين الترددات المتوافرة البالغ عددها 79 ترددا، فإن بالإمكان تطويعه لإقصاء الترددات التي تستخدمها التجهيزات المتداخلة، وهذا يحسّن درجةَ التعايش بين نظام البلوتوث والأنظمة **الستاتية (غير القفزية)**(4)، مثل شبكات Wi-Fi، التي قد تكون على مقربة من إحدى الشبكات البيكوية.

تُقسم الوصلة اللاسلكية إلى وحدات زمنية جزئية تدعى **الفواصل**(5) بين القنوية. وفي أثناء هذه الفواصل، تقوم الأجهزة المزوّدة بنظام البلوتوث بنقل البيانات ضمن ما يسمى رزم البيانات، على أن يحدث القفز الترددي بين إرسال هذه الرزم واستقبالها. وغنيٌ عن القول إن جميع هذه الأمور المعقدة تسير من دون أن يكون المستخدم مدركا لأي شيء سوى المهمة التي يحاول القيام بها، كأن يتحدث بواسطة الهاتف الخلوي ويداه طليقتان، أو يستمع إلى الموسيقى من خلال سماعات رأسية لاسلكية. ■

(*) why does my cell phone screech when it is near my computer?
(**) How does Bluetooth work?
(1) piconet
(2) frequency-hopping
(3) fading
(4) static (nonhopping)
(5) slots

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

على الطريق إلى الأخضر(*)

حقق الكيميائيون وصانعو السيارات تقدما باتجاه وقود حميد بيئيا.

سمع سائقو الآليات مؤخرا الكثير عن أنواع الوقود المعتمدة على الإيثانول، التي تحترق بنظافة أكثر من الكازولين (بنزين السيارات) وتشتق من الكتلة البيولوجية (الحيوية) المحلية المتجددة. وقد قامت الشركة أيوجين كوربوريشين بدفع هذه التقانة خطوة إلى الأمام، وذلك بتطوير إنزيمات تستطيع تحويل السليولوز القاسي الحامل للسكر والموجود في النفايات الزراعية التي تنتج بتكلفة قليلة، إلى إيثانول أو كحول إيثيلي (*الشكل في أعلى الصفحة*).

أما الوقود المتجدد الآخر البديل، فهو زيت الديزل البيولوجي الذي يتكون في معظمه من الزيوت النباتية التي تصنع لتنتج وقودا يحترق بنظافة في محركات الديزل. وقد أوضح <M. هارا> وزملاؤه [في معهد طوكيو للتقانة] أن مزيجا متفحما من السكاكر والنشويات والمواد السليولوزية الرخيصة يمكن معالجته وتحويله إلى حفاز صلب حامض فعال يُستعمل في صنع زيت ديزل بيولوجي غير قابل للانحلال ورخيص التحضير وسهل التدوير.

وحاليًا، يسعى المهندسون جاهدين لصنع أنواع من زيت الديزل تطلق كميات أقل من أكسيد النيتروجين. وتعد الشركة الصانعة للسيارات ديملر كرايزلر العاملة في ألمانيا رائدة في هذا المجال؛ إذ قدمت حديثا ما أسمته **تقانة البلوتك**[1] ـ وهي نظام نمطي لمعالجة غازات عوادم السيارات يمكنه تخفيض الناتج من هباب الفحم وأكسيد النيتروجين بدرجة كبيرة، وهذا يمكّن السيارات من تحقيق المواصفات الأمريكية الشديدة الصرامة والخاصة بالانبعاثات.

وتعتمد تقانة أخرى على تحقيق **كسب ميلي**[2] أفضل مما تحققه المحركات القياسية، فتنتج بذلك قدرا أقل من ثنائي أكسيد الكربون في كل ميل يجري قطعه. وتدعى هذه التقانة «**الهجين كازولين-كهرباء**»[3]، وهي ناتج تزاوج ما بين محرك الكازولين والمحرك الكهربائي. والمركبات الهجينة الحالية تقلل من استهلاك الوقود عند **التوقف والانطلاق**[4]، ولكنها لا تقدم سوى كسب ميلي ضئيل على الطرق السريعة. أما النظام الهجيني الجديد ذو النمطين الذي أطلقته شركات «جنرال موتورز» و«ديملر كرايزلر» و«بي إم دبليو» فيعزز كفاءة استهلاك الوقود في القيادات السريعة والبطيئة مؤديا إلى تحسين في الكسب الميلي يعادل نحو 25% مما هو عليه في المركبات المعهودة.

وهناك طريقة أخرى لرفع الأداء البيئي للمركبات الهجينة، وذلك بتزويدها بوسائل تجعلها قادرة على تخزين طاقة الشبكة الكهربائية، بحيث يمكنها في بعض الأحيان السير بالطاقة الكهربائية وحدها بدلا من استجرارها من المحرك الذي يعمل على حرق الوقود الأحفوري. وتحقيق هذه الهجائن ذات **القابس**[5] يقترب من الواقع بعدما قامت شركتا Edrive Systems في كاليفورنيا و Hymotion الكندية، بتقديم **عتائد** kits محسنة للهجائن ذات القابس من أجل السيارة تويوتا Prius. وعقب هذه التطورات يبدو أن الطريق بات مفتوحا أمام مستقبل للطاقة **أكثر خضرة**[6] وأكثر استدامة. ■

<S. أشلي>

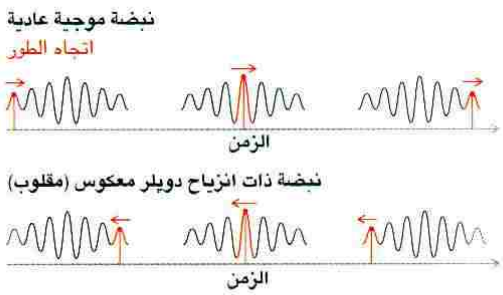
مسؤول بيئي رفيع المستوى في المفوضية الأوروبية يملأ سيارة بوقود إيثانول سليولوزي من إنتاج إيوجين ومشتق من الكتلة البيولوجية (الحيوية) المتجددة.

(*) ON THE ROAD TO GREEN أو على الطريق لمنتجات رفيقة بالبيئة.
(١) BLUETEC technology
(٢) mileage، أو المسافة بالأميال.
(٣) gasoline-electric hybrid
(٤) stop-and-go driving
(٥) plug-in
(٦) greener: أكثر رفقا بالبيئة.

عكس انزياح دوپلر(*)

إن مفعول (أثر) دوپلر يجعل صفّارة القطار المقترب تبدو ذات طبقة (نغمة) أعلى [نتيجة لتجمع الموجات الصوتية]، في حين يجعلها ذات نغمة أدنى عندما يبتعد [نتيجة لتمدد الموجات الصوتية]. وقد تمكن العلماء فعليا في مركز التقانات المتقدمة للمنظومات (BAE) في بريستول بإنكلترا، من عكس انزياح دوپلر. فقد جعل الباحثون نبضة موجية ترتد عن حاجز كهرمغنطيسي متقهقر في دارة ذات تصميم خاص. وكانت طبيعة الدارة تعني أنه في النبضة المتقهقرة يمكن لكل **قمة** crest و **وهدة** trough ضئيلة مشكّلة لهذه النبضة ـ أي طورها ـ أن تسير في الاتجاه المعاكس للنبضة الموجية ككل، بصورة لا تختلف عن سباحة سمك السلمون ضد التيار. وقد ازداد تردد النبضة المعكوسة مع تقهقر الحاجز على عكس مفعول دوپلر (يتوقف تردد النبضة الموجية، تقنيا، على السرعة الطورية وليس على حركة النبضة ككل أو سرعة المجموعة). وستسمح هذه الظاهرة قريبا بتحكم جديد في الموجات الكهرمغنطيسية للاستخدام في تطبيقات طبية وفي الاتصالات. ■

<Ch. تشوي>



عكس (قلب) دوپلر: تردُ إلى الدارة حزمة موجات (نبضة) عن حاجز متقهقر (*غير ظاهر في الشكل*). يتحرك طور تلك النبضة (*ممثلا في الشكل بموضع النقطة الحمراء*) في الاتجاه المعاكس لاتجاه النبضة الموجية العادية. ونتيجةً لذلك يقصر الطورُ (*تتقارب الأزمنة التي تصل فيها البقعة الحمراء إلى القمة*) فينتج تردد أعلى، وهذا يدل على انزياح دوپلر معكوس.

(*) INVERTING THE DOPPLER SHIFT

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

SPECIAL REPORT

The Future of PRIVACY

50 INTERNET EAVESDROPPING

Brave New World of Wiretapping
Whitfield Diffie - Susan Landau

As telephone conversations migrate to the internet, the government wants to listen in.

58 ID CHIPS

RFID Tag–You're It
Katherine Albrecht

A privacy activist argues that radio-frequency identification tags pose new security risks to those who carry them, often unwittingly.

64 BIOMETRICS

Beyond Fingerprinting
Anil K. Jain - Sharath Pankanti

Security based on anatomical and behavioral features may offer the best defense against identity theft. But error rates remain a stumbling block.

68 THE ROAD AHEAD

The End of Privacy?
Daniel J. Solove

Social-networking Web sites may be radically realigning what is considered public and private.

74 **Working Knowledge**
The switch is on to compact fluorescents.

76 **Sustainable Developments**
Malaria, one of the world's worst killers, could be stopped soon.

77 **Ask the Experts**
- Why does my cell phone screech near my computer?
- How does Bluetooth work?

78 **News Scan**
- On the Road to Green
- Inverting the Doppler Shift

Majallat AlOloom ADVISORY BOARD — مجلة العلوم

Ali A. Al-Shamlan *(Chairman)*
Abdullah S. Al- Fuhaid *(Deputy)*
Adnan Hamoui *(Editor-In-Chief)*

SCIENTIFIC AMERICAN®
Established 1845

EDITOR IN CHIEF: John Rennie
EXECUTIVE EDITOR: Mariette DiChristina
MANAGING EDITOR: Ricki L. Rusting
NEWS EDITOR: Philip M. Yam
SPECIAL PROJECTS EDITOR: Gary Stix
SENIOR EDITOR: Michelle Press
EDITORS: Mark Alpert, Steven Ashley, Graham P. Collins, Mark Fischetti, Steve Mirsky, George Musser, Christine Soares
CONTRIBUTING EDITORS: W. Wayt Gibbs, Marguerite Holloway, Michael Shermer, Sarah Simpson

EDITORIAL DIRECTOR, ONLINE: Kate Wong
ASSOCIATE EDITOR, ONLINE: David Biello
NEWS REPORTER, ONLINE: JR Minkel

ART DIRECTOR: Edward Bell
SENIOR ASSOCIATE ART DIRECTOR: Jana Brenning
ASSOCIATE ART DIRECTOR: Mark Clemens
ASSISTANT ART DIRECTOR: Johnny Johnson
PHOTOGRAPHY EDITOR: Emily Harrison
PRODUCTION EDITOR: Richard Hunt

COPY DIRECTOR: Maria-Christina Keller
COPY CHIEF: Molly K. Frances
COPY AND RESEARCH: Daniel C. Schlenoff, Michael Battaglia, Smitha Alampur, Michelle Wright, John Matson

EDITORIAL ADMINISTRATOR: Jacob Lasky
SENIOR SECRETARY: Maya Harty

ASSOCIATE PUBLISHER, PRODUCTION: William Sherman
MANUFACTURING MANAGER: Janet Cermak
ADVERTISING PRODUCTION MANAGER: Carl Cherebin
PREPRESS AND QUALITY MANAGER: Silvia De Santis
PRODUCTION MANAGER: Christina Hippeli
CUSTOM PUBLISHING MANAGER: Madelyn Keyes-Milch

ASSOCIATE PUBLISHER, CIRCULATION: Simon Aronin
CIRCULATION DIRECTOR: Christian Dorbandt
RENEWALS MANAGER: Karen Singer
FULFILLMENT AND DISTRIBUTION MANAGER: Rosa Davis

VICE PRESIDENT AND PUBLISHER: Bruce Brandfon
WESTERN SALES MANAGER: Debra Silver
SALES DEVELOPMENT MANAGER: David Tirpack
SALES REPRESENTATIVES: Jeffrey Crennan, Stephen Dudley, Stan Schmidt

ASSOCIATE PUBLISHER, STRATEGIC PLANNING: Laura Salant
PROMOTION MANAGER: Diane Schube
RESEARCH MANAGER: Aida Dadurian
PROMOTION DESIGN MANAGER: Nancy Mongelli
GENERAL MANAGER: Michael Florek
BUSINESS MANAGER: Marie Maher
MANAGER, ADVERTISING ACCOUNTING AND COORDINATION: Constance Holmes

DIRECTOR, SPECIAL PROJECTS: Barth David Schwartz

MANAGING DIRECTOR, ONLINE: Mina C. Lux
OPERATIONS MANAGER, ONLINE: Vincent Ma
SALES REPRESENTATIVE, ONLINE: Gary Bronson

DIRECTOR, ANCILLARY PRODUCTS: Diane McGarvey
PERMISSIONS MANAGER: Linda Hertz

CHAIRMAN EMERITUS: John J. Hanley
CHAIRMAN: Brian Napack
PRESIDENT: Steven Yee
MANAGING DIRECTOR, INTERNATIONAL: Kevin Hause
VICE PRESIDENT: Frances Newburg

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

Majallat AlOloom March/April - 2009 Volume 25 Number 3/4 SCIENTIFIC AMERICAN

4

ASTRONOMY

The Genesis of Planets

Douglas N. C. Lin

Theorists long imagined that the formation of young solar systems was a serene process with a stately progression, in which the eventual appearance of planets was a foregone conclusion. The latest evidence, however–including observations of worlds circling other stars–argues that planet formation is startlingly chaotic.

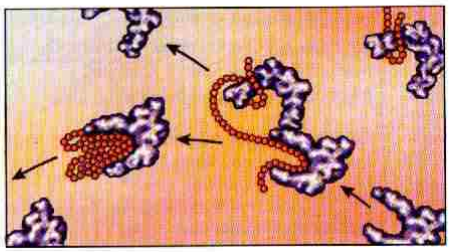
14

ENVIRONMENT

Facing the Freshwater Crisis

Peter Rogers

As demand for freshwater soars, global supplies are becoming unpredictable. Existing technologies could avert a water crisis but must be implemented soon.

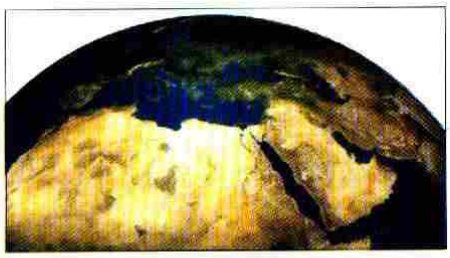
22 

MEDICINE

New Jobs for Ancient Chaperones

Pramod K. Srivastava

With newly recognized roles in cancer and immunity, the heat shock proteins that normally protect cells against stress might become therapeutic allies.

28 

GEOLOGY

Birth of an Ocean

Eitan Haddok

Through this dazzling photographic essay, visit an ocean that is forming in one of the hottest, most inhospitable corners of the globe.

36

BRAIN SCIENCE

Une molécule de la confiance

Paul Zak

Pourquoi l'homme fait-il confiance à des inconnus? Une molécule connue pour déclencher le travail de la femme enceinte, l'ocytocine, serait essentielle aux mécanismes cérébraux de la confiance.

42

MEDICINE

Gaining Ground on Breast Cancer

Francisco J. Esteva - Gabriel N. Hortobagyi

The newest targeted therapies help doctors to tailor effective treatments to individual patients.

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

جوائز معرض الكويت
الرابع والثلاثين للكتاب لعام 2009

المقدمة من

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

ينظم **المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب** معرض الكويت للكتاب في دولة الكويت خلال النصف الثاني من شهر نوفمبر/تشرين الثاني من كل عام. ويهدف المعرض إلى نشر المعرفة عن طريق تيسير تداول الكتاب.

ورغبة في تشجيع المؤلّفين والمترجمين والناشرين في البلاد العربية في مختلف فروع المعرفة، وإعطاء حركة التأليف والترجمة والنشر مزيدا من الدعم، فقد أقرت **مؤسسة الكويت للتقدم العلمي** بالاتفاق مع المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب تخصيص **الجوائز** الآتية:

* جائزة سنوية لأفضل كتاب مؤلّف عن الكويت.
* جائزة سنوية لأفضل كتاب مؤلف في العلوم باللغة العربية.
* جائزة سنوية لأفضل كتاب مترجم إلى اللغة العربية في العلوم.
* جائزة سنوية لأفضل كتاب مؤلف في الفنون والآداب والإنسانيات باللغة العربية.
* جائزة سنوية لأفضل كتاب مترجم إلى اللغة العربية في الفنون والآداب والإنسانيات.
* جائزة سنوية لأفضل كتاب مؤلف للطفل العربي.

ويشترط في الكتاب المؤلف أو المترجم المرشح لنيل جائزة المعرض ما يأتي:

* أن يكون متميزا في مجال تخصصه.
* أن تكون لغته عربية فصحى.
* أن يستخدم في العلوم مصطلحات واضحة ودقيقة علميا ولغويا.
* أن يكون إخراجه جيدا.
* أن يكون منشورا بطبعته الأولى في عام 2008.
* أن يكون معروضا في معرض الكويت الرابع والثلاثين للكتاب.
* ألا يكون قد حصل على جائزة من أي جهة أخرى.

تمنح الجوائز بقرار من مجلس إدارة **مؤسسة الكويت للتقدم العلمي** واستنادا إلى توصيات من اللجان المختصة التي يتم تشكيلها لهذا الغرض. ولا يجوز الاعتراض على النتائج المعلنة. ويجوز أن يشارك في الكتاب أكثر من شخص واحد، وفي هذه الحال تكون الجائزة مشتركة فيما بينهم. وتتضمن الجائزة مبلغا قدره 5000 د.ك (خمسة آلاف دينار كويتي) ودرع المؤسسة وشهادة تقديرية. وتقدم المؤسسة لناشر الكتاب الفائز بالجائزة مبلغا قدره 2000 د.ك (ألفا دينار كويتي). وعلى المؤسسات المشاركة في معرض الكويت الرابع والثلاثين للكتاب أن تبعث **بنسختين** من كل كتاب ترشحه لنيل الجائزة في موعد غايته 2009/10/31 على العنوان الآتي:

السيد مدير عام مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

ص.ب: 25263 الصفاة 13113 ـ دولة الكويت
هاتف: 22429780 (965+) ـ فاكس: 22403891 (965+)
البريد الإلكتروني: prize@kfas.org.kw

صدر حديثًا

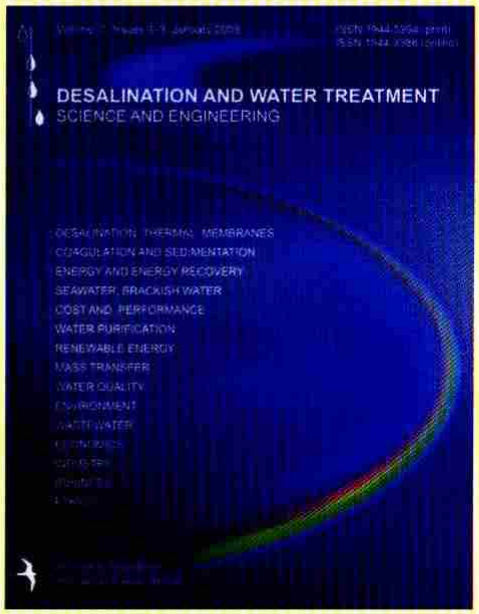
المجلدان الأول والثاني من

مجلة

تحلية المياه ومعالجتها
علم وهندسة

DESALINATION AND WATER TREATMENT
Science and Engineering

Editor-In-Chief: **Miriam Balaban***



صدرت هذه المجلة المُحكَّمة لتلبي الحاجة الملحة إلى نشر الأبحاث التي تتدفق مع تعاظم أهمية تحلية المياه لمواجهة شح المياه العذبة وبخاصة في المناطق التي تعاني انفجارًا سكانيًا.

والمجلة مكرسة لنشر أحدث أبحاث تقانة تحلية المياه وتطبيقاتها، وكذلك الأبحاث حول إدارة موارد المياه وحول الموضوعات ذات الصلة.

*** Desalination Publications**
Via F. P. Tosti 28, 67100 L'Aquila, Italy,
Tel. +39 348 8848 406
E-mail: balaban@deslin.com

Tel. +39 0862 319954 - Tel./ Fax +39 0862 314359
E-mail: dwt@deswater,com
Web: www.deswater.com

www.liilas.com/vb3 * me3refaty *

ليست مجرد رحلة أخرى اعتيادية...

الواقع

إن واقعنا يعبر عن إنجازاتنا. فكل رحلة هي في حد ذاتها قصة قصيرة تضاف إلى الذكريات الجميلة لكل من ركابنا الأعزاء وبنفس الوقت إنجاز نفخر به عندما نحلق بكم إلى أي من وجهاتنا حول العالم.

إنها حقاً ليست مجرد رحلة أخرى اعتيادية... بل رحلة إنجاز وسجل ذكريات.

تقتكم غايتنا

الخطوط الجوية الكويتية

www.kuwaitairways.com

منذ عام 1954

AL-ASSRIYA PRINTING PRESS

شبكة
ليلاس
الثقافية
** معرفتي **
www.liilas.com/vb3